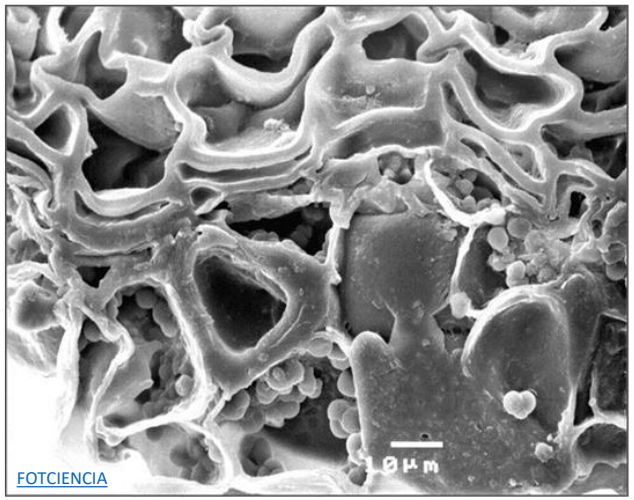
Maxcorcho (Rev 2)

2024 Máximo García García



FOTCIENCIA

Introducción

En este archivo, que he llamado Maxcorcho, se recogen los resultados de algunos trabajos que a lo largo de los años he realizado en el sector del corcho y que ahora, disponiendo de tiempo por las especiales circunstancias del centro – por obras- he ordenado y seleccionado entre los que más han llamado mi atención.

Las tareas que he venido desarrollando en el Instituto de Promoción del Corcho (IPROCOR), posteriormente en el Instituto del Corcho, la Madera y el Carbón Vegetal (ICMC) y actualmente en el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX), se han centrado en ensayos e informes de laboratorio, principalmente para empresas del sector, aunque también he llevado a cabo trabajos de apoyo a proyectos de investigación y preparación de normas entre otros.

La elaboración ha sido por partes, sin establecer criterio previo, siendo la coyuntura y disponibilidad de tiempo los factores que me han permitido recopilar datos, imágenes y resultados, así como ordenarlos y darles esta presentación de conjunto que espero resulte de interés.

Índice general

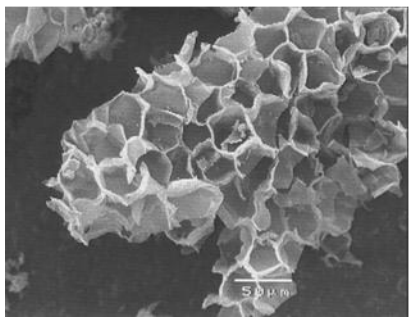
Presentación	Páginas/presentación	Desde-hasta
1/16. Carátula	3	1-3
2/16. Diferenciación del granulado de corcho según su procedencia industrial: crudo vs hervido	15	4-18
3/16. Datos del 2-4-6 TCA en el campo. 2-4-6-Tricloroanisol en el alcornocal de Extremadura	38	19-56
4/16. Premio Espiga al Mejor Tapón de Corcho	17	57-73
5/16. Discos de corcho para tapones de vinos espumosos,…un destino exigente	46	74-119
6/16. ISO 16419:2013. Corcho. Anomalías visuales de los tapones de corcho para vinos tranquilos	16	120-135
7/16. Densidad superficial del corcho (kg corcho/m^2)	76	136-211
8/16. Tapones de corcho natural y colmatados, adsorción-absorción de líquidos	35	212-246
9/16. Corcho de alcornoques afectados por incendios ¿destino tapones?	31	247-277
10/16. Corcho. Mancha amarilla, la degradación progresiva de la estructura del tejido	42	278-319
11/16. Exudación negra tras el descorche I	22	320-341
12/16. Exudación negra tras el descorche II	40	342-381
13/16. Alcornoque, la protección como respuesta ante el estrés de la saca	99	382-480
14/16. Proteger al protector, tapones de corcho en bodegas	12	481-492
15/16 . Taponar botellas de vino, sin sellar la entrada de oxígeno	69	493-561
16/16. Visitas didácticas y agradecimientos	8	562-569

Diferenciación del granulado de corcho según su procedencia industrial:

crudo vs hervido

Muestra 085-1996

Máximo García García . Febrero 2024



ÍNDICE

1 Justificación del trabajo	Pág 3
2 Muestras de granulado de corcho	Pág 4
3 Distribución del tamaño de los granulados	Pag 5
4 Densidad aparente de los granulados	Pág 6
5 Homogeneización del tamaño del granulado a 0,710 mm para las determinaciones	Pág 7
6 Hipótesis previas	Pág 8
7 Aspecto del granulado retenido en malla de 0,710 mm	Pág 9
8 Granulados de corcho. Vocabulario	Pág 10
9 Accesorios para los ensayos de compresión	Pág 11
10 Resultados de la compresión	Pág 12
11 Consistencia tras la compresión	Pág 13
12 Comentarios	Pág 14
13 Conclusiones	Pág 15

1.- Justificación del trabajo

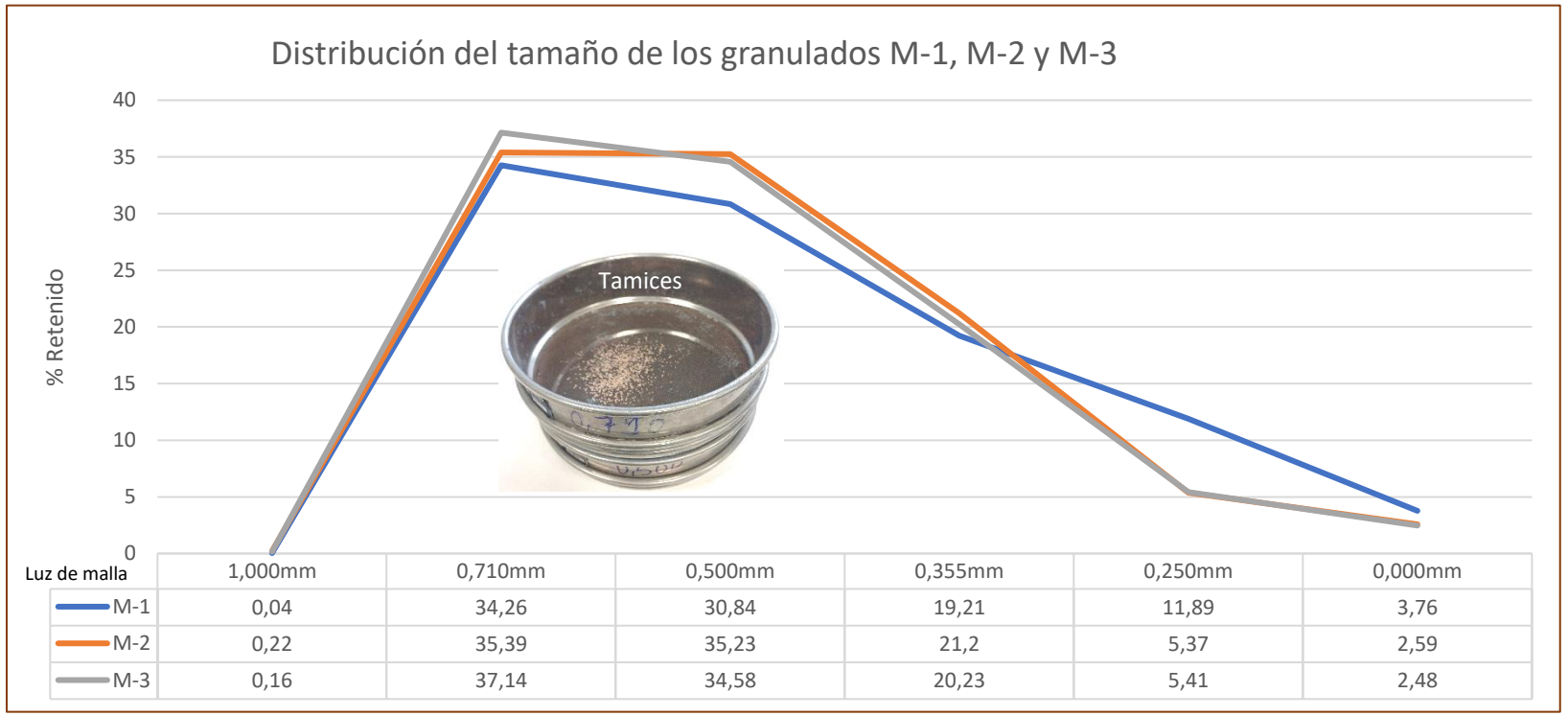
Con la creación del Instituto de Promoción del Corcho en 1984 (Ley 3/1984 de 8 de junio. BOE 189 de 8 de agosto de 1984) los trabajos llevados a cabo en el laboratorio atendieron a demandas de todo tipo, entre ellas la de esta presentación, sin que haya tenido más continuidad. Posteriormente, con la Ley 5/1994 de 10 de noviembre se deroga la Ley 3/1984 y se crea el Instituto del Corcho, la Madera y el Carbón Vegetal (ICMC) -DOE 135 de 26 de noviembre de 1994- que termina integrándose en el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX) por Ley 10/2010 de 16 de noviembre de la ciencia, la tecnología y la innovación de Extremadura – BOE 300 de 10 de diciembre de 2010-

Comoquiera que hasta la fecha de hoy, año 2024, el personal del laboratorio del corcho ha venido prestando ininterrumpidamente sus servicios desde 1987 y disponiendo de memoria y soporte documental, además de tiempo por las circunstancias de cierre temporal debido a las obras del centro, recuperamos algunos trabajos, como éste, dándoles un formato más didáctico y evitando que se pierdan para quien tuviera curiosidad en los mismos.

2.- Muestras de granulados de corcho

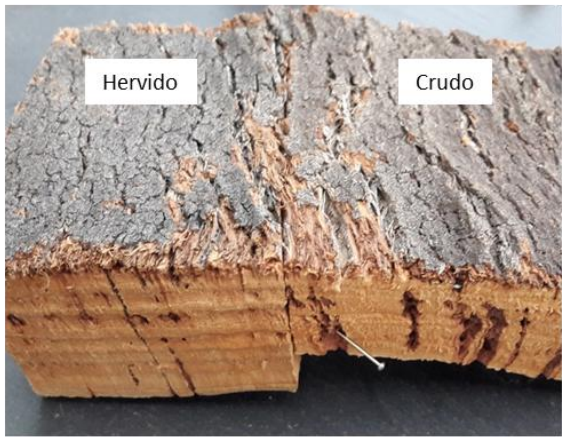
Durante el mes de septiembre de 1996 se reciben en el laboratorio del IPROCOR 3 muestras de granulado de corcho con la identificación: Muestra-1, granulado 0,25/1 realizado con refugo hervido. Muestra-2 y Muestra-3 granulado 0,25/1, muestras a comprobar. Posteriormente se entrega una nueva muestra, la Muestra 4, granulado 0,25/1 procedente de refugo cocido. La empresa que hace el envío manifiesta a la dirección su interés por conocer si las muestras M-2 y M-3 proceden de corcho hervido o crudo, y así es como se traslada la información al laboratorio para su evaluación.

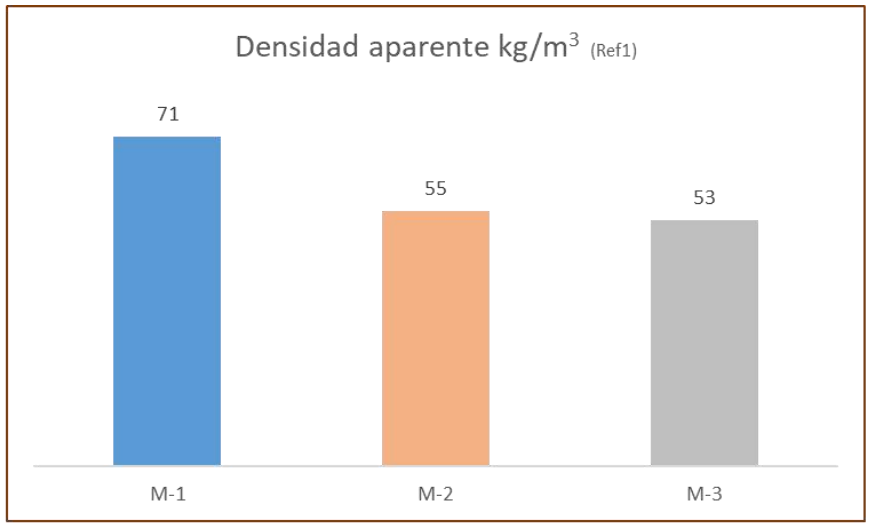
3.- Distribución del tamaño de los granulados

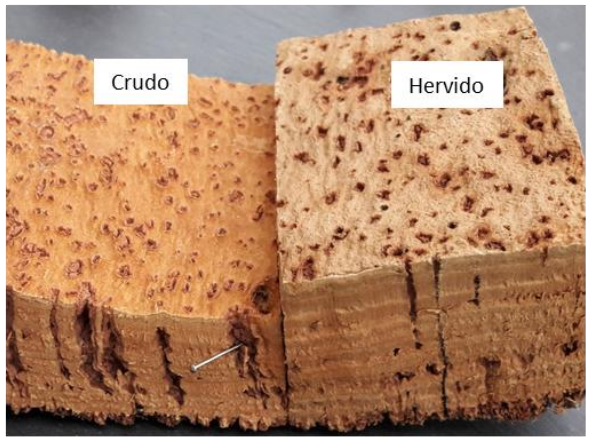


Luz de malla	1,000mm	0,710mm	0,500mm	0,355mm	0,250mm	0,000mm
M-1	0,04	34,26	30,84	19,21	11,89	3,76
M-2	0,22	35,39	35,23	21,2	5,37	2,59
M-3	0,16	37,14	34,58	20,23	5,41	2,48

4.- Densidad aparente







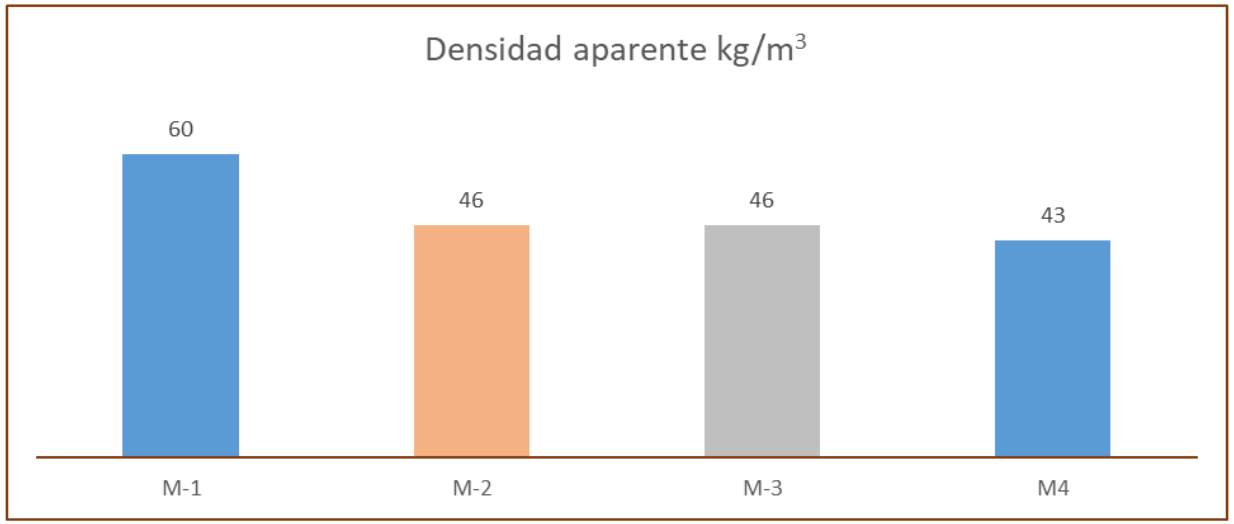
La **muestra M-1**, que se corresponde con el granulado "realizado con refugo hervido", presenta una densidad aparente muy superior al de las muestras a evaluar.
Este resultado es contrario al esperado a tenor de lo que en la bibliografía se recoge : "*La principal alteración estructural debida a la ebullición es la atenuación de las ondulaciones de la pared celular. Esto conduce a una expansión del 10-15% en la dirección radial y del 5-7% en las direcciones perpendiculares a ésta, incluidas las direcciones axial y tangencial. La masa prácticamente no se ve afectada*" - **Effects of hot water treatment on the structure and properties of cork. Wood and Fiber Science 22(2) 1990 pp 149-164 .M. Emília Rosa.Helena Pereira.M. A. Fortes-** (Ref1)

Se estima que la diferencia en densidad tiene explicación con la existencia de impurezas, y así se le transmite a la empresa que termina enviando otra muestra, la M4, con el siguiente literal en la identificación: **"Muestra 4 . Granulado 0,25-1 . Procedente de refugo cocido"**

5.- Homogeneización del tamaño del granulado a 0,710 mm para las determinaciones

% Humedad, en base húmeda, tras 30 horas de estabilización a 20ºC y 65% Hr en cámara climática Valores medios de 3 determinaciones por muestra				
Muestra	M-1	M-2	M-3	M4
% H	4,3	4,1	4,3	4,0

Cubo de 1 dm^3 para la densidad del granulado.
El granulado de la imagen no se corresponde con el de las muestras.



Densidad aparente del granulado estabilizado que pasa por malla de 1 mm y se retiene en malla de 0,710 mm.
Se utiliza como recipiente para la densidad aparente tubo de ensayo de 29,5 ml al no disponer de muestra suficiente para la capacidad del recipiente de 1 dm^3 que establece la norma ISO 2031 de 1991 .

6.- Hipótesis previas

Los granulados de corchos crudos son		
A	B (Ref2)	C (Ref3)
Más claros	Más densos	A igualdad de densidad, más resistentes a la compresión

El resultado de aspecto, hipótesis A, de más claro a más oscuro es: M-2 = M-3 **>** M4 = M-1

El resultado de densidad, hipótesis B, de mayor a menor es: M-1 **>>** M-2 = M- 3 **~** M4

Al disponer ya de la muestra M4, de corcho refugo cocido y densidad similar a las muestras sobre las que nos piden su procedencia, rechazamos la M-1 para la hipótesis C .

(Ref2) **Densidade da cortiça: factores que a influenciam. Instituto dos productos Florestais. CortiÇa nº 593-88 .**M.A. Fortes e M.Emilia Rosa**.** *" Durante la operación de cocido se verifica una expansión cercana al 30% del volumen inicial, en el caso de los corchos de reproducción.." "La cocción elimina parcialmente las ondulaciones de las paredes celulares, lo que conduce a una reducción de la densidad".*

(Ref3) **CortiÇa natural. Comportamento sob cargas variáveis**. **Instituto dos productos Florestais. CortiÇa nº 575-86.** Laboratorio do I.P.F. *Realiza un estudio comparativo entre corcho crudo, cocido con posterior secado al aire y cocido con posterior secado en estufa a 100ºC, si bien las densidades son diferentes.*

7.- Aspecto del granulado retenido en malla de 0,710 mm

M-2 (46 kg/m^3)

M-3 (46 kg/m^3)

M4 (43 kg/m^3)

Crudo A del ICMC (84 kg/m^3)

Hervido B del ICMC (66 kg/m^3)

(1) (2) (3) Se muestran imágenes de la fracción de los granulados enviados y retenidos en tamiz de luz malla 0,710 mm, M-2, M-3 y M-4, a fin de homogeneizar aún más las muestras.
(4) (5) Con los granulados preparados en el ICMC se pretende obtener más información en el propósito de diferenciar la procedencia, corcho crudo vs hervido, si bien los resultados de densidad, siendo lógicos, resultan muy superiores al de las muestras a evaluar.

Esta diferencia en la densidad puede justificarse por el procedimiento utilizado en su fabricación: en el ICMC no se utilizó mesa densimétrica, equipo básico para las empresas de granulado al permitirles homogeneizar partidas en función de la densidad. Además, también es probable que la empresa hubiera utilizado molino de piedra; en este molino, aunque no se reduce el tamaño de las partículas del granulado, se desprenden eventuales impurezas adheridas a los granos, caso de las células de las paredes de los poros lenticelares, más densas, gruesas, frágiles y duras, provocando por fricción su rotura-separación y aumentando las irregularidades de las aristas de los granos, ambos efectos disminuyen la densidad aparente del granulado resultante.

8.- Granulados de corcho. Vocabulario

A título informativo recogemos algunas definiciones del granulado de corcho en normas de vocabulario, ya anuladas.

Norma portuguesa NP 273 de 1970. CortiÇa. Terminología

Apdo3.3.2- Granulados- Fragmentos de granulometría superior a 0,25 mm e inferior a 22,4 mm

Norma española UNE 56-911-88. Corcho. Vocabulario.

Apdo2.4.2 Granulado de corcho: Fragmentos de dimensiones comprendidas entre 0,25 y 45 mm obtenidos por trituración o molienda del corcho crudo (corcho que no ha sido sometido a ningún tratamiento después de su extracción del árbol), del corcho preparado (corcho de reproducción que ha sido sometido a las operaciones de cocido**, raspado**, aplanado, escogido y, eventualmente, recortado), semipreparado (corcho de reproducción que ha sido sometido a las operaciones de cocido, aplanado, escogido y, eventualmente , recortado) y elaborado por simple talla (corcho cortado en piezas de formas y dimensiones variadas, que pueden ser pegadas entre sí o lijadas según su finalidad).

Norma internacional ISO 633 de 2007. Cork-Vocabulary

Apdo 7.1.2. Granulado de corcho: Fragmentos de corcho, de granulometría comprendida entre 0,2 mm y 8,0 mm, obtenidos por molido y/o desmenuzado del corcho preparado (corcho de reproducción sobre el que se ha realizado las operaciones de hervido, aplanado, escogido, llegado el caso recorte y a veces calibrado) o recortado, clasificados según su granulometría y masa volumétrica.

NP: **N**orma **P**ortuguesa
UNE : **U**na **N**orma **E**spañola
ISO : **I**nternational **O**rganization for **S**tandardization

9.- Accesorios para los ensayos de compresión

Dispositivo para los ensayos de compresión de los granulados a fin de diferenciar si proceden de corcho crudo o hervido. Øi cámara para la muestra = 10 mm
(1) accesorios con cámara vacía. (2) cámara con el granulado. (3) montaje para la compresión-reacción. (4) con émbolo, para empuje en el dinamómetro
PROETI S.A. modelo 853

10.- Resultados de compresión

De volumen inicial fijo a volumen final fijo. Fuerza de reacción a los 5 minutos en % con respecto al más resistente		
M-2	M-3	M4
100	100	68

Se realizó una única determinación por muestra.
El volumen final se obtiene mediante el tope de final de carrera de desplazamiento del puente móvil del dinamómetro PROETI S.A. modelo 853

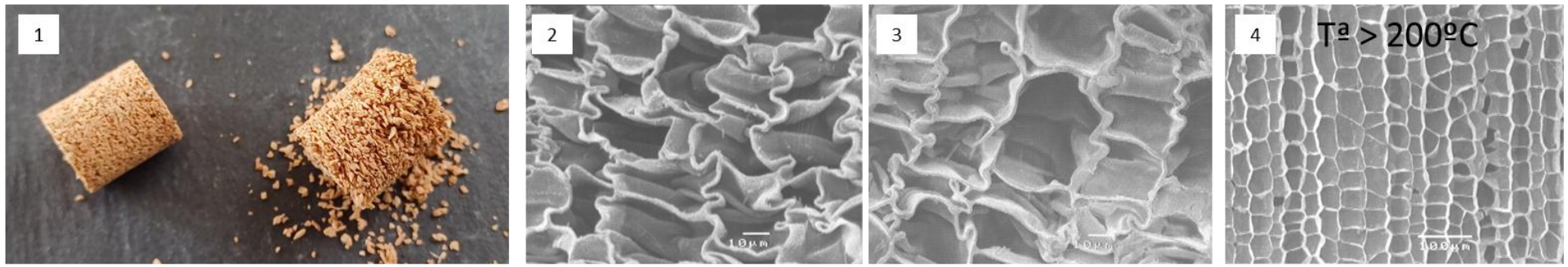
De masa inicial fija a volumen final fijo. Fuerza de reacción a los 5 minutos en % con respecto al más resistente.		
M-2	M-3	M4
95	100	82

La masa de cada probeta fue de 80 mg, la velocidad de compresión 40 mm/minuto y la fuerza de reacción se registra a los 5 minutos. La fuerza media de las dos determinaciones por muestra resultó ser de 7,8 kgf, 8,2 kgf y 6,7 kgf para las muestras M-2, M-3 y M4 respectivamente.
El volumen final fijo se consigue mediante tope de fin de carrera del puente móvil del dinamómetro PROETI S.A. modelo 853

11.- Consistencia tras la compresión

Consistencia después de la compresión			
M-1	M-2	M-3	M4
Inconsistencia, desmoronamiento	Consistencia	Consistencia	Inconsistencia, desmoronamiento

Se ensayó el mismo volumen de cada muestra. La compresión se llevó hasta alcanzar el límite de la primera escala del dinamómetro, 100 kgf, manteniendo la misma durante 5 minutos. Posteriormente se sacó la muestra del recipiente por empuje de émbolo y se comprobó si había desmoronamiento o consistencia de la pastilla cilíndrica obtenida. La velocidad de desplazamiento fue de 40 mm/ minuto y la presión resultante de 13 MPa



(1) El comportamiento diferente en el ensayo de consistencia tras la compresión podría tener múltiples interpretaciones, entre otras el entrelazamiento de las partículas debido a la deformación de las paredes celulares, mayor en corchos crudos (2), y que se atenúa durante el hervido (3).

((Ref1) *"La principal alteración estructural debida a la ebullición es la atenuación de las ondulaciones de la pared celular"*.. **Effects of hot water treatment on the structure and properties of cork. Wood and Fiber Science 22(2) 1990 pp 149-164 .M. Emília Rosa.Helena Pereira.M. A. Fortes-**

(Ref2) *" El hervido atenúa las ondulaciones de las paredes celulares del corcho pero éstas sólo desaparecen por completo si el corcho se caliente por encima de los 200ºC" (4)*

Densidade da cortiÇa: factores que a influenciam. Instituto dos productos Florestais. CortiÇa nº 593-88 .M.A. Fortes e M.Emilia Rosa**.**

12.- Comentarios

Además de la operación de hervido, donde se consiguen efectos claros sobre la estructura del tejido corcho, ver las publicaciones (Ref1) y (Ref3) a las que hemos hecho referencia, hay otras que también afectan significativamente a su comportamiento ante la deformación, caso del secado a 100ºC, referencia (Ref2).

Pero es más, los tiempos de reposo del corcho tras la saca, tradicionalmente respetados en las empresas en base a la experiencia, en el saber hacer o *know-how*, han ido reduciéndose con las presiones de la demanda, a pesar de que los mismos tienen efectos sobre el comportamiento del principal producto del corcho, el tapón, dado que los procesos de la "maduración" del tejido corcho continúan más allá del momento del nacimiento de sus células, sobre la que hay aspectos poco conocidos como es el grado de cristalización de uno de sus componentes, la celulosa, con responsabilidad en la compactación de la pared celular.

Ver página 42 de la presentación 5/16 Discos de corcho para tapones de vinos espumosos,...un destino exigente. Se corresponde con página 115 de Maxcorcho,

Por otro lado, desconocemos si los motivos de la demanda realizada al ICMC estaban fundamentados en el comportamiento diferente y contrastado durante la fabricación del granulado, o del producto al que se destinaban; lo único que supimos en el laboratorio es que el solicitante tenía la sospecha de que la materia prima no se había hervido. De este modo, entendemos que en la empresa pudiera no realizarse el control de todo el proceso, tal vez debido a que tenía proveedores de materias primas que no hervían todo el corcho aunque dijeran lo contrario.

El literal de la conclusión del informe del laboratorio, de 9 de octubre de 1996, fue*:*

" Los granulados M-2 y M-3 cumplen con las características A y C que hemos considerado necesarias para diferenciar los granulados procedentes de corchos crudos respecto de los hervidos. Esta afirmación es tanto más consistente cuanto mayor haya sido el tiempo de reposo del corcho utilizado para el granulado M-4. ***Así pues, estimamos que los granulados M-2 y M-3 proceden de corchos crudos "***

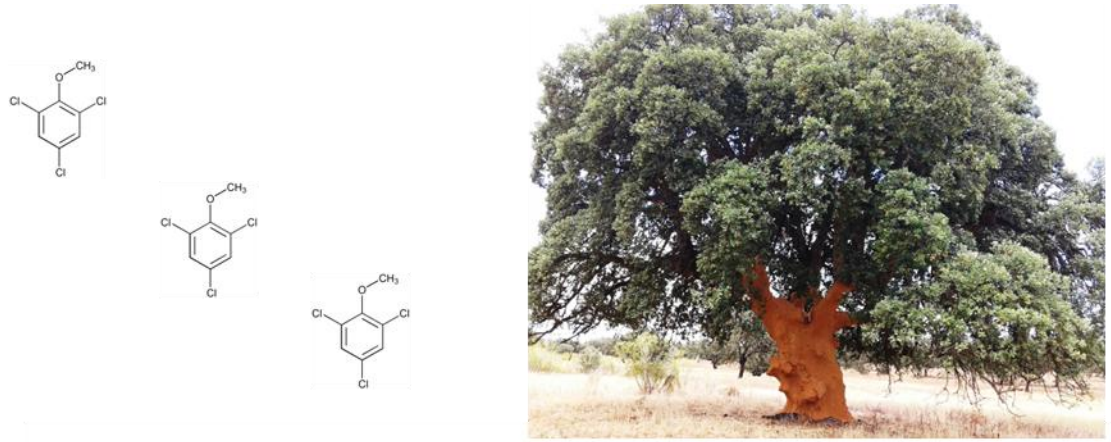
13.- Conclusiones

1. Los resultados de las determinaciones llevadas a cabo en el ICMC nos han permitido diferenciar los granulados de las muestras que nos enviaron y sobre las que manifestamos que ambas, la M-2 y la M-3, proceden de corcho crudo.

2. Los ensayos que hemos realizado no están validados como para tener la consideración de suficientes y aceptarlos en cualquier situación con el mismo propósito, entre otros porque las partidas que se confeccionan en las empresas suelen seguir criterios condicionados a la coyuntura.

Nota. Tras el envío del informe, al personal del laboratorio que realizó los ensayos y el informe no se le informó sobre si la conclusión a la que llegó era la correcta.
No obstante, pasados varios meses se preguntó verbalmente a la persona de la empresa que hizo la demanda, Corchos de Mérida, y su respuesta fue : acertaste.

28 febrero 2024



Datos del 2-4-6 TCA en el campo

2-4-6- Tricloroanisol (TCA)
en el alcornocal de Extremadura

Resultados de un acercamiento heurístico

Por Máximo García García. 1408-1506

Ingeniero Técnico Químico. Agente Forestal. Analista de Laboratorio. Jefe Negociado de Calidad

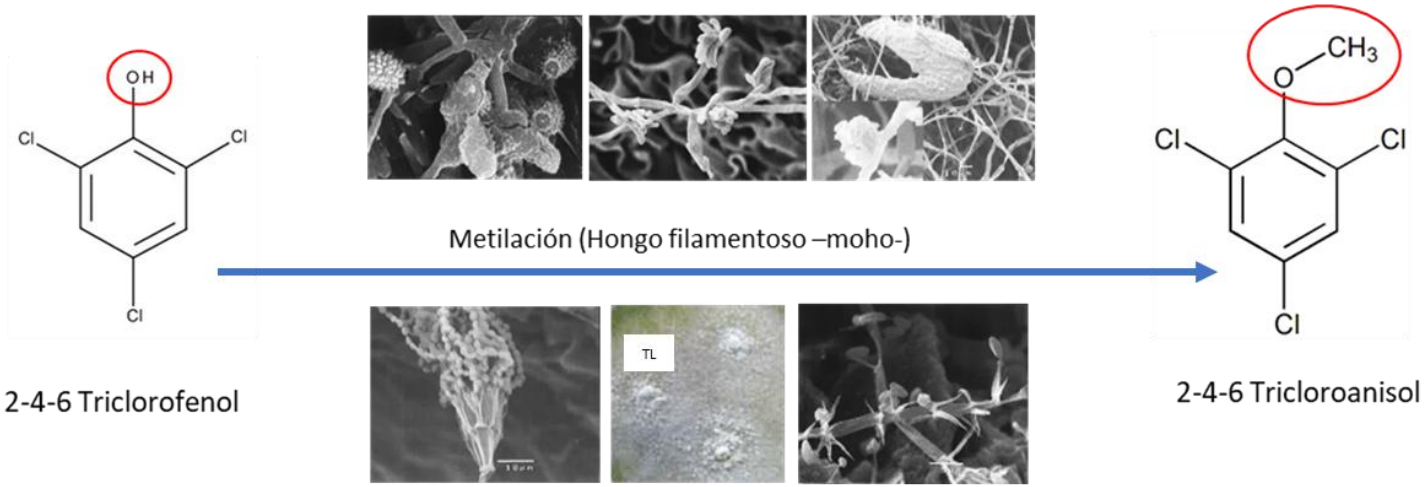
Índice

1 Justificación del trabajo	Pág 3
2 Rutas para sintetizar el 2-4-6 Tricloroanisol	Pág 4
3 Cuatro décadas de 2-4-6 TCA	Pag 5
4 Proyecto Quercus 1992-1996	Pág 6-8
5 Primeras actuaciones. Decisiones en base a los resultados	Pág 9
6 ¿Qué 2-4-6 TCA se cuantifica?. TCA total vs TCA transferible	Pág 10-11
7 Criterio seguido en la toma de muestras	Pág 12
8 Medios empleados	Pág 13
9 Procedencia de las muestras	Pág 14
10 Imágenes . Toma de muestras	Pág 15
11 Preparación y tratamiento de las muestras	Pág 16-19
12 ¿Cuántos análisis se han realizado?	Pág 20
13 Resultados	Pág 21-35
14 Comentarios	Pág 36
15 Conclusiones	Pág 37
16 Amanita caesarea	Pág 38

1.Justificación de este trabajo.

- Para satisfacer la motivación personal.
- Por ser el 2-4-6-TCA un control necesario en la materia prima y semimanufacturas para tapamiento, así como en las partidas de tapones.
- Porque la demanda más frecuente de ensayos externos que se realiza al ICMC es la del 2-4-6- TCA transferible.
- Por no disponer de suficientes datos publicados que permitan conocer la situación real del 2-4-6 TCA en el alcornocal extremeño.
- Para generar conocimientos y mejorar los procesos.
- Para aumentar la confianza en el sector y garantizar su futuro.

2. Rutas para sintetizar el 2-4-6-Tricloroanisol



2-4-6 Triclorofenol

2-4-6 Tricloroanisol

Imágenes obtenidas con el microscopio electrónico de barrido (MEB) de las estructuras originadas por el desarrollo microbiano en lenticelas del corcho. En imagen (TL) colonia en placa petri de *Trichoderma longibrachiatum*

Está demostrado que los hongos filamentosos naturales sintetizan *cloroanisoles* cuando entran en contacto con *clorofenoles*. Los *clorofenoles* se encuentran actualmente como contaminantes de aguas, suelos, material vegetal (como hojarasca de bosques) e incluso la atmósfera. La razón de ello es su uso y producción indiscriminada durante los últimos decenios a razón de varios millones de toneladas anuales. Esto, unido a su elevada resistencia a la biodegradación ambiental, ha producido su acumulación en todos los ecosistemas que se analizan.

La enzima CPOMT (*Clorofenol O-metiltransferasa*)….. es la responsable de transformar el 2-4-6 Triclorofenol en 2-4-6 –Tricloroanisol que se adhiere al corcho, la madera o cualquier otro material sobre el que el hongo está creciendo

Es posible detectar en bodegas vinos contaminados que nunca han estado en contacto con corcho (Chatonnet et al, 2004).

Fuentes: *Artículo:* . Causas y orígenes de la contaminación del vino por Haloanisoles – Vitivinícola . *Juan Francisco Martín Martín y Enrique Garzón Jimeno, Instituto de Investigación de la Viña y el Vino. Universidad de León 16/01/2017*
ContaminaÇao do vino por haloanisóis; Desenvolvimento de estratégias biotecnológicas para prevenir a contaminaÇao de rolhas de cortiÇa por haloanisóis. Juan José Rubio Coque , Eliseo Recio Pérez. Mandina Goswami. Raúl Feltrer Martínez. Sonia Campoy García. Mª Luisa Álvarez Rodríguez. Juan Francisco Martín Martín. INBIOTEC 2006

Otros estudios encaminados a determinar las rutas de sintetización del 2-4-6 TCA utilizando muestras de corcho con mancha amarilla concluyen que la ruta compatible con las hipótesis iniciales propuestas, en función del conjunto de los compuestos organoclorados que se esperan en cada una de ellas, es la biosíntesis *de novo* por microorganismos.
Estudio del origen del 2,4,6,-Tricloroanisol (TCA) en el corcho. Jordi Rosselló, Miquel Puseu y Juan José Rubio Coque. SUBERVIN 2015.

3. Cuatro décadas de 2-4-6 TCA

Década	Acontecimientos	
1980	1981 Tanner, Zanier, Buser identifican el 2-4-6 TCA nueva causa del "goût de bouchon"	1987 Fundación de la Confédération Européenne du Liège (C.E. Liège)
1990	1992-6 Proyecto Quercus. (**QU**alitative **E**xperiments , to determine the compounds **R**esponsible and to eliminate the **C**auses of **U**ndesirable **S**ensory characteristics, in drinks stoppered with cork) 1997 Código Internacional de Prácticas Taponeras (CIPT)	1997. Nace el gigante corchero extremeño (Corchos de Mérida absorbe a Aplicsa y a Aseicork) 1999 System for the cork industry (Systecode)
2000	Procesos para prevenir y eliminar el TCA Convex /Diamante/ Innocork Inos /Rosa/ Vapex ……	2005 UNE 56930/ 2007 ISO 20752 análisis del 2-4-6 TCA transferible 2007 Guía de compra tapones de corcho
2010	Cadenas de custodia FSC y PEFC Diam de Córcega….	Control sistemático de procesos y productos. DS100+/ NDtech/ OnebyOne..

4.Proyecto Quercus. 1992-1996

Grupo industrial. Origen y transformación del corcho

- 1997. PRESENTACIÓN EN ESPAÑA DEL PROYECO QUERCUS

Estudio del proceso de transformación del corcho. Principales conclusiones (Paula Neto)

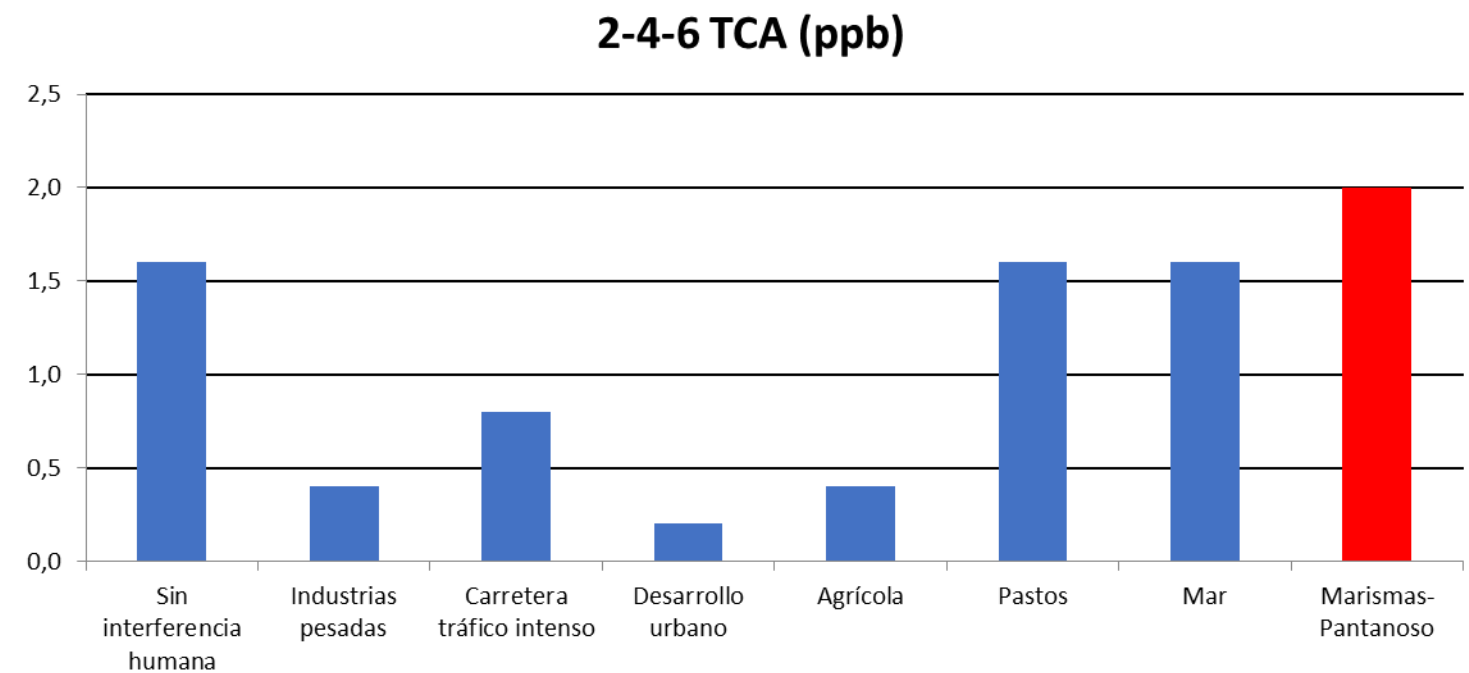
Grupo industrial. Muestras para análisis de cloroanisoles y clorofenoles		
País	Región	Año de descorche
Portugal	Alentejo Agarve	1994 1994 y 1995
España	Extremadura	1994 1995
Italia	Cerdeña	1995

4. Proyecto Quercus 1992-1996

Resultados : 2-4-6 TCA Influencia del entorno

- 1997. PRESENTACIÓN EN ESPAÑA DEL PROYECO QUERCUS

Estudio del proceso de transformación del corcho. Principales conclusiones (Paula Neto)



4. Proyecto Quercus 1992-1996

Resultados : 2-4-6 TCA y la posición en el árbol

- 1997. PRESENTACIÓN EN ESPAÑA DEL PROYECO QUERCUS

(Universidad de Alcalá de Henares)

"Estudio del proceso de transformación del corcho. Principales conclusiones (Paula Neto)"

- Según la posición en el árbol, los niveles de TCA presentan una tendencia a ser siempre superiores en la zona del corcho que está en contacto con el suelo.

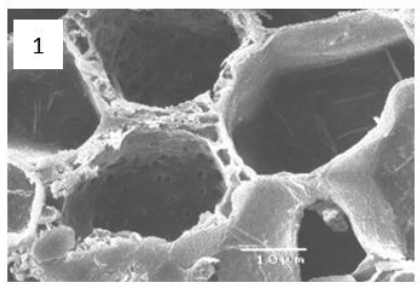
✓ 0,7 ppb posición superior

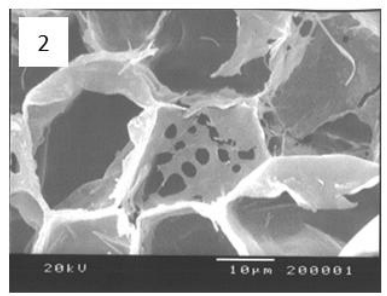
✓ 1,5 ppb cerca del suelo

5. Primeras actuaciones
Decisiones en base a los resultados

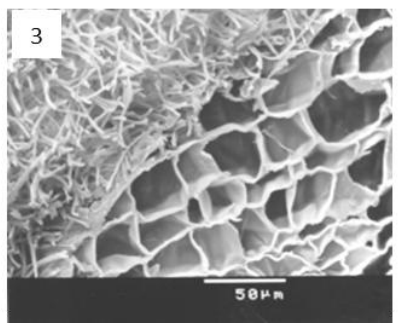
- 1997. Primera edición del Código Internacional de Prácticas Taponeras CIPT (CEliège). Recomendaciones.
  - **Zapatas**, no emplearlas para la fabricación de tapones ni de arandelas.
  - Antes del cocido, apartar el corcho afectado por **mancha amarilla .**

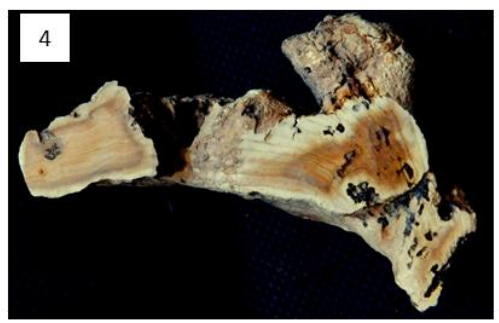
Con estas recomendaciones, en los primeros años algunos de los principales industriales taponeros que realizaban compras en campo exigieron dejar las zapatas en el alcornoque durante la saca, con ello tenían garantías de que no iban en las planchas de corcho, eso sí, incentivando la actuación con un precio mayor dado que se requería una operación adicional : el rayado a pie de fuste. El sector pronto se concienzó del riesgo sin dudarlo.





(1) (2) y (3) imágenes del microscopio electrónico de barrido (SEM) mostrando la degradación del corcho con mancha amarilla





(4) mancha amarilla de corcho en contacto con la tierra.
(5) y (6) zapatas o calços

6. ¿ Qué 2-4-6 TCA se cuantifica?

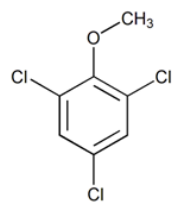
TCA total vs transferible

Muestras	Conclusión	Resultado
Tapones corcho natural (1) - 2000-	Pobre correlación entre el TCA total y el transferible	Entre 0,05 % y 2% del TCA total se transfiere
Tapón microgranulado d´OEneo Bouchage (2)-2009	Estrecha correlación entre el TCA total y el transferido al vino	Migración media, y homogénea, del 3,8% del TCA total

Manufactura	TCA transferible	Supondría TCA total (1)
Corcho preparado	< 4 ng/L	5 ≤ ng/gcorcho ≤ 200 (3)
Tapón en bruto	≤ 3 ng/L	4 ≤ ng/gcorcho ≤ 150

(1)CORK QUALITYL COUNCIL. 3/5/2000
Chemical Analysis of TCA As a Quality Control Tool For Natural Corks
Eric Hervé.Steven Price.Gordon Burns.Peter Weber. LABORATORIES E.T.S

(2)Étude de la migration de 2-4-6-TCA dans les vins tranquiles. Aplicatión aux bouchons technologiques en liège. Alain Bobé. Octobre 2009. Revue des OEnologues nº 133
1995Altec.2001Original.2003Èvolution.2005Référencia y Diam



(3) Resultados de los cálculos tomando 40 g de corcho como masa para el 2-4-6 TCA transferible y redondeo a la unidad del total

Esta masa es la establecida en el plan de muestreo y análisis del Systecode para corcho preparado.

6. ¿ Qué 2-4-6 TCA se cuantifica?

TCA total vs transferible

En el supuesto de que el porcentaje de 2-4-6 TCA que se transfiere es el **0,05 %** del total. Para el valor de 4ng/L de 2-4-6 TCA transferible, establecido en el Systecode, tendríamos un 2-4-6 TCA total de 200 ng/g

Proporcionalidad directa

Gramos corcho	% TCA total vs transferible	ng TCA
1	100	X
40	0,05	4

Proporcionalidad directa

(1/40)*(100/0,05) = (X/4) ⟹ X= 200 ng/g

En el supuesto de que el porcentaje de 2-4-6 TCA que se transfiere es el **2 %** del total. Para el valor de 4ng/L de 2-4-6 TCA transferible, establecido en el Systecode, tendríamos un 2-4-6 TCA total de 5 ng/g

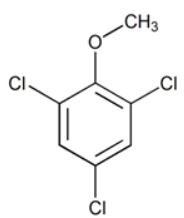
Proporcionalidad directa

Gramos corcho	% TCA total vs transferible	ng TCA
1	100	y
40	2	4

Proporcionalidad directa

(1/40)*(100/2) = (Y/4) ⟹ Y= 5 ng/g

Resultados de los cálculos tomando 40 g de corcho como masa para el 2-4-6 TCA transferible y redondeo a la unidad del total
Esta masa es la establecida en el plan de muestreo y análisis del Systecode para corcho preparado.



Fuente % TCA total vs transferible : CORK QUALITYL COUNCIL. 3/5/2000
Chemical Analysis of TCA As a Quality Control Tool For Natural Corks
Eric Hervé.Steven Price.Gordon Burns.Peter Weber. LABORATORIES E.T.S

7. Criterio seguido en la toma de muestras

- ✓ El criterio de oportunidad durante las salidas al campo, en diversas circunstancias, ha sido el factor determinante para la decisión en la recogida de muestras

- ✓ Las muestras para ensayo se toman directamente del árbol y, posteriormente en el despacho, se determinan las coordenadas X-Y para su ubicación utilizando el programa SIG PAC.

- ✓ Los árboles seleccionados se fotografían para documentar el trabajo.

- ✓ En los árboles se excluyó la zona de zapatas como área para toma de muestras, todas se obtuvieron a una altura superior a 1 metro respecto del suelo.

- ✓ **La ubicación de las últimas muestras se decidió en base al conocimiento de resultados previos** a fin de delimitar la distribución del 2-4-6-TCA en áreas del fuste potencialmente cargadas .

8. Medios empleados

❑Toma de muestras

- ✓ Vehículo particular.
- ✓ Hacha corchera.
- ✓ Frasco nebulizador con etanol de 70º.
- ✓ Cesta de tiras de madera de castaño.

❑Preparación de muestras

- ✓ Bandejas y cestas, vidrios de reloj de 150 mm Ø.
- ✓ Mesa y cuchilla de recortar.
- ✓ Balanza, capacidad 600g, resolución 0,1 g.

❑Hervido de la muestra

- ✓ Equipo de calefacción (manta eléctrica).
- ✓ Matraz de destilación,1000ml, con boca esmerilada 29/32. (*)
- ✓ Cabezal de destilación con abertura para termómetro.
- ✓ Refrigerante Dimroth de 300 mm.
- ✓ Codo Pelnen.
- ✓ Matraz esférico de fondo plano, 500ml.

❑Preparación de las determinaciones

- ✓ Viales de 20 ml con cabeza para tapón rosca.
- ✓ Micropipetas 10-100 µL.
- ✓ Puntas de 200 µL .
- ✓ Reactivos : Agua desionizada, NaCl, CH_3CH_2OH, 2-4-6 TCA, 2-4-6-TCA 5D, 2-3-6 TCA., todos de calidad analítica.

❑Análisis

- ✓ Fibras de PDMS para SPME.
- ✓ Equipo CG/SM.
- ✓ Equipo CG/ECD.

❑Tratamiento información

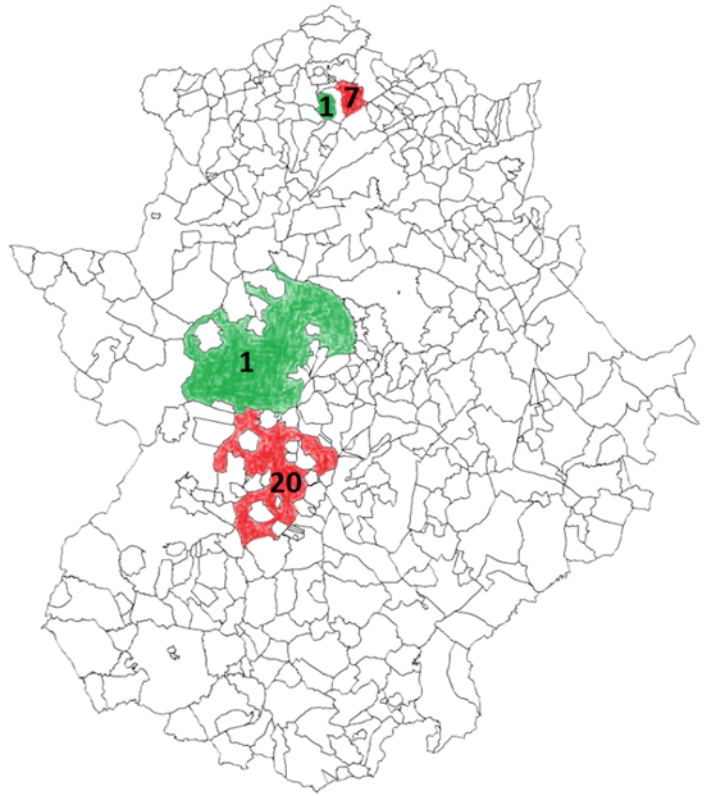
- ✓ Equipo informático.
- ✓ Programas excell, word, powerpoint.
- ✓ Direcciones Internet y documentación técnico-científica.

(*) Inicialmente matraz 1000 ml con boca de 90 mm

9. Procedencia de las muestras

Todas las muestras se obtienen de alcornoques de Extremadura en el período comprendido entre agosto de 2014 y junio de 2015.

Términos municipales, árboles y muestras		
Término municipal	Nº árboles	Nº de muestras
Mérida	20	34
Guijo de Granadilla	7	11
Santibáñez el Bajo	1	1
Cáceres	1	1
Total	29	47

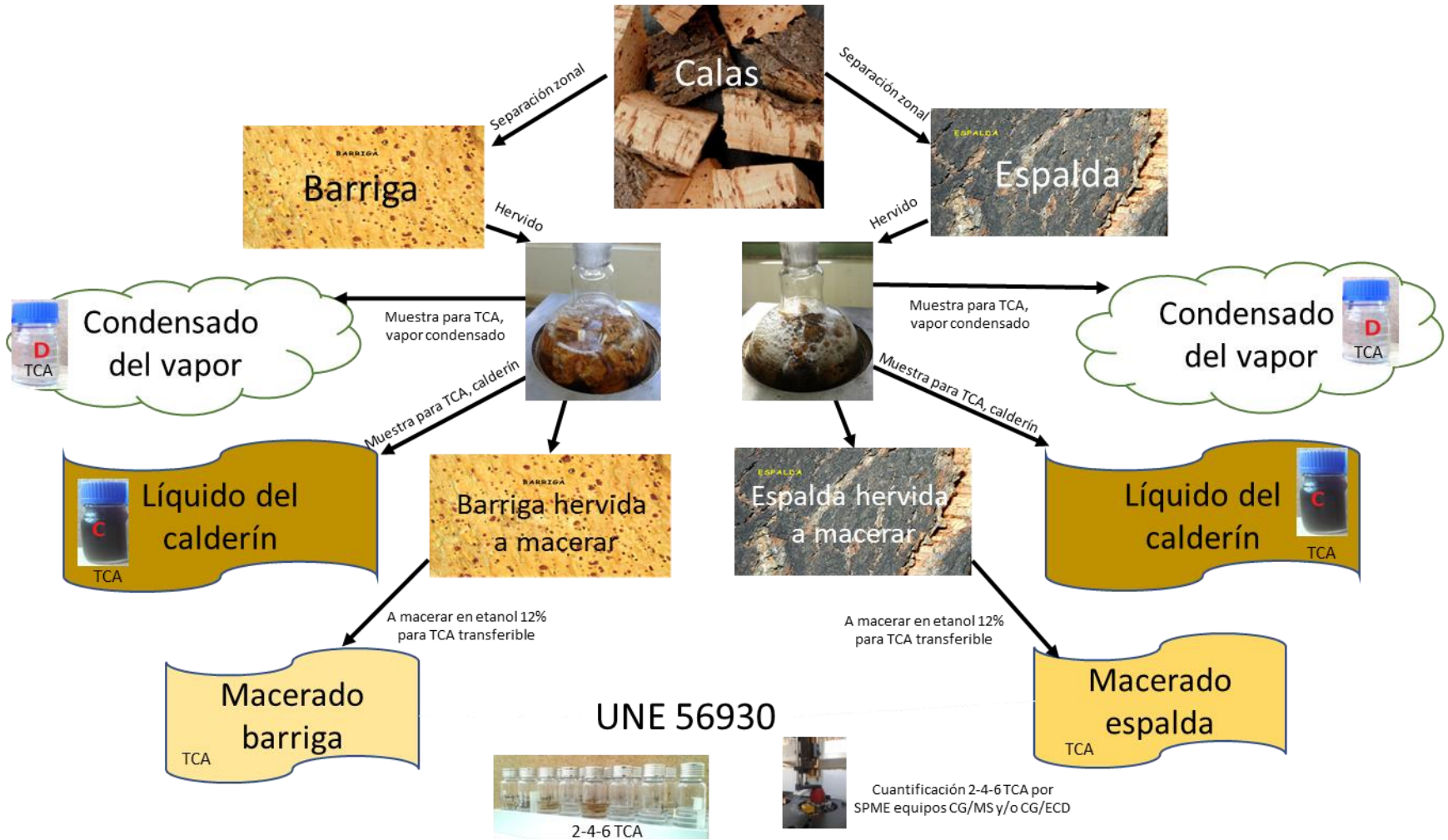


Términos municipales de Extremadura
Número de alcornoques muestreados

10. Toma de muestras

✓En los árboles se excluyó la zona de zapata como área para la toma de muestras, todas se obtuvieron a una altura superior a 1 metro respecto del suelo.

11. Preparación y tratamiento de las muestras



11. Preparación y tratamiento de las muestras

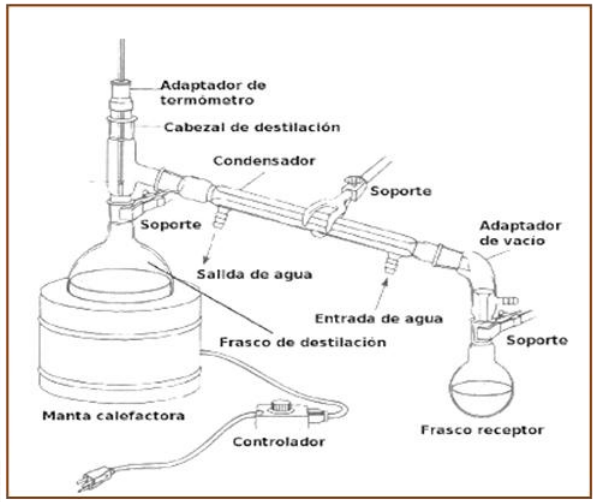
Separación por zonas : espalda vs barriga

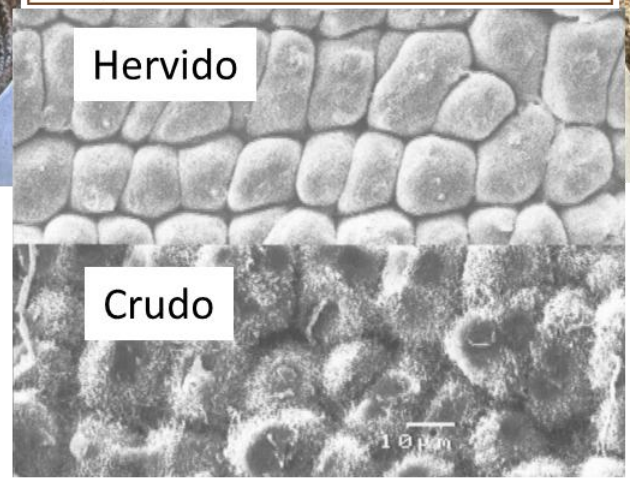
La zona de espalda se ensaya con la raspa

Advertir que, en el plan de muestreo y de análisis Systecode, durante la preparación de la muestra según la metodología del análisis de 2-4-6 TCA para corcho preparado debe eliminarse la raspa.

11. Preparación y tratamiento de las muestras

Hervido barriga





Hervido espalda

Células del interior de poro lenticelar con rigurosa ordenación en corcho de China *(Quercus variabilis),* en contraposición con el caos de las del alcornoque. Apréciese la destrucción de "vellosidades", hifas, por el proceso de hervido.

11. Preparación y tratamiento de las muestras. Valor medio de las masas (g)

En equipo de hervido			En frasco maceración
Masa corcho	Masa agua	Masa condensado	Masa macerante
76	543	169	360

Barriga hervida

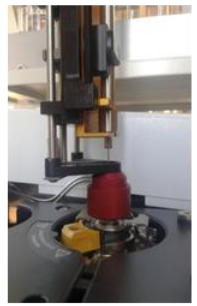
Espalda hervida

Maceración etanol 12%
UNE 56930

12. ¿ Cuántos análisis se han realizado?

En el	Nº análisis 2-4-6-TCA
Condensado	93
Calderín	88
Macerado	42
Total	**223**

Grupo de viales listos para el análisis de 2-4-6 TCA mediante fibra para microextracción en fase sólida SPME en CG/ECD

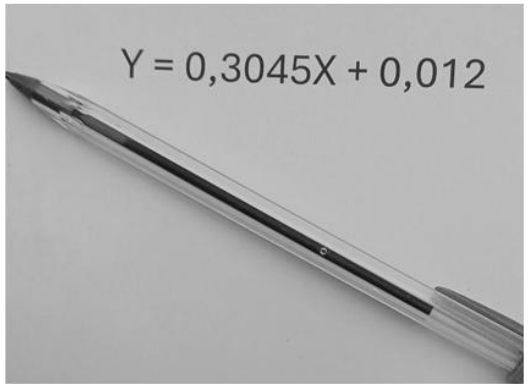


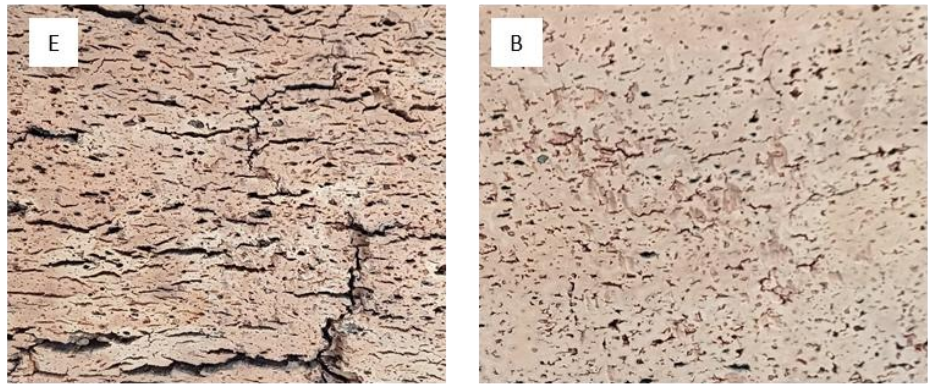
Puerto de inyección en el CG/ECD para desorción de la fase sólida

El análisis instrumental con SPME conlleva pasar el 2-4-6 TCA del corcho, **matriz sólida**, al agua - del hervido o del vapor condensado que se genera en el mismo- o etanol 12% si se macera, **matriz líquida** en cualquier caso, posteriormente se adsorbe en incubadora a 35ºC mediante fibra, con un diámetro de 0,1 mm, por contacto con el vapor de equilibrio con el agua o etanol 12% en su caso, **matriz gaseosa**. La fibra equilibrada, en la atmósfera confinada del vial donde está el líquido con el TCA, se lleva al puerto de inyección y se somete a alta temperatura, ~ 250ºC, excitando todos los compuestos adsorbidos y provocando su desorción para dirigirlos con gas inerte hacia el detector donde se cuantifican, previa separación de los mismos en un circuito de 30 m de longitud constituido por la columna capilar interpuesta sometida a rampas térmicas que ordena su separación por tiempos- temperatura.

13. Resultados

Fuste de alcornoque con moho
tras lluvias de febrero, descorchado el año anterior





Aspecto de una plancha de corcho fábrica tras eliminar la espalda, E, y la barriga, B.
Nótese las áreas decoloradas en espalda con aspecto claro-cremoso.
Imágenes incluidas en página 10 de la presentación 8/16. Tapones de corcho natural y colmatados, ad-absorción de líquidos, se corresponde con la página 221 de Maxcorcho

13.1. 2-4-6-TCA en el condensado del vapor D .

Datos de 2-4-6 TCA (ng/L). Espalda vs barriga						
	Máximos		Medias		Mínimos	
Término	Espalda	Barriga	Espalda	Barriga	Espalda	Barriga
Mérida (20 árboles)	**15409**	2320	954	175	2	1
Guijo de Granadilla (7 árboles)	403	22	62	10	2	1
Santibáñez Bajo (1 árbol)	585	312	585	312	585	312
Cáceres (1 árbol)	625	9	625	9	625	9

Frascos con líquido, agua, del calderín y del condensado (D) tras el hervido y listos para la determinación del 2-4-6 TCA

13.2. 2-4-6 –TCA en el líquido del calderín. C

Datos de TCA (ng/L). Espalda vs barriga						
	Máximos		Medias		Mínimos	
Término	Espalda	Barriga	Espalda	Barriga	Espalda	Barriga
Mérida (20 árboles)	**54**	51	4	3	ND	ND
Guijo. de Granadilla (7 árboles)	2	1	1	ND	ND	ND
Santibáñez -Bajo (1 árbol)	3	1	3	1	3	1
Cáceres (1 árbol)	2	ND	2	ND	2	ND

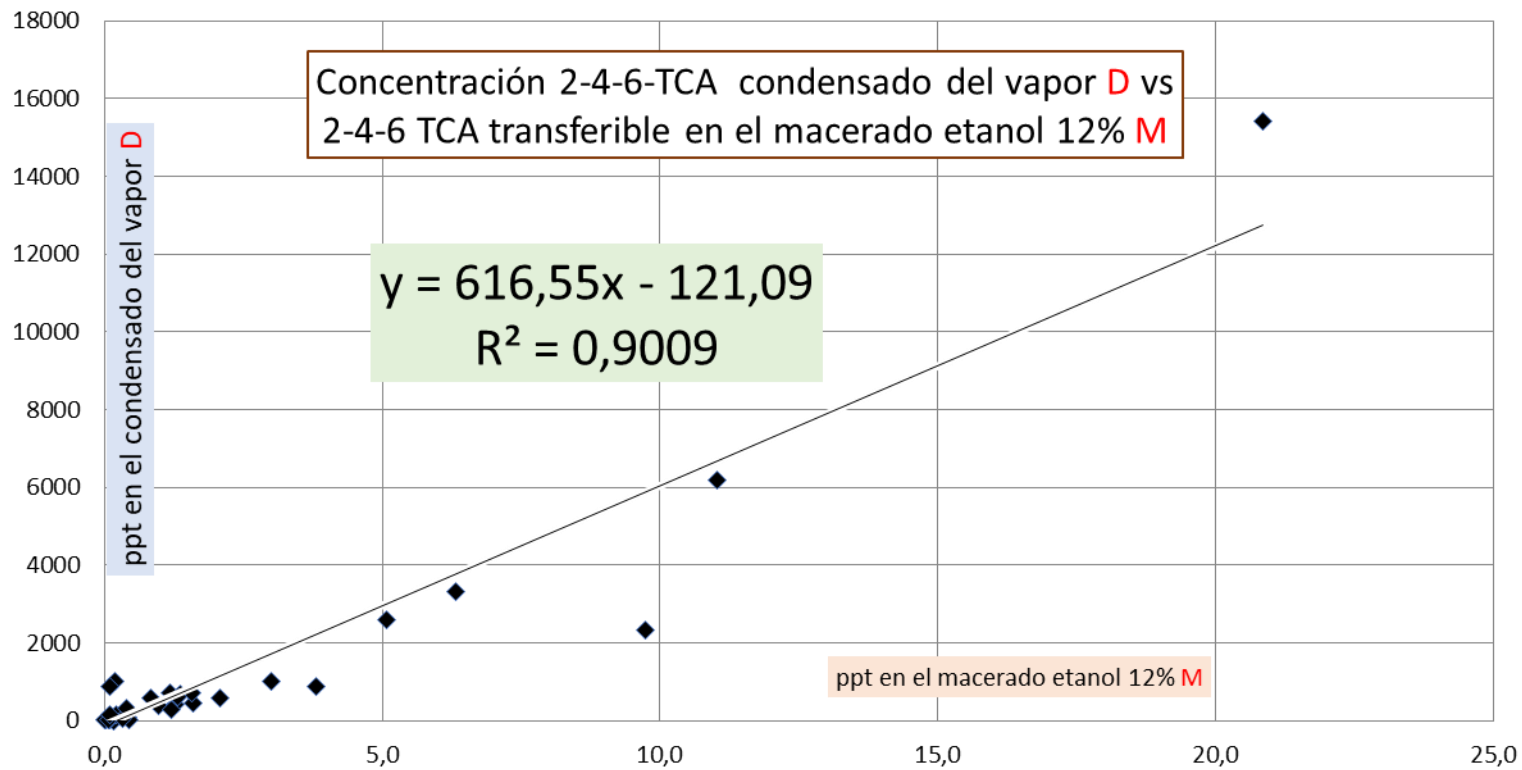
Frascos con líquido del calderín (C) y del condensado
tras el hervido y listos para la determinación del 2-4-6 TCA

13.3. 2-4-6 –TCA transferible en el macerado. M

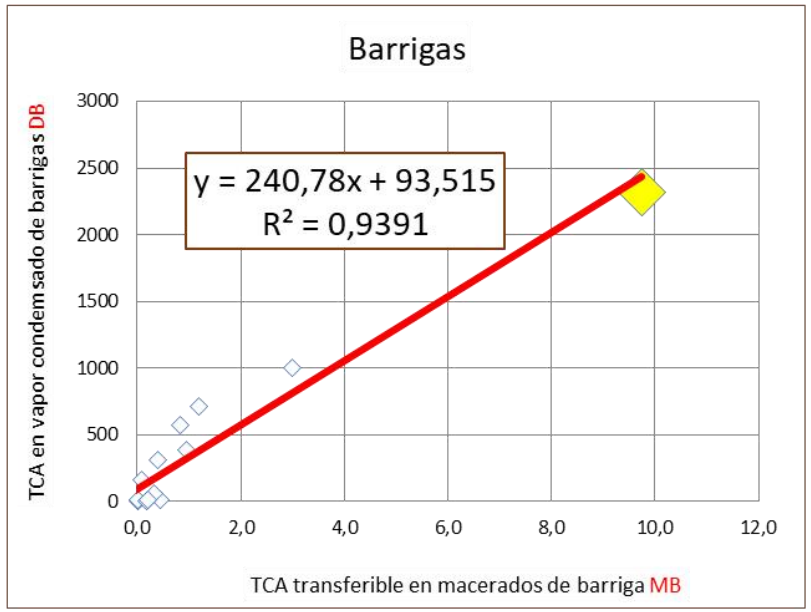
Datos de 2-4-6-TCA (ng/L). Espalda vs barriga						
	Máximos		Medias		Mínimos	
Término	Espalda	Barriga	Espalda	Barriga	Espalda	Barriga
Mérida (12 árboles)	**21**	10	3	1	ND	ND
Guijo de Granadilla (2 árboles)	1	ND	1	ND	ND	ND
Santibáñez Bajo (1 árbol)	2	ND	2	ND	2	ND
Cáceres (1 árbol)	1	ND	1	ND	1	ND

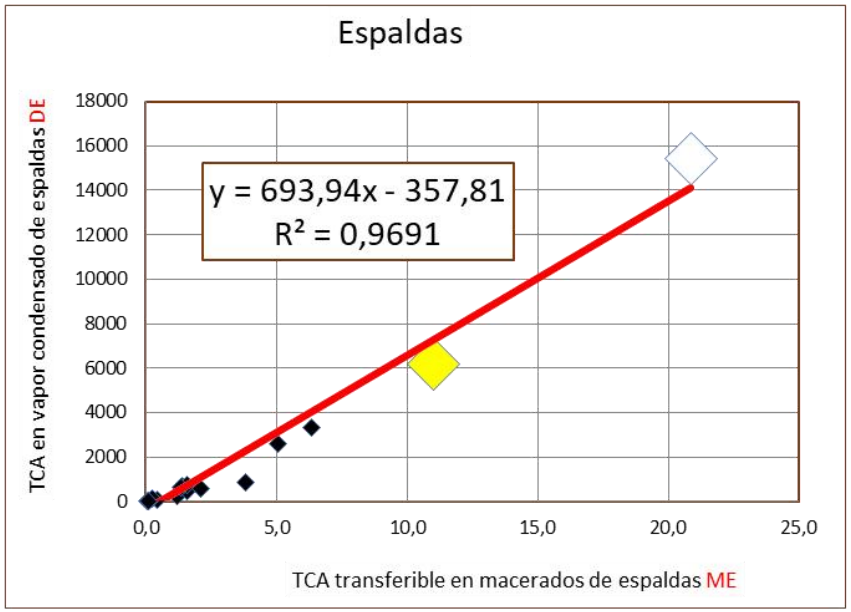
Frascos con las muestras hervidas de espalda (ME) y de barriga (MB) macerando con etanol 12% para determinar el 2-4-6 TCA transferible

13.4. 2-4-6-TCA vapor condensado D vs macerado M. Todas las muestras



13.4. 2-4-6-TCA vapor condensado D vs macerado M. Muestras barrigas vs espaldas





Barrigas

Espaldas

13.5. Los tres árboles con mayor concentración de 2-4-6-TCA . ng/L (ppt). Fechas : 150212-150218

Datos de 2-4-6-TCA (ng/L). Espalda vs barriga						
Análisis en	Condensado		Calderín		Macerado	
Muestra	Espalda	Barriga	Espalda	Barriga	Espalda	Barriga
Cala 3	2601	577	19	2	5	1
Cala 17	15409	2320	54	17	21	10
Cala 44	881	998	2	1	4	3

13.6. Distribución del 2-4-6-TCA en el árbol

ng/L (ppt). Fechas : 150212-150219

Datos de 2-4-6-TCA (ng/L). Espalda vs barriga						
Análisis en	Condensado		Calderín		Macerado	
Muestra	Espalda	Barriga	Espalda	Barriga	Espalda	Barriga
Cala 2	17	12	Nd	Nd	Nd	Nd
Cala 3	2601	577	19	2	5	1
Cala 14	3304	390	14	2	6	1

13.6. Distribución del 2-4-6-TCA en el árbol

ng/L (ppt) Fechas : 150310-150616

Datos de 2-4-6TCA (ng/L). Espalda vs barriga						
Análisis en	Condensado		Calderín		Macerado	
Muestra	Espalda	Barriga	Espalda	Barriga	Espalda	Barriga
Cala 31	613	233	2	51	……..	……..
Cala 44	881	998	2	1	4	3

13.6. Distribución del 2-4-6-TCA en el árbol

ng/L (ppt). Fechas : 141208-150224

Datos de 2-4-6TCA (ng/L). Espalda vs barriga						
Análisis en	Condensado		Calderín		Macerado	
Muestra	Espalda	Barriga	Espalda	Barriga	Espalda	Barriga
Cala N	97	51	3	5	……	…..
Cala S	966	224	1	2	…….	…..
Cala ZA	17	12	Nd	Nd	Nd	Nd
Cala 11	95	11	Nd	Nd	Nd	Nd

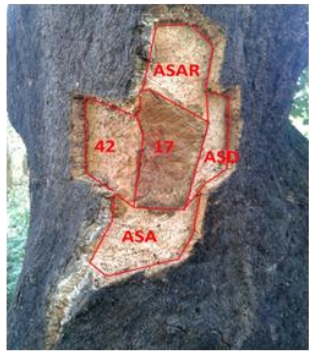
13.6. Distribución del 2-4-6-TCA en el árbol

ng/L (ppt). Fechas : 141209-150209

Datos de 2-4-6TCA (ng/L). Espalda vs barriga						
Análisis en	Condensado		Calderín		Macerado	
Muestra	Espalda	Barriga	Espalda	Barriga	Espalda	Barriga
PVS	89	2	1	Nd	……	…..
PVN	11	3	Nd	Nd	…….	…..
TV	24	16	Nd	Nd	Nd	Nd

13.6. Distribución del 2-4-6-TCA en el árbol

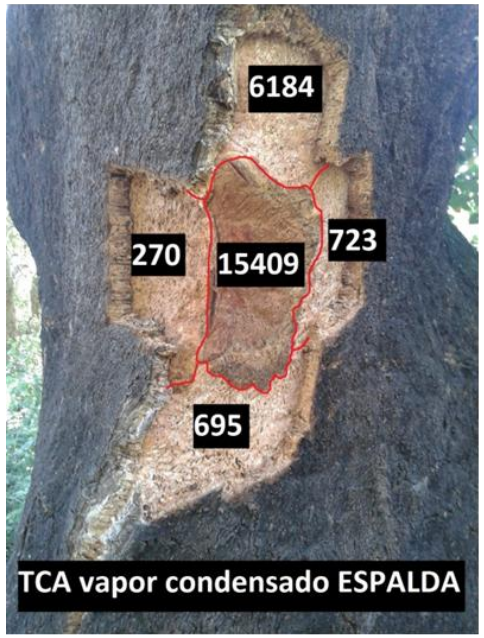
ng/L (ppt). Fechas : 150218-150528

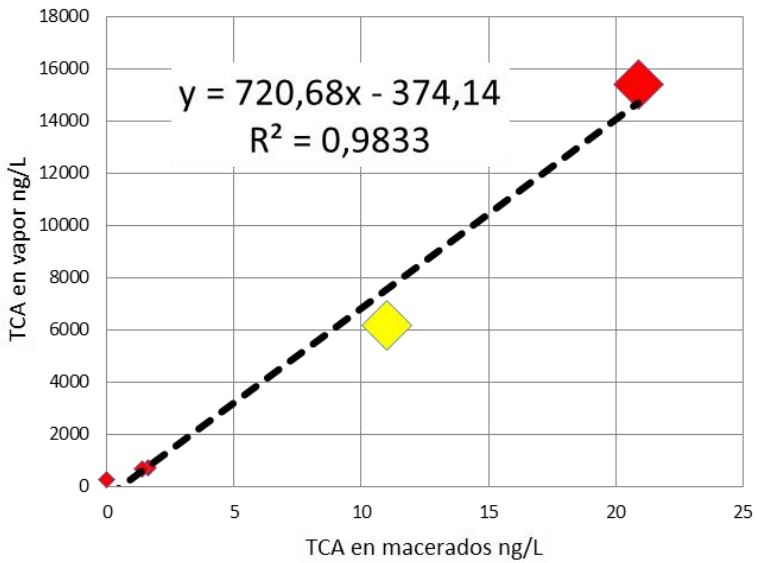


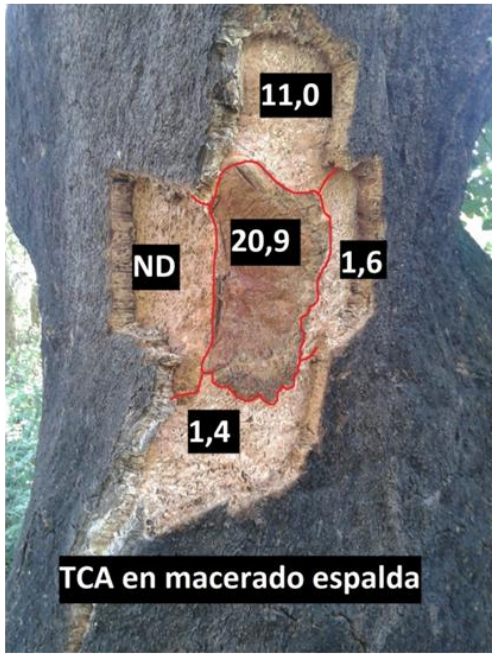
Datos de 2-4-6TCA (ng/L). Espalda vs barriga						
Análisis en	Condensado		Calderín		Macerado	
Muestra	Espalda	Barriga	Espalda	Barriga	Espalda	Barriga
Cala 17	15409	2320	54	17	21	10
Cala 42	271	12	1	1	Nd	Nd
Cala ASAR	6184	713	9	2	11	1
Cala ASD	724	71	2	Nd	2	Nd
Cala ASA	695	166	1	1	1	Nd

13.6. Distribución del 2-4-6 TCA en el árbol

ng/L (ppt). Fechas : 150218-150528



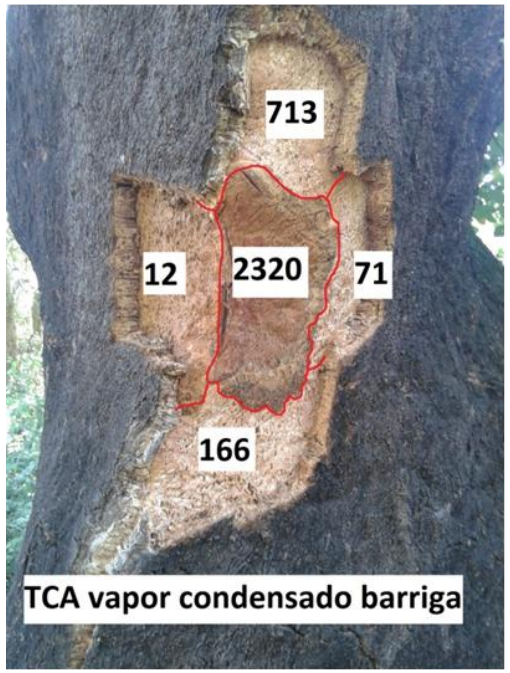


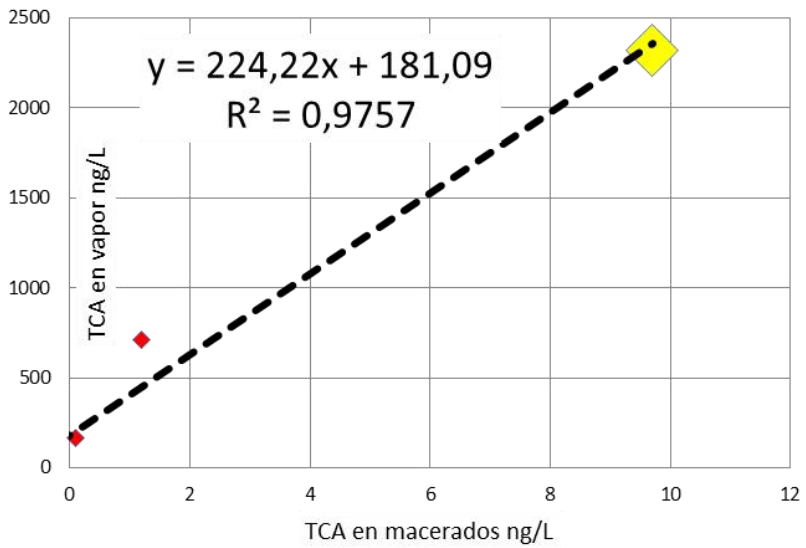


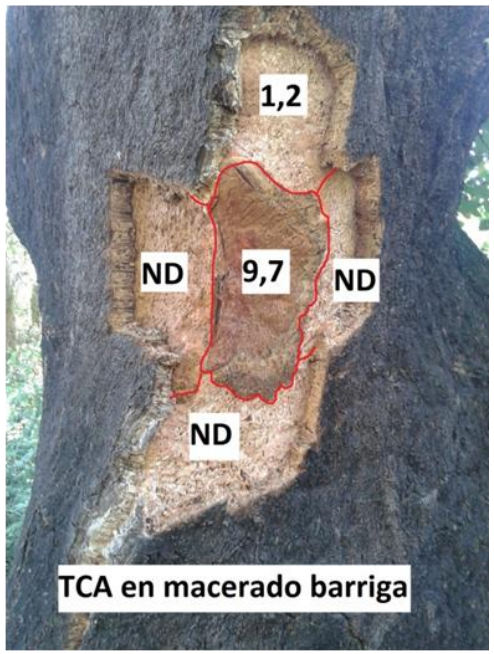
Condensado del vapor espalda vs macerado

13.6. Distribución del 2-4-6 TCA en el árbol

ng/L (ppt). Fechas : 150218-150528

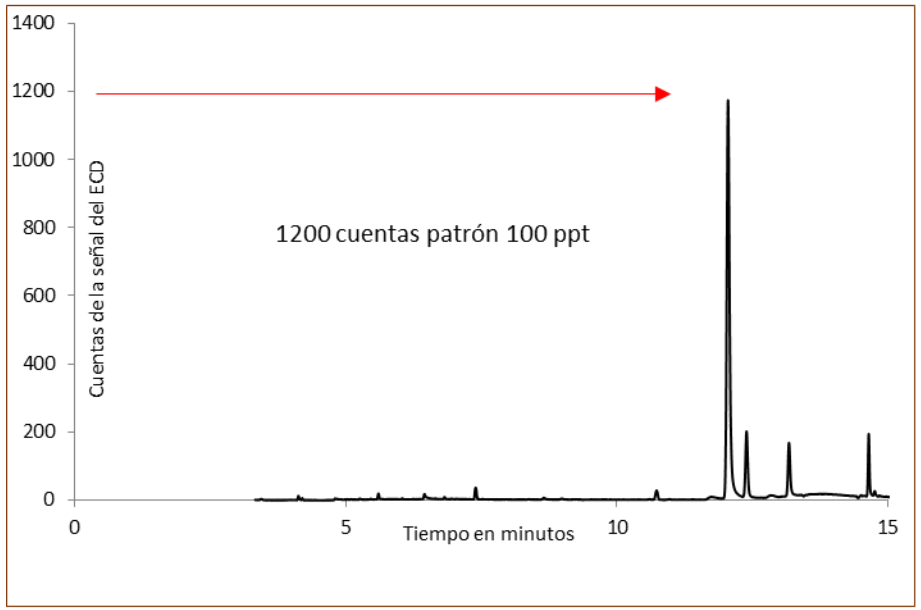


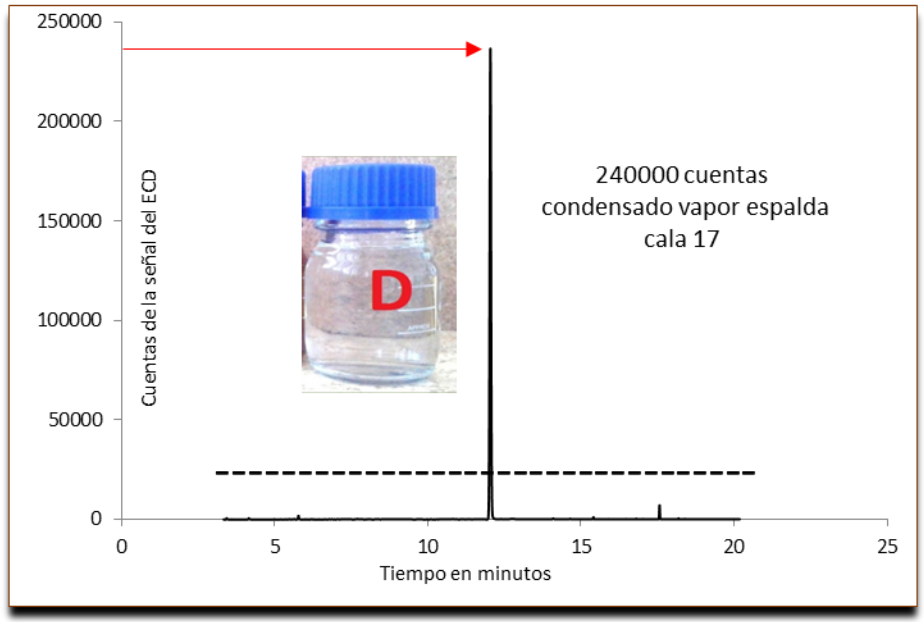




Condensado del vapor barriga vs macerado

13.7. Cromatograma 2-4-6 TCA
Condensado del vapor espalda Cala 17





El 2-4-6 TCA tiene una solubilidad en agua de 13,2 mg/L (13,2 ppm) a 25ºC , según 87-40-1 | Base de datos CAS (chemicalbook.com)
Otro valor de solubilidad en agua que se indica es de 10 mg/L (10 ppm) a 20ºC , según CAS 87-40-1 2,4,6-Trichloroanisole - Building Block / BOC Sciences

14. Comentarios

Fuste de alcornoque con moho
tras lluvias de febrero, descorchado el año anterior

Hifas, probablemente de *Chrysonilia sitophila*, en la espalda de una plancha hervida de corcho fábrica, ya recortada y clasificada.

Durante el primer hervido del corcho se produce una destrucción de las estructuras generadas por la microflora, preferentemente ubicadas en los poros lenticelares, compuestas por hifas y conidios debido al desarrollo a lo largo de los años de microorganismos susceptibles de llevar a cabo metilación de compuestos clorofenólicos.

El arrastre por el vapor del 2-4-6 TCA potencialmente existente en las planchas de corcho durante las primeras operaciones industriales, hervido, es un riesgo de contaminación superficial para los corchos con almacenamiento prolongado bajo la atmósfera envolvente que puede generarse.

Dicho esto, señalar que el eventual lavado previo de las planchas con chorro de agua, para continuar con el hervido del corcho, tratamientos con vapor etc, destruyendo y arrastrando estructuras microbianas, entre otras, puede no ser suficiente cuando la impregnación por anisoles va más allá de la superficie del corcho y alcanza zonas internas del tejido.

Por otra parte, separar las zapatas en el corcho crudo para evitar que compartan hervido con planchas cuyo destino va a ser tapones no sólo es acertado sino obligatorio en las buenas prácticas de elaboración de los cierres que contactarán con alimentos, conforme establece el Código Internacional de Prácticas Taponeras (CIPT)

Finalmente, aunque en las determinaciones que hemos realizado haya habido una muestra que podría generar rechazo (cala 17 de página 32 de esta presentación), **consideramos que la concentración del 2-4-6 TCA en los corchos de los alcornoques extremeños analizados no es significativa.**

15. Conclusiones.

1) En el 92 % de las muestras **el condensado del vapor del hervido** presentó mayor concentración de 2-4-6-TCA en la zona de espalda con respecto a la barriga.

2) En el 90 % de las **muestras maceradas** la concentración del 2-4-6- TCA transferible en la zona de espalda superó al de barriga.

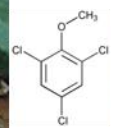
3) El arrastre del 2-4-6-TCA por el vapor durante el hervido fue menor en la zona de barriga.

4) Hay relación entre las concentraciones del 2-4-6-TCA determinado en el condensado del vapor y el transferido, conforme a UNE 56930, al macerante de disolución etanólica 12%.

5) La distribución del 2-4-6-TCA en el corcho no es homogénea. Cuando se manifiesta, su concentración puede presentar diferencias significativas en zonas próximas.

6) Los tres árboles con calas de mayor concentración en 2-4-6-TCA se ubican en la misma zona. (cala 17, calas 3 – 14 y calas 31-44

16.-Amanita caesarea



La *Amanita caesarea,* comúnmente conocida como " *Huevo de rey*", es una seta termófila y simbionte que frecuentemente encontramos durante el otoño en los alcornocales, también en primavera si las condiciones son propicias, y puede ser portadora de 2-4-6 TCA; en este caso, tras su ingesta en crudo, con posterior sorbo de vino, se manifiesta de manera franca en boca.

Gracias por su atención

FICOR, 20 de abril de 2018. (San Vicente de Alcántara)

Premio Espiga al Mejor Tapón de Corcho

Máximo García García

Mérida, a 12 de abril de 2019.

Índice

1 Justificación. Los comienzos	Pág 3
2 Requisitos de los participantes	Pág 4
3 Resultado	Pag 5
4 Criterios de evaluación	Pág 6-15
5 Ediciones. Bodegas ganadoras	Pág 16
6 Comentarios	Pág 17

1. Justificación. Los comienzos

- La Justificación del Premio Espiga al Mejor Tapón de Corcho es dar visibilidad a los sectores económicos extremeños.

- La I edición del Premio Espiga al Mejor Tapón de Corcho es del año 2013, junto con la XIV edición de los Premios Espiga a los Vinos Denominación de Origen Ribera del Guadiana (DORG).

- Patrocinado por Caja Rural de Extremadura, organizado por el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX) con la colaboración de la DORG.

2. Requisitos de las participantes

http://www.crextremadura.com/sites/default/files/premiosespiga/Bases%20VII%20TAPON%20DE%20CORCHO2019.pdf

- Bodegas con vinos embotellados y comercializados, acogidos a la DORG, cuyo cierre se efectúe con tapones cilíndricos de una pieza de corcho natural (Base 2ª)

- Ficha de inscripción . Tres botellas por muestra (Base 7ª)

1

2

3

(1) ganador IV edición, (2) segunda posición IV edición, (3) ganador VI edición.

3. Resultado

Tras la evaluación, Caja Rural de Extremadura entregará el reconocimiento del " Espiga al Mejor Tapón de Corcho" a la bodega cuya muestra haya obtenido la mayor puntuación, en presencia de los medios de comunicación.

En vinos, los premiados son 19; el más importante es la Gran Espiga.

4. Criterios de evaluación

La evaluación se realiza con seis parámetros; de ellos,
cuatro se determinan con criterios objetivos utilizando equipos de ensayo,
y suponen el 65% de la puntuación total, los otros dos se determinan con criterio subjetivo,
mediante examen visual y alcanzarían el 35% restante

Parámetros a puntuar	Valor considerado ideal	Puntuación máxima
Humedad a 20 mm	6,5%	15
Fuerza de extracción	30 daN	15
R. Diametral a las 24h	≥ 95%	15
Densidad	177,5 kg/m^3	20
Firmeza	*7 líneas*	*10*
Calidad visual	*1ª*	*25*
Puntuación total		**100**

4. Criterios de evaluación.

La ecuación para obtener el valor del resultado de la evaluación objetiva de cada parámetro por tapón es:

Puntos parámetro de tapón = PM{1-[Abs(Vt-Vi)/Vi]}

Donde :

PM : puntuación máxima según el parámetro a evaluar
Abs : valor absoluto
Vt : valor obtenido en el tapón
Vi : valor ideal

La puntuación mínima por parámetro no podrá ser inferior a cero.

4.1 Ejemplo

Valores de humedad tapones 1, 2 y 3 :
6,0-6,5 y 10,0 % respectivamente

Puntos humedad tapón 1 = 15(1-((Abs(6,0-6,5)/6,5)) = 13,85 puntos

Puntos humedad tapón 2 = 15(1-((Abs(6,5-6,5)/6,5)) = 15,00 puntos

Puntos humedad tapón 3 = 15(1-((Abs(10,0-6,5)/6,5)) = 6,92 puntos

Puntos humedad muestra (3 tapones) = (13,85+15,00+6,92)/3 = 11,92 puntos

4.2 Humedad en cabeza externa a 20 mm (15 puntos)

UNE 56921 : 2003. Especificaciones 5% ≤ H ≤ 8%
Valor ideal 6,5%, en base seca

Tapón	1	2	3	Puntos/muestra
% H	6,5	7,5	6,5	(15,00+12,69+15,00)/3
Puntuación	15,00	12,69	15,00	**14,23**

Nota: los resultados de humedad superiores a 10%, límite de la escala del equipo, se valoran como si fueran del 10%.

***UNE** : Una Norma Española*.

4.3 Fuerza de extracción(15puntos)

UNE 56921. Especificaciones: 20daN ≤ Fuerza de extracción ≤ 40 daN
Valor ideal 30 daN

Tapón	1	2	3	Puntos/muestra
daN	35,8	43,6	11,2	(12,10+8,20+5,60)/3
Puntuación	12,10	8,20	5,60	**8,63**

Nota: El valor considerado ideal es el valor central del intervalo de las especificaciones de la norma ((20+40)/2) = 30 daN.

4.4 Recuperación diametral a las 24h(15puntos)

UNE 56921. Especificaciones. Recuperación Diametral a la 1h ≥ 95%

Valor ideal RD ≥ 95%

Tapón	1	2	3	Puntos/muestra
% R 24h	89,7	92,5	90,5	(14,16+14,60+14,29)/3
Puntuación	14,16	14,60	14,29	**14,35**

Nota: Los valores considerados ideales son los iguales o superiores al valor mínimo de la especificación de la norma determinado a la 1h tras la compresión. Para facilitar la participación, no se consideró el tiempo de permanencia en gollete, ni la posición y condiciones de almacenamiento de las botellas, así como las dimensiones internas de los golletes y longitud de los tapones, a pesar de ser conscientes de su influencia en los resultados de este parámetro.

4.5 Densidad (20puntos)

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Donde:

ρ es la densidad en kg/m^3

m es la masa en *mg* obtenida multiplicando el peso seco del tapón por 1,065.

V es el volumen en cm^3 del tapón de diámetro *24 mm*, y longitud *L mm*.

(se estima un diámetro estándar de 24 mm y longittud la obtenida con micrómetro tras descorche)

UNE 56921. Especificaciones $125\ Kg/m^3 \leq \rho \leq 230\ Kg/m^3$

Valor ideal $177,5\ kg/m^3$

Tapón	**1**	**2**	**3**	**Puntos/muestra**
Kg/m^3	149	168	196	(16,79+18,93+17,88)/3
Puntuación	16,79	18,93	17,92	**17,88**

Nota: El valor considerado ideal es el valor central del intervalo de las especificaciones de la norma ((125+230)/2) = $177,5\ kg/m^3$. La masa seca es multiplicada por 1,065 para obtener la utilizada en la densidad al considerar que la humedad de equilibrio higroscópico en condiciones normales, 20ºC y 65% de humedad relativa, es del 6,5% en base seca.

4.6 Firmeza - fermeté-venatge - (10 puntos)

Firmeza según ISO 4710 de 1988 (Versión anulada)

Esta norma era para tapones con destino a vinos espumosos y gasificados, donde se incluían los de una pieza de corcho natural

Categoría de los tapones	Líneas, o venas regulares
Plenos o firmes	Nº líneas ≥ 10
Semiplenos	8 ≤ Nº líneas < 10
Semiflexibles	6 ≤ Nº líneas < 8
Flexibles	Nº líneas < 6

Firmeza 8

Firmeza: número de líneas de crecimiento visibles en las cabezas de los tapones de una pieza de corcho natural.
En caso de dudas, por insuficiente contraste de los crecimientos anuales, se tomará el más probable. Criterio subjetivo

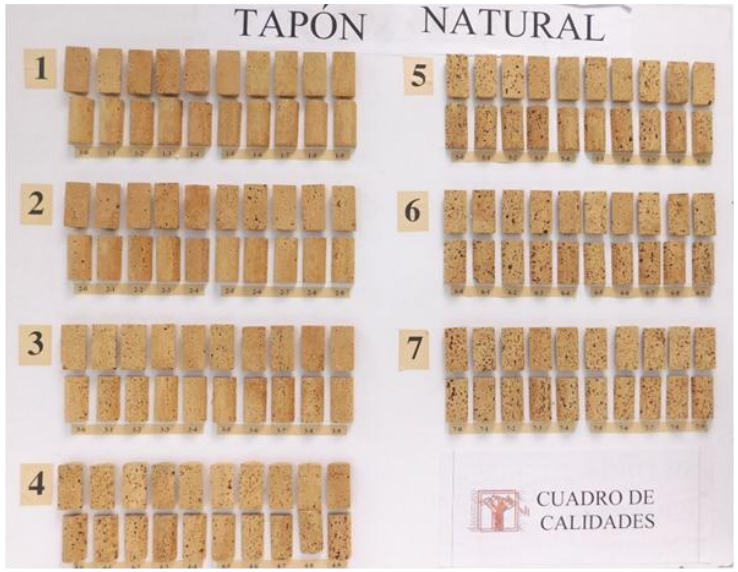
***ISO**: **I**nternational **O**rganization for **S**tandardization*

Firmeza 5

Tapón	1	2	3	Puntos/muestra
Líneas firmeza	*4*	*7*	*9*	*(5,71+10,00+7,14)/3*
Puntuación	*5,71*	*10,00*	*7,14*	***7,62***

Nota: la puntuación obtenida en este apartado es igual cuando la diferencia en la firmeza, tanto por exceso como por defecto con respecto al valor considerado ideal - 7 líneas- coincide. Siendo así, la evaluación puede dar lugar a controversias

4.7 Clase visual (25 puntos)



Apartado con puntuación directa .
No aplica la fórmula de los parámetros anteriores

Clase	Puntos
1ª	25,0
2ª	22,5
3ª	20,0
4ª	15,0

Las clases 1ª a 4ª son consideradas como susceptibles de no precisar el reforzamiento que conlleva la operación de colmatado. Todos los tapones de las 8 ediciones han estado entre las 4 primeras clases. Criterio subjetivo.

Tapón	**1**	**2**	**3**	**Puntos/muestra**
Clase (1ª-2ª-3ª-4ª)	*3ª*	*2ª*	*4ª*	*(20,00+22,50+15,00)/3*
Puntuación (25,0-22,5-20,0-15,0)	*20,00*	*22,50*	*15,00*	***19,17***

4.8 Puntuación Total (100 puntos)

$\sum$

Parámetro a evaluar	Valores obtenidos	Puntuación/tapón	Puntuación/muestra
Humedad a 20 mm	6,5/7,5/6,5	15,00/12,69/15,00	14,23
Fuerza de extracción	35,8/43,6/11,2	12,10/8,20/5,60	8,63
R. Diametral a las 24h	87,7/92,5/90,5	14,16/14,60/14,29	14,35
Densidad	149/168/196	16,79/18,93/17,92	17,88
Firmeza	*4/7/9*	*5,71/10,00/7,14*	*7,62*
Calidad visual	*3ª/2ª/4ª*	*20,00/22,50/15,00*	*19,17*
Puntuación total muestra ejemplo			**81,9**

5. Ediciones . Bodegas ganadoras

Edición	Bodega ganadora	Tapones
I (2013)	Bodegas Carabal	
II(2014)	Bodegas Carabal	
III(2015)	Bodegas Carabal	
IV(2016)	Bodegas Toribio	
V(2017)	Bodegas Carabal	
VI(2018)	Bodegas Carabal	
VII(2019)	Bodegas Carabal	
VIII(2020)	Bodegas Toribio	

6. Comentarios

El corcho es un producto natural escaso con ciclos de producción prolongados donde su manufactura principal, el tapón de corcho, se adapta a las existencias en calidad y cantidad de la materia prima disponible.

Las exigencias en la calidad del corcho para elaborar tapones cilíndricos de una sola pieza de corcho natural no son las mismas que las requeridas en las nuevas presentaciones, sobre todo en tapones aglomerados de corcho microgranulado (tamaño del granulado comprendido entre 0,25 y 3 mm, según propuesta de 2019 para modificar la norma ISO 633 Vocabulario, y con al menos el 65% de corcho con respecto a su masa), cada vez con mayor cuota de mercado y donde caben todas las calidades utilizadas en la clasificación, desde el refugo hasta clase flor; de esta forma, la dificultad para la confección de partidas homogéneas de tapones cilíndricos de una pieza de corcho natural deja de existir en los tapones de corcho microaglomerado. Éstas, entre otras, pueden haber sido algunas de las consideraciones para no continuar con las ediciones del Premio Espiga al Mejor Tapón de Corcho .

Máximo García 2019

Discos de corcho para tapones de vinos espumosos,… un destino exigente

Por Máximo García García.

Titulación: Ingeniero Técnico Químico.

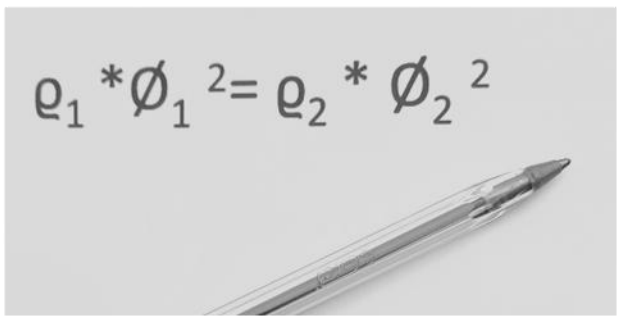
Puestos de trabajo : Agente Forestal.
Analista de Laboratorio.
Jefe Negociado de Calidad
2020

Índice

1 Justificación del trabajo	Pág 3
2 Definición de tapón para vinos espumosos y gasificados	Pág 4
3 Tapones para vinos espumosos, composición y evolución	Pag 5-8
4 El tapón corona de 1892. Discos de corcho natural	Pág 9
5 Normas de discos	Pág 10
6 Algunas muestras evaluadas	Pág 11-12
7 Otros aspectos de interés	Pág 13-16
8 Tapones, condiciones de trabajo	Pág 17
9 Manifestaciones de la fatiga tras el descorche	Pág 18-20
10 Estudios previos	Pág 21-24
11 Impermeabilidad de la pared de las células como garantía	Pág 25-28
12 Diferenciación de las células de corcho	Pág 29-42
13 ¿ Buena materia prima = garantía de recuperación ?	Pág 43-45
14 Conclusiones	Pág 46

1.-Justificación del trabajo

- Interpretar el comportamiento de los tapones para vinos espumosos, con dos discos de corcho natural, que no presentan la recuperación esperada tras el descorche.



Recuperación esperada
tras el descorche, forma de hongo

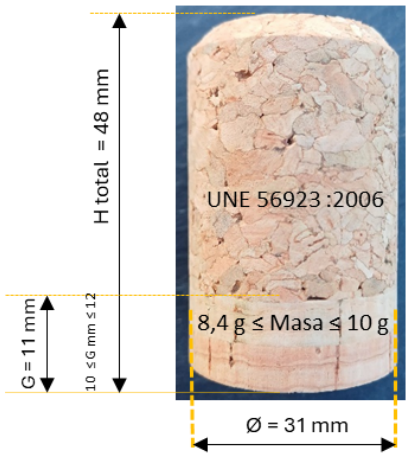
2.Definición de tapón para vinos espumosos y gasificados

- *ISO 633 de 2007. Corcho. Vocabulario. (anulada por versión 2019)*

Apdo 6.3.5. Tapón para vino espumoso y vino gasificado.

Tapón constituido de un mango de aglomerado de corcho y uno o dos discos de corcho natural pegados en uno de sus extremos.

***ISO**: **I**nternational **O**rganization for **S**tandardization*



Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV)
Vino espumoso.
Presión interna ≥ 3,5 bares a 20ºC

ISO 633 de 2019. Corcho. Vocabulario.
Apdo 3.5.3.6 Tapón introducido parcialmente……

3.Tapones para vinos espumosos, composición y evolución

Fabricación del tapón de Champán**. Minuciosa selección de la materia prima**

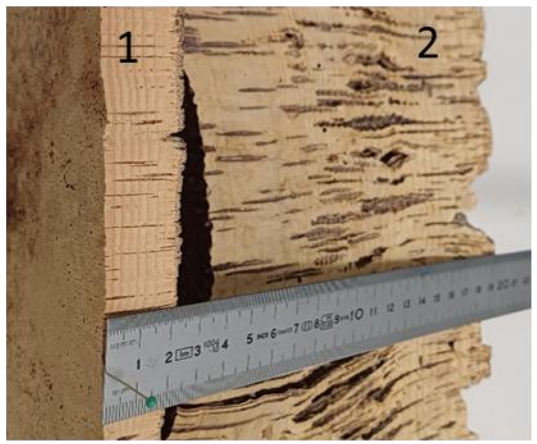
(Selección de materia prima pensando en tapón para vinos espumosos de una o varias piezas,
previa obtención de cubos o paralelepípedos en su caso mediante pegado)

❑ Se rechazarán

- Corchos verdes
- Corchos con manchas amarillas
- Corchos jaspeados

❑ Interesan

- Crecimientos lentos
- Crecimientos regulares
- Baja porosidad
- Gran número de años de crecimiento



Corcho delgado vs corcho flaco.
Delgado : buena calidad y estrecho, grosor insuficiente para tapón de una pieza de corcho natural de Ø 24 mm (1)
Flaco : baja calidad, con independencia del grosor (2)

El conocimiento del corcho, sus tipos, llevó a una verdadera especialización en la fabricación del tapón para champán

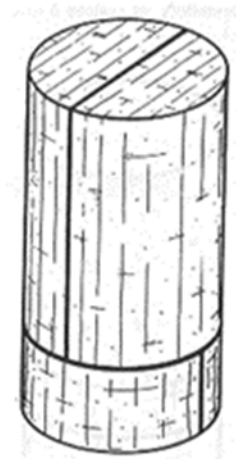
Fuente. 1957. Pág 220 y 221. Le liège et les industries du liège.
Confédération nationale des syndicats du liège et des dérivés. Ch.Pouillaude

3.Tapones para vinos espumosos, composición y evolución

"**Geminus**". 2 piezas
Finales del siglo XIX

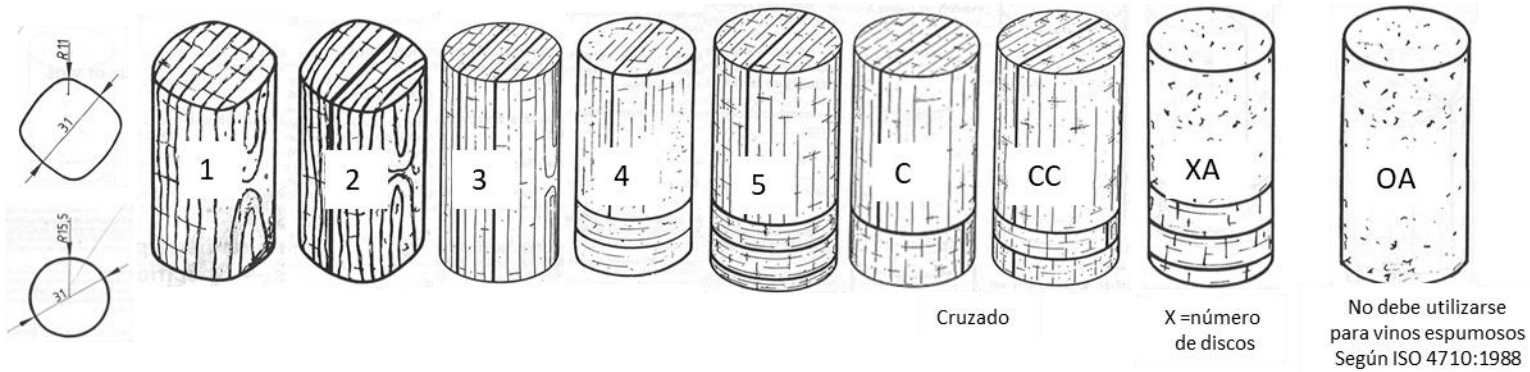
*J. Salleron (1829-1897), por **necesidades del mercado**, ideó tapones de dos y hasta 6 piezas obteniendo tapones menos esponjosos que evitaban "recoulage" y la contracción de los mismos.*

Fuente: 1952. Pág 151.Historia del gremio corchero.
Ramiro Medir Jofra



"**Hermètic**". 4 piezas
Marca protegida

3.Tapones para vinos espumosos, composición y evolución



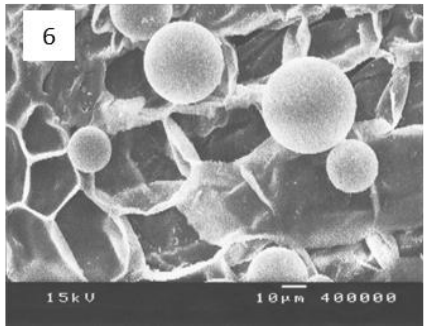
Fuente : Imágenes de la norma ISO 4719:1988

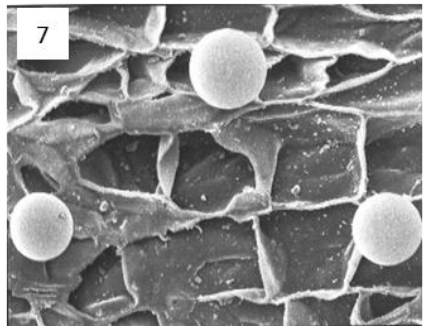
ISO 4710:1988. Tapones en corcho para vinos espumosos y gasificados. Especificaciones . Anulada en el año 2000

Apdo 8.1.2.Firmeza. Número de venas regulares en tapones de corcho natural			
Firmes o compactos	Semicompactos	Semiflexibles	Flexibles
10 ó más	De 8 a 10	De 6 a 8	Menos de 6

3.Tapones para vinos espumosos, composición y evolución

Los nuevos formatos de tapones para vinos espumosos y gasificados, sin discos de corcho natural y con granulado de menor tamaño (3)(4), no requieren de las exigencias de calidad del corcho que sí se piden para los discos del tapón clásico (1) (2). Es más, su cuota de mercado se ha incrementado ininterrumpidamente desde su aparición, lo que deja en evidencia a la norma ISO 4710:2000 (apdo. 5.2), vigente en el momento de elaborar esta presentación, por no adaptarse a la realidad actual dado que su redacción contiene el siguiente literal *"This type of stopper shall not be used for sparkling wines"*. En estos tapones de corcho microaglomerado (tamaño del granulado comprendido entre 0,25 y 3 mm y compuesto de al menos un 65% de su masa por corcho, según el Código Internacional de Prácticas Taponeras –CIPT-, versión7.1 del año 2020) la unión de las partículas puede realizarse con microesferas termofusibles (DIN BOL) (5). Las imágenes (6) y (7), obtenidas con el microscopio electrónico de barrido (MEB), muestran células de corcho y microesferas antes de fundirlas.





4. El tapón corona de 1892. Discos de corcho natural

En el año 1892 se patentan los tapones cápsulas, Crown cork, para mantener las presiones en bebidas como cervezas y gaseosas.

Fuente: 2001. Pág 163. Història i històries de la indústria del suro. Albert Juanola i Boera

En 1903 se importa maquinaria de Norteamérica a Cataluña para obtener los discos del tapón de champán.

Fuente: 2001. Pág 163. Història i històries de la indústria del suro. Albert Juanola i Boera

5.-Normas de discos

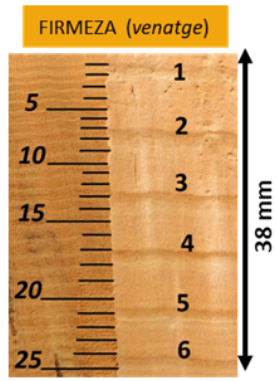
- N.C.S. 0.10/93 y /95 Tapones de corcho aglomerado con discos de corcho natural para vinos espumosos.

✓ Apdo 4.4. *L a densidad aparente de los discos se mantendrá entre 160 y 200 kg/m³* . La versión de 1995 no tiene esta especificación

✓ Apdo 6.2 y apdo 7.3. *Humedad de los tapones*

El mango de aglomerado de corcho natural tendrá una humedad , en base húmeda (BH) 3 ≤ % H ≤ 8

Los discos de corcho natural tendrán una humedad, en base húmeda (BH) 4 ≤ % H ≤ ***10***



- NCS 022/94. Discs de suro natural per a taps per a vins escumosos

✓ Apdo 6.2 *Un disc de suro natural tindrá entre dues y sis venes (venatge).*

✓ *Apdo* 6.3 *Els discs de suro natural tindran una humitat (BH) 5 ≤ % H ≤* ***10***

- UNE 56923. 1998 y 2006. Tapones de corcho aglomerado con discos de corcho natural para vinos espumosos.

✓ Apdos 6.1.3 y 6.3 *Grosor de los discos. Grosor = 11 ± 1mm (1998) / 10 mm ≤ G ≤ 12mm (2006)*

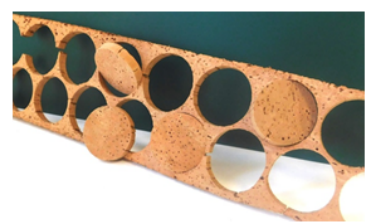
✓ Apdos 6.3 y 6.5 *Humedad mango (BH) 4 ≤ % H ≤ 8 y los discos 4 ≤ % H ≤ 10 (1998) / Humedad mango (BS) 4,2 ≤ % H ≤ 8,7 y los discos 4,2 ≤ % H ≤ 11,1 (2006)*

- ISO 633:2019.Corcho. Vocabulario

✓ *Apdo 3.4.1.6 Arandela, disco, pieza cilíndrica de corcho natural, de espesor y diámetro variable, hecha por corte en dirección perpendicular a las capas de crecimiento de la plancha.*

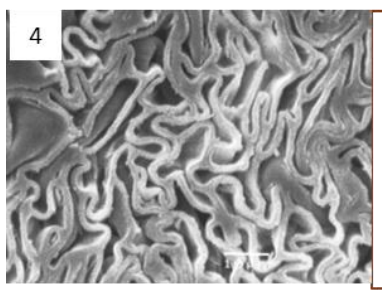
- ISO 4710:2000. Tapones de corcho para vinos espumosos y gasificados. Características

✓ *Apdo 7.1.2. Discos de corcho natural. Tendrán un espesor mínimo de 4mm y su aspecto cumplirá con el acuerdo entre proveedor y vendedor.*



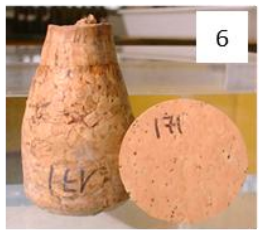
***UNE**: **U**na **N**orma **E**spañola.*
***ISO**: **I**nternational **O**rganization for **S**tandardization*
***NCS**: **N**orma **C**atalana del **S**uro*

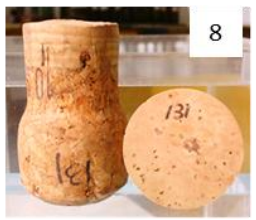
6.-Algunas muestras evaluadas

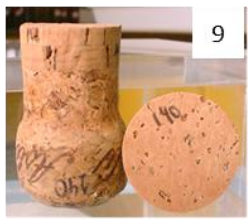


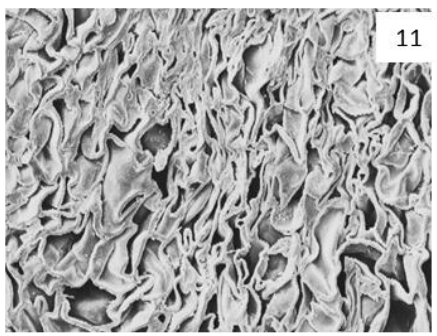
(1) (2) y (3) siete tapones de la muestra enviada al IPROCOR, M40-1997, con efecto barrilete y de los que se obtuvieron muestras del disco externo, disco espejo, para observarlas en SEM (4).

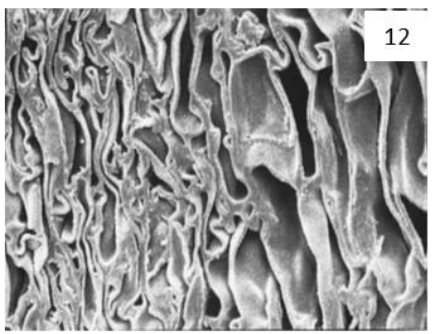
La empresa solicitante manifestó su sospecha y preocupación por la rápida transformación de los corchos, "corchos tiernos" asociados con el escaso reposo en patio.





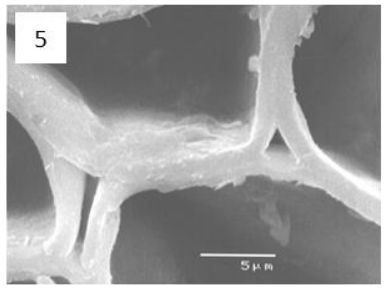


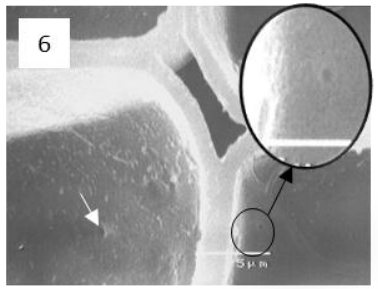




(5) (6) (7) (8) (9) y (10) tapones usados y disco de 31*1,2 mm continuación del último disco del tapón antes de usar, disco espejo. Muestra M36-2000 .
(11) y (12) Imágenes SEM del disco espejo de los tapones usados

6.-Algunas muestras evaluadas



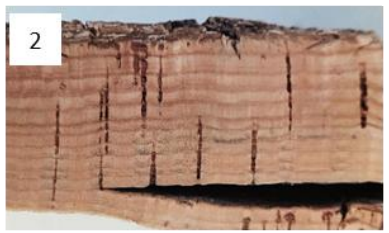


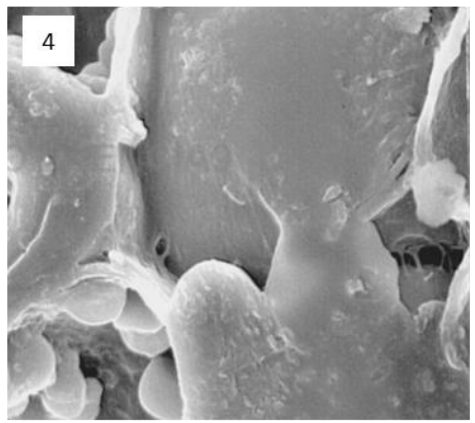
Tapones sin usar (1) y usados (2) de las muestras del informe técnico del ICMC, cervezas años 2003-4. Obtención de muestras para SEM del disco espejo (3). Fijación a portamuestra con adhesivo al carbón (4) para posterior recubrimiento con oro. Imágenes SEM con oquedades en pared celular (5) y (6) y plasmodesmos (6).

Costados de ocho tapones de champagne usados y cara de su disco espejo , con efecto barrilete pertenecientes al grupo de 17 tapones de la muestra M360-2011

7.-Otros aspectos de interés

Aunque el principal motivo de inquietud que desde el laboratorio percibimos, en las demandas recibidas con respecto al comportamiento de los tapones para vinos espumosos, era su falta de recuperación tras el descorche hubo otros que también estuvieron presentes, caso de la rotura parcial de los discos; es decir, la eventual exfoliación del corcho en los discos.

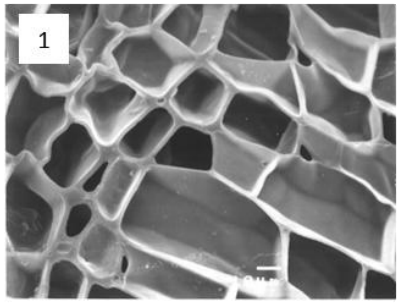


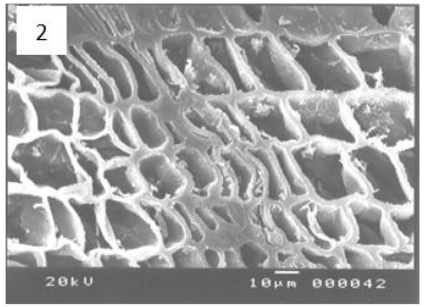


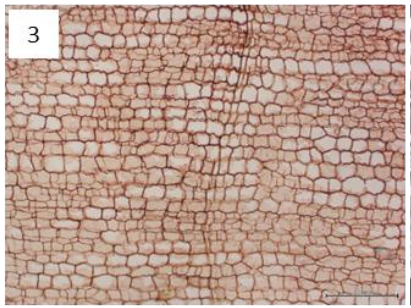
En este sentido, somos conscientes que la materia prima excepcionalmente puede llevar implícita la exfoliación en mayor o menor grado (1)(2)y(3). En cuanto a las causas de la exfoliación se ha argumentado asociándola a diversos responsables, desde factores ambientales que afectarían a la actividad del felógeno, sea por ataque de insectos, p.e. *Lymantria,* conllevando una drástica reducción del follaje que se traduce en disminución del espesor de las membranas celulares del corcho haciéndolas más frágiles (*Machado 1944*), como también sería el caso de incendios, golpeos fuertes en el corcho del alcornoque que pueden separar las camadas de células (*Sousa Pimentel 1888*), tensiones provocadas en el crecimiento en el árbol o durante las operaciones de descorche, incluso en operaciones posteriores a la saca como en el proceso de aplanado tras el hervido, desgarrando las células por las regiones menos resistentes (*1950 Subericultura . Joaquin Vieira Natividade*). Otras suposiciones han afinado más al sugerir un déficit en pectinas durante formación de la pared central en la citocinesis, telofase, como muestra la imagen (4) obtenida con el microscopio electrónico de barrido (MEB).

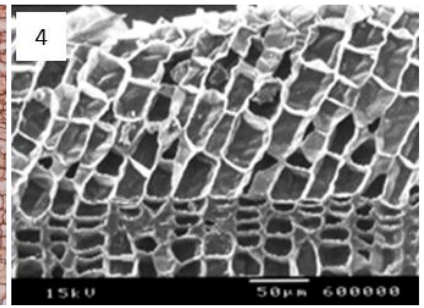
7.-Otros aspectos de interés

El contraste de dureza y resistencia en las diferentes camadas de células, más allá del existente debido a las diferencias entre tamaño de células y/o grosor de paredes celulares que en todo ciclo anual se produce (1)(2)(3)y(4), también ha sido señalado como responsable de exfoliaciones aludiendo a lo comúnmente llamado "año seco" – Ver página 12 de la presentación 6/17. ISO 16419:2013. Corcho. Anomalías visuales de los tapones de corcho para vinos tranquilos. Se corresponde con la página 131 de Maxcorcho-, la denominación ya supone dificultad implícita de alcanzar reservas de agua, necesarias para la actividad del felógeno, lo que conllevaría la reducción de las camadas de células producidas por el mismo, su inactivación e incluso muerte.

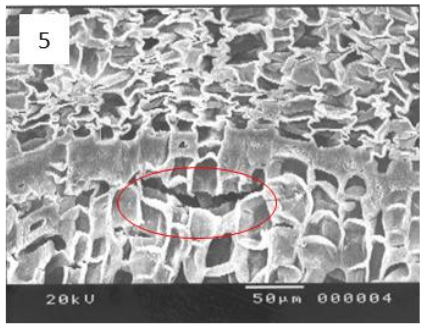


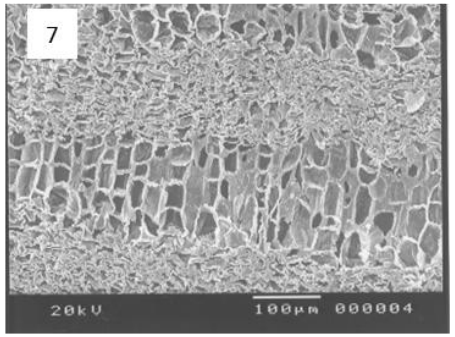






Este contraste resulta evidente si el corcho presenta camadas de células esclerenquimatosas, como las del disco de corcho del tapón de vino espumoso tras su descorche (5) con resultado de principio de rotura en el límite con las células vecinas. También es posible tras el descorche de la botella que en los discos del tapón se muestren diferencias en la plasticidad de las camadas de células (6) cuya explicación debería sustentarse en la existencia de gradientes de permeabilidad, tamaño de las células y grosor de las paredes, entre otros. Imagen SEM de disco usado con contracción en camadas celulares (7).



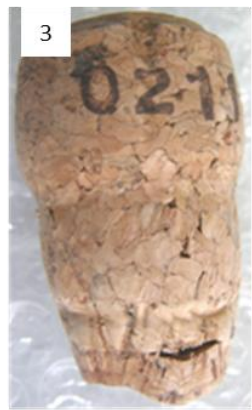


5/16 Discos de corcho para tapones de vinos espumosos,...un destino exigente. De 46 página 14. Maxcorcho 87

7.-Otros aspectos de interés

Las exfoliaciones en los discos también son susceptibles de generarse durante las operaciones de encorchado (1) (2), en este caso llamadas estallidos, así como separación de la línea de pegado (3). La reducción del diámetro del tapón, de Ø $_{Tapón}$ = 31 mm para la entrada en gollete Ø $_{Gollete}$ = 17,5 mm, constituye por sí sola una elevada exigencia afectándole factores tales como frecuencia de encorche, contenido en humedad etc.

La Guide de qualité du bouchon liège, manche liège aggloméré avec 2 rondelles en liège naturel, pour cols normalisés bague 29. Comité Champagne. Septembre de 2009, recoge en página 24 la separación parcial o total del tejido de los discos producida en las operaciones de encorchado, así como la debida a vena seca



Por otro lado, llama la atención las especificaciones en normas de la humedad de los discos no sólo por sus diferencias con respecto al mango -ver página 10 de esta presentación, 83 de Maxcorcho-, que podrían justificarse por su composición, 10% en discos frente al 8% del mango como máximo respectivamente y en base húmeda, también porque este límite superior es significativamente mayor al establecido para los tapones cilíndricos de una pieza de corcho natural con destino a vinos tranquilos (UNE 56931), 8% en base húmeda. De alguna manera deja entrever que la compresión del tapón durante el encorchado a escasa humedad de los discos constituye un riesgo de rotura o estallido en los mismos, es decir, de exfoliaciones zonales (1) (2) y despegues (3).

7.-Otros aspectos de interés

1

2

La cabeza externa del tapón para vino espumoso se termina en bisel para facilitar la colocación de la tapa, bozal o morrión (1), que se sujeta al gollete mediante alambre impidiendo su expulsión. Otras veces se emplea grapa, donde puede omitirse el bisel (2).

Durante el encorchado a veces se producen desviaciones como es invertir el sentido de colocación del tapón. En las imágenes (3) (4) y (5) se marca con punto rojo el tapón invertido, mal encorchado. También es posible que, en algunas unidades, el grabado en cabezas no se haya realizado en la que correspondía.

No obstante, existen tapones con bisel en ambas caras (6). El bisel en la cara interna que actualmente viene realizándose en algunos tapones se justificaría para facilitar el encorche y reducir eventuales mordeduras, en el supuesto de que se produzcan recorridos en vacío del tapón a la salida de la mordaza de la encorchadora, a veces manifestadas como restos de corcho en la boca de la botella tras el descorche (8). El símbolo del método de elaboración del vino espumoso por lo general queda en la cara del tapón que da al interior de la botella (7).

3

4

5

6

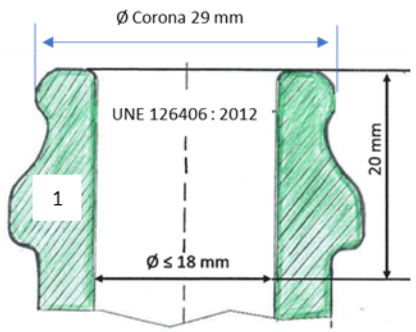
7

8

8.Tapones, condiciones de trabajo

- Presión 5-6 atmósferas en el interior de las botellas.
- Tiempo : hasta el consumo.

Densidad aproximada de la parte del tapón a ras de gollete
(1)y(2) 800 kg/m^3 (Tapón 48*31 mm y densidad del mango 270 kg/m^3)



(1) Croquis del gollete
de botella para vinos espumosos

$$\varrho_1 * \varnothing_1^{\,2} = \varrho_2 * \varnothing_2^{\,2}$$

$270*(31)^2 = \varrho_2 *(18)^2 \Longrightarrow \varrho_2 = 800$ kg/m^3

Densidad aproximada de los discos en el gollete 534 kg/m^3
(Tapón 48*31mm y densidad de los discos 180 kg/m^3)

Nota: se ha tomado para los cálculos un diámetro de 18 mm en gollete

(2) Gollete roto mostrando
la compresión del tapón a la entrada

La primera función solicitada a un tapón es asegurar la estanqueidad al líquido, pero también al gas carbónico para las bebidas efervescentes

Fuente: 1996.. Pág 69.Le bouchage liège en champagne. I. Tribaut-Sohier - M. Valade. (C.I.V.C.) Epernay- France. 2º Simposio internazionale sul sughero. Pavia (Italia).

9.Manifestaciones de fatiga tras el descorche

Tapón antes de usar.

Tapón usado y poco fatigado, con recuperación deseada.

Tapón usado y muy fatigado.

El Champagne se entrega en un estadio de perfecta madurez,

su envejecimiento ya ha tenido lugar en la bodega, controlado por su elaborador.

(Comité Interprofesional del Vino de Champagne. CIVC. Creado 1941)

Fuente : https://www.champagne.fr/es/degustar-apreciar/arte-del-servicio/conservar-botellas-champagne

9.Manifestaciones de fatiga tras el descorche

En general, los tapones para vinos espumosos están destinados a acompañar vinos que serán consumidos en un plazo de tres a cuatro años.

Fuente.2009. Pág 50. Revue des oenologues nº 133,. TECHNIQUE. Le bouchon en liège pour vins effervescents. Partie ½ **Geoffrey Orban, Sébastian Rondot, Philippe Jeandet, Richard Marchal.**

Tapón usado, recuperación tobillo, chevillé, chiodo o cuña

Tapón usado, recuperación esperada, champiñón

Tapón usado, recuperación tobillo, chevillé. chiodo o cuña

Se puede, no obstante, almacenar varios años a condición de **conservar la botella acostada**, en un lugar fresco, al abrigo de la luz y de las corrientes de aire. (CIVC)

Fuente: https://www.champagne.fr/es/degustar-apreciar/arte-del-servicio/conservar-botellas-champagne

9.Manifestaciones de fatiga tras el descorche

Tapón usado, recuperación barrilete

Tapón usado, recuperación esperada, champiñón

Tapón usado, recuperación barrilete

Lo esencial consiste en respetar:

- Una temperatura baja y constante (en torno a 10°C)
- Una elevada higrometría (tasa de humedad)
- Una conservación al abrigo de la luz, del ruido y de las vibraciones. (CIVC)

Fuente : https://www.champagne.fr/es/degustar-apreciar/arte-del-servicio/conservar-botellas-champagne

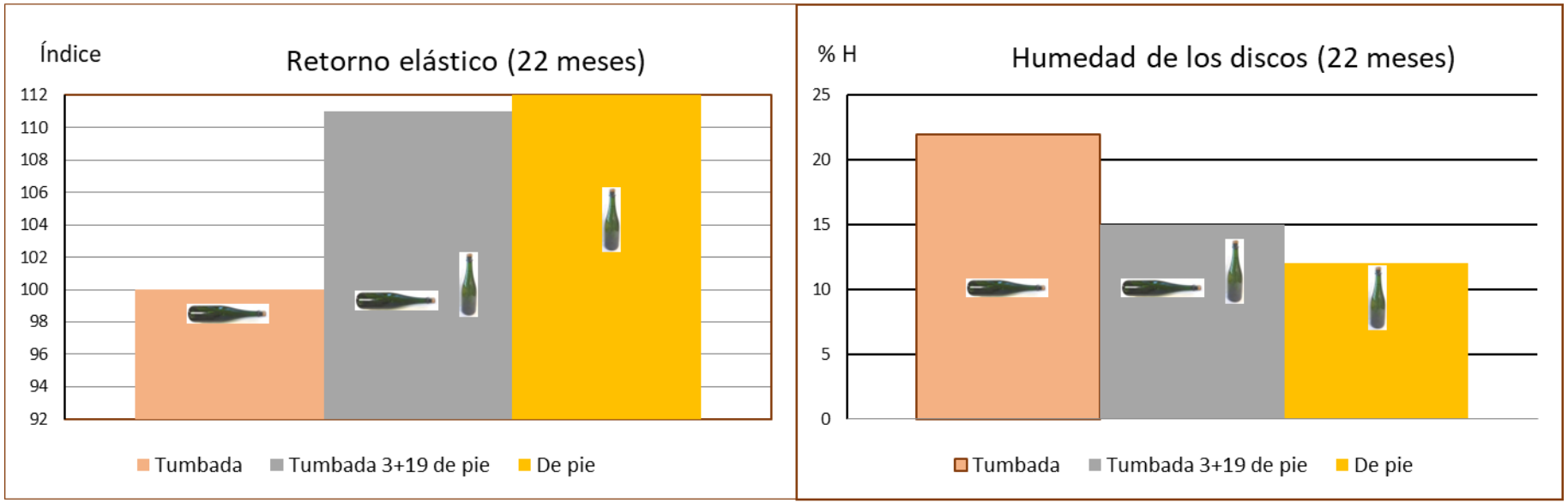
10.Estudios previos. Posición de las botellas

La vida del tapón albergado en la botella viene limitada …. por el contacto con el vino que hace envejecer la célula del corcho con contracción del tapón y pérdida de contacto con las paredes internas de la botella. *Pág128*

En cierto modo es un resultado sorprendente pues revela que en esta prueba el cierre durante diez años ha sido mejor en los corchos de las botellas verticales sin contacto con el vino. *Pág 138*

Fuente : 1985. Pág 128 y 138. Jornada técnica sobre el tapón de corcho en vinos de Rioja.
Asociación de enólogos de la Rioja. Haro 13 de diciembre de 1985.
Posibilidades de vida del vino embotellado para envejecimiento en función de la calidad del tapón de corcho.
Manuel Ruiz Hernández

10.Estudios previos. Posición de las botellas



La recuperación elástica del corcho es mucho mejor cuando la botella se mantiene en posición vertical.

Fuente: 1996.. Pág70.Le bouchage liège en champagne. I. Tribaut-Sohier- M. Valade. (C.I.V.C.) Epernay- France. 2º Simposio internazionale sul sughero. Pavia (Italia).

10.Estudios previos. Posición de las botellas

Duración del ensayo : 10 meses.

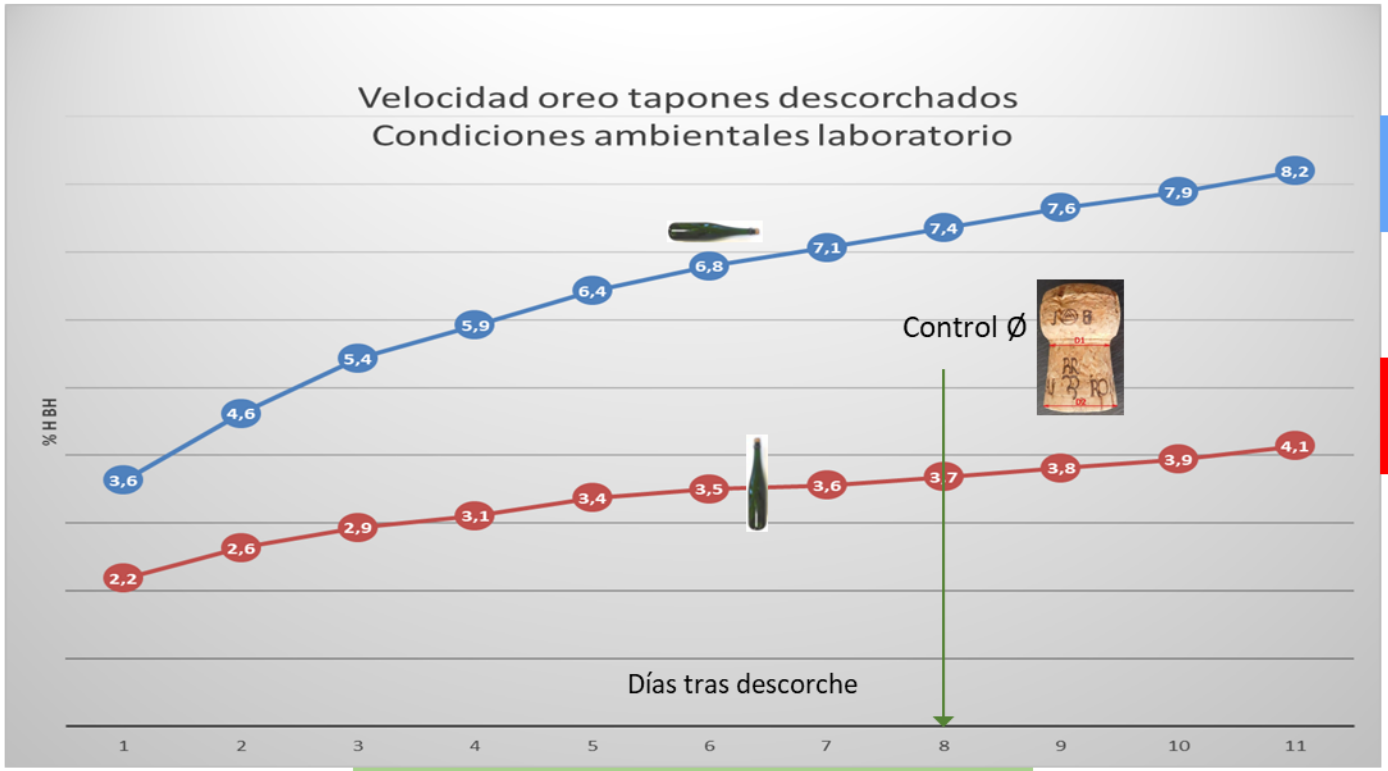
Tamaño de la muestra : 20 botellas

Recuperación →	Champiñón	Barrilete
Medición D_2 y D_1 a los 8 días tras descorche	$D_2 > D_1$	$D_2 < D_1$
En vertical	100%	0%
En horizontal	20%	80%

Fuente: 2020.Máximo García. Estudio interno, sin publicación.

10.Estudios previos. Posición de las botellas

Posición horizontal vs vertical. 10 meses.



% H tapón

15% BS
(12-17) (mín-máx)

9% BS
(8-11) (mín-máx)

Fuente: 2020.Máximo García. Estudio interno, sin publicación.

11.Impermeabilidad de la pared de las células como garantía

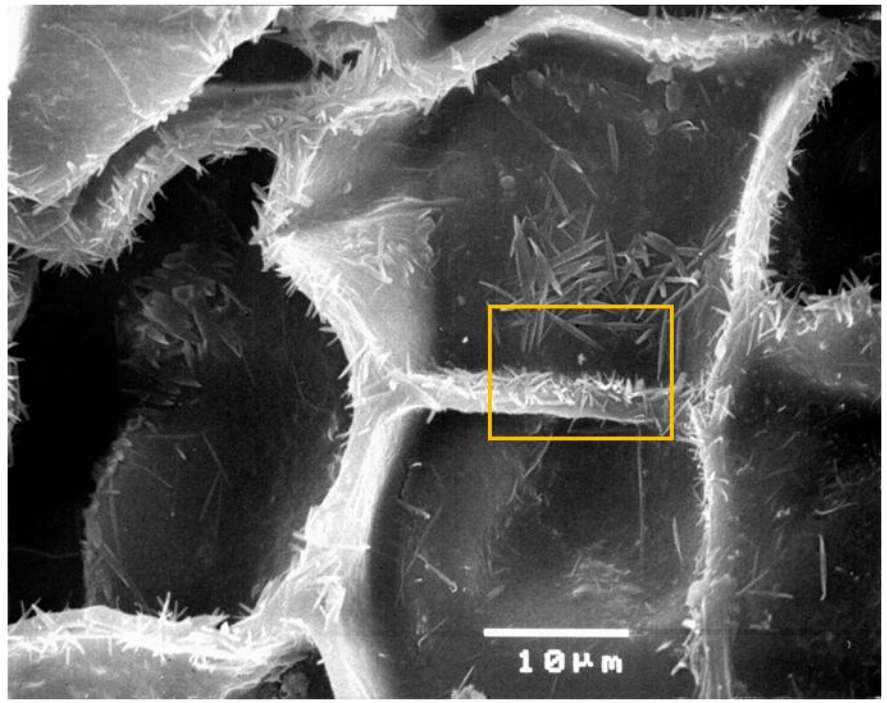
Es la impermeabilidad una de las más valiosas propiedades del tejido suberoso del alcornoque. La célula adulta, por la naturaleza especial de sus membranas, está completamente aislada de los tejidos de la casca, ricos en agua.

Una vez concluido el proceso de suberificación y absorbido el contenido celular, las paredes se secan.

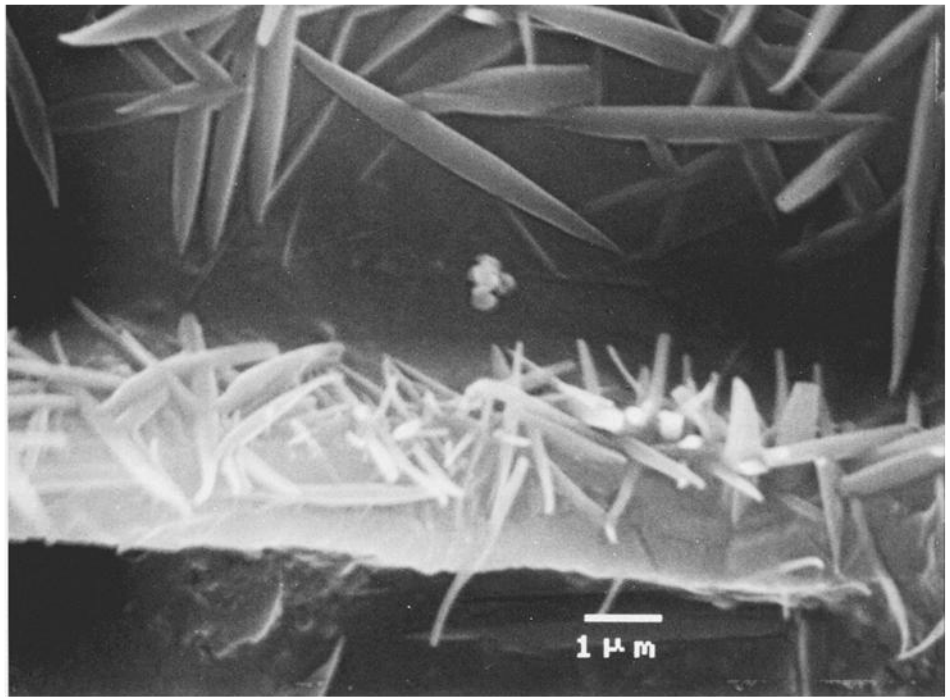
Fuente : 1950. Pág 182. Subericultura. Joaquim Vieira Natividade

11.Impermeabilidad de la pared de las células como garantía

Pared celular engrosada como consecuencia de la acumulación de componentes estructurales en proceso de conformación.



Células de corcho en proceso de diferenciación, maduración.
CONGRESSO MUNDIAL DO SOBREIRO E DA CORTIÇA.Lisboa 19-21 de julho de 2000. Máximo García



Pared de célula de primavera compactándose. Grosor excesivo de 2,5 micras aproximadamente, probable grosor de 1 a 1,5 micras una vez finalizado el proceso de "maduración"

Imágenes del SEM donde se aprecian estructuras fibrilares en las paredes de células de corcho crudo de reciente producción por la célula felogénica, estimamos que apenas 10 días, fibras de gran tamaño para considerarlas de celulosa; no obstante sí han tenido un desarrollo longitudinal desde etapas precedentes (Ver página 403 de Maxcorcho, imagen 1, zona (d) donde se ubicarían las células de esta página) y su enorme grosor, en el supuesto de corresponderse con fibras de celulosa, hemos de justificarlo en el alto porcentaje de zonas amorfas presentes en estas primeras evoluciones de la diferenciación como tejido protector donde, a modo de símil, se produce una autofagocitación del contenido celular.

11.Impermeabilidad de la pared de las células como garantía

El corcho verde seco absorbe menos agua que el corcho normal pero alcanza la saturación en menos tiempo.

Fuente: 1974. Pág 15. Antonio Pes. Memoria Stazione Sperimentale del Sughero. Tempio Pausania. 1974. Primo conributo alla conoscenza delle caratteristiche chimico-fisiche del sughero *verdonato*

11.Impermeabilidad de la pared de las células como garantía

Tiempo de oreo tras descorche

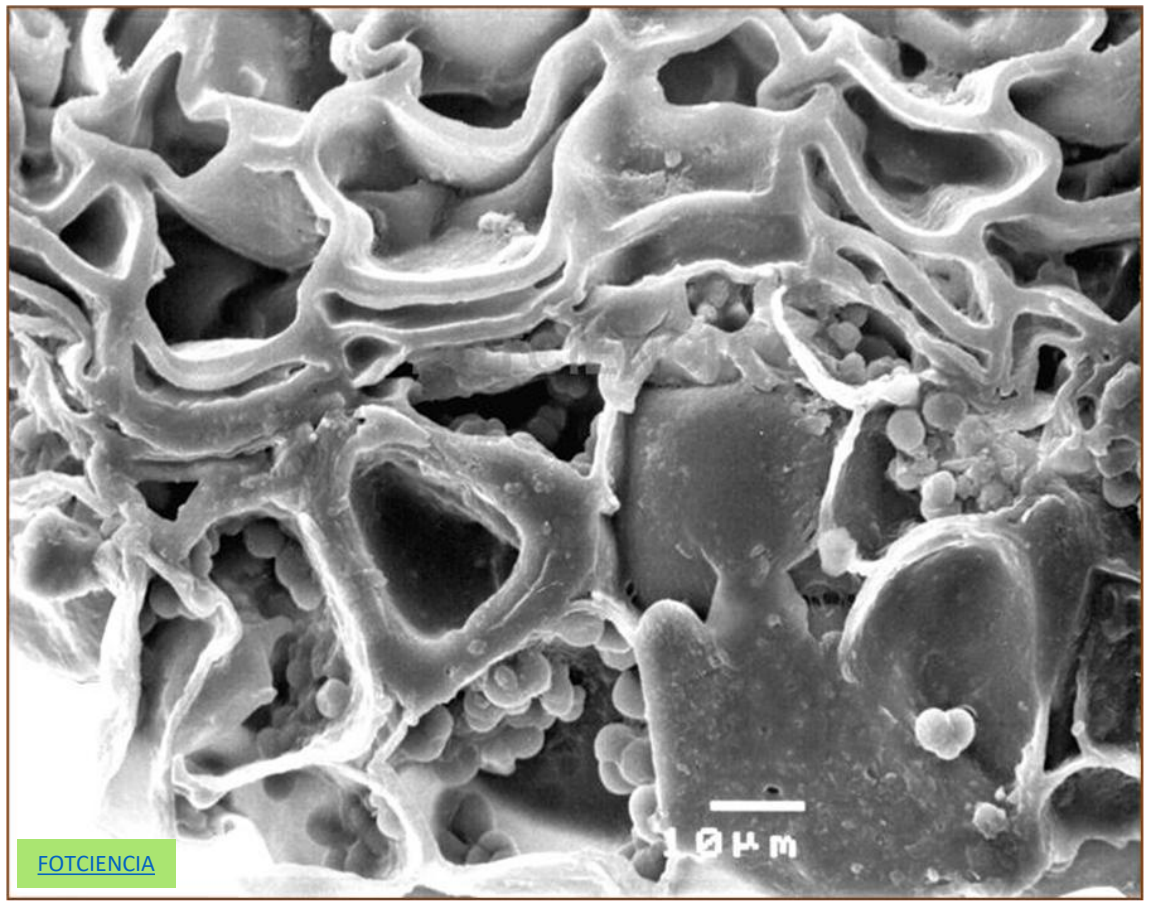
Bozal

El déficit de recuperación se evidencia tras el descorche en el aspecto de encharcamiento - imbibición – de los discos debido a la absorción de líquido.

Disco espejo

12. Diferenciación de las células de corcho.

Las mediciones de la segunda y tercera camada anual de 38 muestras de corcho dieron como resultado un número de células que osciló entre 37 y 225 por cada hilada radial *(Pág 142. Subericultura. Joaquim Vieira Natividade)*. De este modo podemos estimar una producción de cada célula felogénica de {(37+225)/2 } = 131 células al año .
En otros estudios los valores extremos oscilaron entre 50 y 151, lo que daría un valor medio de 100 células año
(The effect of growth rate on the structure and compressive properties of cork. H. Pereira, José GraÇa and Cecília Baptista. 1992).



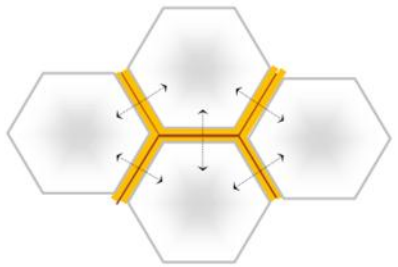
FOTCIENCIA

Estructuras esféricas agrupadas de 3 en 3 ; almacén de materias primas de los componentes de la pared

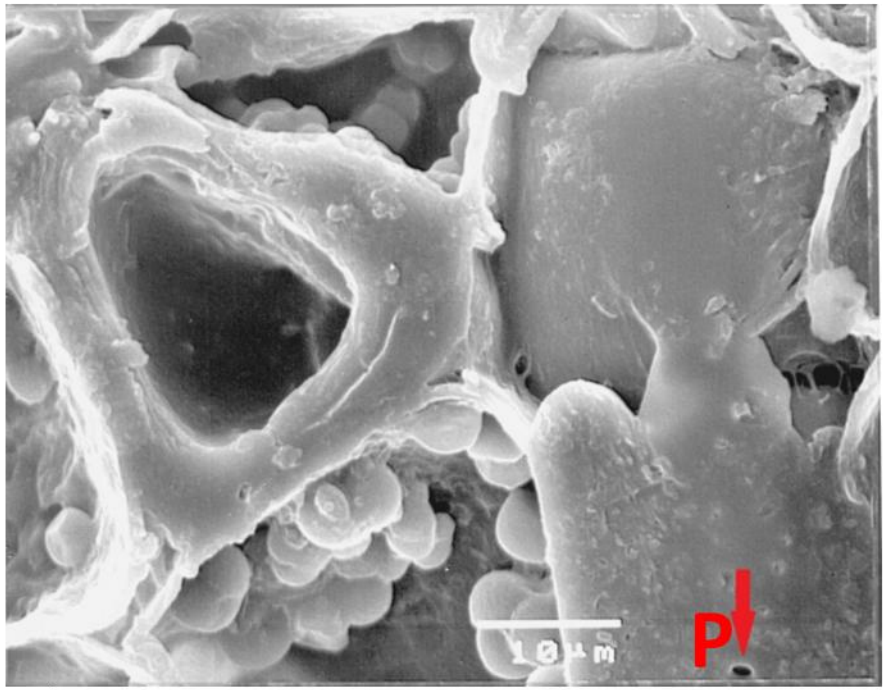
12. Diferenciación de las células de corcho

Estrechar conductos hasta cerrarlos. PLASMODESMOS

Movimiento

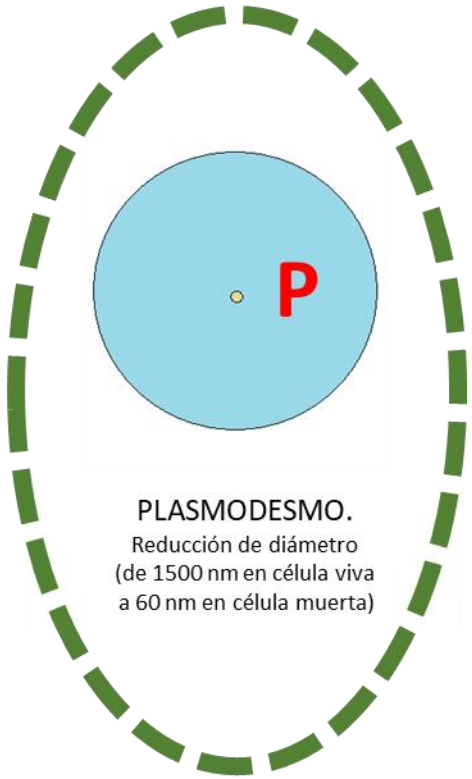


Simplástico



Célula felogénica, “madre”, en telofase.

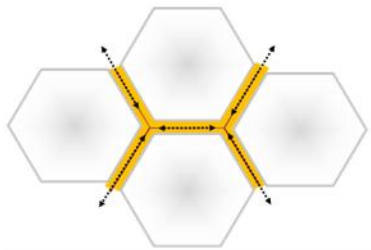
https://www.fotciencia.es/Publico/Galeria/FormAmpliacionImg.aspx?Fotografia=7961&Votacion=0



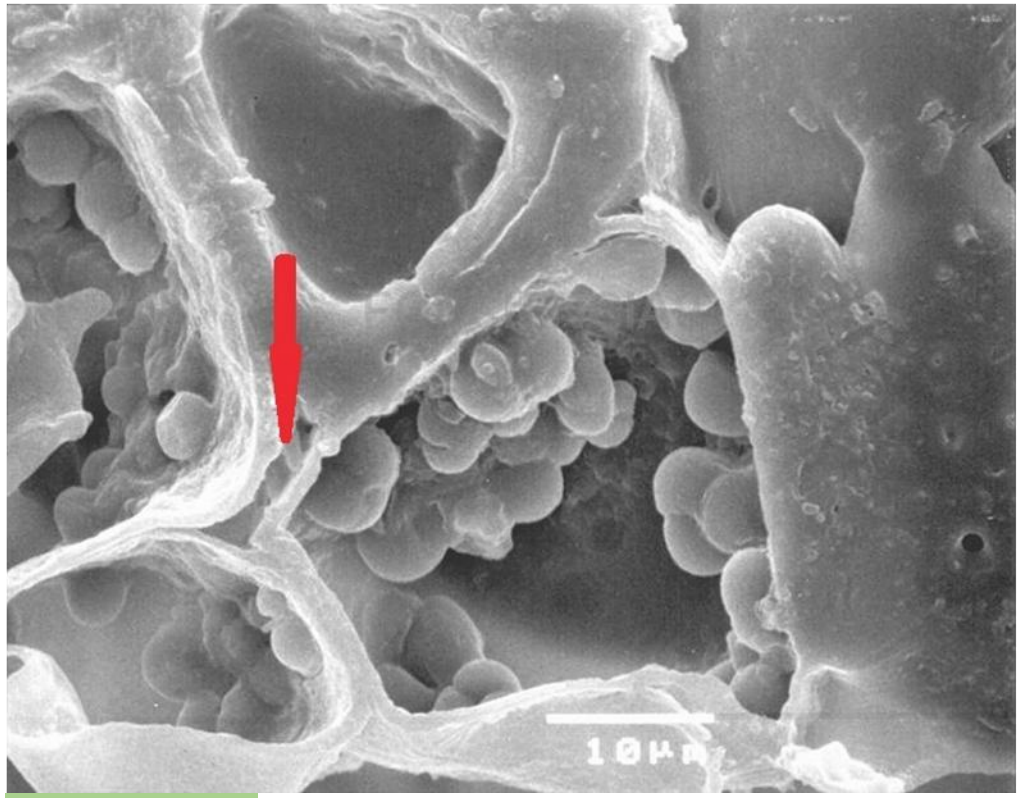
12. Diferenciación de las células de corcho

Compactar la pared

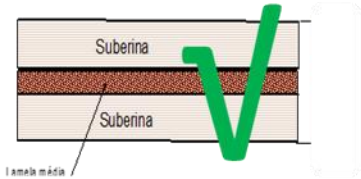
Movimiento



Apoplástico

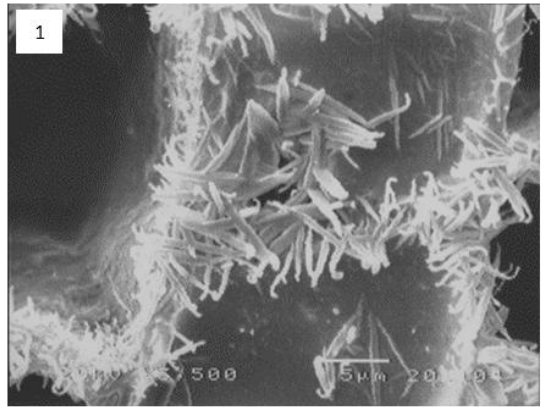


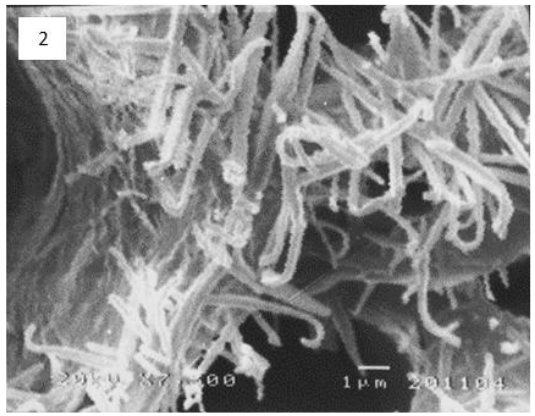
FOTCIENCIA



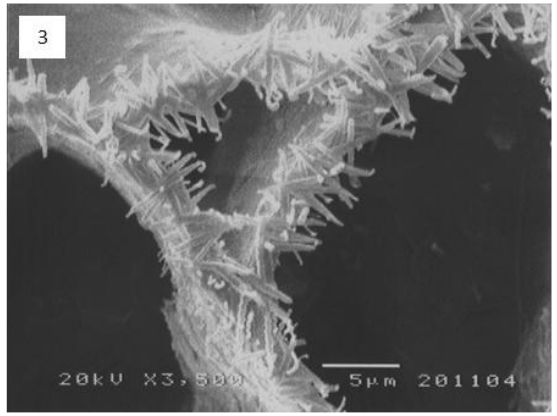
12. Diferenciación de las células de corcho

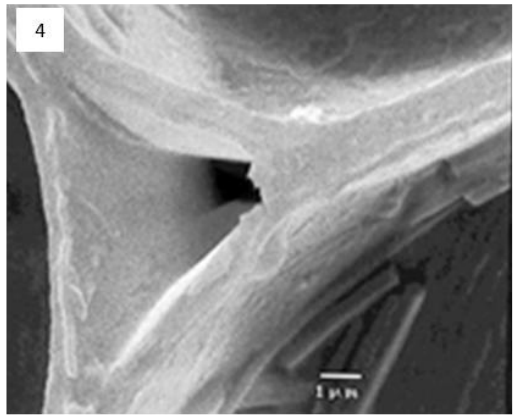
Secar la pared y consolidar su estructura (corcho crudo)





(1) (2) imágenes del microscopio electrónico de barrido (MEB) mostrando el aspecto de las paredes celulares de corcho crudo en proceso de conformación donde se evidencian multitud de estructuras fibrilares.

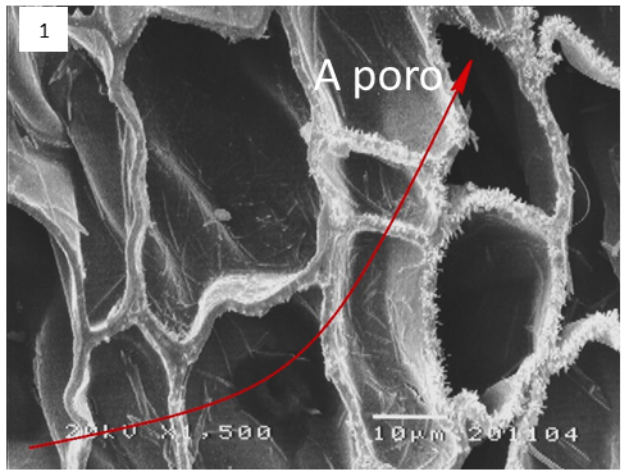




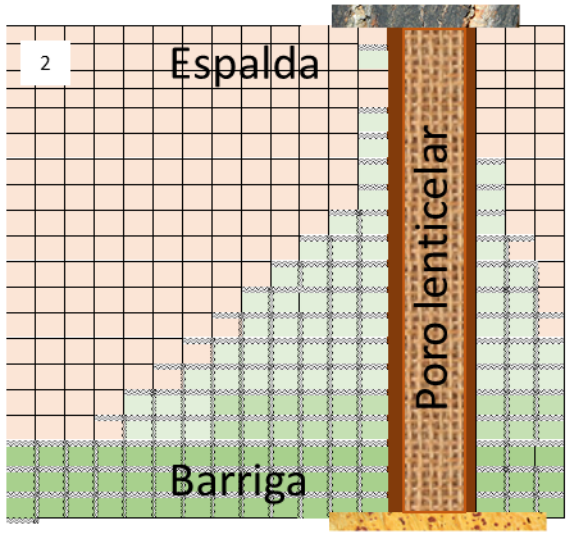
(3) (4) imágenes del MEB mostrando el aspecto de las paredes celulares de corcho crudo en proceso de conformación. En este caso la pared celular presenta huecos, en la confluencia de los vértices, que afectan a su permeabilidad.

12. Diferenciación de las células de corcho

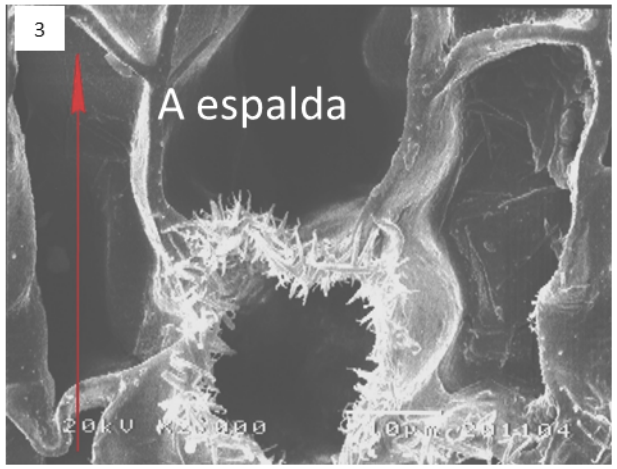
Secar la pared y consolidar su estructura (corcho crudo)



(1) imagen del MEB de células de corcho crudo para apreciar el aspecto de las paredes en función de su proximidad al poro .
A mayor proximidad mayor evidencia de estructuras fibrilares.



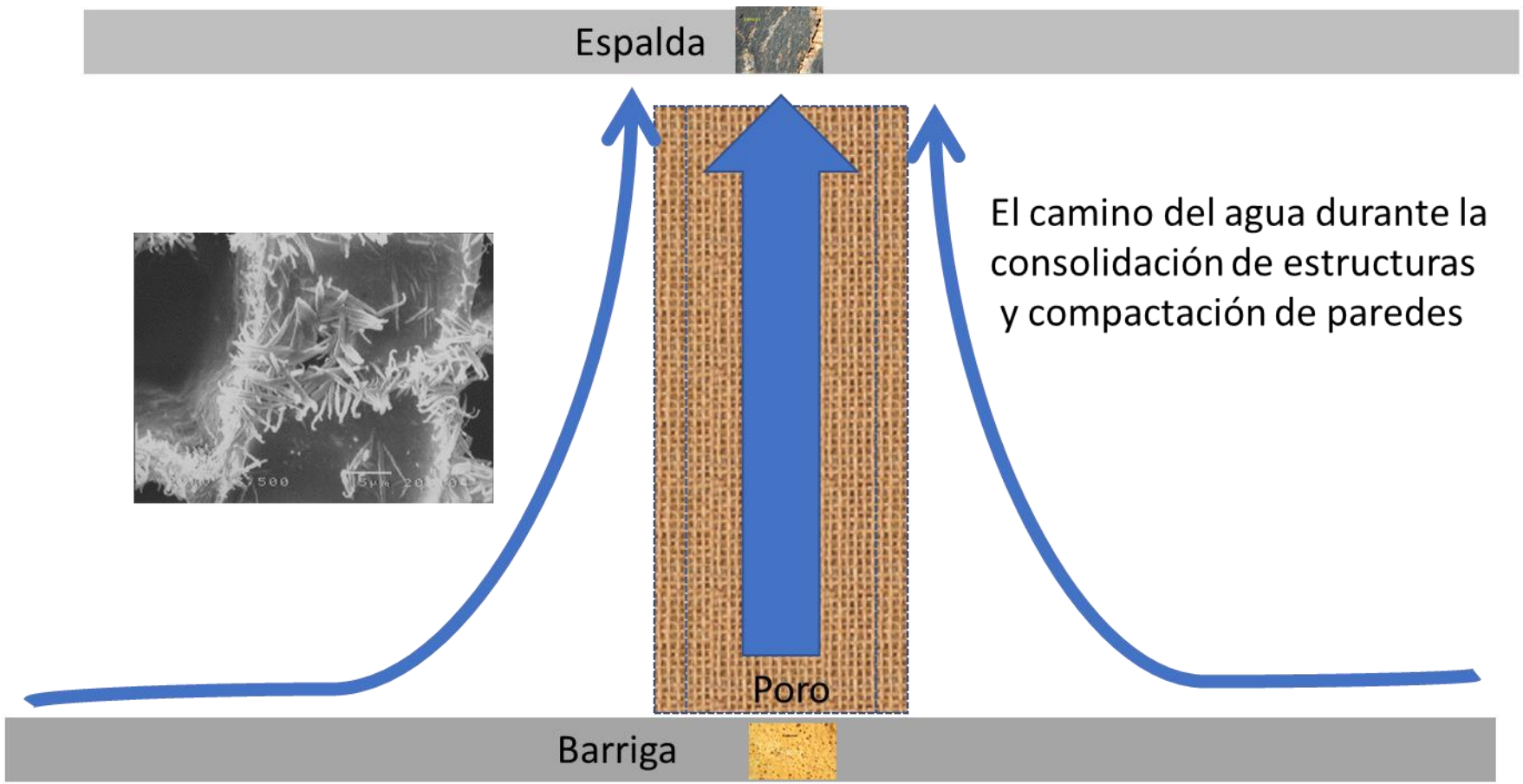
(2 dibujo para ilustrar la concentración de agua en la diferenciación del corcho según su proximidad a poro lenticelar y barriga.
A mayor intensidad de coloración verde más cantidad de agua.



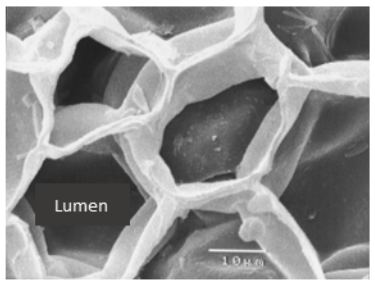
(3) imagen del MEB de células de corcho crudo para apreciar el aspecto de las paredes en función de su proximidad a la espalda .
A mayor proximidad menor evidencia de estructuras fibrilares.

Manifestaciones de los componentes de la pared en conformación, con respecto al poro lenticelar y la espalda.

12. Diferenciación de las células de corcho



12. Diferenciación de las células de corcho



❑Evacuar el agua, lo primero.

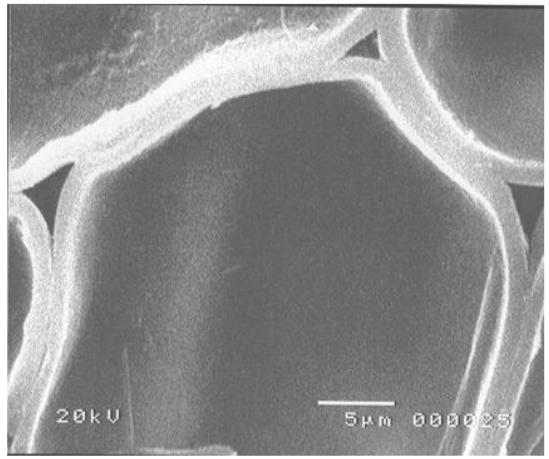
- Del interior celular (lumen)
- Producida durante la polimerización de los compuestos de la pared celular (suberina, celulosa, ceras …).

❑Rutas para le evacuación.

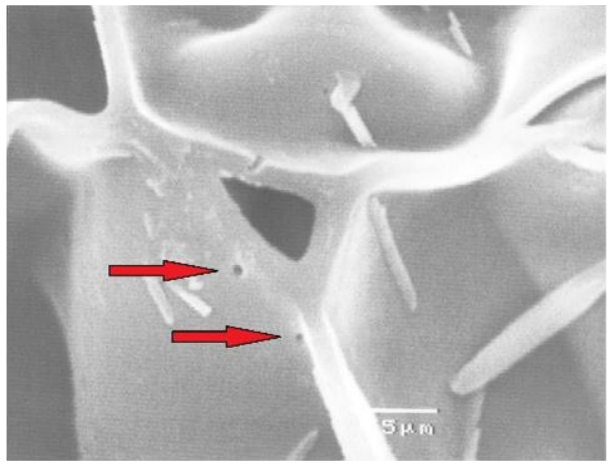
- Plasmodesmos - Lámina media - Poros lenticelares.

12. Diferenciación de las células de corcho

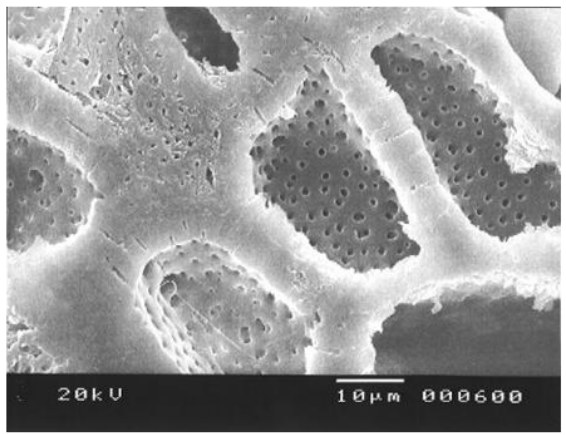
Vías de evacuación del agua



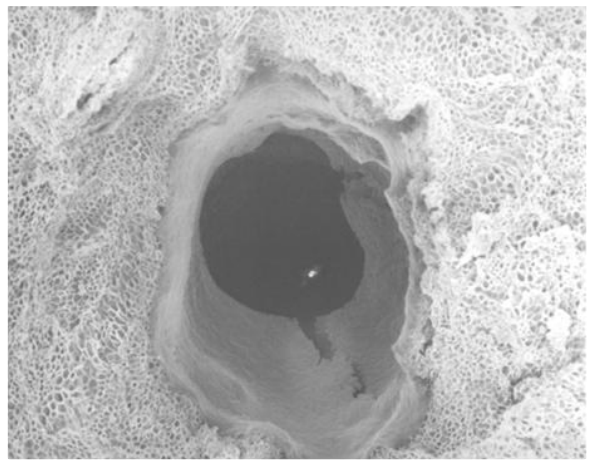
Zona media de pared sin compactar



Plasmodesmos sin cerrar



Plasmodesmos de células en pared de poro lenticelar



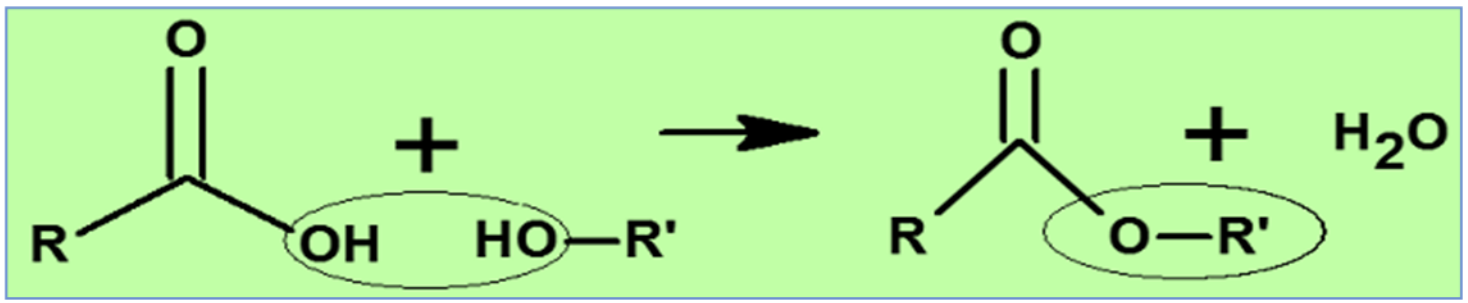
Poro lenticelar, comunicación externa

12. Diferenciación de las células de corcho

AGUA GENERADA EN LAS REACCIONES QUÍMICAS DE POLIMERIZACIÓN

Suberina

Presenta muchas uniones tipo éster. Biopolímero de policondensación.



Ácido	+	Alcohol	=	Éster	+	**Agua**

12. Diferenciación de las células de corcho

AGUA GENERADA EN LAS REACCIONES QUÍMICAS DE POLIMERIZACIÓN

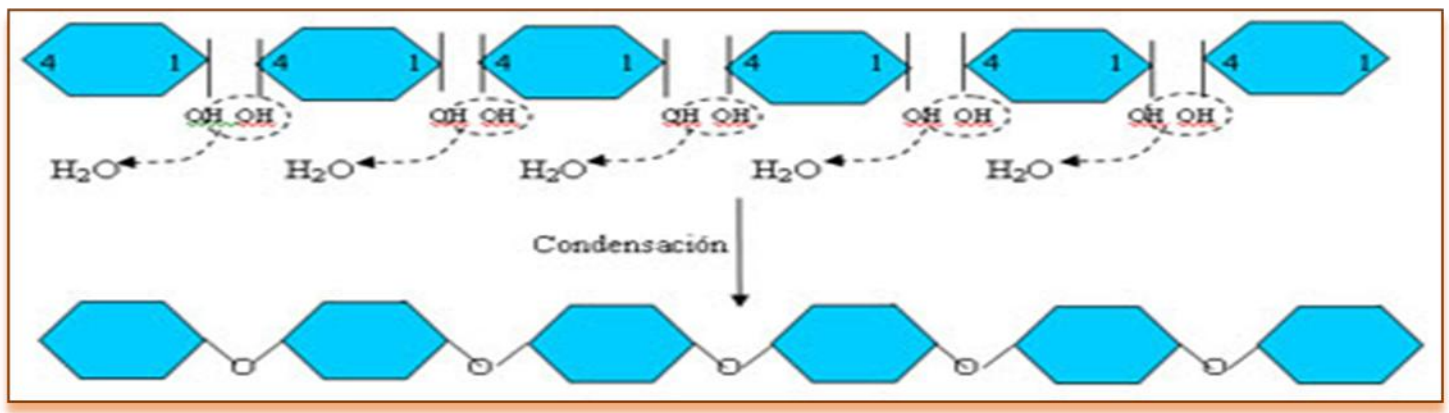
Celulosa

Uniones β 1-4-O- glucosídico. Biopolímero de policondensación.

Reactivos

Polimerización

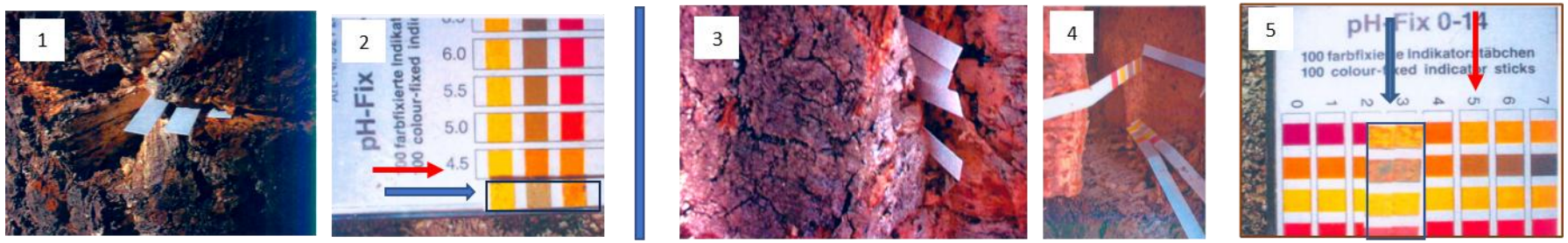
Productos



.... + glucosa + glucosa + glucosa + glucosa + glucosa + glucosa +.. = Celulosa + Agua

12. Diferenciación de las células de corcho

La eliminación progresiva del agua facilita las reacciones de esterificación, de acuerdo con las leyes del equilibrio químico, y el medio ácido permite que los iones hidrógeno las catalicen *(Pág 674. Química general. Juan Sancho 2ª edición 1967)*



En fecha de 24 de junio del 2000, sin procedimiento validado, realicé determinación de pH en el límite del felógeno bajo el corcho de alcornoques en plena actividad vegetativa (1)(3) y (4), finca La Esparraguera - Santibáñez el Bajo-, con dos referencias de tiras reactivas (2) y (5) para disponer de un dato próximo del mismo, resultando ser ligeramente ácido, aproximadamente 5 según la escala de colores (⟹ tira ensayada, → coloración referencia escala pH)

Notar que las determinaciones con estas tiras son aproximadas y se realizan en solución acuosa por lo que cabe considerar las aquí mostradas como osadas.

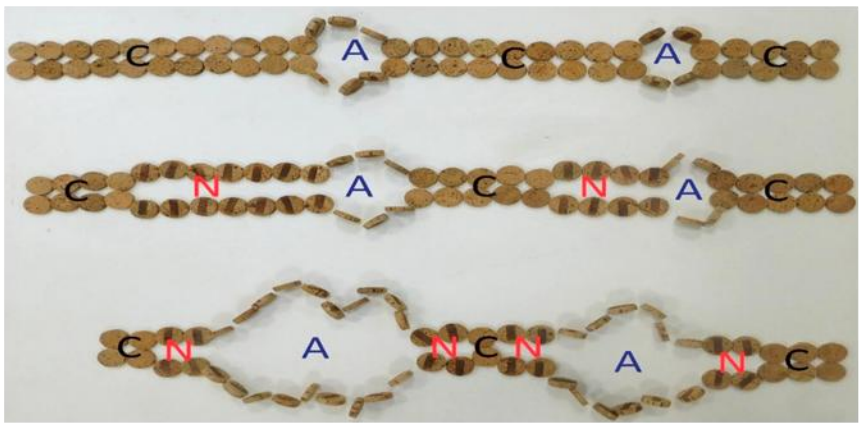
12. Diferenciación de las células de corcho

Ordenación de la celulosa. Biopolímero lineal.
Zonas cristalizadas (C) vs zonas amorfas (A)

(N) Estado nemático: disposición paralela de las moléculas para cristalizar

Con el avance de las zonas cristalizadas de la celulosa se produciría en la pared celular	
Aumento de	Disminución de
• La compactación • La tensión • La impermeabilidad • La longitud de las fibras	• El espesor • Las ondulaciones • El diámetro de los plasmodesmos • Las zonas amorfas

Espalda



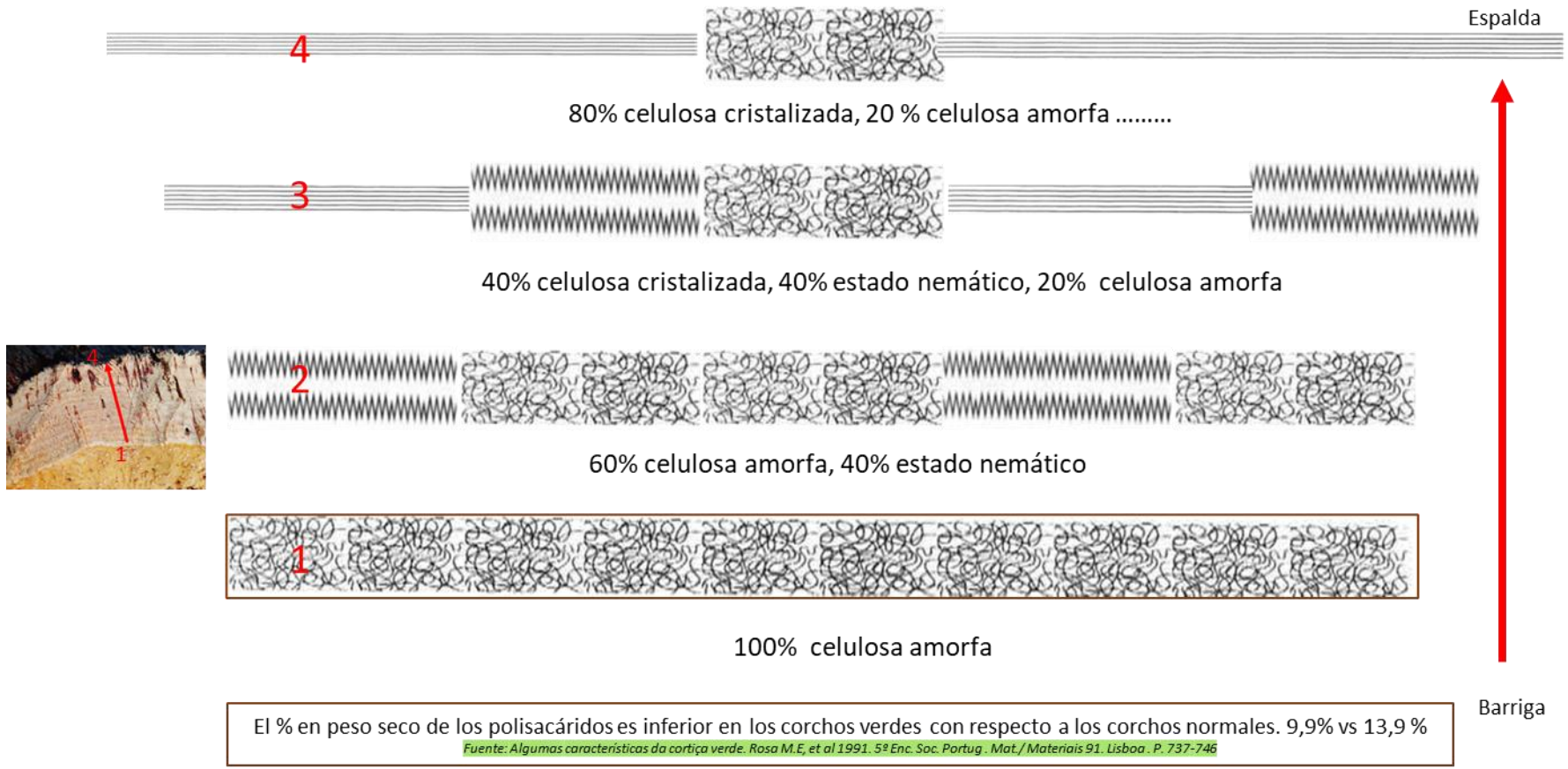
Barriga

La celulosa es insoluble y la interacción con el agua y la reacción sólo se producen en condiciones moderadas en las regiones amorfas

Fuente:2007.Pág 76.. Cork: Biology, Production and Uses. Helena Pereira. Ed Elsevier.

12. Diferenciación de las células de corcho

Propuesta del avance en la cristalización de la celulosa durante la maduración del corcho



El % en peso seco de los polisacáridos es inferior en los corchos verdes con respecto a los corchos normales. 9,9% vs 13,9 %

Fuente: Algumas características da cortiça verde. Rosa M.E, et al 1991. 5º Enc. Soc. Portug . Mat./ Materiais 91. Lisboa . P. 737-746

Nota : página 17 de la presentación 13/16. Alcornoque, la protección como respuesta ante el estrés de la saca. Se corresponde con página 398 de Maxcorcho

12. Diferenciación de las células de corcho

Una espera necesaria para la maduración

❖**Francia**.1957.(**CH Pouillaude. Le liège et les industries du liége. Confédération nationale des syndicats du liege et des derives**.). Las existencias del corcho compradas por el fabricante se dejan en el parque, en estado bruto, durante un tiempo variable que puede alcanzar de 2 a 3 años .(Pág 205)

❖ **Francia.** 1996.**(Emile Peynaud. Enología práctica . Conocimiento y elaboración del vino. 3ª edición) .** Estas planchas son puestas a secar y son sometidas durante dos o tres años a las condiciones exteriores, a las alteraciones del sol y la lluvia…. (Pág 391)

❖**CIPT.** 1996 . El tiempo de ***secado*** no podrá ser inferior a 6 meses tras la saca, antes del hervido.

❖**Portugal**. 1999. (**CORK TAINT IN WINES – CURRENT STATE O5 KNOWLEDGE. *Ciência Téc. Yitiv*. 14 (2), 79-99. C. Silva Pereira, P. Danesh, J. J. Sigueiredo Marques, M. V. San Romão**) El tiempo ideal de secado al aire libre es de 12 meses, .. 6 meses… excepcionalmente 1,5 meses… innecesario este secado previo al cocido según algunos industriales (Pereira 1993)- (Pág 8). *Son las respuestas de empresarios del sector que, en definitiva, vienen a decir que manda la coyuntura*

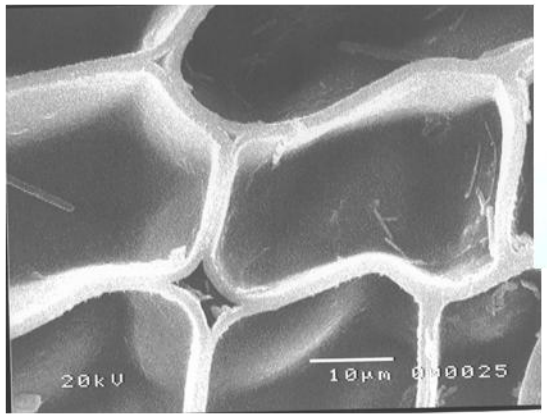
❖ **España.** 2004. (**ASECOR Proyecto CorchiÇa. Características del Mercado del Corcho Extremeño. Análisis Estratégico**). En las actuaciones de APCOR… en 2003 comenzaron las investigaciones, siendo las siguientes áreas de trabajo…El periodo de estabilización del corcho natural en bruto. (Pág 123).

❖ **España** 2017. (**7º Congreso forestal español. Plasencia. Aplicación de técnicas de secado artificial al corcho en plancha de Quercus Suber. L. CARPINTERO, E., JURADO, M. y PRADES, C**). Secado 6 meses al aire vs secado en cámara 14 días

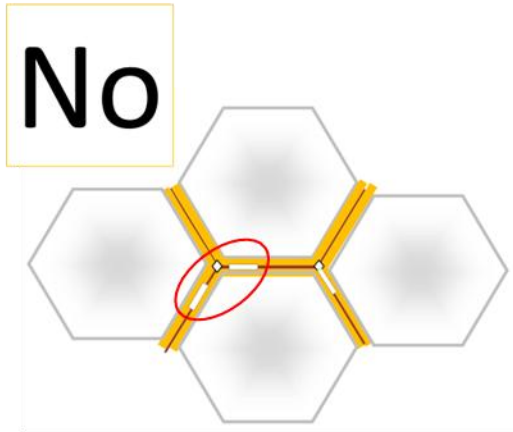
13. ¿Buena matera prima = garantía de recuperación?

No

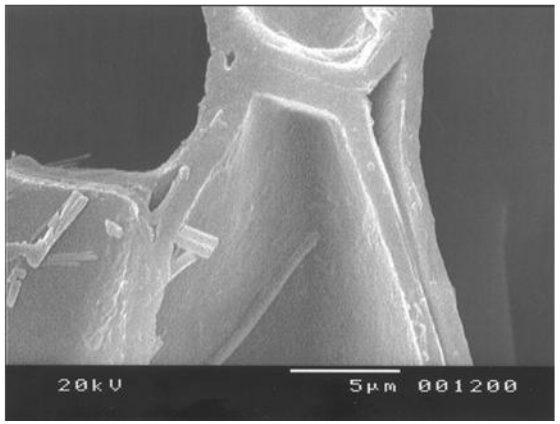
13. ¿Buena matera prima = garantía de recuperación?

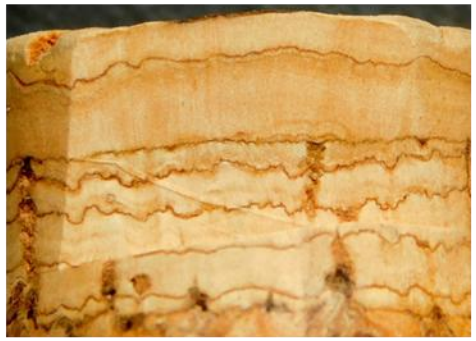


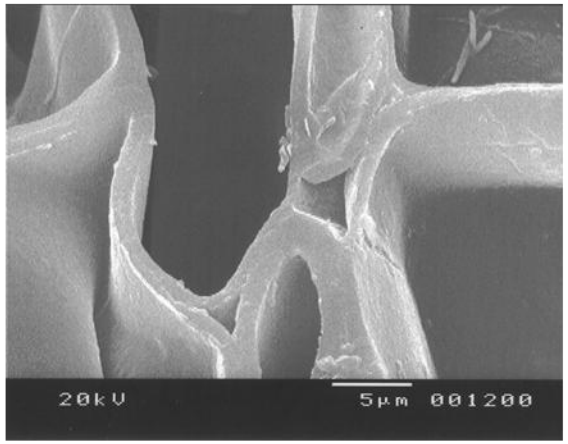
Huecos en paredes de células de corcho en disco de tapones usados



Impermeabilidad comprometida por huecos en la pared celular

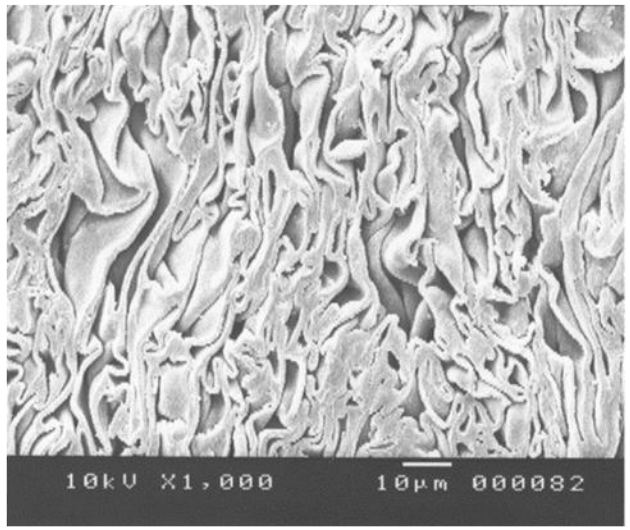




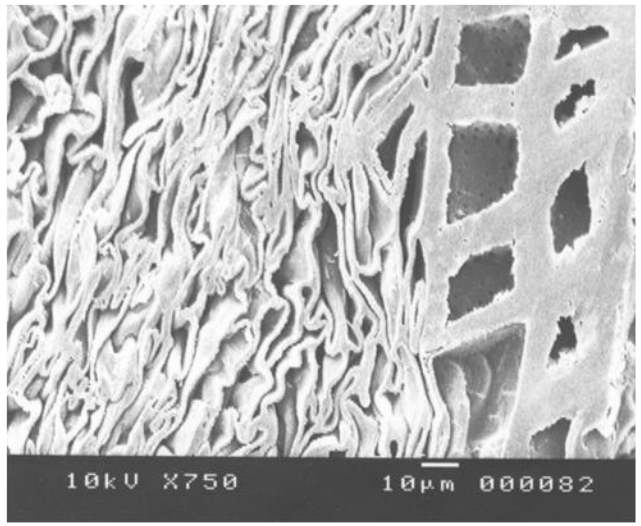


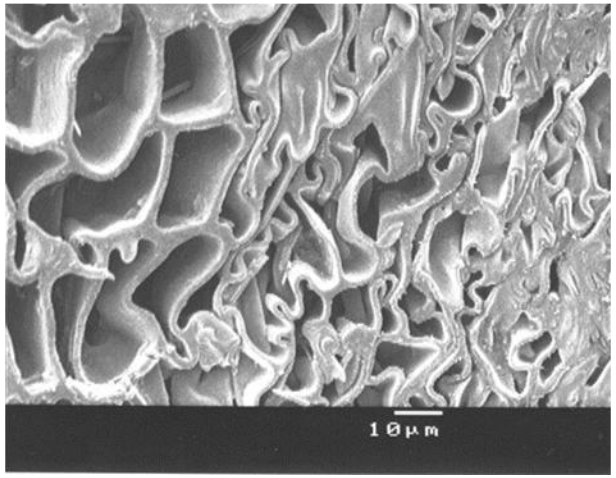
13. ¿Buena matera prima = garantía de recuperación?

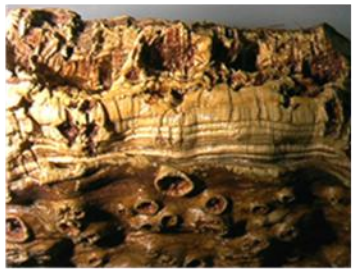
No



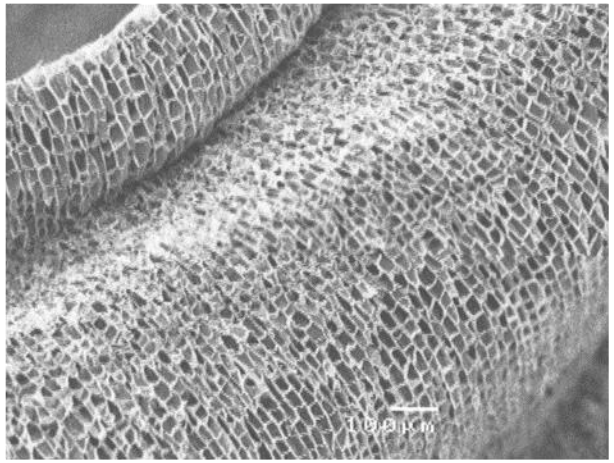
Colapso de células de corcho en disco usado







Colapso de células de corcho verde crudo, en proceso de secado



14. Conclusiones

- La selección de la materia prima con destino a discos de tapón para vinos espumosos ha de ser exigente, por las especiales condiciones de trabajo que tienen encomendadas.

- No respetar los tiempos necesarios para una adecuada diferenciación de las células de corcho puede comprometer la función de tapamiento, por déficit de impermeabilidad.

- La principal causa del efecto cuña y/o barrilete, en los tapones para vinos espumosos con discos de corcho natural, es la absorción de líquido por las células del corcho, favorecido por la posición tumbada de las botellas.

C´est le propre de la science de réduir sans cesse le nombre des phénomènes inexpliqués. PASTEUR.

El propósito de la ciencia es reducir constantemente el número de fenómenos inexplicables.

2020

ISO 16419:2013. Corcho. Anomalías visuales de los tapones de corcho para vinos tranquilos

CICYTEX (ICMC)- Abril 2023
Máximo García García

Índice

1 Justificación del trabajo	Pág 3
2 Introducción	Pág 4
3 Campo de aplicación	Pag 5-6
4 Gamas o niveles	Pág 7
5 Anomalías a considerar	Pág 8
5.1 Anomalías de la materia prima	Pág 9-12
5.2 Anomalías del proceso de fabricación	Pág 13-15

1 Justificación del trabajo

La motivación personal por conocer el actual nivel de concreción en las alteraciones de los tapones, de interés permanente en el sector del corcho y del vino, recogidas en publicaciones de países con tradición vitivinícola, caso de la *Charte des Bouchonniers Liègeur*s de la Federación Francesa de Sindicatos del Corcho (FFSL), así como en la norma ISO 16419, junto a la oportunidad de disponer de tapones de corcho natural, procedentes de ensayos de laboratorio que sirviesen de ejemplo para realizar esta presentación, ha sido la justificación que me ha llevado a afrontarla.

FFSL: FÉDÉRATION FRANÇAISE DES SYNDICATS DU LIÈGE
ISO : **I**nternational **O**rganization for **S**tandardization

2 Introducción

El corcho es un producto natural con importantes variaciones en su aspecto.

La clasificación de la materia prima por especialista, escogedor de corcho, determinará la calidad intrínseca del producto final : el tapón de corcho natural.

En el desarrollo de la norma ISO 16419 se proponen especificaciones de los tapones naturales con destino a vinos tranquilos para que las partes afectadas, vendedor y comprador, tengan, si así lo desean, una herramienta objetiva que facilite sus acuerdos.

Por otro lado, la permanente actualización de las normas, con el objetivo de adaptarse a la realidad del momento, hace que la vigente ISO 16419 de 2013 se encuentre pendiente de su nueva versión, ampliando el campo de aplicación a tapones multipiezas y reemplazando las definiciones conforme a ISO 633 de 2019, que aquí recogemos.

En esta presentación se muestran imágenes de las anomalías para su mejor comprensión.

3 Campo de aplicación

La ISO 16419:2013 se aplica a:

- Los tapones de corcho natural y natural colmatados semielaborados, que constan de una pieza (*o más (1)*), en la etapa de dimensiones definitivas.
- Los tapones de corcho natural y natural colmatados, constituidos de una pieza (*o más (1)*) , acabados y listos para su empleo.

Describe las anomalías de los tapones de corcho que el fabricante o el usuario final pueden detectar mediante un examen visual, en el control de recepción / expedición.

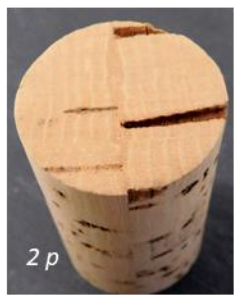
Estas anomalías, según su tamaño, pueden tener consecuencias funcionales o no funcionales pudiendo alterar, en mayor o menor medida, la capacidad de sellado de los tapones de corcho.

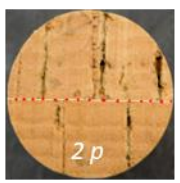
Sobre la base de un ejemplo de muestreo común se proponen, para todas estas anomalías, unas especificaciones de los tapones.

(1) En su borrador de 2021

3 Campo de aplicación

- Tapones semielaborados de una pieza de corcho natural y natural colmatados con dimensiones definitivas, así como los terminados listos para su uso





- *Tapones semielaborados de más de una pieza de corcho natural y natural colmatados de dimensiones definitivas, así como los terminados listos para su uso (1)*

(1) En borrador del año 2021 de la ISO 16419

4 Gamas o niveles

- Superior
- Estándar
- Inicial

Costados

Cabezas

5 Anomalías a considerar

- Grieta longitudinal
- Grieta transversal
- Galería de insecto
- Corcho verde
- Corcho doblado
- Vena seca
- Cabeza rota y/o biselada
- Espalda
- Exceso de colmatado
- Defectos de máquinas (asimetría, golpes, canales)
- Barriga

En el caso de tener más de una anomalía de consecuencias funcionales sólo se penalizará la considerada más importante

5.1 Anomalías de la materia prima

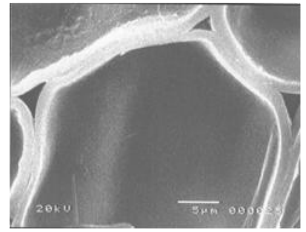
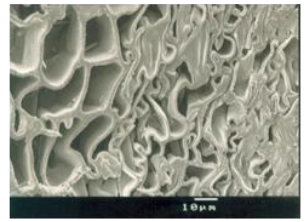
Anomalía	Definición ISO 633 (2019)	Umbral a considerar ¿ Consecuencia funcional?		Especificaciones según gama (muestra de 80 tapones)		
		Sí	No	Alta	Estándar	Inicial
Grieta longitudinal	(**3.5.6.3**) Tapón que presenta una abertura, o varias, de forma y longitud irregulares, que puede existir en el corcho de reproducción en el lado de la espalda. Se dice longitudinal si llega a la cabeza del tapón o si su proyección la alcanza. En los otros casos se llama transversal	Anchura ≥ 1,5 mm y/o una diferencia de nivel entre las partes ≥ 1,5 mm y > 50% de su longitud toca, comunica, con una cabeza		A 2/R 3 AQL 1,0	A 3/R 4 AQL 1,5	A 7/R 8 AQL 4,0
			Anchura ≥ 1,5 mm y/o una diferencia de nivel entre las partes ≥ 1,5 mm y de 20% a 50% de su longitud o > 50% de su longitud no comunica, no toca, la cabeza	A 5/R6 AQL 2,5	A 7/R 8 AQL 4,0	A 10/R 11 AQL 6,5
Grieta transversal		Anchura > 1,5 mm y/o una diferencia de nivel entre las partes >1,5 mm y > 50% de la circunferencia		A 2/R 3 AQL 1,0	A 3/R 4 AQL 1,5	A 10/R 11 AQL 6,5

A : Aceptado . R : Rechazado . AQL : Aceptable Quality Level

5.1 Anomalías de la materia prima

Anomalía	Definición ISO 633 (2019)	Umbral a considerar ¿ Consecuencia funcional?		Especificaciones según gama (muestra de 80 tapones)		
		Sí	No	Alta	Estándar	Inicial
Galería de insecto	**(3.5.6.6) Galería de gusano** .Tapón que presenta una o varias galerías obturadas, causadas por larvas de *Coroebus undatus*, generalmente siguiendo la misma capa anual, que afecta a todo o parte del diámetro o longitud del tapón y pudiendo alcanzar una o ambas cabezas. Dos orificios son visibles en la superficie del tapón	Un orificio situado sobre una cabeza y > 50 % de la longitud entre los dos orificios		A 2/R 3 AQL 1,0	A 3/R 4 AQL 1,5	A 5/R 6 AQL 2,5
			Dos orificios situados a menos de 10 mm de las cabezas sin que ninguno las alcance.	A 3/R 4 AQL 1,5	A 7/R 8 AQL 4,0	A 10/R 11 AQL 6,5
	(3.5.6.7) Galería de hormiga. Tapón que presenta una, o más, galería nítida y limpia provocada por unas hormigas, p.e. *Crematogaster scutellaris*, y que afectan a su diámetro o contorno pudiendo alcanzar una o ambas cabezas. Dos orificios son visibles en la superficie del tapón	Un orificio situado sobre una cabeza y > 50 % de la longitud entre los dos orificios		A 2/R 3 AQL 1,0	A 3/R 4 AQL 1,5	A 5/R 6 AQL 2,5
			Dos orificios situados a menos de 10 mm de las cabezas sin que ninguno las alcance.	A 3/R 4 AQL 1,5	A 7/R 8 AQL 4,0	A 10/R 11 AQL 6,5

5.1 Anomalías de la materia prima

Anomalía	Definición ISO 633 (2019)	Umbral a considerar ¿ Consecuencia funcional?		Especificaciones según gama (muestra de 80 tapones)		
		Sí	No	Alta	Estándar	Inicial
Corcho verde	**(3.5.6.4) Mancha de corcho verde.** Tapón que presenta una o varias manchas de corcho verde **seco**, deformado, que puede afectar a todo o parte del costado de los tapones, del lado de la barriga y/o tapón con una o varias manchas de corcho verde **fresco** (corcho que del lado de la barriga está formado por células con aspecto translúcido por contener aún savia) que pueden afectar a todo o parte del costado del tapón del lado de la barriga.	Depresión de la superficie superior a 1 cm^2 		A 2/R 3 AQL 1,0	A 3/R 4 AQL 1,5	A 7/R 8 AQL 4,0
			Depresión de la superficie entre 0,5 cm^2 y 1 cm^2	A 3/R 4 AQL 1,5	A 5/R 6 AQL 2,5	A 7/R 8 AQL 4,0

Las imágenes del microscopio electrónico de barrido (SEM) muestran los huecos en la pared de la célula del corcho verde estructural que compromete la impermeabilidad del tejido.
En la imagen inferior el colapso de las células de corcho verde crudo durante su oreo-secado en condiciones ambientales es manifiesto, lo que explica su contracción si se procesa húmedo.

5.1 Anomalías de la materia prima

Anomalía	Definición ISO 633 (2019)	Umbral a considerar ¿ Consecuencia funcional?		Especificaciones según gama (muestra de 80 tapones)		
		Sí	No	Alta	Estándar	Inicial
Corcho doblado	(3.1.3.7) Tapón que presenta una , o varias, venas con dos capas de otoño juntas, lo que puede conducir a una separación localizada de las capas del tejido suberoso.	Separación, abertura, del tapón en dos partes por acción manual.		A 2/R 3 AQL 1,0	A 3/R 4 AQL 1,5	A 7/R 8 AQL 4,0
Vena seca	(3.1.3.6) Tapón con una , o varias, capa de otoño lignificada de gran espesor, anormal, que puede conducir a una separación localizada parcial o total de las capas del tejido suberoso	Separación, abertura, del tapón en dos partes por acción manual		A 2/R 3 AQL 1,0	A 3/R 4 AQL 1,5	A 7/R 8 AQL 4,0

Ver página 14 de la presentación 5/16 Discos de corcho para tapones de vinos espumosos,...un destino exigente. Se corresponde con página 87 de Maxcorcho

5.2 Anomalías del proceso de fabricación

Anomalía	Definición ISO 633 (2019)	Umbral a considerar ¿ Consecuencia funcional?		Especificaciones según gama (muestra de 80 tapones)		
		Sí	No	Alta	Estándar	Inicial
Cabeza rota y/o biselada	(3.5.6.10) Tapón donde una o ambas cabezas son oblicuas debido a un defecto de perforación o recorte de la rebanada.	Afecta a ≥ 1/3 de la circunferencia de la cabeza y tiene una depresión ≥ 3 mm		A 2/R 3 AQL 1,0	A 5/R 6 AQL 2,5	A 10/R 11 AQL 6,5
Señal de espalda	Espalda (3.1.1.5) Parte externa del tejido suberoso en relación con el alcornoque	Parte lignificada y continua por perforar cerca de la espalda y que es visible en más del 20% de la longitud del tapón		A 2/R 3 AQL 1,0	A 3/R 4 AQL 1,5	A 7/R 8 AQL 4,0
			Parte lignificada y continua por perforar cerca de la espalda y que es visible entre el 10% y 20% de la longitud del tapón	A 3/R 4 AQL 1,5	A 7 /R 8 AQL 4,0	A 10/R 11 AQL 6,5

5.2 Anomalías del proceso de fabricación

Anomalía		Umbral a considerar ¿ Consecuencia funcional?		Especificaciones según gama (muestra de 80 tapones)		
		Sí	No	Alta	Estándar	Inicial
Exceso de colmatado	Aglomeraciones de polvo de corcho y cola en las cabezas y costado de los tapones	Masa en forma de cúpula con superficie superior a 3 mm^2		No concierne	A 3/R 4 AQL 1,5	A 5/R 6 AQL 2,5
Anomalía de revestimiento	Exceso de recubrimiento: aglomerados de productos de recubrimiento localizados en las cabezas y costado	Masa en forma de cúpula con superficie superior a 3 mm^2		A 2/R 3 AQL 1,0	A 3/R 4 AQL 1,5	A 5/R 6 AQL 2,5
Anomalías del tratamiento superficial	Acumulación de productos para el tratamiento de superficie susceptibles de desprenderse	Masa en forma de cúpula con superficie superior a 3 mm^2		A 2/R 3 AQL 1,0	A 3/R 4 AQL 1,5	A 5/R 6 AQL 2,5

5.2 Anomalías del proceso de fabricación

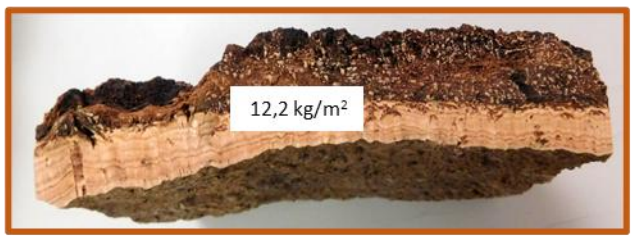
Anomalía	Definición ISO 633 (2019)	Umbral a considerar ¿ Consecuencia funcional?		Especificaciones según gama (muestra de 80 tapones)		
		Sí	No	Alta	Estándar	Inicial
Anomalía de pegado	Tapón que presenta una o varios defectos de pegado que pueden conducir a una separación localizada parcial o total de las piezas que constituyen al tapón multipieza	Separación del tapón en dos partes por acción manual		A 2/R 3 AQL 1,0	A 3/R 4 AQL 1,5	A 7/R 8 AQL 4,0
Defectos de máquina (asimetrías, golpes de herramientas, canales)	(3.5.6.11) Canal que puede afectar a parte o toda la longitud del tapón debido a una perforación de la gubia que se superpone a la del hueco dejado por el tapón obtenido previamente.	Anchura > 1,5 mm y/o una diferencia de nivel entre ambas partes de >1,5 mm, afectando >50% de la longitud del tapón y tocando una cabeza.		A 2/R 3 AQL 1,0	A 3/R 4 AQL 1,5	A 7/R 8 AQL 4,0
	Defecto de maquina. Tapón presentando un canal o una “espiral”		Anchura > 1,5 mm y/o una diferencia de nivel entre ambas partes < 1,5 mm, afectando entre el 20% y el 50% de la longitud del tapón y tocando una cabeza	A 3/R 4 AQL 1,5	A 5/R 6 AQL 2,5	A 7/R 8 AQL 4,0

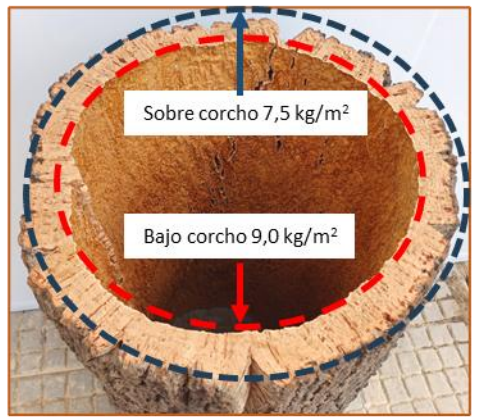
5.2 Anomalías del proceso de fabricación

Anomalía	Definición ISO 633 (2019)	Umbral a considerar ¿ Consecuencia funcional?		Especificaciones según gama (muestra de 80 tapones)		
		Sí	No	Alta	Estándar	Inicial
Barriga	Barriga o vientre (3.5.6.5) Tapón que presenta irregularidad de tamaño y forma variable de la parte interna del corcho en relación con el alcornoque.	Pequeña cavidad de contorno delimitado que resulta de un perforado demasiado próximo a la cara interior de la plancha, visible sobre más del 30 % de la longitud del tapón y con una profundidad en el centro > 1,5 mm		A 2/R 3 AQL 1,0	A 3/R 4 AQL 1,5	A 7/R 8 AQL 4,0

230413
Gracias
Máximo García García

Densidad superficial del corcho (kg corcho / m^2)





Máximo García García 230705

Índice

1 Justificación	Pág 3
2 Introducción	Pág 4
3 Muestras : 200 muestras individuales evaluadas	Pag 5
4 Equipos y medios utilizados	Pág 6
5 Datos en la bibliografía de la producción de corcho por metro cuadrado	Pág 7-9
6 Resultados altos. Densidad superficial (kg/m^2) > 10,5 , al 6,0% de humedad	Pág 10-17
7 Resultados medios. 10,5 ≥ Densidad superficial (kg/m^2) ≥ 6,0 , al 6,0% de humedad	Pág 18-55
8 Resultados bajos. Densidad superficial (kg/m^2) < 6,0 , al 6,0% de humedad	Pág 56-70
9 Producción de células de corcho por metro cuadrado y día	Pág 71-72
10 Balance de masas, del alcornocal al producto de corcho	Pág 73
11 Comentarios	Pág 74-75
12 Conclusiones	Pág 76

1 Justificación

La extrañeza producida por el dato de producción de corcho crudo en Extremadura, aproximadamente 11,3 kg/m^2 -considerando el peso al 14% de humedad-, utilizado en la estimación económica de un informe de 2023, en corcho de 9 años, me llevó a realizar una serie de determinaciones con, entre otros, el material disponible en el centro del ICMC para corroborar que estaba justificado.

Además, disponía de algunas muestras con curiosidades que me habían llamado la atención y ésta era una oportunidad para mostrarlas.

Por otro lado, con esta presentación también pretendo hacer un reconocimiento al cuerpo de guardas del Instituto de Conservación de la Naturaleza, ICONA, en el que ingresé como funcionario (BOE n° 109 de 7 de mayo de 1985) y cuyo desempeño me permitió reconocer a los seres vivos que me acompañaban en el campo desde mi infancia.

2 Introducción

Son muchos los factores que intervienen en la producción de corcho en árbol por metro cuadrado de superficie descorchada, entre otros la intensidad del descorche, número de descorches, estado fitosanitario del alcornoque, turno, área basimétrica/hectárea, homogeneidad del alcornocal, condiciones climáticas, edáficas, "calidad de la estación".....

Por otro lado, la diversidad de criterio que he encontrado para expresar los resultados, siendo cuestión de un simple acuerdo, resulta desalentador. Encontramos datos con el literal "corcho fresco", recién extraído, corcho seco, secado al aire, peso anhidro, al 15%, al 7%, estabilizado higroscópicamente, … incluso sin precisar.

En este sentido, también existe un sinnúmero de condiciones para el control que nos ocupa: corcho de fuste vs corcho de ramas, densidad sobre corcho vs densidad bajo corcho - según el perímetro antes o después del descorche-, corcho crudo vs hervido, corcho raspado vs corcho sin raspar, ... por no hablar de la edad del corcho.

En fin, por muy deseable que sea es imposible dar un dato que represente a todos los corchos y, por ello, cada caso requiere de evaluación personalizada. No obstante, nos gusta reducir al máximo las fluctuaciones a la hora de predecir resultados y el dato promedio de producción de corcho por metro cuadrado no lo abandonaremos, como tampoco renunciamos a los rendimientos del kilo de corcho en la producción de tapones, naturales o aglomerados, sea el kilo de corcho crudo o hervido, con o sin raspa, seco o "fresco", grueso o delgado, flor o refugo, de Extremadura o de Andalucía....

En Portugal se acepta que un metro cuadrado de pana de corcho seco (se entiende que al aire) pesa, en promedio, 7,5 kg/m^2, valor utilizado para los cálculos de producción basados en la superficie de descorche. (*Subericultura. Joaquim Vieira Natividade, año 1950 pág 310.*).

He agrupado los resultados en tres segmentos, a los que he dado la consideración de bajos, medios y altos, sin que haya encontrado referencias para justificar la decisión tomada por iniciativa propia.

3 Muestras: 200 muestras individuales evaluadas

Muestras : 50 trozos, 2 árboles con corcho segundero crudo del ICMC, 113 calas de corcho hervido de tres ristras de la suberoteca ICMC y 35 planchas particulares de corcho fábrica crudo, calidad flor. Total 200.

De las muestras evaluadas se excluyó el corcho bornizo. El único criterio seguido para su obtención fue el de oportunidad, bien por encuentro casual en el campo - corcho de rebusca-, por disponer de las mismas en las instalaciones del ICMC - ristras, muestras sueltas y descorches para didáctica de visitas-, almacenadas bajo galpón particular - planchas de descorches anteriores en previsión de estudios sin determinar-, etc.

Siendo así, la diversidad de las mismas es evidente, no sólo por su tamaño -dimensiones y peso- sino también por la etapa industrial - crudo o hervido- y procedencia.

Todas ellas las consideramos válidas para nuestro propósito : la densidad superficial del corcho que nos podemos encontrar.

4 Equipos y medios utilizados

.Equipo analógico **Aqua Boy**, Modelo KOM I, con rango de medida 2 a 10% y graduación 0,5%
.Estufa digital **P Selecta** provista de ventilación forzada para secado a 103 +/- 2ºC
.Balanza digital **Cobos** CB Complet de 420 g de capacidad y 0,001 g de resolución
.Balanza digital ***gram*** serie CK de 6 kg de capacidad y 0,1 g de resolución
.Balanza digital **Mettler** PJ15 de 15 kg de capacidad y 1 g de resolución
.Dinamómetro digital **Kkarp XTR** de 50 kg capacidad y 10 g de resolución

.Micrómetro digital **Mitutoyo** Modelo CD-15DP de 150 mm de rango y 0,01 mm de resolución
.Flexómetro analógico de 5 m y graduación 1 mm
.Regla metálica analógica de 1 m y graduación 1 mm

.Sierra, cutter y equipo de lijado con banda.

.Programas de Microsoft Office: Powerpoint, Excell y Word. Cuaderno de laborante.

5 Datos en la bibliografía de la producción de corcho por metro cuadrado (1/3)

Subericultura. Joaquim Vieira Natividade (1950)- Pág 310-311			
Estado del corcho	Kg/m^2	Observaciones	
Crudo	**7,5**	Secado al aire. Utilizado en cálculos de producción basados en la superficie de descorche	Aceptación general
Crudo de fuste con 10 años	10,185± 0,391	Recién extraído	Valores medios del estudio con 45 árboles en la Estaçâo do Sobreiro.
	8,046	Secado al aire	
Crudo de ramas con 10 años	8,182± 0,348	Recién extraído	
	6,463	Secado al aire	
Crudo de fuste y ramas con 9 años	9,466	Tras la extracción	Valores medios. Estudio con 175 árboles.
	7,475	Secado al aire	
Crudo con 10 años	De 7 a 7,6	Secado al aire	Lamey (1893)
Raspado y cocido	De 5,6 a 6,0		
Crudo	8	Recién extraído	Cunha Monteiro (1920)
	6,320	Secado al aire	

5 Datos en la bibliografía de la producción de corcho por metro cuadrado (2/3)

Más datos publicados de producción de corcho por metro cuadrado.					
Estado del corcho	Kg/m²		Observaciones		
Crudo De 10 a 48 años	8,8		2032 piezas de 20*20 cm de 4 zonas corcheras catalanas 31,8 mm calibre medio en crudo. Saca de 1991. Al 15% de humedad.		1993.Caracterización productiva de los alcornoques catalanes J.R. González Adrados , G. Montero González., C. Ortega Muela .
Crudo De 9 años	8,8	9,7	A 30 cm altura	135 calas de 16*16 cm. 15 alcornoques en finca La Herguijuela (Cáceres) Secado al aire Volumen directo (Arquímedes)	2001.Variabilidad de los parámetros característicos del corcho en plancha con la altura de extracción. González F., González J.R.., García de Ceca J.L., González M.
		7,6	A 230 cm altura		
Hervido	8,3	9,1	A 30 cm altura	Alturas toma muestras 30-80-130-180 y 230 Calibre medio 31,7 mm Estabilizado higroscópicamente	
		7,2	A 230 cm altura		
Hervido	8,0656		772 calas de 20*20 cm de la suberoteca del INIA. Superficie para cálculos a través del volumen directo (Arquímedes) multiplicado por el calibre. Calibre medio de las calas 33,8766 mm Corchos de Cádiz 9 , Sevilla 5, Gerona 2, Cáceres 1 y Badajoz 1 Estabilizadas higroscópicamente		2013. Revisión y desarrollo de modelos de clasificación del corcho en plancha. Tesis. David de Benito Lázaro (Pág 18, y 40)
Hervido De 9 años	6,17 ±0,04		Zona costera	. Árboles con 3 estados de salud. Corchos delgados Espesor<27 mm Grosor medio raspa 4,76mm 40 muestras de 15*15 cm por zona. Estabilizado higroscópicamente.	2013. Short communication. Effect of the health status on the cork production characteristics of Western Algeria cork oak stands. B. Dahane, R. T. Bouhraoua, J. L. García de Ceca and J. R. Gonzalez-Adrados
Hervido De 9 años	7,50±0,39		Zona montaña		
Hervido De 12 años	5,91		240 calas de 20*20 cm a 1,30 m de altura Calibre medio 26,50 mm Peso al 7% de humedad		2018 Caracterización del crecimiento y de la calidad del corcho de los alcornocales del Noroeste de Argelia (región de Orán). B. Dahane

5 Datos en la bibliografía de la producción de corcho por metro cuadrado (3/3)

Congresso mundial do sobreiro y da cortiça. Lisboa, año 2000						
Estado del corcho	Kg/m²	Observaciones				
Crudo	7,7±1,8	194 muestras secadas al aire.				Caracterización productiva de los alcornocales y el corcho de Extremadura Cardillo Amo E. Pág 713.
Hervido	6,7±1,6					
Crudo	6,56	Cálculo geométrico			82 probetas de 2*4 cm de corcho andaluz y catalán Peso anhidro	Las densidades volumétricas y superficiales antes y después del hervido y su aplicación al cálculo de las expansiones en volumen, superficie y calibre de las planchas de corcho. González Hernández, F ; González Adrados, J. R; García de Ceca, J. L .; García Arcal, J.; González Hernández, M . Pág 385
	6,82	Cálculo por principio de Arquímedes				
Hervido	6,19	Cálculo geométrico				
	6,52	Cálculo por principio de Arquímedes				
Crudo	8,78	Con/Sin Poda	Calibre (mm)	Años/Parcela	Tres parcelas de ensayo de 40 árboles cada una. Peso en verde, inmediatamente después de la extracción. Calibre tras la extracción, con raspa	Influencia de la poda en la producción de corcho en alcornoques adehesados de Extremadura. Montero, G.; Cañellas, I.; Bachiller, A. Pág 744
		Con Poda	28,33	11 años Herguijuela		
	9,74	Sin Poda	31,06			
	9,54	Con Poda	32,06	10 años Valcorchero I		
	10,22	Sin Poda	32,97			
	8,22	Con Poda	26,55	10 años Valcorchero II		
	8,52	Sin Poda	27,13			

6 Resultados altos

densidad superficial > 10,5 kg/m^2

al 6,0% de humedad

Corcho supergrueso con 65 años (corcho criado)

Corcho supergrueso con 65 líneas de crecimiento. Suberoteca ICMC					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
28,2	8,1	15,33	6,0	784,9	34,4
			14,0	*857,9*	*37,6*
			30,0	*1053,9*	*46,1*

L: longitud
A: anchura
ECR: espesor con raspa
%H: porcentaje de humedad
P: peso
Kg/m^2 : densidad superficial

Muestra del laboratorio del ICMC para didáctica de visitas : corcho supergrueso
Ha permanecido unos 35 años en el ICMC antes de esta evaluación
Las líneas de crecimiento en costado, firmeza, indicadoras de los años trascurridos desde el último descorche, son ~65
De este modo puede considerarse como corcho criado al tener acumulado dos o más turnos de descorche.
Muestra sin trazabilidad

Corcho criado, 19 años

Corcho criado, 19 años. Suberoteca ICMC . 2529- I-Ǝ.				
Superficie (cm^2)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
773,6	8,6	6,0	1168	15,1
		14,0	*1277*	*16,5*
		30,0	*1569*	*20,3*

Muestra recogida en la suberoteca del ICMC
Las líneas de crecimiento en costado, firmeza, indicadoras de los años trascurridos desde el último descorche, son 19.
Tiene acumulados dos turnos de descorche de 9 años (9+9 = 18), de ahí su consideración de criado.
Muestra sin trazabilidad

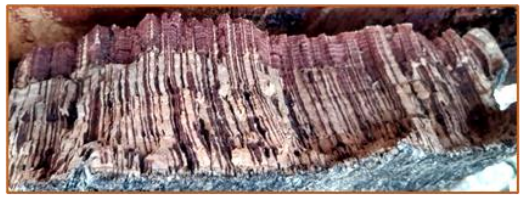
Corcho crudo de rebusca

Corcho de reproducción crudo, rebusca con 9 años. Saca de 2023					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
15,7	12,9	4,04	6,0	268,0	13,2
			14,0	*292,9*	*14,5*
			30,0	*359,9*	*17,8*

Muestra de corcho crudo de 9 años, rebusca en Cornalvo, saca 2023
Se recoge en julio de 2023

Corcho criado y crudo, 18 años. Pasmo

Corcho criado y crudo, 18 años. Saca 2023. Pasmo				
Superficie (cm^2)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
595,0	4,50	6,0	769,7	12,9
		14,0	*841,3*	*14,1*
		30,0	*1033,6*	*17.4*



Muestra de rebusca tras dercorche en Cornalvo, año 2023
Las líneas de crecimiento en costado son 18 (9+9 = 18, dos turnos de 9 años acumulados, es criado).
En los últimos años de crecimiento presenta capas de células disociadas - "tierra"- propias del interior de los poros lenticelares que indican modificación de la expresión genética en la mayoría de las células del felógeno

Raspa excepcional, 17 mm de grosor, en corcho hervido

Corcho hervido con grosor de raspa excepcional					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
16,4	10,1	3,08	6,0	180,2	12,2
			14,0	*197,0*	*13,4*
			30,0	*242,0*	*16,4*

L: longitud en cm
A: anchura en cm.
ECR : espesor con raspa en cm
%H : humedad en kg agua/100kg corcho húmedo.
P : peso en g
Kg/m^2 : densidad superficial
Los datos en cursiva se han obtenido mediante cálculos y con el supuesto de que no hay variación dimensional significativa

Muestra recogida el año 2018 en una empresa de San Vicente de Alcántara dedicada a la fabricación de discos de corcho natural para tapón de vinos espumosos. Permanece en el laboratorio del ICMC hasta estas determinaciones. ¡ El grosor de la raspa es de 17 mm !

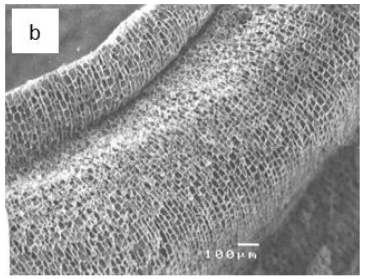
Corcho de Italia. Hervido, ~ 15 años

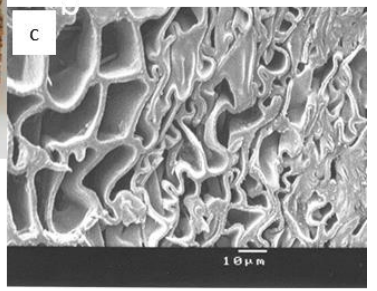
Corcho hervido procedente de Italia, ~ 15 años					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
24,2	13,6	5,67	6,0	368,2	11,2
			14,0	*406,6*	*12,2*
			30,0	*499,6*	*15,0*

Muestra procedente de los ensayos realizados en la planta de ECOTRAFOR en San Vicente de Alcántara, año 2012, con corcho procedente de Italia que tenía alto contenido de 2-4-6 TCA. La firmeza, líneas de crecimiento en el costado, es ~ 15

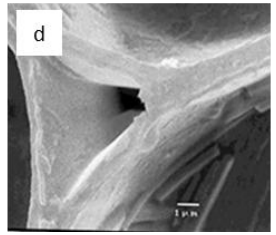
Corcho verde estructural crudo del alcornoque “Raíz perfecta”

Corcho crudo, con verde estructural					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
9,5	8,3	3,40	6,0	84,0	10,7
			14,0	*91,8*	*11,6*
			30,0	*112,8*	*14,3*





Muestra recogida en dehesa de Santibáñez el Bajo durante la saca de 1995
Permanece en laboratorio del ICMC hasta su control para esta determinación en 2023
El alcornoque que produce este corcho presenta una raíz con hueco del cual salen brotes en su perímetro (a)
Todo el corcho adolece de este defecto, que continuó en las sacas sucesivas, 2004 y 2013
La humedad en el momento del control, determinada con equipo Aqua Boy, fue del 6,0% y sobre este resultado se realizaron los cálculos para el peso
En las imágenes del microscopio electrónico de barrido (b) (c) se aprecia el colapso de las células de corcho crudo durante el secado al aire, hay contracción.
Diferenciamos conceptualmente corcho verde estructural, con huecos permanentes en la pared central de las células (d) haciéndolo más permeable, como es esta muestra del corcho verde coyuntural que todo el corcho presenta en las capas recién formadas por las últimas divisiones de las células del felógeno.



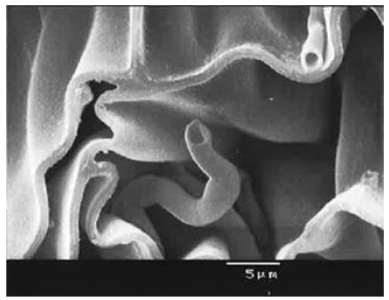
7 Resultados medios

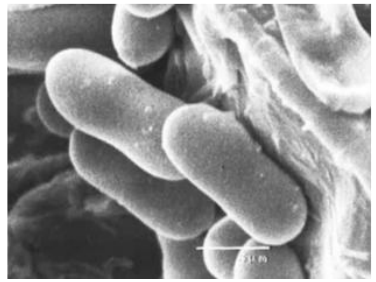
10,5 ≥ Densidad superficial (kg/m^2)≥ 6,0 al 6% de humedad

Corcho crudo, “ avinagrado”, 9 años

Corcho de reproducción crudo, “avinagrado”					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
34,8	13,5	3,69	6,0	489,4	10,4
			14,0	*534,9*	*11,4*
			30,0	*657,1*	*14,0*

Muestra de corcho crudo de 9 años, rebusca en Cornalvo, año 2023
Pertenece a una plancha desprendida del fuste por golpeo durante operaciones de laboreo





Las imágenes de SEM que mostramos son de corcho crudo procedente de calas del ICMC, corcho que hemos considerado “avinagrado” por presentar manchas de color vinoso que al corte se evidencian, con el paso del tiempo cambian su tonalidad en el área expuesta atenuando o desapareciendo su coloración rojiza. En las imágenes SEM se aprecian estructuras de los microorganismos que se han desarrollado, hifas y esporas generalmente, muy abundantes en los poros lenticelares, aunque también pueden tener continuidad en células de corcho próximas. Estas estructuras probablemente se destruyan en el proceso de hervido y, si han alcanzado zonas internas del tejido, afectarán a su permeabilidad.

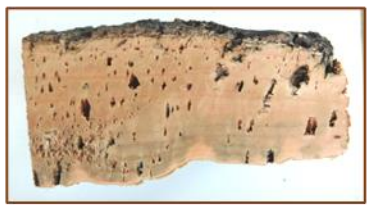
Corcho hervido, 10 años

Corcho de reproducción hervido.					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
25,5	22,0	3,74	6,0	546,1	9,7
			14,0	*506,9*	*10,6*
			30,0	*733,3*	*13,1*

Muestra del ICMC , sin trazabilidad, líneas sobre el costado para la edad del corcho: 10

Corcho hervido, “ avinagrado”, 9 años

Corcho de reproducción hervido, “avinagrado”					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
13,6	9,5	4,41	6,0	123,9	9,6
			14,0	*135,5*	*10,5*
			30,0	*166,4*	*12,9*



Muestra de corcho hervido de 9 años, rebusca en Cornalvo, año 2023
Pertenece a una plancha desprendida del fuste por golpeo durante operaciones de laboreo

Corcho segundero crudo, 9 años

Corcho segundero crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
43,1	14,9	3,81	6,0	598,4	9,3
			14,0	*654,1*	*10,2*
			30,0	*803,6*	*12,5*

Muestra de corcho segundero crudo, rebusca en Guijo de Granadilla, saca 2023
Es de un alcornoque descorchado en el margen de la carretera del embalse de Gabriel y Galán

Corcho crudo, (14S)

Corcho crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
13,9	7,8	3,46	6,0	100,3	9,3
			14,0	*109,6*	*10,1*
			30,0	*134,7*	*12,4*

Muestra de corcho crudo de 9 años, rebusca en Cornalvo, saca 2023
Se recoge en fecha del 23 de julio de 2023
Corcho con destino preferente para tapón de una pieza de corcho natural

Corcho hervido, 10 años

Corcho de reproducción hervido.					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
45,5	35,3	3,99	6,0	1469,3	9,1
			14,0	*1606,0*	*10,0*
			30,0	*1973,1*	*132,3*

Muestra del ICMC , sin trazabilidad, líneas sobre el costado para la edad del corcho : 10

Corcho segundero crudo del ICMC con 8 años

Corcho segundero crudo con 8 años. Descorchado el 6 de julio de 2023 en el ICMC							
A (cm)	PSC (cm)	PBC (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2(SC)	Kg/m^2 (BC)
114	160	128	5,09	6,0	16504	9,0	11,3
				14,0	*18040*	*9,9*	*12,2*
				30,0	*22163*	*12,2*	*15,2*

A : altura de descorche en cm
PSC: perímetro sobre corcho en cm, medido a media altura del descorche
PBC: perímetro bajo corcho en cm, medido a media altura del descorche
ECR : espesor con raspa en cm
%H : % de humedad en base húmeda, calculada utilizando el peso seco total, 15514 g, tras secado en estufa a 103ºC durante 50 horas de la plancha de mayor tamaño. El peso total húmedo tras la saca fue de 24355g. La humedad total fue del 36,3%., base húmeda (*)
P : peso en gramos
SC : sobre corcho
BC : bajo corcho
(*) Dato utilizado para calcular los pesos a las humedades que se indican
Los diámetros se determinaron antes y después de la saca, sobre corcho y sobre fuste descorchado respectivamente

El alcornoque tenía aporte de agua por goteo

Corcho crudo, (12S)

Corcho crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
24,7	13,4	3,04	6,0	296,3	9,0
			14,0	*323,8*	*9,8*
			30,0	*397,8*	*12,0*

Muestra de corcho crudo de 9 años, rebusca en Cornalvo, saca 2023
Se recoge en fecha del 23 de julio de 2023
Corcho con destino preferente para tapón de una pieza

Corcho hervido (5C)

Corcho de reproducción hervido.					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
48,6	16,6	3,42	6,0	718,7	8,9
			14,0	*785,5*	*9,7*
			30,0	*965,1*	*12,0*

Muestra del ICMC , sin trazabilidad, líneas sobre el costado para la edad del corcho : 9
Corcho con destino preferente para tapón de una pieza

Corcho crudo, (9R)

Corcho crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
15,1	15,0	2,00	6,0	198,6	8,8
			14,0	*217,1*	*9,6*
			30,0	*266,7*	*11,8*

Muestra de corcho crudo de 9 años, rebusca en Cornalvo, saca 2023
Se recoge en julio de 2023.

Corcho crudo, (2R)

Corcho crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
28,6	12,4	2,50	6,0	310,1	8,7
			14,0	*338,9*	*9,6*
			30,0	*416,4*	*11,7*

Muestra de corcho crudo de 9 años, rebusca en Cornalvo, saca 2023.
Se recoge en julio de 2023.

Corcho crudo, (5R)

Corcho crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
13,7	7,0	2,60	6,0	83,0	8,7
			14,0	*90,8*	*9,5*
			30,0	*111,5*	*11,6*

Muestra de corcho crudo de 9 años, rebusca en Cornalvo, saca 2023
Se recoge en julio de 2023

Corcho crudo, (3C)

Corcho crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
13,2	12,5	3,28	6,0	142,5	8,6
			14,0	*155,8*	*9,4*
			30,0	*191,4*	*11,6*

Muestra de corcho crudo de 9 años, rebusca en Cornalvo, saca 2023
Se recoge en julio de 2023.
Corcho con destino preferente para tapón de una pieza

Ristra de Las Palomas, con 20 calas de corcho de reproducción, año 1986

Corcho fábrica hervido- Ristra de 20 calas Las Palomas (Cáceres 1986).Datos medios. Suberoteca ICMC					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
7,6	10,7	4,0	6,0	69,6	8,5
			14,0	*76,1*	*9,4*
			30,0	*93,5*	*11,5*

Corcho fábrica: corcho de segunda o más reproducciones extraído en sacas posteriores al corcho segundero. Corcho *amadía* en portugués

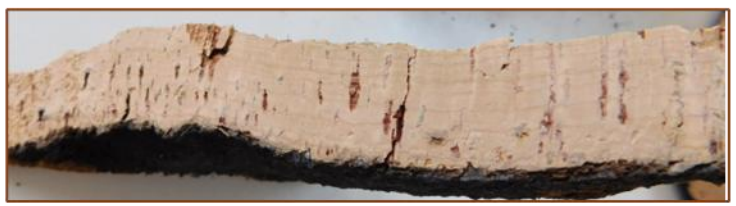
Superior a 10,5 kg/m^2 : 3 (15%)
Entre 10,5 y 6,0 kg/m^2 : 15 (75%)
Inferior a 6,0 kg/m^2 : 2 (10%)

Ristra código 24 del año 1986 con 20 calas de corcho de reproducción hervido y 9 años de crecimiento. Destaca la cala NC 1503 por su grosor, más de 10 mm /año

Costado de las calas con los valores extremos al 6.0% H
Mínimo, cala NC 1492, espesor 2,8 cm, 5,5 kg/m^2
Máximo, cala NC 1503, espesor 10,1 cm, 14,6 kg/m^2

Corcho crudo, (1R)

Corcho crudo				
Superficie (cm^2)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
110,5	2,50	6,0	94,4	8,5
		14,0	*103,1*	*9,3*
		30,0	*126,7*	*11,5*



Muestra de corcho crudo de 9 años, rebusca en Cornalvo, saca 2023
Se recoge en julio de 2023
Destino preferente discos para tapón clásico de vinos espumosos

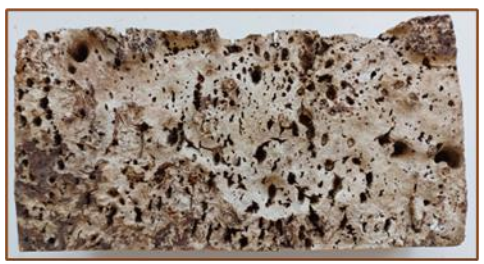
Corcho segundero crudo, (2C)

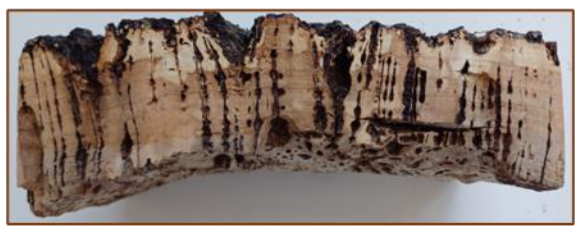
Corcho segundero crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
54,6	16,8	4,58	6,0	777,5	8,5
			14,0	*849,8*	*9,3*
			30,0	*1044,1*	*11,4*

Muestra de corcho segundero crudo
Pertenece al laboratorio del ICMC, utilizada en didáctica de visitas : corcho segundero flaco

Corcho crudo, (5S)

Corcho crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
15,3	8,2	4,46	6,0	106,4	8,5
			14,0	*116,3*	*9,3*
			30,0	*142,9*	*11,4*

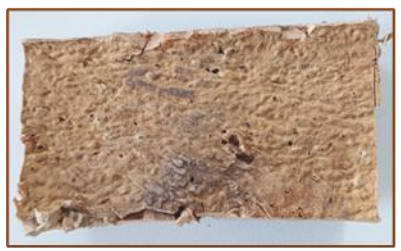




Muestra de corcho crudo de 9 años, rebusca en Cornalvo. Ha permanecido 9 años, al menos, en el monte tras la saca
Se recoge en fecha del 23 de julio de 2023. No apto para productos en contacto con alimentos

Corcho segundero crudo, 8 años

Corcho segundero, 8 años, crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
9,9	5,6	2,80	6,0	46,5	8,4
			14,0	*50,8*	*9,2*
			30,0	*62,5*	*11,3*



Muestra de corcho segundero crudo de 8 años, obtenido el 22 de junio de 2022 en Cornalvo

Corcho crudo, (2S)

Corcho crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
16,2	8,1	3,58	6,0	103,7	7,9
			14,0	*113,3*	*8,6*
			30,0	*139,2*	*10,6*

Muestra de corcho crudo de 9 años, rebusca en Cornalvo, saca 2023
Se recoge en fecha del 23 de julio de 2023

Corcho crudo, (7R)

Corcho crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
13,6	19,5	2,40	6,0	206,8	7,8
			14,0	*226,0*	*8,5*
			30,0	*277,7*	*10,5*

Muestra de corcho crudo de 9 años, rebusca en Cornalvo, saca 2023
Se recoge en julio de 2023

Ristra de La Fuente del Tallo, con 19 calas de corcho de reproducción, año 2001

Corcho de reproducción, corcho fábrica, hervido. Ristra de 19 calas. Fuente del Tallo (Guijo de Granadilla). Datos medios, Suberoteca ICMC					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
9,2	11,0	3,6	6,0	78.3	7,8
			14,0	*85,5*	*8,4*
			30,0	*105,1*	*10,4*

Corcho fábrica: corcho de segunda o más reproducciones extraído en sacas posteriores al corcho segundero. Corcho *amadía* en portugués

Superior a 10,5 kg/m^2 : 1 (5%)
Entre 10,5 y 6,0 kg/m^2 : 15 (79%)
Inferior a 6,0 kg/m^2 : 3 (16%)

Ristra código 101010 del año 2001 con 19 calas de corcho de reproducción hervido y 9 años de crecimiento

Costado de las calas con los valores extremos al 6 % H.
Mínimo, cala NC 9, espesor 2,5 cm, 4,9 kg/m^2
Máximo, cala NC 13, espesor 4,0 cm, 10,8 kg/m^2

Corcho crudo, (3S)

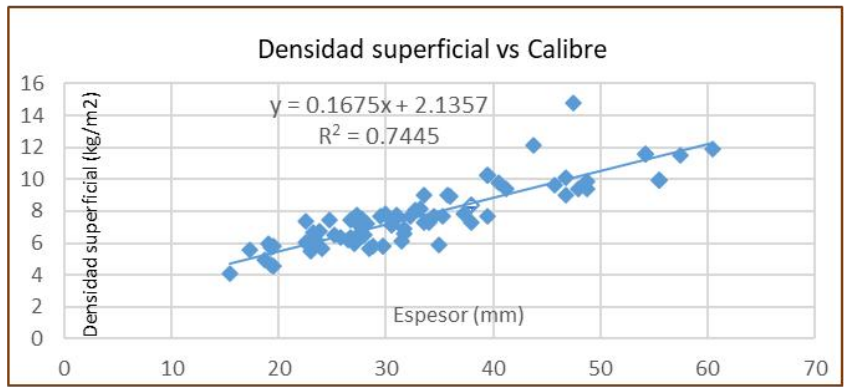
Corcho crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
22,0	6,4	4,10	6,0	108,2	7,7
			14,0	*118,2*	*8,4*
			30,0	*145,2*	*10,3*

Muestra de corcho crudo de 9 años, rebusca en Cornalvo. Ha permanecido 9 años, al menos, en el monte tras la saca
Se recoge en fecha del 23 de julio de 2023. No apto para productos en contacto con alimentos

Ristra de Peña Falcón, con 74 calas de corcho de reproducción, año 2009

Corcho de reproducción, corcho fábrica hervido. Ristra de 74 calas, Peña Falcón (Serradilla). Datos medios. Suberoteca del ICMC					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
9,5	11,0	3,2	6,0	80,2	7,7
			14,0	*87,6*	*8,4*
			30,0	*107,7*	*10,3*

Corcho fábrica: corcho de segunda o más reproducciones extraído en sacas posteriores al corcho segundero. Corcho *amadía* en portugués



Ristra código 209001 del año 2009 con 74 calas de corcho de reproducción, hervido y 10 años de crecimiento

Superior a 10,5 kg/m^2 : 5 (7%)
Entre 10,5 y 6,0kg/m^2 : 55 (74%)
Inferior a 6,0 kg/m^2 : 14 (19%)

Costado de las calas con los valores extremos al 6% H.
Mínimo, cala C 3, espesor 1,6 cm, 4,2 kg/m^2
Máximo, cala B 11, espesor 4,8 cm, 15,1 kg/m^2

Corcho crudo, (4C)

Corcho crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
19,2	20,6	3,28	6,0	300,4	7,6
			14,0	*328,4*	*8,3*
			30,0	*403,4*	*10,2*

Muestra de corcho crudo de 9 años, rebusca en dehesa de Guijo de Granadilla
Se recoge el 28 de agosto de 2011 y permanece en el laboratorio del ICMC para didáctica

Corcho crudo, (10R)

Corcho crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
11,5	12,0	2,00	6,0	104,1	7,5
			14,0	*113,7*	*8,2*
			30,0	*139,7*	*10,1*

Muestra de corcho crudo de 9 años, rebusca en Cornalvo, saca 2023.
Se recoge en julio de 2023.

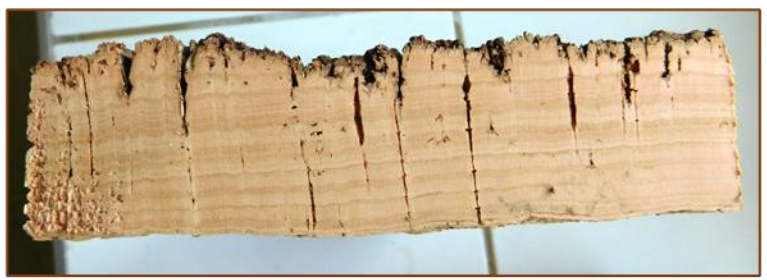
Corcho segundero crudo del ICMC con 8 años

Corcho segundero crudo con 8 años. Descorchado el 9 de mayo de 2023 en el ICMC							
A (cm)	PSC (cm)	PBC (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2(SC)	Kg/m^2(BC)
74,7	123	102,0	3,34	6,0	6894	7,5	9,0
				14,0	*7636*	*8,2*	*9,9*
				30,0	*9381*	*10,1*	*12,1*

A : altura del tronco de cono en cm
PSC: perímetro sobre corcho en cm, medido a media altura.
PBC : perímetro bajo corcho en cm, medido a media altura.
ECR : espesor con raspa en cm .
%H : Porcentaje de humedad. Se realizan, en fecha de 19 de julio de 2023 - tras 70 días de la saca-, 10 determinaciones de la humedad,4 en barriga y 3 en cada costado : superior e inferior; el valor medio fue de 5,0% y, con este valor y el peso en el momento de las determinaciones, 6821g, se calculó el peso seco dando como resultado 6480 g.
SC : Sobre corcho
BC : Bajo corcho
Los datos en cursiva se han obtenido mediante cálculos y con el supuesto de que no hay variación dimensional significativa
La altura y diámetros se determinaron a los 70 días de la saca sobre la pieza de corcho obtenida

Corcho hervido, (IV)

Corcho de reproducción, corcho fábrica hervido					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
30,5	14,6	3,86	6,0	330,5	7,4
			14,0	*361,4*	*8,1*
			30,0	*443,8*	*10,0*



Muestra de corcho hervido, con 9 años de crecimiento
No se conoce la trazabilidad, muestra para didáctica de visitas en el laboratorio ICMC

Corcho ¿hervido?, (VI)

Corcho ¿hervido?					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
38,5	28,8	2,34	6,0	825,5	7,4
			14,0	*902,3*	*8,1*
			30,0	*1108,5*	*10,0*

Muestra de corcho ¿ hervido? de 9 años
Es una muestra de la suberoteca del ICMC para didáctica de visitas, galería de insecto "cagá de milano"

35 planchas de corcho crudo con 12 y 13 años. Fuente del Tallo y La Esparraguera.

Corcho de reproducción, corcho fábrica crudo. 35 planchas, Fuente del Tallo (Guijo de Granadilla) y La Esparraguera (Santibáñez el Bajo). Saca de 2013. Datos medios.					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
96,9	49,9	3,3	6,0	3558	7,4
			14,0	*3889*	*8,0*
			30,0	*4778*	*9,9*

Las planchas se corresponden a corcho de buena calidad, con destino a tapón cilíndrico de una pieza de corcho natural, obtenidas en los descorches del 2013 de alcornoques en teselas de los montes de Santibáñez el Bajo y Guijo de Granadilla, finca La Esparraguera y La Fuente del Tallo, con 13 y 12 años de crecimiento Máximo 10,5 kg/m^2 Mínimo 5,3 kg/m^2. El almacenamiento de las planchas ha sido bajo galpón hasta su control para esta evaluación, en 2023

Superior a 10,5 kg/m^2 : 0 (0%)
Entre 10,5 y 6,0kg/m^2 : 29 (83%)
Inferior a 6,0 kg/m^2 : 6 (17%)

Corcho crudo, (1A)

Corcho crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
14,0	6,5	3,00	6,0	63,7	7,0
			14,0	*69,6*	*7,7*
			30,0	*85,5*	*9,4*

Corcho crudo con 9 años de crecimiento. Laboratorio del ICMC.
Se desconoce la trazabilidad

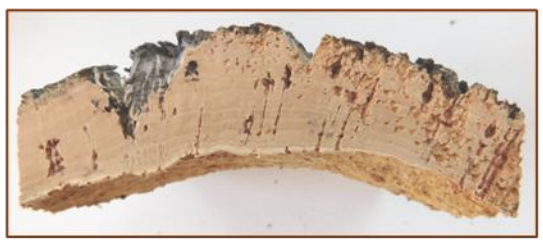
Corcho crudo, (4S)

Corcho crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
14,6	10,4	4,01	6,0	106,4	7,0
			14,0	*116,3*	*7,7*
			30,0	*142,9*	*9,4*

Muestra de corcho crudo de 18 años, rebusca en Cornalvo. Ha permanecido 9 años, al menos, en el monte tras la saca
Se recoge en fecha del 23 de julio de 2023. No apto para productos en contacto con alimentos

Corcho crudo, (6R)

Corcho crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
11,7	11,4	2,60	6,0	90,4	6,8
			14,0	*98,8*	*7,4*
			30,0	*121,4*	*9,1*



Muestra de corcho crudo de 9 años, rebusca en Cornalvo, saca 2023
Se recoge en julio de 2023

Corcho crudo, (16S)

Corcho crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
12,3	6,9	2,06	6,0	52,8	6,2
			14,0	*57,7*	*6,8*
			30,0	*70,9*	*8,4*

Muestra de corcho crudo de 9 años, rebusca en Cornalvo, saca 2023
Se recoge en fecha del 23 de julio de 2023

Corcho crudo, (2G)

Corcho crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
14,6	13,5	1,75	6,0	122,6	6,2
			14,0	*134,0*	*6,8*
			30,0	*164,6*	*8,3*

Muestra de corcho crudo de 9 años, rebusca en dehesa de Guijo de Granadilla, saca 2023
Se recoge el 8 de julio de 2023

Corcho crudo, (11S)

Corcho crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
31,3	13,0	1,59	6,0	246,3	6,1
			14,0	*269,2*	*6,6*
			30,0	*330,8*	*8,1*

Muestra de corcho crudo de 9 años, rebusca en Cornalvo, saca 2023
Se recoge en fecha del 23 de julio de 2023

Corcho crudo, (1S)

Corcho crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
24,5	5,5	1,86	6,0	81,2	6,0
			14,0	*88,7*	*6,6*
			30,0	*109,0*	*8,1*

Muestra de corcho crudo de 9 años, rebusca en Cornalvo, saca 2023
Se recoge en fecha del 23 de julio de 2023

Corcho crudo, (8r)

Corcho crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
16,5	16,5	1,80	6,0	162,2	6,0
			14,0	*177,3*	*6,5*
			30,0	*217,8*	*8,0*

Muestra de corcho crudo de 9 años, rebusca en Cornalvo, saca 2023
Se recoge en julio de 2023

8 Resultados bajos

Densidad superficial (kg/m^2)< 6,0 al 6% de humedad

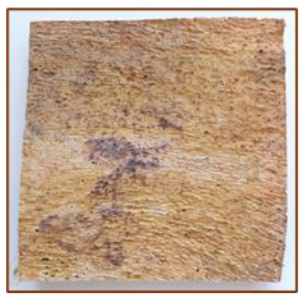
Corcho crudo, (6S)

Corcho crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
14,7	6,0	3,22	6,0	52,1	5,9
			14,0	*57,0*	*6,5*
			30,0	*70,0*	*7,9*

Muestra de corcho crudo de 9? años, rebusca en Cornalvo. Ha permanecido 9 años, al menos, en el monte tras la saca
Se recoge en fecha del 23 de julio de 2023. No apto para productos en contacto con alimentos

Corcho crudo, (13S)

Corcho crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
14,1	14,1	1,96	6,0	116,3	5,9
			14,0	*127,1*	*6,4*
			30,0	*156,2*	*7,9*



Muestra de corcho crudo de 9 años, rebusca en Cornalvo, saca 2023
Se recoge en julio de 2023
Destino preferente discos para tapón clásico de vinos espumosos

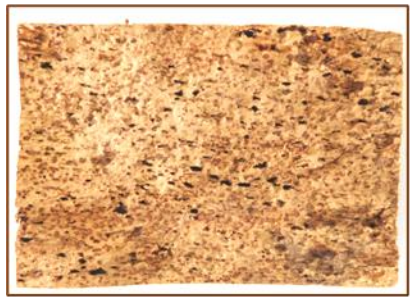
Corcho crudo, (1G)

Corcho crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
16,4	10,8	1,78	6,0	103,0	5,8
			14,0	*112,6*	*6,4*
			30,0	*138,4*	*7,8*

Muestra de corcho crudo de 9 años, rebusca en dehesa de Guijo de Granadilla, saca 2023.
Se recoge el 8 de julio de 2023.

Corcho crudo, (3R)

Corcho crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
15,3	10,5	1,20	6,0	93,2	5,8
			14,0	*101,9*	*6,3*
			30,0	*125,1*	*7,8*



Muestra de corcho crudo de 9 años, rebusca en Cornalvo, saca 2023
Se recoge en julio de 2023

Corcho crudo, (15S)

Corcho crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
12,7	9,0	1,72	6,0	65,5	5,7
			14,0	*71,6*	*6,3*
			30,0	*88,0*	*7,7*

Muestra de corcho crudo de 9 años, rebusca en Cornalvo, saca 2023
Se recoge en fecha del 23 de julio de 2023

Corcho hervido, delgado y exfoliado

Corcho fábrica hervido, defecto de exfoliado					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
33,0	9,6	2,79	6,0	178,4	5,6
			14,0	*195,0*	*6,2*
			30,0	*239,6*	*7,6*

Corcho fábrica: corcho de segunda o más reproducciones extraído en sacas posteriores al corcho segundero. Corcho *amadía* en portugués

Muestra recogida el año 2018 en una empresa de San Vicente de Alcántara dedicada a la fabricación de discos de corcho natural para tapón de vinos espumosos
Tiene 9 líneas de crecimiento anual. Permanece en el laboratorio del ICMC hasta estas determinaciones

Corcho crudo, (10S)

Corcho crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
46,6	13,0	1,59	6,0	335,9	5,5
			14,0	*367,1*	*6,1*
			30,0	*451,1*	*7,4*

Muestra de corcho crudo de 9 años, rebusca en Cornalvo, saca 2023
Se recoge en fecha del 23 de julio de 2023

Corcho crudo, (9S)

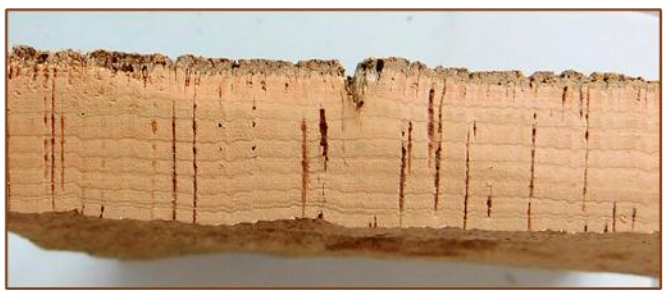
Corcho crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
7,9	5,5	3,22	6,0	23,5	5,4
			14,0	*25,7*	*5,9*
			30,0	*31,6*	*7,3*

Muestra de corcho crudo de 9 años, rebusca en Cornalvo. Ha permanecido 9 años, al menos, en el monte tras la saca
Se recoge en fecha del 23 de julio de 2023. No apto para productos en contacto con alimentos

Corcho hervido, (I)

Corcho fábrica hervido					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
27,7	20,2	2,20	6,0	292,2	5,2
			14,0	*319,4*	*5,7*
			30,0	*392,4*	*7,0*

Corcho fábrica: corcho de segunda o más reproducciones extraído en sacas posteriores al corcho segundero. Corcho *amadía* en portugués



Muestra de corcho hervido de 9 años. Corcho delgado (estrecho pero de buena calidad)
Es una muestra utilizada en el laboratorio del ICMC para didáctica de visitas, corcho delgado vs corcho flaco

Corcho crudo, (8S)

Corcho crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
9,7	5,4	3,22	6,0	25,2	4,8
			14,0	*27,7*	*5,3*
			30,0	*34,0*	*6,5*

Muestra de corcho crudo de 9 años, rebusca en Cornalvo. Ha permanecido 9 años, al menos, en el monte tras la saca
Se recoge en fecha del 23 de julio de 2023. No apto para productos en contacto con alimentos

Corcho con barriga doble

Corcho “doble barriga”, sin trazabilidad, con 9 líneas de crecimiento				
Superficie (cm^2)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
107,5	3,17	6,0	50,3	4,7
		14,0	*55,0*	*5,1*
		30,0	*67,5*	*6,3*

El corcho con doble barriga carece de raspa. **Este corcho queda limitado a un área pequeña** donde tras desprenderse el corcho no se ha producido la muerte del felógeno, o el felógeno nuevo sustituye al anterior sin necesidad de capa de protección generada en la capa madre por secado tras la saca y, por ello, carece de raspa.

(***Pag 186 Subericultura .Joaquim Vieira Natividade. Traducción de Gregorio Montero.*** *La repercusión de las influencias externas en el espesor de la raspa se hace evidente cuando se protege el tronco después de la saca con el propio corcho extraído - proceso CAPGRAND-MOTHES 1883- o con cualquier otro revestimiento.*
En tales condiciones, bien el felógeno primitivo puede seguir funcionando, o bien la nueva capa generadora se forma muy próxima a la superficie, en el felodermo o en las regiones externas del liber inactivo)

La muestra la entregó al IPROCOR el Sr. Héctor Morell en la década de 1990 como curiosidad, cuando se estaban desarrollando los tapones cilíndricos de dos piezas de corcho natural para vinos tranquilos, la pregunta que hizo fue ¿ Dónde está la línea de pegado?, la cual era inexistente .Este corcho es anecdótico.

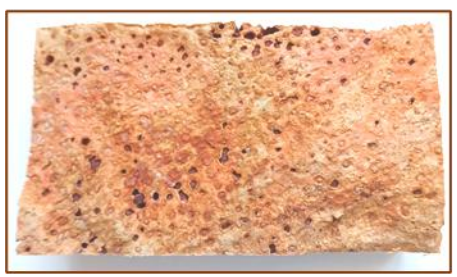
Corcho crudo, (7S)

Corcho crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
9,4	8,4	1,91	6,0	32,7	4,1
			14,0	*35,8*	*4,5*
			30,0	*44,0*	*5,6*

Muestra de corcho crudo de 9 años, rebusca en Cornalvo. Ha permanecido 9 años, al menos, en el monte tras la saca
Se recoge en fecha del 23 de julio de 2023. No apto para productos en contacto con alimentos

Corcho crudo, (17S)

Corcho crudo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
8,0	4,6	1,20	6,0	14,0	3,8
			14,0	*15,3*	*4,2*
			30,0	*18,8*	*5,1*



Muestra de corcho crudo de 9 años, rebusca en Cornalvo, saca 2023
Se recoge en fecha del 23 de julio de 2023

Corcho crudo “Delgadinha”

Corcho crudo, Delgadinha, rebusca con 9 años, sin trazabilidad. Cornalvo					
L (cm)	A (cm)	ECR (cm)	% H	P (g)	Kg/m^2
13,7	11,6	1,0	6,0	45,2	2,9
			14,0	*49,4*	*3,2*
			30,0	*60,6*	*3,9*

“ Delgadinha” es un término incluido en la norma portuguesa NP-1698 de 1980 que lo define como corcho 09/22 mm de espesor y, para esta muestra, dentro del subcalibre 09/14 mm. La norma se refiere a corcho hervido y clasificado pero esta muestra es corcho crudo, de rebusca, con 9 años de crecimiento y, al menos, otros 9 años en el monte tras la saca. Se recoge del suelo en julio de 2023 en alcornocal de Cornalvo
No apto para productos en contacto con alimentos

9 Producción de células de corcho por metro cuadrado y día

Hipótesis

1º Tapizado continuo de células de 6 caras, cubos (las células de corcho se representan como prismas hexagonales de 8 caras, si bien Lewis (1928) demostró que cada cara lateral está en contacto con dos células vecinas y por ello una célula de sección hexagonal tiene 14 caras

2º Tamaño medio de la célula de corcho 39,4 µm (*Subericultura. Joaquim Vieira Natividade. pág 142*)

3º Divisiones anuales de una célula felogénica 131 como valor promedio entre 37 y 225, mínimo y máximo respectivamente del estudio (*Subericultura. Joaquim Vieira Natividade.1950. pág 142*). *En otros estudios los valores extremos oscilaron entre 50 y 151, lo que daría un valor medio de 100 células año* (*The effect of growth rate on the structure and compressive properties of cork. H. Pereira, José GraÇa and Cecília Baptista. 1992).*

4º Células alineadas en 1 metro : (1 célula/39,4 µm)* (1.000 µm/1 mm)*(1.000 mm/1m) = 25.381 células/m

5º Células en 1 m^2 = 25.381*25.381 = 644.195.161 células/m^2

Nº células al día producidas en cada metro cuadrado : (644.195.161 células felogénicas/m^2)* (131 células corcho/ célula felogénica y año)*(1 año/365 días) = 231.204.291 células de corcho/ m^2 y día

El grosor de la plancha de corcho en estas condiciones, para un turno de 9 años, sería de: (39,4 µm/célula)*(1mm/1000 µm)*(131células /año)*(9 años/turno descorche) = 46,5 mm/turno,
Es decir 20,6 líneas corcheras (2,25 mm/línea), por lo tanto corcho taponable para obtener tapones de una pieza de corcho natural de 24 mm de diámetro.

Valores mínimo y máximo

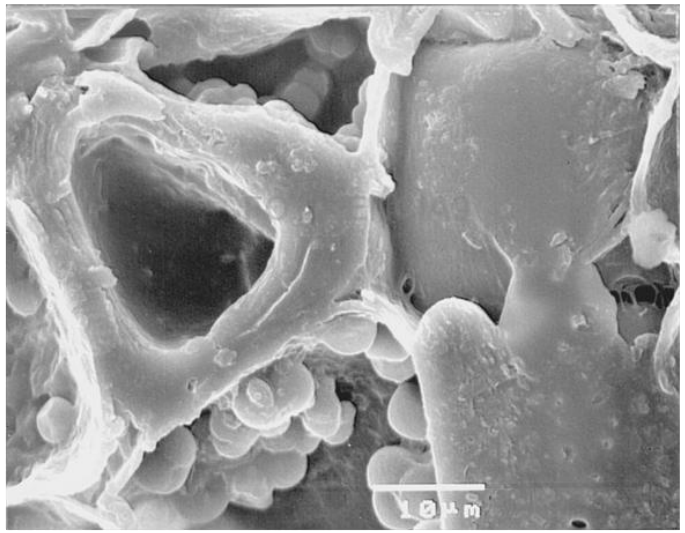
A) **Mínimo 37** células /año (*Subericultura. Joaquim Vieira Natividade. pág 142*) Resultado: producción de **65.301.975** células / m^2 y día

- El grosor de la plancha de corcho en estas condiciones para un turno de 9 años sería de: (39,4 µm /célula)*(1mm/1000 µm)*(37células /año)*(9 años/turno) = 13,1 mm/turno de 9 años, es decir, 6 líneas corcheras, corcho **Delgadinha** (NP-1698 de 1980), por lo tanto corcho no taponable para obtener tapones de una pieza de corcho natural de Ø 24 mm.

B) **Máximo** 225 células/ año (*Subericultura. Joaquim Vieira Natividade. pág 142*) Resultado : producción de **514.106.581 células/ m^2 y día**

- El grosor de la plancha de corcho en estas condiciones para un turno de 9 años sería de: (39,4 µm /célula)*(1mm/1000 µm)*(225 células /año)*(9 años/turno) = 79,8 mm/turno de 9 años,
- Es decir, 35 líneas corcheras (2,25 mm/línea), corcho **Marca** (NP-1698 de 1980 .Errata Jan. 1984), por lo tanto corcho taponable para obtener tapones de una pieza de corcho natural de Ø24 mm.

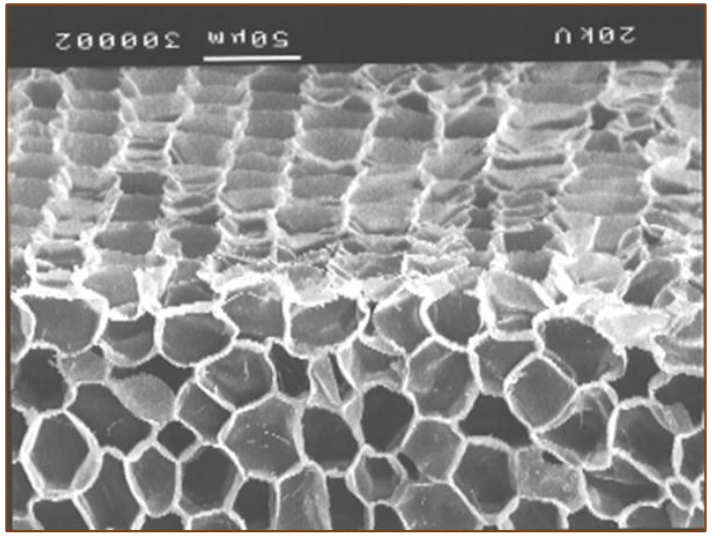
9 Producción de células de corcho por metro cuadrado y día



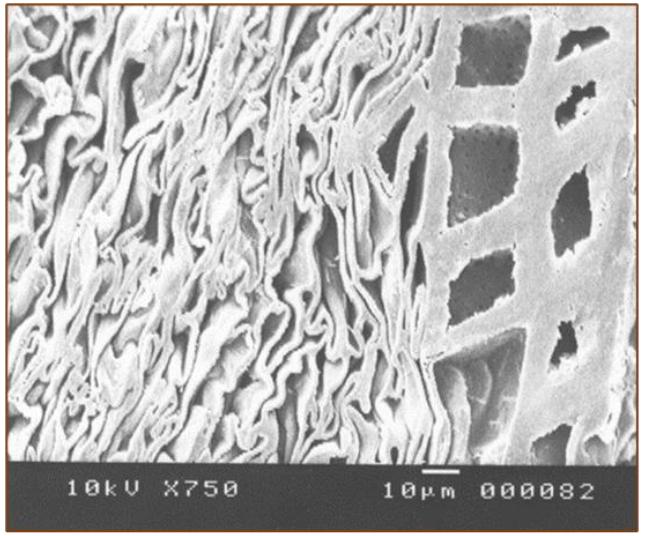
Célula felogénica en telofase

https://www.fotciencia.es/Publico/Galeria/FormAmpliacionImg.aspx?Fotografia=7961&Votacion=0

FOTCIENCIA

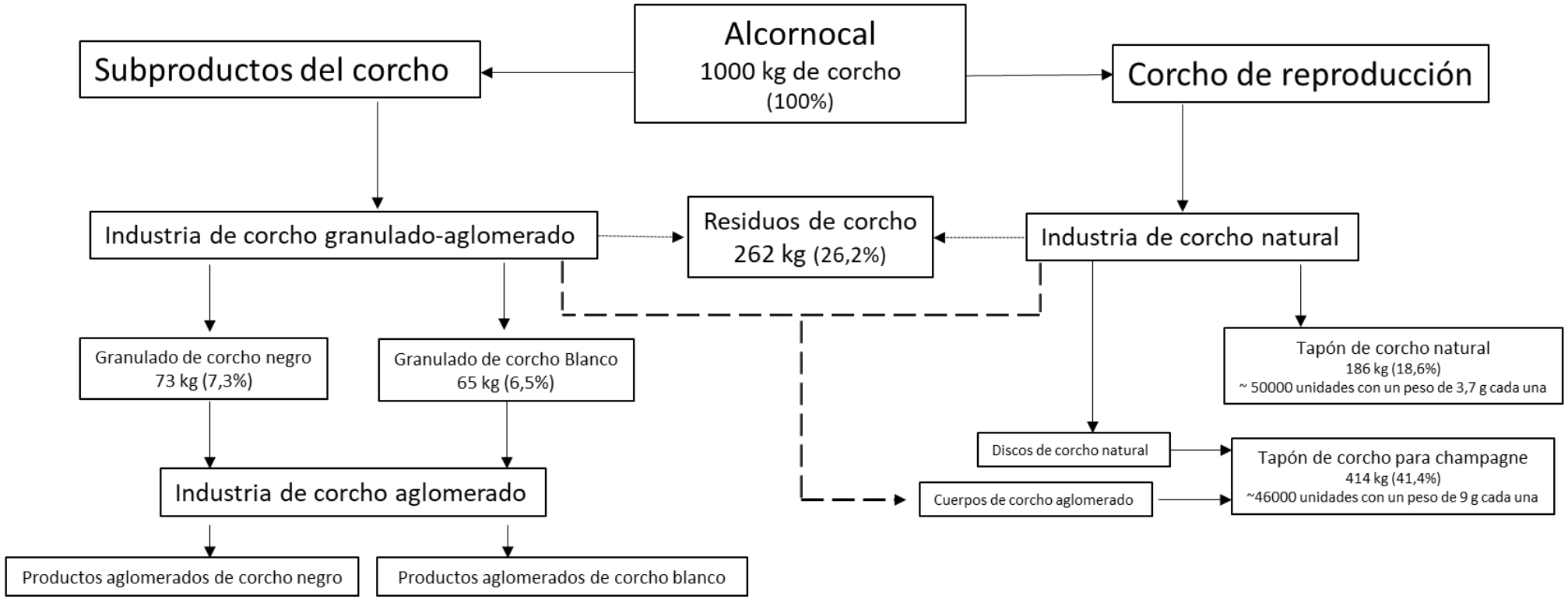


231.204.291 células de corcho / m^2 y día



Colapso de las células del corcho de un disco de corcho natural, tras su empleo en tapón de vino espumoso, sin continuidad en las células que delimitan el poro lenticelar, en este caso con grosor de pared muy superior.

10 Balance de masas, del alcornocal al producto de corcho



El esquema se ha obtenido utilizando como fuente la publicación *Integrated environmental analysis of the main cork products in southern Europe (Catalonia e Spain) . Jesús Rives, Ivan Fernandez-Rodriguez, Joan Rieradevall , Xavier Gabarrell. Journal of Cleaner Production 2013* .

El dinamismo que viene teniendo la industria del corcho desde los inicios del año 2000 con las presentaciones de tapones de corcho microaglomerado (tamaño del granulado comprendido entre 0,25 y 3 mm, según apartado 3.5.3.3 de la norma *UNE-ISO 633 de 2023 Corcho . Vocabulario*, y con al menos el 65% de corcho con respecto a su masa) han afectado a las exigencias de calidad para tapamiento, clase de las planchas con destino a tapones colmatados principalmente, pero sigue siendo una necesidad acuciante garantizar la cantidad de corcho disponible, más aún cuando el ritmo de transformación que la industria puede asumir se ve condicionado por la oferta de materia prima de un alcornocal tradicional cada vez más deteriorado y envejecido, incapaz de regenerar las continuas pérdidas, haciendo necesario acelerar los ciclos de producción mediante nuevos sistemas de explotación.

11 Comentarios

La banda de fluctuación de la densidad superficial del corcho es amplia, así lo indican los resultados obtenidos, y está en consonancia con las especificaciones de densidad de los tapones cilíndricos de una pieza de corcho natural, según norma UNE 56921 de 2020, (125 ≤ densidad en kg/m^3 ≤ 230).

Los datos que hemos recogido no siguen un criterio previo para reducir el intervalo de valores de los resultados, tal y como se ha podido hacer en trabajos cuyas publicaciones hemos mencionado (área geográfica del estudio, altura de la muestra en el árbol, años del turno de descorche, estado fitosanitario del alcornocal, área basimétrica, efecto de las podas, corcho crudo vs hervido, dimensiones de las muestras, corcho taponable - tapón natural 24 mm- etc), seguramente porque lo que en ellas se pretendía era ponderar la influencia de alguna variable en estudio comparativo.

En nuestro caso, las excepciones que hemos encontrado las consideramos bienvenidas precisamente por su excepcionalidad -Corcho supergrueso de 65 años, Verde estructural del alcornoque "Raíz perfecta", Corcho con superraspa, Delgadinha, Pasmo, Doble barriga ...-. Además, el no establecer criterio inicial nos ha dado mayor libertad para evaluar cuantas muestras hemos considerado oportuno, aun a costa de no conocer la trazabilidad de alguna de ellas, por lo que, siendo así, no hemos escatimado imágenes.

La decisión de registrar los resultados con tres humedades, al 6-14 y 30% en base húmeda, la justificamos con la siguiente argumentación:

- El **6%**, porque es la humedad de equilibrio higroscópico del corcho a 20ºC y 65% de Hr, aproximadamente, y la especificación de humedad en tapones cilíndricos de una pieza de corcho natural establecida en la norma UNE 56921 de 2020 es 4 ≤ % H ≤ 8 en base húmeda, correspondiendo al 6% al valor central.

- El **14%**, porque es la humedad que las normas sobre corcho consideran, desde hace tiempo - Ver ISO 1215 de 1980, apartado 2.1-, como humedad de corcho comercialmente seco, si bien está muy por encima de la de su equilibrio higroscópico.

- El **30%**, porque es la humedad que hemos considerado que tiene el corcho en el momento de su extracción, aproximadamente. Es un valor alto, donde el contenido de agua de las células más jóvenes, que han hecho valer su presión hidráulica para desplazar hacia el exterior la barrera que forman las camadas de células precedentes, lo determina en la época de máxima actividad del felógeno, primavera-verano

11 Comentarios

Suponiendo un alcornoque de fuste cilíndrico y 80 cm de diámetro interno, bajo corcho, con 4 cm de grosor del corcho

Decir 11,3 kg/m² de superficie descorchada **bajo corcho** (BC) al 14% equivale a

Humedad del corcho en base húmeda (%)	6%	14%	30%
Densidad bajo corcho (kg/m²)	10,3	**11,3**	13,9
Densidad sobre corcho (kg/m²)	9,4	10,3	12,6

Decir 11,3 kg/m² de superficie descorchada **sobre corcho** (SC) al 14% equivale a

Humedad del corcho en base húmeda (%)	6%	14%	30%
Densidad bajo corcho (kg/m²)	11,3	12,4	15,3
Densidad sobre corcho (kg/m²)	10,3	**11,3**	13,9

12 Conclusiones

Utilizar el valor de 11,3 kg/m^2 como promedio para cuantificar la producción de corcho crudo con 9 años en Extremadura con un 14% de humedad nos resulta poco real, por excesivo.

Los valores promedios obtenidos con las 200 muestras evaluadas para esta presentación han sido de 7,8 kg/m^2, 8,6 kg/m^2 y 10,5 kg/m^2, al 6%, 14% y 30% respectivamente, en base húmeda, sin diferenciar crudo de hervido, años del corcho, altura de descorche.....

Gracias. 2023

Tapones de corcho natural y colmatados, adsorción-absorción de líquidos

Máximo García García 220429-~~230313~~. (Rev2)

Índice

1 Introducción	Pág 3
2 Justificación	Pág 3
3 Muestras, determinaciones y medios	Pag 4
4 Orientación del tapón con respecto al alcornoque	Pág 5
5 Adsorción-absorción de líquidos	Pág 6
6 Vías de acceso	Pág 7-
7 Grupo A. Tapones en maceración, etanol 12%	Pág 8-16
8 Grupo B. Tapones sumergidos en agua	Pág 17-25
9 Grupo C. Tapones de botellas con líquidos varios	Pág 26-34
10 Conclusiones	Pág 35

1. Introducción

El tejido corcho se diferencia, especializa, para realizar su función en condiciones ambientales. Una vez transformado en producto, tapón, mantener sus propiedades es más razonable si las condiciones de trabajo son las mismas; por ello, exponerlo directamente a líquidos por tiempo indefinido puede acelerar su deterioro y comprometer la protección buscada.

2. Justificación

La necesidad de retirar en el año 2023 muestras de tapones de corcho, ya evaluadas, para disponer de espacio y medios en el funcionamiento del laboratorio del ICMC, antes IPROCOR, motivó realizar determinaciones básicas, en principio no previstas, que aumentasen el acervo de conocimientos sobre los mismos antes de proceder a su destrucción.

3. Muestras, determinaciones y medios

Las muestras se dividieron en tres grupos.

- Grupo A : tapones de corcho sumergidos en simulante vínico, etanol al 12%, un tiempo variable, 30 ≤ T días ≤ 350 . Proceden de muestras de tapones sin terminar enviadas por clientes para ensayos de 2-4-6- TCA donde no se han diferenciado clases, es decir, son tapones enrasados, la mayoría tras la etapa de lavado y con destino a tapones colmatados.
- Grupo B, tapones sumergidos en agua desionizada durante más de 10 años, proceden de la etapa de rectificado.
- Grupo C, tapones de corcho de botellas que, en posición horizontal y con líquido diverso, han permanecido más de 15 años en condiciones ambientales sin regulación. Son tapones terminados de procedencia sin trazar.

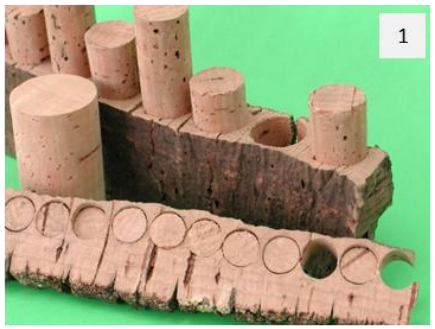
Las determinaciones consistieron en calcular el porcentaje en base seca y húmeda del líquido retenido por los tapones, diferenciando sectores según la orientación en el árbol, espalda-barriga, y posición en botella, arriba- abajo, en su caso.

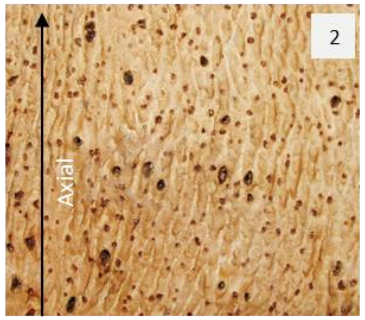
Los medios empleados fueron : papel absorbente. Cúter. Balanza digital Cobos CB Complet de 420 g de capacidad y 0,001 g de resolución. Micrómetro digital Mitutoyo Modelo CD-15DP de 150 mm de rango y 0,01 mm de resolución. Estufa de secado P Selecta provista de ventilación forzada para secado a 103ºC +/-2ºC. Desecador provisto de agente desecante. Programas de Microsoft Office, Powerpoint, Excell y Word. Cuaderno de laborante.

4.Orientación del tapón con respecto al alcornoque.

La obtención de los tapones cilíndricos de una pieza de corcho natural se realiza con criterios de orientación con respecto al eje del fuste o de la rama del alcornoque de donde procede la plancha de corcho. De este modo, el eje del tapón sigue la dirección axial del fuste, o rama en su caso.

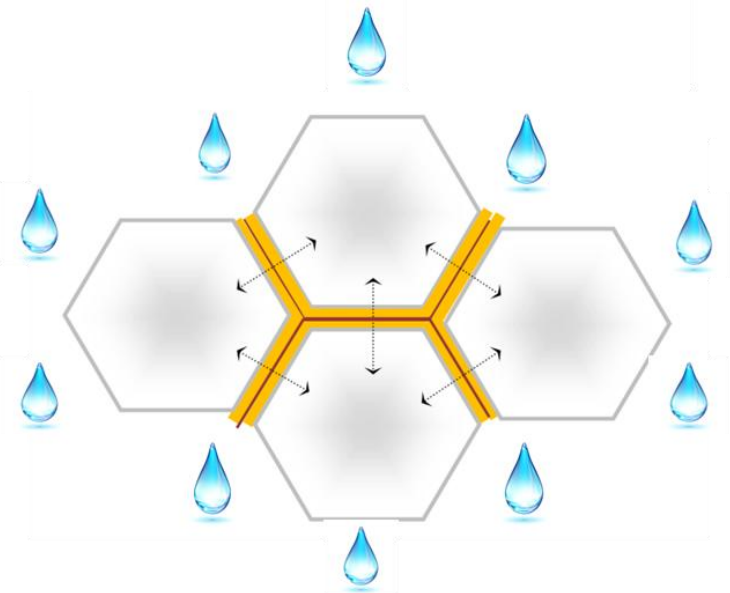
Esta decisión no se ha tomado al azar, su justificación es la mayor resistencia a romperse que ofrece el tapón durante el descorche de la botella.



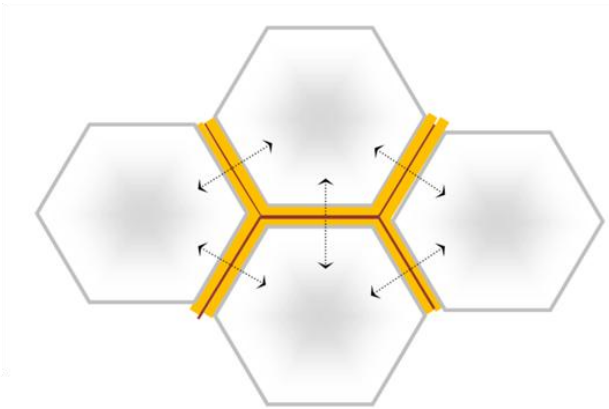


(1) y (4) Rebanadas perforadas con la gubia mostrando los tapones cilíndricos de una pieza de corcho natural; el picado próximo a barriga evita grietas en los costados de los tapones y conlleva mayor firmeza (años o líneas de crecimiento que se aprecian en las cabezas de los tapones). (2) Barriga de una plancha de corcho fábrica con relieves indicadores del sentido de orientación en el alcornoque . (3) Espalda de corcho fábrica en un alcornoque y rebanada perforada con tapón cilíndrico cuyo eje es paralelo al sentido axial del tronco. (5) Espalda de una plancha de corcho fábrica con hendiduras axiales debidas a las tensiones de crecimiento en grosor que justifican la orientación del tapón.

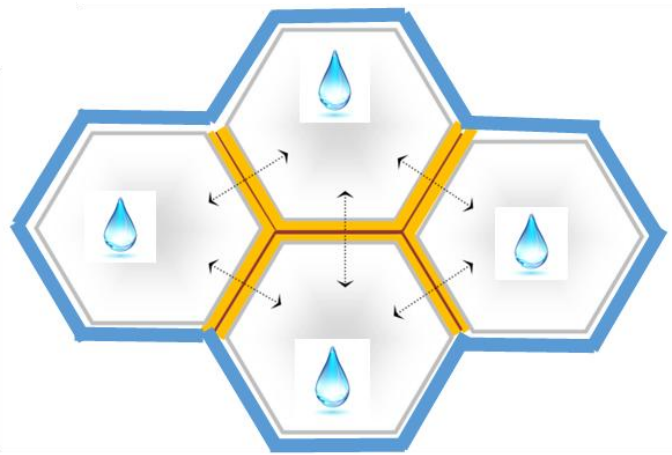
5. Adsorción - absorción de líquidos



1º Adsorción



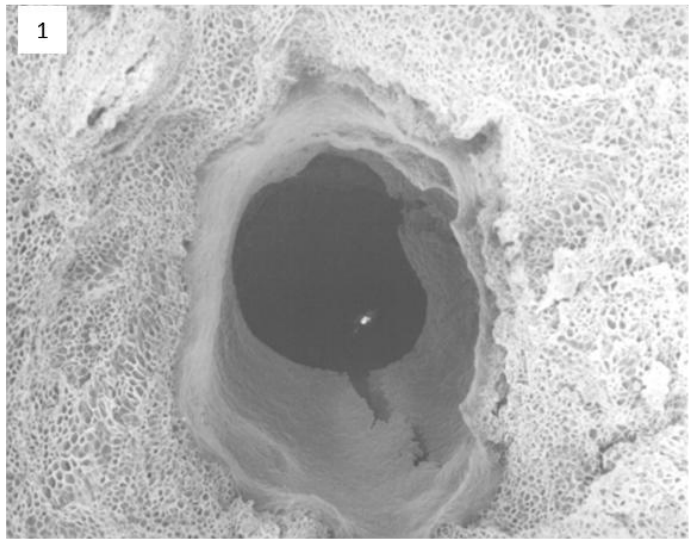
Células de corcho



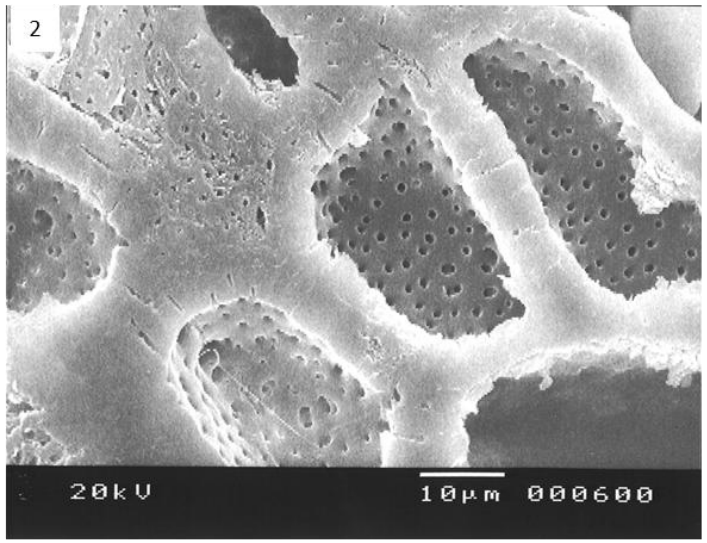
2º Absorción

6. Vías de acceso

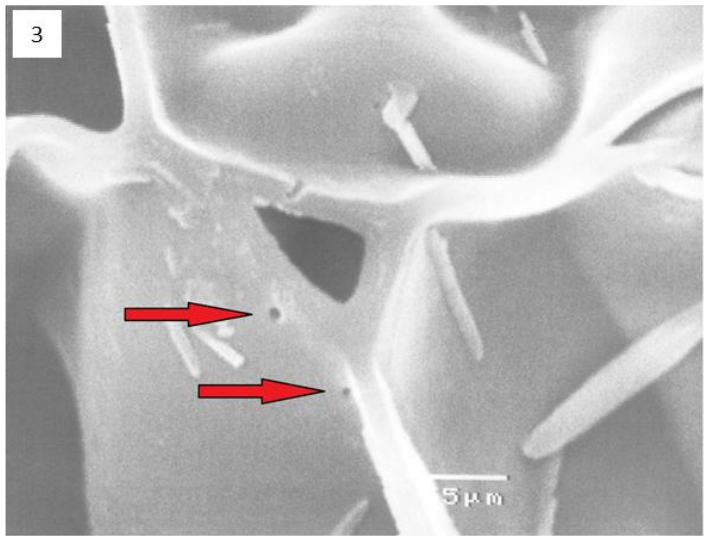
Imágenes del microscopio electrónico de barrido (MEB) mostrando las vías de acceso de líquidos al interior del tejido corcho



(1) Poro lenticelar



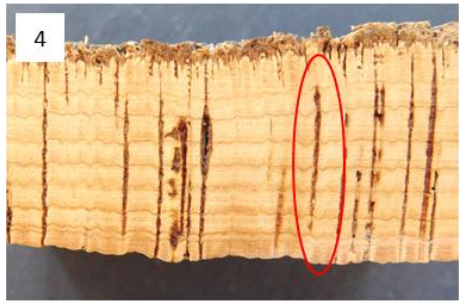
(2) Plasmodesmos en células de pared de poro

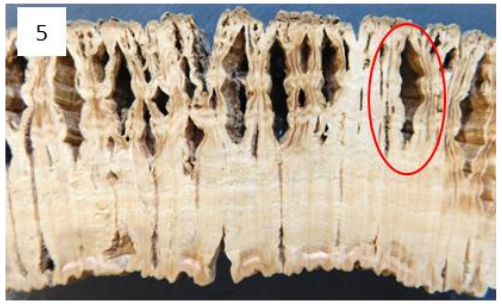


(3) Plasmodesmos en células de corcho

(4)Poros lenticelares

Imprescindibles para la comunicación con la atmósfera en la circulación de compuestos, agua principalmente, tanto de zonas vivas del alcornoque - capa madre- haciendo funciones semejantes a los estomas foliares, como de zonas muertas -corcho- facilitando su diferenciación mediante evacuación del agua en el proceso de vaciado del citoplasma y posterior conformación de las paredes celulares ¿al ritmo de las zonas cristalizadas de la celulosa?





(5) Desgarres por tensiones de crecimiento

Manifestación comúnmente llamada flojera, también bofe y lana que, en conjunto y según el grado alcanzado, clasificaría al corcho como flaco e incluso refugo, determinando su destino en tapones, de una pieza o aglomerado.

7. GRUPO A. Tapones en maceración, etanol 12%

192 Tapones de una pieza de corcho natural sumergidos en etanol al 12%

A título informativo, la FÉDÉRATION FRANÇAISE DES SYNDICATS DU LIÈGE en la documentación publicada con el título CHARTE DES BOUCHONNIERS LIÈGEURS de noviembre de 2006 incluye una tabla con los diámetros de los tapones cilíndricos de una pieza de corcho natural que van a ser utilizados en **botellas de gran capacidad**, desde 1,5 litros de la botella Magnum hasta 18 litros de la botella Melchor, fijando como criterio general el siguiente:

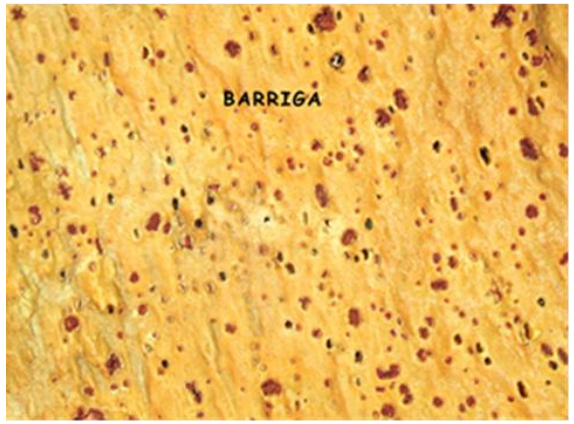
Ø del tapón = Ø interno del gollete de la botella + 5 mm

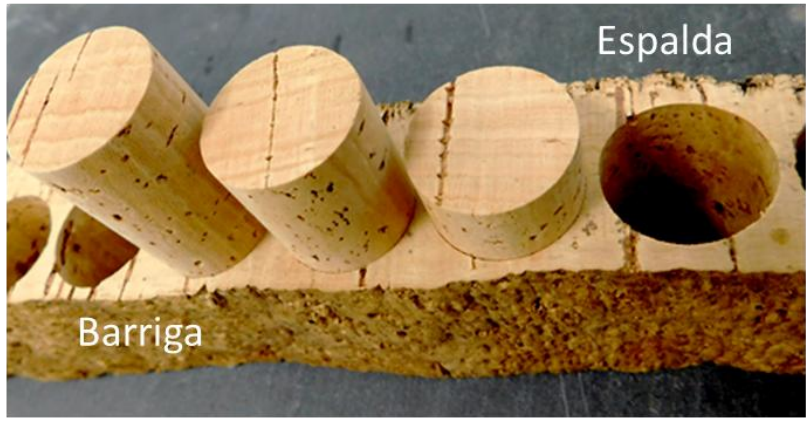
No obstante para la primera que figura, con $Ø_i$ del gollete 18,5 mm, indica un diámetro de tapón de 24 mm -5,5 mm más en este caso-
:

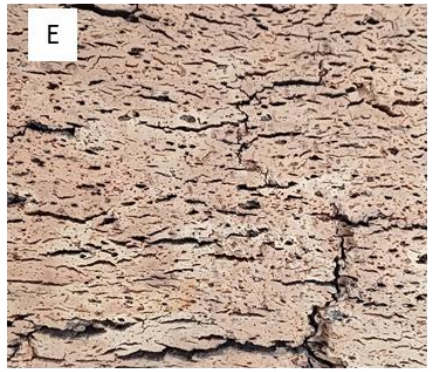
7.1 Muestras de tapones en maceración, etanol 12%

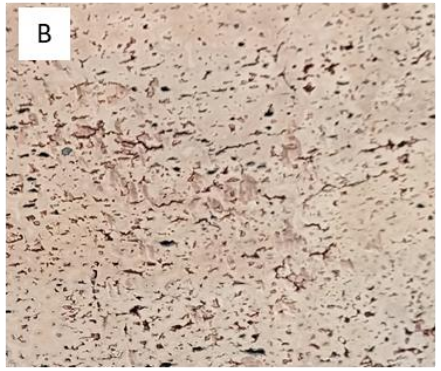
Días en maceración	Número de tapones
30	20
75	53
100	20
180	11
205	8
215	24
?¿?	56
Total tapones	**192**

7.2 Criterios zonales, espalda (E) barriga (B)





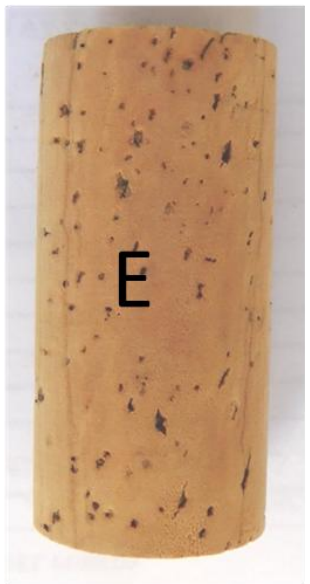


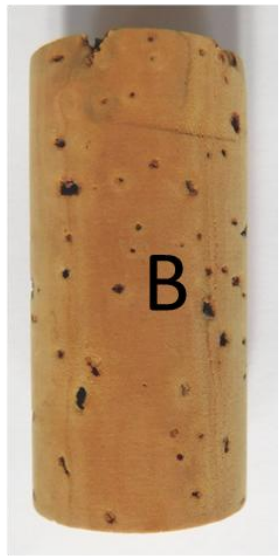


Aspecto de una plancha de corcho fábrica tras eliminar la espalda, E, y la barriga, B

Imágenes incluidas en página 21 de la presentación 3/16. Datos de 2-4- TCA en el campo. 2-4-6 Tricloroanisol en el alcornocal de Extremadura, se corresponde con la página 39 de Maxcorcho

7.2 Criterios zonales, espalda (E) barriga (B)

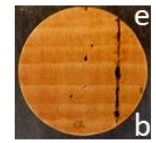




Tapón cilíndrico de una pieza de corcho natural.
Diferenciación zonal, espalda (E) vs barriga (B), en este caso por la densidad de poros.

Posicionamiento de una rebanada de corcho en fuste de alcornoque mostrando la orientación del tapón, siempre axial. Gubia o sacabocado utilizada para el corte.

7.3 Criterios para diferenciar zona de espalda y de barriga

1º. Contraste crecimiento estacional	
2º Anchura crecimientos anuales	
3º Relieves en cresta después de ensayo	
4º Porosidad	
5º Desgarres por tensiones de crecimiento	
6º Señal, marca	
7º Manchas grises, preferencia por la barriga	

7.4 Cálculo del % de líquido ad-absorbido

Para determinar el % de líquido ad-absorbido por los tapones que han permanecido en maceración en disolución etanólica al 12% se procede a sacar los tapones del frasco y se contacta su superficie en papel absorbente, posteriormente se pesan en balanza anotando el peso húmedo (PH) y, si se pretende determinar los porcentajes por sectores, se practica corte axial y/o radial de los tapones procediendo a determinar el peso húmedo de los mismos.

A continuación, los tapones, y sectores en su caso, se secan en estufa a 103ºC +/- 2ºC hasta peso constante y se enfrían en desecador durante ~½ hora para finalmente volver a pesar en balanza, anotando el peso seco (PS).

Los valores obtenidos se utilizan en las determinaciones del % de líquido ad-absorbido por los tapones/sectores expresándolo en base seca y/o en base húmeda mediante las ecuaciones :

$$\%H_{BS} = (PH-PS)*100/PS \qquad \%H_{BH} = (PH-PS)*100/PH$$

Los porcentajes de líquido ad-absorbido en tapones “enteros” son, en su caso, resultado de las sumas de los pesos de sus sectores.

7.5 Resultados medios, muestra de 192 tapones

% de pérdida de peso en base seca (BS)

Tapón entero % H (días maceración)		
Máximo (días)	Media	Mínimo (días)
285 (¿?)	147	53 (30)

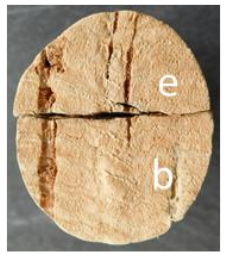
Zona espalda %H		
Máximo (días)	Media	Mínimo (días)
338 (¿?)	163	58 (30)

Zona barriga %H		
Máximo (días)	Media	Mínimo (días)
293 (¿?)	134	48 (30)

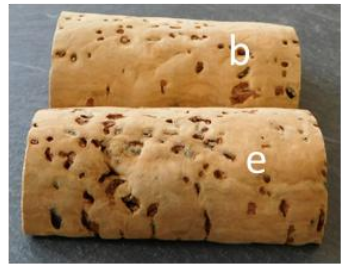
7.6 Tapones con los valores extremos (%H_{BS})

Húmedo

Seco

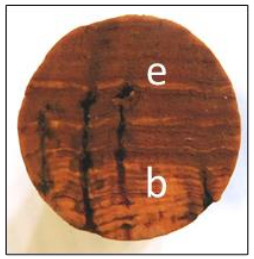


Seco

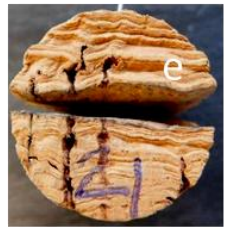


Tapón 7 con 30 días de maceración (58% espalda y 48% barriga, en base seca)
Menor porcentaje de pérdida de peso del tapón en secado, en base seca 53%

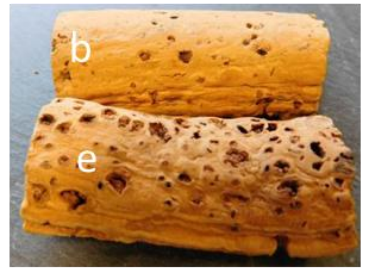
Húmedo



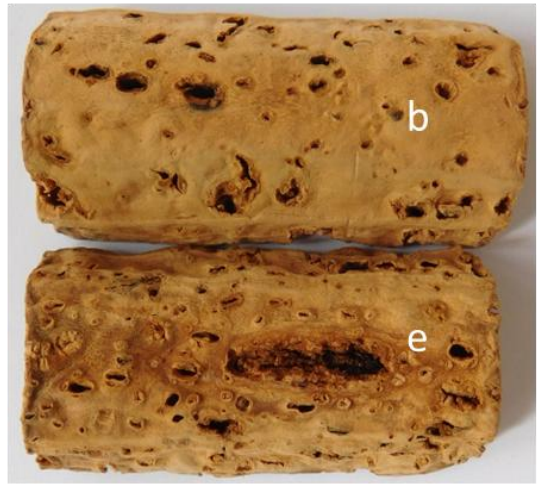
Seco



Seco

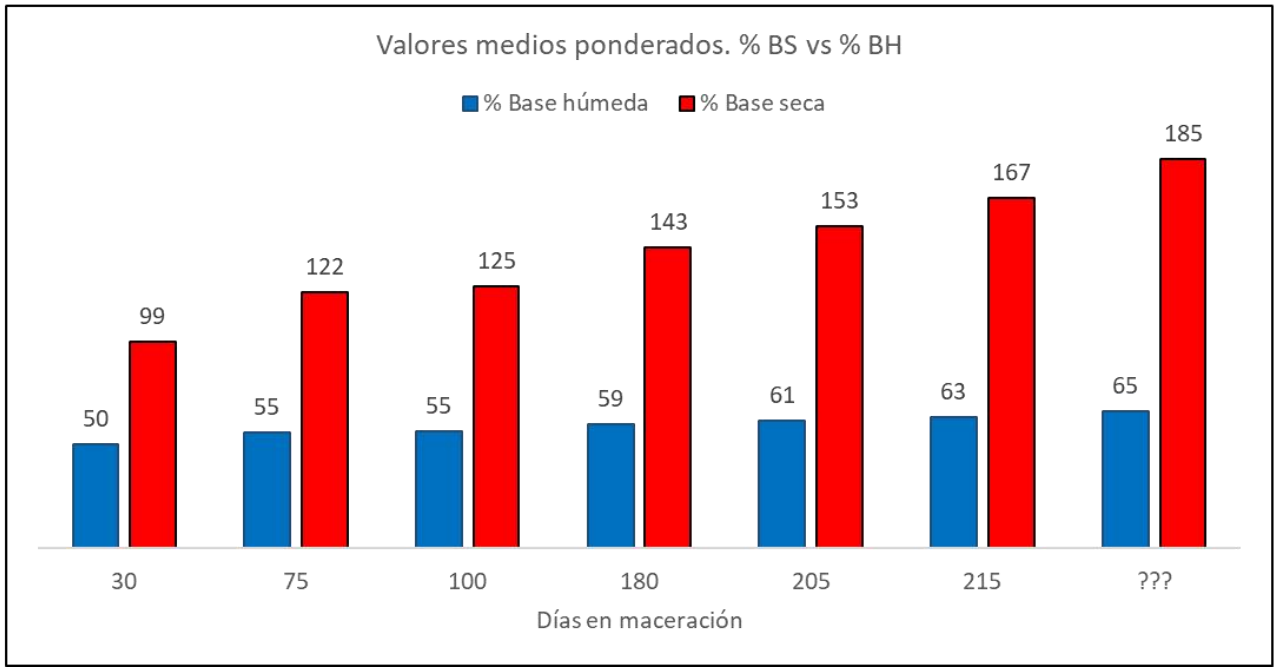


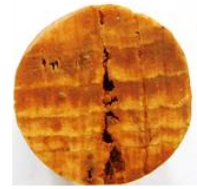
Tapón 21 con 215 días de maceración (331% espalda y 166% barriga, en base seca)
Porcentaje ponderado en base seca de pérdida de peso del tapón en secado, 247%



Tapón 10 con ??¿? días de maceración
Mayor pérdida de peso del tapón en base seca 285%.

7.7 Tiempo maceración vs ad-absorción





8 GRUPO B. Tapones sumergidos en agua

2 Tapones de una pieza de corcho natural y un trozo de tapón sumergidos durante más de 10 años en agua desionizada.

8.1 Estimación del % de saturación, en base seca (%H_{BS})

Para el cálculo de la saturación teórica se ha considerado que ésta se alcanza cuando la densidad del tapón es de 1 g/cm^3

Antonio Pes.1974. *Primo contributo alla conoscenza delle caratteristiche chimiqui fisiche del sughero verdonato . Memoria 41.. Stazione Sperimentale del Sughero.(Tempio Pausania)*

$$\%S_{BS} = [(V - P_s)/P_s] * 100$$

donde **V** es el volumen en cm^3 y **Ps** es el peso seco en g

8.2 % de saturación F (densidad). Pesos

Partimos de la consideración que la humedad de equilibrio higroscópico de los tapones cilíndricos de una pieza de corcho natural en condiciones normales, 20ºC y 65% de Hr, es del 6,5% en base seca.

La densidad de los tapones es el resultado del cociente del peso estabilizado higroscópicamente, a 20ºC y 65% de Hr, y el volumen.

Para unas dimensiones de 44*24 mm (longitud*diámetro) el volumen en cm^3 del tapón es de $V = (\Pi * Ø^2 * L)/4$, es decir 19,9 cm^3.

- El peso estabilizado del tapón con la densidad mínima de 125 kg/m^3 que especifica la norma UNE 56921 de 2020 sería de :

  (PH*1000/V) = 125 kg/m^3, es decir PH= (125*V/1000) = (125*19,9/1000) = **2,5 g**, redondeo a la décima.

- El peso estabilizado del tapón con la densidad máxima de 230 kg/m^3 que especifica la norma UNE 56921 de 2020 sería de :

  (PH*1000/V) = 230 kg/m3, es decir PH= (230*V/1000) = (230*19,9/1000) = **4,6 g**, redondeo a la décima.

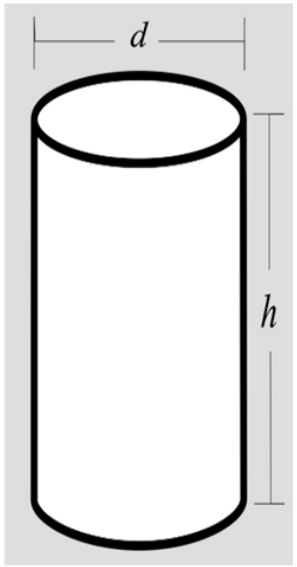
- Dado que el peso estabilizado presenta una humedad en base seca del 6,5 %, el peso seco sería:

  [(PH-PS)*100/PS] = 6,5 Es decir , **PS= PH/1,065**

- De este modo, el peso seco en gramos con redondeo a la décima, del tapón 44*24mm

  para la densidad de 125 kg/m^3 es de (2,5/1,065) = **2,3 g**,

  y para la densidad de 230 kg/m^3 es de (4,6/1,065) = **4,3 g.**



8.3 % de saturación F (densidad). Base seca vs base húmeda

$[(PH-PS)*100)/PS] = \%H_{BS}$ $[(PH-PS)*100)/PH] = \%H_{BH}$

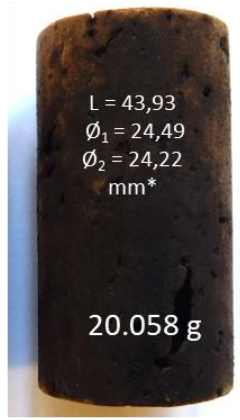
Saturación, en % de pérdida de peso en base seca (BS) y base húmeda (BH) para el intervalo de densidades de la norma UNE 56921 : 2020		
Densidad tapón (kg/m^3)	% Saturación tapón (BS) sin encorchar	% Saturación tapón (BH) sin encorchar
125	[(19,9-2,3)*100/2,3] = **765**	[(19,9-2,3)*100/19,9] = **88**
230	[(19,9-4,3)*100/4,3] = **363**	[(19,9-4,3)*100/19,9] = **78**

Para el cálculo de la saturación teórica se considera que ésta se alcanza cuando la densidad del tapón es de 1 g/cm^3, sin cambio de volumen del cilindro 44* 24 mm.

*(**Antonio Pes.1974.** Primo contributo alla conoscenza delle caratteristiche chimiqui fisiche del sughero verdonato. Memoria 41.. Stazione Sperimentale del Sughero.(Tempio Pausania))*

8.4 Tapón 1 sumergido en agua durante más de 10 años

Antes del secado



Después del secado

Peso tapón sumergido en agua desionizada durante más de 10 años : 20,058 g

Peso del mismo tapón seco : 2,992 g

Densidad $_{(\text{al } 6{,}5\% \text{ humedad})}$ = 156 kg/m^3 (2,992*1,065*1000000)/[(π*24.49*24.22*43.93)/4] = Densidad

% S_{BS} = 570% real y 584% teórica (% S_{BH} = 85% real y teórica)

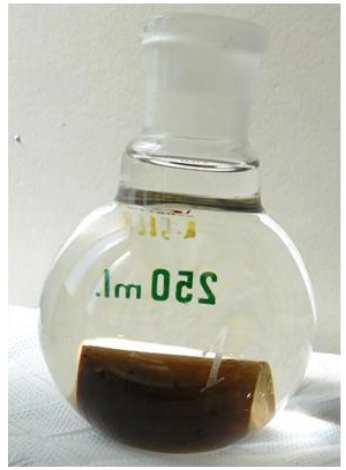
(*) Dimensiones antes del secado, con diámetro perpendicular y paralelo a las líneas de crecimiento

…la penetración del agua sólo cesa cuando las células se llenan de agua. En esta etapa la densidad del corcho excede en ~ 3% a la del agua.

Pág 347 . Water absorption by cork. M. Emilia Rosa, M.A. Fortes. 1993 Wood and Fiber Sciences, october 1993 V. 25 (4).

" La densidad del material de la pared celular es de 1150 kg/m^3 , aproximadamente".*L.J. Gibson, K.E. Easterling and M.F. Ashby :The structure and mechanics of cork (1981)*

8.5 Tapón 2 sumergido en agua durante más de 10 años



Antes del secado

Después del secado

Después del secado, por sectores

Peso tapón sumergido en agua desionizada durante más de 10 años : 22,769 g

Peso del mismo tapón seco : 3,337 g

Densidad $_{(al\ 6,5\%\ humedad)}$ = 152 kg/m^3 (3,337*1,065*1000000)/[(π*26,36*24.90*45.16)/4] = Densidad

% S_{BS} = 582% real y 598% teórica (% S_{BH} = 85% real y 86% teórica)

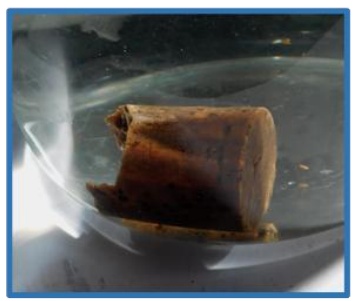
(% S_{BS} = 583% espalda y 581% barriga)

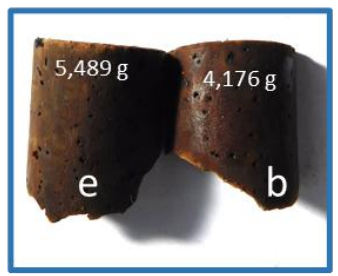
(*) Dimensiones antes del secado, con diámetro perpendicular y paralelo a las líneas de crecimiento

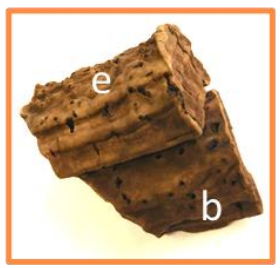
% S_{BS} = [(22,769-3,337)*100/3,337] = 582% /// % S_{BH} = [(22,769-3,337)*100/22,769] = 85%

8.6 Trozo de tapón 3 , sin trazar

Datos de un trozo de tapón sumergido en botella con agua, sin trazar.			
Zona	Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	% S (BS)
Espalda	5,489	0,647	748
Barriga	4,176	0,514	712
	Media ponderada		**732** %



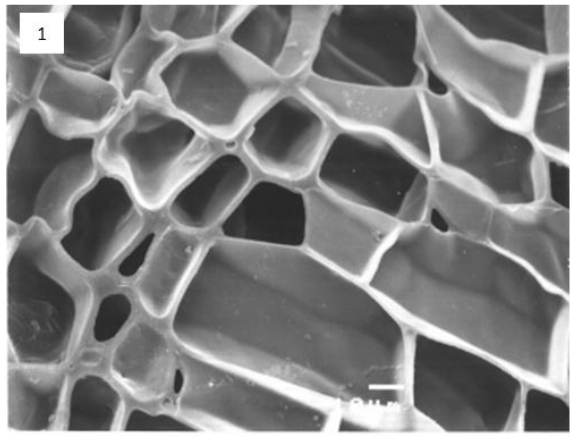




Trozo hundido en agua. Antes y después de secado en estufa a 103ºC
Densidad estimada de 128 kg/m^3

Si en saturación la densidad es 1 kg/m^3, entonces Volumen en cm^3 = Peso saturado en g = 5,489+4,176 = 9,665g = 9,665 cm^3
Peso estabilizado = peso seco *1,065 = (0,647+0,514)*1,065 = 1,236 g
Densidad = Masa/Volumen = [(1,236*1000)/9,665] = 128 kg/m^3

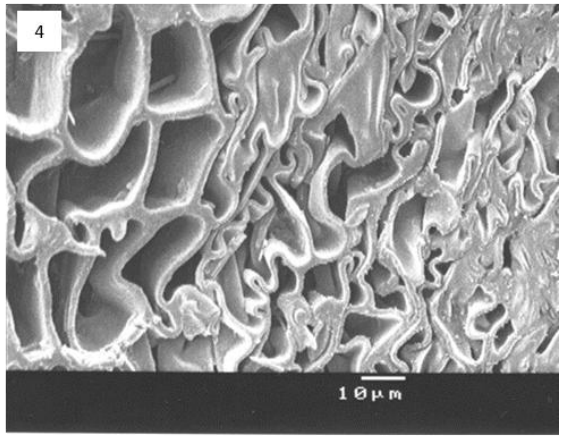
8.7 Alteraciones dimensionales



Células de corcho vistas con MEB, diferente tamaño y grosor de paredes

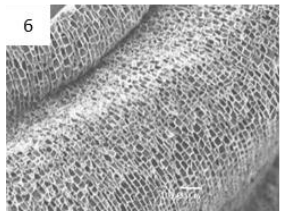
Trozo de corcho tratado en bomba hidrostática

Tras 215 días sumergido en macerante, etanol 12%, y secado posterior, el corcho de este tapón muestra las diferencias en el comportamiento de las camadas celulares.



Células de corcho "verde" , MEB, en proceso de secado por oreo

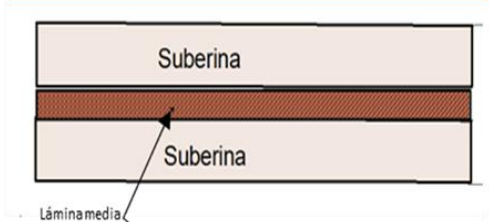
La variación en las dimensiones de las células de corcho, y el espesor de sus paredes, afectan al comportamiento (1)
Las camadas de células de primavera-principios de verano, por lo general de coloración más clara, con células de mayor tamaño y paredes más delgadas presentan más deformación, plasticidad que se refleja tras ensayos de presión hidrostática (2) así como tras un prolongado tiempo en maceración que ha permitido absorber el líquido por las células con desigual recuperación posterior en secado (3). Si las tensiones que corresponden a la malla de celulosa son insuficientes para compactar las paredes celulares, sea por dificultad en la salida del agua y/o mayor proporción de zonas amorfas, que conjuntamente dificultan su grado de cristalización, se pueden producir colapsos traducidos en modificaciones del volumen con contracciones del tejido corcho (4) (5) y (6).



8.8 Alteraciones estructurales de la pared celular.

Ilustración incluida en página 16 de la presentación 13/16 . Alcornoque, la protección como respuesta ante el estrés de la saca. Pág 397 de Maxcorcho

Pared de células de corcho con lámina media bien compactada



Pared de células de corcho con huecos en lámina media

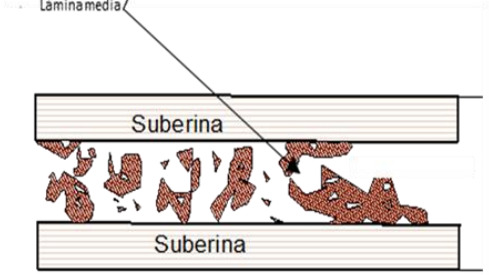
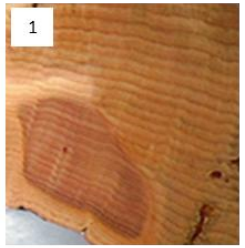
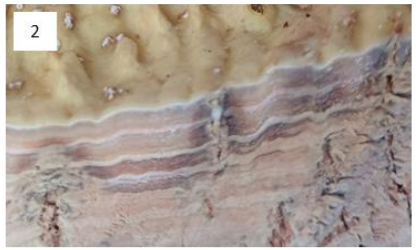
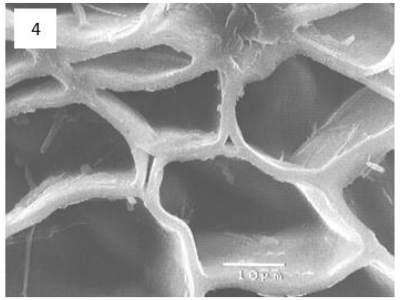
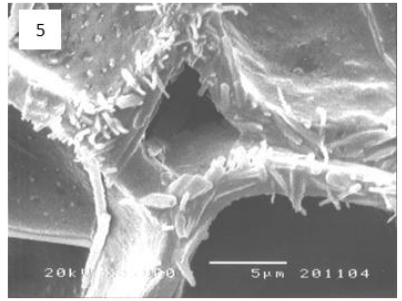


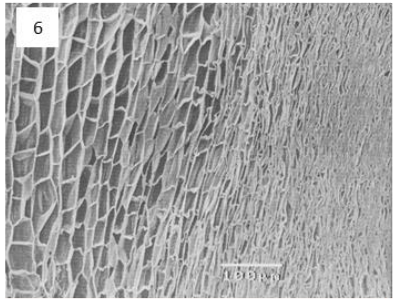
Ilustración de las diferencias en la compactación de las células de corcho : corcho sin defecto de verde y con defecto de verde estructural, en este caso con oquedades en zona central de la pared celular que disminuye su impermeabilidad comprometiendo su envejecimiento











(1) área de verde en costado de corcho fábrica, criado – más de un turno de descorche acumulado-. (2) camadas de verde coyuntural en costado de corcho recién desprendido. (3) barriga de corcho crudo con verde estructural, del alcornoque "*Raiz perfecta*" de Santibáñez el Bajo (Cáceres). (4) (5) paredes de células de corcho vistas con el microscopio electrónico de barrido (MEB) con huecos en zona central, verde estructural. (6) células de corcho del alcornoque "*Raiz perfecta*" vistas con el MEB colapsando durante el oreo

"El corcho verde seco absorbe una cantidad menor de agua que el corcho normal pero alcanza el estado de saturación en menos tiempo".

***Fuente**:1974. Antonio Pes. Stazione Sperimentale del Sughero.(Tempio Pausania).Primo contributo alla conoscenza delle caratteristiche chimiqui fisiche del sughero verdonato. Memoria 41 Stazione Sperimentale del Sughero.(Tempio Pausania)*

"La microscopía de transmisión electrónica se utilizó para reconocer posibles alteraciones en la estructura de la pared celular del corcho verde.....
La lámina media frecuentemente está con espacios vacíos relacionados con la ausencia de sustancias de la pared celular."

***Fuente**: 1983. Liese. W. Günzerodt, H. e Parasmeswaran, N. Alterações biológicas da qualidade da cortiça que afectan a sua utilição. Boletim do Instituto dos Produtos Florestais.CortiÇa Nº 541.*

9 GRUPO C. Tapones de botellas con líquidos varios

Tapones de una pieza de corcho natural y tapones colmatados, encorchados en botellas con líquidos varios (agua, etanol 12%, vino blanco y tinto)

9.1 Estimación del % de saturación.

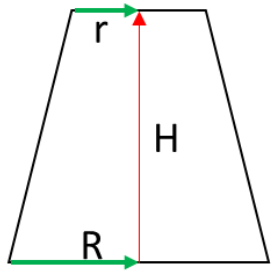
Tapón natural en gollete UNE-EN 12726_{2019}

Saturación, en % de pérdida de peso en base seca (BS) y base húmeda (BH) , para el intervalo de densidades de la norma UNE 56921 : 2020 en gollete norma UNE-EN 12726 de 2019 (18,5 $Ø_i$ superior - 20,0 $Ø_i$ inferior en mm).

Ver apdo 8.2 % de saturación F (densidad). Pesos. Pág 230 de Maxcorcho

Densidad tapón (kg/m^3)	% Saturación tapón (BS) en gollete	% Saturación tapón (BH) en gollete
125	[(12,8-2,3)*100/2,3] = 456	[(12,8-2,3)*100/12,8] = 82
230	[(12,8-4,3)*100/4,3] = 198	[(12,8-4,3)*100/12,8] = 66

Para el cálculo de la saturación teórica se ha considerado que ésta se alcanza cuando la densidad del tapón saturado es de 1 g/cm^3 en el tronco de cono de diámetros 18,5 y 20 mm con 44 mm de altura, cuyo volumen es de 12,8 cm^3.

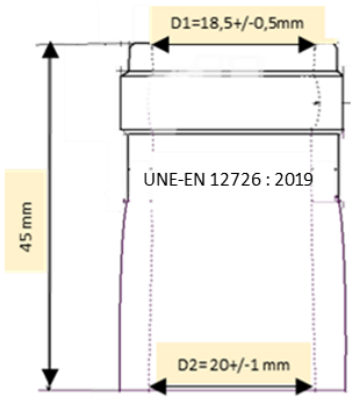


***UNE- EN** : **U**na **N**orma **E**spañola - **N**orma **E**uropea*

Densidad tapón (kg/m^3)	Peso tapón 44*24 mm saturado en gollete : 12,8 g (peso tapón seco + peso del líquido retenido)
125	2,3 + 10,5 = 12,8
230	4,3 + 8,5 = 12,8

Volumen en gollete : $V= (H*\pi)*(R^2+r^2+R*r)/3$

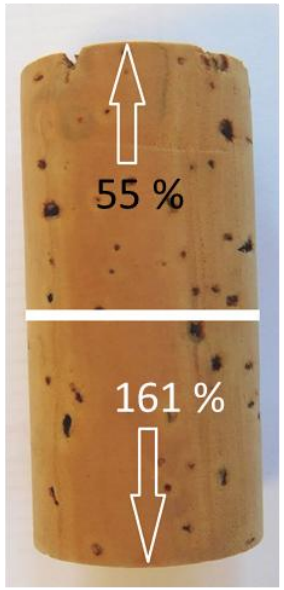
$V= [(4,4*\pi)*(1,0^2+0,925^2+1,0*0,925)/3] = 12,8\ cm^3$



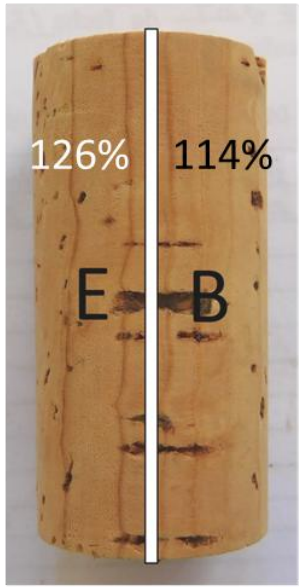
9.2 Criterios zonales de las determinaciones

Valores medios de pérdida de peso por secado a 103ºC, en % BS, para tapones naturales descorchados

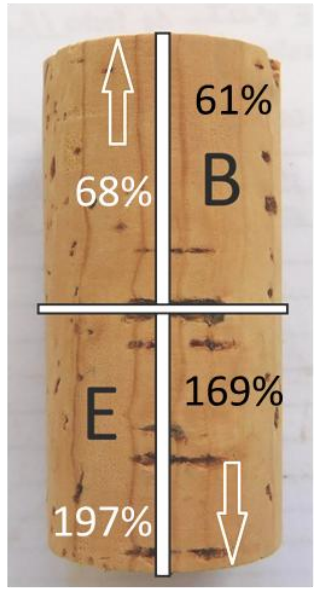
(38 tapones)



(18 tapones)



(15 tapones)



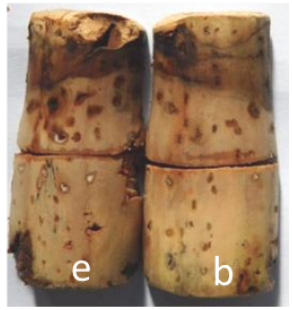
(15 tapones)

9.3 Contratiempos y actuaciones durante la evaluación.

Contratiempo: roturas y desmoronamiento en el descorche con pérdida de los sectores.

Actuación : Cambio de sacacorchos y/o rotura de botella.

9.4 Valores de % de pérdida en BS, tapones naturales.



Sectores antes del secado

Sectores tras secado

Nº tapones descorchados	Máximo	Media	Mínimo	Sector
38	327	95	19	Enteros
18	277	55	**7** (*)	Arriba
	390	161	47 (*)	Abajo
15	346	126	41	Espalda
	309	114	34	Barriga
	278	68	8	Espalda arriba
	276	61	8	Barriga arriba
	430	197	79	Espalda abajo
	353	169	65	Barriga abajo

(*) Valores obtenidos de los tres tapones (18-15 = 3) no incluidos en los sectores espalda-barriga

Cabeza externa

% humedad con Aqua-Boy KOM I

Saturación teórica en gollete de UNE-EN 12726: 2019 estimada en base seca, tapón 44*24, para el intervalo de densidades de la norma UNE 56921 (125 -230 kg/m^3) : 456% - 198%

***UNE** : Una Norma Española.*

9.5 Estimación del % de saturación, en Base Seca (BS)

Tapón natural colmatado en gollete UNE-EN 12726$_{2019}$

Tapón 44*24

Partimos de la consideración que la humedad de equilibrio higroscópico de los tapones cilíndricos de una pieza de corcho natural colmatado en condiciones normales, 20ºC y 65% de Hr., es del 6,5% en base seca.

La densidad de los tapones es el resultado del cociente del peso estabilizado higroscópicamente, a 20ºC y 65% de Hr, y el volumen.

Para unas dimensiones de 44*24 mm (longitud*diámetro) el volumen en cm^3 del tapón es de $V = (\Pi * Ø^2 * L)/4$, es decir 19,9 cm^3.

▸ El peso estabilizado del tapón con la densidad mínima de 140 kg/m^3 que especifica la norma UNE 56924 de 2008 sería de : (PH*1000/V) = 140 kg/m^3, es decir PH= (140*V/1000) = (140*19,9/1000) = **2,8 g**, redondeo a la décima.

▸ El peso estabilizado del tapón con la densidad máxima de 250 kg/m^3 que especifica la norma UNE 56924 de 2008 sería de : (PH*1000/V) = 250 kg/m3, es decir PH= (250*V/1000) = (250*19,9/1000) = **5,0 g**, redondeo a la décima.

▸ Dado que el peso estabilizado presenta una humedad en base seca del 6,5 %, el peso seco sería: ((PH-PS)*100/PS)= 6,5**.**

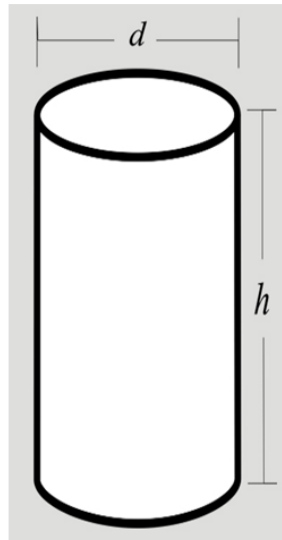
PS= PH/1,065

▸ De este modo, el peso seco en gramos con redondeo a la décima, del tapón 44*24mm

para la densidad de 140 kg/m^3 es de (2,8/1,065) = **2,6 g**,

y para la densidad de 250 kg/m^3 es de (5,0/1,065) = **4,7 g.**

UNE- EN : Una Norma Española - Norma Europea

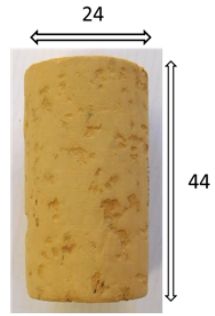


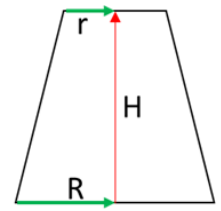
9.5 Estimación del % de saturación, en Base Seca (BS)

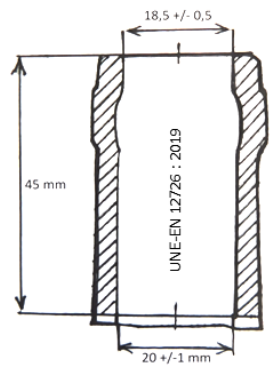
Tapón natural colmatado en gollete UNE-EN 12726$_{2019}$

Saturación, en % de pérdida de peso en base seca (BS) y base húmeda (BH) , para el intervalo de densidades de la norma UNE 56924 : 2008 en gollete (18,5 Ø superior - 20,0 Ø inferior en mm)		
Densidad tapón (kg/m^3)	% Saturación tapón (BS) en gollete	% Saturación tapón (BH) en gollete
140	[(12,8-2,6)*100/2,6] = 392	[(12,8-2,6)*100/12,8] = 80
250	[(12,8-4,7)*100/4,7] = 172	[(12,8-4,7)*100/12,8] = 63
Para el cálculo de la saturación teórica se ha considerado que ésta se alcanza cuando la densidad del tapón saturado es de 1 g/cm^3 en el tronco de cono de diámetros 18,5 y 20 mm con 44 mm de altura, cuyo volumen es de 12,8 cm^3.		

Densidad tapón (kg/m^3)	Peso tapón 44*24 mm saturado en gollete : 12,8 g (peso tapón seco + peso del líquido retenido)
140	2,6 + 10,2 = 12,8
250	4,7 + 8,1 = 12,8
Volumen en gollete : $V= (H*\pi)*(R^2+r^2+R*r)/3$ $V= [(4,4*\pi)*(1,0^2+0,925^2+1,0*0,925)/3] = 12,8$ cm^3	





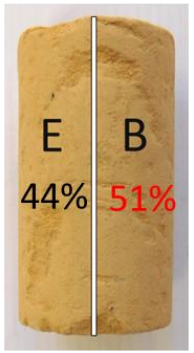


9.6 Criterios zonales de las determinaciones

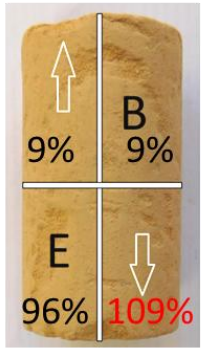
Valores medios de pérdida de peso por secado a 103ºC, en % BS, para tapones colmatados

(15 tapones)

(6 tapones)



(3 tapones)



(3 tapones)

9.7 Valores de % de pérdida en BS, tapones colmatados

Secciones antes del secado

Secciones tras secado

Nº tapones descorchados	Máximo	Media	Mínimo	Sector
15	85	39	13	Enteros
6	10	9	7	Arriba
	186	80	27	Abajo
3	74	44	28	Espalda
	97	51	26	Barriga
	11	9	7	Espalda arriba
	9	9	8	Barriga arriba
	167	96	51	Espalda abajo
	204	109	50	Barriga abajo

Los valores en rojo discrepan de la tendencia hasta ahora manifestada en las determinaciones precedentes, mayor ad-absorción en sector de espalda. El tratamiento utilizado en las operaciones de terminación de los tapones colmatados es la diferencia que podría justificar estos resultados; además, el mayor máximo obtenido (204%) es notablemente inferior al menor de los máximos de los tapones naturales (276%), lo que reforzaría la hipótesis propuesta . No obstante, el escaso tamaño de la muestra resulta insuficiente para sustentar una conclusión robusta. Por otro lado, las formulaciones empleadas para las etapas de terminación pueden variar considerablemente entre fabricantes de tapones.

Saturación teórica en base seca estimada en gollete de UNE-EN 12726: 2019, tapón 44*24, para el intervalo de densidades de la norma UNE 56924 (140 -250 kg/m^3): 392% - 172%

UNE-EN 12726 : 2019

Restos del tapón colmatado adheridos al gollete tras el descorche

10. Conclusiones

1ª. El 90% de los tapones evaluados - 173 de 192 ad- absorbe más macerante en el sector de la espalda.

2ª. El tiempo de exposición al macerante es directamente proporcional a la retención de líquido (etanol 12%).

3ª. La estimación del porcentaje de saturación de ad-absorción que hemos considerado, densidad de 1 g/cm^3 , es acertada y conforme a estudios precedentes (Antonio Pes 1974).

4ª. Los tapones de las botellas mantienen la tendencia de mayor ad-absorción en zona de espalda -14 de 18-.

5ª. Las formulaciones empleadas con siliconas y/o parafinas, en el tratamiento superficial de los tapones, suponen la primera barrera para la ad-absorción de líquidos tras el encorche.

6ª.- La mayor ad-absorción de los tapones de las botellas tumbadas, en la zona en contacto con el líquido, ha afectado a la estructura del corcho y comprometido su descorche.

Gracias

Máximo García García 230313

Corcho de alcornoques afectados por incendios ¿destino tapones? (REV2)

Máximo García Garcia

mayo 2023

Índice

1 Justificación del trabajo	Pág 3
2 Introducción	Pág 4-6
3 Modificación de la coloración del corcho por la temperatura	Pag 7-8
4 Equipo y condiciones de ensayo	Pág 9-10
5 Resultados muestras de enero 2003	Pág 11-20
6 Resultados muestras de noviembre 2003 (M83-03)	Pág 21-28
7 Pérdidas de peso en segmento 200 - 220ºC	Pág 29
8 Preferencias en la ubicación del picado	Pág 30
9 Conclusiones	Pág 31

1. Justificación del trabajo

La justificación de esta presentación es repasar el trabajo realizado en el laboratorio del corcho que en su día, por falta de tiempo, no tuvo la ordenación merecida y que ahora, en plenas obras de transformación de los edificios del ICMC, afronto para intentar que no caiga, tan deprisa, en el olvido.

En esta ocasión, reevalúo los resultados de dos muestras, enero y noviembre de 2003, de tapones directos de gubia, con pulido de cabezas y sin desleñar, y brocas procedentes de corcho de alcornoques afectados por incendios.

El personal del laboratorio de estos ensayos recibió como única información la siguiente: "*las muestras son objeto de estudio para determinar los efectos de los incendios sobre el corcho de los alcornoques en aras de conocer qué grado de idoneidad mantienen para el tapamiento*". No se dio ninguna otra indicación sobre cómo se debería realizar el estudio.

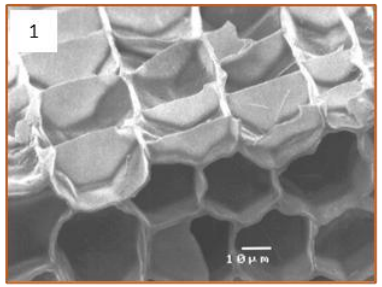
Aquí presento sólo los resultados del análisis termogravimétrico, las demás evaluaciones, como el escogido por "defectos mayores" -desleñado-, dimensiones, humedad, densidad aparente y recuperación diametral están en los informes correspondientes.

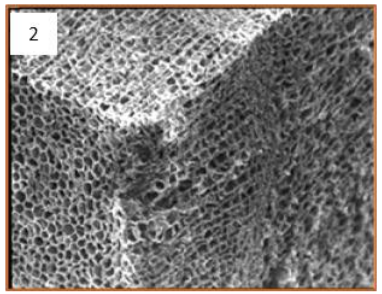
2. Introducción

El corcho es un tejido formado por células muertas especializado en la protección del alcornoque.

Es una barrera natural frente a temperaturas elevadas como las generadas en un incendio forestal y, si su grosor es suficiente, garantizará la supervivencia del árbol.

No obstante su zona externa, espalda, puede cambiar a color negro por la carbonización durante su exposición a las llamas.

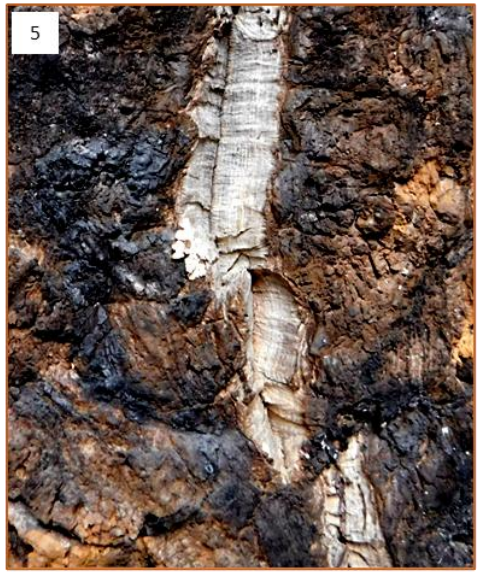




(1) (2) células de corcho vistas con el microscopio electrónico de barrido (MEB)

(3) brotes del alcornoque en zona incendiada

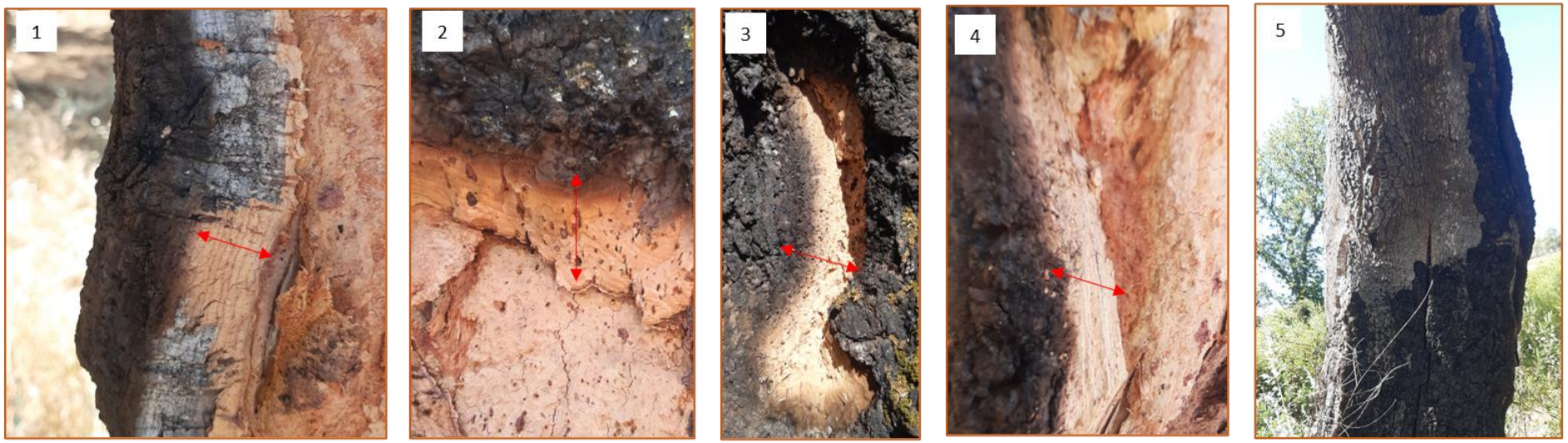
(4) fuste de alcornoque tras el incendio forestal. Carbonización zonal del corcho de reproducción



(5) gema, colena, en la corteza del alcornoque. Carbonización externa del bornizo

2. Introducción

Siendo limitada la oferta de materia prima, por las especiales características de su producción, conocer si las propiedades del corcho se mantienen tras su exposición al fuego, en las zonas del tejido aparentemente no afectadas, anima a su estudio para dilucidar si el destino que se le encomendaría como tapón de corcho puede afrontarlo con éxito, destino de valor muy superior al propuesto como materia prima de aglomerado expandido puro, negro.

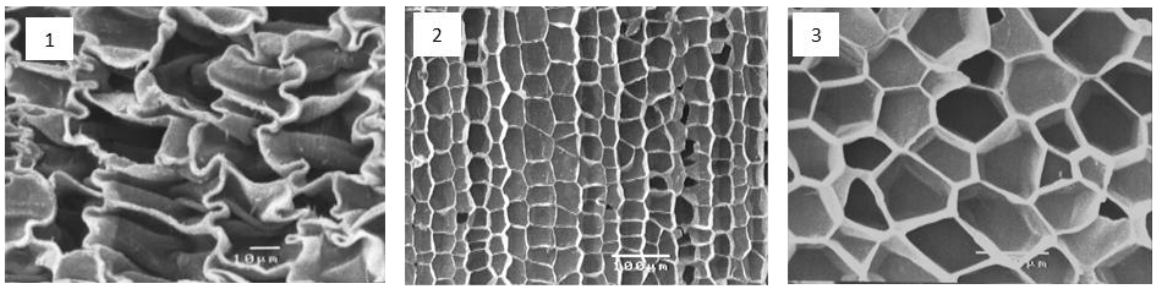


(1) (2) (3) y (4) imágenes del costado del corcho en alcornoques expuestos a las llamas de un incendio forestal, y de un fuste con afectación zonal diferente (5).

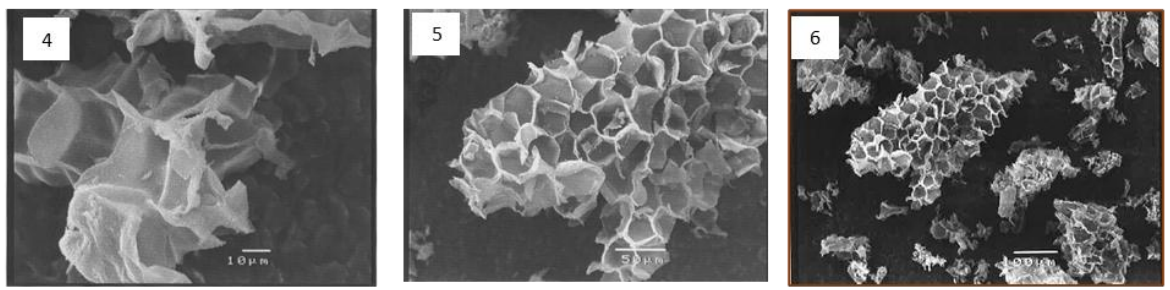
2. Introducción

La exposición directa del corcho a la llama, o a temperaturas elevadas, durante un tiempo limitado conlleva la expansión del tejido y emisión de volátiles, por aumento de la presión en los lúmenes celulares y la degradación térmica de los compuestos de sus paredes.

Cuando el corcho se presenta en estado de polvo la continuidad del tejido es muy limitada, el oxígeno accede a una enorme superficie y la combustión, de producirse, es violenta .



Células de corcho crudo con paredes onduladas (1) y de corcho negro, expandido puro, con paredes estrechas y sin ondulaciones (2 y3) .
Imágenes del microscopio electrónico de barrido (MEB)



(4) (5) y (6) polvo de corcho (MEB).Tamaño de partícula < 0,25 mm (ISO 633: 1986). ***ISO:** International **O**rganization for **S**tandardization*

(7) pruebas en mufla con discos de corcho. (8) expansión producida con llama de mechero

"El hervido atenúa las ondulaciones de las paredes celulares del corcho pero éstas sólo desaparecen por completo si el corcho se calienta por encima de los 200ºC."
Densidade da cortiça: factores que a influenciam. Instituto dos productos Florestais. Cortiça nº 593-88** .M.A. **Fortes e M.Emilia Rosa.

"Al someterlas a un calentamiento directo con vapor a 300 °C y 40 kPa, como el utilizado para producir aglomerados de corcho aislante, las células del corcho se expanden desplegando las corrugaciones de las paredes celulares y estirándolas . El volumen de las células aumenta y el espesor de las paredes celulares disminuye. A esta temperatura se produce una pérdida significativa de material de aproximadamente 30% por degradación termoquímica de las paredes celulares".
1988.Scanning Electron Microscopy Observations of Insulation Cork Agglomerates.** Materials Science and Engineering,* A 111 (1989) 217-225 ***H. Pereira, E. Ferreira.

3. Modificación de la coloración del corcho por la temperatura

(1)(2)(3) y (4) efecto sobre la coloración del corcho debida a la temperatura en un tapón cilíndrico de una pieza de corcho natural en estufa. Tiempo total del ensayo 30+30+30 = 90 minutos.

El efecto de los tratamientos térmicos sobre las propiedades del corcho se acentúa, reduciendo su resistencia mecánica, p.e. compresibilidad y elasticidad (Rosa 1988, 1989).....sin embargo, el corcho sometido a temperaturas de 100 -150ºC no parece alterar su estructura, incluso durante largos periodos de calentamiento (42 días) .....los extractos de corcho y los polisacáridos eran los componentes más lábiles a la temperatura . ***1994. The Effect of Long Term Treatment at 100°C-150°C on Structure , Chemical Composition and Compression Behaviour of Cork. M. Emili a Rosa and H. Pereira***

Cuando el corcho se calienta al aire entre 100-300ºC se expande y su masa disminuye… Los tratamientos térmicos se realizaron a 100, 200, 250 y 300°C durante periodos de 15, 30 y 60 minutos. El tratamiento a 100°C produce una ligera disminución tanto de la masa como del volumen, que puede atribuirse a la pérdida de agua..... a 200-250 °C el color del corcho cambia a marrón oscuro y a negro a 300 °C. ***Temperature-induced alterations of the structure and mechanical properties of cork (Rosa y Fortes, 1988)***

3. Modificación de la coloración del corcho por la temperatura

Imágenes (1) a (9) del resultado obtenido con un trozo de broca, discos y tapones de una pieza de corcho natural sometidos a diversas temperaturas durante 24 horas en horno mufla

250ºC

260ºC

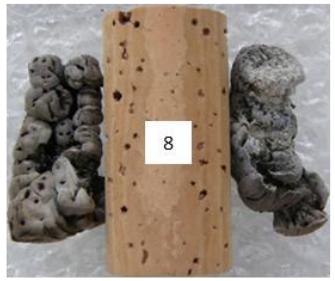
270ºC

320ºC durante 24 horas

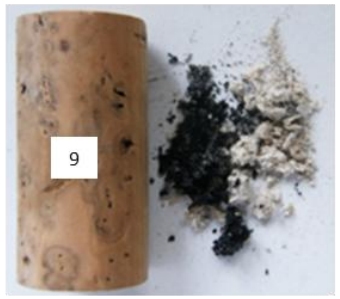
350ºC durante 24 horas

375ºC durante 14 horas

320ºC durante 24 horas



330ºC durante 24 horas



375ºC durante 14 horas

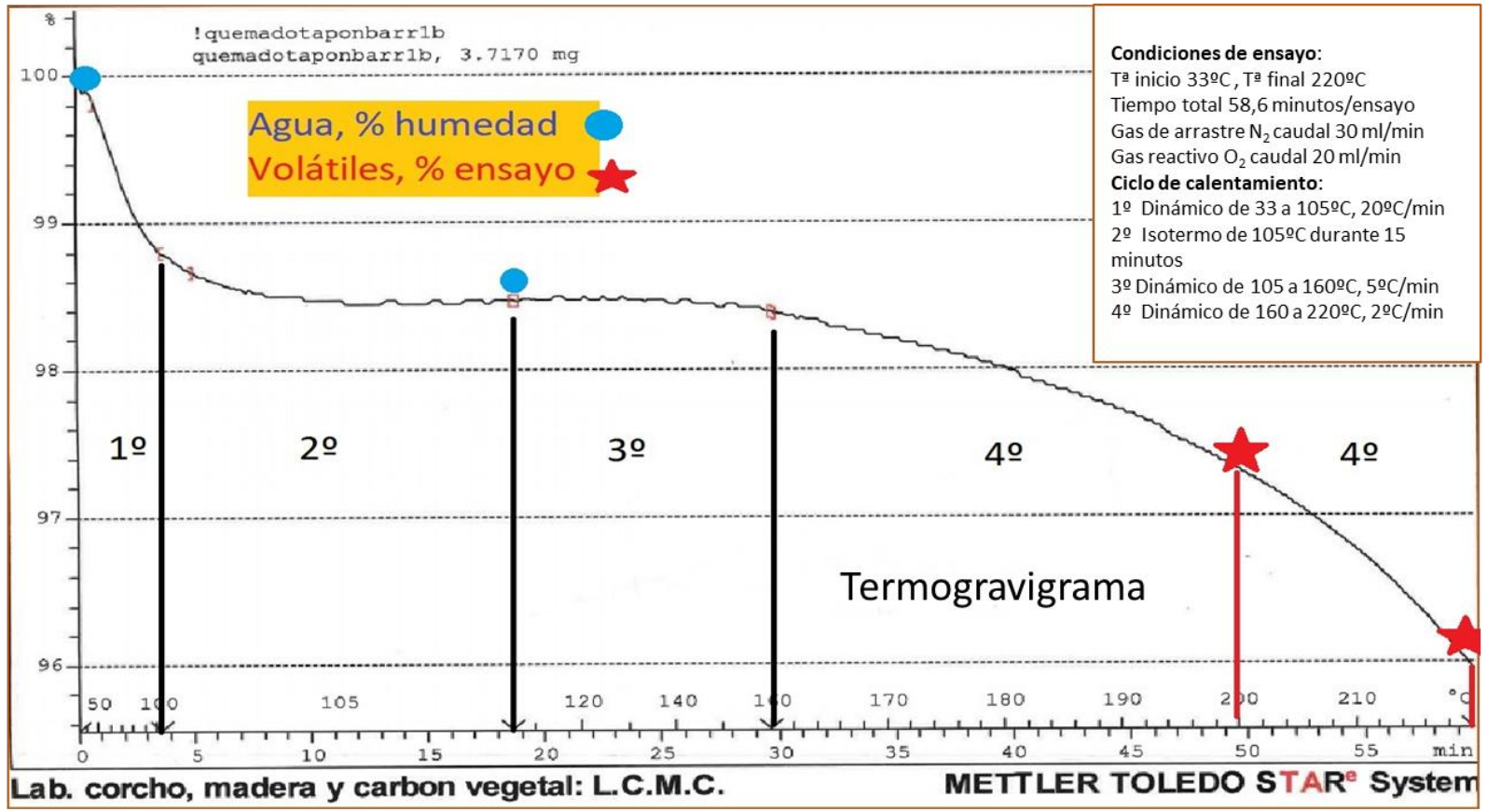
Los canales lenticulares en el corcho original tenían diámetros de entre 0,1 y 0,3 mm aproximadamente. En las muestras calentadas a 300 °C el diámetro de los poros puede alcanzar aproximadamente 1 mm. Después del tratamiento térmico, las paredes celulares tienden a volverse más planas y, a temperaturas superiores a 200 °C, acabaron por volverse completamente rectas . A temperaturas superiores a 150 °C la degradación química del material de la pared celular, en presencia de aire, produce productos gaseosos y un cambio en la química de la pared celular. Los principales componentes eliminados por el calentamiento son por tanto los polisacáridos y, posiblemente, las ceras.
Temperature-induced alterations of the structure and mechanical properties of cork (Rosa y Fortes, 1988)

4. Equipo y condiciones de ensayo

Equipo de ensayo:
Termobalanza Mettler Toledo
Modelo TGA/SDTA 851 ^{e}
Crisol de 70 µl
Condiciones de ensayo:
Tª inicio 33ºC , Tª final 220ºC
Tiempo total 58,6 minutos/ensayo
Gas de arrastre N_2 caudal 30 ml/min
Gas reactivo O_2 caudal 20 ml/min
Ciclo de calentamiento:
1º Dinámico de 33 a 105ºC , 20ºC/min
2º Isotermo de 105ºC durante 15 minutos
3º Dinámico de 105 a 160ºC , 5ºC/min
4º Dinámico de 160 a 220ºC , 2ºC/min

Una degradación térmica acentuada del corcho se produce sólo a temperaturas superiores a 200ºC *(Ferreira, 1986; Pereira 1989, 1991, 1992) 1998.CortiÇa. ProducÇão , Tecnologia e ApliÇão. INETI Luis Gil. Pág 191-192*

4. Equipo y condiciones de ensayo



Condiciones de ensayo:
Tª inicio 33ºC , Tª final 220ºC
Tiempo total 58,6 minutos/ensayo
Gas de arrastre N_2 caudal 30 ml/min
Gas reactivo O_2 caudal 20 ml/min
Ciclo de calentamiento:
1º Dinámico de 33 a 105ºC, 20ºC/min
2º Isotermo de 105ºC durante 15 minutos
3º Dinámico de 105 a 160ºC, 5ºC/min
4º Dinámico de 160 a 220ºC, 2ºC/min

La degradación termoquímica de los compuestos de la pared celular del corcho en el proceso de aglomeración es selectiva, siendo más fácil de eliminar los polisacáridos de los compuestos y la suberina la más resistente.*1986. CortiÇa nº 576. Algunas alteraciones anatómicas y químicas del corcho en la fabricación de aglomerados negros. Edmundo Pinto Ferreira y Helena Pereira. Pág 274.*

5. Resultados muestras de enero 2003

M 11

M 13

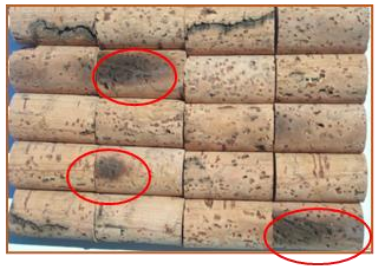
MA1 barriga

V1M barriga

V2M barriga

10 muestras de tapones directos de gubia, sin desleñar y con pulido de cabezas

M 12



MC1

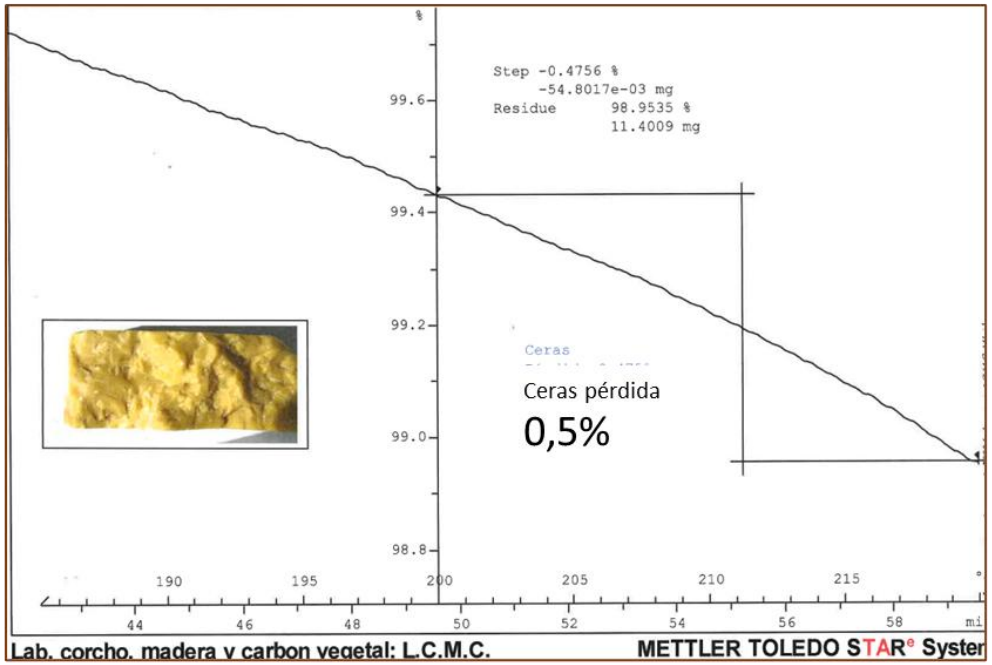
MA1 espalda

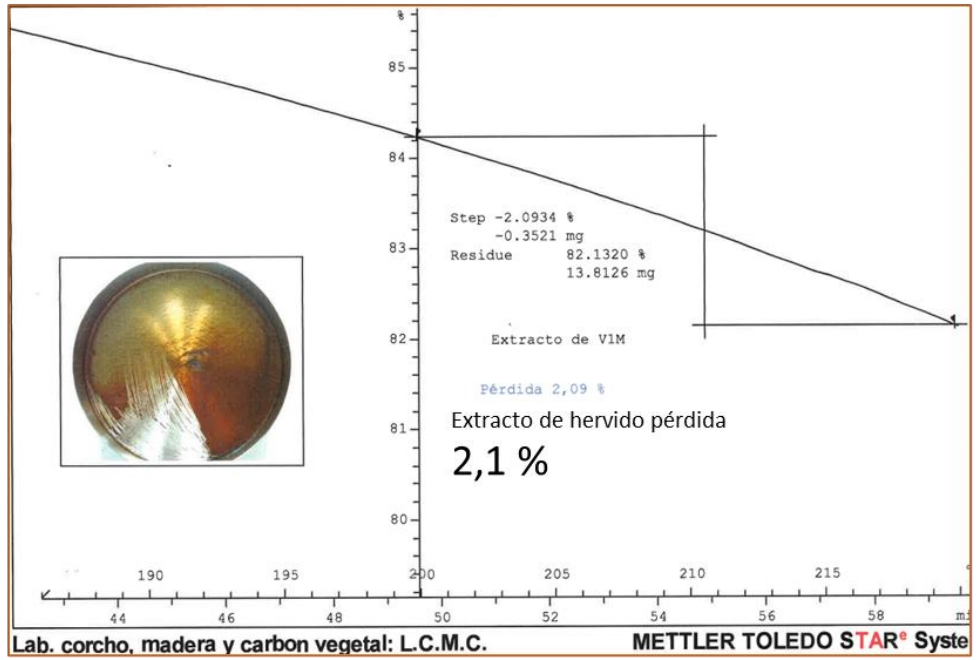
V1M espalda

V2M espalda

El Código Internacional de Prácticas Taponeras (CIPT), en sus diferentes revisiones desde su edición en 1997, establece como operación obligatoria el asegurarse la separación del corcho quemado en la fabricación de discos y tapones por no estar permitido su empleo para estos fines.

5. Resultados muestras de enero 2003



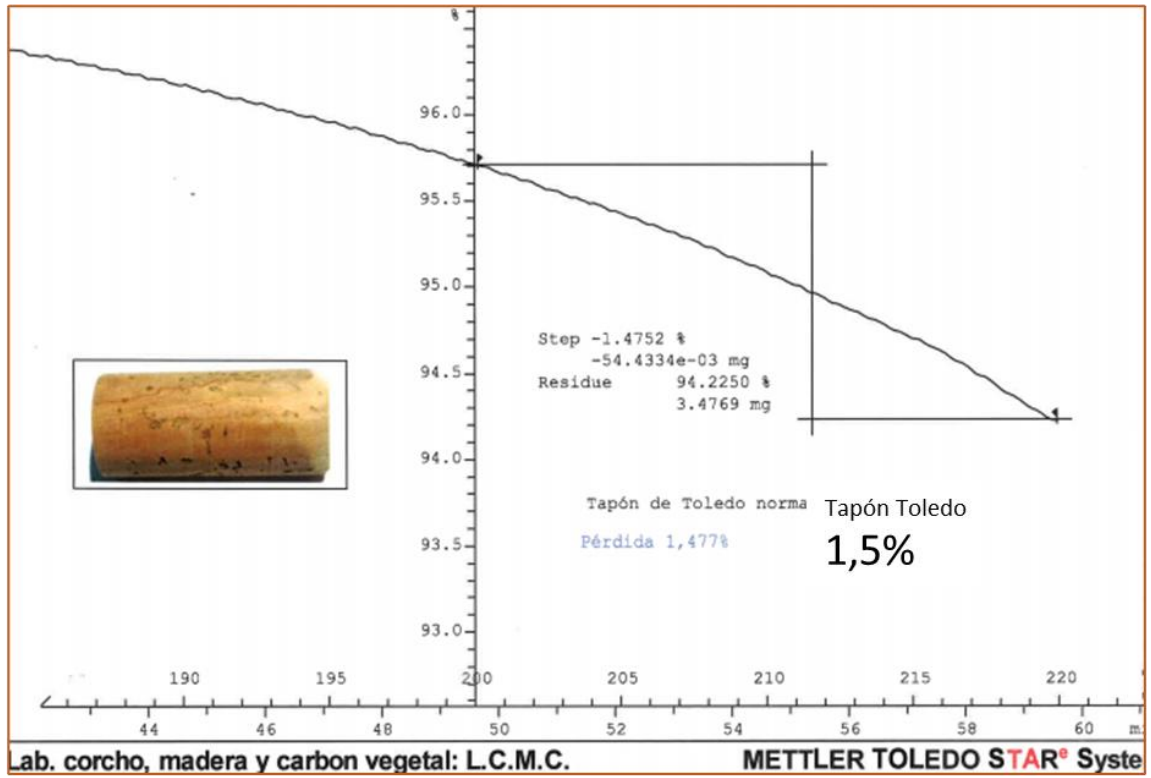


La muestra "Ceras" es del laboratorio ICMC, son compuestos del corcho procedentes de la fabricación del aglomerado expandido puro de la desaparecida empresa Corchera Extremeña, en Mérida, arrastrados por el vapor del proceso.

La muestra del extracto procede del residuo del agua desionizada utilizada en el hervido de tapones que se consideraron " leña ", pertenecientes al grupo de tapones codificados con las claves " V1M barriga".

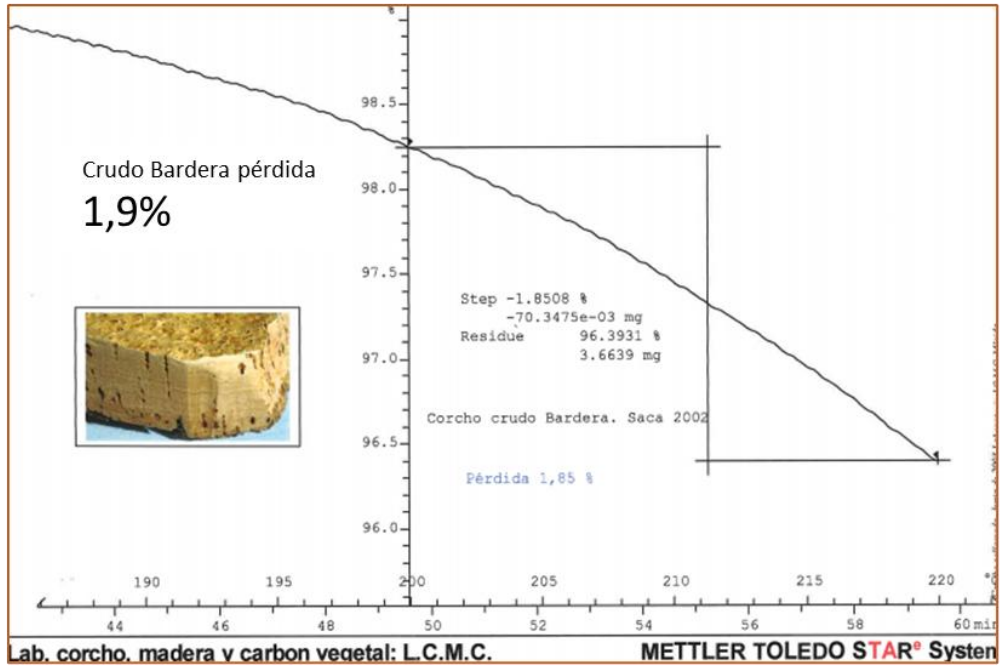
Los extractos y los polisacáridos son los compuestos más inestables a la temperatura, siendo la suberina y la lignina más resistentes a la degradación térmica
1998. Cortiça. Producçáo , Tecnologia e Aplição. INETI Luis Gil. Pág 191

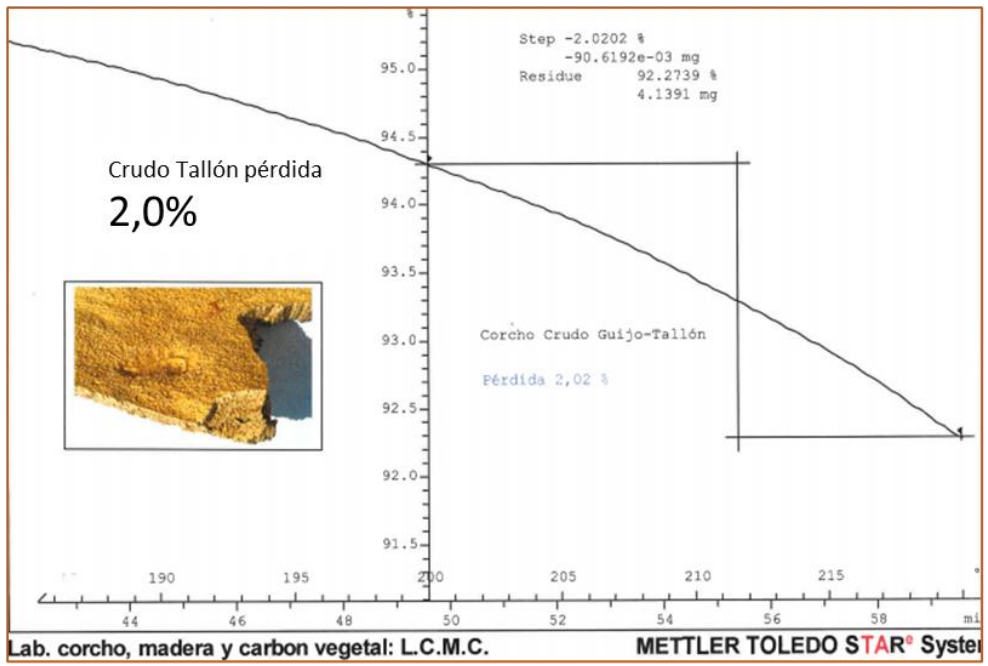
5. Resultados muestras de enero 2003



La existencia en el laboratorio del ICMC de muestras de tapones del proceso de pulido y rectificado, con fabricación en la planta piloto del centro, nos proporcionó esta muestra de la que se obtuvo la fracción de polvo utilizando lija P220 y se ensayó para disponer de más datos en la interpretación de resultados

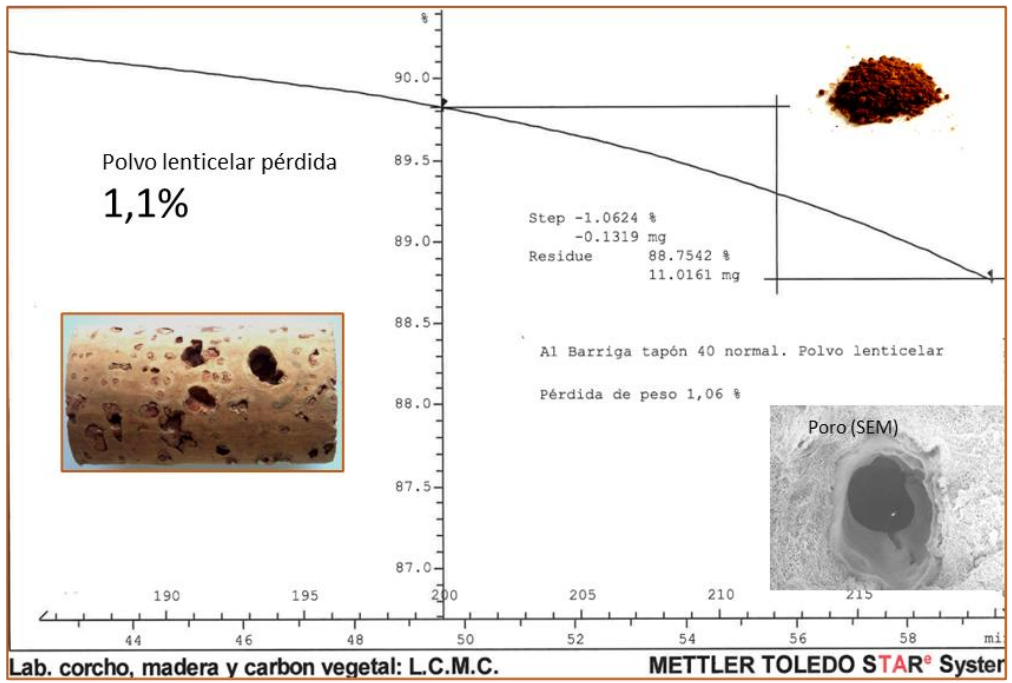
5. Resultados muestras de enero 2003

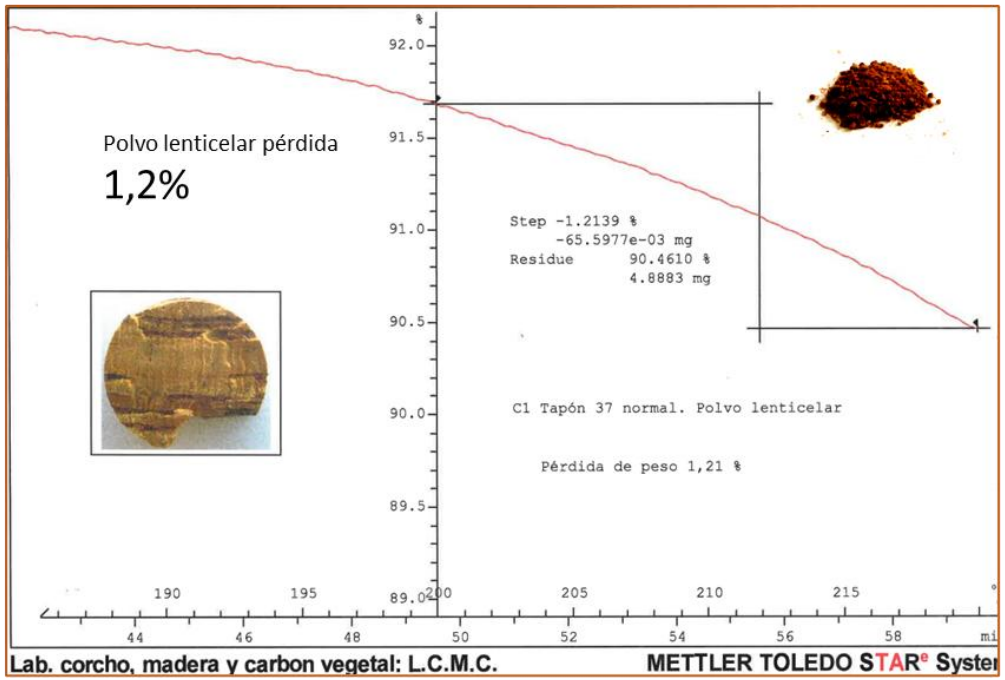




Disponer en el laboratorio del ICMC de muestras de corcho de trazabilidad conocida animó a evaluarlas en el estado en que se encontraban.
Las denominadas Bardera y Tallón se corresponden con corcho crudo de la saca del 2002 en la dehesa y el monte de Guijo de Granadilla respectivamente..

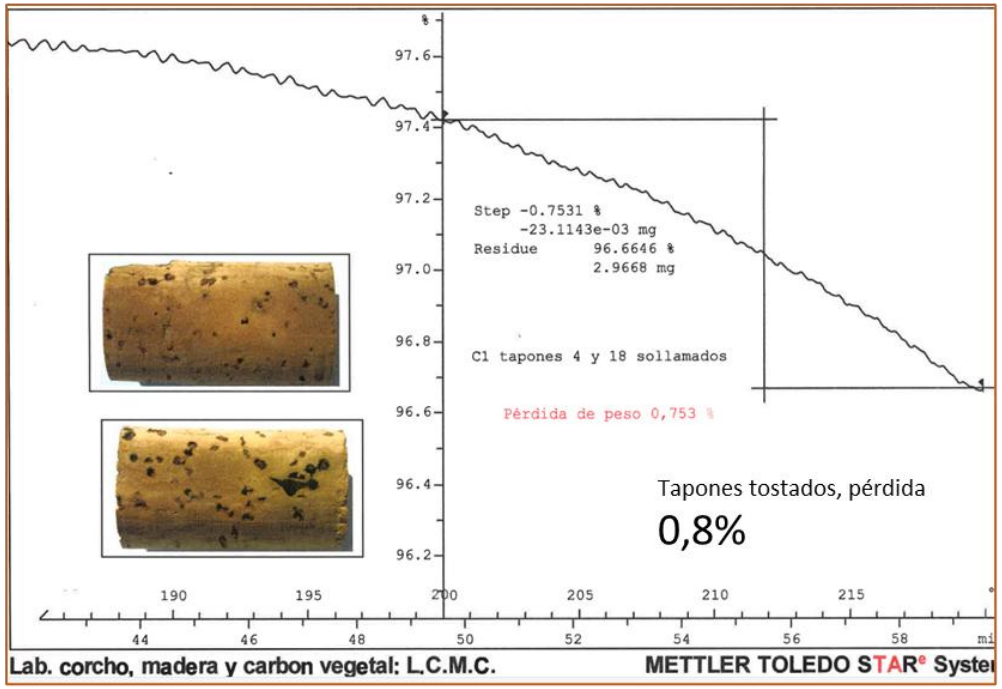
5. Resultados muestras de enero 2003

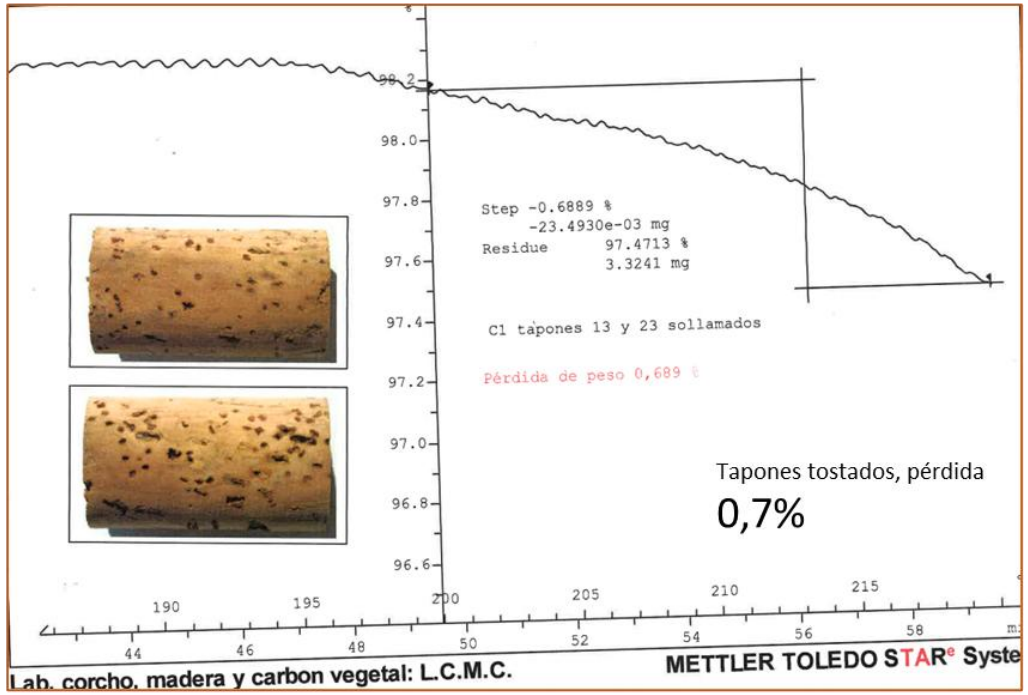




Las muestras del polvo lenticelar proceden de los tapones 40 y 37 enviados para la evaluación de los grupos codificados “A1 barriga” y “ MC1” respectivamente .
Se obtienen por procedimientos mecánicos utilizando alfiler para desprenderlos y mortero para romper sus eventuales apelmazamientos.

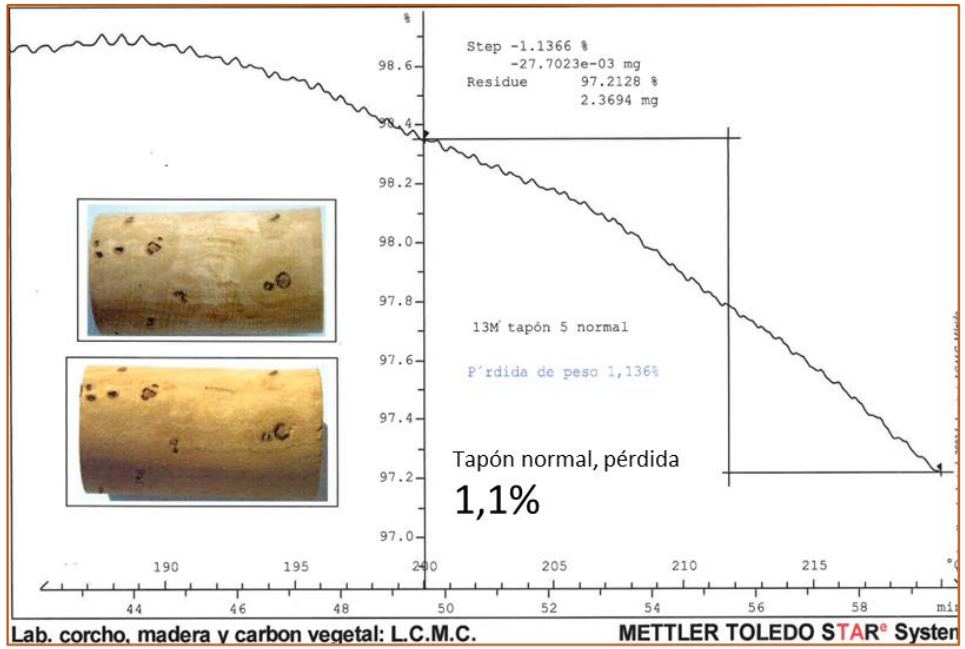
5. Resultados muestras de enero 2003

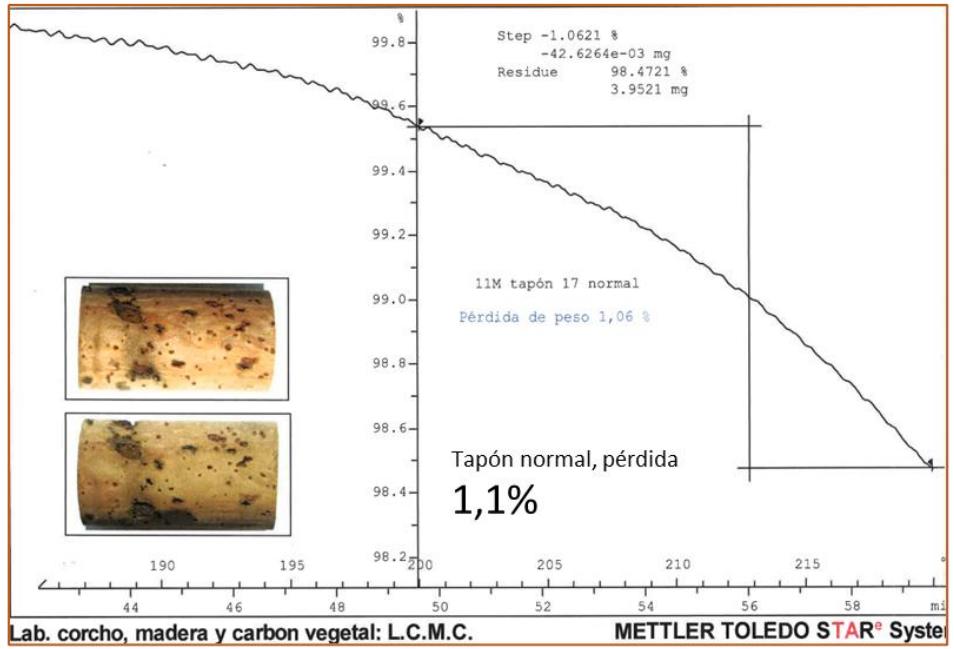




Se obtuvo fracción de polvo utilizando lija P220 en el costado de unidades que se consideraron, a simple vista, sollamadas , sin que llegasen a coloración negra.
Tapones 4-18 y 13-23 de la muestra “MC1” , tostados.

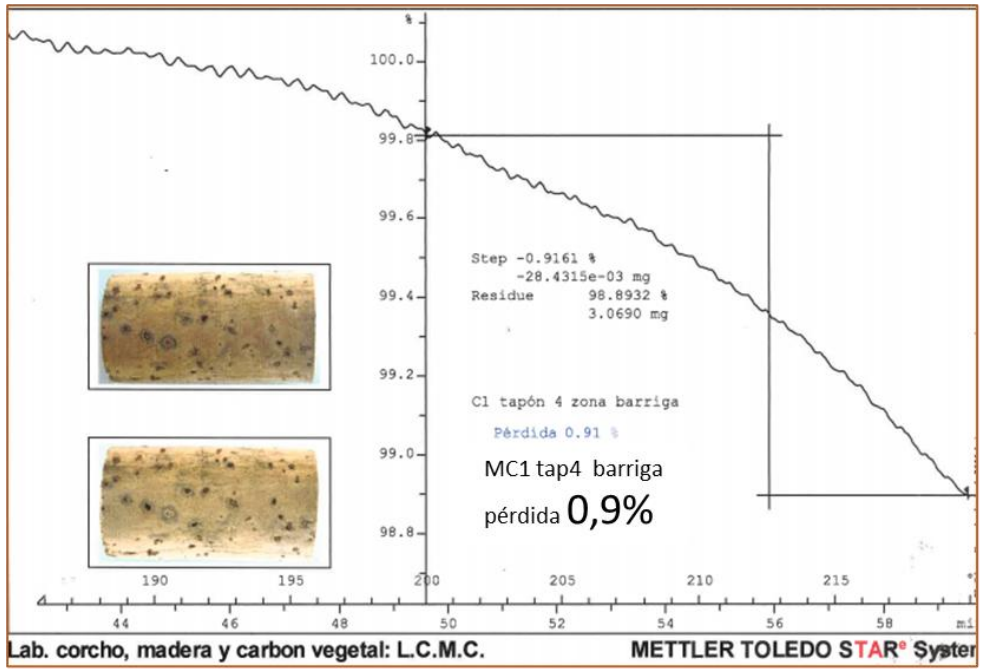
5. Resultados muestras de enero 2003

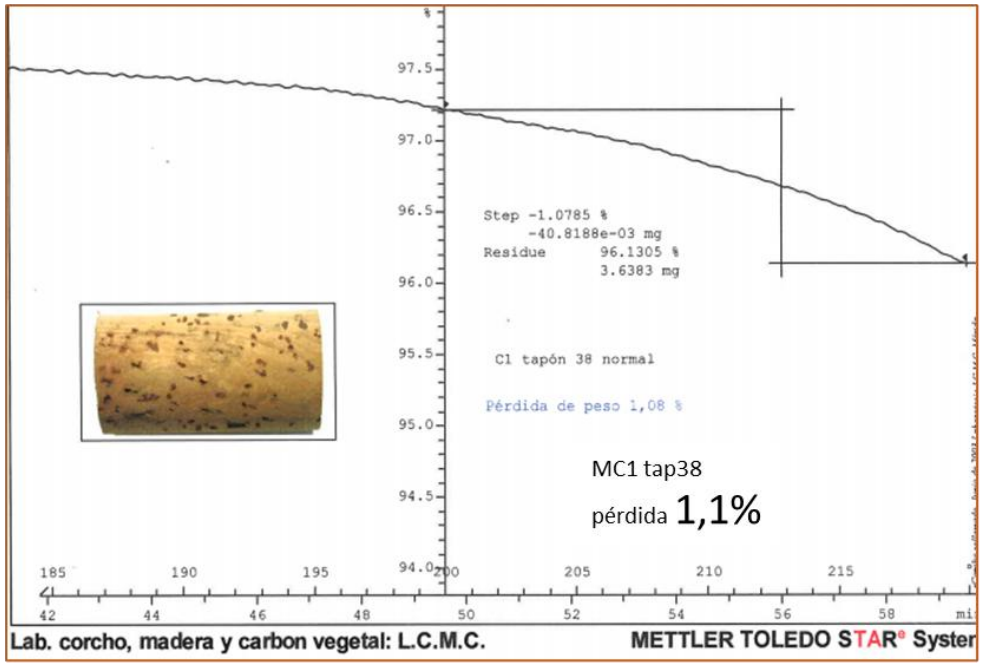




Se obtuvo fracción de polvo utilizando lija P220 en el costado de tapones que a simple vista NO tendrían consideración de sollamados .
Tapón 5 de la muestra M13 (zona susceptible de verde estructural) y tapón 17 de la muestra M11 (con galería de *Coroebus undatus*), antes y después del pulido con lija.

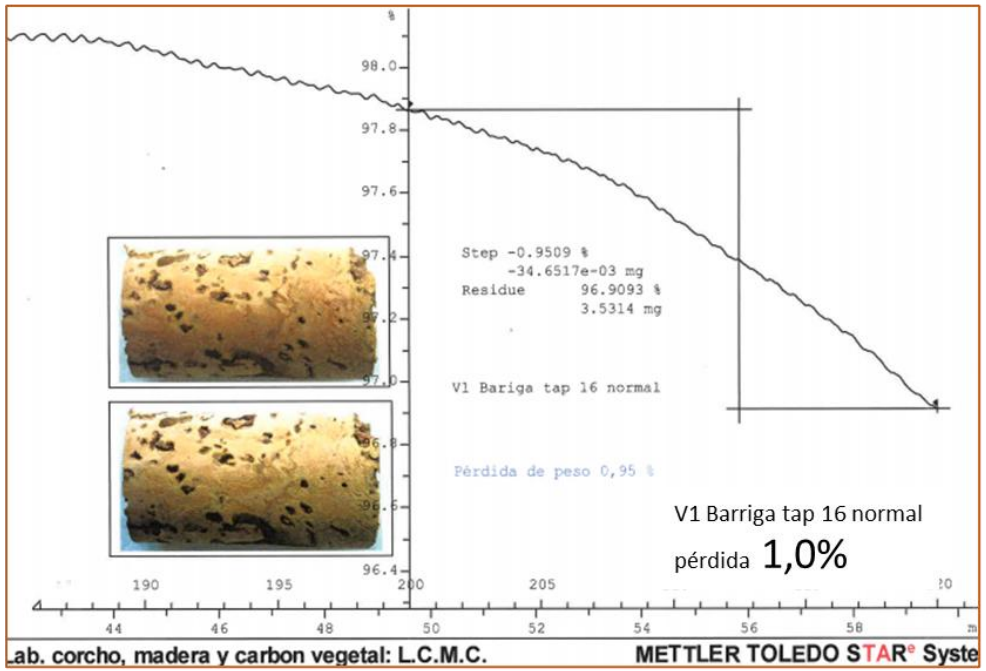
5. Resultados muestras de enero 2003





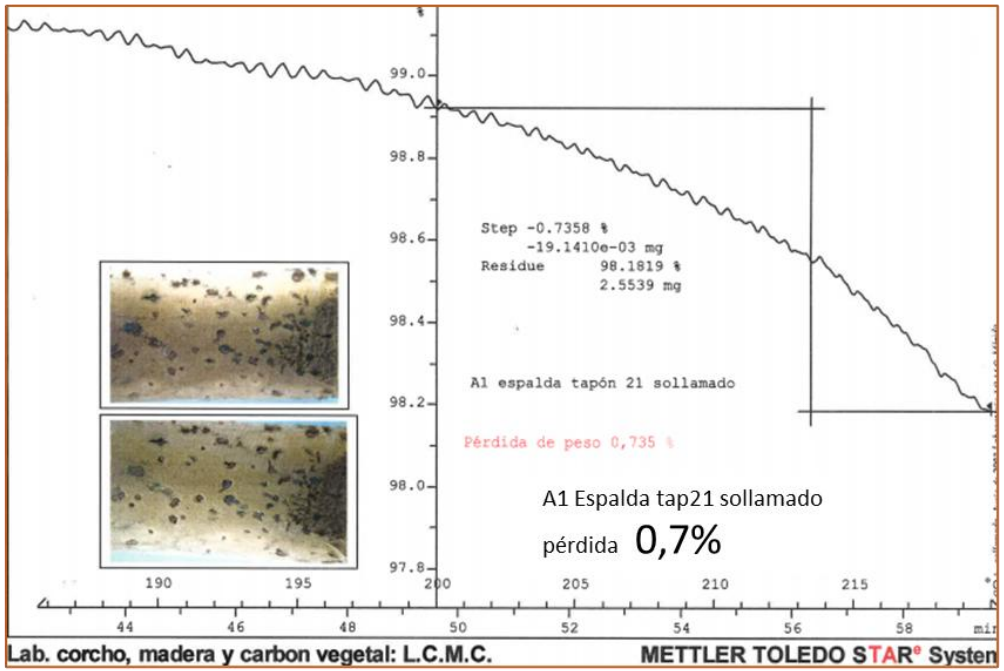
Se obtuvo fracción de polvo utilizando lija P220 en el costado de tapones que a simple vista NO tendrían consideración de sollamados .
Tapones 4, antes y después del pulido con lija, y 38 de la muestra MC1 en zona de barriga.

5. Resultados muestras de enero 2003



V1 Barriga tap 16 normal

pérdida 1,0%



A1 Espalda tap21 sollamado

pérdida 0,7%

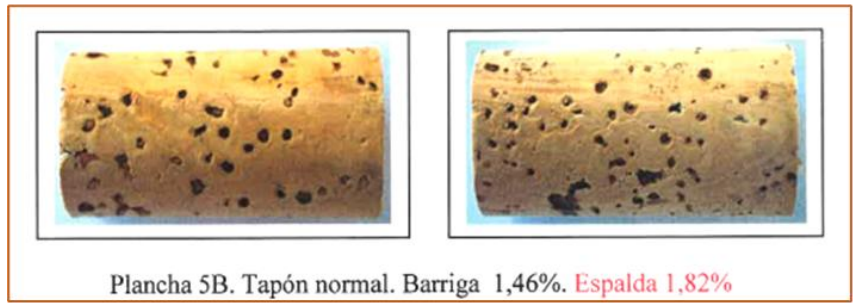
Se obtuvo fracción de polvo utilizando lija P220 en el costado de tapones con aspecto normal y sollamado .
Tapón 16 normal, de la muestra V1 Barriga, y tapón 21 sollamado, de la muestra A1 Espalda, antes y después del pulido con lija.

5. Resultados muestras de enero 2003

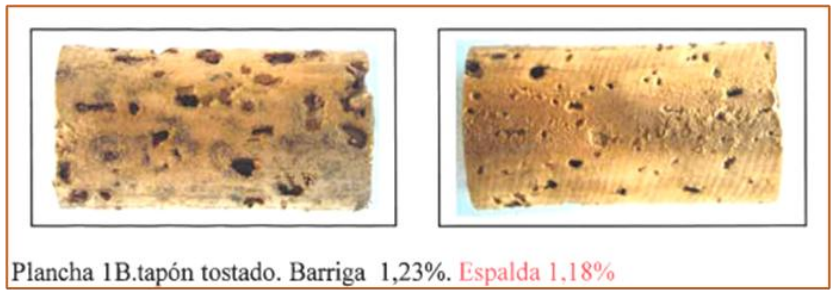
Datos y resultados de ensayos termogravimétricos, muestras enero 2003

Clave	Peso ensayado (mg)	% pérdida BH (200-220ºC)	Observaciones
Cera	*11,52*	***0,5***	*Cera*
MC1 tapones 13-23	3,41	0,7	Sollamado (zona espalda)
A1 Espalda tapón 21	**2,60**	0,7	Sollamado (zona espalda)
MC1 tapones 4-18	3,07	0,8	Sollamado (zona espalda)
MC1 tapón 4	3,10	0,9	Normal (zona barriga)
V1 Barriga tapón 16	3,69	1,0	Normal
M11 tapón 17	4,01	1,1	Normal
A1 Barriga tapón 40	12,41	1,1	Polvo lenticelar
MC1 tapón 38	3,78	1,1	Normal
M13 tapón 5	2,44	1,1	Normal
MC1 tapón 37	5,40	1,2	Polvo lenticelar
Tapón Toledo	*3,69*	*1,5*	*Normal*
Crudo Bardera	*3,80*	*1,9*	*Normal crudo*
Crudo Tallón	*4,49*	*2,0*	*Normal crudo*
V1 Barriga tapones leña	**16,81**	**2,1**	Extracto hervido

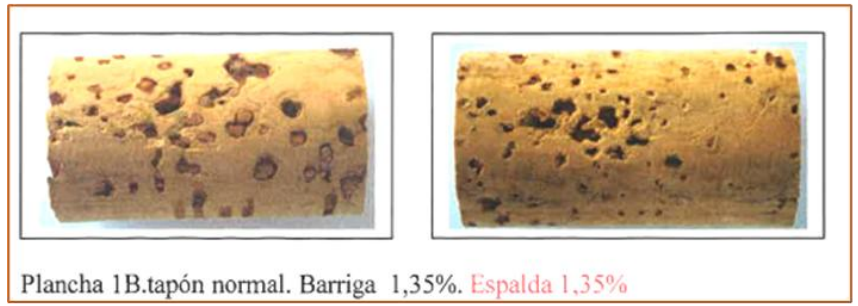
6. Resultados muestras de noviembre 2003 (M83-03)



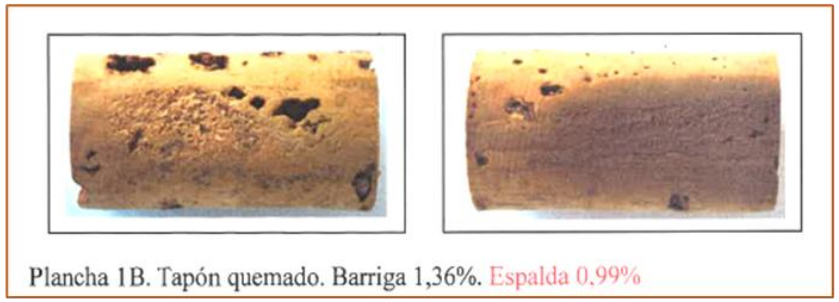
Plancha 5B. Tapón normal. Barriga 1,46%. Espalda 1,82%



Plancha 1B.tapón tostado. Barriga 1,23%. Espalda 1,18%



Plancha 1B.tapón normal. Barriga 1,35%. Espalda 1,35%



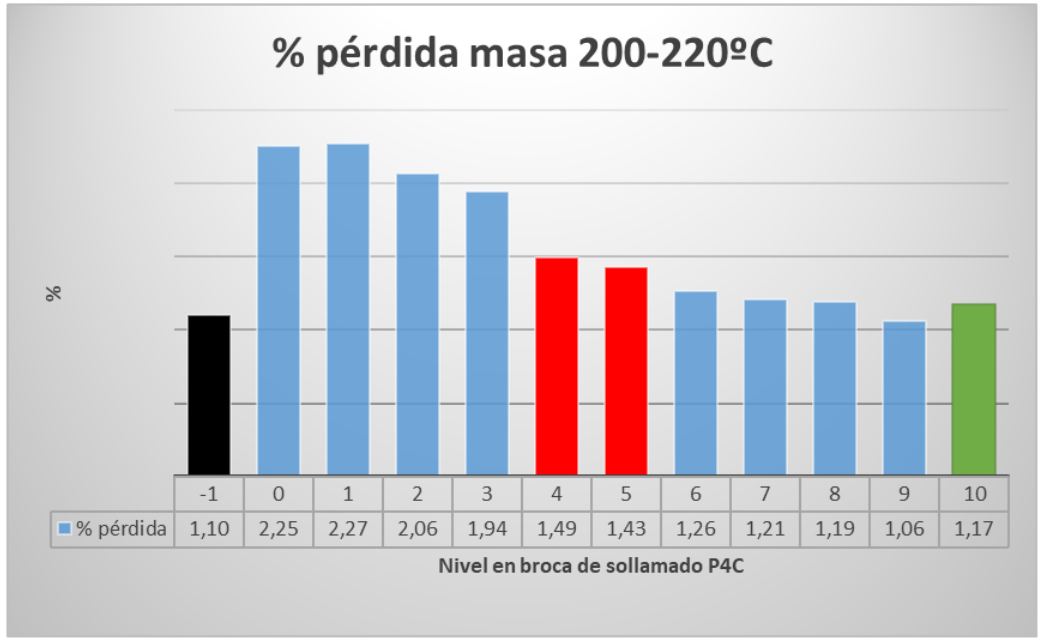
Plancha 1B. Tapón quemado. Barriga 1,36%. Espalda 0,99%

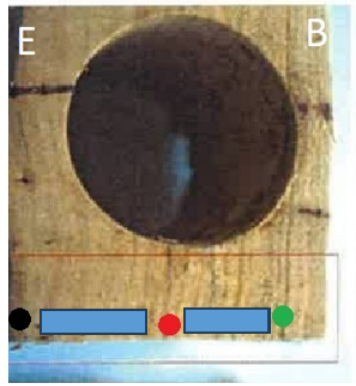
Nota: Los porcentajes son los del termogravigrama, referidos al residuo no al peso inicial de ensayo como se indica en las tablas siguientes

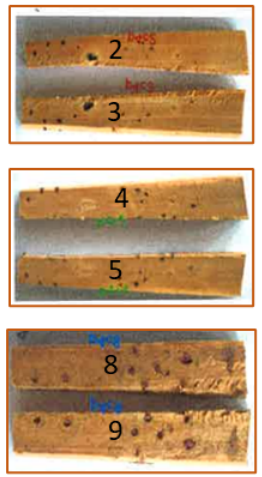
Plancha 6 C. Discretísimo . Barriga 1,4%. Espalda 1,6%

(Nota : se corrige orientación con respecto al informe enviado)

6. Resultados muestras de noviembre 2003 (M83-03)







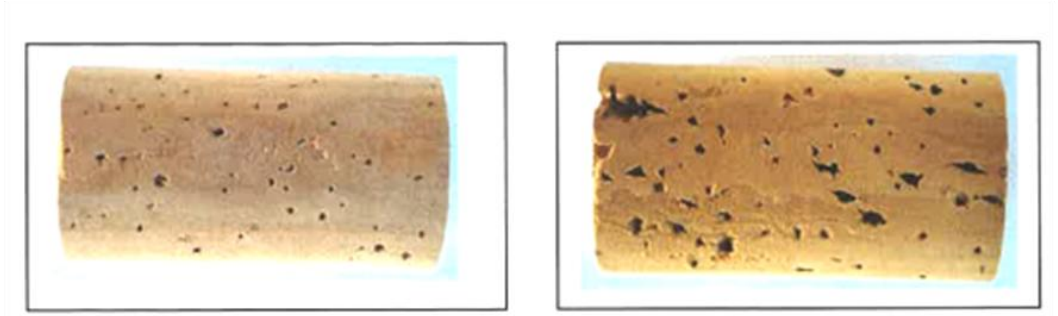
Se obtuvieron 12 muestras de polvo en rebanada perforada, broca, de la muestra M83-03 identificada como Plancha 4C con el criterio direccional espalda-barriga. Las probetas están por pares contiguos de las caras de corte, a excepción de la "-1", en espalda y color tostado (barra y punto negro), y la 10, la más próxima a barriga (barra y punto verde) . Se utilizó cúter para los cortes y lija P220 para obtener el polvo de ensayo.

6. Resultados muestras de noviembre 2003 (M83-03)

Datos y resultados de ensayos termogravimétricos, muestra tapones M83-03 noviembre 2003. Espalda vs Barriga				
Clave	Peso ensayado (mg)	% pérdida BS (200-220ºC)	% Espalda - % Barriga	Observaciones
P5B Espalda	3,20	1,9	0,4	Normal
P5B Barriga	3,55	1,5		
P6A Espalda	3,04	1,5	0,2	Normal
P6A Barriga	3,77	1,3		
P6C Espalda	3,11	1,6	0,2	Discretísimo
P6C Barriga	3,90	1,4		
P1B Espalda	3,62	1,4	0,0	Normal
P1B Barriga	3,73	1,4		
P1B Espalda	3,87	1,2	-0,1	Tostado
P1B Barriga	3,34	1,3		
P1B Espalda	3,71	1,0	-0,4	Sollamado
P1B Barriga	3,72	1,4		

Datos de las muestras enviadas para su evaluación. M83-03

6. Resultados muestras de noviembre 2003 (M83-03)

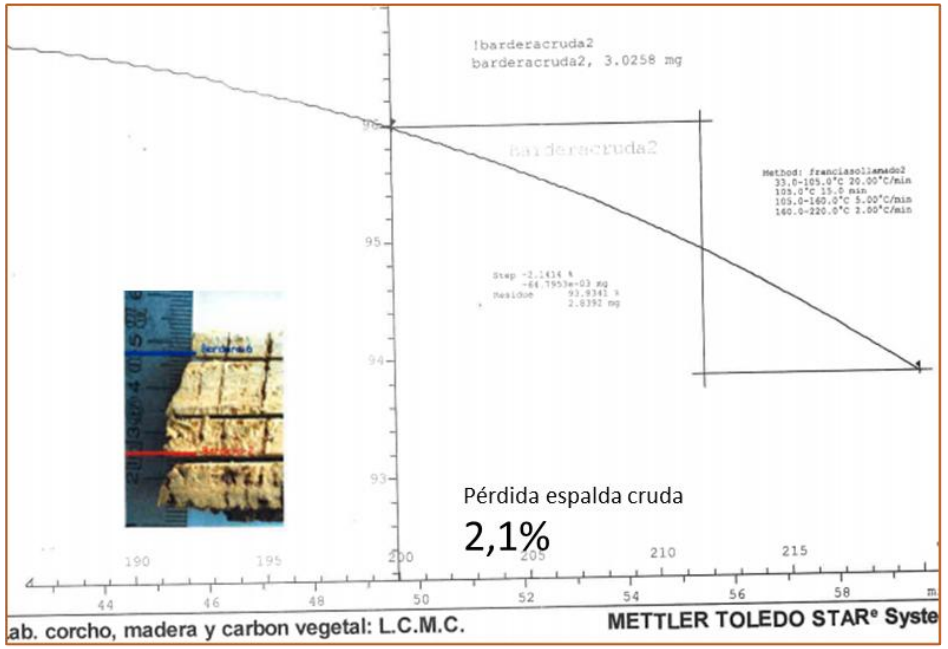


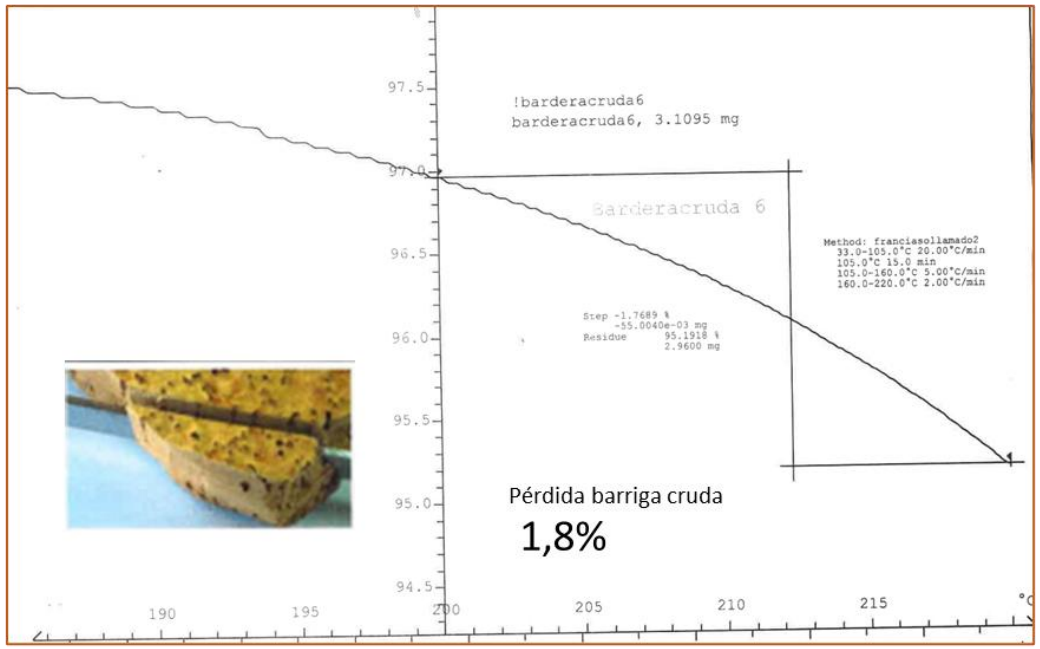
Lote5plancha10.(2001) Barriga 2,39%. Espalda 2,91%

Tapón sin trazar. Barriga 2,03%. Espalda 2,77%

Nota: Los porcentajes son los del termogravigrama, referidos al residuo no al peso inicial de ensayo como se indica en las tablas
Estos dos tapones se corresponden con las muestras del ICMC, no pertenecen a las enviadas para su evaluación

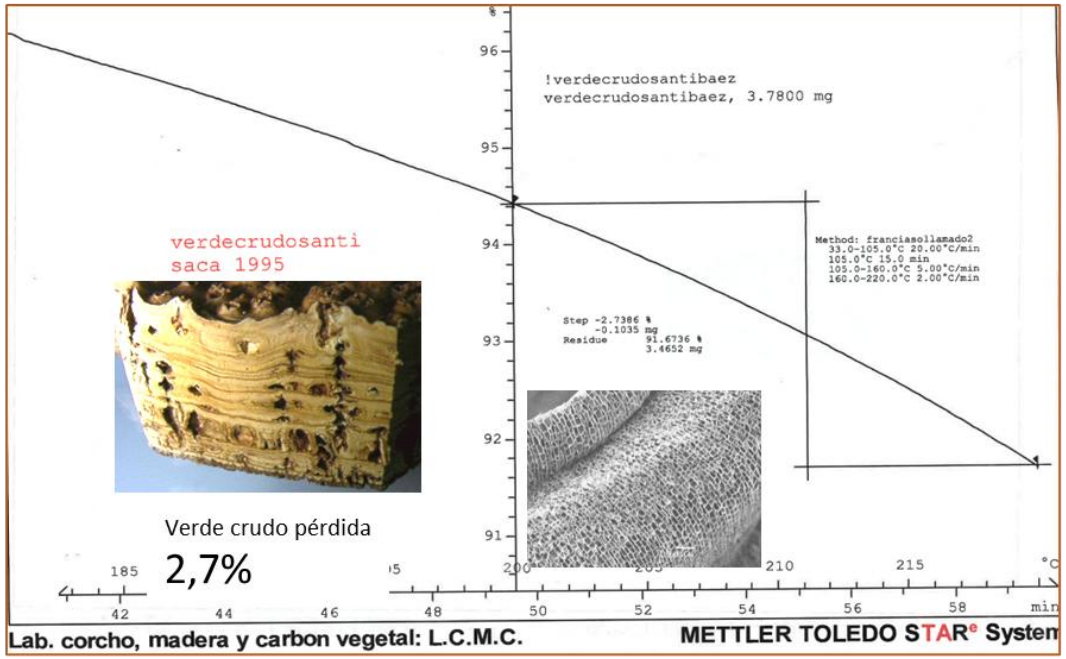
6. Resultados muestras de noviembre 2003 (M83-03)

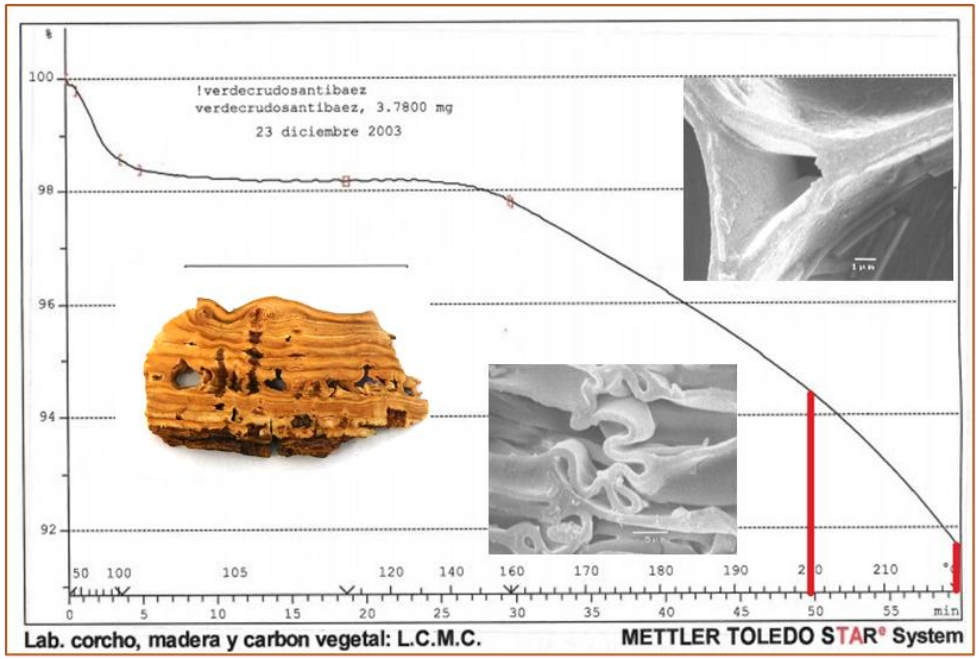




Se obtuvieron fracciones de polvo utilizando lija P220 en corcho de reproducción de la saca del 2002, sin hervir y procedencia conocida - dehesa de Guijo de Granadilla- en dos niveles susceptibles de incorporarse en tapón cilíndrico de una pieza de corcho natural, nivel espalda y nivel barriga

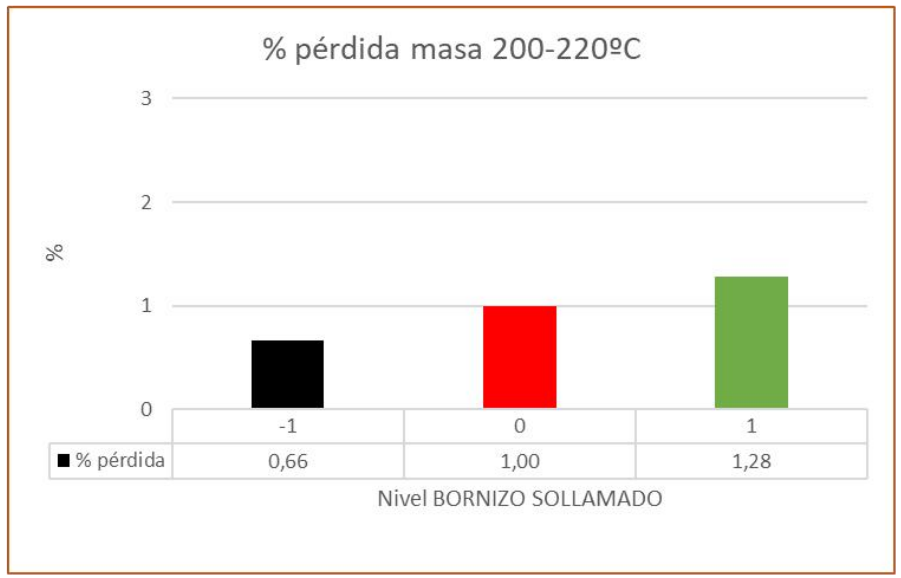
6. Resultados muestras de noviembre 2003 (M83-03)

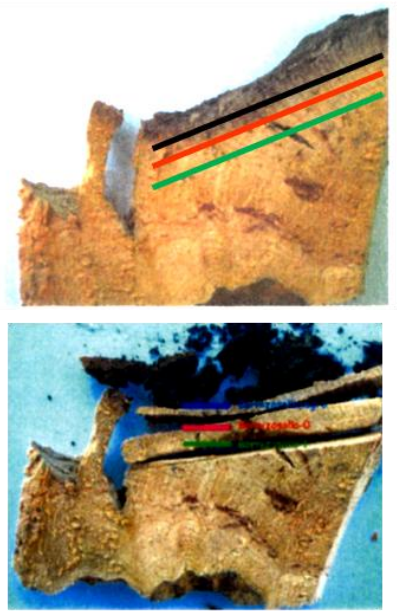




Se obtuvo fracción de polvo utilizando lija P220 en corcho de reproducción de la saca del año 1995, sin hervir y de procedencia conocida : árbol que se denominó ” Raíz perfecta”, en la dehesa de Santibáñez el Bajo que presentaba como característica un verde estructural en todo el espesor y durante varios turnos de descorche.

6. Resultados muestras de noviembre 2003 (M83-03)





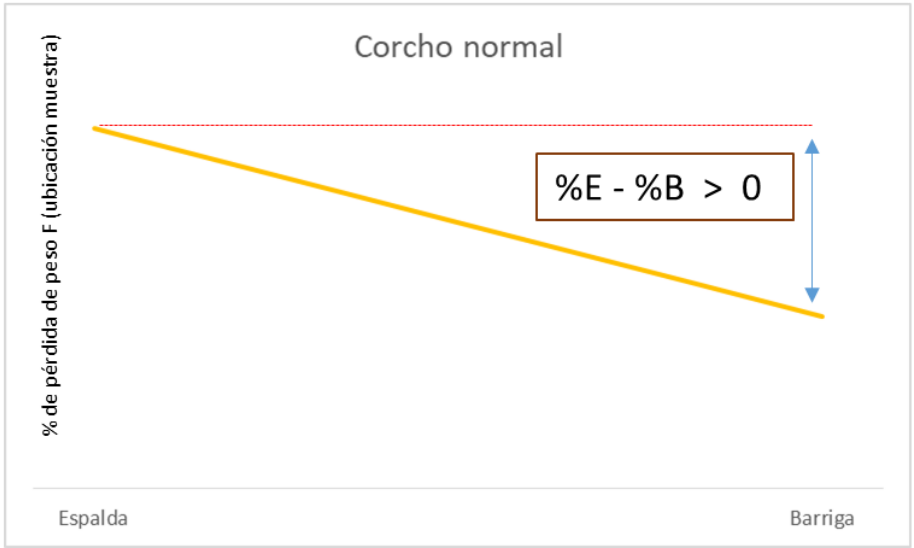
Disponer en la Suberoteca del ICMC de corcho procedente de zonas afectadas por incendios animó a su evaluación. En este caso se eligió corcho bornizo crudo, sin trazar, del que se obtuvieron tres muestras utilizando cuchilla de rebaneo para el corte y lija P220 para el polvo. Discriminamos las muestras de ensayo por nivel de quemado conforme a su orientación radial : nivel **"-1" negro**, nivel "0" tostado y nivel "1" sin apreciación de cambio de color por temperatura.

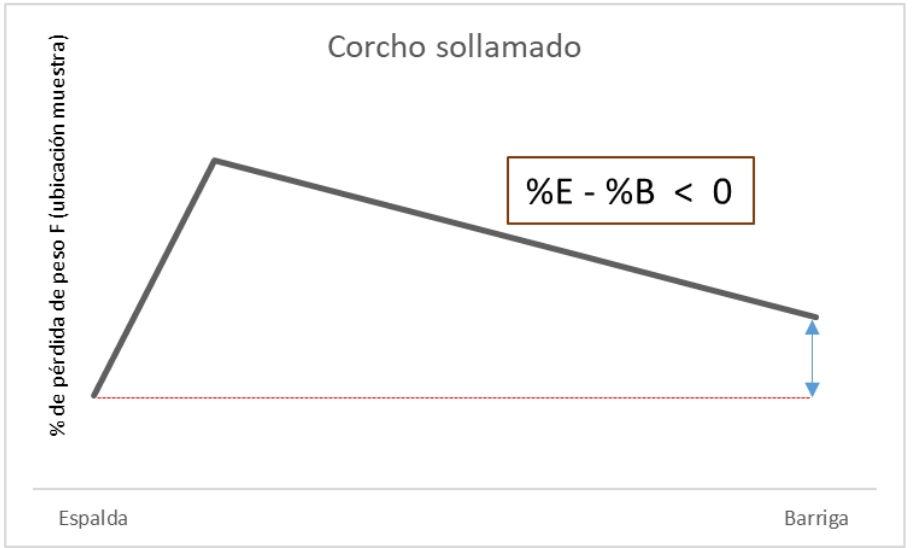
6. Resultados muestras de noviembre 2003 (M83-03)

Datos y resultados de ensayos termogravimétricos, muestras ICMC noviembre 2003 Espalda vs Barriga				
	Peso ensayado (mg)	% pérdida BS (200-220ºC)	% Espalda - % Barriga	Observaciones
Lote 5 plancha 10 (2001) Espalda	3,46	3,0	0,6	Tapón
Lote 5 plancha 10 (2001) Barriga	3,17	2,4		
Tapón sin trazar espalda	3,07	2,8	0,7	Tapón
Tapón sin trazar barriga	3,54	2,1		
Barderacruda2 espalda	3,03	2,2	0,4	Crudo saca 2002
Barderacruda6 barriga	3,11	1,8		
Verdecrudosantibaez barriga	3,78	2,8		Verde estructural saca 1995
Bornizo quemado **nivel -1**	4,93	**0,7**	**-0,3** **-0,3** **(-0,6)**	Bornizo sollamado sin trazar
Bornizo quemado **nivel 0**	3,21	**1,0**		
Bornizo quemado **nivel 1**	4,57	**1,3**		

Datos de las muestras existentes en el ICMC. No pertenecen a las enviadas para su evaluación.

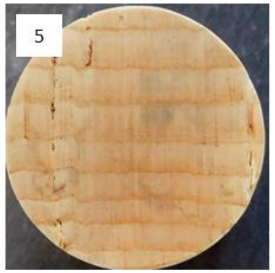
7. Pérdidas de peso en segmento 200-220ºC

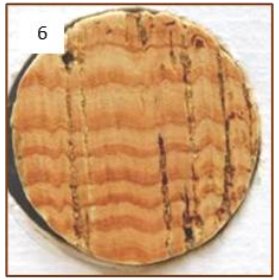




Los porcentajes de pérdida de peso esperados durante los ensayos termogravimétricos, en el segmento de temperatura de 200 a 220ºC, según la ubicación de la muestra con respecto a la espalda- barriga, siguen la tendencia de las gráficas

8. Preferencias en la ubicación del picado





En general, hay preferencia durante el picado de las rebanadas por la proximidad a la zona de barriga en la obtención de los tapones cilíndricos de una pieza de corcho natural (1).

Esta tendencia queda justificada por presentar en la proximidad a barriga menos desgarres así como una mayor firmeza, consecuencia de las tensiones del crecimiento en grosor del corcho y la disminución progresiva del espesor de las camadas de células producidas en el ciclo anual respectivamente.

Ver costado del tapón (2) (3), dirección axial, y cabezas (5) (6) , dirección radial. Corcho con “bofe” , “lana” o “flojera”(4), en zona próxima a la espalda.

9. Conclusiones

1ª Los tapones cilíndricos de una pieza de corcho natural, procedentes de la primera saca del corcho fábrica (*) en alcornoques de zonas incendiadas, pueden seguir manteniendo la integridad de sus características si la barrera aislante del tejido ha impedido alcanzar temperaturas, durante un tiempo suficiente, que alteren su coloración natural en la zona de picado de la plancha.

2ª Las zonas del corcho de coloración marrón -tostada- o negruzca, debido a la exposición directa a la llama o altas temperaturas generadas en un incendio, han perdido compuestos en el segmento de temperaturas de 200 a 220ºC.

3ª El costado de los tapones cilíndricos de una pieza de corcho natural que, a simple vista, no presentan tonalidades tostadas en la zona orientada a espalda de la plancha, en el segmento de temperaturas de la evaluación, tienen un % de pérdida de masas con gradiente positivo, con mayor % en la zona orientada a espalda con respecto a la orientada a barriga. Por contra, aquellos tapones que, a simple vista, en la zona de orientación a espalda de la plancha manifiestan tonos tostados o negruzcos invierten este gradiente de % de pérdida: tienen menor % de pérdida en zona orientada a espalda y mayor en zona orientada a barriga.

(*) Corcho fábrica: corcho de segunda o más reproducciones, extraído en descorches posteriores al corcho segundero. Corcho *amadía* en portugués

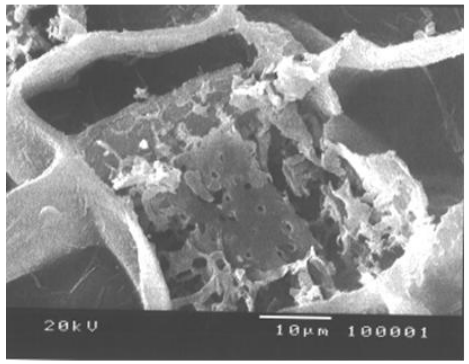
Gracias

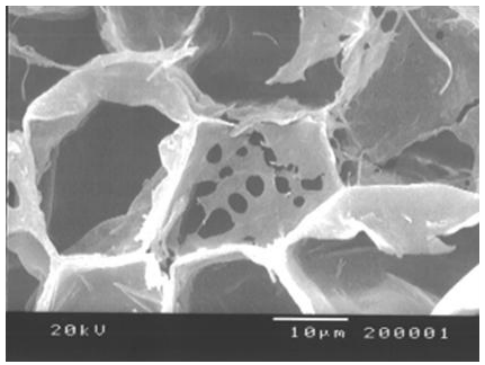
Máximo García García 230517

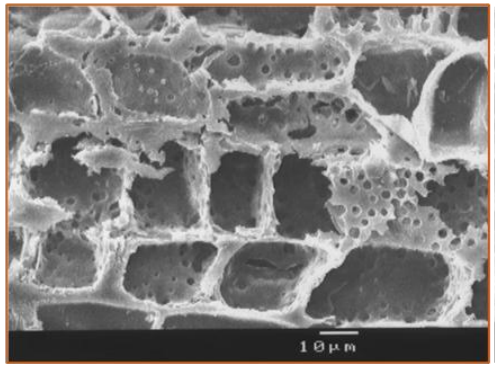
Corcho. Mancha amarilla,

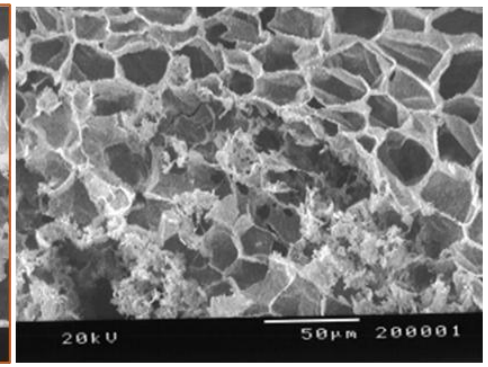
la degradación progresiva de la estructura del tejido

Máximo García García. 2023









Índice

1. Justificación del trabajo	Pág 3
2. Introducción	Pág 4
3. Descorche vs longevidad	Pag 5
4. Retirar las zapatas antes de hervir	Pág 6
5- Células de corcho vistas con el microscopio óptico	Pág 7
6. Equipo utilizado para las imágenes del SEM	Pág 8
7. 1994 Célula felogénica en telofase (SEM)	Pág 9
8. 1994 Células de corcho, pared celular en conformación (SEM)	Pág 10
9.1995 Células de corcho y poro lenticelar (SEM)	Pág 11
10. Mancha amarilla	Pág 12
11. Exfoliación, por la lámina media de la pared	Pág 13
12. 1997. Corcho crudo, "avinagrado"	Pág 14
13. 1997. Corcho crudo, células esclerenquimatosas	Pág 15
14. 1997. Nueva empresa que inicia su producción con estos tapones. San Vicente de Alcántara	Pág 16
15. 1998. Tapón con mancha amarilla	Pág 17
16. 1998. Tapón de corcho panda. Mancha amarilla natosa	Pág 18
17. 1999. Zapata cruda de alcornoque en dehesa de Guijo de Granadilla	Pág 19
18. 1999? Tapón con mancha amarilla	Pág 20
19. Tapón de vino alterado	Pág 21
20. Otro tapón de vino alterado	Pág 22
21. 2001. Muestra 186-01. Ataque ligero. Zona atacada MT2 1-1	Pág 23-24
22. 2001. Muestra 186-01. Ataque ligero. Zona no atacada MT2 1-2	Pág 25-26
23. 2001. Muestra 186-01. Ataque intenso. Zona atacada MT2 2-1	Pág 27-28
24. 2001. Muestra 186-01. Ataque intenso. Zona no atacada MT2 2-2	Pág 29
25. 2001. Muestra 186-01. Con degradación. Zona atacada MT2 3-1	Pág 30-34
26. 2001. Muestra 186-01. Con degradación. Zona no atacada MT2 3-2	Pág 35-36
27. Bornizo crudo	Pág 37
28. 2010. Corcho de Túnez hervido. Frente de avance de la mancha amarilla desde la espalda, con musgo	Pág 38
29. 2011. Corcho de la expedición Nimrod a la Antártida en 1907	Pág 39
30. 1998. *Quercus variabilis*. Corcho de Asia, crudo y hervido	Pág 40
31. 2010. *Quercus cerris*. Corcho crudo de Turquía	Pág 41
32. Comentarios	Pág 42

1. Justificación del trabajo

Disponiendo de una importante información fotográfica de las células del corcho, y manteniendo aún la infraestructura del laboratorio con operatividad reducida, a consecuencia de las obras de mejora que desde hace unos meses se están llevando en el Instituto del Corcho, la Madera y el Carbón (ICMC), he afrontado realizar esta presentación con el fin de recopilar las imágenes para facilitar su consulta a quien pudiera interesar.

La adquisición del microscopio electrónico de barrido (Scanning Electron Microscope – SEM-) en el año 1992 por el Instituto de Promoción del Corcho (IPROCOR), centro en el que ingresé por resolución de la Orden de la Consejería de Presidencia y Trabajo de 1 de diciembre de 1986, nos permitió disponer de una potente herramienta de evaluación de la que aquí dejamos constancia con algunas de las fotografías obtenidas durante las actuaciones de manejo y entrenamiento del microscopio.

Aunque en el título sólo se indica la alteración "Mancha amarilla", por ser la muestra de discos 186 del año 2001 la observada específicamente para ello, se incluyen otras no menos importantes, caso de la célula felogénica en telofase que, hasta ahora, son las únicas realizadas durante esta etapa de la división celular en el felógeno con microscopía electrónica de barrido, así como algunas de corchos de especies diferentes al *Quercus suber* y la de una hebra del corcho de los tapones de las botellas abandonadas en la Antártida por la expedición Nimrod en 1909.

En la presentación se ha seguido orden cronológico, salvo para las especies *Quercus variabilis y cerris.*

2. Introducción

En la última década del siglo XX se llevó a cabo una revisión del sector del corcho a través del proyecto Quercus - ***QU****alitative* ***E****xperiments , to determine the compounds* ***R****esponsible and to eliminate the* ***C****auses of* ***U****ndesirable* ***S****ensory characteristics, in drinks stoppered with cork-* (1992-1996) para ayudar a tomar decisiones con el fin de dilucidar responsabilidades y eliminar o, al menos, reducir riesgos en la utilización de su producto principal, el tapón de corcho, que venía generando desde hace años malestar en bodegueros y consumidores, como así lo indicaban las crecientes quejas y reclamaciones, por alteraciones organolépticas del vino atribuidas al corcho.

Por otra parte, estando identificados los compuestos responsables, entre ellos los cloroanisoles, concretamente el 2-4-6 TCA (Tanner et al 1981, Buser et al 1982), y siendo evidentes las mejoras en la industrial, se miraba al sector con actitud crítica para que se adaptase a las exigencias del momento.

En este entorno, se justificaba la adquisición de medios como el Scanning Electron Microscope (SEM) en centros de reciente creación en Extremadura, como era el Instituto de Promoción del Corcho (IPROCOR) en Mérida, y se fortalecían los existentes, caso del laboratorio Agrario de Extremadura (LAEX) en Cáceres, desde donde se participó activamente en el proyecto.

Una de las primeras actuaciones fue aprobar normas, hasta entonces puramente descriptivas, para fijar ensayos y especificaciones de producto (ISO 3863-1989, ISO 9727 de 1991, NCS 0.20 de 1992, UNE 56921 de 1997 etc.) y, tras las conclusiones del proyecto Quercus, publicar en 1997 el Código Internacional de Prácticas Taponeras (CIPT), base para el posterior sistema de acreditación, el Systecode - *System for the cork industry* - de 1999.

No obstante, el sector se rige por un sistema de producción de materia prima con turnos prolongados, 9 años al menos, con requerimientos de almacenaje en crudo de meses, incluso años, donde el fraccionamiento de las empresas ha sido una constante y, en un entorno de demanda creciente, ha dado muestras de comportamientos dispares.

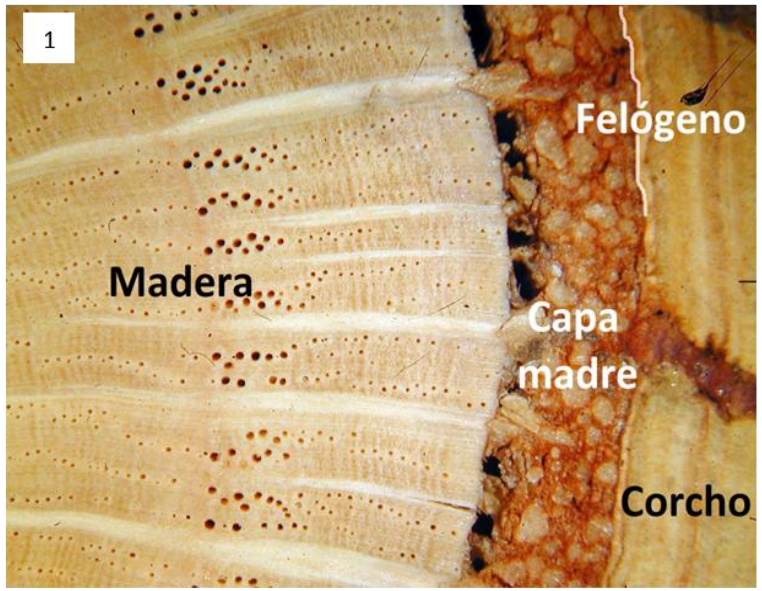
De este modo, la recepción de las protestas de bodegas que se recibía en la parte comercializadora de tapones, básicamente catalana, terminaba llegando a las empresas preparadoras, extremeñas, donde inicialmente se mostró incredulidad, a veces interesada y sólo justificable con la mirada a corto plazo desde la garantía de venta de su corcho en patio: en crudo o en fardos.

En cualquier caso, un paso importante fue exigir la separación del corcho de la base del tronco -zapatas o calços- antes de iniciar las operaciones industriales del corcho potencialmente destinado a entrar en contacto con alimentos, es decir, antes del primer hervido. Con esta sencilla actuación se produciría una reducción considerable del problema, aunque no su erradicación.

3. Descorche vs longevidad

La práctica del descorche constituye un fuerte estímulo de la producción suberosa….. puede decirse que un alcornoque sometido a un descorche periódico produce, al llegar al límite de su producción económica, es decir a los 150 ó 200 años, del 250 al 450 % más tejido suberoso que un árbol no descorchado….El aumento de la producción suberosa provocado por la pela periódica se obtiene a costa de la vitalidad del árbol y conduce al envejecimiento prematuro del mismo.

(Fuente: Pág 161 y 162 Subericultura . 2ª edición. J. Vieira Natividade, 1950-)



Imágenes. (1) sector de la sección transversal del alcornoque mostrando tres zonas bien diferenciadas: madera, capa madre y corcho. El felógeno se marca con línea blanca. (2) aspecto del alcornoque tras un descorche bien ejecutado. (3) herida de descorche por desprendimiento de la capa madre, comúnmente llamada “calvo” “santo”. (4) abultamientos en el fuste del alcornoque descorchado producidos por golpeos con hacha que alcanzaron la madera en descorches precedentes, “mano dura del sacador”.

Los efectos del descorche sobre el crecimiento en diámetro y longevidad del árbol no están bien cuantificados .

(Fuente: Pág 809 . Compendio de Selvicultura Aplicada en España. Selvicultura de Quercus suber L. Gregorio Montero y Eduardo López. 2008)

Quercus suber L. Longevidad 500 años.

(Fuente: Pág 1113-1114. Compendio de Selvicultura Aplicada en España. Descripción de las características culturales de las principales especies forestales de España. A. Bravo-Oviedo y G Montero .2008)

4. Retirar las zapatas antes de hervir

La separación de las zapatas de las planchas puede ser fácil inmediatamente tras el descorche con un simple rayado de barriga utilizando cuchilla, y posterior flexión.
Perdido el exceso de humedad tras la saca, la separación de las zapatas se dificulta considerablemente requiriendo de corte con sierra, disco circular dentado, motosierra...

Base del tronco de alcornoques descorchados, (1) y (2) con zapatas,
(3) sin zapatas. (4) zapatas con mancha amarilla.
(5) preparación de las planchas en campo Descorche de 1995, dehesa de Santibáñez el Bajo.

Las zapatas, calços en portugués, es el primer término que aparece en el apartado " Prácticas y tratamientos" de la primera edición del CIPT de 1997 con el literal:
" 1.1 Zapatas : Recomendación CELIÈGE: No emplearlas para la fabricación de tapones ni de arandelas." Pág 8.

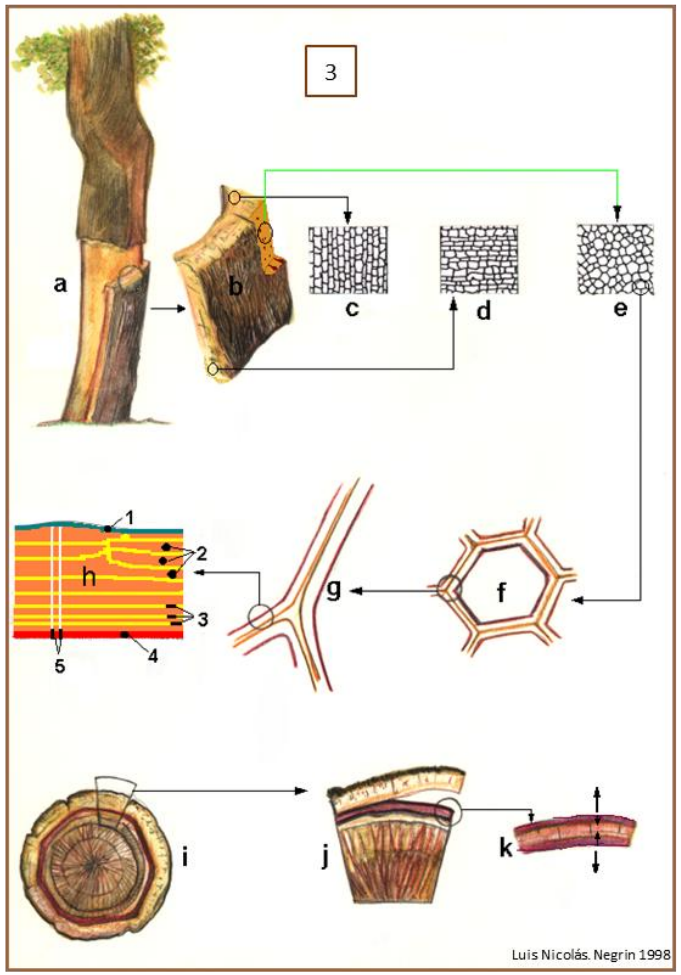
Siendo las zapatas una zona de riesgo para transmitir alteraciones organolépticas al vino su separación de las planchas, antes del hervido, queda justificada por el arrastre del vapor de compuestos como el TCA .
(Ver página 36 de la presentación 13/16 Datos del 2-4-6 TCA en el campo. 2-4-6 Tricloroanisol en el alcornocal de Extremadura. Se corresponde con la página 54 de Maxcorcho).

De este modo, el almacenamiento de corcho en áreas expuestas al vapor del hervido está en riesgo de poder ad-absorberlo. No obstante, la eliminación del TCA en la operación de hervido, aun existiendo, no es significativa dado el gran poder de retención del mismo en el corcho, lo que explica su desigual reparto corcho -macerante en el equilibrio. (Cuando se repite un macerado de 24 horas para un corcho individual, los macerados posteriores de este mismo corcho presentan resultados idénticos de extracción de TCA.... incluso después de una docena de macerados - *Fuente : Pág 7. Chemical analysis of TCA as a quality control tool for natural corks. Eric Hervé, Steven Price, Gordon Burns, Peter Weber. 2000-*. Este hecho justifica que el resultado de su análisis se indique en ng/litro y el volumen de macerante pueda variar entre 1 y 2 respecto al volumen de corcho - Fuente : *ISO 56930: 2017, apdo 6.2.1)*

5. Células de corcho vistas con el microscopio óptico

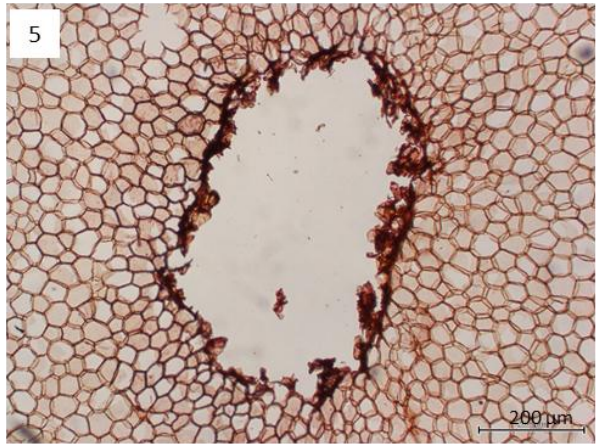
(1) corte radial, o axial. Límite de crecimiento estacional

(2) corte radial, o axial. Contorno de poro lenticelar y límite de crecimiento estacional



(3) esquema incluido en el *Manual didáctico del taponero. ICMC 1999. Pág 42.*

(4) corte tangencial

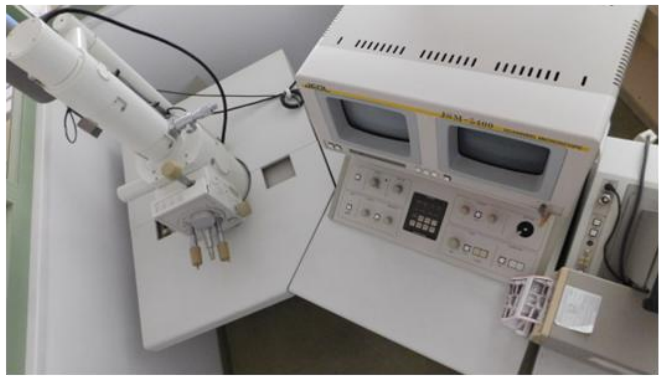


(5) corte tangencial. Contorno de poro lenticelar .
Imágenes de corte microtómico cedido al IPROCOR por la E.T.S. de Ingenieros de Montes.Prof. Dr. Ing. José García Mateo

6. Equipo utilizado para las imágenes del SEM

Equipo de recubrimiento, metalizadora,
para muestras no conductoras de electrícidad
Marca BAL-TEC. Modelo SCD 005

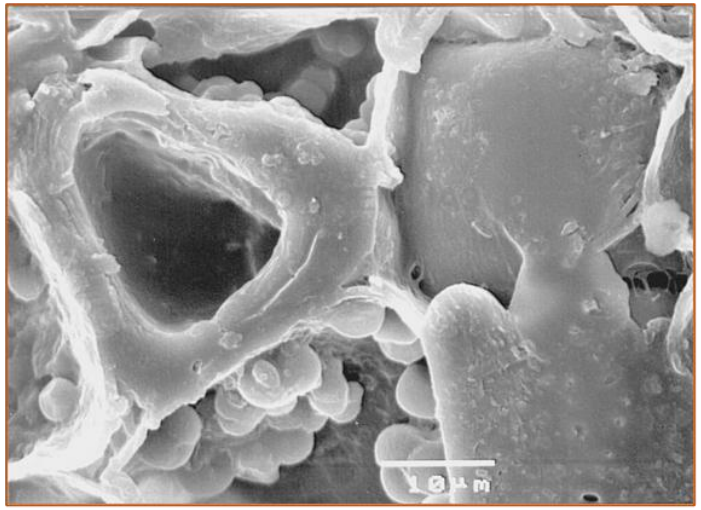
Muestras preparadas para el
Scanning Electron Microscope (SEM)



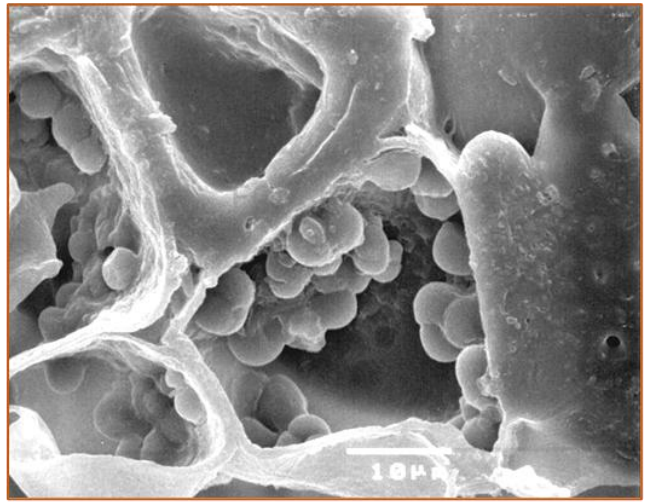
Microscopio electrónico de barrido (SEM)
Marca JEOL . Modelo JSM-5400

7. 1994. Célula felogénica en telofase (SEM)

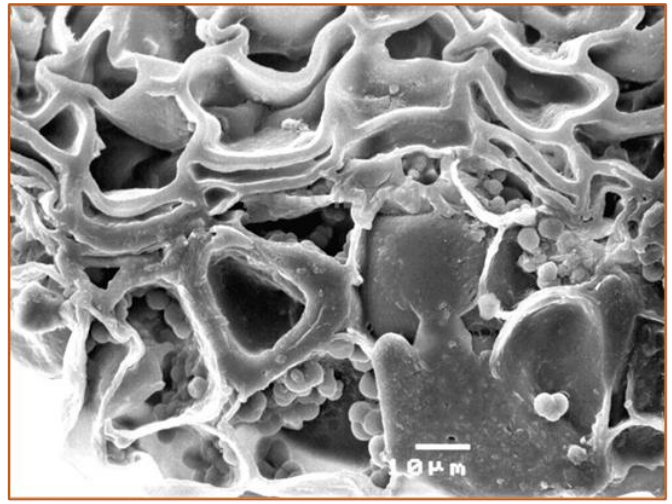
En la década de 1990 Máximo García, durante las operaciones de entrenamiento con el SEM, recibió del personal de campo del ICMC, Antonio Vasco y Luis Sánchez, una muestra de calas de corcho recién extraídas para su secado. Una de las calas presentaba adherida un trocito de capa madre, casca o líber, que eliminó y seguidamente preparó la muestra del corcho colindante para observarlo en el SEM. De este modo pudo obtener las imágenes que aquí mostramos. La fortuna tuvo a bien que la zona a examen presentara células del felógeno con el contenido celular gelificado - estado temporal de las células vegetales- dado que se había alcanzado la última etapa de división celular, la telofase, y procedía conformar la pared central de separación, al no ser posible el estrangulamiento que realizan las células animales debido a la rigidez de la pared de las células vegetales.



FOTCIENCIA



https://www.fotciencia.es/Publico/Galeria/FormAmpliacionImg.aspx?Fotografia=7962&Votacion=0



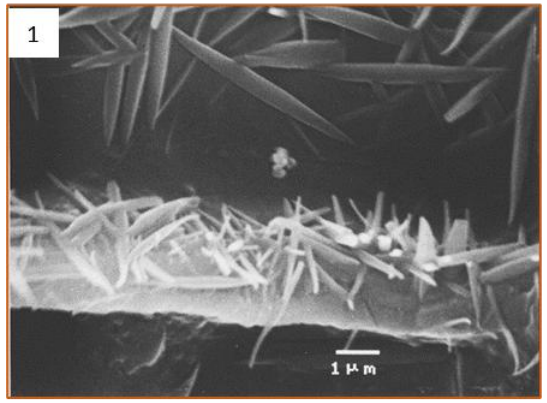
FOTCIENCIA

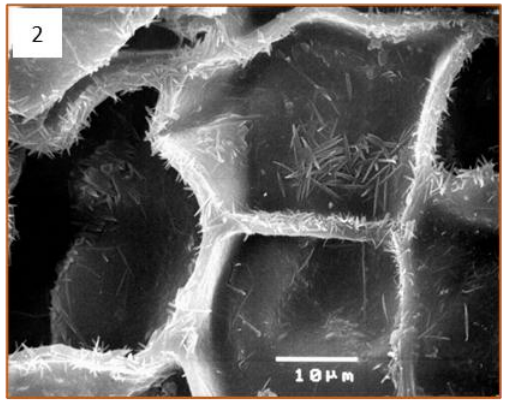
Una de las características más peculiares del felógeno del alcornoque es su facultad para, una vez diferenciado, mantenerse en actividad durante toda la vida del árbol ...La extracción del corcho durante el periodo de la actividad vegetativa del alcornoque es posible gracias a la fragilidad de las membranas de las células de corcho recién formadas o en formación *(Fuente: Pág 144 y 145 Subericultura . 2ª edición. J. Vieira Natividade, 1950-)*

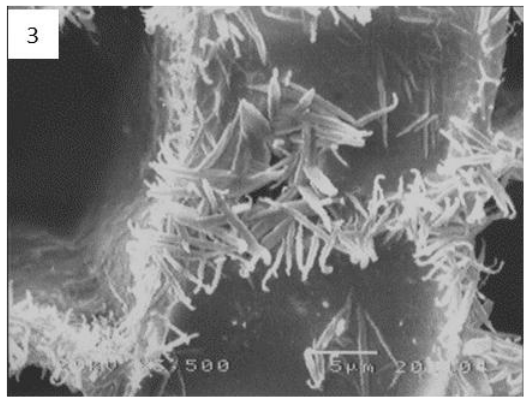
En cada saca las células vivas quedan expuestas a la intemperie y el felógeno, hasta entonces activo, muere. Se produce una migración de compuestos de reserva hacia el interior de la capa madre y, en la región donde se acumulan, se diferencia el nuevo felógeno a los 25-35 días desde la pela (*Machado 1935*)

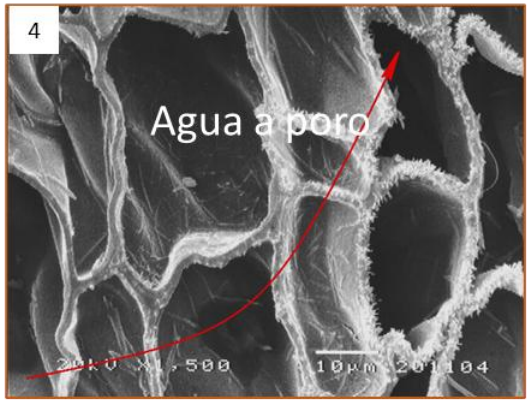
(Fuente: Pág 144 . Subericultura . 2ª edición. J. Vieira Natividade, 1950-)

8. 1994. Células de corcho, pared celular en conformación (SEM).



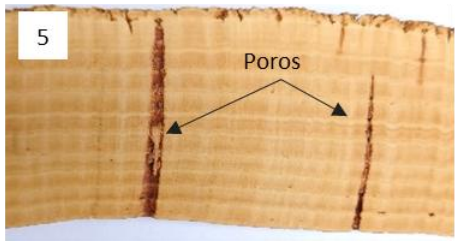


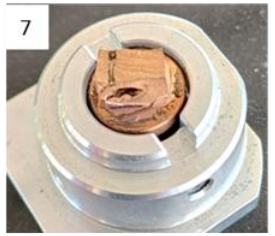




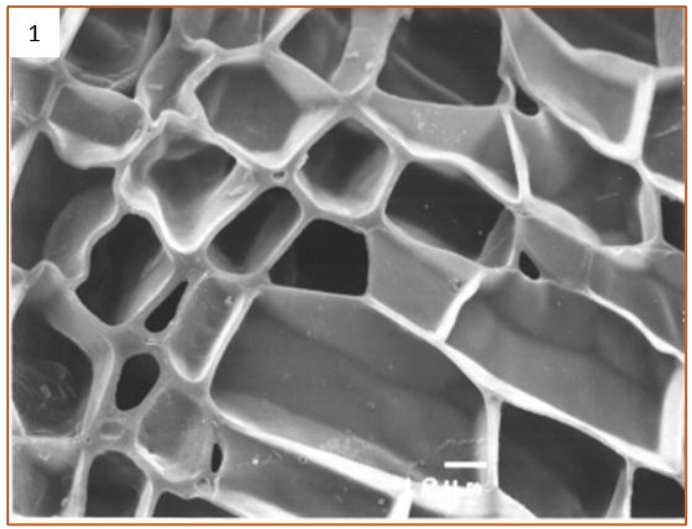
(1) y (2) pared celular, abril de 1994, con grosor excesivo como consecuencia de la acumulación de componentes estructurales en proceso de conformación; su grosor disminuirá a medida que avancen y se compacten los biopolímeros de condensación (3), suberina y celulosa, procesos que se facilitarán con la evacuación del agua (4) a través de la lámina media de las paredes hasta alcanzar los poros lenticelares (5) donde, al evaporarse y salir a la atmósfera, precipitarán las sales y compuestos disueltos en ella, compuestos con responsabilidad en el cambio de color del agua de hervido durante la primera operación industrial del corcho (6).
En imagen (7) muestra de corcho lista para su observación en el SEM tras su fijación con adhesivo al carbono al portamuestra y posterior recubrimiento con oro en equipo Marca BAL-TEC. Modelo SCD 005 – Ver página 8 de esta presentación, que se corresponde con página 285 de Maxcorcho.

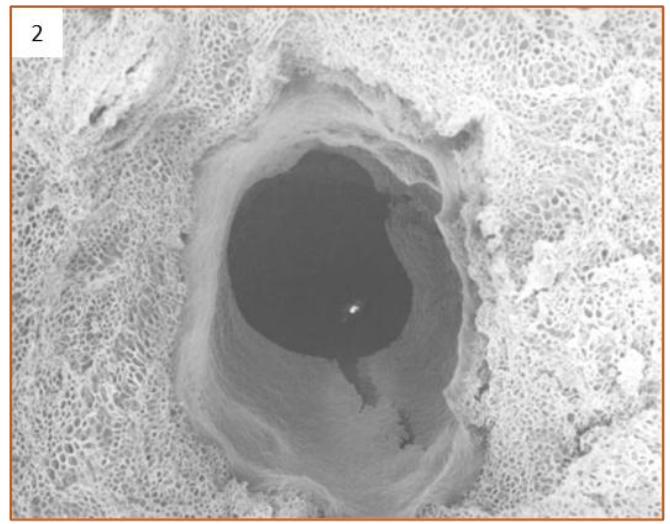
El espesor de las membranas, prácticamente constante en las células producidas en primavera y principios de verano (1 a 1,5 µm) aumenta gradualmente hasta el otoño y, en las últimas capas de células formadas antes de que el cambium subero-felodérmico entre en reposo, alcancen de 2 a 2,5 µm.
(Fuente: Pág 140 Subericultura . 2ª edición. J. Vieira Natividade, 1950-)

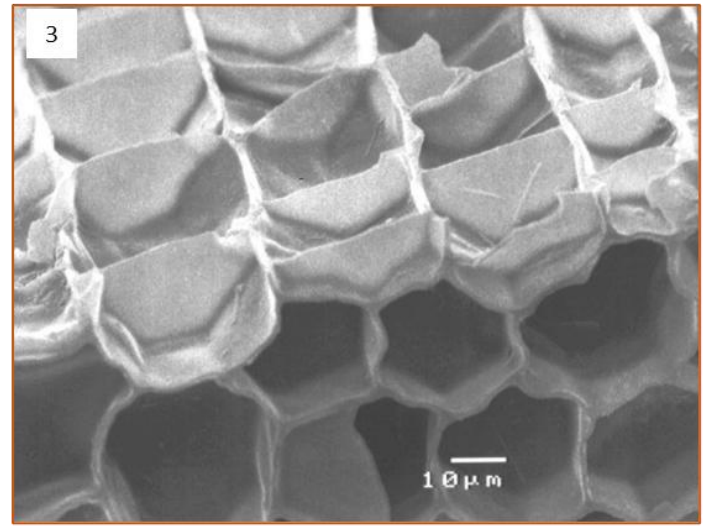




9. 1995. Células de corcho y poro lenticelar (SEM)







(1) variación dimensional de células estacionales, otoño-invierno vs primavera.
(2) poro lenticelar vacío y de gran diámetro. (3) células en corte tangencial y radial.

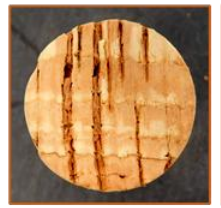
En el estudio que se llevó a cabo se verificó que la altura media de las células fluctuaba entre 37,4 µm, en la base del tronco, y 36,6 µm, en la rama, diferencia no significativa.
(Fuente: Pág 160 Subericultura . 2º edición. J. Vieira Natividade, 1950-).

En un estudio de la segunda y tercera camada de 38 muestras se determinó que el número de células anuales fluctuó entre 37 y 225, lo que daría un valor medio de 131 células año *(Fuente: Pág 142. Subericultura . 2º edición. J. Vieira Natividade, 1950-).* En otros estudios los valores extremos oscilaron entre 50 y 151, lo que daría un valor medio de 100 células año.*(Fuente: The effect of growth rate on the structure and compressive properties of cork. H. Pereira, José GraÇa and Cecília Baptista. 1992). (* Ver página 71 de la presentación 7/16 Densidad superficial del corcho (kg/m²), se corresponde con página 206 de Maxcorcho. Ver también pág 29 de la presentación 5/16 Discos de corcho para tapones de vinos espumosos…. un destino exigente, se corresponde con página 102 de Maxcorcho)

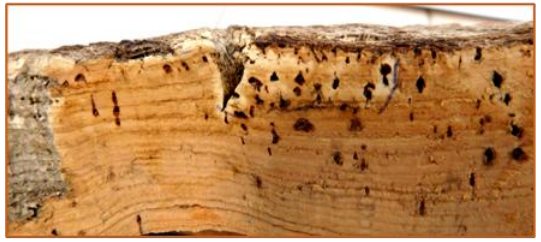
Supuesta una altura media de las células de 37 µm y una **producción media anual de 100 células al año por cada célula felogénica**, en un turno de descorche de 9 años el grosor del corcho obtenido sería de 33,3 mm, es decir, unas 15 líneas corcheras (2,25 mm/línea), límite entre *corcho imperial (13-15 líneas)* y *media marca (15-19 líneas)*, suficiente para obtener un tapón cilíndrico estándar de una pieza de corcho natural de 24 mm de diámetro y 7 líneas de firmeza (años de crecimiento contados en cabeza del cilindro-tapón, ver página 13 de la presentación 4/16 Premio Espiga al Mejor Tapón de Corcho, se corresponde con página 69 de Maxcorcho).

10. Mancha amarilla

Mancha amarilla en tejido envolvente de poros lenticelares



Mancha amarilla estacional



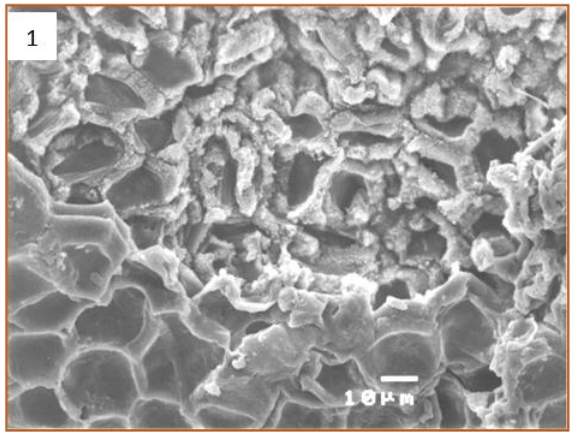
Mancha amarilla con frente de avance desde la espalda

Mancha amarilla en contorno de galería de insecto

Mancha amarilla bajo musgo

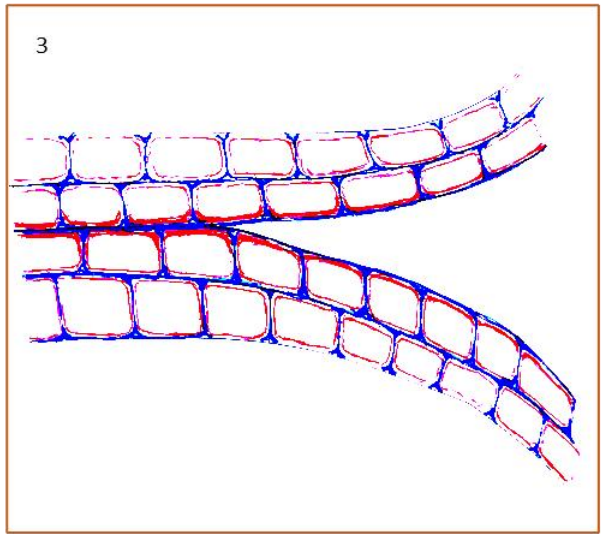
Mancha amarilla en zapata

11. Exfoliación, por la lámina media de la pared

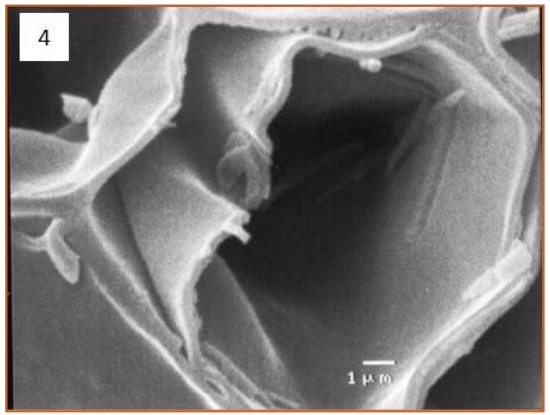


(1) barriga con área de poro. Corcho crudo. SEM

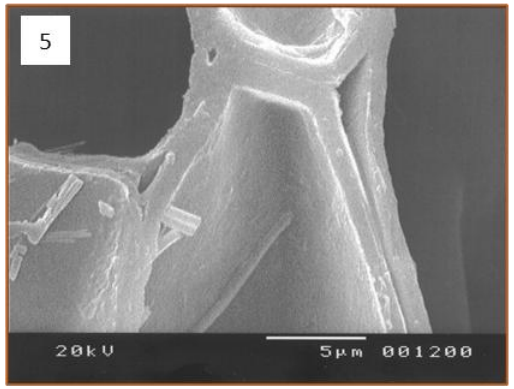
(2) costado de plancha con exfoliación.



(3) dibujo de la exfoliación
por lámina media de pared celular.

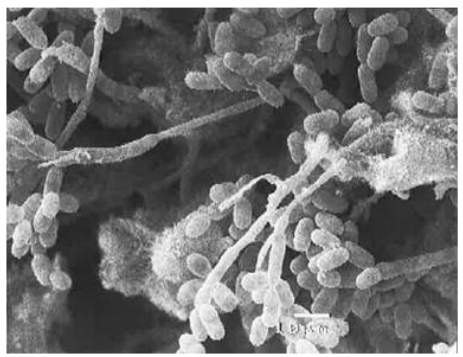


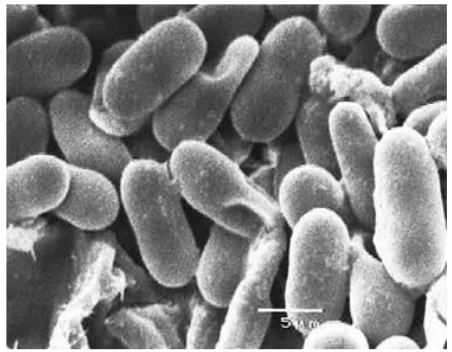
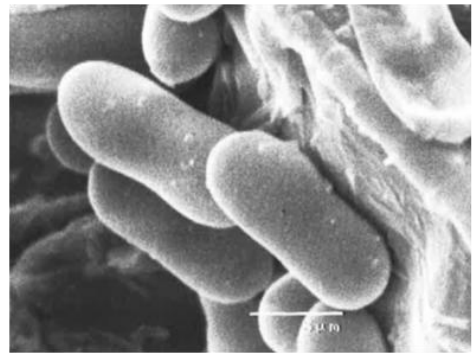
(4) separación por capas de la pared celular . SEM



(5) separación por capas de la pared celular. SEM

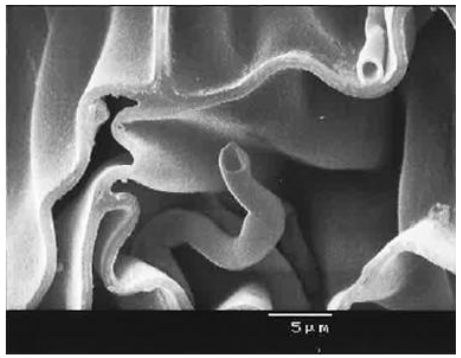
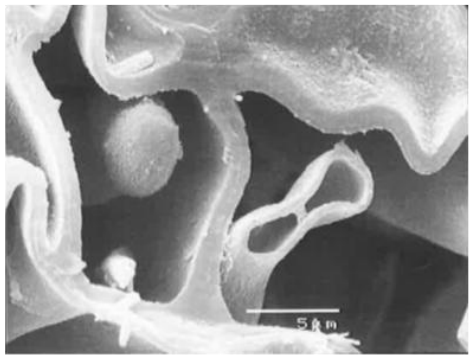
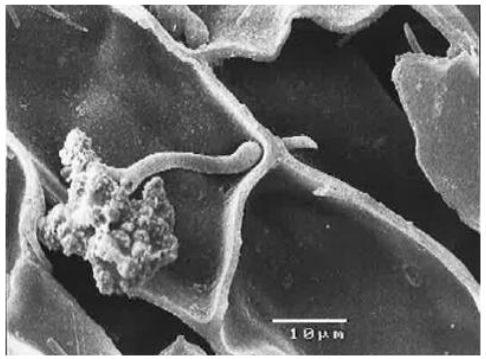
12. 1997. Corcho crudo, “avinagrado”



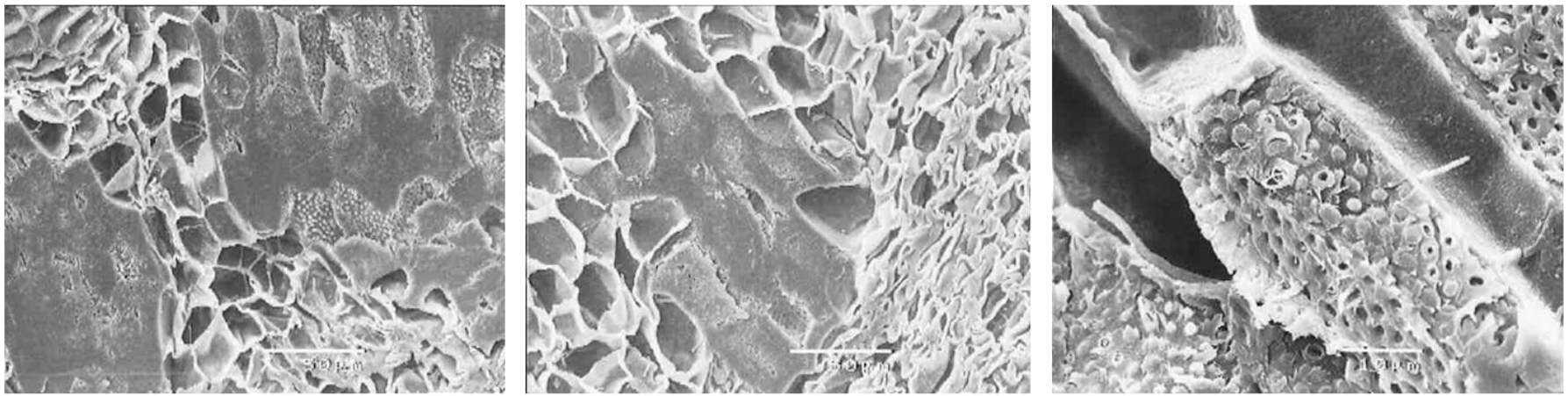
Las imágenes de SEM que mostramos son de corcho crudo procedente de calas del ICMC, corcho considerado “avinagrado” por presentar manchas de color vinoso que al corte se evidencian y, con el paso del tiempo, cambian en el área expuesta atenuando o desapareciendo su coloración hasta llegar al color gris, precisando de nuevo corte para volver a manifestarse. En las imágenes SEM se aprecian estructuras de los microorganismos que se han desarrollado, hifas y esporas generalmente, muy abundantes en los poros lenticelares, aunque también pueden tener continuidad en células de corcho próximas. Estas estructuras probablemente se destruyan en el proceso de hervido y, si han alcanzado zonas internas del tejido, afectarán a su permeabilidad.

En la bibliografía relacionada con las alteraciones biológicas del corcho podemos encontrar textos con el literal : “*Marmoreado, se presenta en forma de manchas de color oscuro, negro o negro azulado…**Heenriquet (1897)** atribuye el marmoreado al ataque de un hongo (Melophia ophiospora Sacc,).***1950 Subericultura. J. Vieira Natividade**.“ *Marmoreado es un término ilustrativo para el corcho infestado por el hongo de coloración azul (Melophia ophiospora Sacc.).* **1983. CortiÇa Nº 541. AlteraÇoes biológicas da qualidade da cortiÇa que afectan a sua utilizaÇao. Liese, W., Günzerodt, H., y Parameswaran N.**

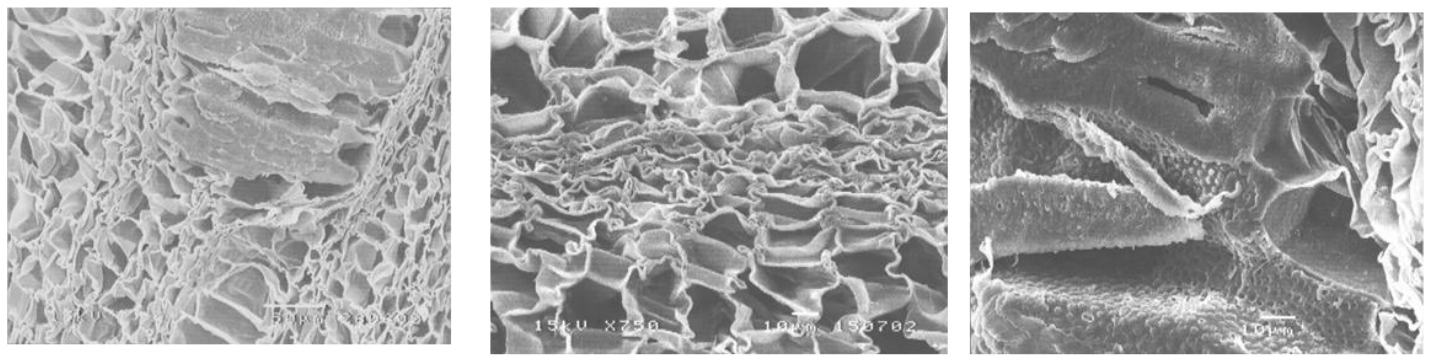




13. 1997. Corcho crudo, células esclerenquimatosas

UNE56-911-88. Apdo 2.5.2.4 Corcho leñoso. Corcho cuyo tejido lleva incluidas formaciones de esclerénquima originadas por el felógeno, o que incluye elementos liberianos

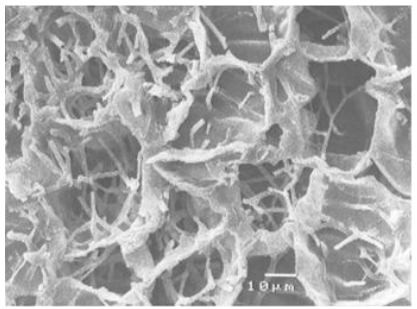


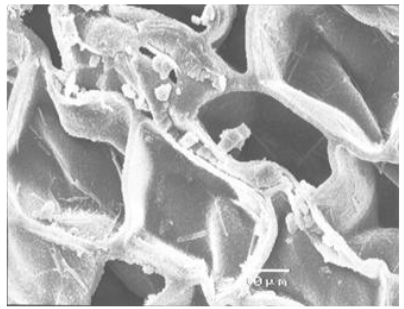
Corcho crudo. Mojones de Cubillo. Cala 58.

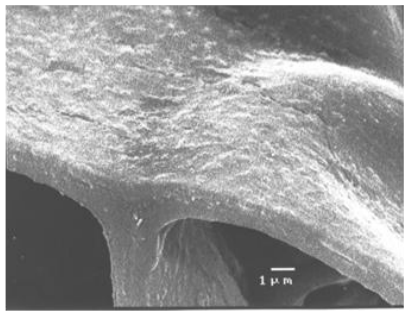


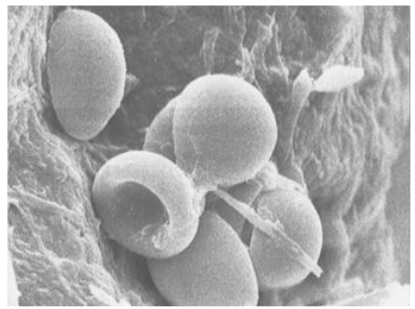
Bornizo crudo IPROCOR.

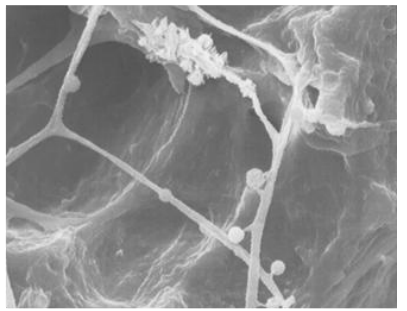
14. 1997. Nueva empresa que inicia su producción con estos tapones. San Vicente de Alcántara

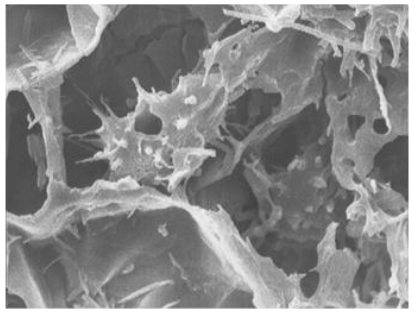


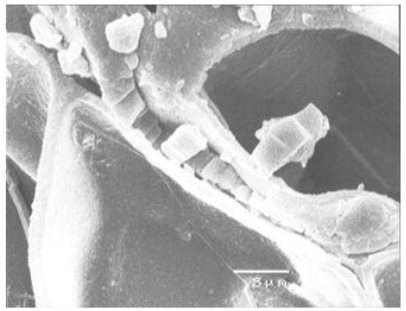


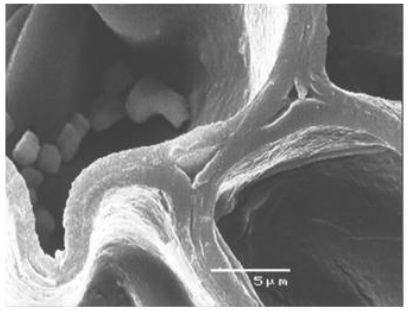


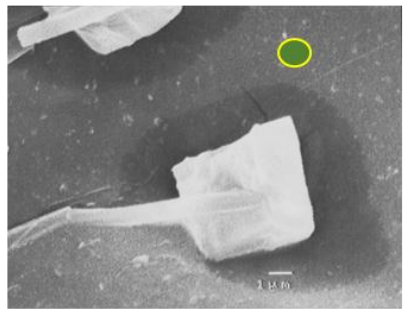


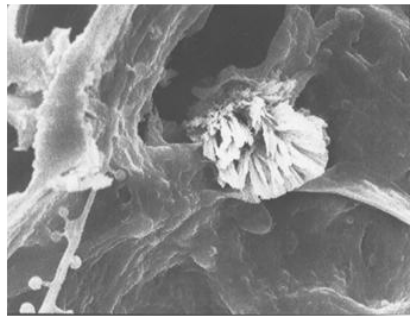








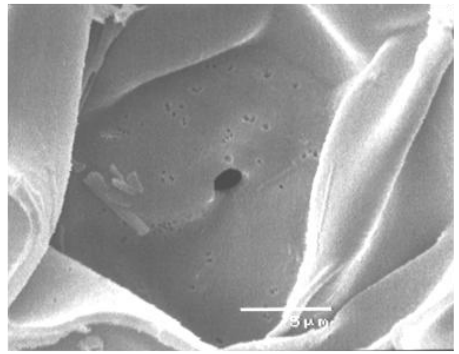
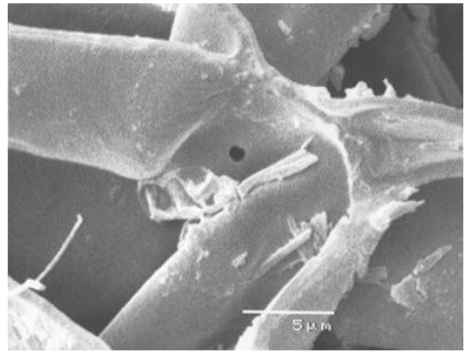
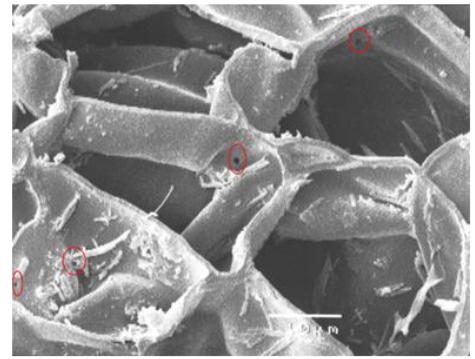
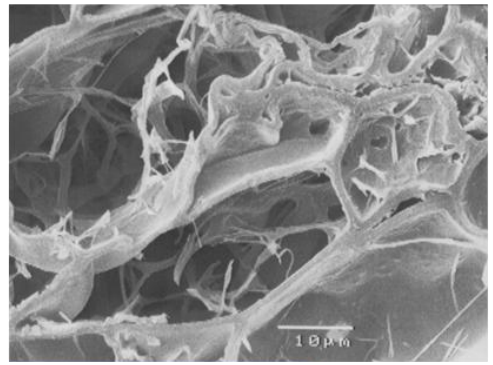




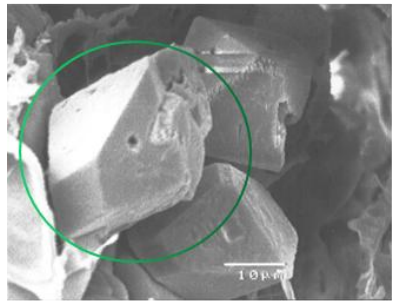
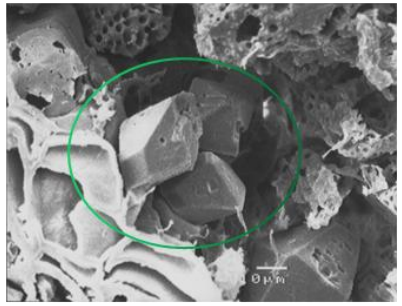
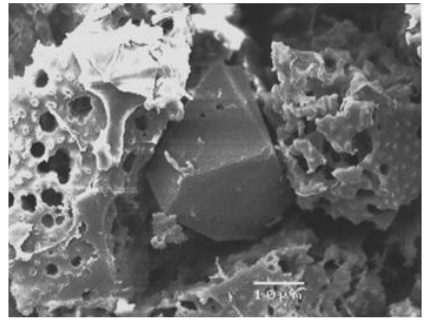
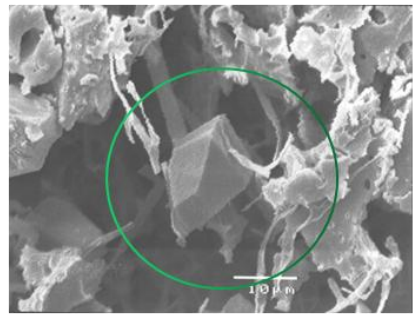
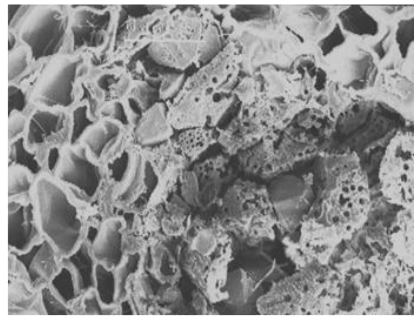
Alteración de la estructura del tejido, degradación. Materia prima rechazable para contactar con alimentos. Mala praxis en el sector.

¿Haustorio?

15. 1998. Tapón con mancha amarilla

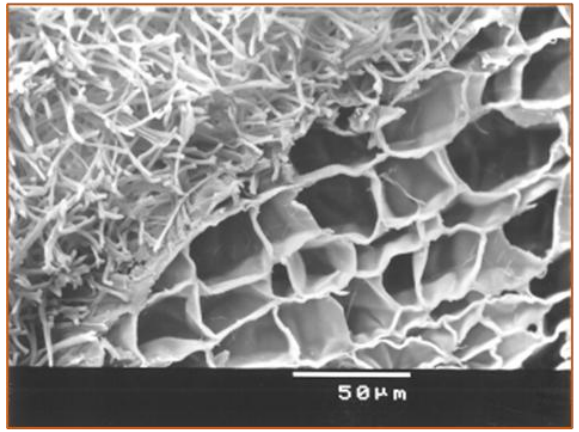





Perforaciones en la pared celular, ¿reapertura de plasmodesmos?, y “maraña” por microorganismos de degradación

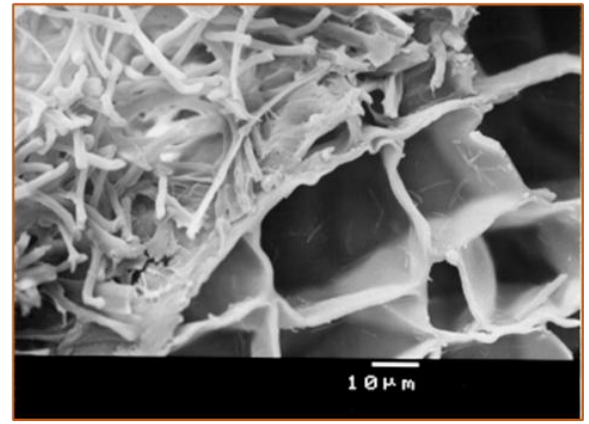






Estructuras poliédricas, en zona de poro lenticelar, que no han desaparecido en el hervido.

16. 1998. Tapón de corcho panda. Mancha amarilla natosa

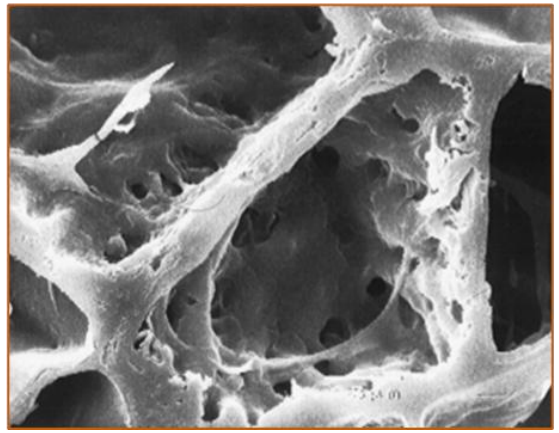


Células de corcho panda con frente de hifas en tapón natural de gubia

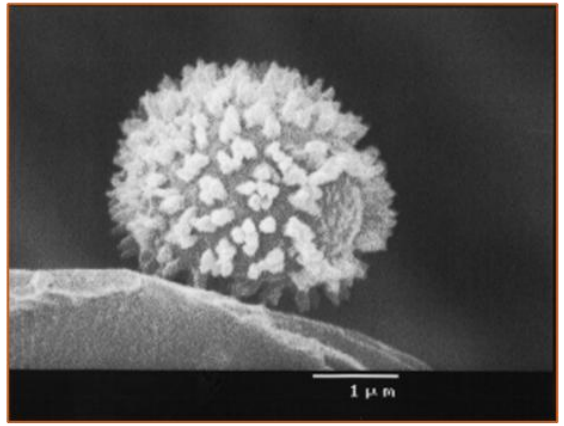


El corcho panda es aquel que no se recortaba debido a la escasez de zonas no afectadas, principalmente por galerías de insecto.

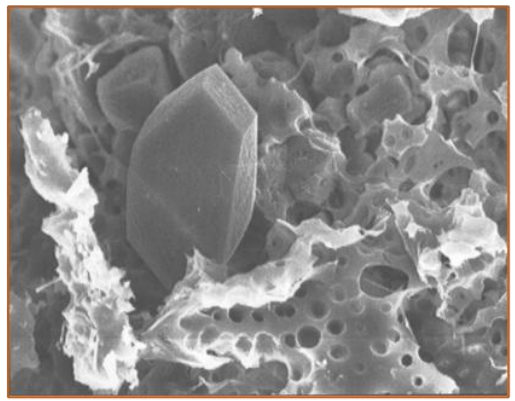
Tras la operación del perforado de rebanadas se realizaba una selección a la inversa, separando los tapones con corcho no atacado.

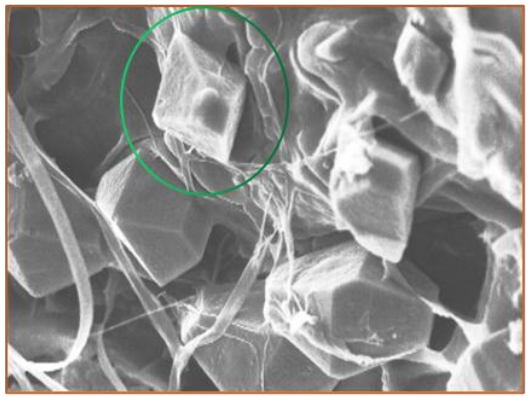


Célula de corcho con orificios abiertos para la ruta simplástica. Espora.

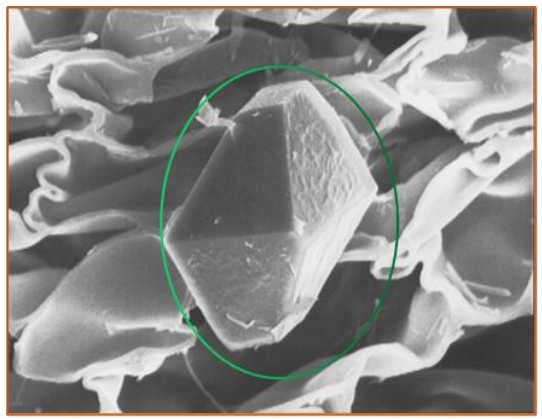


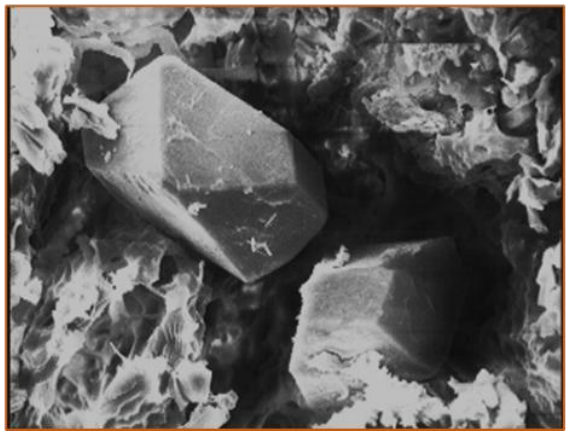
17. 1999. Zapata cruda de alcornoque en dehesa de Guijo de Granadilla

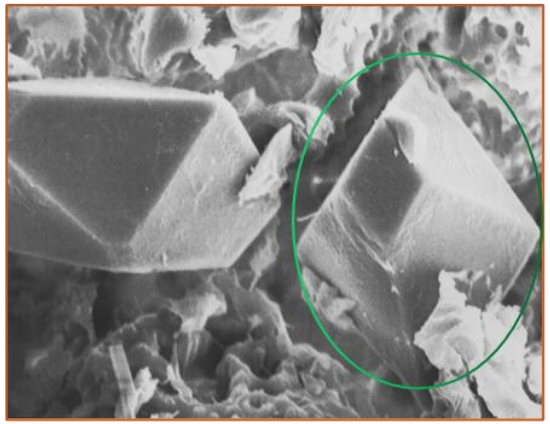




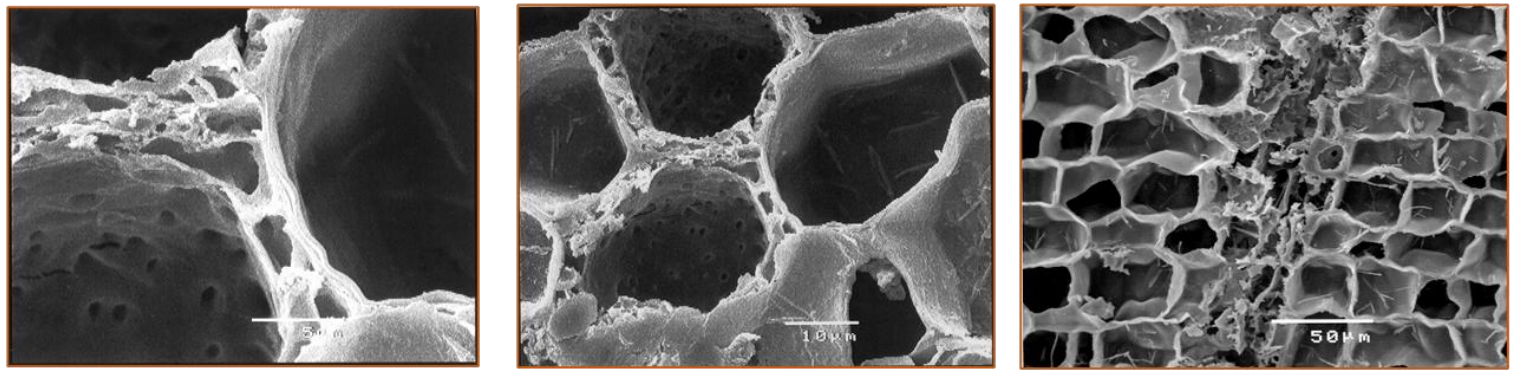
Estructuras poliédricas en zapata de corcho crudo de rebusca de la dehesa del Guijo de Granadilla





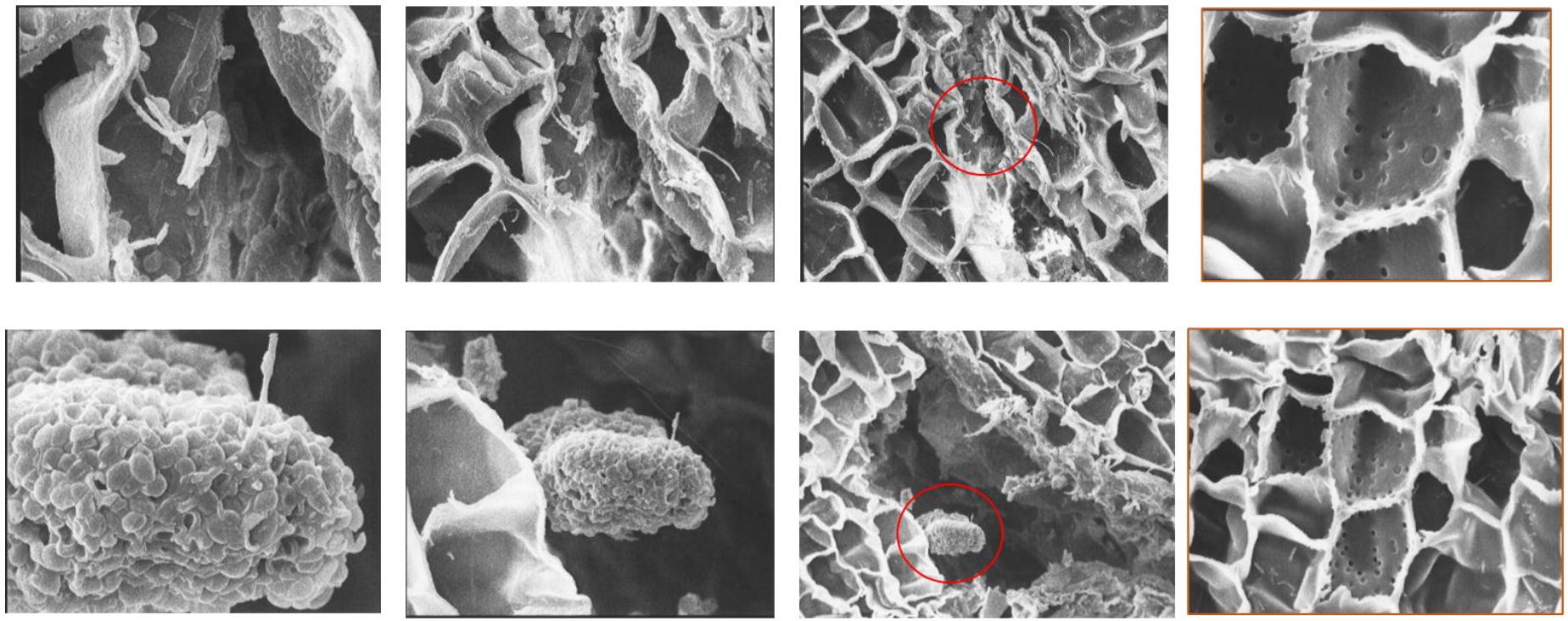


18. 1999?. Tapón con mancha amarilla



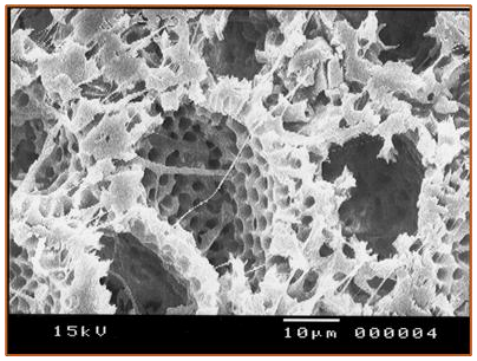
Degradación de la pared celular del corcho.
Ausencia de estructuras de microflora, probablemente descompuestas en la etapa de hervido

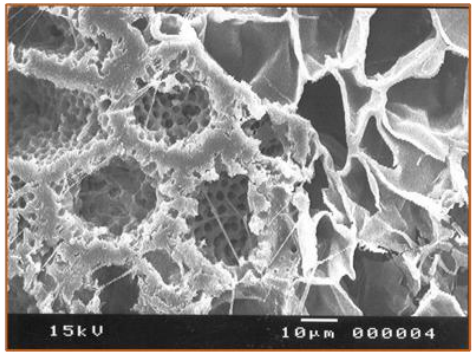
19. 1999. Tapón de vino alterado

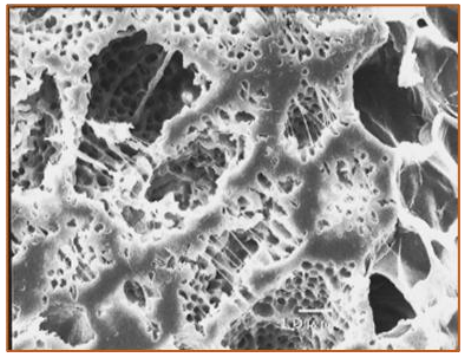


Tapón colmatado, de botella de vino tinto con alteración organoléptica . 2-4-6 TCA > 20 ppt

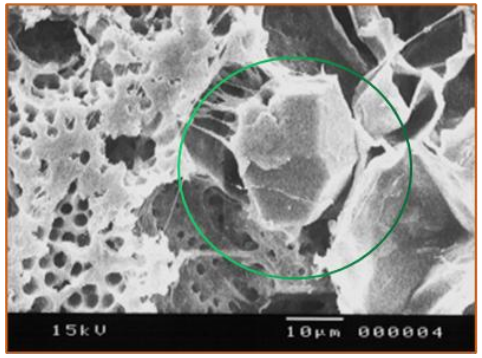
20. 2001. Otro tapón de vino alterado

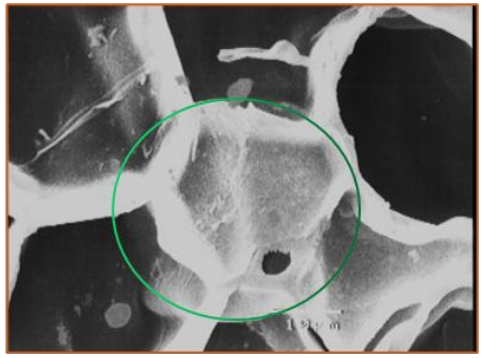


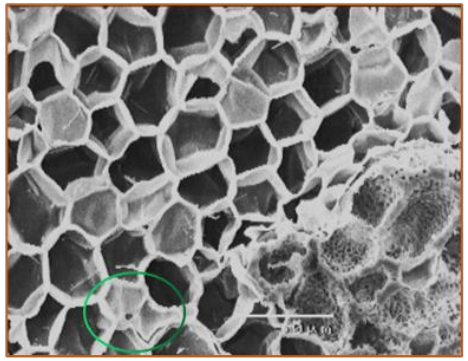




Portamuestra con el corcho adherido, antes de recubrirlo con oro para visualizarlo en el SEM

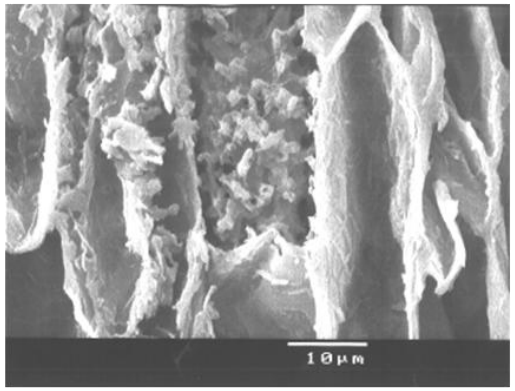


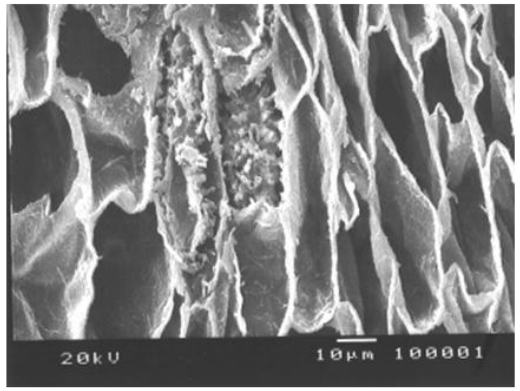


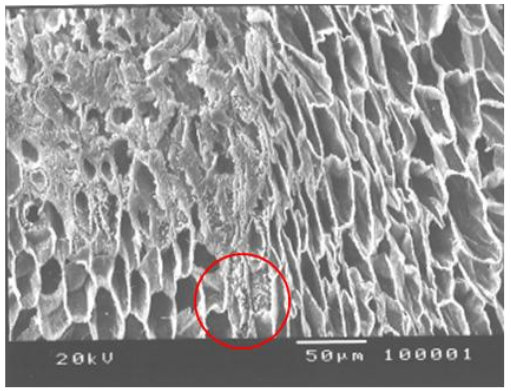


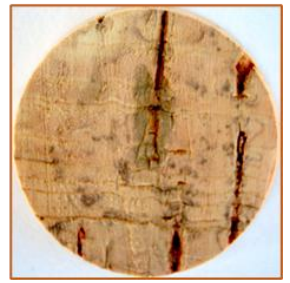
Otro tapón colmatado, de botella de vino tinto con alteración organoléptica . 2-4-6 TCA > 20ppt
Degradación y estructuras poliédricas.

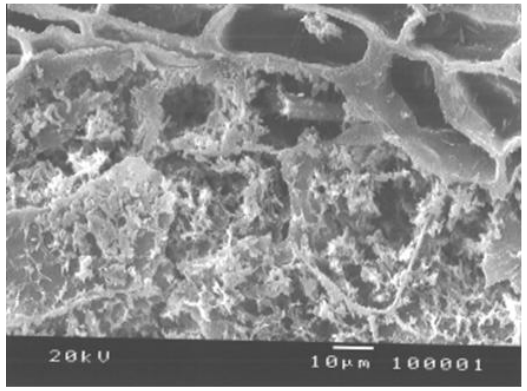
21. 2001. Muestra 186-01. Ataque ligero. Zona atacada MT2 1-1

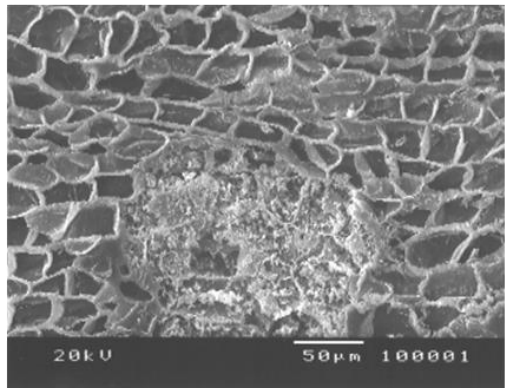


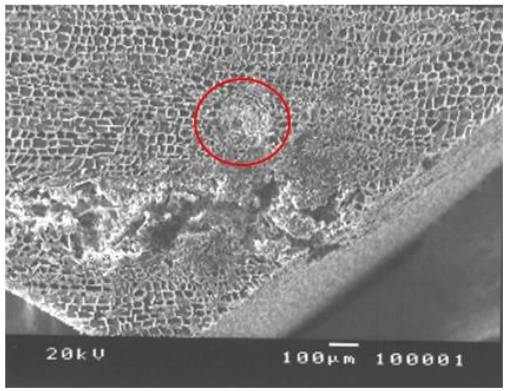




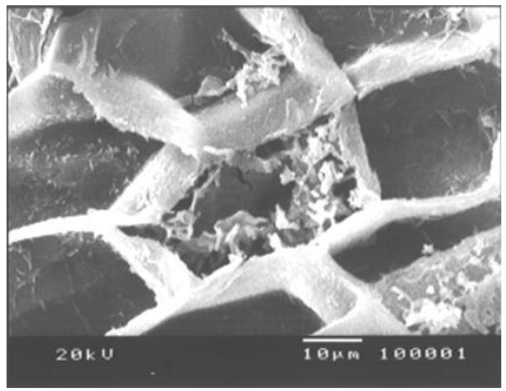


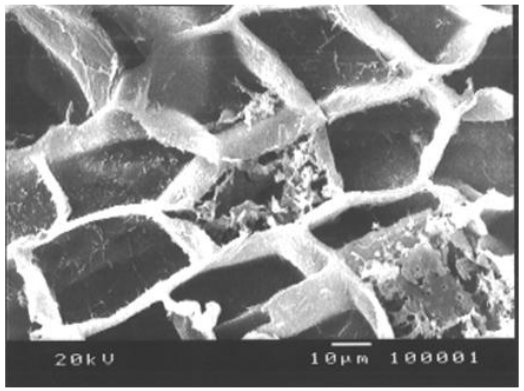


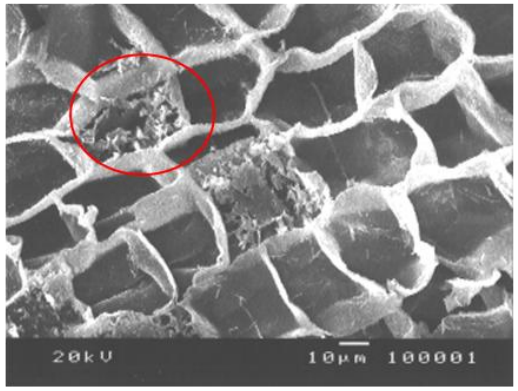


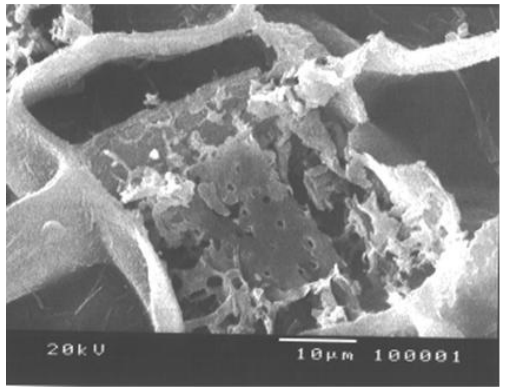


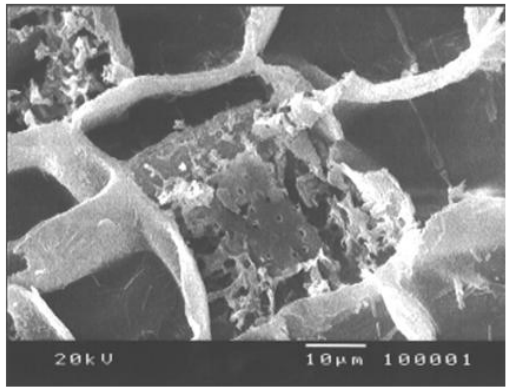
21. 2001. Muestra 186-01. Ataque ligero. Zona atacada MT2 1-1

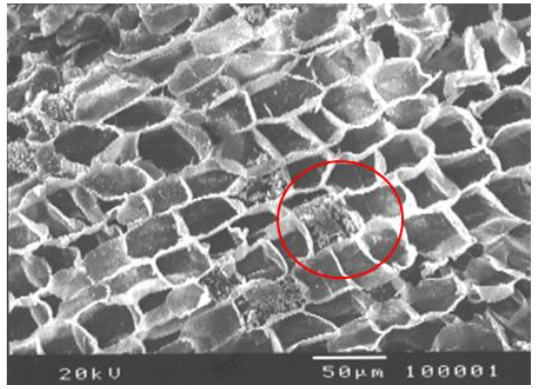




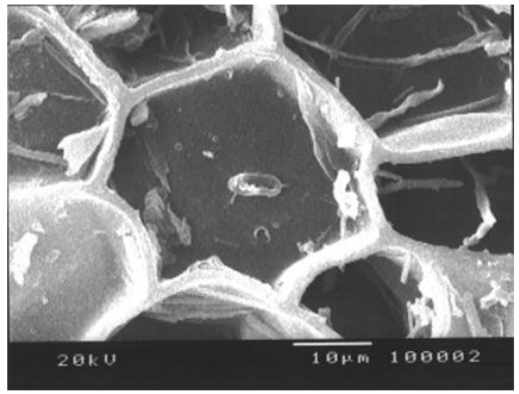


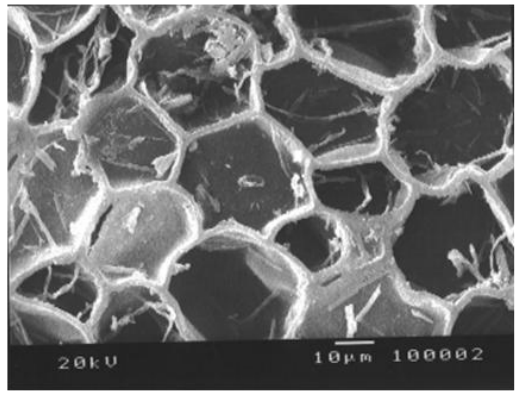


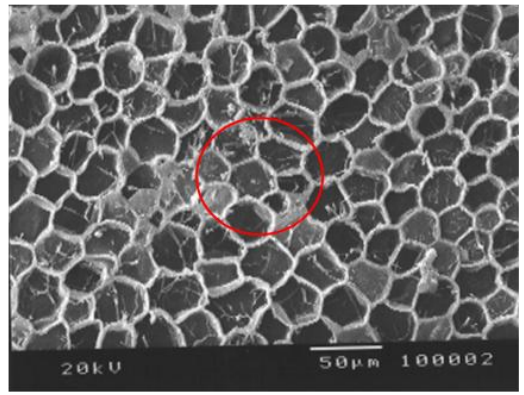


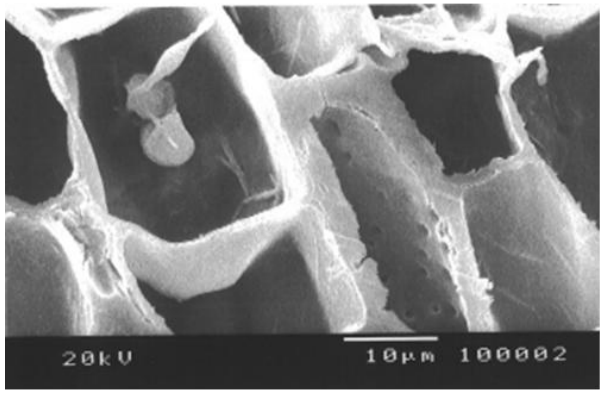


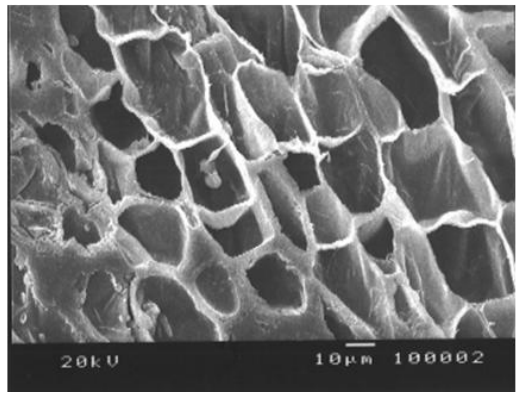
22. 2001 Muestra 186-01. Ataque ligero. Zona no atacada MT2 1-2

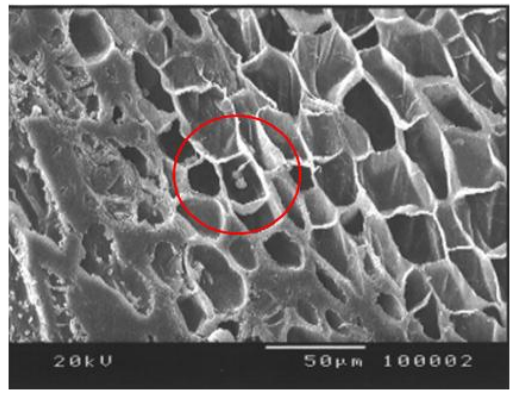




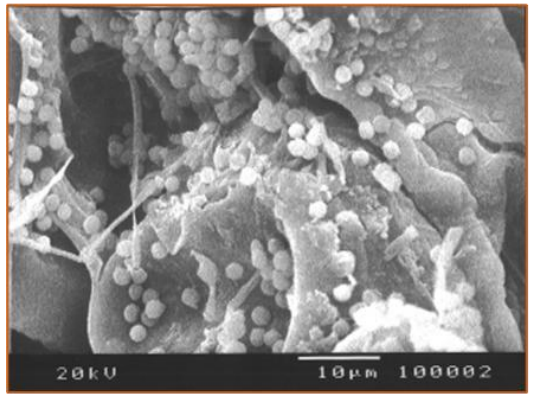


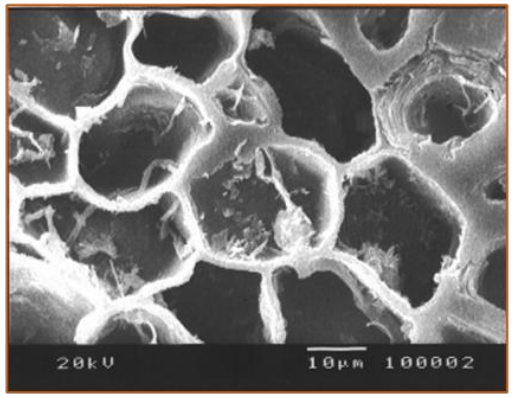


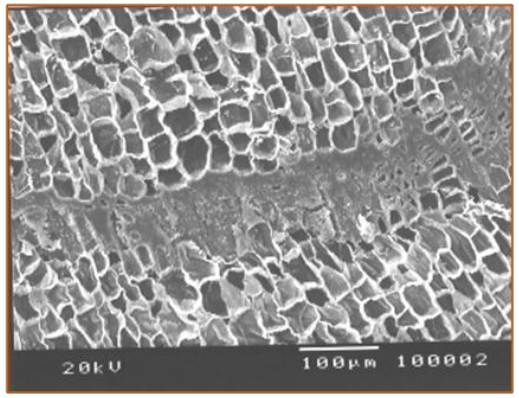


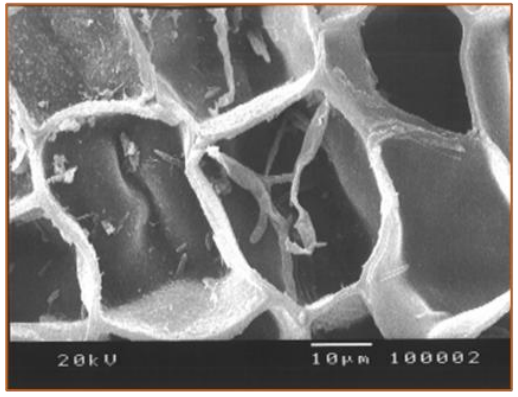


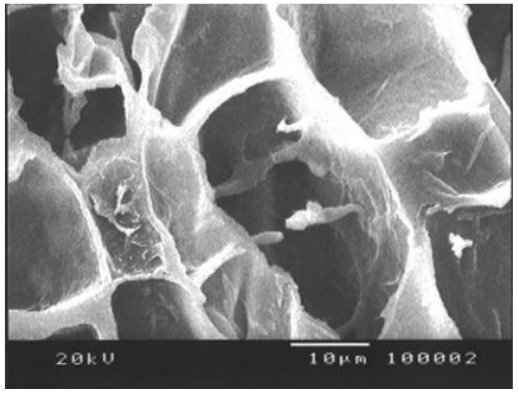
22. 2001. Muestra 186-01 Ataque ligero. Zona no atacada MT2 1-2

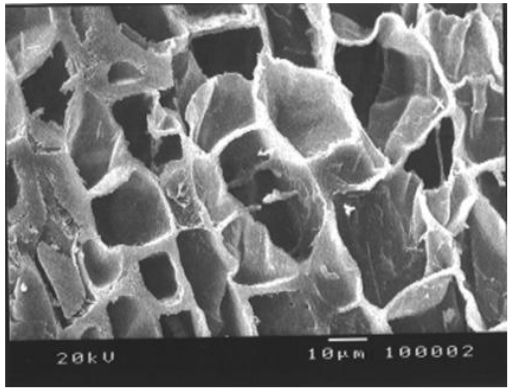




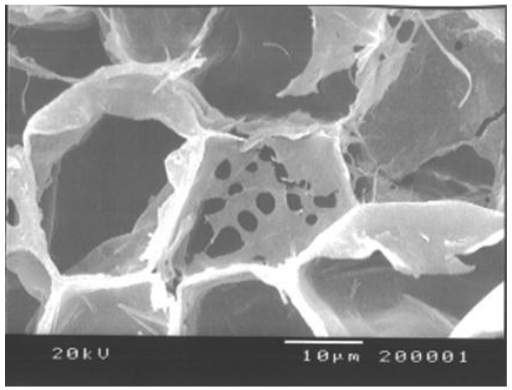


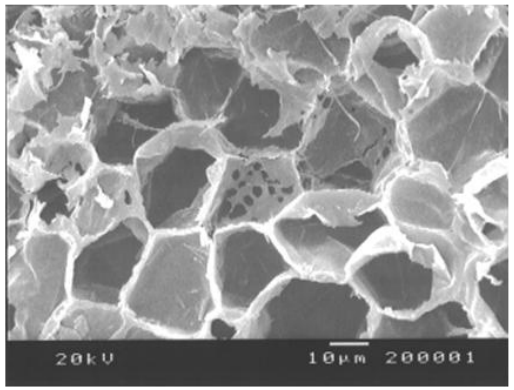


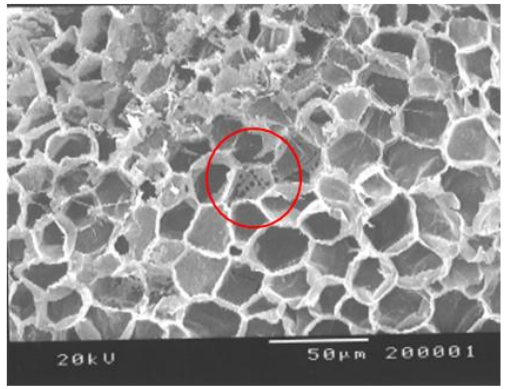


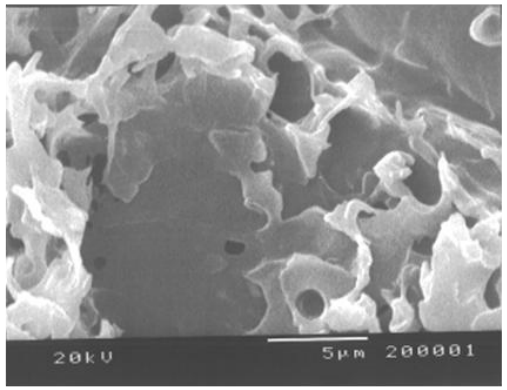


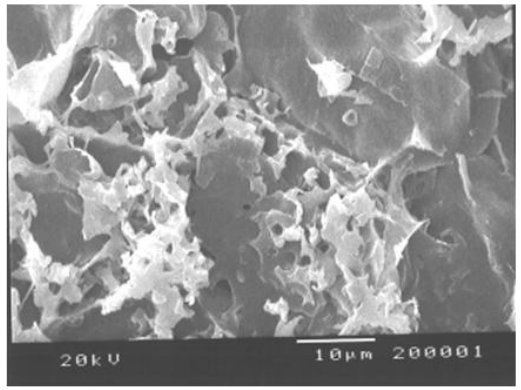
23. 2001. Muestra 186-01. Ataque intenso. Zona atacada MT2 2-1

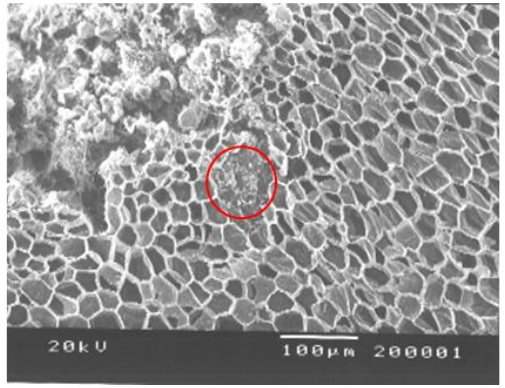




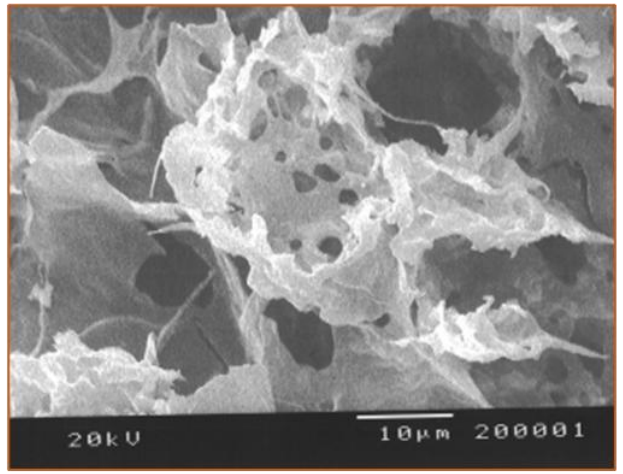


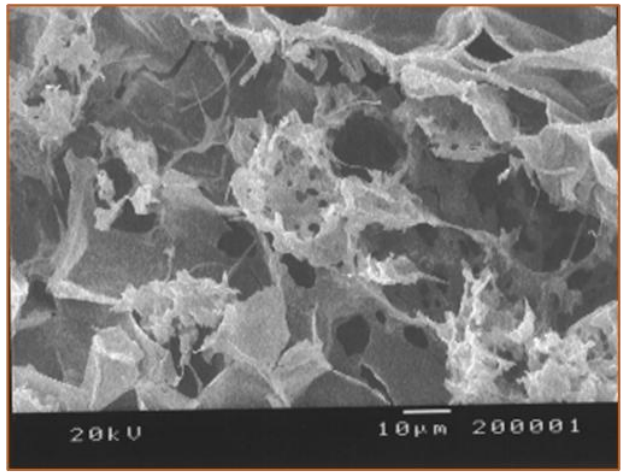


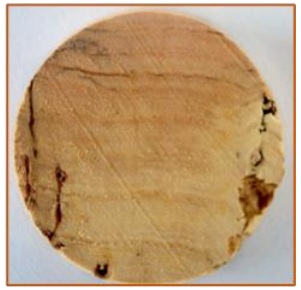


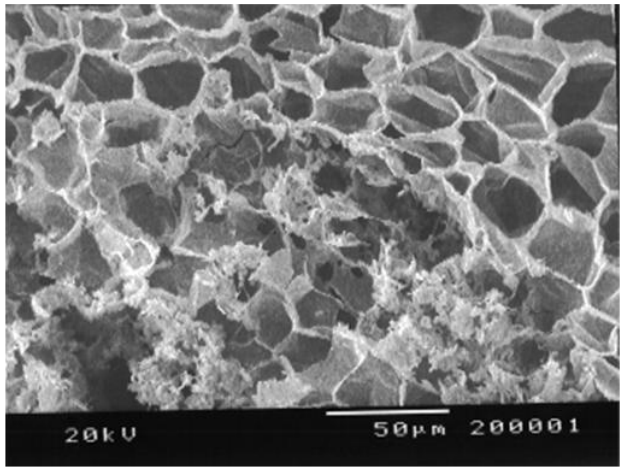


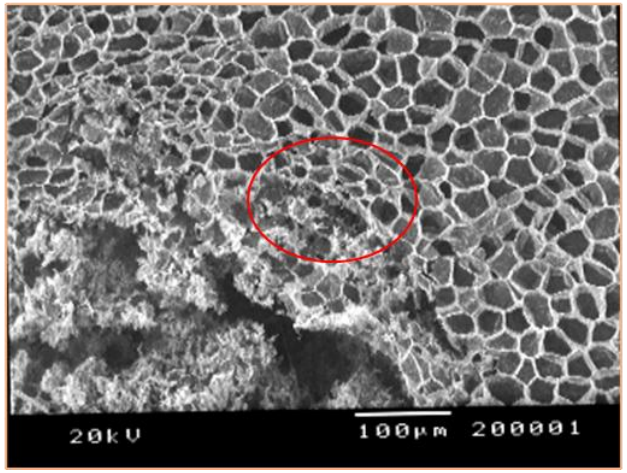
23. 2001. Muestra 186-01. Ataque intenso. Zona atacada MT2 2-1



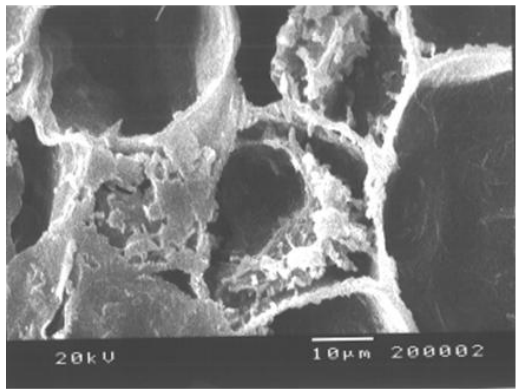


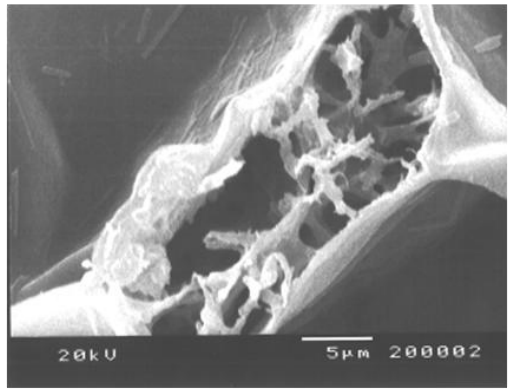


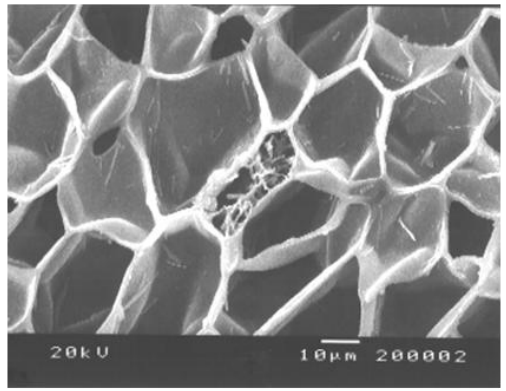


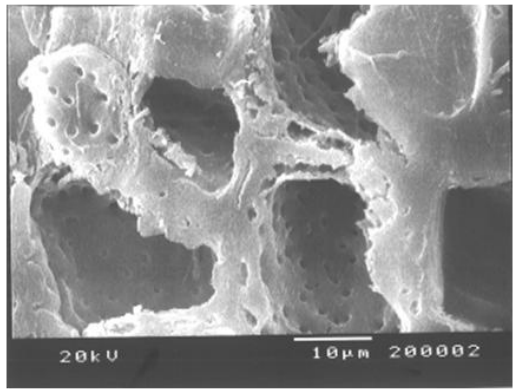


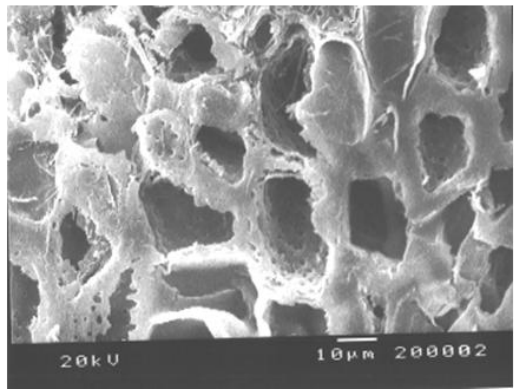
24. 2001. Muestra 186-01. Ataque intenso. Zona no atacada MT2 2-2

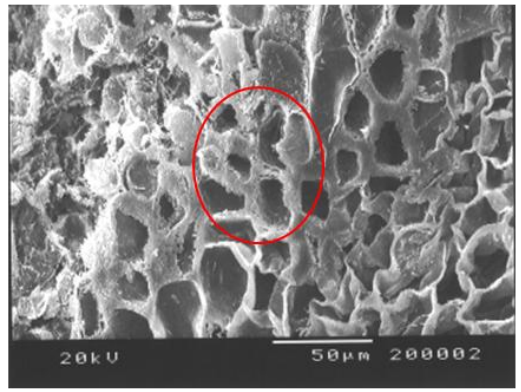




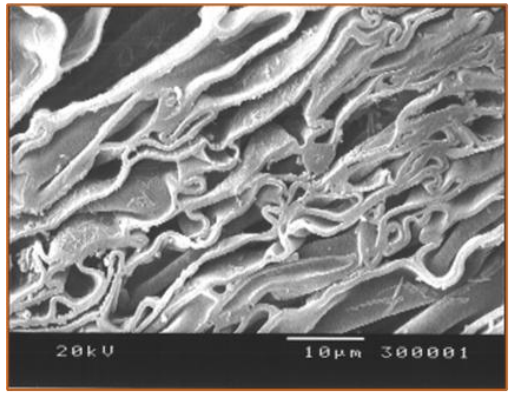


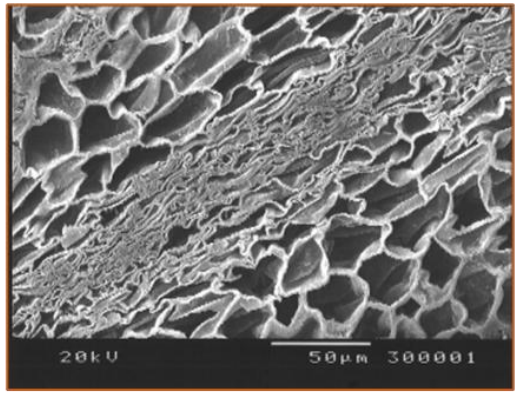


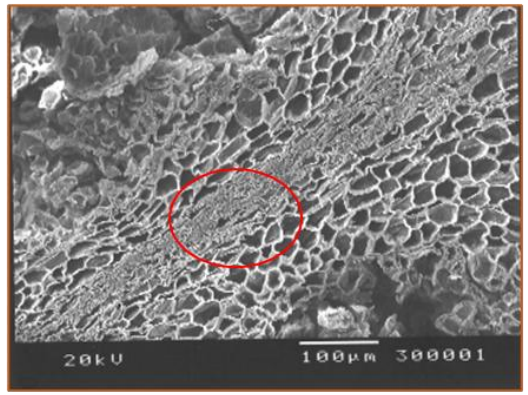


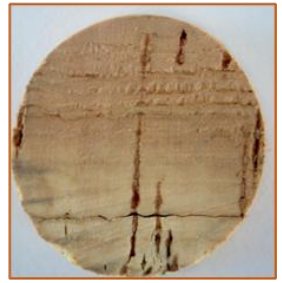


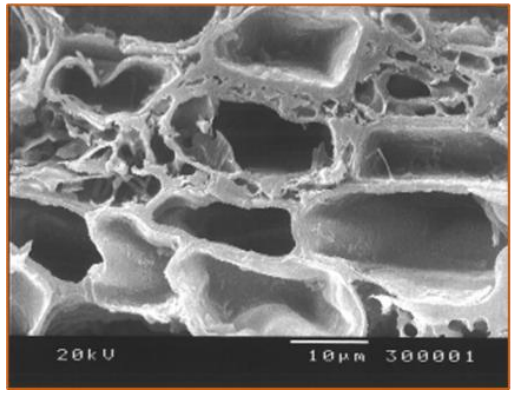
25. 2001. Muestra 186-01. Con degradación. Zona atacada MT2 3-1

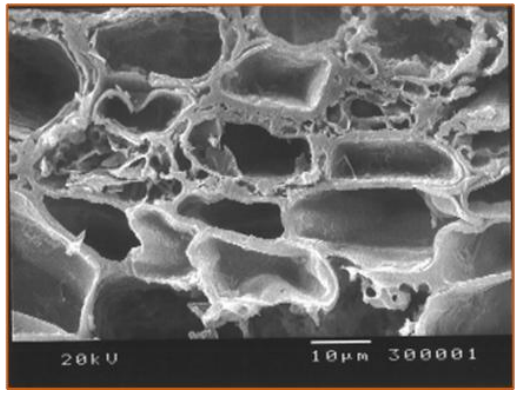


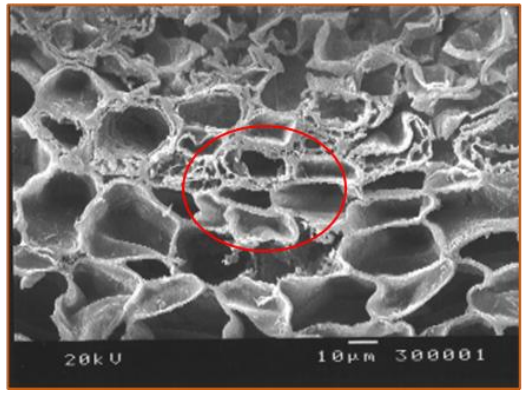






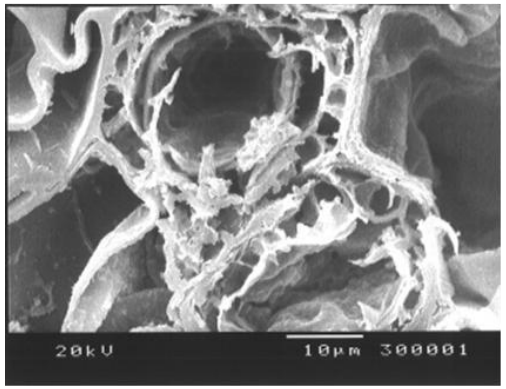


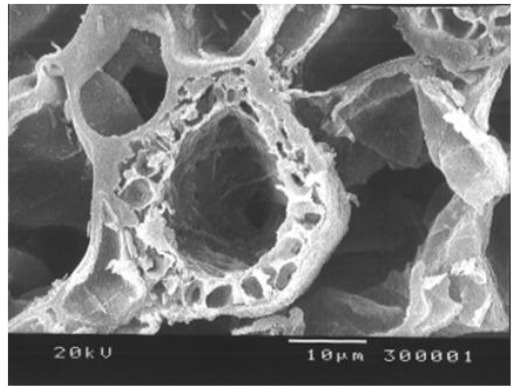


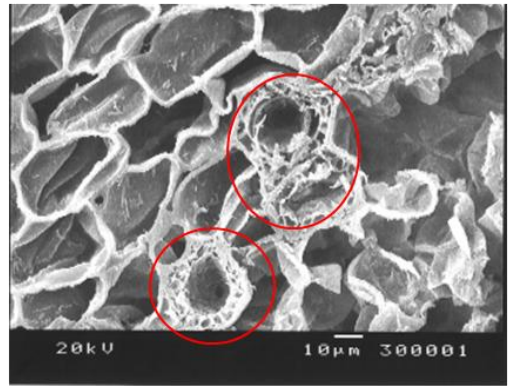


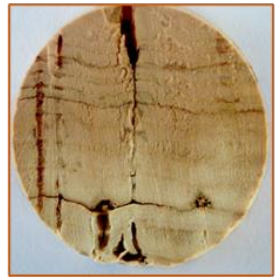
25. 2001. Muestra 186-01. Con degradación. Zona atacada MT2 3-1

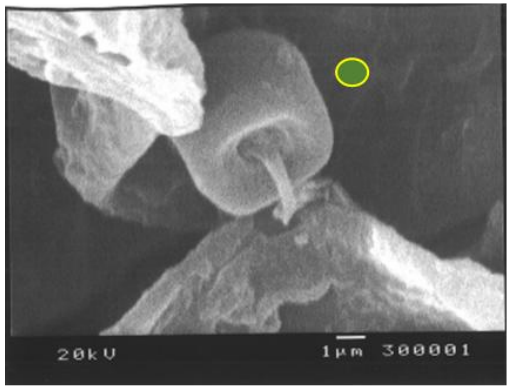
Degradación y ¿ haustorio ?

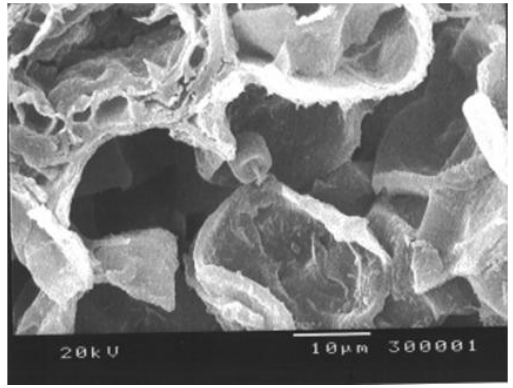


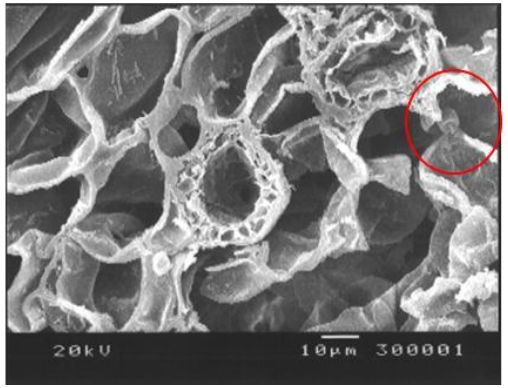






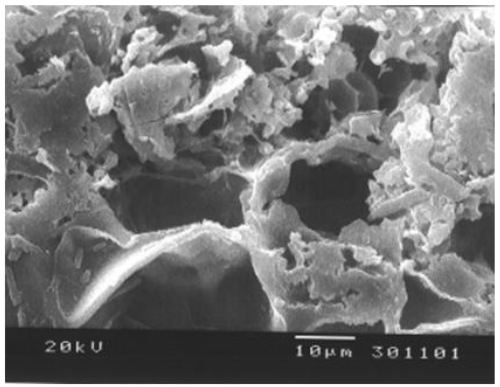


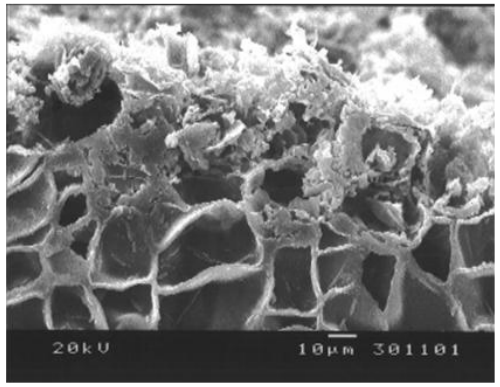


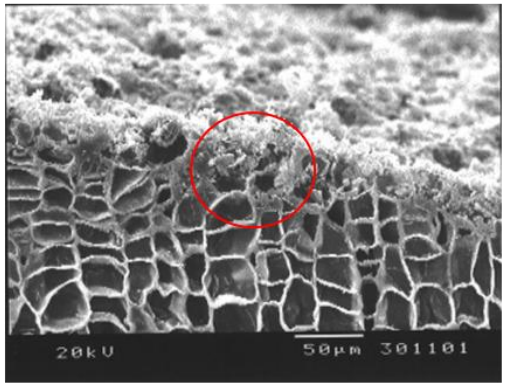


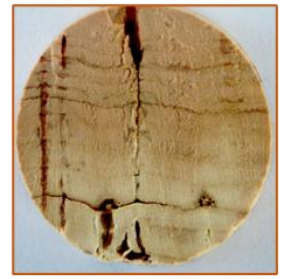
25. 2001. Muestra 186-01. Con degradación. Zona atacada MT2 3-1

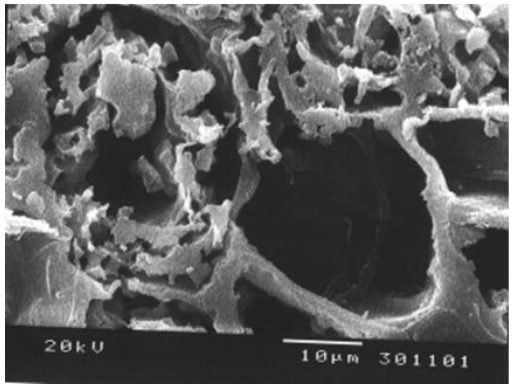
Zona de exfoliación

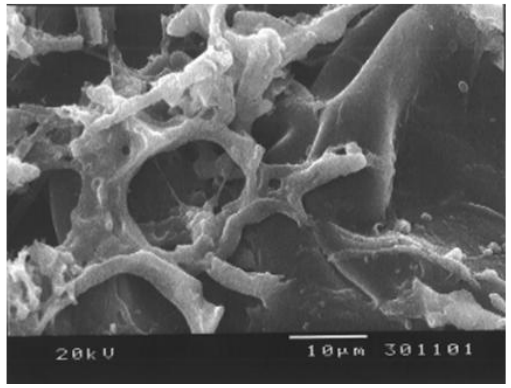


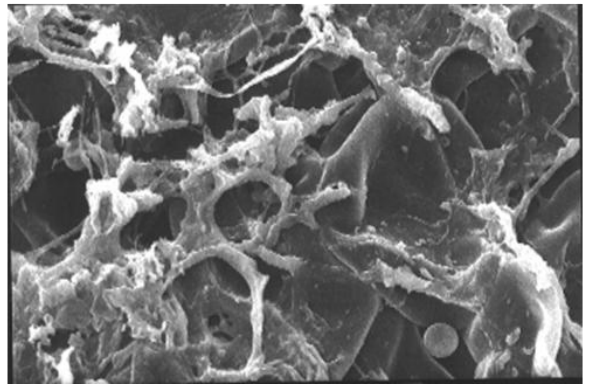






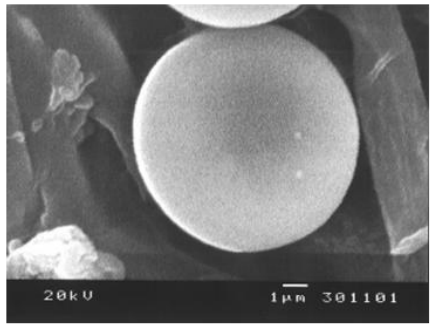


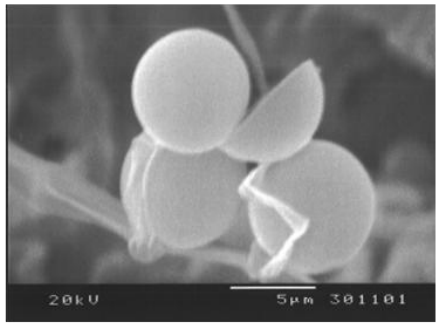


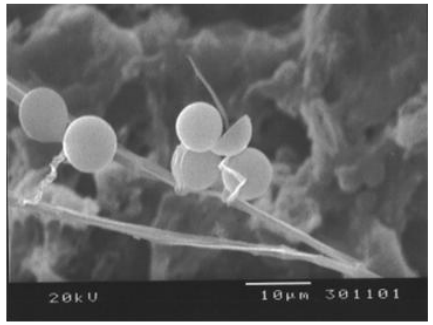


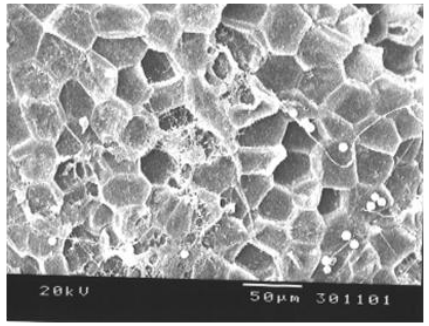
25. 2001. Muestra 186-01. Con degradación. Zona atacada MT2 3-1

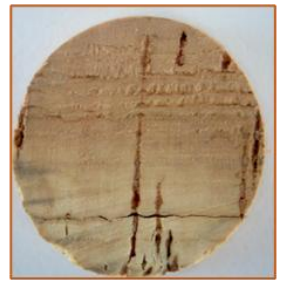
Zona de exfoliación. Microflora, probablemente desarrollada tras el hervido

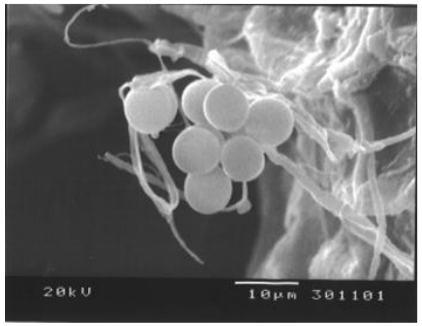


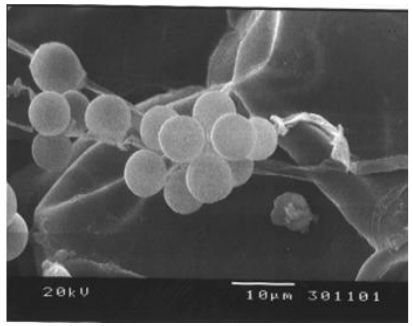


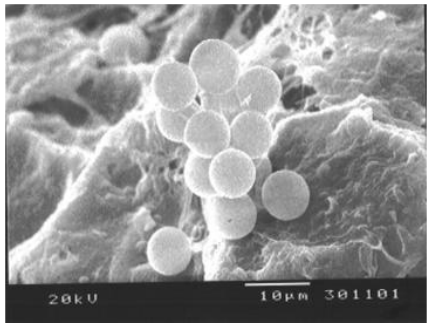


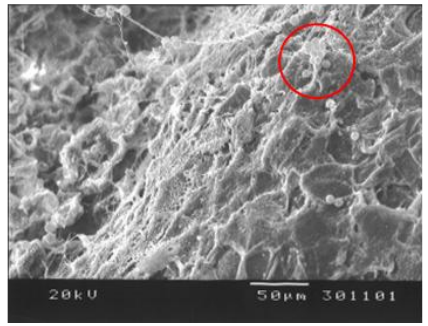






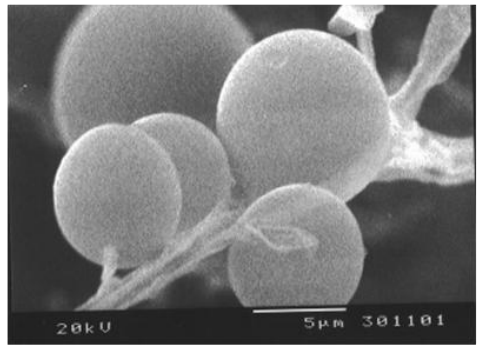


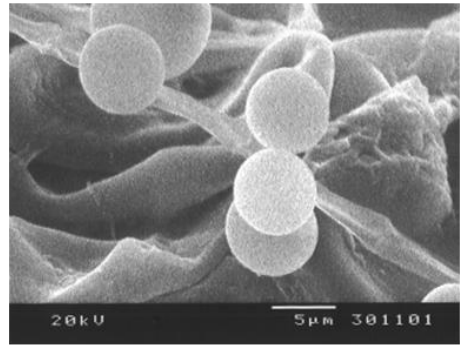


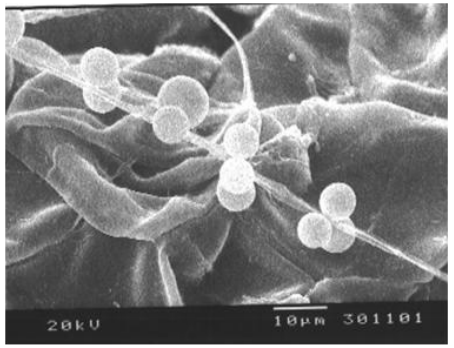


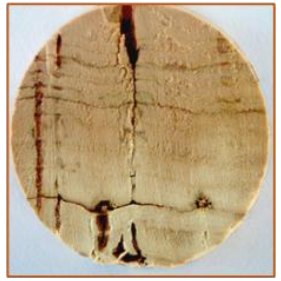
25. 2001. Muestra 186-01. Con degradación. Zona atacada MT2 3-1

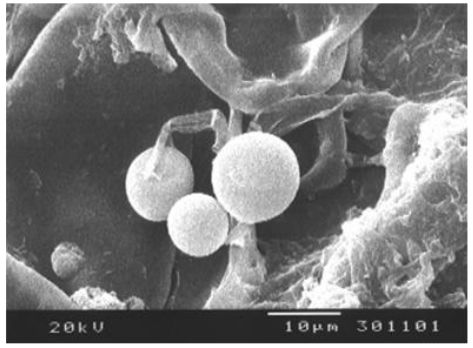
Zona de exfoliación. Microflora, probablemente desarrollada tras el hervido. Manto de fibras en poro.

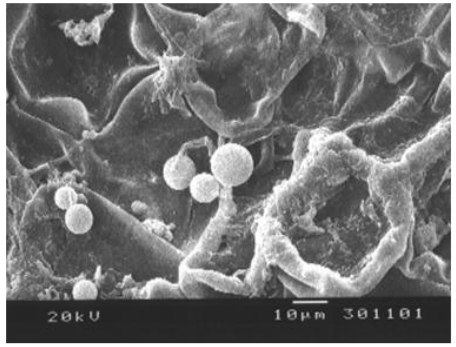


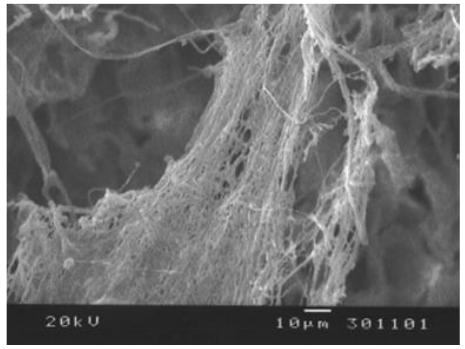


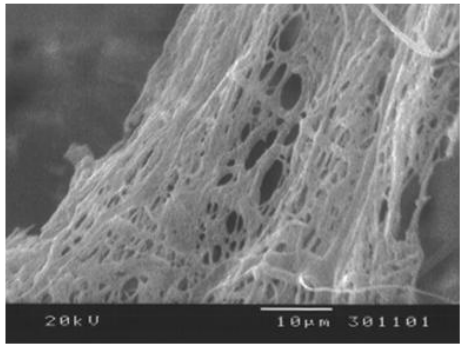




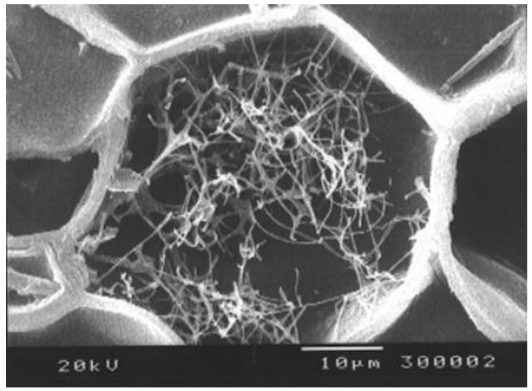


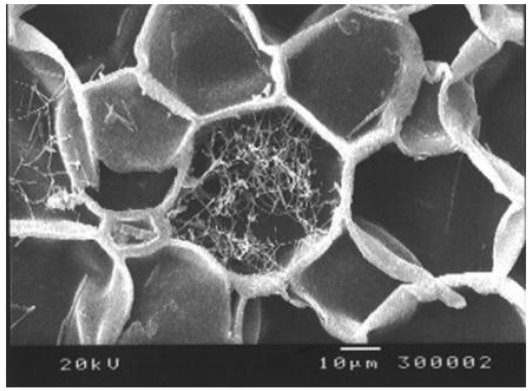


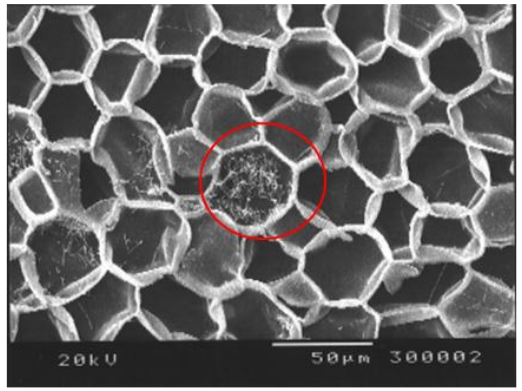


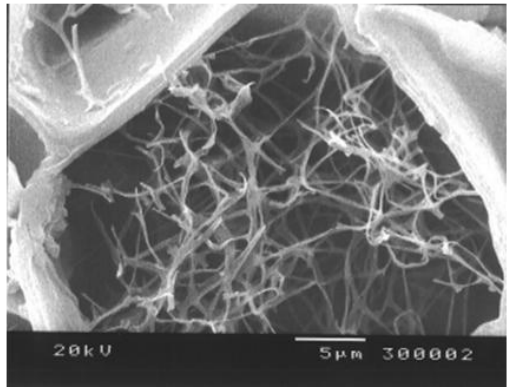


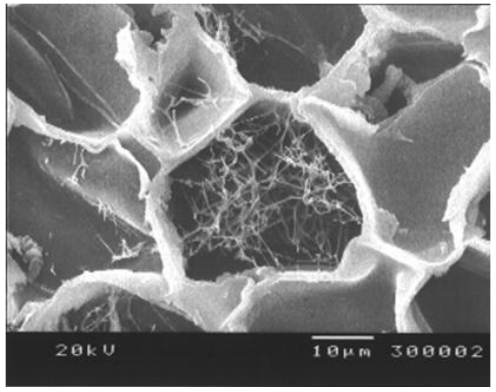
26. 2001. Muestra 186-01. Con degradación. Zona no atacada MT2 3-2.

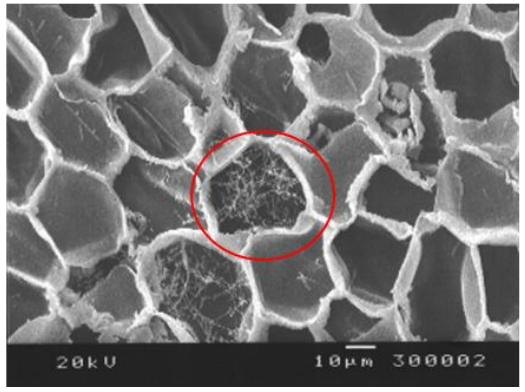




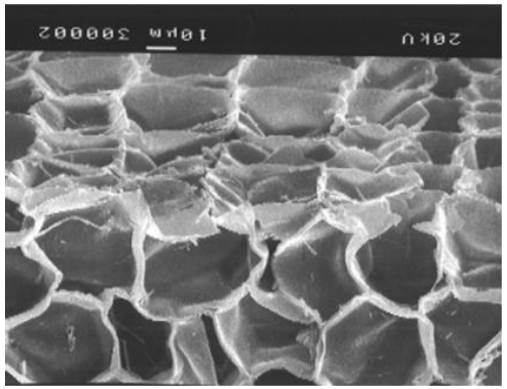


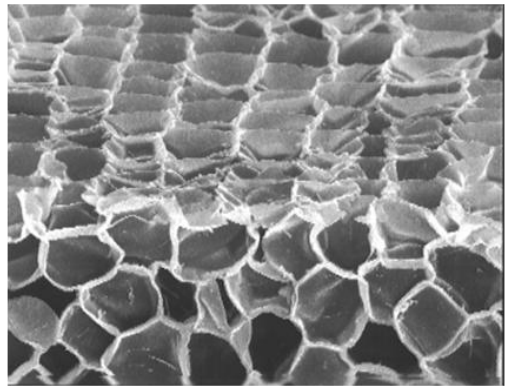


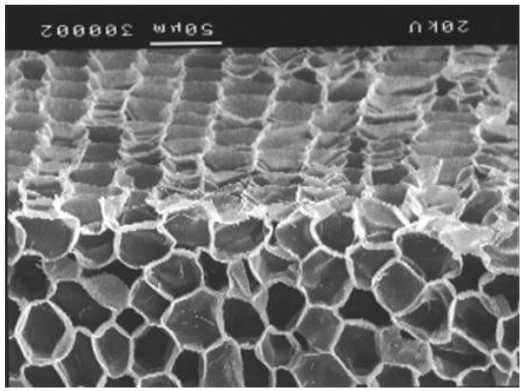


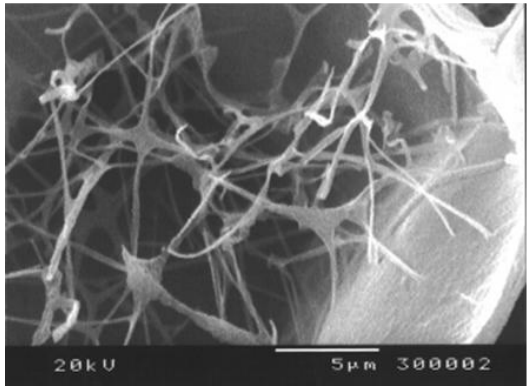


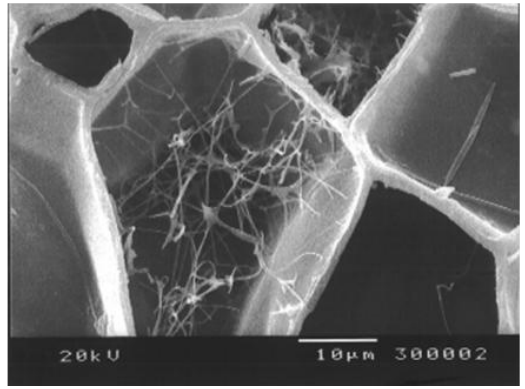
26. 2001. Muestra 186-01. Con degradación. Zona no atacada MT2 3-2.



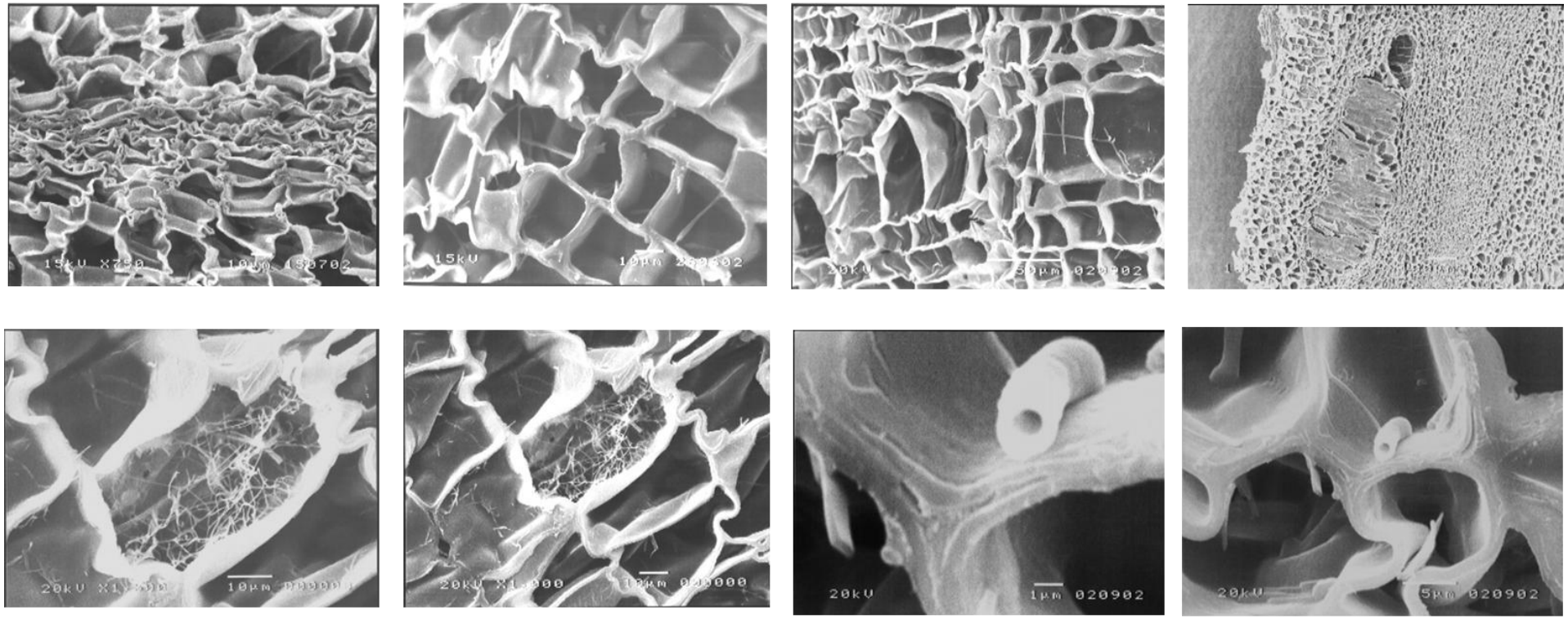






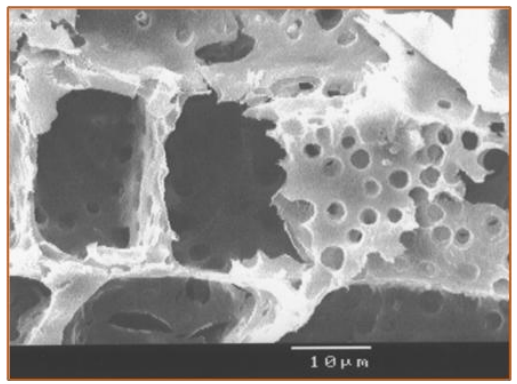


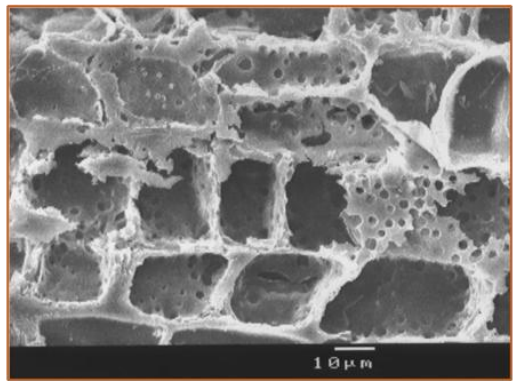
27. 2002. Bornizo crudo

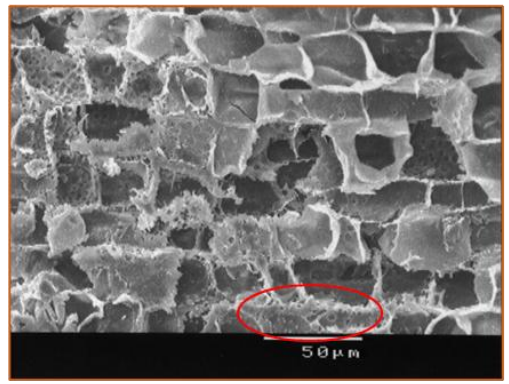


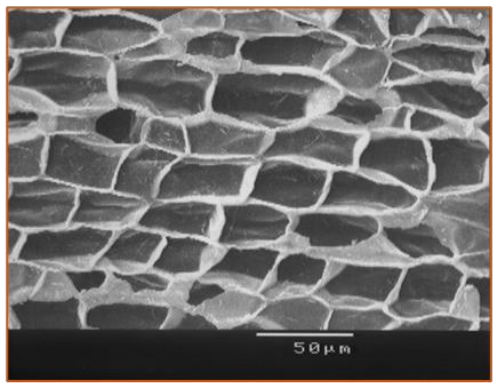
Células de corcho de bornizo crudo. Colapso de camadas celulares, variación de tamaños, invasión de lumen por microorganismos, estructura cilíndrica en interior de célula....

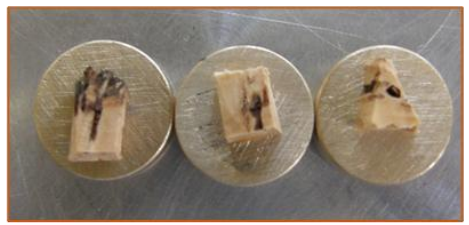
28. 2010. Corcho de Túnez hervido. Frente de avance de la mancha amarilla desde la espalda, con musgo.





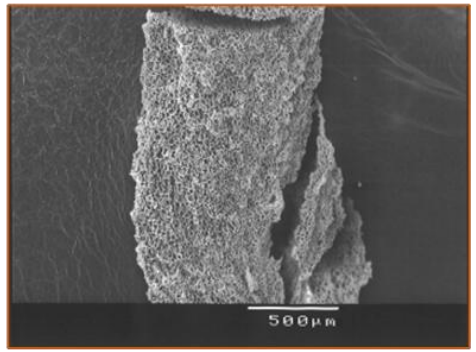


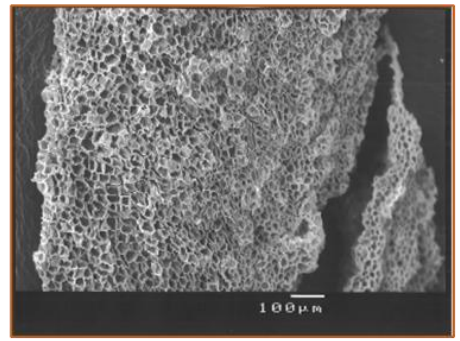


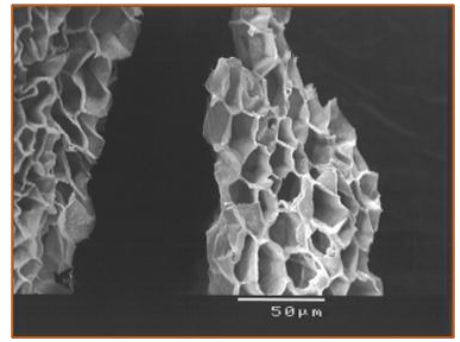


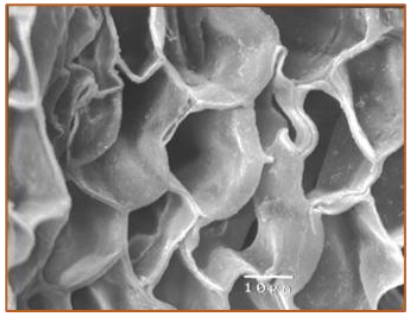
Corcho de reproducción, hervido, origen Túnez. Muestras para SEM con proximidad a la espalda, musgo en la raspa y coloración blanca amarillenta en tejido interior contiguo. La muestra fue entregada por Najoua en julio de 2010

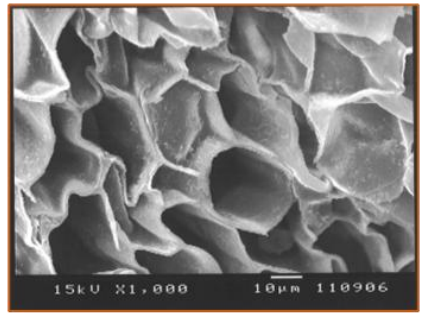
29. 2011. Corcho de la expedición Nimrod a la Antártida en 1907

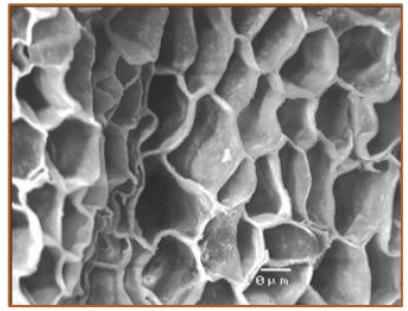


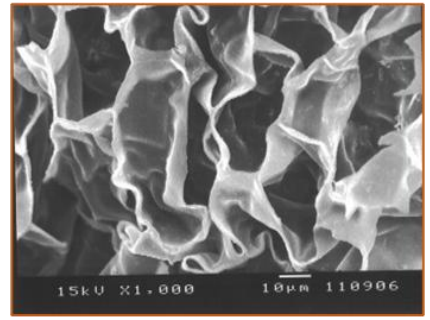








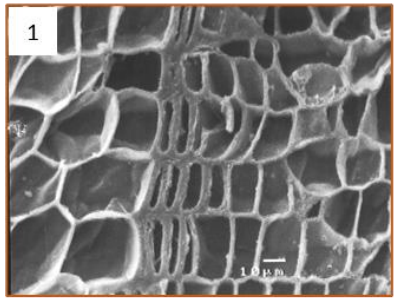


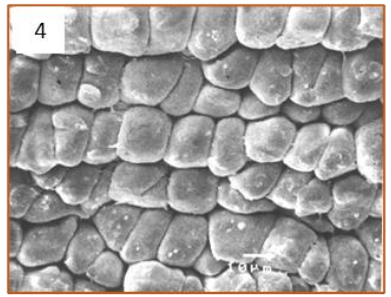


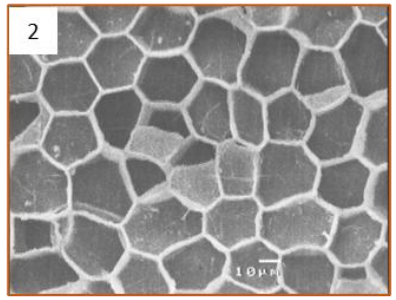
Estructura del tejido corcho procedente de un tapón perforado por la jeringuilla utilizada para extraer una muestra del wisky de malta escocés " Whyte and Mackay", abandonado en la Antártida en 1909 por la expedición Nimrod del explorador Ernest Shackleton en su viaje hacia el Polo Sur y de la que se recuperaron 5 cajas de botellas en febrero de 2010.

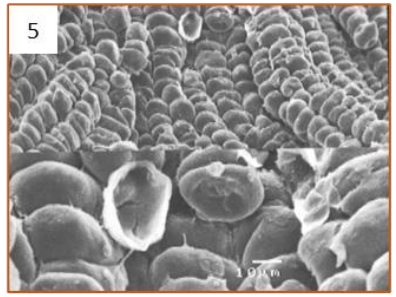
El área evaluada en el SEM, Marca JEOL . Modelo JSM-5400, es el de la hebra de corcho formada en el interior de la aguja de la jeringuilla (1), hebra posteriormente pegada con adhesivo al carbón tipo XC-12 de JEOL DATUM al portamuestras de 9,9 mm de diámetro (2) y recubierta con oro en el equipo metalizador Marca BAL-TEC. Modelo SCD 005.
Las imágenes muestran que no existe degradación inequívoca del tejido. La muestra fue proporcionada al ICMC en el año 2011 desde Portugal por Sérgio Moutinho.

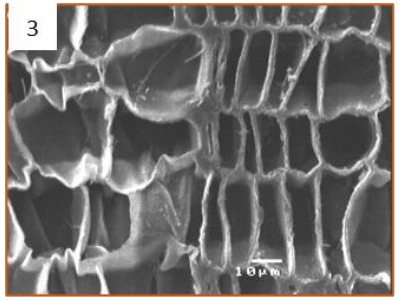
30. 1998. *Quercus variabilis*. Corcho de Asia , crudo y hervido

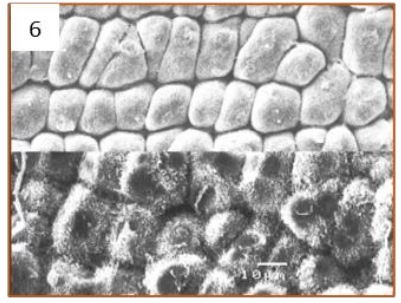


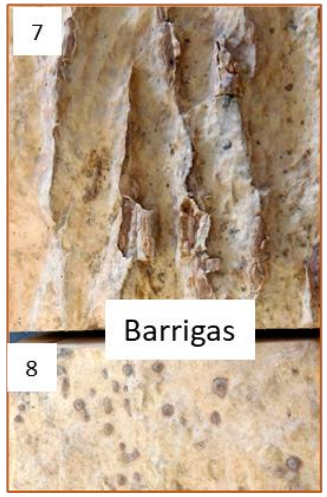










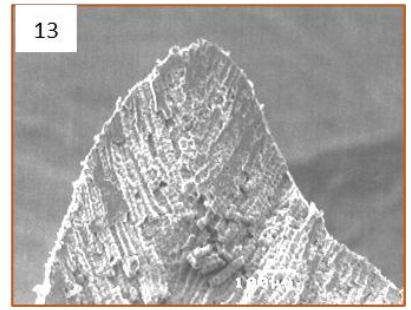


Costados

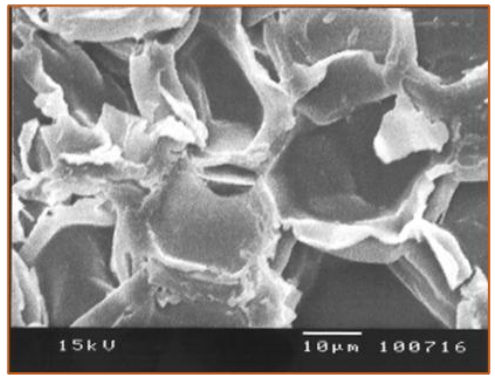
(1), (2) y (3) células de corcho de China. *Quercus variabilis*.
Barrigas : (7) del bornizo . (8) del corcho de reproducción.
Costados : (9) del bornizo. (10) del corcho de reproducción.
Espaldas : (11) del bornizo. (12) del corcho de reproducción
(13) poro en corcho bornizo donde se aprecia la ordenación de la formación celular

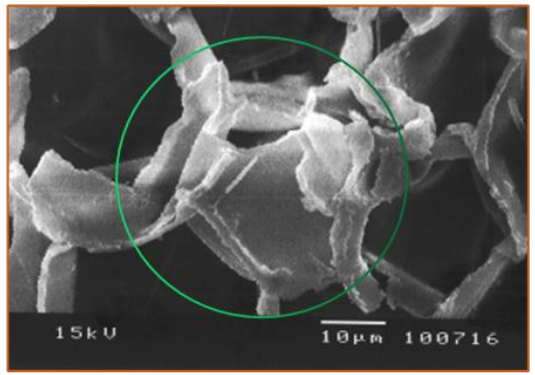
(4) y (5) interior de poro lenticelar del corcho de *Q. variabilis* tras el hervido presentando una estricta ordenación y consistencia, hecho diferenciador con respecto al de *Quercus suber,* sin ordenación y de fácil desmoronamiento.

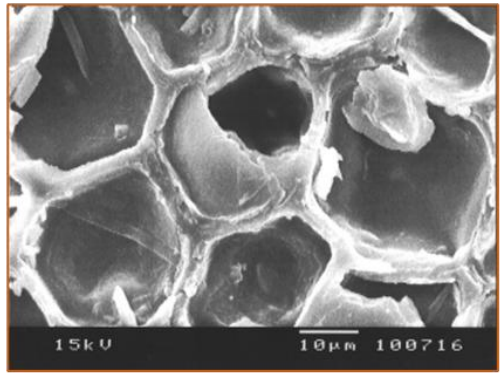
(6) En sector inferior vellosidades en células del poro, corcho de *Q. variabilis* crudo; en sector superior de la misma imagen, destruidas en el hervido .

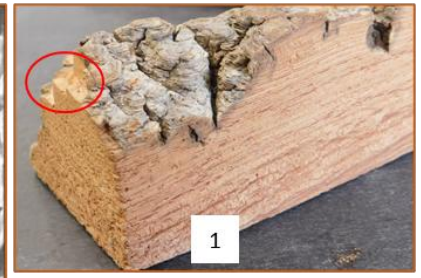


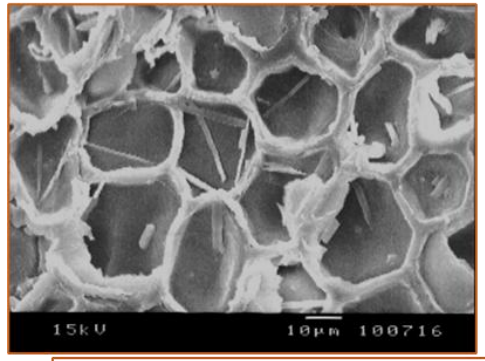
31. 2010. *Quercus cerris.* Corcho crudo de Turquía

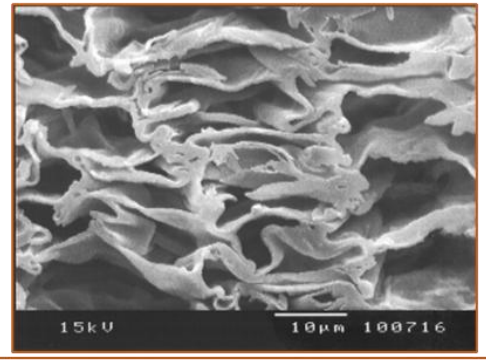


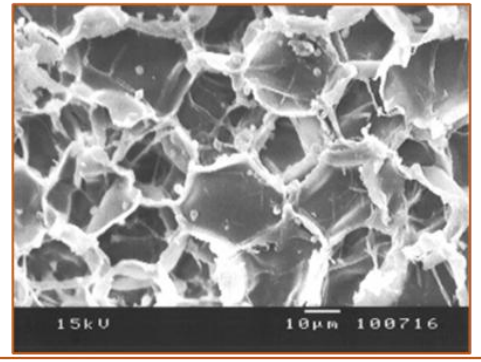


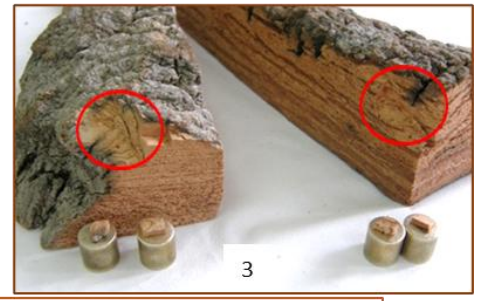












(1) (2) y (3) muestra de la corteza del roble turco, *Quercus cerris, que* fue entregada al personal de laboratorio del ICMC por Ali Umut Sen durante su visita el 16 de abril de 2010.

Imágenes superiores del SEM mostrando células semejantes a las estructuras poliédricas del Tapón con mancha amarilla, de la Zapata cruda del corcho de rebusca de Guijo de Granadilla y Otro tapón de vino alterado, páginas 17, 19 y 22 de esta presentación, 294-296 y 299 de Maxcorcho respectivamente.

32. Comentarios

1- Algunos estudios de la “mancha amarilla”, en concreto sobre la composición química del corcho, dan como resultado un aumento en el área afectada de todos los grupos de compuestos estudiados – ceras, suberina, lignina, holocelulosa y polifenoles de bajo peso molecular- a excepción de los taninos. Este resultado lo justifican sugiriendo que la extracción de los mismos se vería favorecida por el estado de degradación de la estructura del tejido, siendo compatible la reducción de taninos con la decoloración de las zonas alteradas.

(Fuente : Influencia de la “ mancha amarilla” sobre la composición química del corcho y la presencia de TCA. M.C. García Vallejo, S. Varea, E, Cadahía, B. Fernández de Simón. INIA-CIFOR. 2001)

2-Otras investigaciones, encaminadas a determinar las rutas de sintetización del 2-4-6 TCA utilizando muestras de corcho con mancha amarilla, concluyen que la ruta compatible con las hipótesis iniciales propuestas, en función del conjunto de los compuestos organoclorados que se esperan en cada una de ellas, es la biosíntesis *de novo* por microorganismos**.**

(Fuente: Estudio del origen del 2,4,6,-Tricloroanisol (TCA) en el corcho. Jordi Rosselló, Miquel Puseu y Juan José Rubio Coque. SUBERVIN 2015)

3- El arrastre por el vapor del 2-4-6 TCA potencialmente existente en las planchas de corcho durante las primeras operaciones industriales, hervido, es un riesgo de contaminación superficial para los corchos con almacenamiento prolongado bajo la atmósfera envolvente que se genera.

(Texto del párrafo recogido en página 36 de la presentación 3/16. Datos del 2-4-6 TCA en el campo. 2-4-6 tricloroanisol en el alcornocal de Extremadura. Se corresponde con página 54 de Maxcorcho).

Plancha de corcho fábrica crudo con abundante musgo en zona de zapata, pendiente de separación para evitar que se incorpore al hervido de corcho con destino a productos que estarán en contacto con alimentos.

Gracias.

Máximo García García 230612

Hifas de moho blanco-rosáceo, probablemente de *Chrysonilia sitophila,* en la barriga de una plancha hervida de corcho fábrica, ya recortada y clasificada

Exudación negra tras el descorche I (Rev1)

Máximo García García

Descorche 7 julio, exudación 18 agosto y evolución hasta el 9 de octubre. ICMC

El descorche de 3 alcornoques del ICMC para didáctica en 2023 permitió detectar, al cabo de un mes, la aparición de manchas negras exudadas sobre la casca.

Ante la ausencia de explicación a las mismas se inició la búsqueda de respuestas, examinando alcornoques que las presentaban.

Nota: El asterisco (*) en los textos indica la existencia de vídeos, aquí no incluidos, a disposición de quien pueda interesar.

Índice

1 Introducción	Pág 3
2 Material y medios empleados	Pág 4
3 Algunos habitantes del alcornocal	Pag 5-6
4 Pérdida de savia	Pág 7
5 Exudaciones negras tras el descorche	Pág 8
6 Alguien interesado en la exudación	Pág 9
7 Larvas acéfales. “Tuneladoras”	Pág 10-11
8 Profundidad del túnel	Pág 12-13
9 Larvas y humedad	Pág 14
10 Sin humedad, sólo quedan restos	Pág 15
11 Restos de muda	Pág 16
12 Estadios de evolución	Pág 17-19
13 Larva errante	Pág 20
14 Tres candidaturas	Pág 21
15 Conclusiones	Pág 22

1. Introducción

El actual sistema económico dominante lleva implícito un déficit ecológico donde el sector del corcho es buen ejemplo.

En este sentido, la escasez de lluvias en 2023 que hacía prever la reducción en la actividad del felógeno, con la consiguiente paralización de las operaciones de descorche antes del final del periodo oficial, 15 de agosto, junto con la acuciante demanda de corcho sirvieron de argumentos para fundamentar el adelanto de la fecha de inicio de la saca en Extremadura del 15 al 1 de mayo por resolución publicada en DOE de 27 de abril.

No obstante, el adelanto del periodo de saca conlleva riesgos de generar más heridas por desprendimiento de la capa madre en las zonas donde son nulas o escasas las camadas de las nuevas células de corcho, más aún si la muda foliar del alcornoque aún no se ha completado.

Por otro lado, desde hace años el estado fitosanitario del alcornocal viene deteriorándose; no sólo por su envejecimiento, también, entre otros, por los daños durante el descorche, sobre todo con el método tradicional que sin relevo generacional de especialistas y ante la necesidad de recoger la cosecha en un tiempo limitado provoca heridas, agravando la situación y haciendo necesaria la implementación de las nuevas técnicas de saca sin más demora.

Siendo así, cualquier información que ayude a interpretar el funcionamiento del ecosistema del alcornocal nos parece oportuna, por muy insignificante que ésta sea, convencimiento con el que hemos trabajado desde el 7 de julio hasta el 10 de octubre de 2023 para elaborar esta presentación, que posteriormente continuaríamos, hasta noviembre de 2024, para elaborar la segunda parte: *Exudación negra tras el descorche II*.

2. Material y medios empleados

- Vehículo particular
- Cesta de tiras de castaño
- Móvil Samsung Galaxy A34 5G
- Cámara de fotos NIKON COOLPIX L840
- Cuchilla de rebanar, reciclada
- Frasco nebulizador con etanol al 70% .
- Formón, martillo, pinzas, cuchillas de raspador, alfileres
- Envases para muestras (viales de 20 ml con tapón rosca, frascos de laboratorio de 100 ml, cápsulas petri con tapa de vidrio, envases reciclados de vidrio)
- Lupa Magnifier Lamp RT 301
- Microscopio estereoscopio Nikon SMZ-U
- Microscopio óptico OLYMPUS CX41, con accesorio OLYMPUS DP21 y monitor FlexScan S2000
- Equipo informático con programas de Microsoft Office
- Cuaderno de campo

3. Algunos habitantes del alcornocal

La biodiversidad del alcornocal sólo requiere de atención para apreciarla.
Exponemos algunos de los pequeños habitantes que estaban en las zonas de evaluación. *

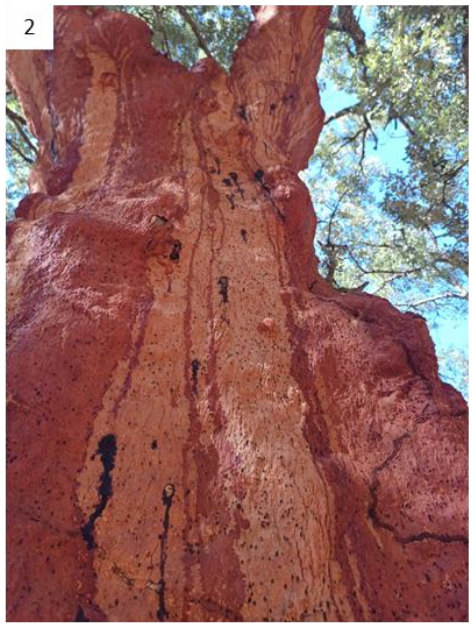
3. Algunos habitantes del alcornocal

La biodiversidad del alcornocal sólo requiere de atención para apreciarla.
Exponemos algunos de los pequeños habitantes que estaban en las zonas de evaluación. *

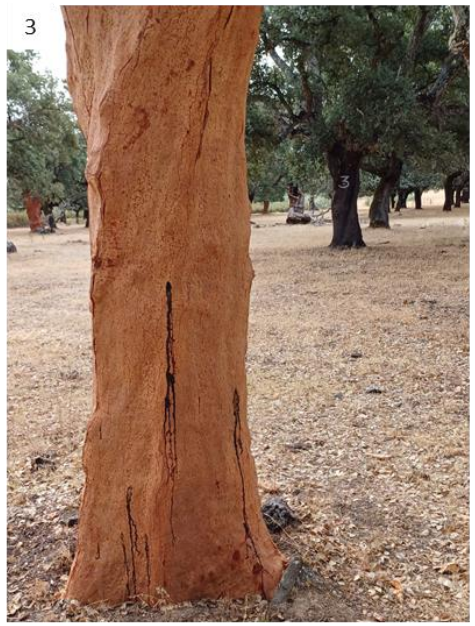
4. Pérdida de savia

(1) (2) los exudados tras la saca constituyen muestras del estrés generado por la operación de descorche, agravados en caso de provocar otras heridas (3)(4). El dulzor de los azúcares de savia elaborada (5) resulta irresistible para los insectos (6). *

5. Exudaciones negras tras el descorche



(1)(2) fustes de alcornoques de Cornalvo a los 3 meses de la saca, imágenes tomadas el 14 y 17 de agosto 2023 respectivamente.



(3)(4) fustes de alcornoques de la dehesa Guijo de Granadilla, imágenes del 26 de agosto 2023

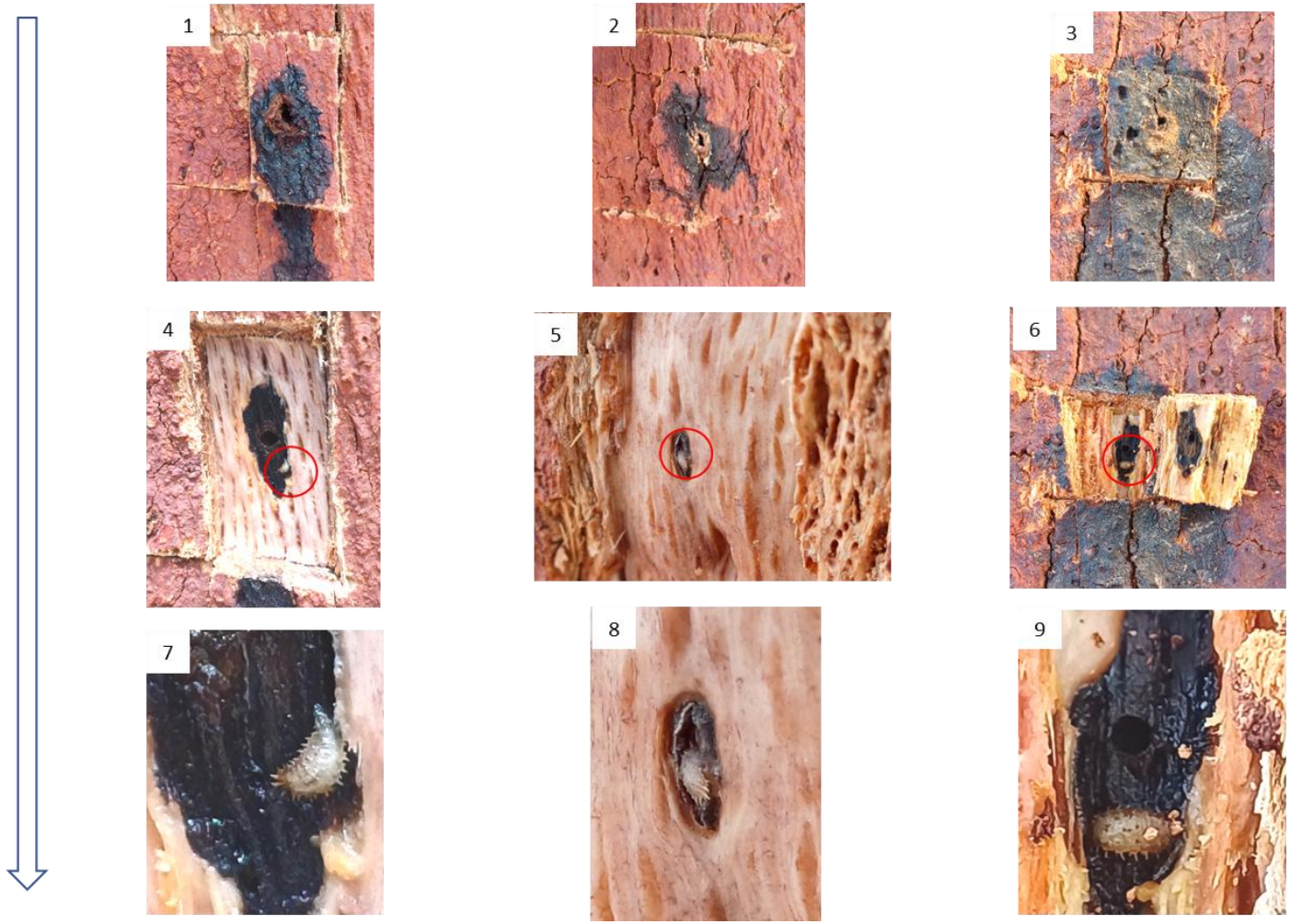
Las exudaciones oscuras, negras, tras la saca no son frecuentes, aunque los alcornoques que las manifiestan pueden presentar un aspecto llamativo

6. Alguien con interés en la exudación

(1) a (5) las primeras observaciones externas de los exudados negros a evaluar muestran restos de actividad de organismos (3) (4) así como larvas en movimiento (1)(2) . Hay numerosas formaciones ovoides que pueden ser las puestas (5)(6)(7), y así las consideraremos, de organismos que no identificamos. (Cornalvo 14 agosto de 2023)*

7. Larvas acéfalas. “Tuneladoras”

Página 38 de la presentación 12/16. Exudación negra tras el descorche II. Se corresponde con página 379 de Maxcorcho

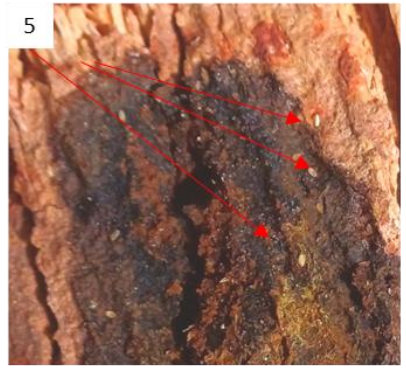


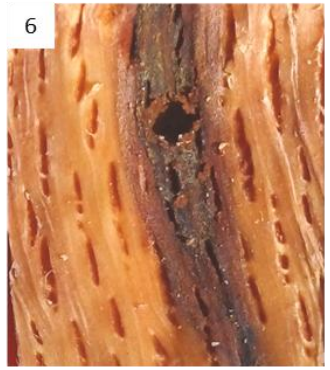
La actividad de organismos en los exudados (1)(2)(3) continúa bajo la casca (4)(5)(6), con larvas acéfales, “Tuneladoras” (T), especializadas en abrir galerías en la albura aprovechando los radios medulares del xilema (7)(8)(9).

(Cornalvo 15,17 y 28 de agosto 2023) *

7. Larvas acéfalas. “Tuneladoras”

(1)(4) exudaciones con galerías, una habitada por la “Tuneladora” (2)(3), de aspecto más húmedo, y otra, abajo, con algunas “puestas” externas de aspecto ovoide (5) pero con el interior vacío (6)(7)(8). (Dehesa Guijo de Granadilla 27 agosto 2023)





8. Profundidad del túnel

1

2

3

4

5

Alcornoque (1) con exudados negros (2) de donde se obtuvo la muestra (3). Profundidad de la galería (4) después de retirar varias capas en el xilema de ~ 2 cm.

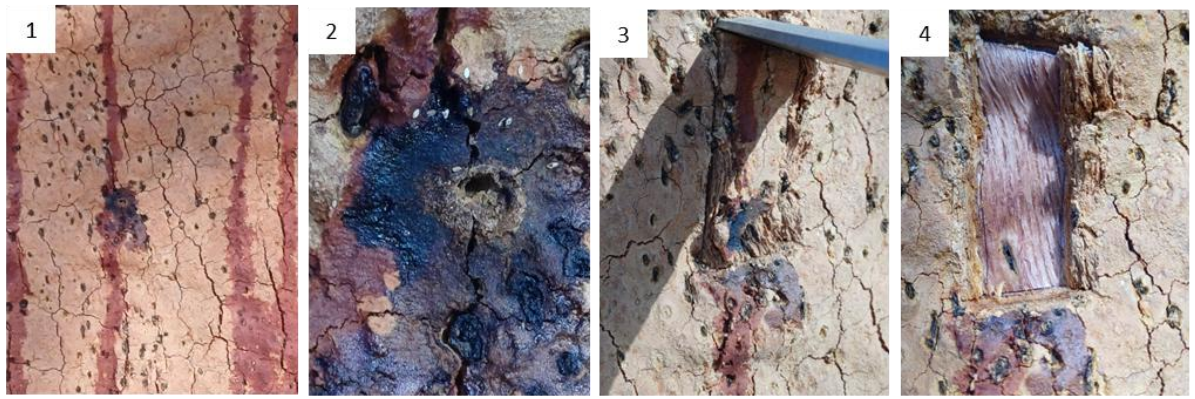
Insecto (5), provisto de ¿fúrcula? por el impulso del salto dado durante su observación, aparece mientras se realizaba la evaluación de la muestra sin saber de dónde procedía y, por ello, sin garantías de su relación con la exudación, aunque su escasa envergadura le haría candidato.

Dos larvas acéfalas en la galería de la muestra (6)(7) (Cornalvo 19 septiembre 2023) *

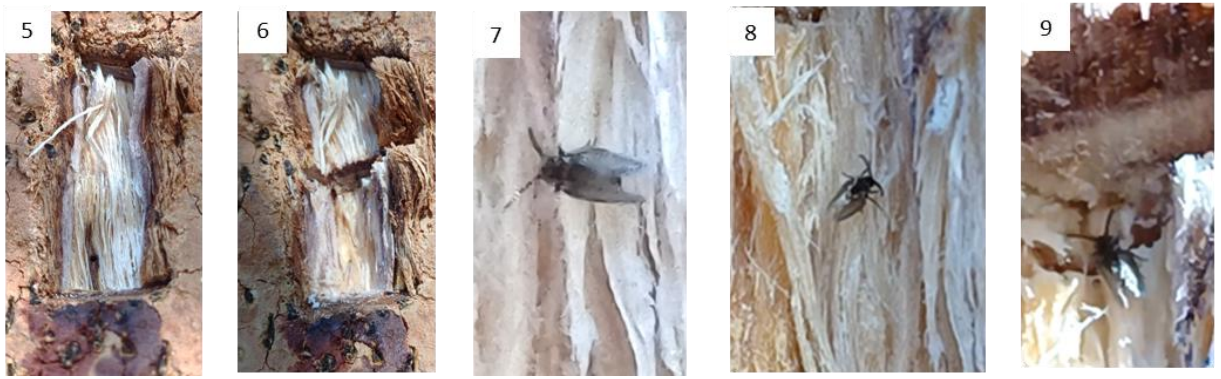
6

7

8. Profundidad del túnel



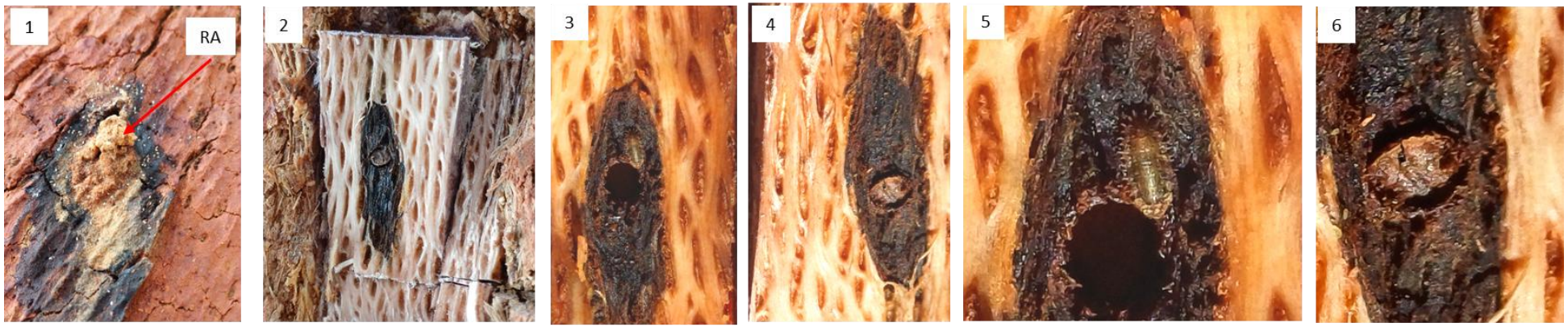
Buscando la profundidad de la galería, túnel, en un exudado seco (1) y con resto de puestas en el exterior (2), utilizando formón (3) se retira la capa madre para exponer el xilema (4) a la evaluación y, al profundizar un poco más, se comprueba que el exudado negro tiene un recorrido vertical (5) en la albura; en la segunda profundización del xilema (6) para alcanzar el límite de la galería, de repente, un díptero? (7) (8) (9) de envergadura compatible con la escala de la galería aparece moviéndose sin rumbo fijo. No se pudo dar fe de que estuviera en la galería (Cornalvo 28 agosto de 2023) *



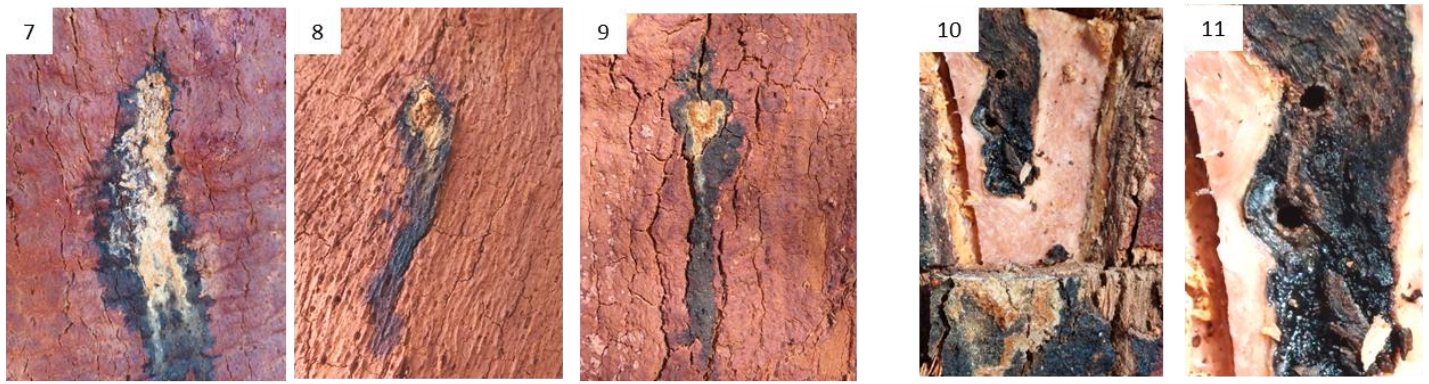
9. Larvas y humedad

Alcornoque muy afectado (1), con larvas (3)(4)(5)(7)(8)(9)(10)(11)(12) en el xilema de las dos muestras obtenidas (2) (6).Aspecto húmedo bajo la casca (7) (Cornalvo 15 septiembre)

10. Sin humedad, sólo quedan restos

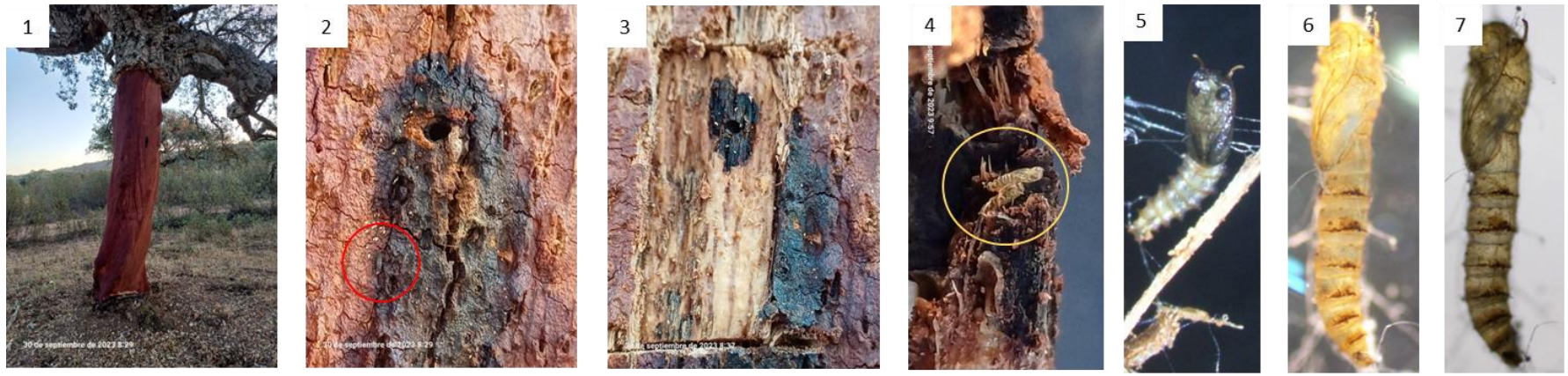


Otra exudación (1), seca en este caso (2) (3) (4) (5) (6), con restos de actividad (RA). (Cornalvo 30 agosto)



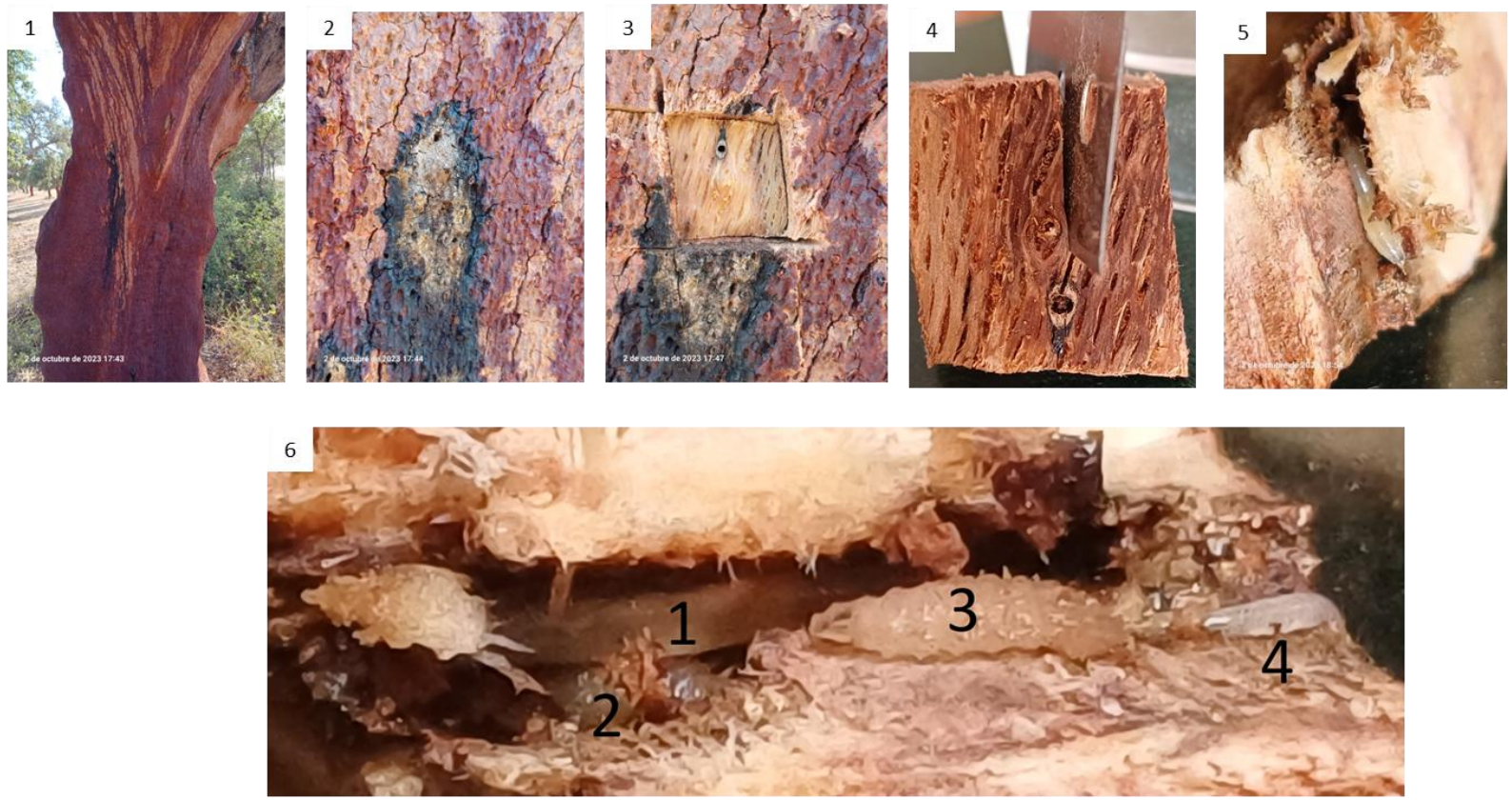
Contrastes en los exudados (7) (8) (9). Doble galería (10)(11) y escasa humedad en el xilema.

11. Restos de muda



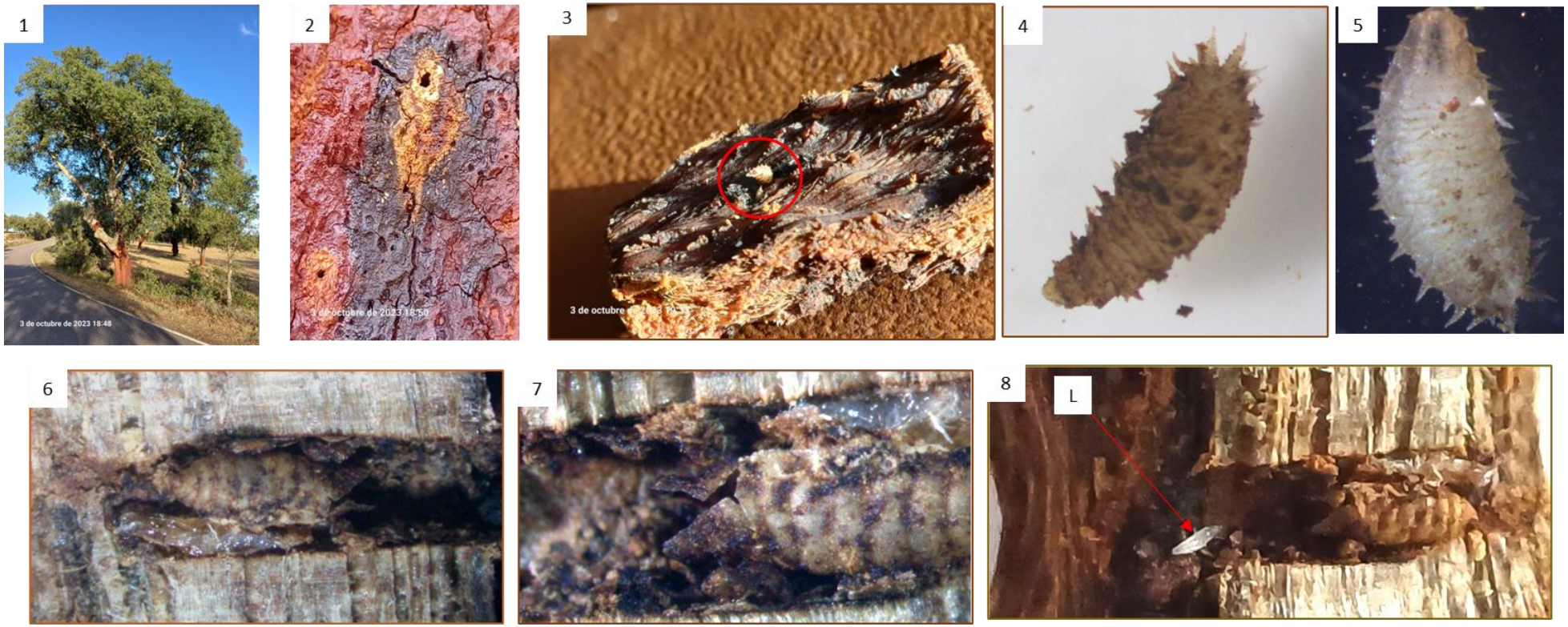
Alcornoque (1) con exudado negro (2) de donde se obtuvo la muestra (3). Sequedad en la muestra. Resto de "Tuneladora" en el exterior y mudas en la casca (2). Existen restos que indican varias mudas (4), en una de ellas el adulto se esfuerza por salir y sigue vivo después de tres días en un frasco donde ha comenzado a ser invadido por las hifas que han proliferado (5)(6)(7). (Cornalvo 30 septiembre 2023)

12. Estadios de evolución



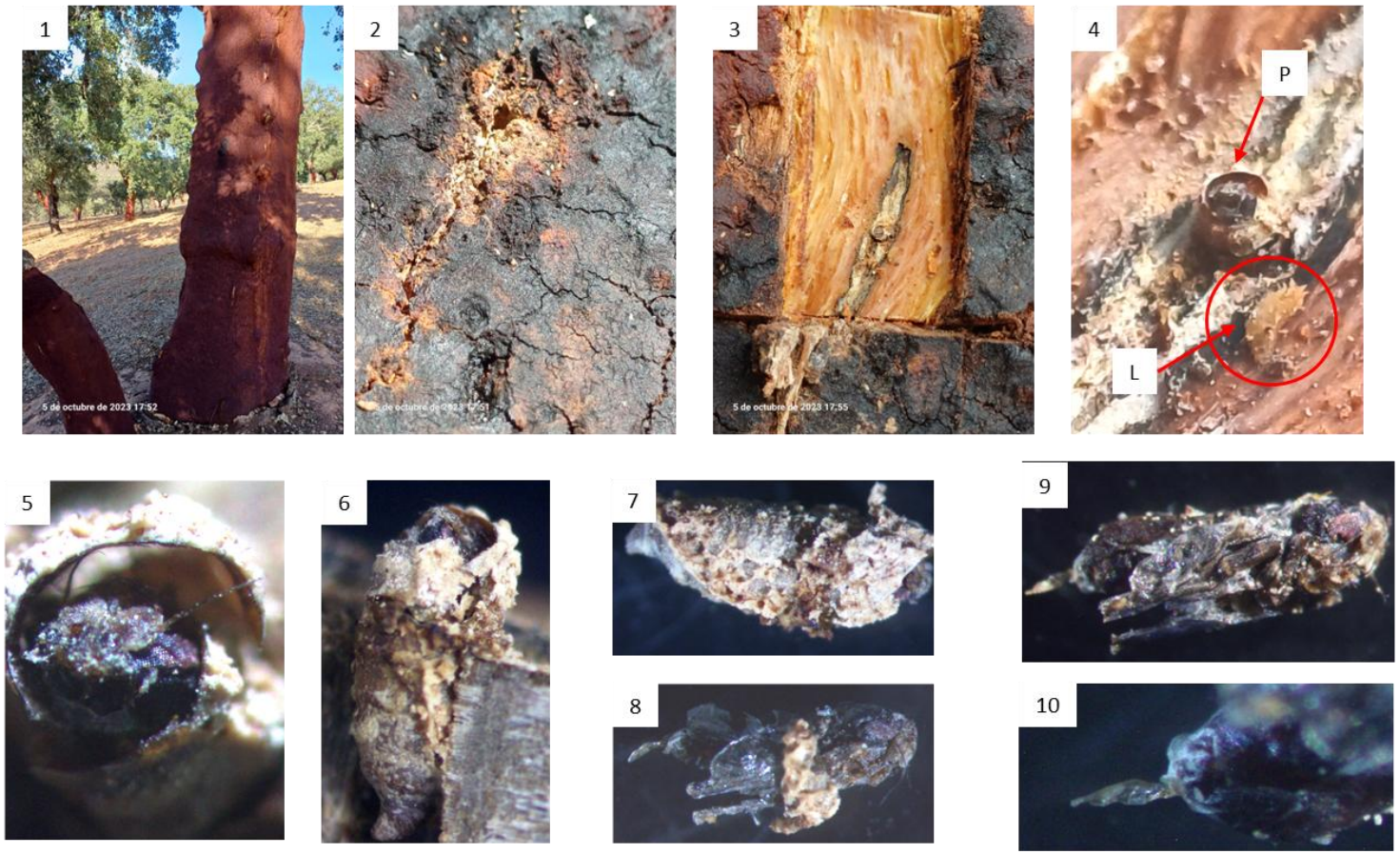
Alcornoque (1) con exudados negros (2) de donde se obtuvo la muestra (3)(4). Cuatro larvas de desigual aspecto en la misma galería (5)(6), "Tuneladora, la 3," de aspecto rugoso-acordeonado y otras sin rugosidad de diferente tamaño1-2-4. Sequedad en la muestra (Cornalvo 2 octubre de 2023) *

12. Estadios de evolución



Alcornoque (1) con zona de exudado (2) donde obtuvimos la muestra (3). Larva acéfala “Tuneladora”(4)(5) viva en la casca y restos de muda (6)(7)(8). Larva viva L (8) . Sequedad en xilema. (Cornalvo 3 octubre 2023) *

12. Estadios de evolución



Alcornoque (1) con zona del exudado (2) donde se obtuvo la muestra (3). Larva “Tuneladora” viva (L) junto a la pupa (P) en imagen (4). Pupa (5)(6)(7)(8)(9)(10), con habitante muerto, casi al final de la etapa para alcanzar el imago. Alta sequedad. . (Cornalvo 5 octubre de 2023)

13. Larva errante

Alcornoque(1) con exudaciones negras donde se movía un gusano- larva. Larva errante (2)(3) que accede a las hendiduras de la casca y sale para continuar su búsqueda con movimiento midepalmo. Detalles de la larva (4)(5)(6) (Cornalvo 5 octubre se 2023) *

14. Tres candidaturas

Tres candidatos. (1) de 28 agosto, (2) (3) de 31 de agosto y (4) de 19 de septiembre, todas de 2023 *

15. Conclusiones

1ª. Las exudaciones negruzcas que nos han interesado en el verano del 2023, tras la saca de 3 alcornoques para didáctica en el ICMC, proceden de la rotura de tejidos del xilema con derrame de savia bruta.

2ª. Con el paso del tiempo estas manifestaciones se secan y difuminan hasta hacerse imperceptibles .

3ª. En las zonas descorchadas de Cornalvo, y dehesa de Guijo de Granadilla, algún alcornoque con exudación negruzca ha sido ocupado por organismos que fabrican túneles en la albura, a través de los radios del xilema, hasta una profundidad que puede alcanzar los 2 cm, en sentido radial, y de contorno circular de 1 a 1,5 mm de diámetro aproximadamente.

4ª. En las zonas ocupadas los organismos completan su ciclo biológico en el túnel-galería construido al efecto mientras se mantiene la humedad por el escurrido de las exudaciones de savia bruta.

5ª. De las observaciones realizadas para esta presentación podemos concluir que las exudaciones de estudio no constituyen un daño grave ni generalizado, teniendo un reducido efecto y escasa extensión, aunque los alcornoques afectados puedan manifestar aspecto llamativo en las primeras estaciones de verano-otoño tras el descorche.

6ª. Aunque a priori se esperaba encontrar una relación directa con la culebrilla del corcho, *Coroebus undatus*, con las biopsias obtenidas en los alcornoques muestreados hasta octubre de 2023 no tuvimos evidencia inequívoca de la misma, aunque sí se constató a posteriori en la siguiente presentación cuyas revisiones llegaron a diciembre de 2024.

Gracias

Exudación negra tras el descorche II(Rev2)

Máximo García García.
2024.

Índice

1 Introducción	Pág 3
2 Material y medios empleados	Pág 4
3 Imágenes del entorno	Pag 5
4 Códigos en los alcornoques de referencia	Pág 6
5 Alcornoque referencia 1	Pág 7-11
6 Alcornoque referencia 2	Pág 12-16
7 Alcornoque referencia 3	Pág 17-19
8 Alcornoque referencia 4	Pág 20-22
9 Alcornoque referencia 5	Pág 23
10 Alcornoque referencia 6	Pág 24-25
11 Alcornoque referencia 7	Pág 26
12 Alcornoque referencia 8	Pág 27
13 Alcornoque del ICMC	Pág 28-30
14 Otros alcornoques	Pág 31-32
15 Exudaciones incipientes. La Requeté en asamblea	Pág 33
16 Organismos del entorno	Pág 34-36
17 Una pupa y dos especies de moscas	Pág 37
18 Exudaciones negras sobre la raspa tras el descorche	Pág 38
19 Exudaciones negras en xilema, por desprendimiento de la “capa madre” durante un mal descorche	Pág 39
20 Conclusiones	Pág 40

1 Introducción

Después de elaborar la presentación “ Exudación negra tras el descorche I ” de 11 de octubre de 2023 hemos continuado visitando, por su cercanía, una de las áreas de observación: Cornalvo (Huso UTM 29. Coord. X 742.117,82 Coord. Y 4.320.490,15 y entorno). En ella la heterogeneidad de la masa del alcornocal es manifiesta, tanto por la edad como por el estado fitosanitario.

Comoquiera que la actividad de organismos en los puntos de exudado se ha prolongado, por las condiciones ambientales favorables, nos ha resultado inevitable contener la curiosidad y hemos seguido acumulando imágenes y videos de cuanto nos llamó la atención.

En esta ocasión nuestro principal objetivo ha sido sorprender infraganti a los insectos que realizan puestas en el exterior de las exudaciones negras, una vez que constatamos la responsabilidad de dípteros con la captura de pupa en galería, y que documentamos en la presentación anterior. Lo hemos conseguido en video una sola vez pero, en este caso, el insecto dispone de dos pares de alas por lo que la relación con los dípteros, aun existiendo, desconocemos.

Por otro lado, la permanente interacción de los organismos nos ha permitido, en la escala de visualización utilizada, disfrutar de su diversidad e intereses, muchas veces contrapuestos. Esta escala de observación no alcanza a, entre otros, virus o la bacteria *Brenneria quercina* . Tampoco hemos seguido en nuestras observaciones a los chancros de los hongos ascomicetos, el carbonoso originado por *Boscogniauxia meditarránea y* el húmedo debido al *Botryosphaeria cortícola o Diplodia cortícola*

2 Material y medios empleados

- Vehículo particular
- Cesta de tiras de castaño
- Móvil Samsung Galaxy A34 5G
- Cuchilla de rebanar -reciclada-, formón, martillo, pinzas, cuchillas de raspador, alfileres
- Frasco nebulizador con etanol de 70º.
- Envases para muestras (Frascos laboratorio de 100ml, cápsulas petri, envases reciclados de vidrio, microtubos eppendorf de 2 ml)
- Lupa Magnifier Lamp RT 301
- Microscopio estereoscopio Nikon SMZ-U
- Microscopio óptico OLYMPUS CX41, con accesorio OLYMPUS DP21 y monitor FlexScan S2000
- Equipo informático con programas de Microsoft Office
- Cuaderno de campo

3 Imágenes del entorno

(1)(2) dos ejemplares de alcornoques centenarios, con afecciones importantes, descorchados en mayo de 2023 y que no formaron parte de los alcornoques evaluados en esta presentación. (3) charca en el entorno

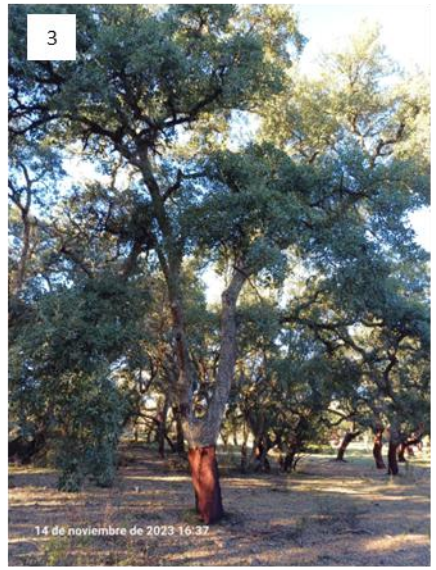
4 Códigos en los alcornoques de referencia

CAP : Circunferencia a la Altura del Pecho, en cm (en nuestro caso bajo corcho)
AD : Altura de Descorche
MD : Mano Dura
Ab: Albardas
S : Santo, también llamado Calva
T : Tumoración
(*) : Se dispone de video, no incorporado a esta presentación

(1) (2) (3) y (4) mano dura (MD)

(5) albardas (Ab), (6) santo -calva- (S) y (7) tumoración (T)

5 Alcornoque referencia 1

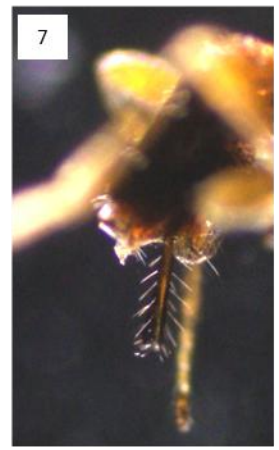


(1) puntos de exudaciones en el fuste. (2) descorche que no alcanza la cruz del árbol. (3) porte del alcornoque

- CAP 206 cm
- AD 165 cm
- MD

Toma de muestra del insecto que realiza puestas (*)
Toma de muestra con larva “Tuneladora” (*)
Otros: estado fitosanitario sin incidencias

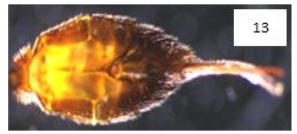
5 Alcornoque referencia 1

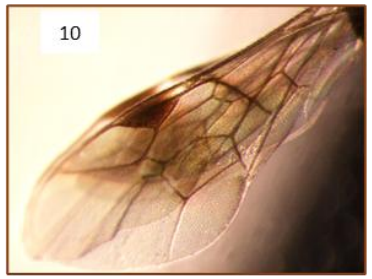


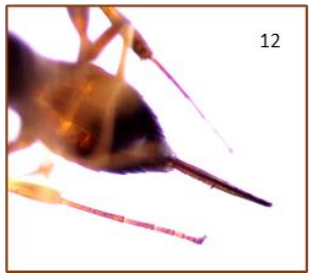
(1)(2)(3)(4) primer ejemplar de insecto capturado que realiza puestas en las hendiduras de las exudaciones.
(5)(6)(7)(8) aspectos de su anatomía, muy parecida a *Cotesia sp.* Cornalvo 12-13 octubre. (*)

5 Alcornoque referencia 1

(1)(2)(3)(4)(5) segundo ejemplar de *Cotesia sp*.? con movimientos dentro del recipiente donde permanece confinada tras su captura.
(6)(7)(8)(9)(10)(11)(12)(13) tamaño ligeramente superior al primer ejemplar, aspectos de su morfología. Cornalvo 13 octubre 2023







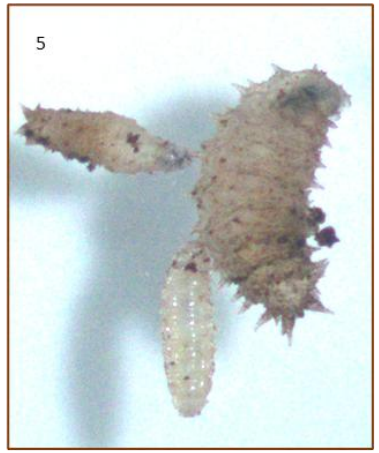
5 Alcornoque referencia 1

(1)(2)(3) la actividad de la larva acéfala " Tuneladora" se ralentiza, quizás por el descenso de la temperatura y su ciclo biológico. (4) deja de ser frecuente encontrarla en el exterior de exudaciones. (5) (6) cambio del aspecto claro cremoso a marrón de la larva en mañana lluviosa a13ºC. (*) .

Cornalvo 22, 25 y 28 de octubre

5 Alcornoque referencia 1

(1) con la humedad se reanuda la actividad de las larvas en el exterior. (2) (3) exudado de la toma de la muestra.
(4) (5) puesta y larvas tuneladoras. Cornalvo 18 octubre de 2023



6 Alcornoque referencia 2

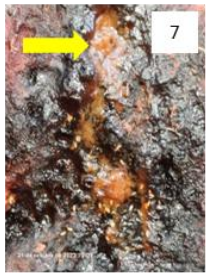
(1) puntos de exudaciones en el fuste. (2) descenso en la altura del descorche, con zonas sin descorchar.
(3) porte del alcornoque mostrando el escaso vuelo

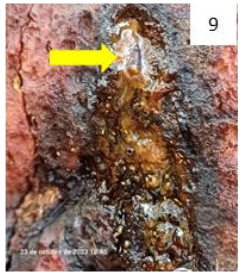
CAP 333 cm
AD 262 cm
MD/Ab /S /T

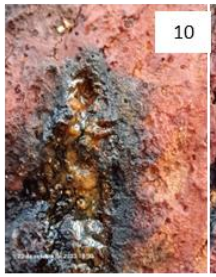
Toma de dos muestras con barrenillo y larva “Tuneladora” (*)
Toma de otras dos muestras tras desaparecer la actividad de larvas en el exterior (*)
Otros : descenso de la altura de descorche, copa con vuelo escaso

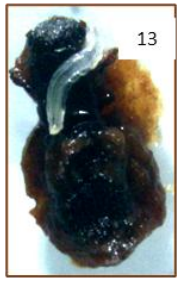
6 Alcornoque referencia 2

(1) fuste indicando las zonas de observación (○ ●) . (2) una exudación mucilaginosa limita la movilidad del barrenillo, aún vivo, a la Tª de 8ºC con llovizna. (3) se recoge el coleóptero. (4) por la tarde, el viento ha secado la zona y en el interior del orificio se ven huevos de una puesta. (5) al día siguiente, con lluvia, se recupera el aspecto inicial por donde deambulan colémbolos.(➡) (*) Cornalvo 21 y 22 octubre. (6) tras dos semanas la puesta ha desaparecido.





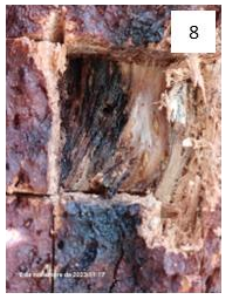


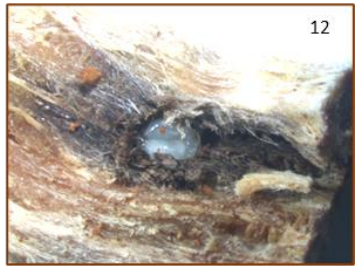


(7) (8) (9) la expulsión de un 2º barrenillo, en este caso muerto, en otra exudación del mismo alcornoque se realiza gradualmente (⇨) . Puestas externas.
(10) (11) (12) Tras recoger al barrenillo se manifiesta larva “Tuneladora”muy activa. (13) otras larvas, cilíndricas y lisas, quedan en la zona de toma de la muestra (14).

6 Alcornoque referencia 2

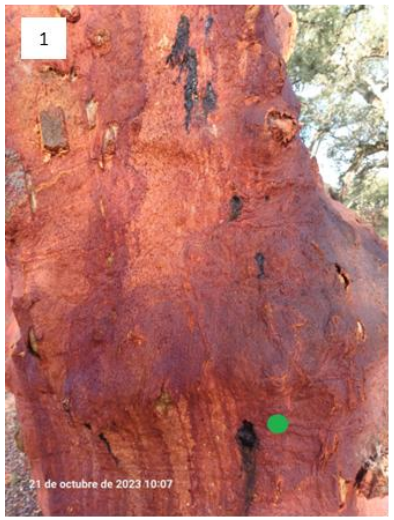
(1) fuste con indicación de la zona de observación ( ), (2) última larva avistada en el exterior, 5 noviembre (*).
(3) (4) (5) toma de muestra, (6) (7) tercer barrenillo, escolítido, en este alcornoque.

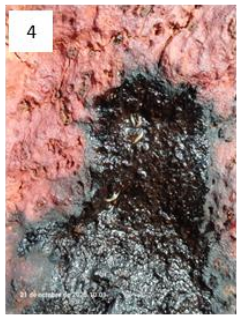




(8) (9) (10) galería con restos de muda y (11) (12) larva en la albura del xilema.

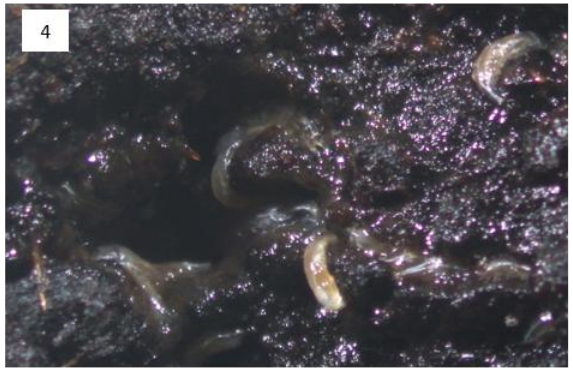
6 Alcornoque referencia 2

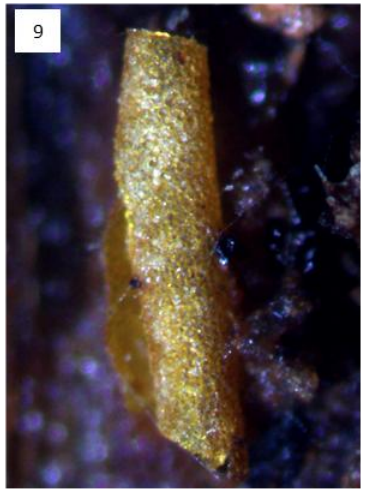




(1) fuste con indicación de la zona de observación (●), (2) (3) (4) (5) (6) actividad de las larvas en la zona externa de la exudación según la humedad, del 20 al 22 de octubre. (7) (8) recogida de larva en el exterior, 26 octubre (*).
(9) (10) ya no hay actividad el 5 y 9 noviembre de 2023.

6 Alcornoque referencia 2





(1) con el cese de la actividad de las larvas en la zona externa de las exudaciones del alcornoque referencia se toma, el 10 de noviembre, una muestra (2) (3) donde se constata la existencia de un nicho de larvas en el interior (4) (5), entre ellas la “Tuneladora” (6), así como estructuras que pudieran asociarse a puestas (7) (8), mudas (9) y/o reservas, en este caso probablemente para mantener las condiciones de habitabilidad de su entorno próximo, donde se ha mostrado resistencia (10) al desarrollo de hifas tras 72 horas en recipiente cerrado. (*)

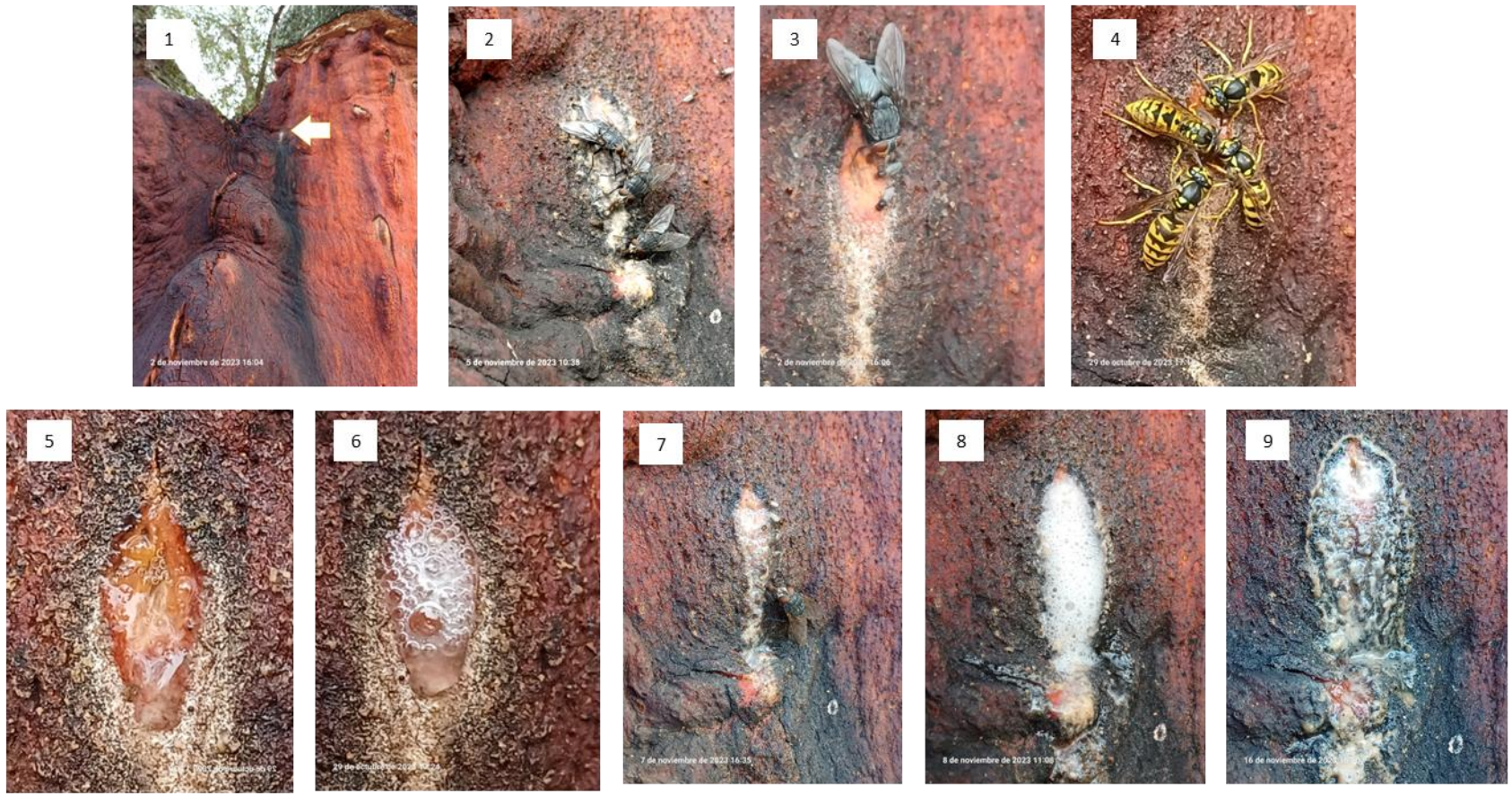
7 Alcornoque referencia 3

(1) cruz del alcornoque. (2) descenso en la altura del descorche, con zonas sin descorchar. (3) porte del alcornoque mostrando el escaso follaje

CAP 250 cm
AD 300 cm
MD/S/Ab

El descorche supera la cruz del alcornoque
Descenso en altura de descorches anteriores
Exudaciones del floema, sabia elaborada (*)
Se recogen muestras de moscas (*)

7 Alcornoque referencia 3

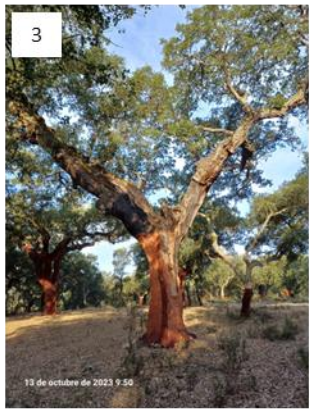


(3) cruz del alcornoque con indicación del punto de observación, (2)(3) moscas con notables diferencias de envergadura y (4) avispas; todas a una en el exudado activo y dulce de la savia del floema durante los días lluviosos y cálidos de octubre-noviembre. No hay puestas visibles en el entorno del exudado.
(5) (6) (7) (8) (9) la comunicación de las zonas activas con el exterior provoca burbujeos con formación de espuma debida a los gases generados. (*)

7 Alcornoque referencia 3

(1) avispero subterráneo, a unos 30 m de distancia del alcornoque referencia con varias exudaciones activas de savia elaborada.
(6) (7) acuden las avispas a las exudaciones para reponer energía y, cómo no, (8) moscas y abejas. (*)

8 Alcornoque referencia 4



(1) fuste del alcornoque. (2) (3) impresionante porte con descenso en altura de descorche y una rama de la cruz tronchada.
(4) calva del descorche de mayo de 2023 con puntos de generación de corcho sobre el xilema, impregnado con pasta cicatrizante.

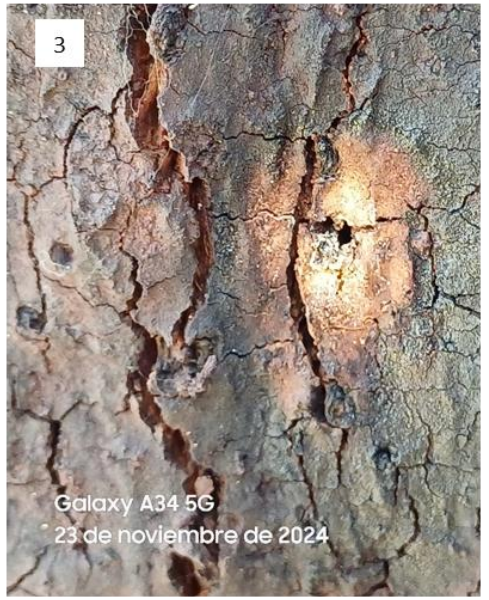
CAP 365 cm
AD 360 cm
MD/S/Ab

Rama tronchada y con galerías
Descenso en altura de descorches anteriores
Santo, al que se dio impregnación, con formación de tejido suberoso que indica ¡nuevo felógeno fuera de la casca!
Se captura pareja de moscas (*)
Muestras con larvas, entre ellas la “Tuneladora” (*)

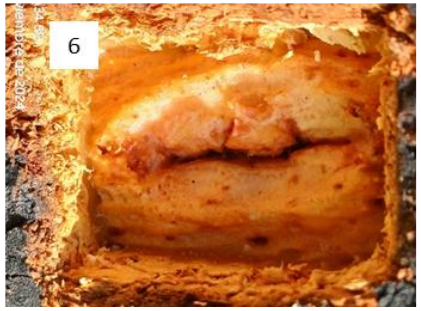
8 Alcornoque referencia 4

(1) con el incremento de la humedad, debido a la lluvia o la condensación causada por los gradientes térmicos, se mantiene la actividad de las larvas en el exterior de las exudaciones. (2) (3) con el paso de los días la cantidad de puestas externas visibles disminuyen o desaparecen.

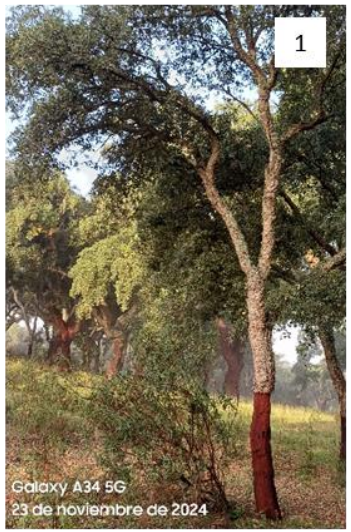
8 Alcornoque referencia 4



(1) este alcornoque tuvo repela en julio de 2024 y las exudaciones que habían sido objeto de seguimiento no mostraban continuidad de vertidos (2); no obstante, decidimos realizar una biopsia sobre la que presentaba en el exterior un contraste amarillento (3); en la zona interna, el corcho que se había generado por el felógeno como respuesta del alcornoque era similar al del cierre de heridas (4) (5) y (6) - *Ver página 27 de la presentación 13/16 Alcornoque, la protección como respuesta ante el estrés de la saca, se corresponde con pág 408 de Maxcorcho. Ver también pág 28 y 29 de esta presentación 12/16 Exudación negra tras el descorche II, que se corresponden con pág 369 y 370 de Maxcorcho respectivamente.*



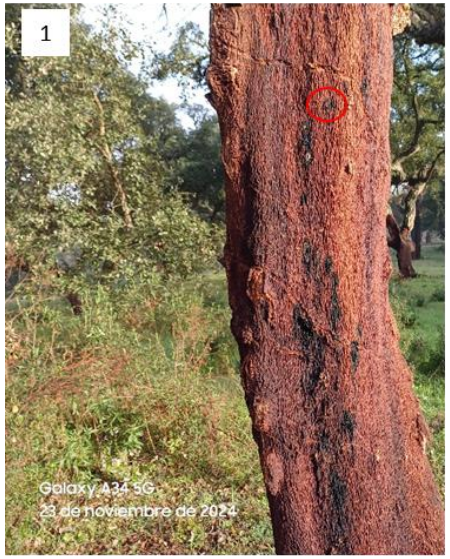
9 Alcornoque referencia 5



Durante las operaciones de repela de julio de 2024 también se llevó a cabo desbornizado como el de esta referencia 5 (1). Las exudaciones negras que mostraba eran muy abundantes (2) (3) y en la que practicamos la biopsia se evidenció galería rellena de restos compatibles con la culebrilla del corcho, *Coroebus undatus*(4) (5). En esta ocasión es notable el alcance de la albura del xilema por la galería del insecto (4).

CAP 62 cm (su perímetro sobre bornizo es de 83 cm)
AD 130 cm
Otros: marcas en superficie tras el desbornizado dejados por la culebrilla del corcho.
Alcornoque podado en 2020.

10 Alcornoque referencia 6

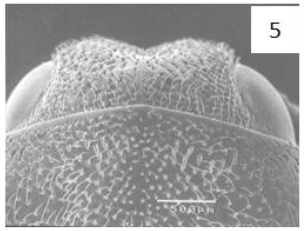


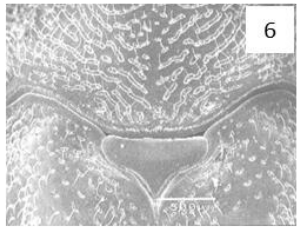
En la zona de observación se decidió realizar una toma de muestra en este alcornoque dada la abundancia de manchas negras (1). La elegida en este caso presentaba contorno más claro que revelaba cierta actividad (2), más allá de lo que pudiera considerarse un simple derrame de savia bruta, hecho que se confirmó al mostrarse bajo ella galería de insecto rellena de detritus compatible con *Coroebus undatus* (3) (4). También se apreciaba sobre el fuste un asurcado sinuoso, recorrido típico de este insecto por su actividad en contacto con la capa madre que había quedado expuesta tras la saca.

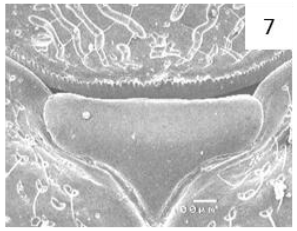
CAP 98 cm
AD 170 cm
MD
Otros: marcas en superficie tras el descorche dejados por la culebrilla del corcho.

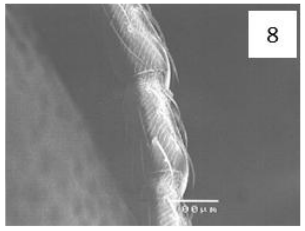
10 Alcornoque referencia 6

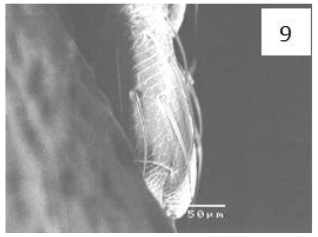
Continuamos obteniendo una muestra más en el alcornoque (1) (2), a pesar de la indudable evidencia que ya nos había proporcionado la primera, quizás con la inquietud de poder encontrar alguna información adicional que nos sorprendiera para ahondar en la biología del insecto que las originó, el resultado fue el mismo (3) (4). Las imágenes de (5) a (11) obtenidas con el microscopio electrónico de barrido (MEB) se corresponden con áreas de un imago de *Coroebus undatus* obtenidas en julio del año 2010.

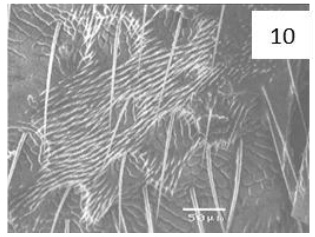


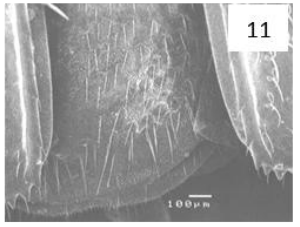








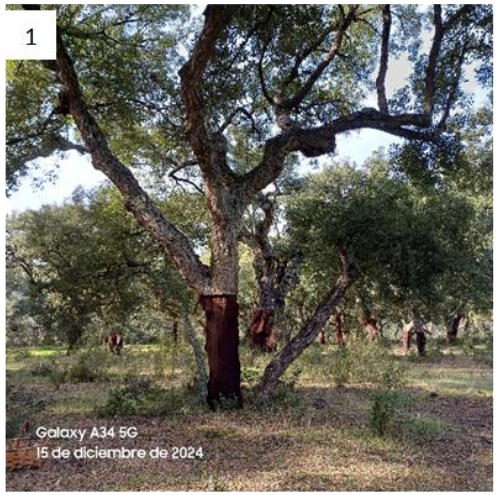




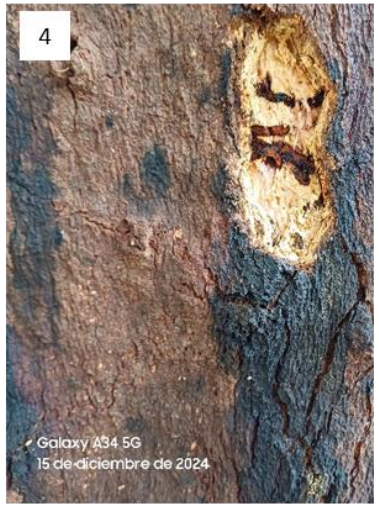
11 Alcornoque referencia 7

El fuste del alcornoque de referencia 7 (1) presenta abundantes manchas negras (2)(3)(4)(5) y pasado año y medio del descorche de 2023 se toman dos biopsias que revelaron galerías llenas de detritus en el límite del felógeno compatibles con la culebrilla del corcho *Coroebus undatus* (6)(7)(8)(9)(10) . No se apreció que el xilema hubiera sido alcanzado por las galerías . CAP 150 cm. AD 130 cm. MD

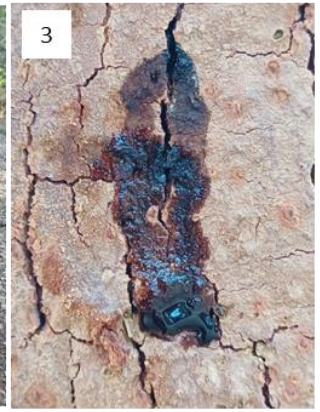
12 Alcornoque referencia 8

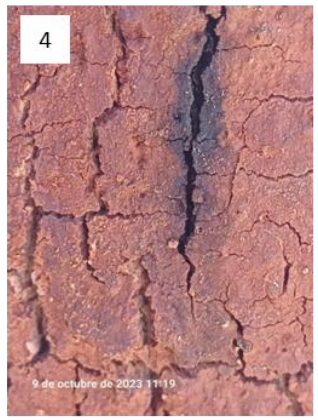


Al cabo de aproximadamente año y medio desde el descorche de corcho fábrica en mayo de 2023 las manifestaciones de manchas en el fuste del alcornoque con referencia 8 (1) son abundantes. Algunas muestran en un área central aspecto claro cremoso, en la jerga corchera llamado con el calificativo de "*cagá de milano*" (2) (3).
La toma de muestra evidencia las galerías llenas de desechos propias de la culebrilla del corcho, *Coroebus undatus* (4)(5) . CAP 132 cm. AD 165 cm. MD



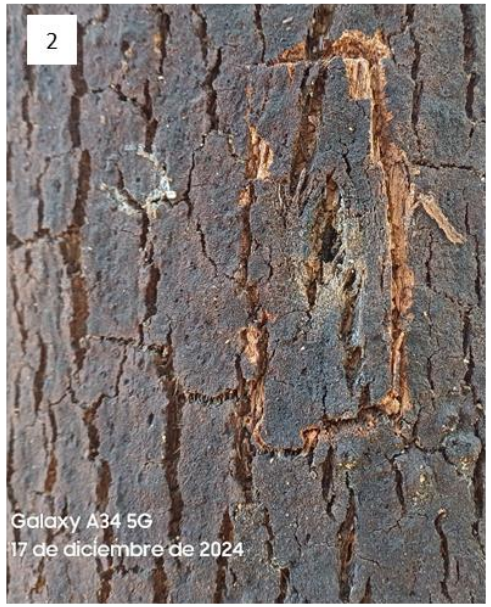
13 Alcornoques del ICMC

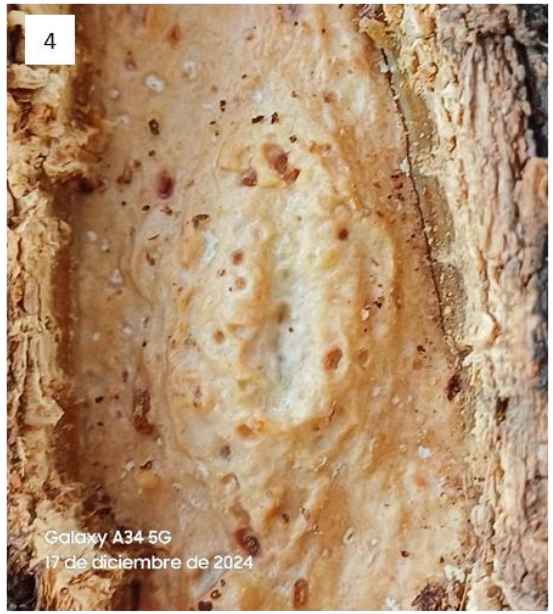




(1)(2) los alcornoques del ICMC que inicialmente nos despertaron la curiosidad por las exudaciones negras tras el descorche de 2023 los hemos vuelto a visitar, en diciembre de 2024 (6)(7), y en las muestras del corcho obtenidas (8)(9)(10) hemos encontrado más similitudes con otras de Cornalvo. *Ver página 27 de la presentación 13/16 Alcornoque, la protección como respuesta ante el estrés de la saca -Se corresponde con página 408 de Maxcorcho-, así como páginas 22 y 29 de esta presentación que se corresponden con páginas 363 y 370 de Maxcorcho respectivamente.*

13 Alcornoques del ICMC



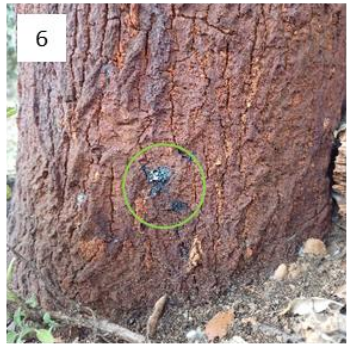


(1) (2) y (3) la segunda muestra obtenida en el alcornoque del ICMC tras la saca en 2023 de corcho de primera reproducción, segundero, sobre una ya discreta mancha en la raspa volvió a presentar la misma similitud encontrada en la primera muestra: corcho generado propio de heridas (5) (6) y una protuberancia ovoide en la casca (4) . *Ver página 27 de la presentación 13/16 Alcornoque, la protección como respuesta ante el estrés de la saca -Se corresponde con página 408 de Maxcorcho-, así como páginas 22 y 28 de esta presentación que se corresponden con páginas 363 y 369 de Maxcorcho respectivamente.*

13 Alcornoques del ICMC

(1)(2)(3)(4) los 3 alcornoques desbornizados en el ICMC durante las jornadas didácticas a principios de junio de 2024 mostraban abundantes exudaciones en el mes de noviembre.

(5)(6)(7) los dos alcornoques desbornizados en el centro de interpretación del Parque Natural de Cornalvo el 8 de junio de 2024, durante otras jornadas didácticas de demostración de la saca del corcho, también presentaron manchas negras a finales de noviembre, si bien en grado incipiente y número escaso.



13 Alcornoques del ICMC

De los tres alcornoques desbornizados durante las jornadas didácticas de junio de 2024 en el ICMC se eligió el que presentaba mayor evidencia de exudaciones (1), sobre todo en la zona de pie de fuste (2) (3), donde la muestra obtenida evidenció salida de líquido abundante (4) (5) semejante al del *chancro húmedo* de la página 32 de esta presentación, destacando su intenso olor a "*aceitunas zapateras*".

(6) la segunda muestra obtenida fue a mayor altura y en ella se apreció orificio sobre el xilena de apenas 1- 2 mm de diámetro producido por insecto (7)(8).

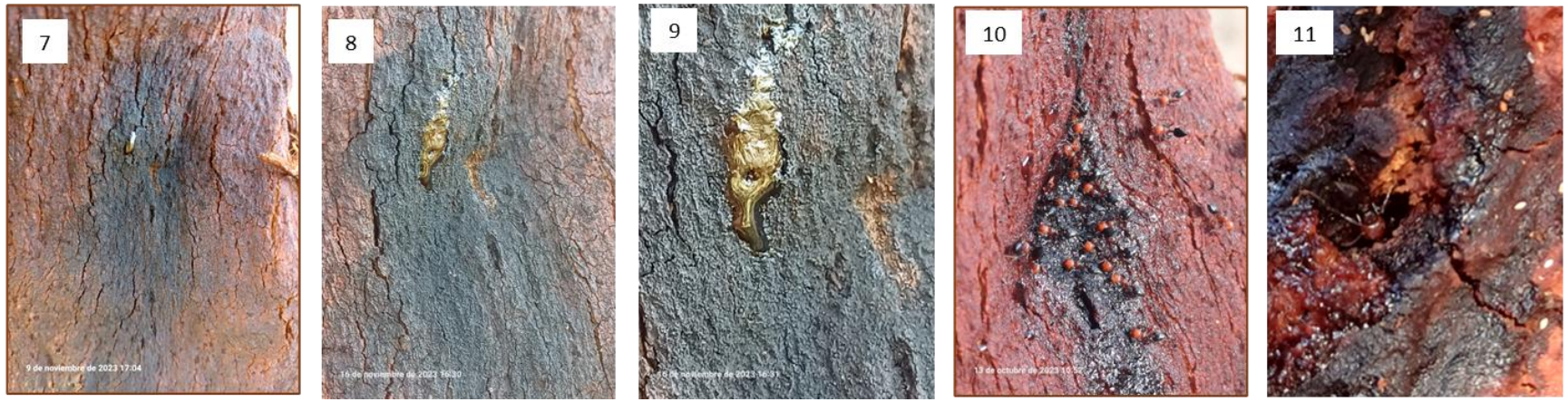
14 Otros alcornoques

Durante las observaciones de 2024 encontramos otras manifestaciones de exudados que no se correspondían propiamente con las que en principio motivaron nuestra curiosidad pero que aquí mostramos por lo llamativo de las mismas. Las de las imágenes (1) a (5) son de un alcornoque sin desbornizar que presentaba evidencias de escurrido en gran parte del fuste con tonos tostados (1), así como puntos negros de unos 4-6 cm de diámetro donde había acumulación granular negra (2). Durante la toma de una muestra rezumó abundante cantidad de líquido marrón claro (3) quedando a la vista la capa madre absolutamente irreconocible, como si de una esponja saturada se tratara, y un xilema completamente mojado con un área cremosa (4). Estas evidencias le hacían merecedor de llamarlo *chancro húmedo*. En La imagen tomada dos días después el xilema ya estaba ennegrecido (5).

Así mismo comprobamos que en otro alcornoque descorchado en julio de 2024 en la zona de observación, Cornalvo, la herida provocada exudaba savia con aspecto negro (6) y presentaba otras coloraciones llamativas verde-amarillas (7); algunos radios del xilema tenían coloración blanca, lo que hacía sospechar de una afección interna (8)

15 Exudaciones incipientes. La Requeté en asamblea

(1)(2)(3)(4)(5)(7)(9) exudaciones incipientes sobre la casca, posteriormente raspa, puesta al descubierto durante el descorche; en otros casos directamente sobre el xilema de la calva generada (6). La Requeté - *Crematogaster scutellaris*- también llamada Morito y/o Fraile (R), se concentra en un exudado donde, finalmente, permanece un punto de sangrado (10). Escudriñar grietas forma parte de sus cometidos (11).



16 Organismos del entorno

Cornalvo. Otros visitantes en de las exudaciones, y zonas próximas,
probablemente algunos con intereses encontrados a los depositantes de huevos en los puntos de observación.
Absoluto predominio de colémbolos (C) . (*)

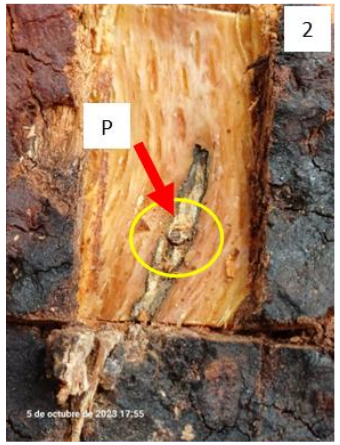
16 Organismos del entorno

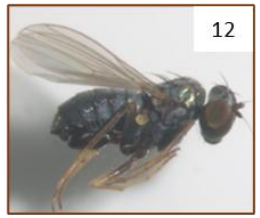
Otros visitantes de las exudaciones, y zonas próximas,
algunos probablemente con intereses encontrados a los depositantes de huevos en los puntos de observación.

16 Organismos del entorno

Cornalvo. Otros visitantes de las exudaciones, y zonas próximas,
probablemente algunos con intereses encontrados a los depositantes de huevos en los puntos de observación.

17 Una pupa y dos especies de moscas

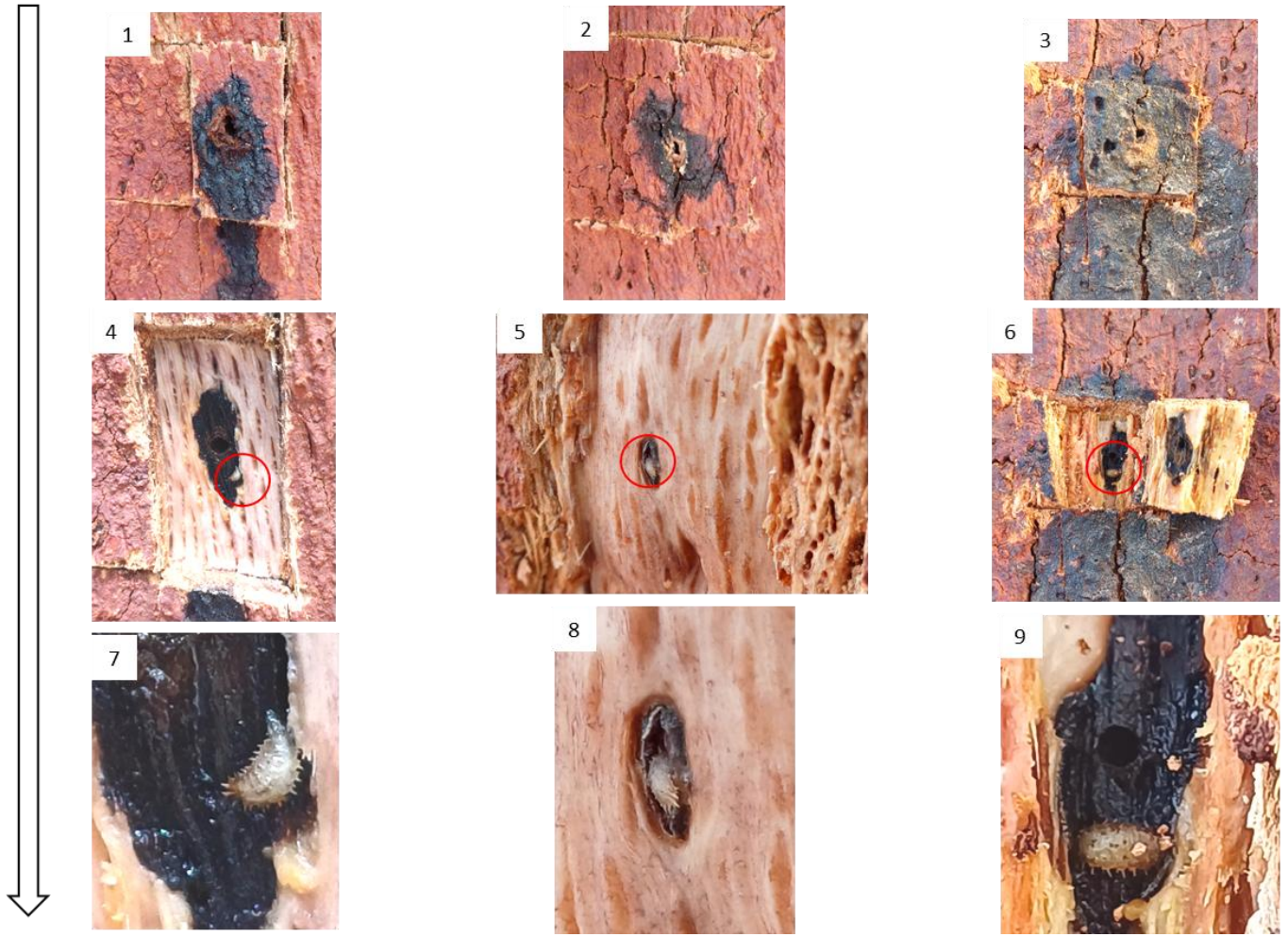




La pupa (2) a (7), obtenida en el interior de una exudación negra (1) , tiene, según nuestra apreciación, más similitud con las moscas de las imágenes de la izquierda (8) a (11) que con las de la derecha (12(13)(14)

18 Exudaciones negras sobre la raspa tras el descorche

Página 10 de la presentación 11/16. Exudación negra tras el descorche I . Se corresponde con página 329 de Maxcorcho

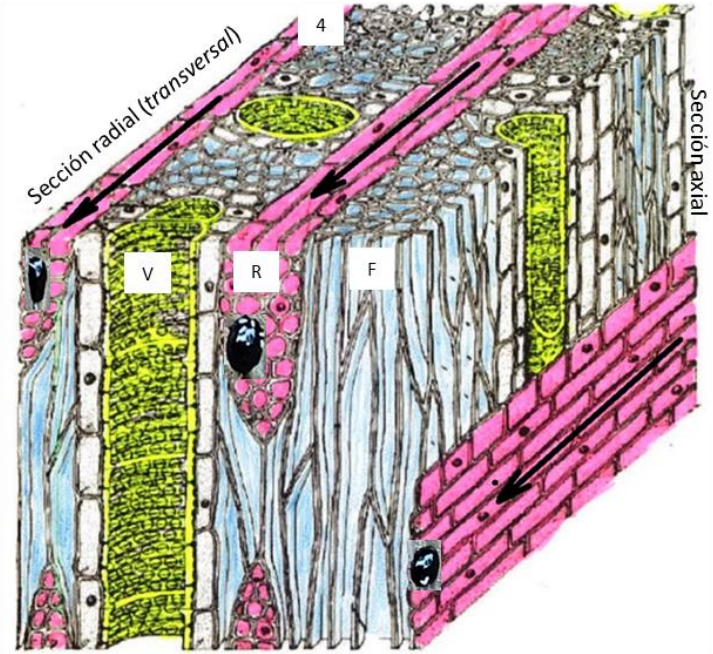


La actividad de organismos en los exudados (1)(2)(3) continúa bajo la casca (4)(5)(6), con larvas acéfales, “Tuneladoras” (T), especializadas en abrir galerías en la albura aprovechando los radios medulares del xilema (7)(8)(9).

(Cornalvo 15,17 y 28 de agosto 2023) *

19 Exudaciones negras en xilema, por desprendimiento de la capa madre durante un mal descorche

Página 12 de la presentación 13/16 Alcornoque, la protección como respuesta ante el estrés de la saca.
Se corresponde con página 393 de Maxcorcho



Sección tangencial

(1) (2) (3) heridas, llamadas comúnmente “calvas” o “santos”, causadas por separación de la capa madre durante un mal descorche, mostrando el xilema en visión tangencial y, en este caso, con posterior exudado negro a través de los radios. (2) colémbolos (saca en mayo de 2023, zona Cornalvo)

(4) estructura de la madera de las angiospermas, a las que pertenece el alcornoque

Recorrido de las eventuales exudaciones negras

Vasos (V) | Radios (R) | Fibras (F)

20 Conclusiones

1. Las exudaciones negruzcas manifestadas en la superficie de la capa madre puesta al descubierto durante el descorche de 2023 y 2024 que han sido objeto de nuestro interés, con una aparición variable en el tiempo, semanas o meses, se ve incrementada con las lluvias otoñales y proceden, por lo general, de la savia bruta emanada a través de los radios del xilema.

2. Se han encontrado puestas y larvas de insectos en diversos estadios de evolución que horadan la capa madre en puntos de exudados negros alcanzando el xilema donde pueden formar nichos de escasa profundidad, unos 2 cm, siguiendo los radios con actividad vascular, probablemente por facilitar la humedad el desarrollo de etapas de su ciclo biológico, algunos de ellos son de dípteros .

3. En otras ocasiones las exudaciones son provocadas por insectos que se alimentan de la capa madre en el límite del cambium vascular, así como del felógeno y del corcho de reciente formación, pudiendo afectar a la albura del xilema con galerías de entre 2-4 mm de diámetro, llenas de desechos que los hacen compatibles con la culebrilla del corcho, *Coroebus undatus*.

4. También pueden producirse exudados en las heridas provocadas por el arranque y separación de la capa madre durante el descorche, áreas que dejan a la vista el xilema por cuyos radios los exudados negros pueden manifestar más tonalidades que cabría relacionarlas con otras infecciones a determinar.

5. No hay un patrón único en las exudaciones negras observadas, constituyen síntomas manifestados por el alcornoque como respuesta defensiva ante alteraciones de su normal funcionamiento fisiológico con factores responsables diversos.

6. Las moscas, casi todas de tamaño pequeño, han sido las de mayor presencia en los puntos de observación durante el año 2023, si excluimos los colémbolos.

7. La larva acéfala que hemos llamado “Tuneladora”, asociada a dípteros, ha estado presente en todas las muestras de 2023 llevadas al laboratorio, incluso en las tres que tenían barrenillo.

8. El único insecto que hemos podido filmar haciendo puestas en exudaciones negras no se corresponde con dípteros, al presentar dos pares de alas y unas características anatómicas muy parecidas a *Cotesia spp*. Al final del primer periodo de observación del 2023 ya no detectamos su presencia.

Gracias. Máximo García García. 2024

Alcornoque,

la protección como respuesta ante el estrés de la saca

Máximo García García 231128-240119. Rev 1: 241029

Índice

1 Introducción	Pág 3
2 Material y medios empleados	Pág 4
3 Anatomía del alcornoque, datos básicos	Pag 5-17
4 Fisiología del descorche	Pág 18-19
5 Corcho recién extraído	Pág 20
6 Imágenes del microscopio electrónico de barrido (MEB)	Pág 21-23
7 Tipos de corcho según el descorche	Pág 24
8 Corcho sin raspa	Pág 25-26
9 Heridas de descorche	Pág 27-30
10 ¿ Sin capa madre se genera corcho ?	Pág 31-47
11 Zona de observación, un manejo en entredicho	Pág 48-51
12 Alcornoque referencia 1	Pág 52-54
13 Alcornoque referencia 2	Pág 55-61
14 Alcornoque referencia 3	Pág 62-65
15 Alcornoque referencia 4	Pág 66-73
16 Alcornoque referencia 5	Pág 74-77
17 Alcornoque referencia 6	Pág 78-80
18 Alcornoque referencia 7	Pág 81-85
19 Alcornoque referencia 8	Pág 86-89
20 Alcornoque referencia 9	Pág 90-93
21 Alcornoque referencia 10	Pág 94-97
22 Conclusiones	Pág 98
23 Glosario	Pág 99

1 Introducción

La generación en la casca, capa madre, de un nuevo felógeno tras la saca del corcho en el alcornoque ya ha tenido sus estudios, como los de Machado en 1935, que vienen a concluir que entre los 25 y 35 días después del descorche se diferencia una nueva capa generadora de corcho debido a la facultad de adquirir propiedades meristemáticas las células del líber- *pág 145. Subericultura 1950. J. Vieira Natividade-* .

No obstante, las observaciones de campo que nos sirvieron para elaborar las presentaciones " *Exudación negra tras el descorche I y II* ", de octubre y noviembre de 2023 respectivamente, así como sus revisiones posteriores, nos permitieron apreciar la evolución **en el cierre de las heridas causadas durante un mal descorche con desprendimiento y arranque de la casca** dejando el xilema expuesto en estas áreas, comúnmente llamadas *calvas* o *santos*, y constatar que, **en ocasiones**, sobre las mismas **se generan núcleos de producción de corcho directamente sobre el xilema**, es decir, ¡¡fuera del líber!!, lo que motivó nuestra curiosidad y seguimiento cuyos resultados incluimos en esta presentación donde mostramos las imágenes obtenidas.

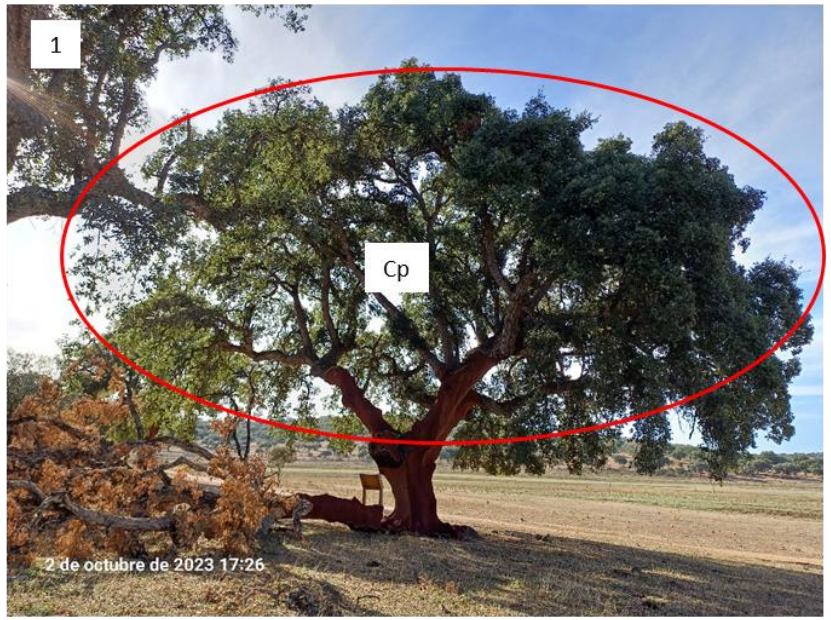
En este sentido, el seguimiento realizado desde noviembre de 2023 ha sido de apenas 1 año y ha estado muy localizado en un alcornocal puro de la zona de Cornalvo (Mérida) donde el inicio de la saca se realizó en mayo, primera quincena, dentro del período recogido en la Resolución de 20 de abril, publicada en el DOE de 27 de abril del mismo año. Posteriormente, en julio de 2024 se procedió a realizar repela en los alcornoques que se consideraron deberían haber proporcionado más corcho, además del desbornizado de nuevos ejemplares.

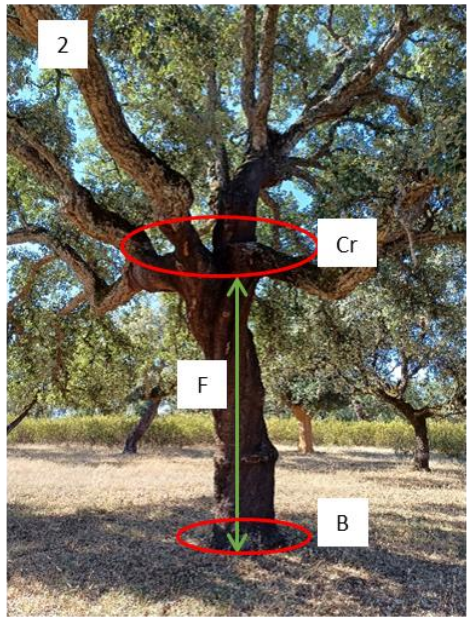
Por otro lado, " *la investigación sobre el felógeno ha sido algo pasado por alto en comparación con la vasta literatura disponible sobre el cambium vascular en especies leñosas. La falta de materias primas para la industria del corcho, la diversidad de la calidad del corcho entre individuos, junto con el declive de los bosques de alcornoques son algunos de los problemas clave que se deben superar en un futuro próximo…. Sigue siendo un desafío la comprensión completa de cómo la suberina, así como otras macromoléculas de las paredes celulares del corcho, y la regulación de los mecanismos moleculares involucrados en la formación de la peridermis se producen*" *-Periderm differentiation: a cellular and molecular approach to cork oak. Ana Faustino 2023 · Rita Costa Pires · Liliana Marum https://doi.org/10.1007/s00468-023-02398-1.* .

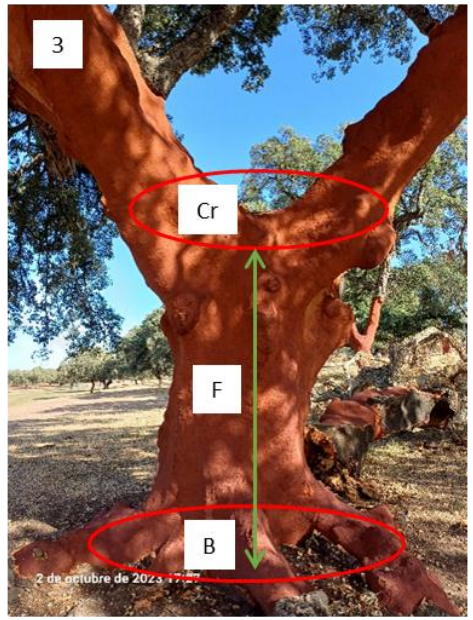
2 Material y medios empleados

- Vehículo particular.
- Teléfono móvil Samsung Galaxy A 34 5G.
- Cutter y cuchilla de rebanar, reciclada.
- Frasco nebulizador con etanol al 70%
- Cuaderno de campo.
- Microscopio estereoscopio Nikon SMZ-U.
- Microscopio óptico OLYMPUS CX41 provisto de cámara OLYMPUS DP21.
- Imágenes de archivo del microscopio electrónico de barrido (MEB),SEM en inglés, marca JEOL , modelo JSM 5400.
- Equipo informático con programas de Microsoft Office.
- Bibliografía: en soporte papel, ***Subericultura*** 1950 de Joaquim Vieira Natividade. ***Anatomía Vegetal*** 1976 de Katherine Esau. ***Curso de Selvicultura CIPS*** 2005 de Ramón, su hermano Manuel Santiago y Javier Sanz. ***Cork : Biology, Production and Uses*** 2007 de Helena Pereira. ***Vocabulario Normas UNE, NP e ISO*** de varias ediciones. En soporte digital, ***páginas web***.

3 Anatomía del alcornoque. Datos básicos



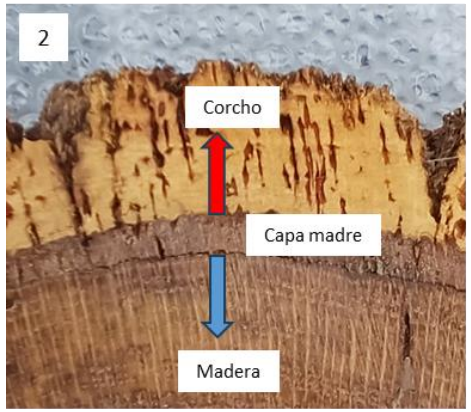




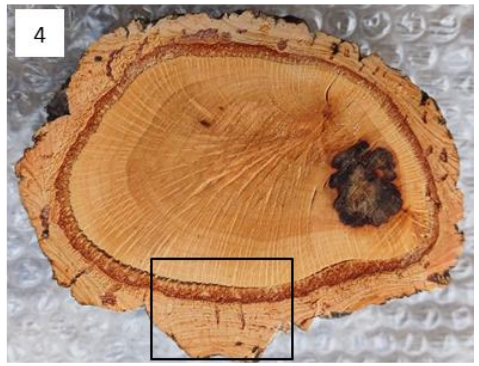
(1) alcornoque a las orillas del embalse de Cornalvo, conocido por el nombre de "*El Emérito*"
(2) alcornoque sin descorchar en dehesa de Guijo de Granadilla, llamado " *Tío Paulino*", año 2023
(3) Alcornoque *"El Emérito"* descorchado en el 2023

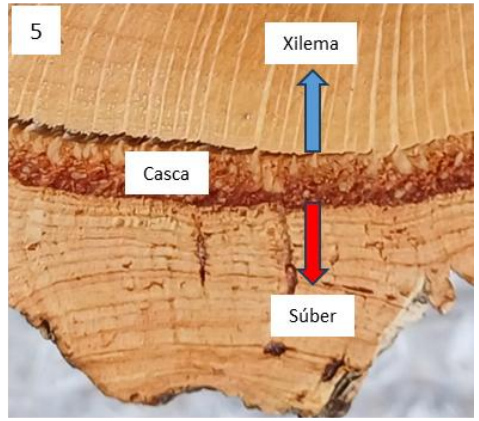
Códigos : (B) base, (Cp) copa. (Cr) cruz. (F) fuste, tronco.

3 Anatomía del alcornoque. Datos básicos

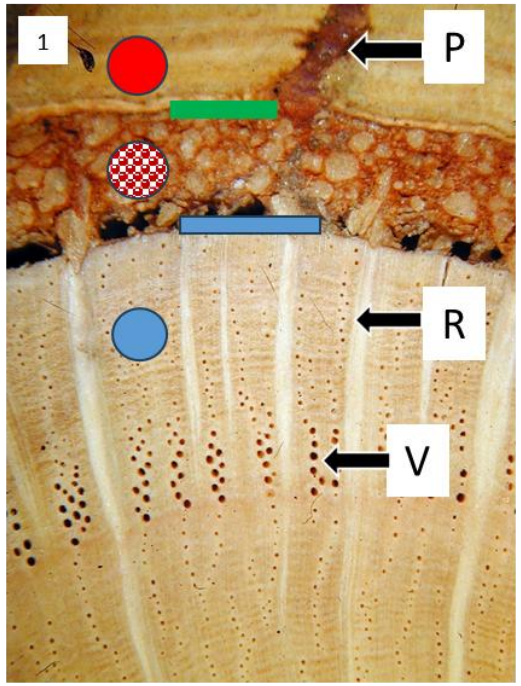


(1)(3) y (4), secciones transversales de fuste y rama del alcornoque.
(2) y (5), sentido de producción de los tejidos, la capa de producción es la capa madre o casca, hacia el exterior produce corcho o súber y hacia el interior madera o xilema.





3 Anatomía del alcornoque. Datos básicos



Publicaciones específicas como ***Subericultura***, de *Joaquim Vieira de Natividade 1950,* hacen diferencias dentro de la capa madre o casca entre líber inactivo y líber activo, considerando a este último, el activo, como aquel por cuyos tubos cribosos circula la savia elaborada y que se correspondería con el de las células más recientemente producidas por el cambium vascular, mientras que el líber inactivo se encuentra más externamente y presenta elementos vivos con capacidad de poder adquirir propiedades meristemáticas, de división celular, pero no desempeñan funciones de transporte sino de almacenamiento, principalmente en las células del parénquima, de sustancias orgánicas de reserva y taninos.

Los radios del xilema muestran continuidad con los del floema, juntos constituyen el radio vascular. *Anatomía vegetal . K. Esau. 1976*

(1) sección radial, transversal, del alcornoque

Cambium suberógeno, felógeno. Cambium vascular

P: Poro, lenticela **R** : Radios **V**: vasos

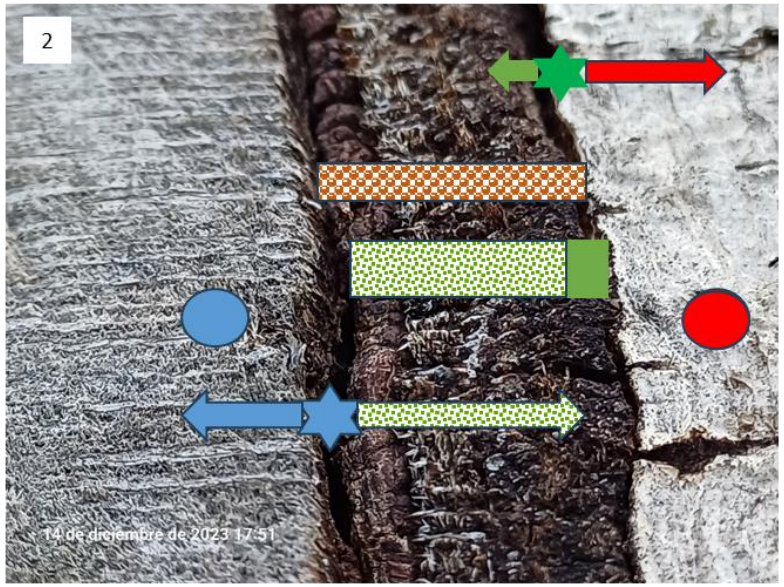
Capa madre, casca = cambium vascular+ líber o floema + felodermis+ felógeno

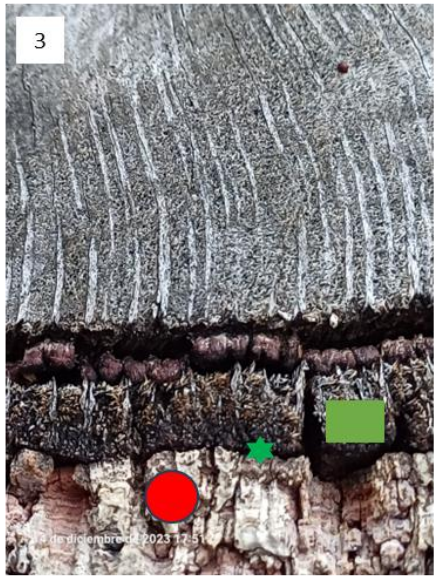
Corcho, súber o felema Xilema, madera

(2) fuste de alcornoque descorchado con herramientas de nuevas tecnologías.

Línea roja mostrando la sección radial, transversal, donde se indican diversos aspectos de su anatomía en la imagen (1).

3 Anatomía del alcornoque. Datos básicos





(1)(2) y (3) corte radial, transversal, del alcornoque. Cornalvo.

Contrastes, tras exposición prolongada a la intemperie, en la capa madre – casca-:

Floema, líber, producido hacia el exterior por el meristemo cambium vascular

Felodermis producida hacia el interior por la capa meristemática unicelular cambium suberógeno (felógeno)

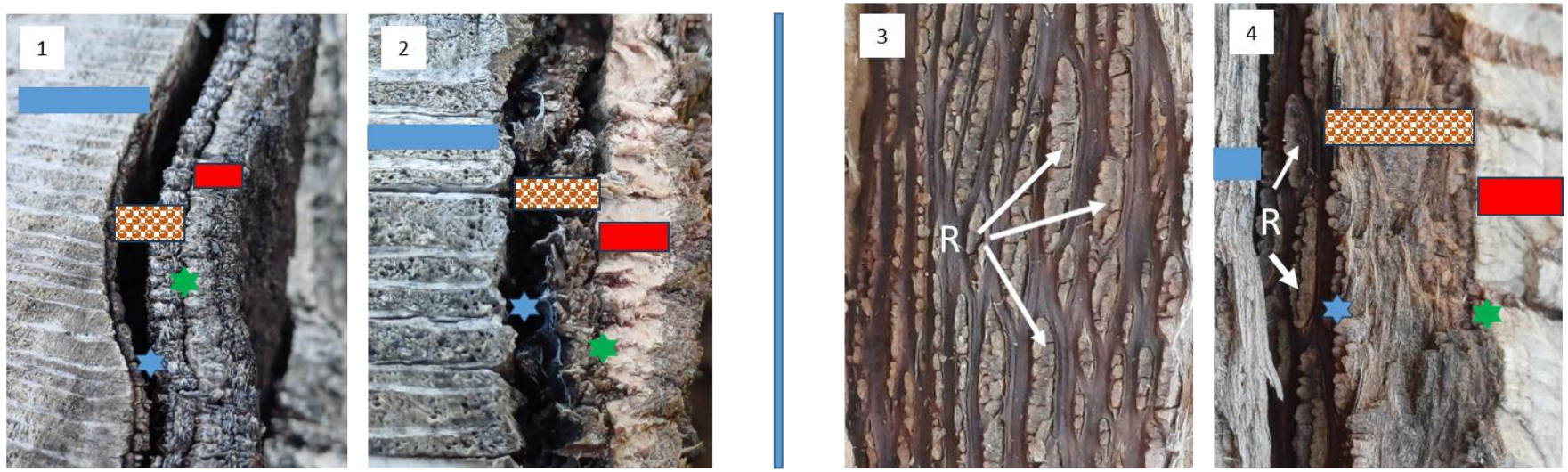
Madera, xilema Corcho, súber o felema

Indicaciones de los crecimientos

(2) (3) peridermis = corteza externa =

Corcho + Felógeno + Felodermis

3 Anatomía del alcornoque. Datos básicos

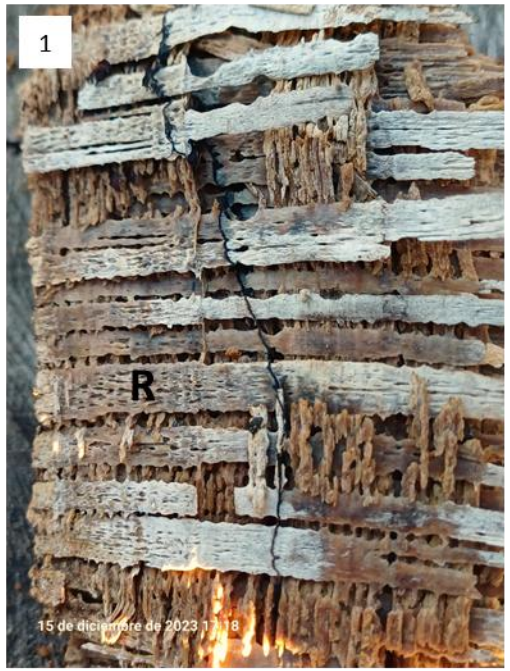


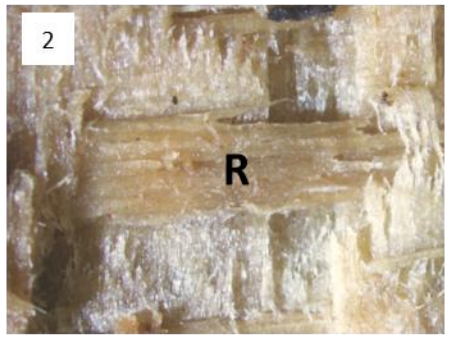
(1) y (2) sección radial, transversal, tocón de alcornoque muerto con xilema, capa madre o casca y corcho

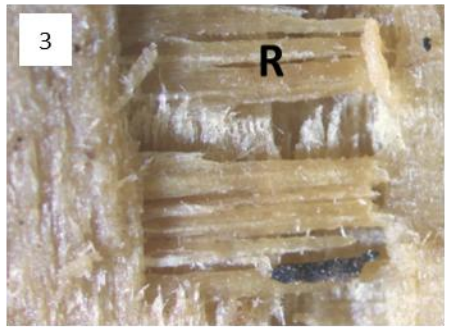
(3) y (4), sección tangencial (3) y axial (4) mostrando los radios (R) del xilema en la capa madre adherida al corcho

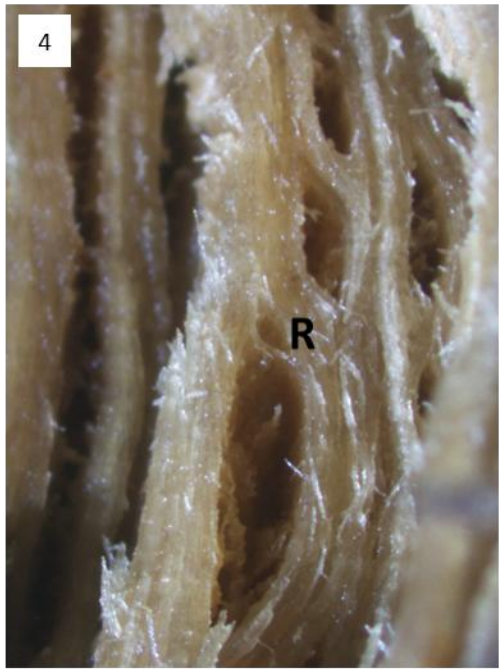
(1), (2) y (4), límite del meristemo cambium vascular. límite del meristemo cambium suberógeno (felógeno)

3 Anatomía del alcornoque. Datos básicos









Madera de alcornoque en descomposición**.** (1) (2) y (3) sección axial. (4) sección tangencial

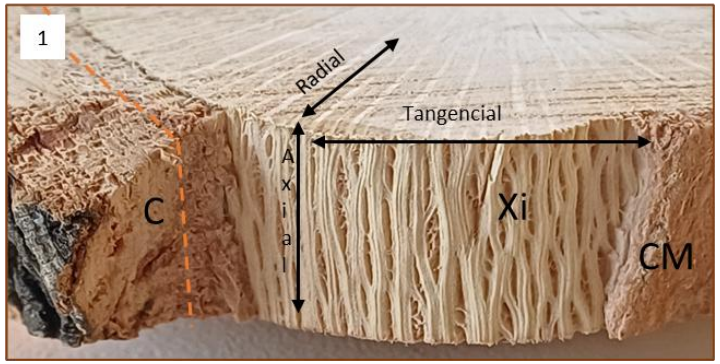
Los radios –**R**- tienen como función el almacenamiento y conducción de sustancias nutritivas.

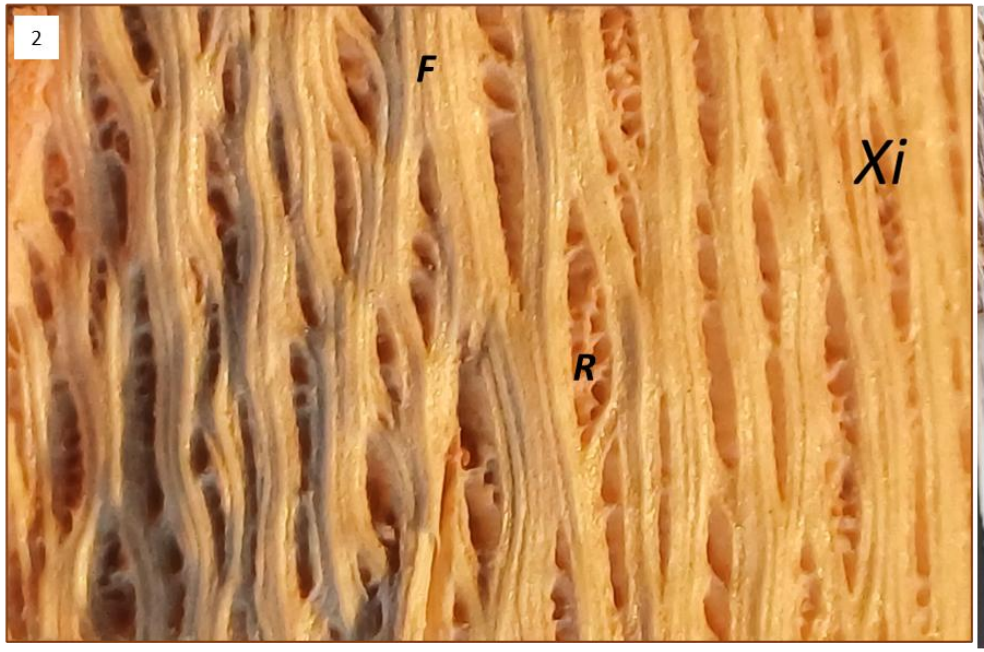
……

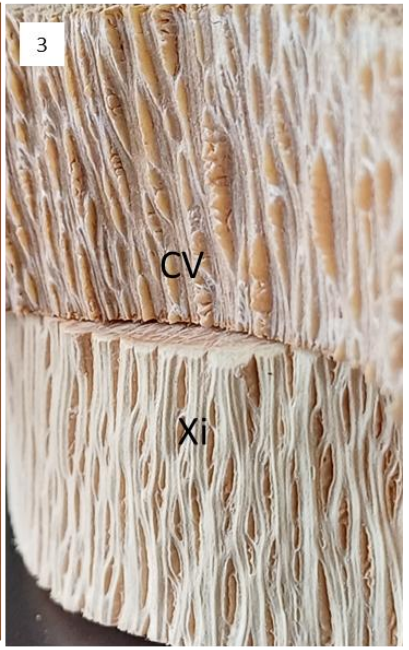
Parte de las células parenquimáticas vivas que conforman los radios están implicadas en la regeneración de tejidos tras sufrir heridas

Tejidos vegetales. Parénquima. Atlas de Histología Vegetal y Animal (uvigo.es)

3 Anatomía del alcornoque. Datos básicos







(1) secciones radial, axial y tangencial mostrando el corcho (C), la capa madre (CM) y el xilema (Xi)

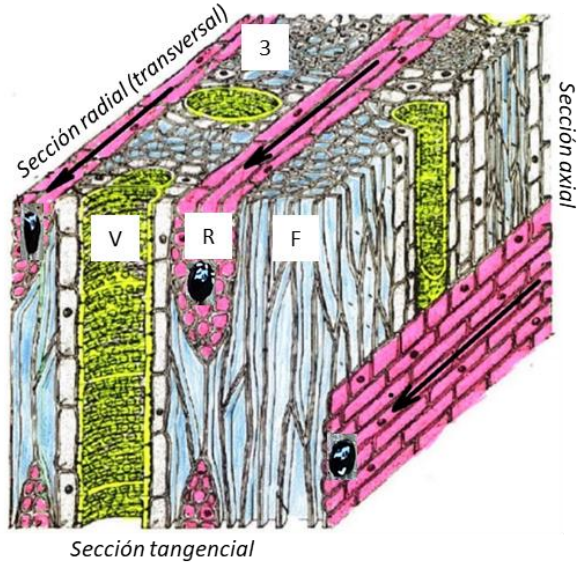
(2) sección tangencial, xilema (Xi), radios (R) y fibras (F).

(3) sección tangencial, límite entre xilema (Xi) y capa madre. El cambium vascular (CV) parece quedar integrado en la capa madre.

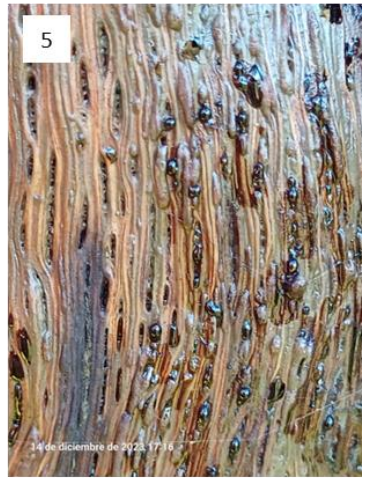
Los radios del xilema muestran continuidad con los de floema, juntos constituyen el radio vascular

3 Anatomía del alcornoque. Datos básicos

Página 39 de la presentación 12/16. Exudación negra tras el descorche II.
Se corresponde con página 380 de Maxcorcho



Sección tangencial



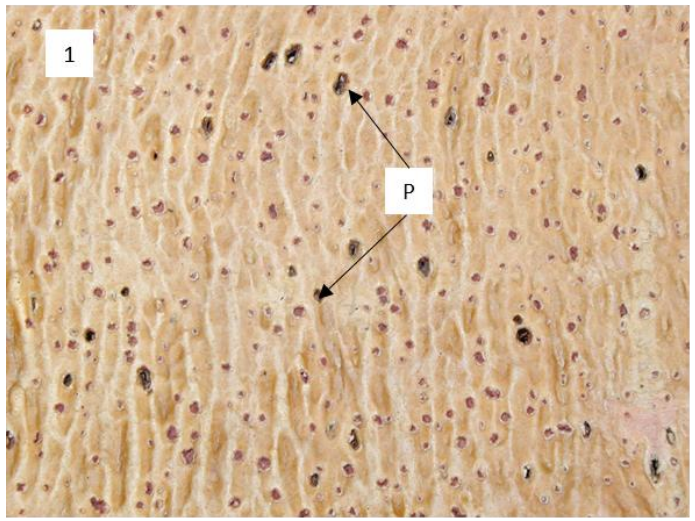
(3) estructura de la madera de las angiospermas, a las que pertenece el alcornoque

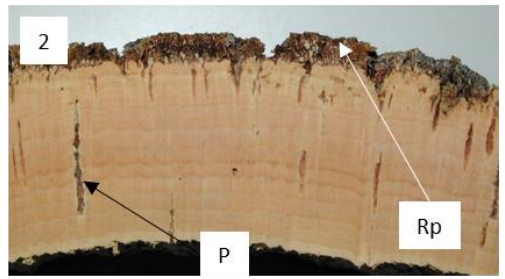
Recorrido de las eventuales exudaciones negras en las calvas →

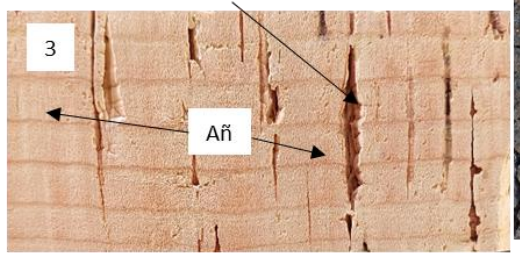
V: Vasos | F: Fibras | R: Radios

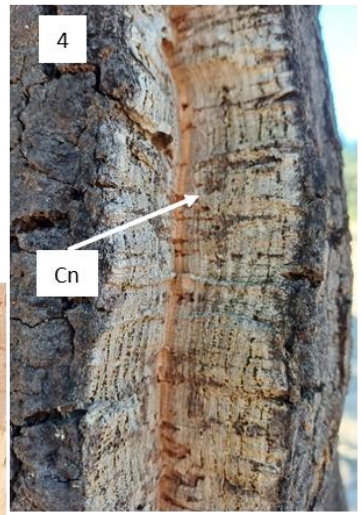
(1),(2),(4) y (5), heridas, llamadas comúnmente “calvas” o “santos”, causadas por separación de la capa madre, casca, durante un mal descorche mostrando el xilema en visión tangencial y, en estos casos, con posterior exudado negro a través de los radios. Impregnación desigual de cicatrizante.
Imágenes (1) y (2) de noviembre. (4) y (5) de diciembre de 2023. (saca en mayo de 2023, zona Cornalvo- Mérida-)

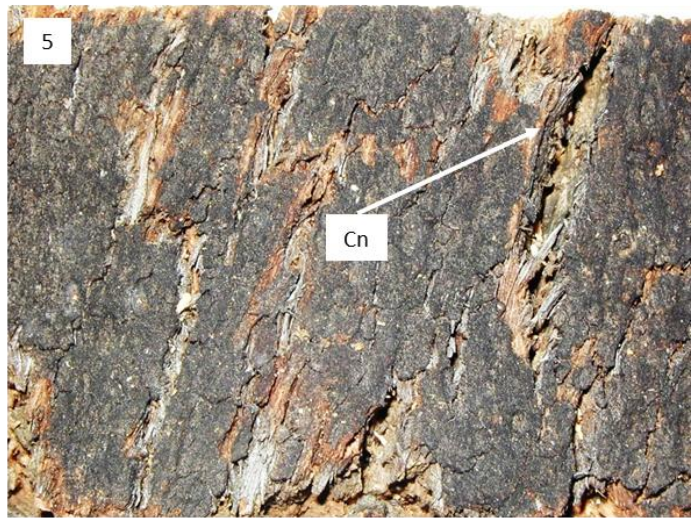
3 Anatomía del alcornoque. Datos básicos





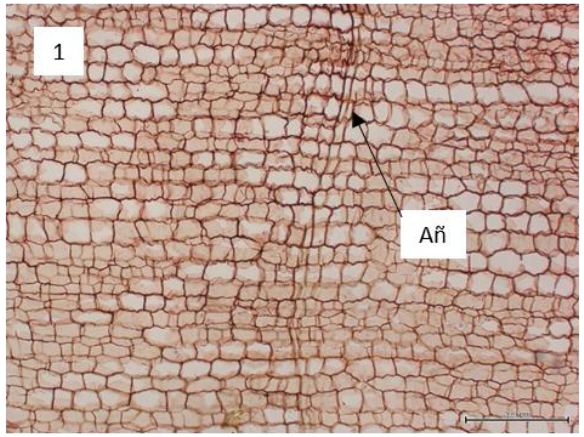


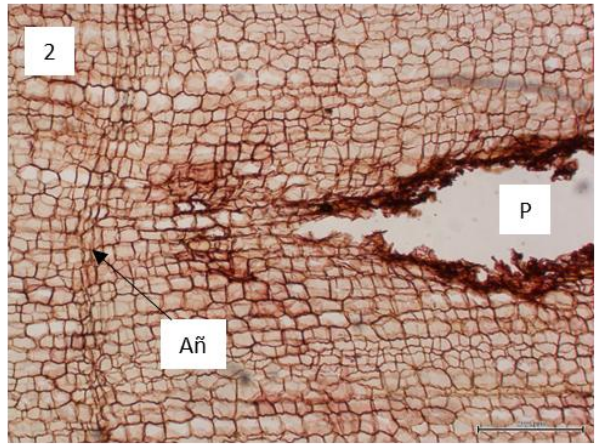




Partes de la plancha de corcho.
(1) barriga, (2) y (3) costado, (4) colena, gema y (5) espalda
Códigos: (Añ) años o líneas de crecimiento. (Cn) colena, gema. (P) poro o lenticela. (Rp) raspa

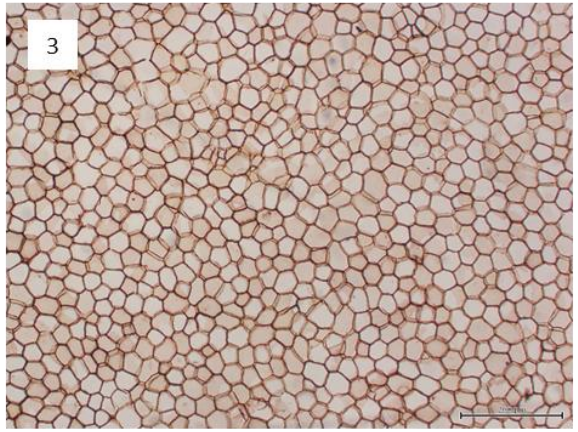
3 Anatomía del alcornoque. Datos básicos

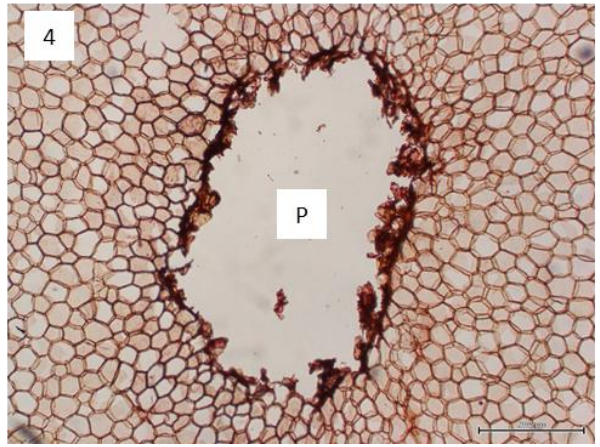




Células de corcho vistas con el microscopio óptico.
(1) y (2) en corte axial y/o radial (mismo contorno en las dos direcciones). (3) y (4) en corte tangencial.
Códigos, (Añ) años, límite del crecimiento estacional con células de menor tamaño. (P) poro o lenticela, vacíos por la estrechez del corte

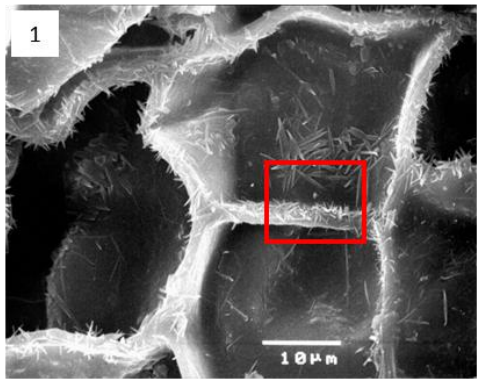
Muestras microtómicas del corcho cedidas al IPROCOR por la E.T.S. de Ingenieros de Montes. Prof. Dr. Ing. José García Mateo



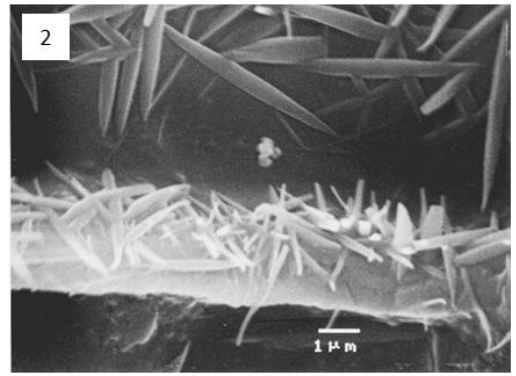


3 Anatomía del alcornoque. Datos básicos

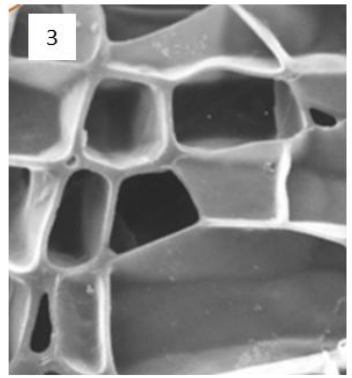
1



2



3

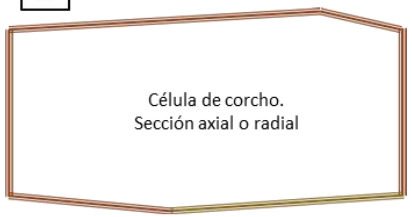


(1) células de corcho de reciente formación. (2) pared de célula de corcho en proceso de "maduración" con espesor excesivo, espesor que se reducirá a medida que el agua es evacuada y se tensiona la pared como consecuencia del avance de la cristalización de la malla de celulosa, lo que conlleva aumentar su compactación e impermeabilidad. (3) células de corcho en corte radial con tamaño desigual.

El espesor de las paredes celulares del corcho es prácticamente constante en las células producidas en primavera y principios del verano (de 1 a 1,25 µm), aumenta gradualmente en otoño y, en las últimas camadas formadas antes de que el cambium suberofelodérmico –felógeno- entre en reposo, alcanza de 2 a 2,5 µm. " pág 140. Subericultura 1950. J. Vieira Natividade.
" La densidad del material de la pared celular es de 1150 kg/m³ , aproximadamente ".L.J. Gibson, K.E. Easterling and M.F. Ashby :The structure and mechanics of cork (1981)

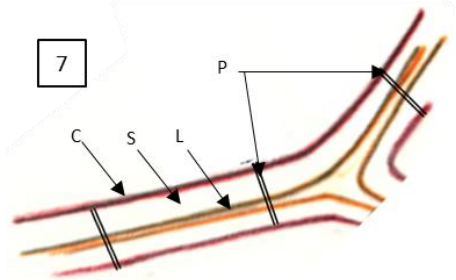
4

5



6

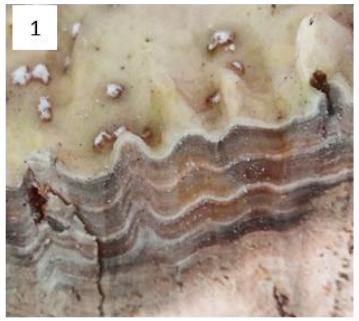
7

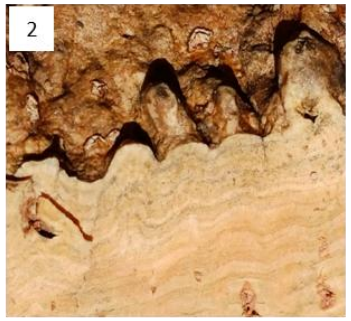


(4) las células de corcho en corte tangencial con respecto a la plancha presentan un contorno poligonal de 4 a 8 lados, predominando el hexagonal, 6 lados. (5) en las secciones axial y radial su forma es sensiblemente rectangular. (6) Lewis en 1928 demostró que cada cara lateral de la célula está en contacto con dos células vecinas presentando, por tanto, dos planos; en una célula de sección hexagonal cada lado del costado estaría en contacto con dos células, lo que conlleva a que el número de caras de la célula de corcho de contorno hexagonal sea de 6*2 + 2 = 14 caras, se correspondería con las del poliedro irregular tetradecaedro . *Pág 140. Subericultura 1950. J. Vieira Natividade*.

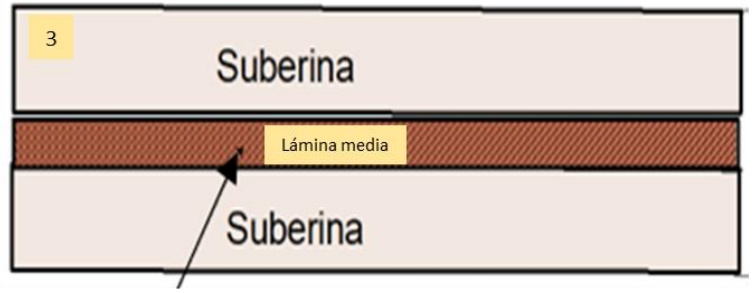
(7) en la pared de las células de corcho se distinguen 5 capas. De fuera hacia dentro, 2 de naturaleza celulósica (C), 2 suberificadas (S) y en medio la capa lignificada (L). Atravesando la pared y comunicando los lúmenes de células vecinas existen unos conductos denominados plasmodesmos (P), con un diámetro aproximado de 60 nm

3 Anatomía del alcornoque. Datos básicos

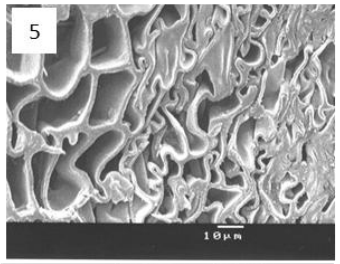


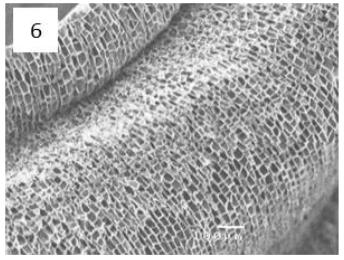


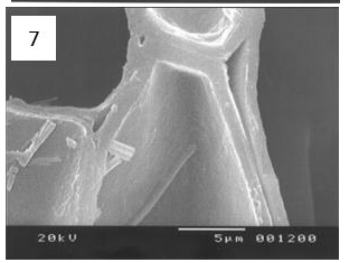
Corcho verde coyuntural

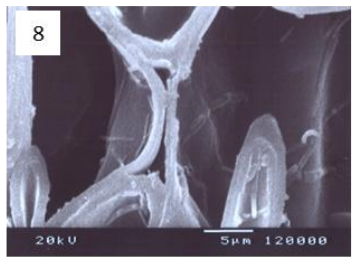


(1) barriga y costado del corcho recién desprendido mostrando líneas de crecimiento anual, así como tonos diferentes por el gradiente de humedad. (2) tras perder el exceso de agua los contrastes del costado desaparecen.
(3) dibujo para ilustrar, una vez pasado el proceso de maduración mediante reposo en crudo del corcho tras la saca, la compactación de la pared celular en la zona central donde no se apreciarían zonas huecas.

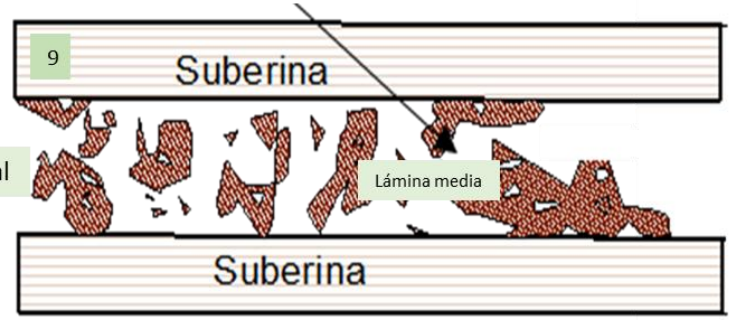








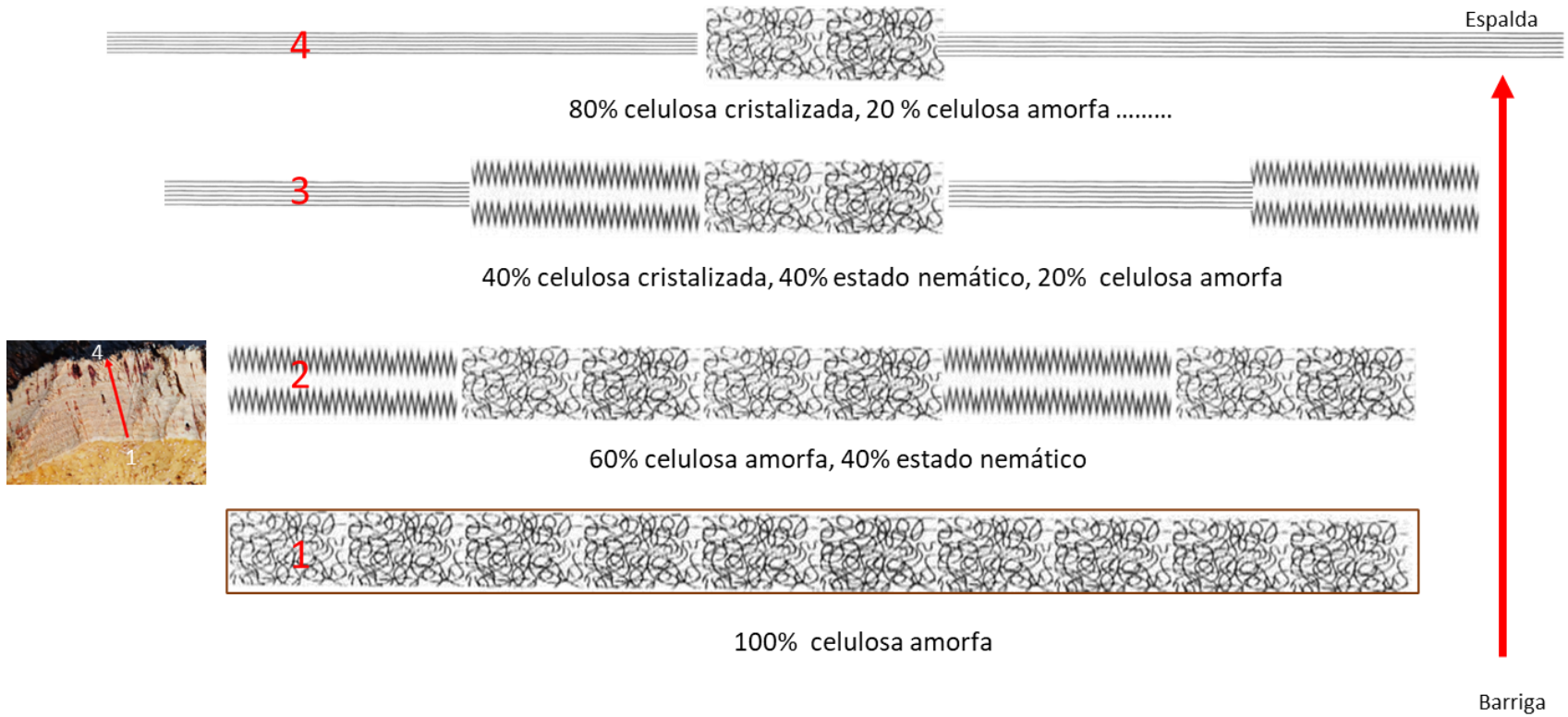
Corcho verde estructural



(4) Tapón cilíndrico de una pieza de corcho natural que se ha obtenido sin haber finalizado la pérdida de agua en el proceso de maduración del corcho; hay una zona prácticamente sin poros próxima a barriga que con el tiempo se contrae
(5) (6) imágenes del MEB mostrando el efecto de la contracción por pérdida de agua en corcho con verde estructural crudo. (7) (8) imágenes del MEB mostrando oquedades en zona central de la pared de las células de corcho que comprometerá su impermeabilidad por déficit de compactación. (9) dibujo ilustrando las oquedades que presentan las paredes de las células del corcho que adolece de la alteración de verde estructural (*Antonio Pes 1974*)

3 Anatomía del alcornoque. Datos básicos

Propuesta del avance en la cristalización de la celulosa durante la maduración del corcho



El % en peso seco de los polisacáridos es inferior en los corchos verdes con respecto a los corchos normales. 9,9% vs 13,9 %

Fuente : Algumas características da cortiça verde. Rosa M.E, et al 1991. 5ª Enc. Soc. Portug . Mat./ Materiais 91. Lisboa . P. 737-746

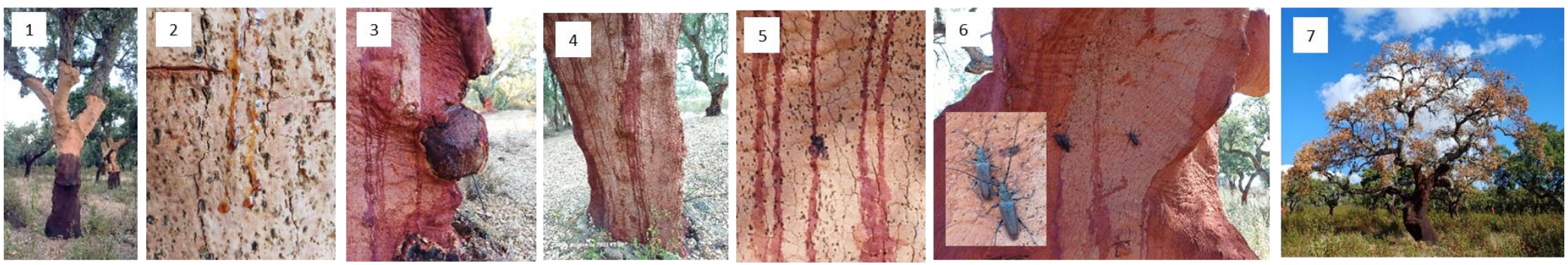
Nota : página 41 de la presentación 4/16. Discos de corcho para tapones de vinos espumosos.... Un destino exigente. Se corresponde con página 114 de Maxcorcho

4 Fisiología del descorche

La extracción de corcho del alcornoque deja al descubierto tejidos de la casca, capa madre, ocasionando una extensa herida. El efecto sobre los procesos fisiológicos del alcornoque están en relación directa con la intensidad del descorche. Se ha asociado el debilitamiento provocado por el descorche en el árbol con el aumento en la producción de corcho.

Entre los efectos más graves está la pérdida de agua debido a que la superficie puesta al descubierto se realiza en un periodo de altas temperaturas ambientales, con bajos contenidos de humedad atmosférica y de suelo. Un desequilibrio entre el agua perdida y la que llega a la zona de pérdida, sea por exceso de superficie descorchada o por la existencia de condiciones ambientales desfavorables -vientos calientes y secos- pueden suponer una desecación de la casca hasta alcanzar el líber activo o incluso al cambium vascular y, en los casos más graves, conllevaría la muerte del alcornoque o, en los otros, muerte de extensiones de la casca y/o pérdida del follaje total o parcialmente……

Después de la saca, los ostiolos de los estomas de las hojas se cierran, o reducen de forma considerable el espacio ostiolar, durante un periodo más o menos largo como consecuencia del menor aporte de agua disponible que impide mantener la turgencia de las células estomáticas……a la suspensión de la actividad estomática sigue un aumento progresivo de su apertura hasta alcanzar los valores que tenía el árbol antes del descorche, a los 24 ó 30 días después de la extracción….. Este cierre de estomas en un período de actividad vegetativa… suspende la actividad fotosintética, lo que afecta a la nutrición orgánica…… *Fuente : Subericultura 1950. Apdo. Formação da cortiça. Joaquim Vieira Natividade.*



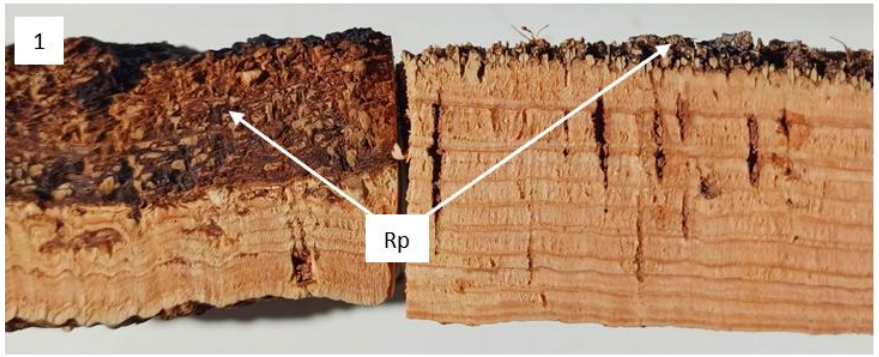
(1) repelas de alcornoques podados en el año 2020, descorchados en 2023 y vueltos a descorchar, para alcanzar la superficie y/o altura de sacas precedentes, en 2024.
(2), (3), (4), (5) y (6) contrastes en la casca por las exudaciones de compuestos tras la saca.
(6) visitantes oportunistas el 18 de junio de 2023 que parecían intuir la cercana muerte en 2024 del mismo alcornoque, en imagen (7) de octubre de 2024. Cornalvo.

4 Fisiología del descorche

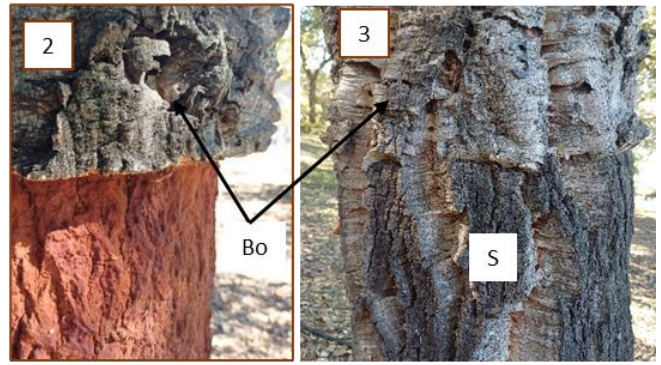
Los efectos del descorche en los procesos fisiológicos del alcornoque no finalizan con la formación de la nueva peridermis. La influencia depresiva sobre el crecimiento persiste en los siguientes años, con mayor intensidad cuanto mayor haya sido el área descubierta, y especialmente en los árboles jóvenes, donde la relación entre la superficie foliar y la superficie descorchada es mucho menor que en alcornoques adultos y hace que disminuya la capacidad de recuperación……

Antes de formarse la nueva peridermis, la migración de reservas nutritivas y de otras substancias de los tejidos periféricos de la casca a regiones más internas no es total, pues no todas las substancias de reserva se encuentran en una forma fácilmente trasladable. La raspa que el árbol pierde después de la diferenciación del nuevo felógeno contiene, además de una apreciable cantidad de taninos, muchas otras sustancias orgánicas y minerales……

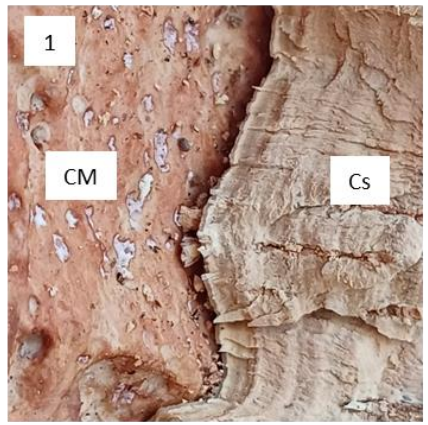
…. El consumo de sustancias nutritivas para la formación de la nueva peridermis y la mayor actividad del felógeno en los años siguientes al descorche para formar rápidamente la corteza suberosa protectora - y no hablemos ya de las heridas más o menos extensas que se producen a veces y que exigen la producción de tejidos cicatrizantes - contribuyen a hacer del descorche una práctica desvitalizadora. Durante el período normal de crecimiento del corcho de reproducción (de 9 a 10 años), el árbol produce en calibre de 2,5 a 4,5 veces más tejido suberoso en el área descorchada que el que produciría de no haber sido descorchado. *Fuente : Subericultura 1950. Apdo. Formação da cortiça. Joaquim Vieira Natividade*

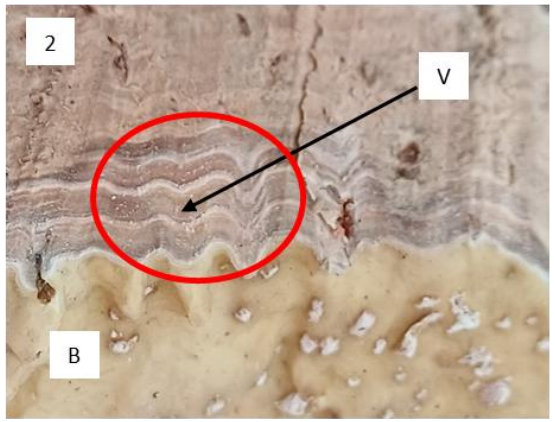


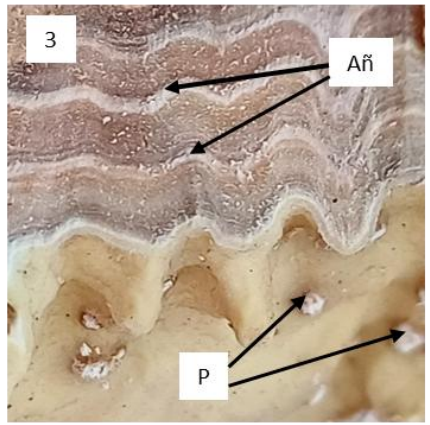
(1) costado de dos planchas de corcho mostrando diferencias en el grosor de la raspa, indicación de la profundidad de regeneración del nuevo felógeno en la casca. (2) tras el desbornizado puede apreciarse la diferencia en diámetro del fuste con y sin corcho. (3) pasados 9-10 años desde el desbornizado el grosor del corcho segundero puede igualar al del bornizo, muestra evidente de las diferencias en la generación de corcho posterior a la saca. Códigos : (Bo) bornizo. (Rp) raspa. (S) segundero



5 Corcho recién extraído.





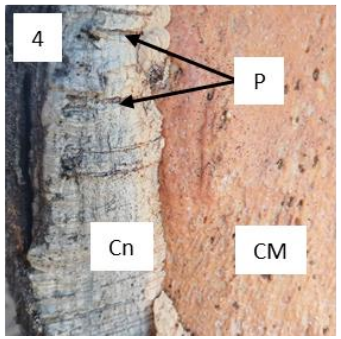


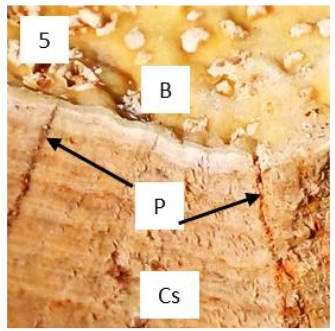
En plena actividad vegetativa del alcornoque, primavera-verano, las camadas de células recién formadas tienen un elevado contenido en agua (fig 2, 3, 5 y 6) que las mantiene turgentes, facilitando el desprendimiento del corcho de la capa madre por la camada más débil (fig 1 y 4), la última que se generó y que se corresponderá con la barriga de la plancha (fig 2,3 y 5).

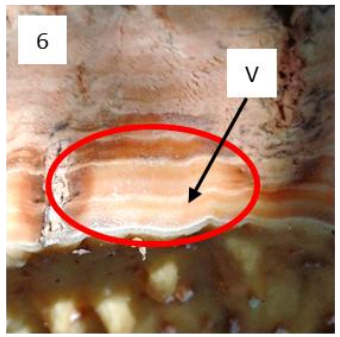
La humedad es una constante en las transacciones de corcho al presentar fluctuaciones importantes que inciden en el peso desde el mismo momento del descorche; un corcho que tenga un contenido en agua en el momento de la saca inferior al 25%, sobre peso húmedo, va a aconsejar abandonarla debido a que "se dará mal" e incrementará las heridas del alcornoque, así como la partida de trozos.

En las normas de corcho se define el corcho "*comercialmente seco*" al corcho con humedad de hasta el 14%, sobre peso húmedo, si bien en primera instancia se refirió a corcho bornizo, de rebusca, refugos y recortes (*Norma portuguesa NP 1698 de 1980. Norma española UNE 56-914-88. Norma internacional ISO 2386*). Posteriormente El Código Internacional de Prácticas Taponeras (CIPT), en el caso de formar fardos con el corcho preparado, lo cual supone que ha sido hervido, no permite hacerlo si la humedad del corcho superaba el 8%. No obstante, la humedad de equilibrio higroscópico del corcho en condiciones normales, 20ºC y 65% de Hr, llega a valores más bajos dado su carácter hidrófobo, ~ 6% , valor que garantizará su durabilidad al impedir el crecimiento de microorganismos que necesitan mayor actividad mínima de agua para desarrollarse.

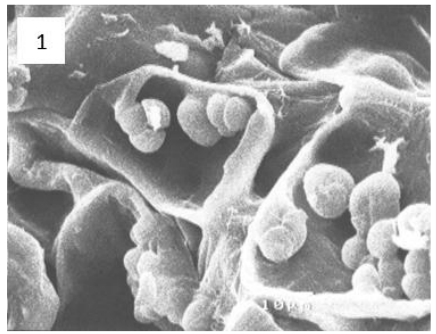
Códigos : (Añ) años o líneas de crecimiento. (B) barriga. (CM) Capa Madre. (Cn) colena, gema. (Cs) costado. (P) poro lenticelar. (V) verde

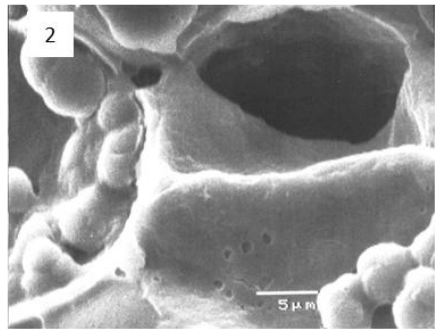


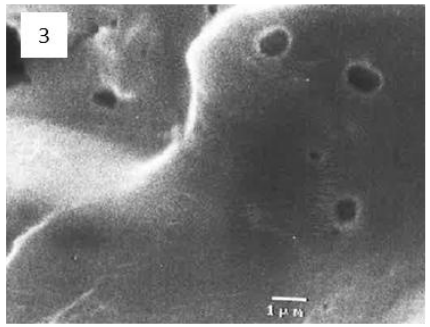


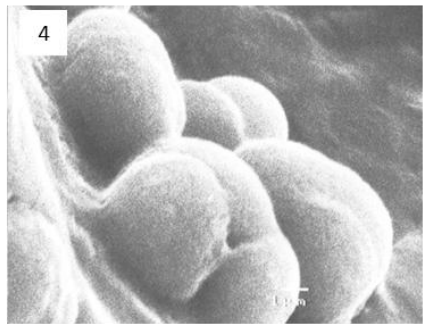


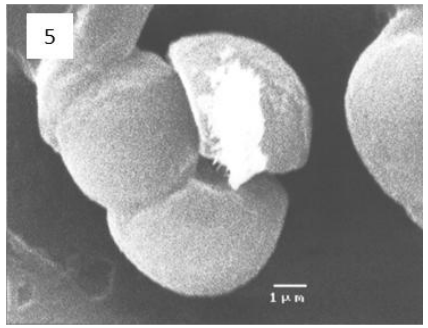
6 Imágenes del microscopio electrónico de barrido (MEB)



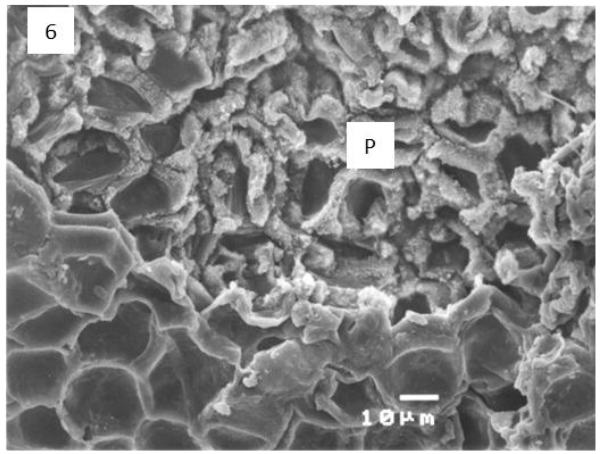


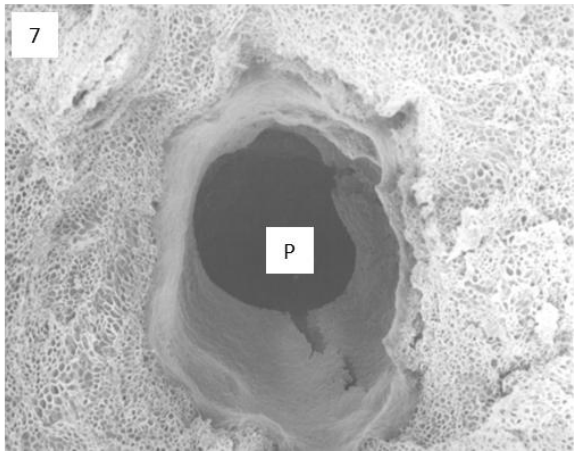


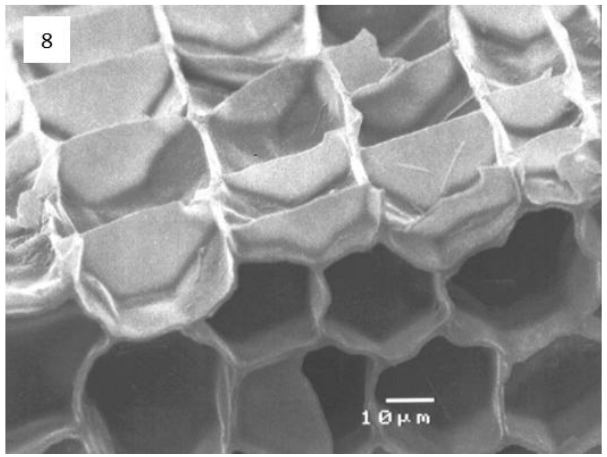




Imágenes obtenidas con el microscopio electrónico de barrido (MEB) del Instituto de Promoción del Corcho (IPROCOR).
(1) a (5), zona de barriga de un trozo de corcho recién desprendido. Formaciones globulares, probablemente con funciones de aporte de compuestos para las paredes celulares y/o reservas energéticas.
(6) barriga mostrando áreas de poro lenticelar (P). (7) sección tangencial con poro lenticelar de gran tamaño, vacío. (8) tejido corcho en sección radial y tangencial, ausente de poros.

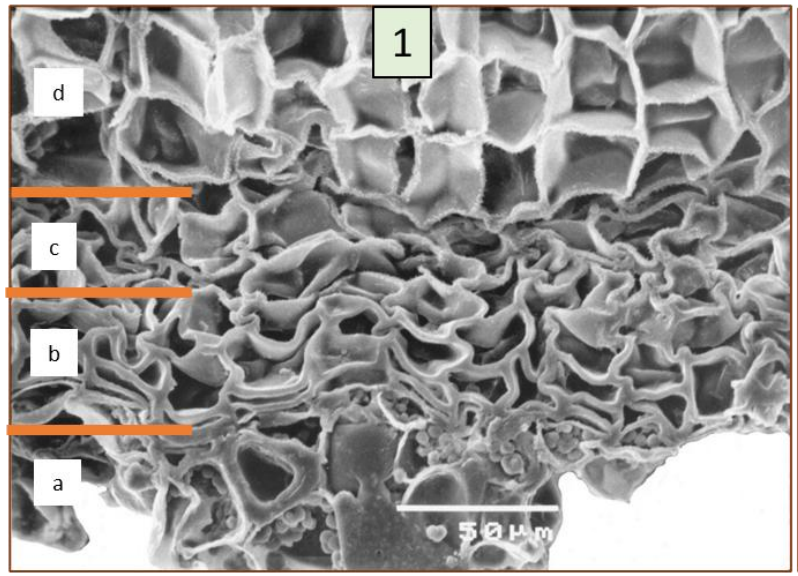


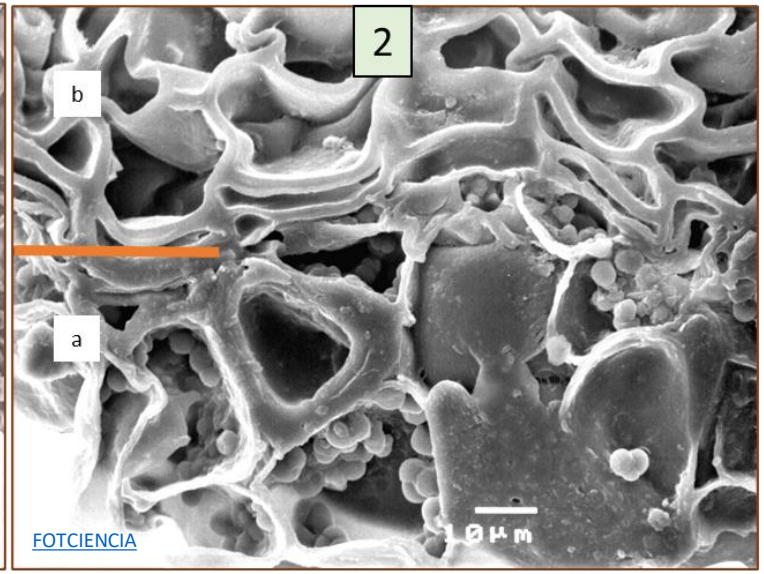


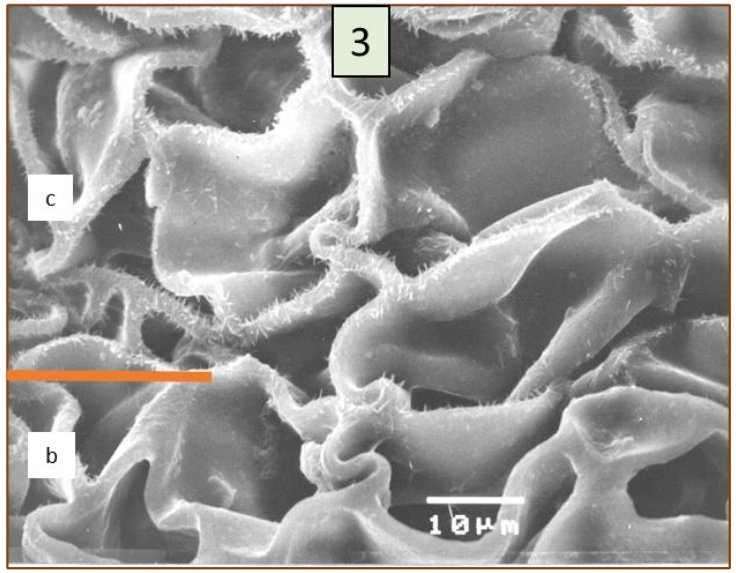


6 Imágenes del microscopio electrónico de barrido (MEB)

Las mediciones de la segunda y tercera camada anual de 38 muestras de corcho dieron como resultado un número de células que osciló entre 37 y 225 por cada hilada radial
(Pág 142. Subericultura. Joaquim Vieira Natividade). De este modo podemos estimar una producción de cada célula felogénica de {(37+225)/2 } = 131 células al año .
En otros estudios los valores extremos oscilaron entre 50 y 151, lo que daría un valor medio de 100 células año *(The effect of growth rate on the structure and compressive properties of cork. H. Pereira, José GraÇa and Cecilia Baptista. 1992).*







(1) (2) y (3) imágenes obtenidas con el microscopio electrónico de barrido en el IPROCOR en la década de 1990, proceden de un corcho de muestreo en campo donde una cala traía adherida un trozo de capa madre y, tras desprenderla, se procedió sin demora a su preparación para la visualización en el MEB. Dada la necesidad de vacío para la visualización en el microscopio, el agua que pudiera contener la muestra es eliminada, hecho contradictorio con la célula que mantiene su contenido citoplasmático, salvo que se encuentre en una situación que lo justifique: el estado de telofase.

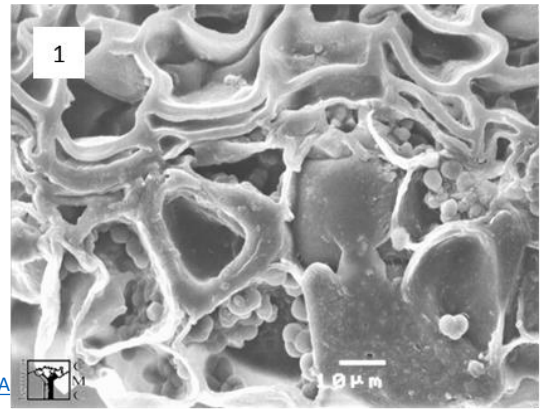
En los vegetales la separación de las dos células resultantes de la división celular no se realiza por estrangulamiento, como ocurre en células de animales, sino mediante la construcción de un tabique central dado que las células vegetales tienen paredes rígidas. Durante la construcción de este tabique de separación los movimientos en el citoplasma se dificultan mediante la gelificación temporal del mismo, momento en que se obtuvieron las imágenes, hasta que la pared está terminada.

(1) plano general del corte radial de corcho crudo recién extraído con célula felogénica en telofase. Zona (a) células vivas del felógeno . Zona (b) células de corcho en proceso de maduración con gran espesor de las paredes celulares pero sin evidencias de formaciones fibrilares. Zona (c) células con manifestaciones fibrilares discretas. Zona (d) células con fibras muy evidentes y paredes más tensionadas.(ver página 99 de Maxcorcho)

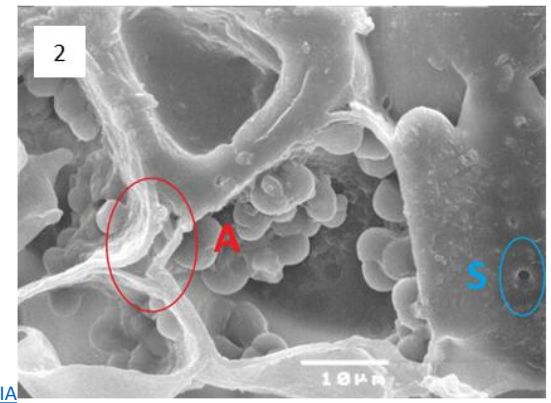
(2) células vivas del felógeno. Zona (a) células del felógeno. Zona (b) células de corcho en proceso de diferenciación con gran espesor de paredes celulares, probablemente por su hidratación, pero sin evidencias de formaciones fibrilares.

(3) células de corcho en proceso de diferenciación. Zona (b) gran espesor de las paredes celulares pero sin evidenciar estructuras fibrilares. Zona (c) celulas con paredes donde se aprecian las primeras estructuras fibrilares, muy discretas

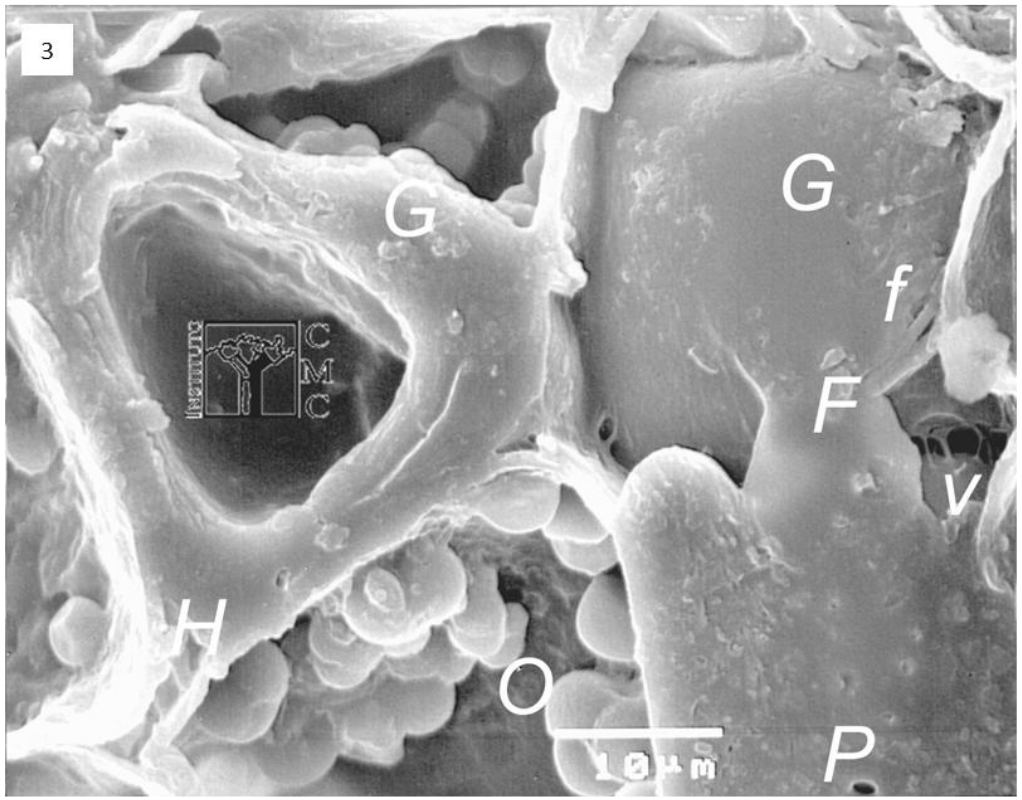
6 Imágenes del microscopio electrónico de barrido (MEB)



FOTCIENCIA



FOTCIENCIA



FOTCIENCIA

(1) entorno de la célula del felógeno del alcornoque (*Quercus suber*) en la última etapa de la división celular, la telofase.
(2) dos vías de circulación de compuestos: **A** apoplastica. **S** simplástica.
(3) estructuras y contenidos de la célula felogénica en división, con mayor tamaño,: **G** contenido citoplasmático con consistencia temporal de gel.
F fragmoplasto. **f** filamentos del fragmoplasto para guiar a las vesículas hasta la zona de formación de la pared central, placa de división.
V vesículas sintetizadas en el aparato de Golgi. **H** hueco de la pared central en célula vecina. **P** plasmodesmo de la célula en división, Ø ~ 1500 nm = 1,5 µm
O formaciones de aspecto esférico en agrupaciones con predominio de tres unidades, probablemente con funciones de aporte de compuestos para las paredes de las nuevas células y/o reservas energéticas.

https://www.fotciehttps://www.fotciencia.es/Publico/Galeria/FormAmpliacionImg.aspx?Fotografia=7961&Votacion=0
https://www.fotciencia.es/Publico/Galeria/FormAmpliacionImg.aspx?Fotografia=7962&Votacion=0
https://www.fotciencia.es/Publico/Galeria/FormAmpliacionImg.aspx?Fotografia=7960&Votacion=0

7 Tipos de corcho según el descorche

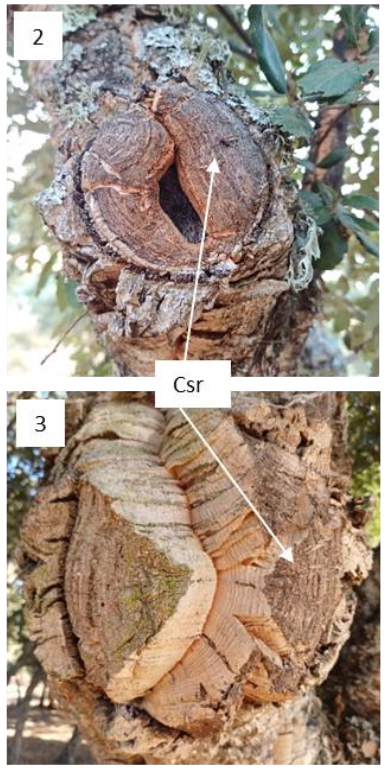
El corcho puede clasificarse en varios tipos en función del descorche en que se extrae. Con el primer descorche se saca el corcho original de revestimiento del alcornoque, denominado bornizo, corcho macho o corcho virgen. A partir del primer descorche se obtiene el corcho de reproducción, diferenciando en estos el corcho segundero, que es el del segundo descorche, de los siguientes a los que se denomina corcho fábrica, o corcho *amadía* en Portugal, ambos, el segundero y el corcho fábrica, provienen de la regeneración del meristemo subero-felodérmico, suberógeno o felógeno, siendo el proceso de formación de ambos idéntico.

(1) corcho bornizo , carente de raspa. (2) segundero, con abundantes hendiduras axiales - colenas – en la zona inferior y, en la superior, bornizo.
(3) saca de corcho fábrica, "*cortiça amadia*" en portugués, de descorches siguientes al segundero.
Códigos : (Bo) bornizo. (Cf) corcho fábrica. (S) segundero

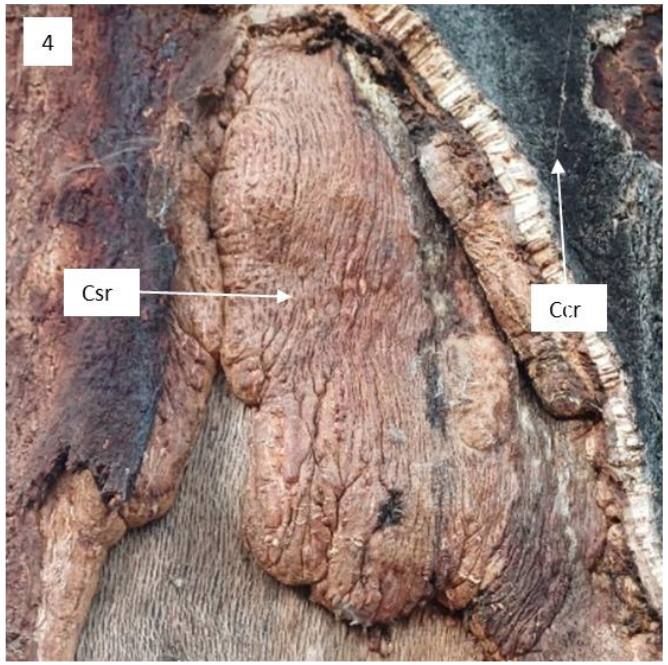
8 Corcho sin raspa

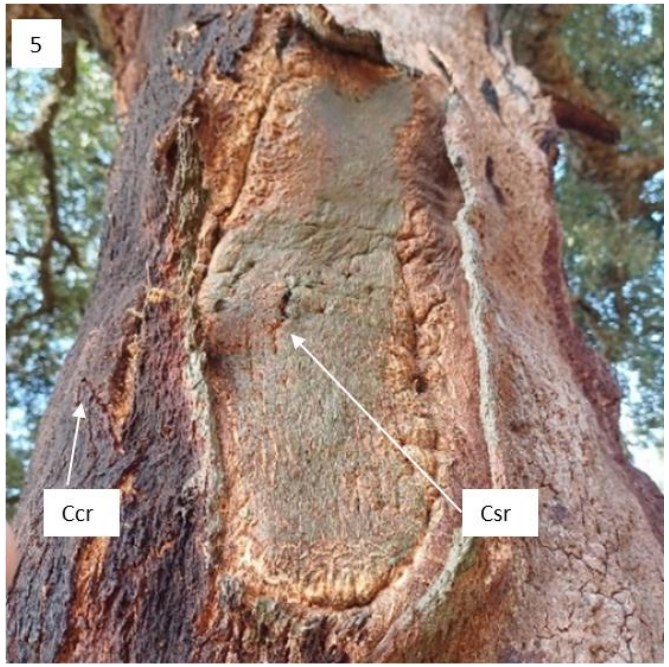
La raspa es propia del corcho de reproducción, se corresponde con la parte de capa madre que el alcornoque ha tenido que sacrificar tras la saca para disponer de una barrera protectora de emergencia con garantías para la continuidad del nuevo felógeno; este sacrificio tiene como resultado la formación de una cubierta externa en el nuevo corcho que es dura, frágil y de mayor densidad, entre otras características, a la que se llama raspa, quedando a modo de "postilla" en la cara de la plancha de corcho denominada espalda. No obstante puede haber áreas con corchos que no la presentan, bien porque aún no han tenido necesidad de realizar este sacrificio al no haberse realizado ninguna saca, caso del bornizo (1); bien porque no hay capa madre capaz de formar esta barrera de protección de emergencia, por lo general limitada a una superficie escasa, como ocurre en las heridas de poda (2) y (3) o cuando se ha desprendido toda la capa madre en áreas que dejan al descubierto el xilema durante un mal descorche (4) y (5), generándose en ambos casos un tejido cicatrizante

(1) bornizo, corcho virgen, corcho macho



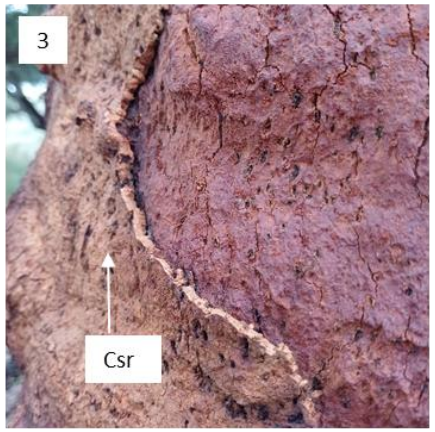
(2)(3) cierre de herida de poda

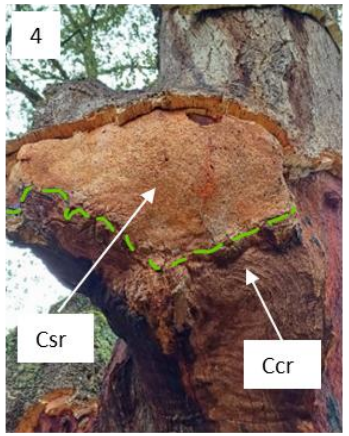


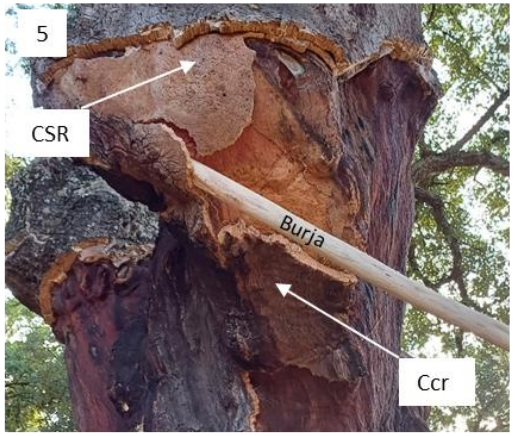


(4) (5) cierre de santos o calvas, por desprendimiento de la casca. Saca en mayo de 2023.
Códigos : (Ccr) corcho con raspa. (Csr) corcho sin raspa. Octubre de 2024. Cornalvo

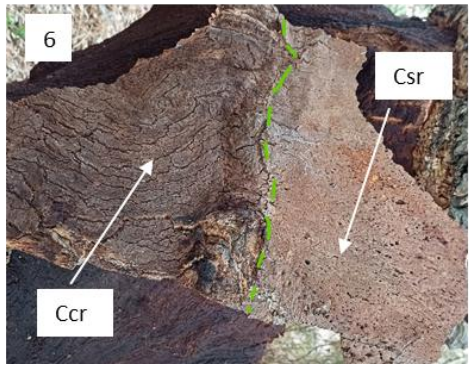
8 Corcho sin raspa

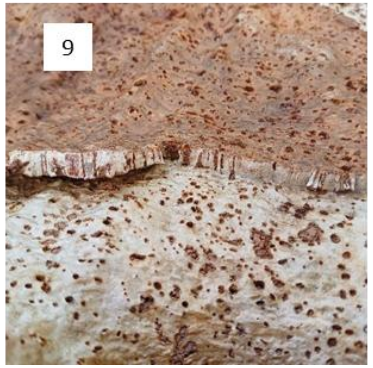






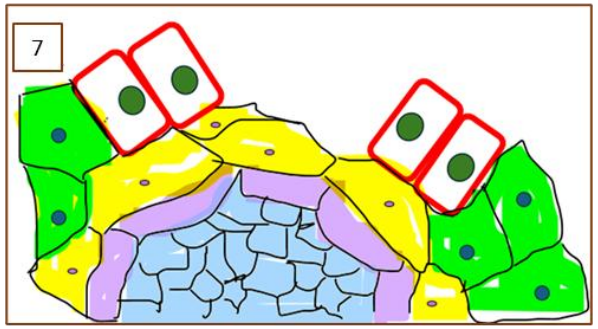
En las operaciones de descorche puede ocurrir que en áreas de la superficie a descorchar se haya ahuecado el corcho, normalmente ayudado por la burja o el mango del hacha, pero no se ha retirado por diversos motivos, como cuando "la saca no se da" y, de continuarla, puede arrancarse la capa madre provocando calvas o santos que exponen el xilema a la intemperie, hecho que aconseja parar la saca. Es en estas áreas donde el corcho ahuecado vuelve a su posición original y el felógeno puede no requerir que sea reemplazado continuando su actividad y haciendo innecesario el sacrificio de la casca, el nuevo corcho generado en ellas es un corcho sin raspa (Csr) ; a este corcho lo hemos llamado "*doble barriga*".
(1) rayado con mano dura que provoca desprendimiento del corcho pero no se retira, con posterioridad se finaliza el descorche mostrando el contraste en la espalda. (2) alcornoque descorchado en mayo de 2023, dejando corcho ahuecado sin extraer, y con repela en julio de 2024. (2) área de la repela de julio de 2024 con camadas de corcho de un año sin raspa. (3) y (4) en la saca de mayo de 2023 se retira la albarda pero se deja el "*corcho doble barriga*" que estaba bajo él, posteriormente se saca utilizando la burja. (5) y (6) trozos de corcho sin raspa (Csr) y de corcho con raspa (Ccr). (7) y (8) corcho "*doble barriga*" (9) barriga de una plancha de corcho sacada en la repela de 2024 mostrando el crecimiento anual, en parte exfoliado al desprenderlo parcialmente en 2023.

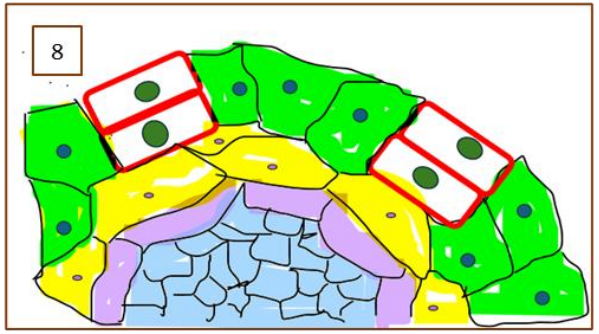




9 Heridas de descorche.

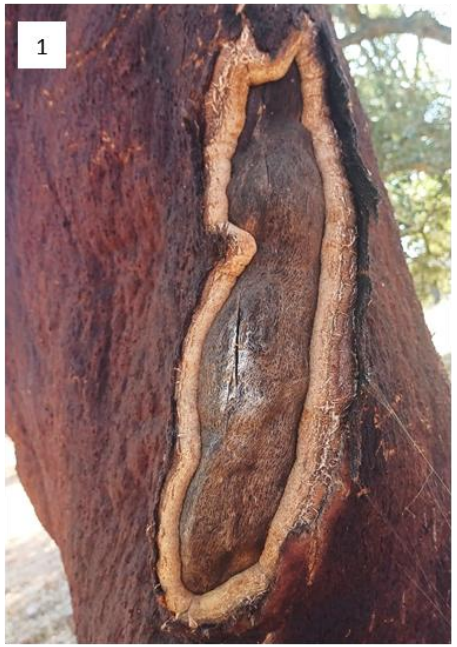
El corcho que se genera en el cierre de las heridas, como las producidas por "mano dura", presenta una reducción importante de poros lenticelares, dificultando con ello la deshidratación de la zona al reducir las vías de pérdida de agua - *ver páginas 22, 28 y 29 de la presentación 12/16 Exudación negra tras el descorche II. Se corresponden con páginas 363, 369 y 370 de Maxcorcho, respectivamente-*
(1) (2) heridas en etapa avanzada de sellado. (3) (5) espaldas del corcho en heridas selladas . (4) (6) barrigas respectivas del corcho en herida sellada.





Las células con responsabilidad en el crecimiento de las plantas pertenecen a los tejidos meristemáticos presentando divisiones que, en función del plano en que las realicen, se clasifican como anticlinales o periclinales.
(7) división anticlinal, con predominio en el cierre de heridas. (8) división periclinal, responsable del aumento en grosor.

9 Heridas de descorche.



(1), (2), (3) y (4) el avance en el cierre de las heridas por desprendimiento de la casca suele tener un frente de progresión perimetral hasta alcanzar un sellado centrípeto completo
Imágenes de mayo de 2024. Descorche en mayo de 2023. Cornalvo.

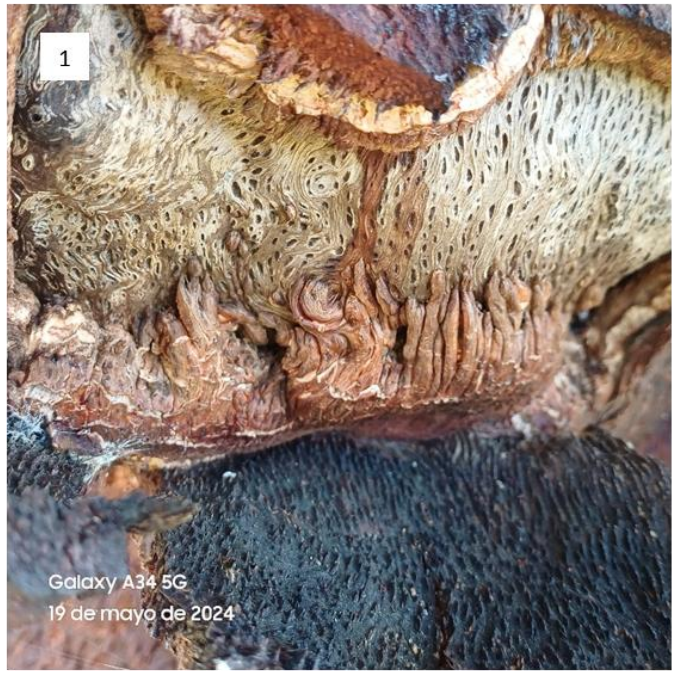
9 Heridas de descorche.

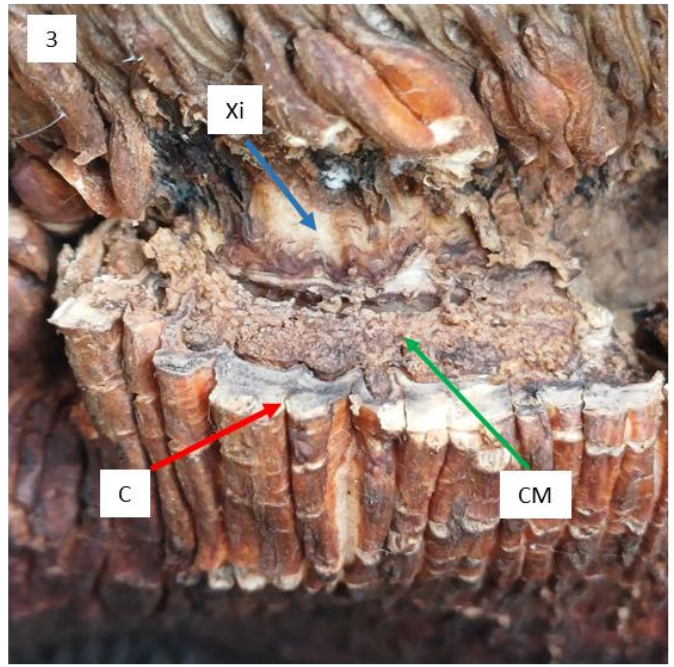
El cierre de heridas suele seguir un avance centrípeto desde el límite de la periferia de la casca desprendida, a veces con progresión desigual favorecida por la capa madre desprendida, pero no eliminada, que atenúa la evaporación. Imágenes (1) y (3) noviembre de 2023. (2) y (4) junio de 2024

(1)(2) cierre del santo en la zona inferior favorecido por la casca desprendida pero no extraída en saca de mayo de 2023. Cornalvo

(3)(4) cierre de santo, en la zona superior favorecido por la separación de la casca con corcho sin extraer en saca de mayo de 2023. Cornalvo

9 Heridas de descorche.





En ocasiones el avance en el cierre de las heridas por desprendimiento de la casca puede tener un frente de progresión con flecos axiales. La sección practicada muestra que cuando estos “flecos” están juntos comparten la capa madre. La herida es de un alcornoque con decrepitud que tras la saca de mayo de 2023 tuvo repela en julio de 2024.
Códigos: (C) Corcho. CM (Capa Madre). (Xi) Xilema. Imágenes : (1) 19 mayo de 2024. (2) y (3) 18 octubre de 2024.

10 ¿Sin capa madre se genera corcho ?

El texto que se recoge en la publicación de 1950 *" Subericultura" de Joaquim Viera Natividade* haciendo referencia a los estudios de Machado de 1935 sobre la regeneración del felógeno tras la saca no profundizaba en los aspectos que a nosotros nos han llamado la atención para elaborar esta exposición, se queda en lo fundamental, es decir, en la regeneración del felógeno dentro de la capa madre tras la saca del corcho. Su literal es el siguiente : *El estudio de la casca después del descorche demuestra que gran parte de las sustancias de reserva y de los taninos almacenados en las regiones más externas migran hacia la proximidad inmediata del líber activo a medida que avanza la desecación de los tejidos periféricos. En la región donde se acumulan estas reservas, 25 ó 35 días después de la pela, se diferencia la nueva capa generadora de corcho gracias a la propiedad del líber inactivo para readquirir propiedades meristemáticas……*
Ya se trate de corcho segundero o de más reproducciones, la capa generadora se regenera siempre en el líber inactivo, aunque a mayor profundidad dependiendo del espesor de la casca (Machado 1935).

No obstante, en esta misma publicación se indica que *es recomendable colocar sobre la herida el fragmento despegado….La forma especial en que cicatrizan en el alcornoque y algunos robles las heridas que dejan el cambium al descubierto (Duhamel du Monceau 1758, Seabra 1939) hace que dicha práctica sea de gran utilidad, sobre todo cuando se trata de la separación de grandes porciones de la casca. En las zonas del cambium que quedan protegidas bajo los fragmentos de los haces liberianos esclerenquimatosos, esa capa generadora sigue funcionando, y surgen así en la superficie de la herida pequeñas protuberancias leñosas revestidas por una peridermis, que van creciendo hasta cubrir toda el área del leño puesta al descubierto. De no ser así, la cicatrización centrípeta por los bordes de la herida, por ser muy lenta, jamás conseguiría, por sí sola, recubrir el leño a tiempo para impedir la instalación de la pudrición.*

10 ¿Sin capa madre se genera corcho ?

Para nosotros, el aspecto que nos atrajo fue la producción de núcleos de corcho como respuesta desesperada del alcornoque en áreas sin capa madre, las calvas o santos, directamente sobre el xilema, heridas de saca muchas veces consecuencia de la impericia del sacador y/o de descorches muy tempranos, entre otros.

Las células encargadas de la reparación de heridas son células parenquimáticas que asumen la desdiferenciación para constituirse en células meristemáticas con la finalidad de construir una protección a través de tejidos cicatrizantes, tejidos donde se pueden diferenciar, de fuera hacia dentro, el corcho, el felógeno, la casca o capa madre, el cambium vascular y un nuevo xilema.

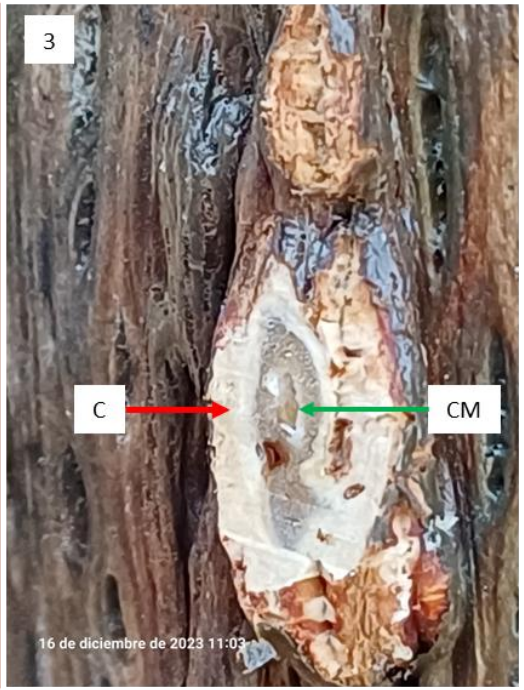
De las observaciones que hemos realizado nos consta que **la producción de núcleos de corcho fuera de la capa madre, directamente en el xilema, es posible** -así se reconoce en el apartado "Extracción del corcho. Subapartado Heridas de Subericultura" con el literal de la página anterior-, como pretendemos mostrar con las imágenes que incluimos en esta presentación, **aunque sea algo excepcional** dada su rápida deshidratación y, de producirse, presenta un limitado desarrollo sin continuidad en la siguiente etapa de máxima actividad vegetativa (primavera-verano). La generación de núcleos de corcho en el xilema de las calvas es favorecido por las medidas adoptadas para protegerlas, como es el empleo de pasta cicatrizante, que atenuarán la deshidratación al reducir la velocidad de secado, utilizando en la generación de estos núcleos las reservas disponibles en el alcornoque y las que pueda producir mediante el acceso a recursos externos, agua principalmente.

10 ¿Sin capa madre se genera corcho ?

Cambios de programación en la expresión genética

Las respuestas relacionadas con el estrés promueven la reprogramación genómica con la finalidad de activar los genes necesarios para la supervivencia de las plantas.

Fuente : El transcriptoma del felógeno del tubérculo de la patata revela las funciones celulares del cambium del corcho y los genes implicados en la formación y maduración de la peridermis -2019- Vijaya K.R. Vulavala, Edna Fogelman, Adi Faigenboim, Oded Shoseyov & Idit Ginzberg



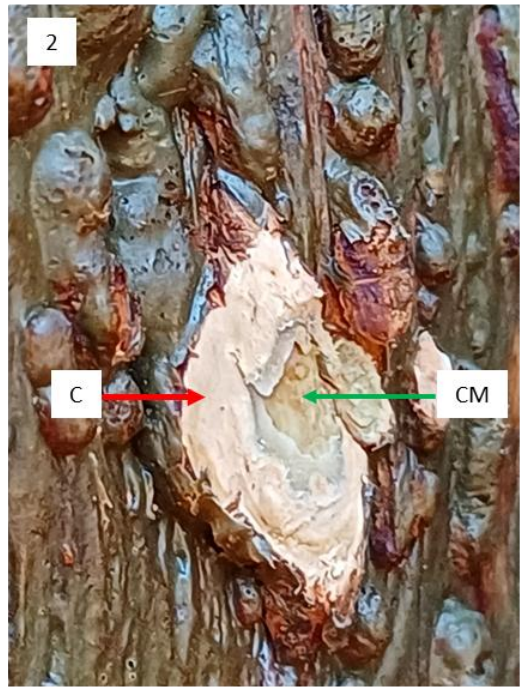
(1)(3) herida de descorche, calva, mostrando el xilema, por desprendimiento de la casca, que se impregna con pasta cicatrizante y sobre el que se ha desarrollado en radio leñoso un núcleo generador de corcho . (2) dibujo aludiendo a los genes que deben expresarse ante la situación de emergencia.

Códigos : (C) Corcho. CM (Capa Madre).

Descorche 1ª quincena de mayo de 2023. Imágenes (1) y (3) de diciembre de 2023. Cornalvo.

10 ¿Sin capa madre se genera corcho ?

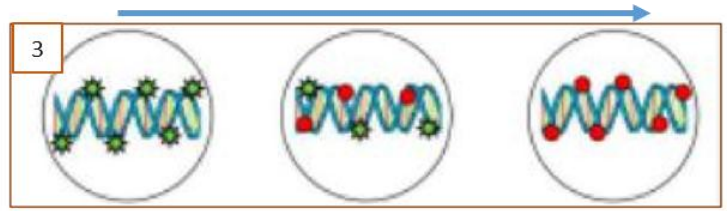
Cambios de programación en la expresión genética



(1)(2) puntos con generación de corcho sobre los radios del xilema expuesto por desprendimiento de la casca que conlleva la activación de genes para proteger una zona de herida producida por un mal descorche, herida posteriormente impregnada con cicatrizante.

Códigos : (C) Corcho. CM (Capa Madre).

Descorche 1ª quincena mayo de 2023. Imágenes: (1) y (2) de diciembre 2023. Cornalvo



(3) dibujos ilustrando el cambio que se debe producir en la expresión de los genes de las células parenquimáticas ante la nueva situación de emergencia presentada.

… Los genes y factores de transcripción altamente expresados indicaron que la activación del felógeno implica citocinesis y reprogramación génica para el establecimiento de un estado de desdiferenciación.

.. Los estudios sobre ontogenia de la peridermis en especies leñosas sugirieron que el corcho se desarrolla después de un aumento en los niveles de auxinas que promueve la producción de etileno, que, a su vez, es un activador importante para la iniciación de los felógenos.

Se ha sugerido que el factor de transcripción GRAS SHORT-ROOT 2B (SHR2B), que determina la especificación del nicho de células madre y el patrón radial, puede desempeñar un papel en el felógeno del alcornoque (Quercus suber)… Además, se sugirió que el factor podría actuar a través de la modulación de la homeostasis.

Los mecanismos de activación y desactivación de los felógenos todavía se desconocen

Fuente : El transcriptoma del felógeno del tubérculo de la patata revela las funciones celulares del cambium del corcho y los genes implicados en la formación y maduración de la peridermis -2019- Vijaya K.R. Vulavala, Edna Fogelman, Adi Faigenboim, Oded Shoseyov & Idit Ginzberg

10 ¿Sin capa madre se genera corcho ?

Producción de corcho en calva siguiendo los radios del xilema expuesto

(1)(2)(3)(4A)(4B) en las áreas donde se ha eliminado toda la casca a veces se producen núcleos de corcho que coinciden con los radios del xilema y en su crecimiento pueden desprender una tenue laminilla de fibras leñosas de la superficie. Por lo general, estas escasas manifestaciones de núcleos de corcho tienen una continuidad muy limitada, incluso nula, entre otros por el déficit de humedad debido al rápido secado de la zona expuesta.
imágenes (1) (2) y (3) de enero de 2024, (4A) y (4B) de 13 de enero y 18 de mayo de 2024 respectivamente. Saca de mayo de 2023. Cornalvo

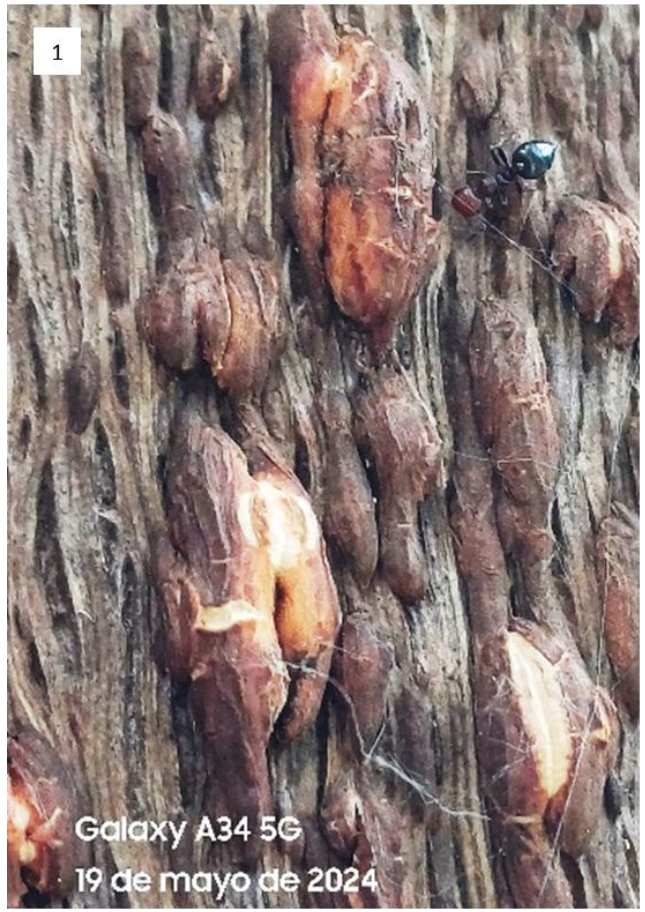
10 ¿Sin capa madre se genera corcho ?

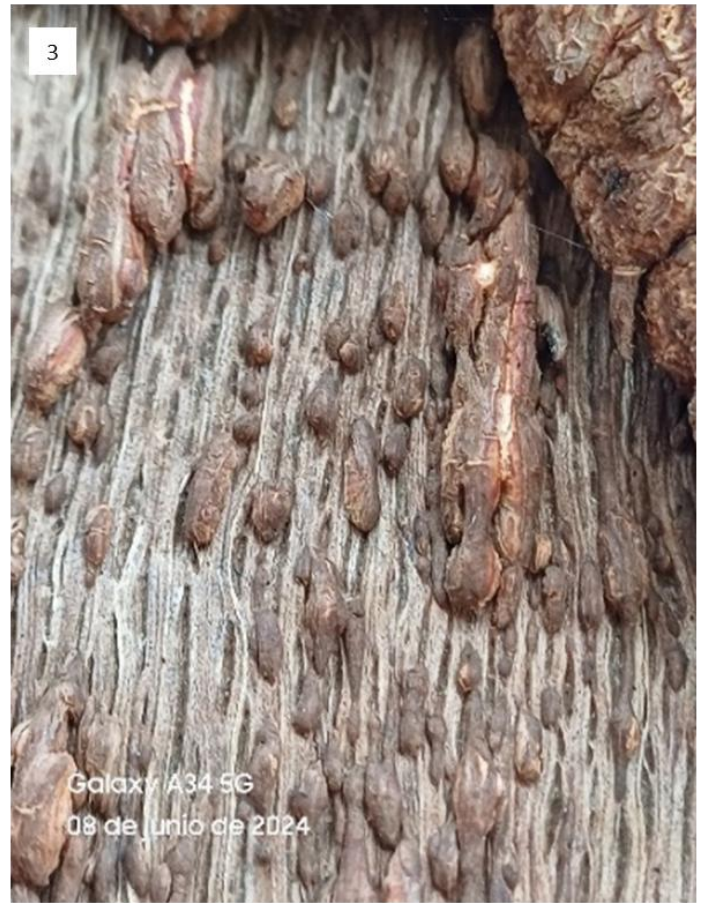
Producción de corcho en calva siguiendo los radios del xilema expuesto

(1)(2)(3) frente periférico de cierre de herida de descorche que avanza hacia los núcleos de generación de corcho directamente sobre radios del xilema. (4) (5) núcleos de formación sobre radios del xilema sin y con impregnación respectivamente. Después de la saca las células vivas ubicadas en primera línea de exposición a las condiciones ambientales mueren, con independencia de si son del líber o del xilema, por lo que el nuevo felógeno, de generarse, lo hace en zona interna de la capa madre o, excepcionalmente, en células parenquimáticas del xilema expuesto al desprenderse la casca.
Imágenes. (1) 6 de junio, (2) 8 de junio, (3) 13 enero , (4) 23 de junio y (5) 19 de mayo, todas de 2024. Calvas producidas por la saca de mayo de 2023. Cornalvo

10 ¿Sin capa madre se genera corcho ?

Producción de corcho en calva siguiendo los radios del xilema expuesto

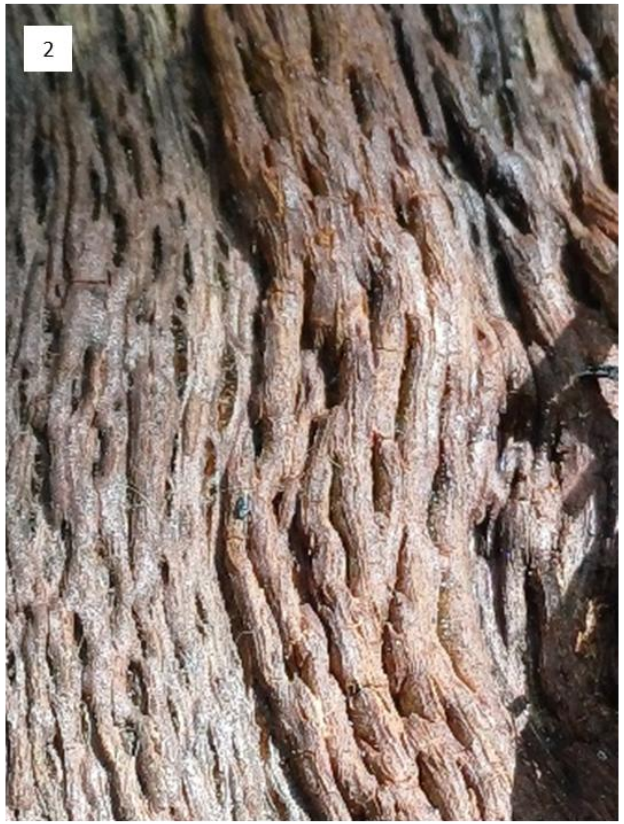




(1)(2) y (3) preferencia por los radios del xilema expuesto, tras el desprendimiento de la capa madre durante una defectuosa ejecución de la saca, para generar núcleos de formación de corcho. Imágenes . (1) 19 de mayo, (2) y (3) 8 de junio, todas de 2024. Calvas producidas por la saca de mayo de 2023. Cornalvo.

10 ¿Sin capa madre se genera corcho ?

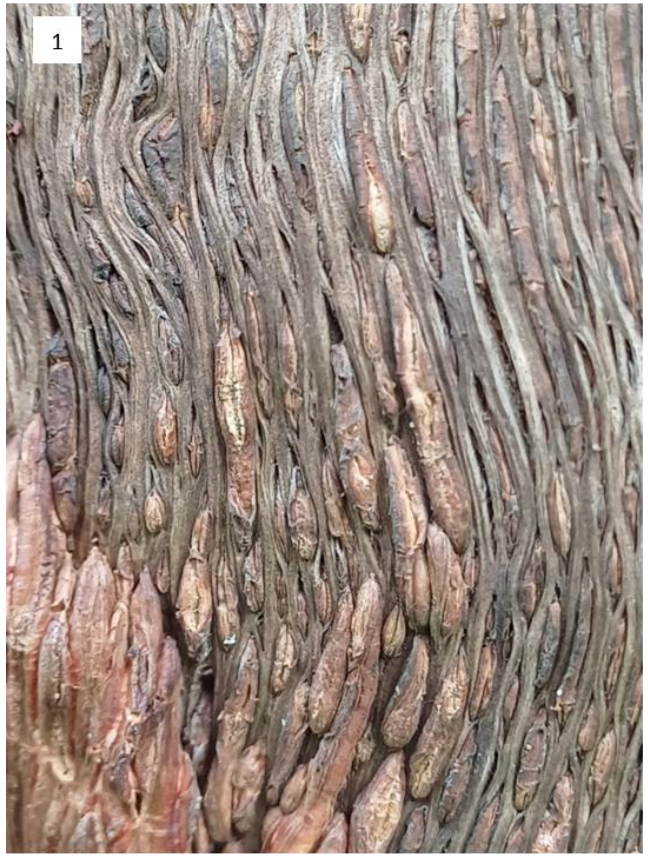
Producción de corcho en calva siguiendo los radios del xilema expuesto

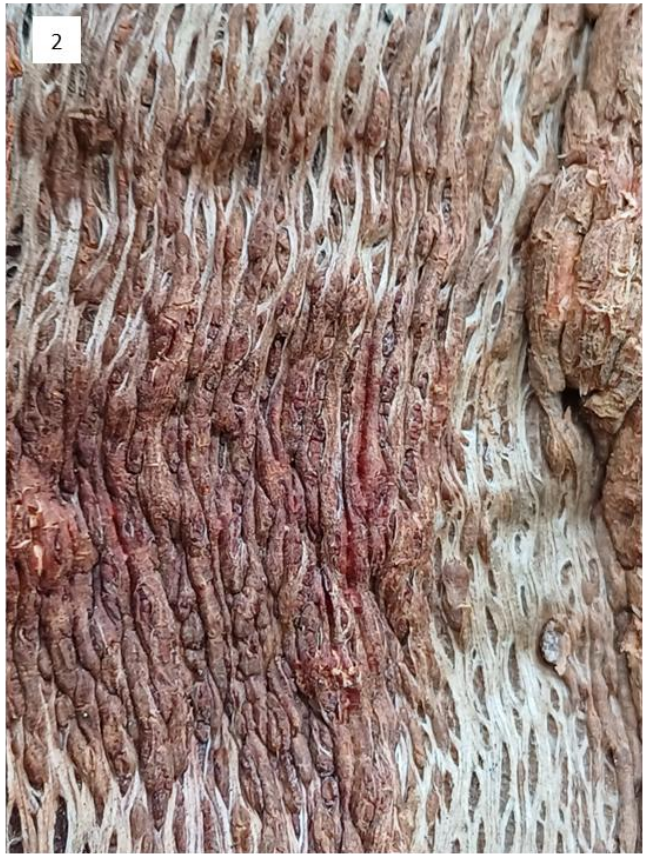


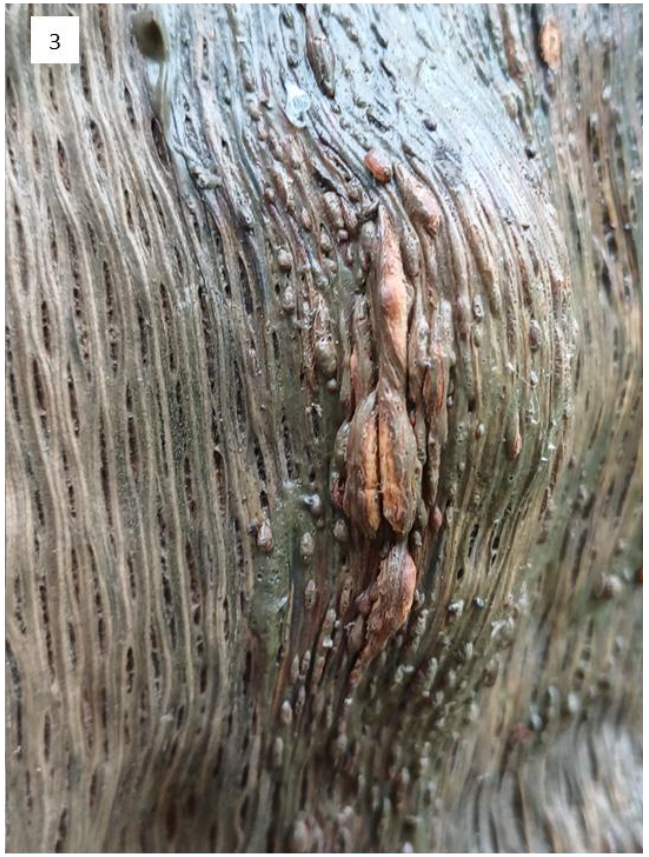
(1)(2)(3) nuevo felógeno fuera de la capa madre, desprendida y eliminada, en el xilema expuesto con y sin impregnación.
Cornalvo, descorche en mayo de 2023, imágenes diciembre 2023

10 ¿Sin capa madre se genera corcho ?

Producción de corcho en calva siguiendo los radios del xilema expuesto







(1)(2)(3) zonas del xilema de las heridas provocadas en el descorche, sin y con impregnación muy tenue de pasta cicatrizante.
Imágenes (1) (2) y (3) de enero de 2024. Descorche en mayo de 2023. Cornalvo.

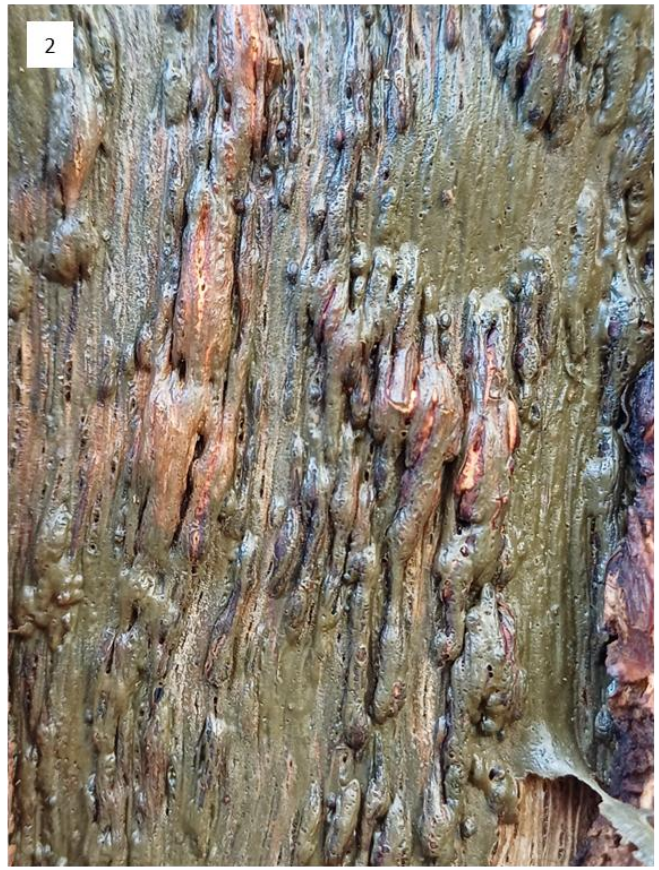
10 ¿Sin capa madre se genera corcho ?

Producción de corcho en calva siguiendo los radios del xilema expuesto

(1)(2)(3) abundantes núcleos de formación de corcho en el xilema de las heridas donde se ha desprendido y separado la casca durante el descorche, posteriormente impregnadas con pasta cicatrizante. La impregnación de las heridas, no siendo garantía de generación de nuevo felógeno, parece facilitarlo al constituir una primera protección frente a la desecación. Imágenes (1) y (2) de 14 enero, (3) de 13 de enero de 2024. Descorche en mayo de 2023. Cornalvo

10 ¿Sin capa madre se genera corcho ?

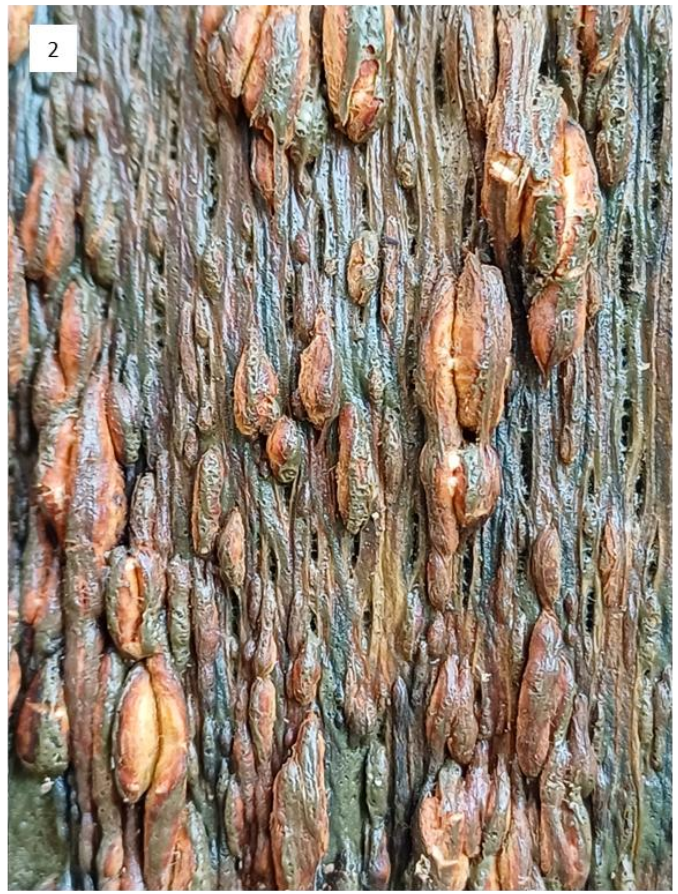
Producción de corcho en calva siguiendo los radios del xilema expuesto

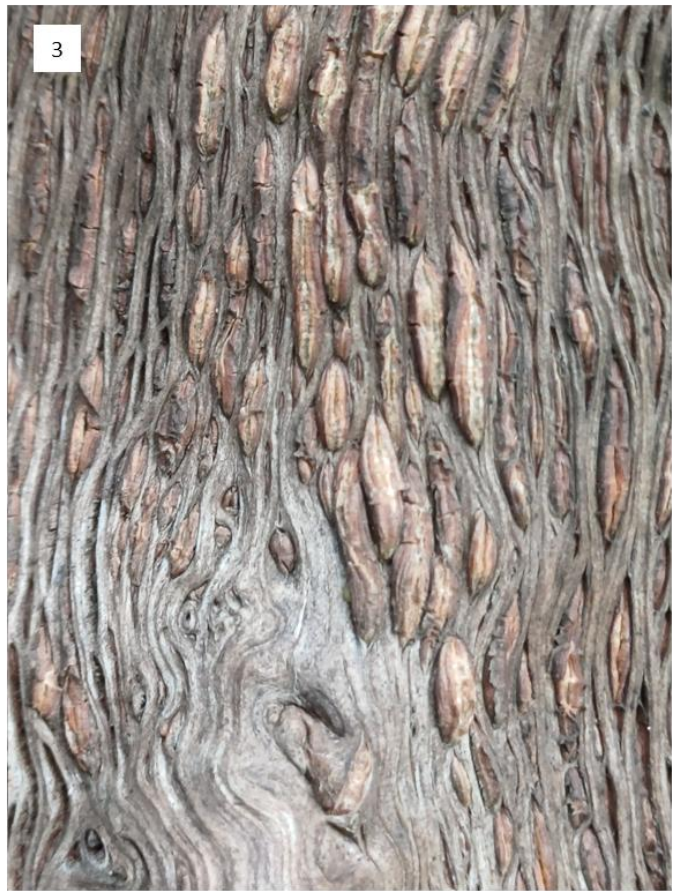


(1)(2)(3) abundantes núcleos de formación de corcho sobre los radios del xilema por eliminar la capa madre durante el descorche; impregnación de las calvas con pasta cicatrizante. imágenes (1), (2) y (3) diciembre 2023. Descorche en mayo de 2023. Cornalvo

10 ¿Sin capa madre se genera corcho ?

Producción de corcho en calva siguiendo los radios del xilema expuesto

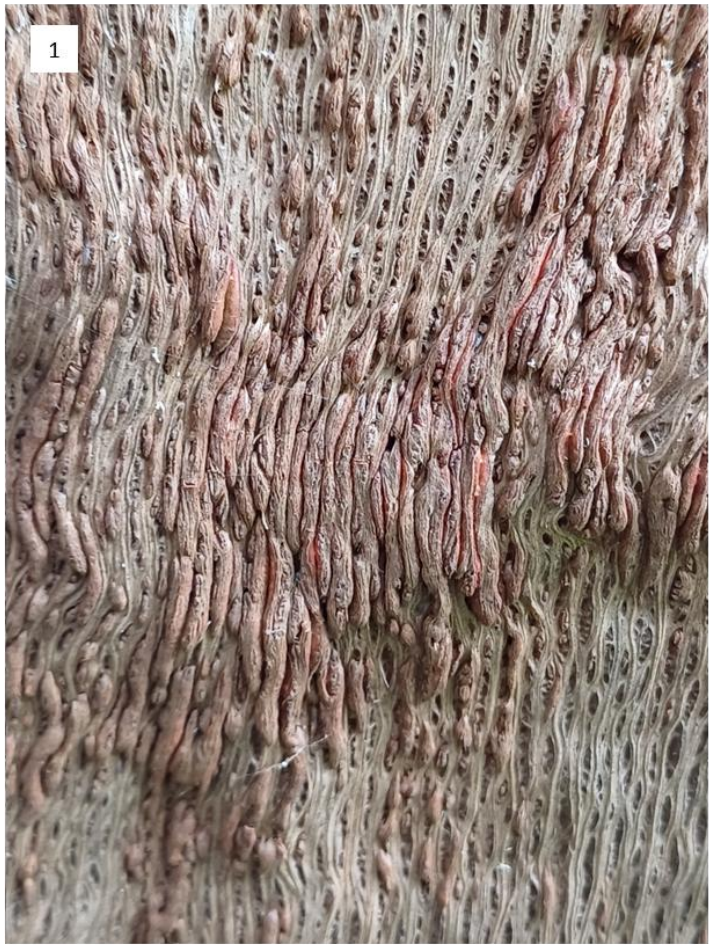


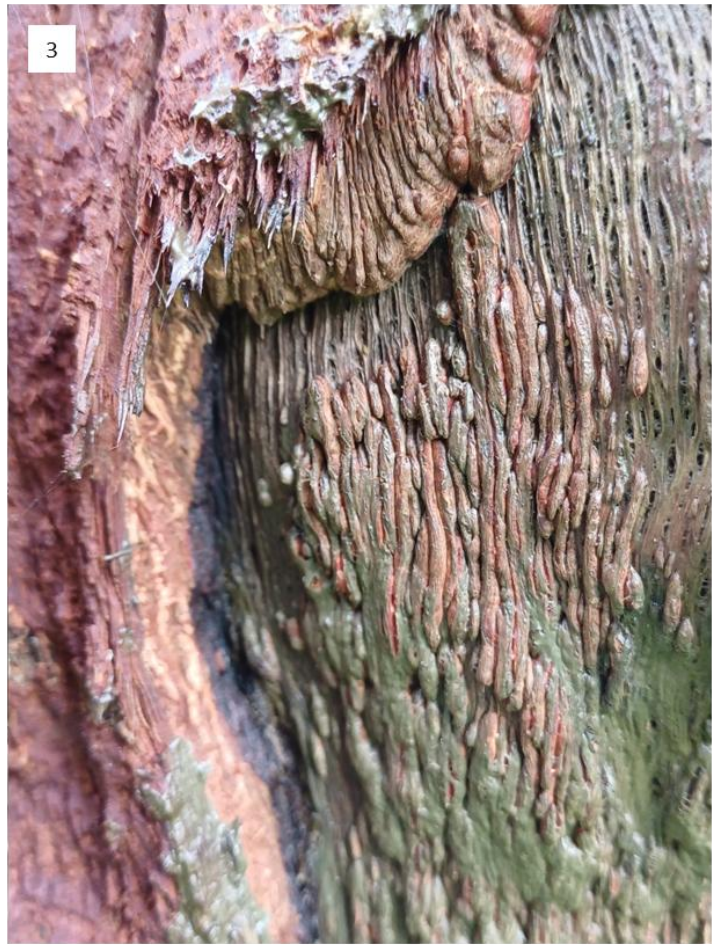


(1)(2)(3) preferencia por los radios del xilema expuesto, tras el desprendimiento de la capa madre durante una deficiente ejecución de la saca, para la generación de núcleos de formación de corcho que, aunque tengan una progresión limitada, van a cumplir con su función de barrera ante la desecación por evaporación.
Imágenes. (1) y (3) de 15 enero, (2) de junio, todas de 2024. Santos producidos en la saca de mayo de 2023. Cornalvo

10 ¿Sin capa madre se genera corcho ?

Producción de corcho en calva siguiendo los radios del xilema expuesto





(1)(2)(3) la emergencia por cerrar las zonas del xilema por desprendimiento de la casca es prioritario en el alcornoque y, si las condiciones son favorables, continuará hasta protegerlas totalmente con el corcho generado incluso por felógeno surgido de la desdiferenciación de células parenquimáticas del xilema.
Imágenes. (1) 13 enero, (2) y (3) de junio de 2024. Santos producidos en la saca de mayo de 2023. Cornalvo

10 ¿Sin capa madre se genera corcho ?

Producción de corcho en calva siguiendo los radios del xilema expuesto

(1)(2)(3) los núcleos de formación de corcho generados sobre los radios del xilema por la generación de calvas en el mal descorche de mayo de 2023, una vez terminado el ciclo de mayor actividad vegetativa del siguiente año, el 2024, están agotados de esperar el fin y dan muestras del efecto de la radiación solar. Probablemente, en caso de que el frente periférico del cierre de la herida llegara a alcanzarlos en los años venideros, no dispongan de reservas que les permita su integración efectiva en el mismo. Imágenes (1) (2) y (3) de 24 de octubre de 2024. Cornalvo

10 ¿Sin capa madre se genera corcho ?

Producción de corcho en calva siguiendo los radios del xilema expuesto

(1)(2) la difícil evolución de los núcleos de formación de corcho en el xilema, cuando hay una envolvente de sequedad limitante, impone su latencia hasta que son alcanzados por el frente periférico de cicatrización (3) provisto del maná.
Imágenes. (1) y (2) de 13 enero, (3) de 27 abril de 2024. Descorche en mayo de 2023. Cornalvo.

10 ¿Sin capa madre se genera corcho ?

Producción de corcho en calva según la impregnación aplicada

(1)(2)(3)(4)(5) la impregnación aplicada tras la saca, en las zonas con desprendimiento de la casca, puede facilitar la proliferación de núcleos de formación de corcho en el xilema al constituir una barrera frente a la pérdida de agua, aunque en modo alguno es garantía de ello. Desconocemos el protocolo seguido durante la impregnación si bien, a tenor de los resultados, parece aleatorio y poco cuidadoso. Imágenes, (1) y (4) mayo, (3) junio, (2) enero, todas de 2024, y (5) noviembre de 2023. Calvas provocadas en descorche de mayo de 2023. Cornalvo.

10 ¿Sin capa madre se genera corcho ?

Producción de corcho en calva según la impregnación aplicada

(1)(2)(3) impregnación desigual en las calvas producidas por el descorche.
Todas las imágenes de diciembre de 2023. Descorche en mayo de 2023. Cornalvo.

11 Zona de observación, un manejo en entredicho

En la zona de observación que ha motivado esta presentación no sólo hemos mantenido interés por lo recogido en las referencias precedentes con respecto a la regeneración del nuevo felógeno en la casca tras la saca, como en ***Subericultura*** *de Joaquim Vieira Natividade de 1950,* nuestra mayor inquietud se ha centrado en las manifestaciones observadas en las heridas del descorche ocasionadas por el desprendimiento de la casca, comúnmente llamadas santos o calvas, que fueron muy frecuentes e importantes.

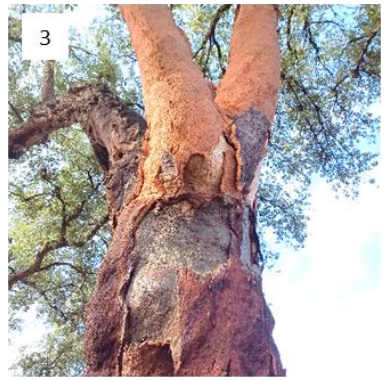
(1) poda de 2020 en la zona de observación. Esta poda cumple con lo establecido en la Ley 1/1986 de 2 de mayo, sobre la Dehesa en Extremadura, en su Anexo III, apartado 4, subapartado 4.2.2. (DOE nº 40)

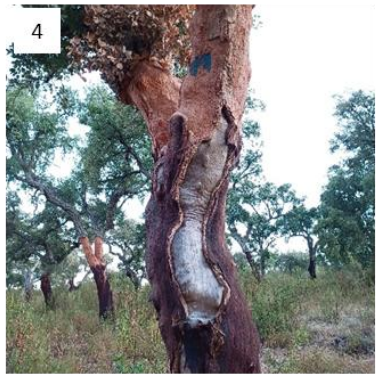
(2) sin comentarios. (3) y (4) la porosidad y la humedad de la madera de alcornoque expuesta a la intemperie facilitan, entre otros, la proliferación de micelios que aceleran su descomposición.

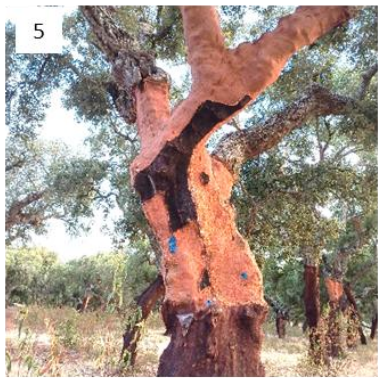
(5) alcornoque con herida de poda del 2020 sin cerrar, desbornizado en julio de 2024. El escaso diámetro del fuste condicionará el área de producción futura de corcho.

Huso UTM 29. Coord X 742.260,52. Coord Y 4.320.464,61 y alrededores.

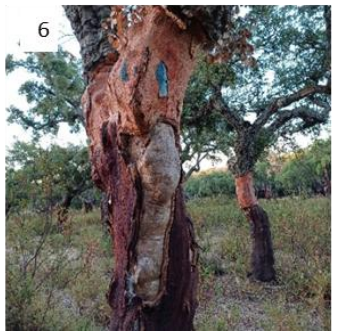
11 Zona de observación, un manejo en entredicho.







(1)(2) la saca del corcho de 2023 en la zona de observación, Cornalvo, dejó numerosas heridas debido al desprendimiento de la casca que podrían tener como explicación, entre otras, el inicio temprano del descorche, mes de mayo, cuando aún eran pocas las camadas del corcho estacional producido por el felógeno, además de la nula delicadeza en la ejecución del descorche. (3) a (10) la repela llevada a cabo durante el año 2024 se realizó en el mes de julio, y a tenor del resultado sin contemplaciones con los alcornoques debilitados ni con los que aún presentaban heridas del 2023.



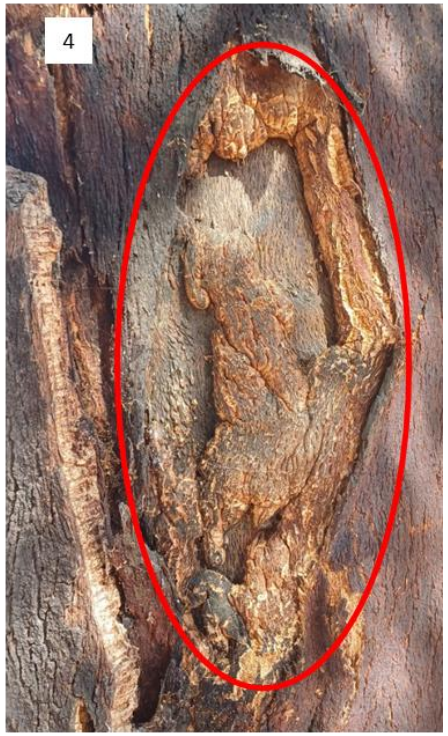
11 Zona de observación, un manejo en entredicho.

(1) a (8) el desbornizado de la nueva generación de alcornoques en julio de 2024 se realizó con hacha y “mano dura”, ocasionando desprendimientos de la capa madre durante el ahuecado y dislocado que comprometerá seriamente su futuro.

(9) alcornoque desbornizado en el ICMC en julio de 2024.
La utilización de las nuevas herramientas del descorche, así como la ejecución del mismo con un mínimo de sensibilidad, evitan heridas innecesarias.

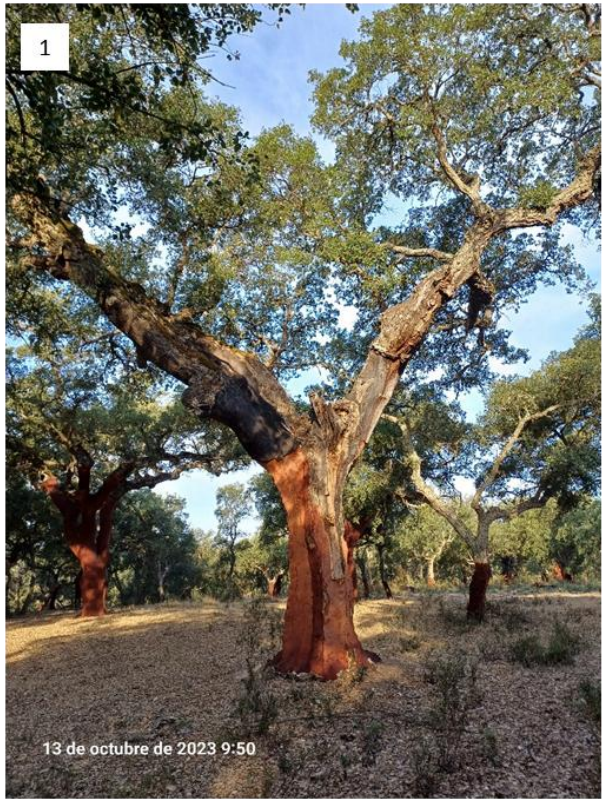
11 Zona de observación, un manejo en entredicho

En el año 2023 en Extremadura se publicó la Resolución de 20 de abril en el DOE de 27 de abril adelantando el inicio del periodo legal de la saca del corcho del 15 al 1 de mayo argumentando *"inusuales condiciones meteorológicas registradas en los últimos meses en Extremadura, dando lugar a una reducción del período vegetativo del alcornoque"*. El inicio prematuro del descorche conlleva riesgos añadidos para el alcornoque por aumentar las probabilidades de heridas por desprendimiento de la capa madre – casca-, dado el todavía reducido espesor de las camadas de nuevas células generadas por el felógeno, más aún si las operaciones se realizan sin la destreza que requieren y la permisividad se somete a criterios crematísticos de corto alcance.



(1)(2)(3)(4) a pesar de las importantes afecciones que presenta el fuste de este joven alcornoque los daños producidos durante el descorche de mayo de 2023 intenta restañarlos mientras mantenga activos los circuitos de aporte de nutrientes, imposibles en otras áreas del tronco que anuncian una muerte temprana.
Imágenes (1) y (2) de 3 de febrero, (3) y (4) de 19 de septiembre, todas de 2024.

12 Alcornoque referencia 1

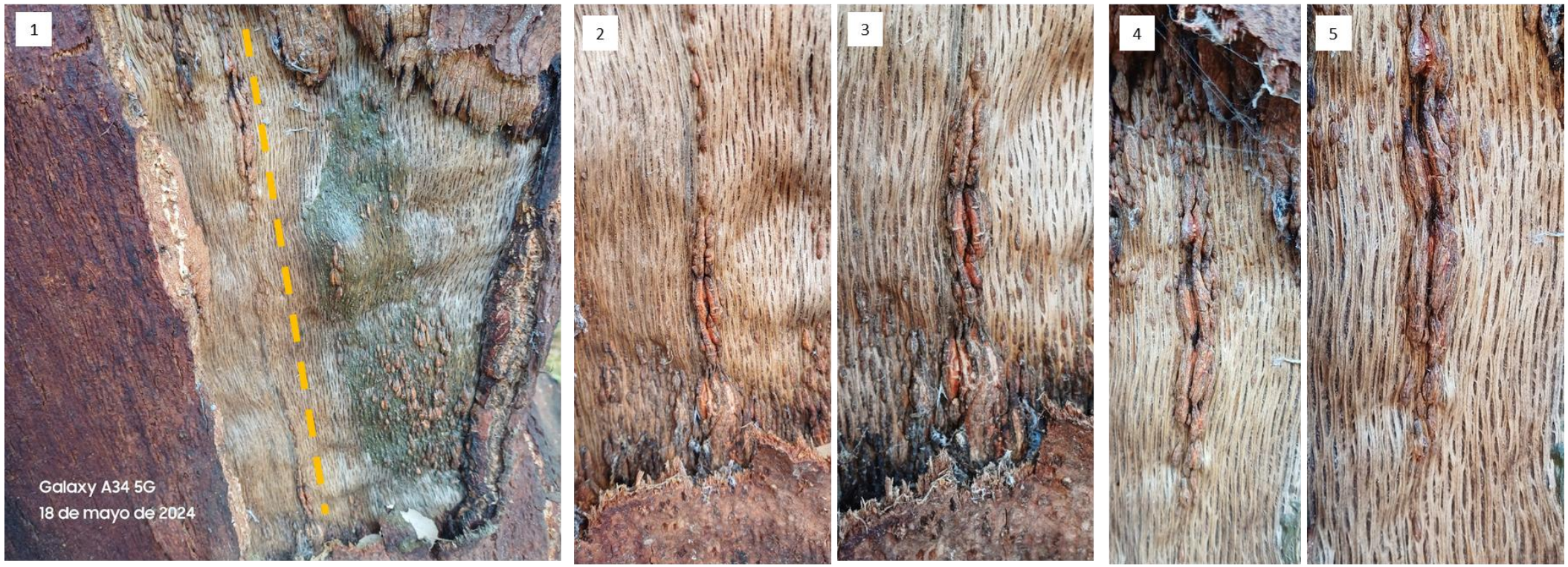


Alcornoque referencia 1. Cornalvo
Descorche de corcho fábrica en alcornoque de gran envergadura y con rama tronchada. Las heridas generadas se impregnan sin homogeneidad con pasta cicatrizante. Altura de descorche excesiva en los turnos precedentes. Respuesta desigual en los “santos” generados.
Imágenes : (1) de 13 octubre 2023, descorchado en mayo de 2023. (2) de 11 julio de 2024, repela en julio de 2024.

12 Alcornoque referencia 1

(1)(2)(3) los núcleos formados en la calva con impregnación parcial no progresan en el siguiente periodo vegetativo, continuando el lento cierre de la herida de saca mediante la progresión del frente periférico. Imágenes: (1) 13 enero 2024, (2) 5 noviembre 2023, (3) 5 septiembre 2024.

12 Alcornoque referencia 1

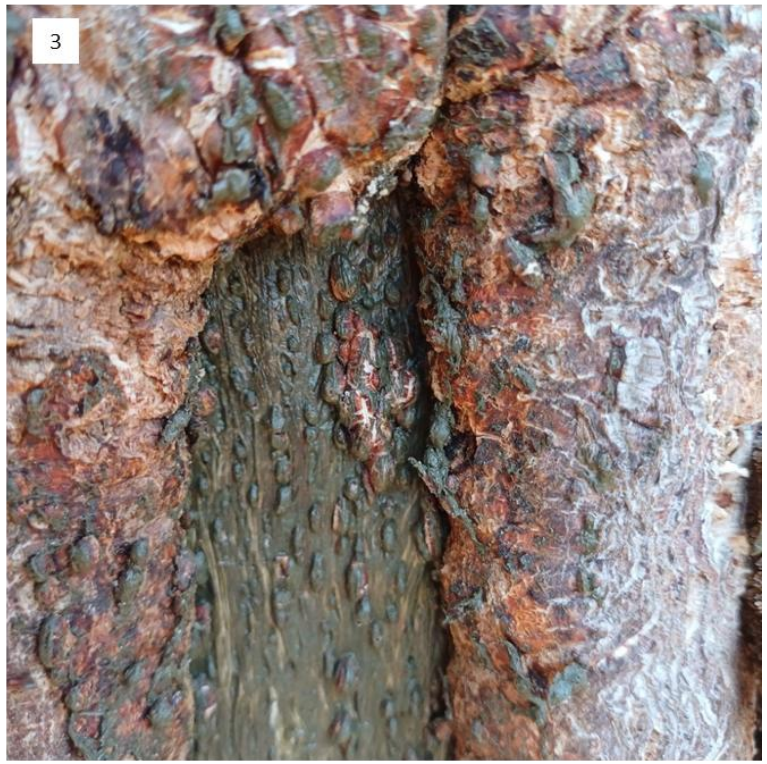


Se constituyó una línea axial de núcleos de generación de corcho sobre los radios del xilema siguiendo el paralelismo de las fibras .
Imágenes: (1) plano general con línea discontinua . (2) y (3) zona inferior. (4) y (5) parte superior.

13 Alcornoque referencia 2

Alcornoque referencia 2. Cornalvo
Desbornizado en primera quincena de mayo de 2023 con generación de santos posteriormente impregnados con pasta cicatrizante.
Respuesta generalizada con formación de núcleos de generación de corcho en todos los “santos” ocasionados.
El alcornoque presenta bifurcación a pie de fuste que no se saca. Parte del bornizo quedó sin recoger.
Imágenes (1) y (2) de 25 noviembre 2023.

13 Alcornoque referencia 2

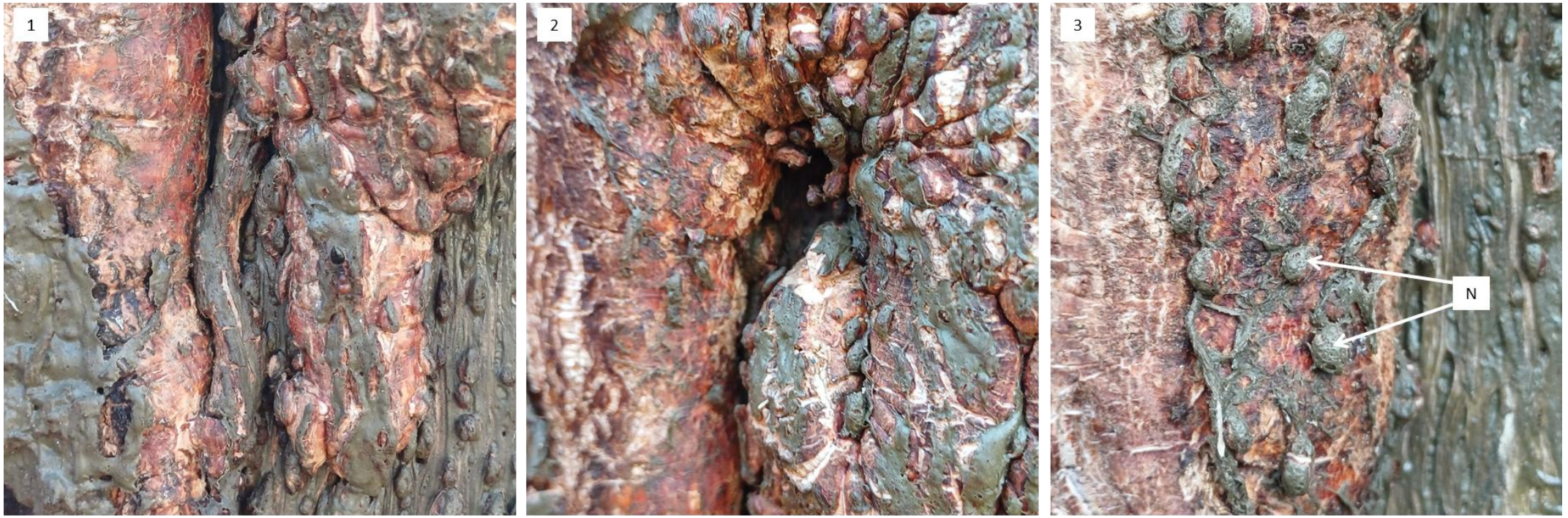


Aunque la existencia de núcleos de formación de corcho sobre los radios del xilema que quedan al descubierto por el desprendimiento de la capa madre es considerable, en la calva impregnada homogéneamente con pasta cicatrizante, no se aprecia evolución de los mismos en el siguiente período de mayor actividad vegetativa, lo que contrasta con la evidente progresión del frente periférico en este joven alcornoque.
Imágenes: (1) de 20 de noviembre de 2023. (2) y (3) de 6 de octubre de 2024

13 Alcornoque referencia 2

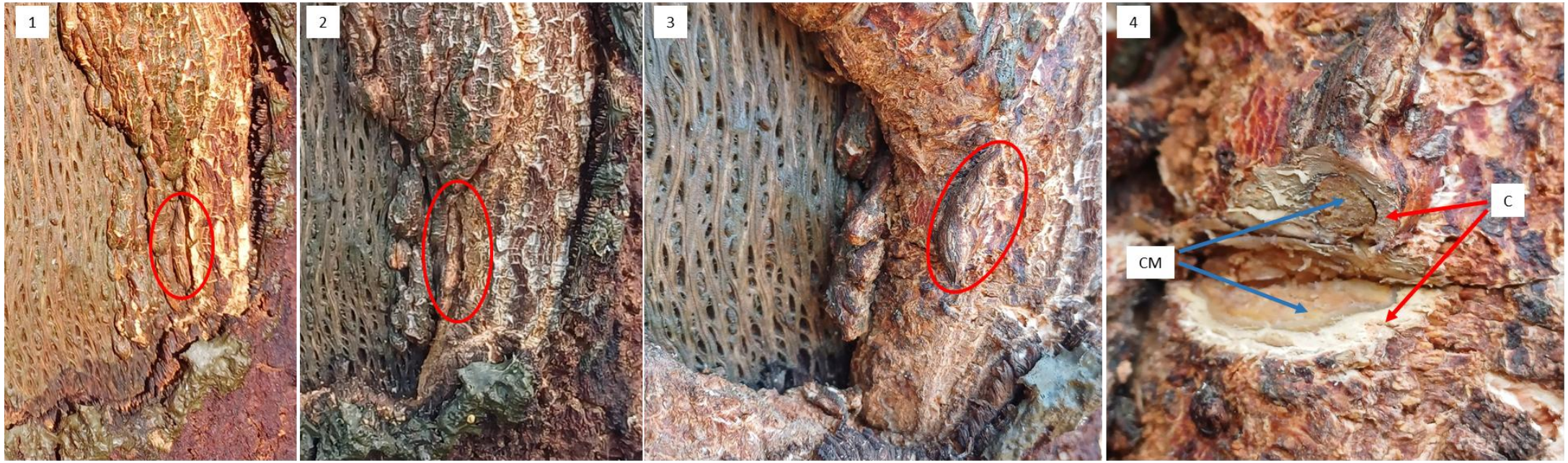
La progresión en el cierre de la herida, calva, es manifiesta en la zona que presenta continuidad del tejido desde la periferia, manteniéndose sin avance en los núcleos generados sobre los radios del xilema que surgieron en el mismo periodo de actividad vegetativa en que se realizó el desbornizado, mayo de 2023.
Imágenes: (1) de 25 de noviembre de 2023. (2) y (3) de 6 de octubre de 2024

13 Alcornoque referencia 2



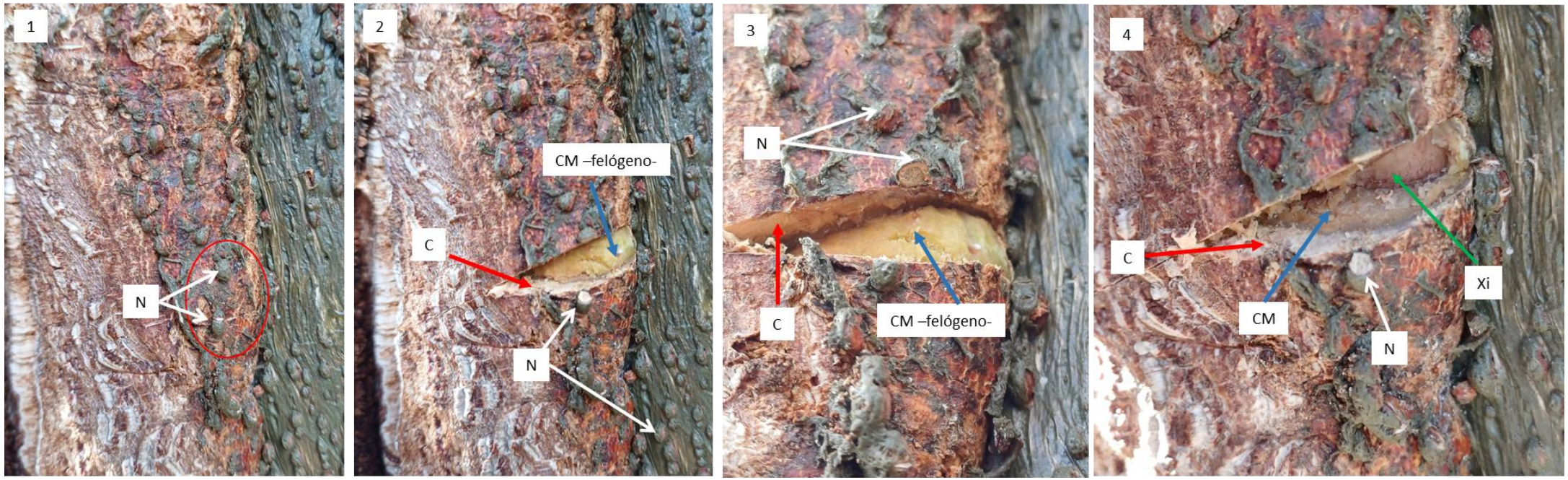
Los núcleos de generación de corcho formados sobre los radios del xilema durante la etapa vegetativa en que se llevó a cabo la temprana saca, mayo de 2023, al ser alcanzados por el frente del cierre de la calva pueden ser desprendidos por el mismo, hecho que conllevaría formación de tejidos bajo ellos.
Código: (N) núcleos. Imágenes: (1) y (2) de 9 de septiembre de 2024. (3) de 6 de octubre de 2024.

13 Alcornoque referencia 2



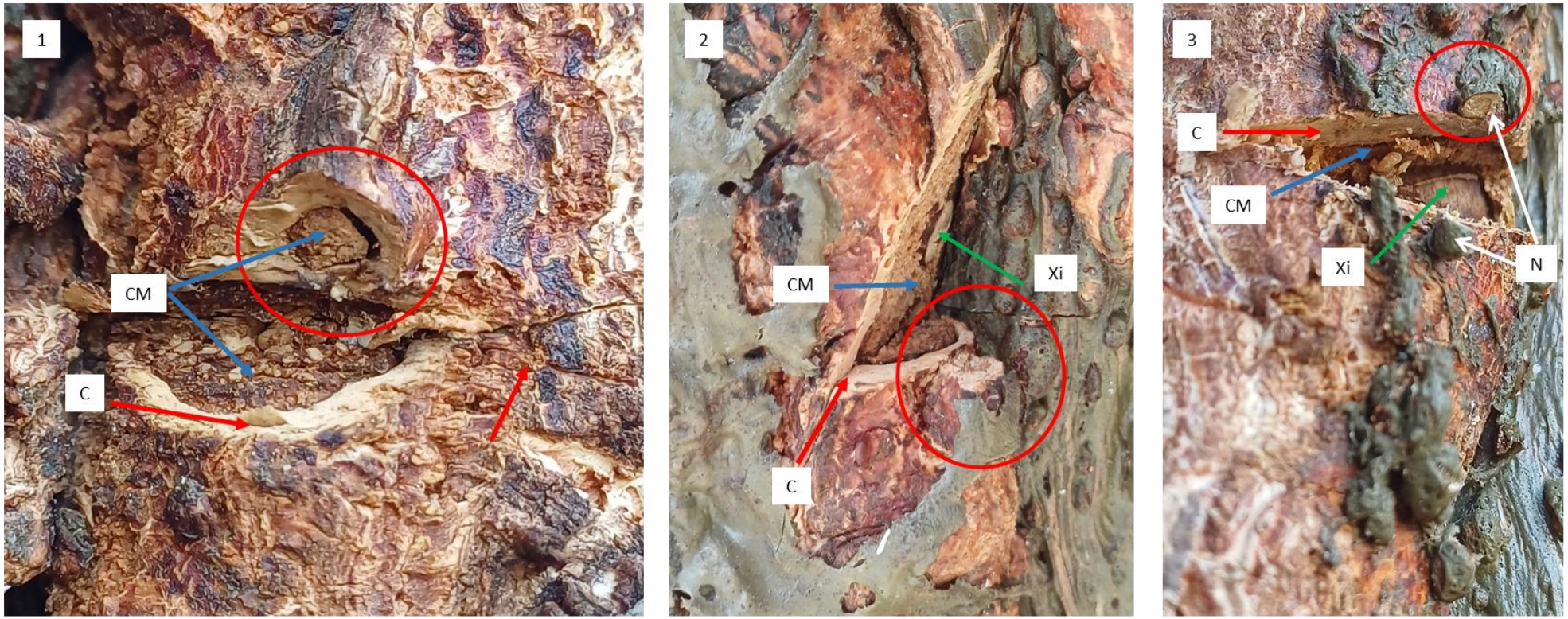
La sección practicada en uno de los núcleos de corcho formados sobre los radios del xilema, tras ser desprendido por el frente del cierre de la calva en la siguiente estación con actividad vegetativa (1)(2)(3) , muestra el corcho y la capa madre de mismo y, separado de él, los generados en el frente de cierre de herida sobre el que queda montado, (4).
Códigos : (C) corcho. (CM) capa madre. Imágenes. (1) de 25 noviembre de 2023, (2) de 18 mayo de 2024, (3) y (4) de 7 de octubre de 2024.

13 Alcornoque referencia 2



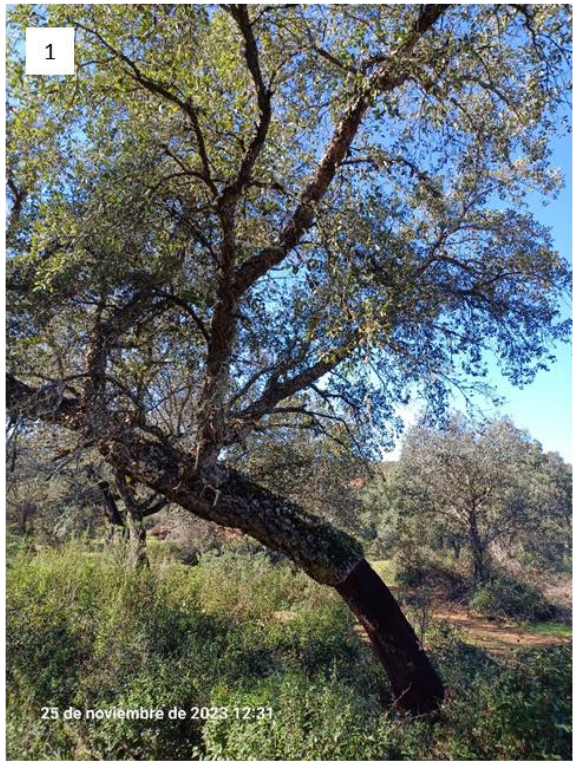
Los núcleos de formación de corcho generados sobre radios del xilema expuesto por desprendimiento de la casca, en la saca del bornizo realizada en mayo de 2023, son desprendidos e incorporados al frente del cierre de la herida en la siguiente etapa de máxima actividad vegetativa, primavera-verano de 2024.
Códigos : (C) corcho. (CM) capa madre. (N) núcleo. (Xi) xilema. Imágenes : (1) (2) (3) y (4) de 10 de octubre de 2024.

13 Alcornoque referencia 2



Las secciones practicadas en el frente del cierre perimetral de las calvas incorporando núcleos desprendidos de formación de corcho sobre los radios del xilema, tras su exposición a las condiciones ambientales, permiten disponer de contrastes en los tejidos que facilitan su delimitación. (1) sólo se aprecia corcho y capa madre. (2) y (3), corcho, capa madre y xilema.
Códigos : (C) Corcho. (CM) capa madre.(N) núcleo. (Xi) xilema. Imágenes : (1) (2) y (3) de 10 de octubre de 2024.

14 Alcornoque referencia 3



Alcornoque referencia 3. Cornalvo
Descorche de bornizo en mayo de 2023 con generación de santos posteriormente impregnados con pasta cicatrizante.
Escasa, casi nula, respuesta en la formación de núcleos de formación de corcho sobre el xilema expuesto.
Imágenes : (1) y (2) de 25 de noviembre de 2023

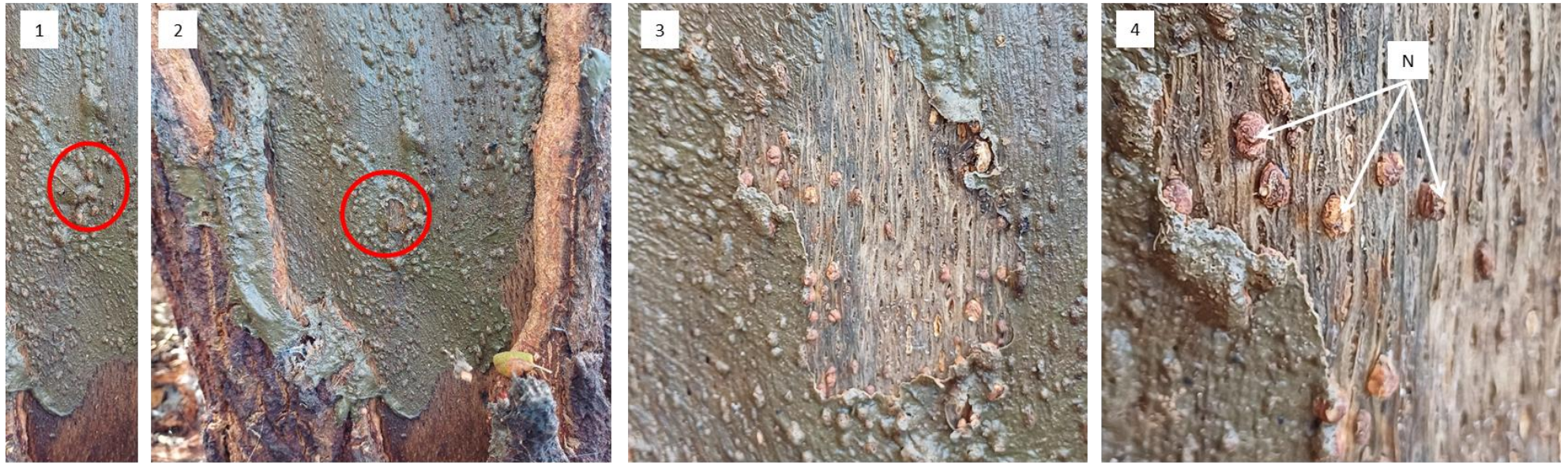
14 Alcornoque referencia 3

De forma poco cuidadosa las dos calvas producidas en el desbornizado son impregnadas con pasta cicatrizante dejando áreas sin cubrir.
Imágenes (1), (2), (3) y (4) de 25 de noviembre de 2023.

14 Alcornoque referencia 3

El cierre del santo prosigue siguiendo la línea perimetral a un ritmo notablemente inferior en relación con la referencia anterior, alcornoque 2 .
Los núcleos de formación de corcho en los radios del xilema expuesto son incipientes y escasos, exclusivos de la zona impregnada, sin que muestren crecimiento en la siguiente etapa de mayor actividad vegetativa, primavera-verano del 2024, al igual que en los demás alcornoques de referencia.
Imágenes : (1), (2), (3) y (4) de 5 de septiembre de 2024.

14 Alcornoque referencia 3



Los discretos abultamientos que se apreciaban en la impregnación de cicatrizante aplicado en la calva producida por el desprendimiento de la capa madre procedían de los núcleos (N) de formación de corcho que se generaron en alguno de los radios del xilema, ausentes en las áreas no impregnadas.
Imágenes : (1), (2), (3) y (4) de 10 de octubre de 2024.

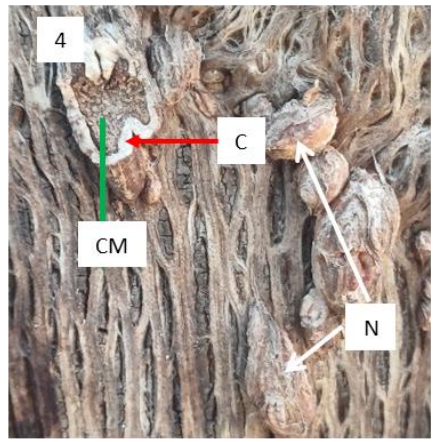
15 Alcornoque referencia 4

Alcornoque referencia 4. Cornalvo.
Saca de corcho fábrica en mayo de 2023. Impregnación muy tenue, o sin impregnación, de heridas, calvas, por desprendimiento y extracción de la casca
Imágenes : (1) 13 enero de 2024. (2) 9 junio de 2024.

15 Alcornoque referencia 4

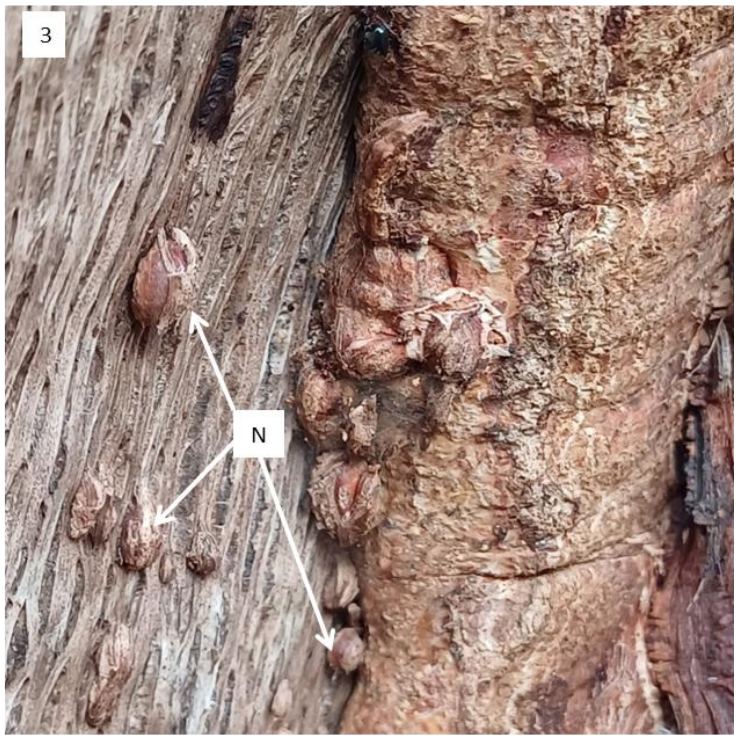
Heridas de descorche por desprendimiento y arranque de la capa madre durante la saca de mayo de 2023.
Imágenes : (1) y (3) 27 noviembre 2023. (2) y (4) 29 agosto 2024

15 Alcornoque referencia 4



Los núcleos de corcho eventualmente generados tras la saca en algunos radios del xilema suelen quedar latentes en el siguiente ciclo vegetativo donde, con el tiempo, serán alcanzados por el cierre de la herida en su avance centrípeto. (3) la coloración verde indicaría que hay células de la felodermis compatibles con clorénquimas .
Códigos : (C) Corcho. (CM) capa madre. (N) núcleo. Imágenes (1), (2) y (3) de 6 febrero 2024. (4) y (5) de 25 agosto 2024.

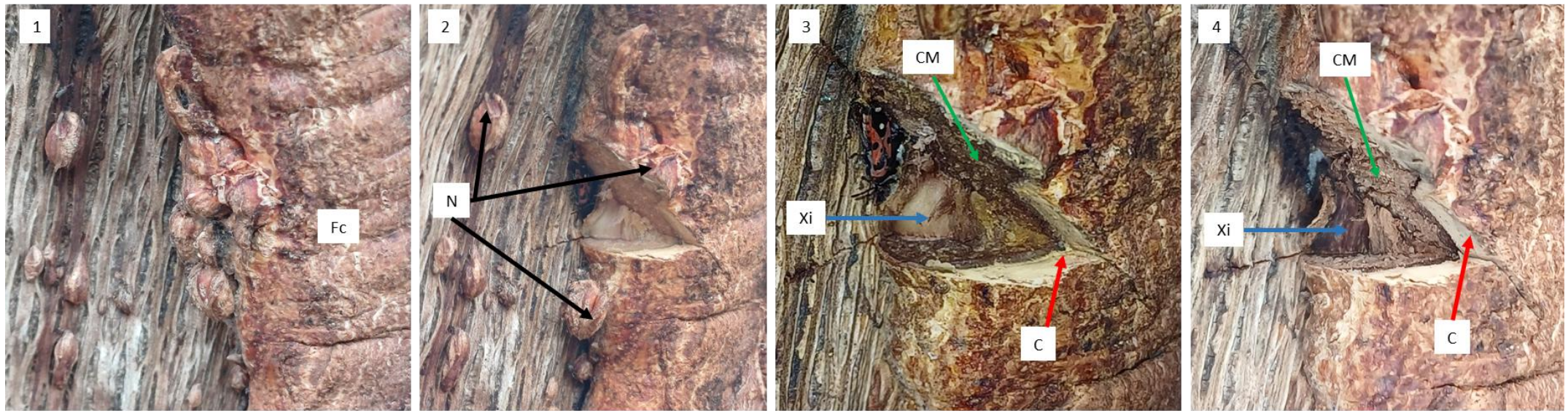
15 Alcornoque referencia 4



(1)(2)(3) el avance perimetral del cierre de heridas provocadas por un mal descorche puede arrastrar a los núcleos de formación de corcho eventualmente generados en los radios el xilema expuesto, núcleos que no suelen progresar tras la primera ralentización-parada de la actividad estacional del felógeno debido a las limitaciones impuestas por la sequedad de su entorno que impide llegar las necesidades nutricionales y de humedad requeridas por los meristemos.

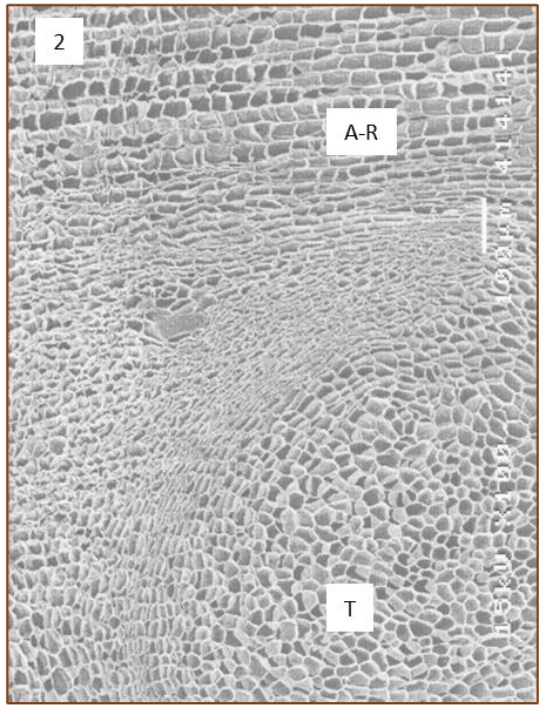
Códigos : (Fc) frente de cicatrización. (N) núcleos. Imágenes: (1) 27 abril. (2) 21 julio.(3) 30 de agosto, todas de 2024.

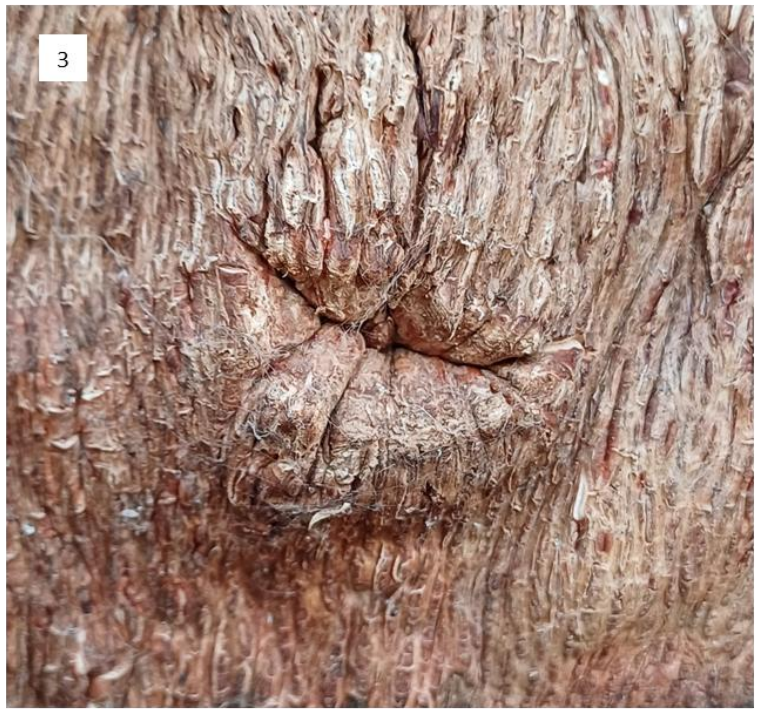
15 Alcornoque referencia 4



(2)(3)(4) la sección practicada en el frente de avance tangencial del cierre de la calva producida durante la saca de mayo de 2023, en la zona que alcanza los núcleos generados en el xilema (1), muestra que comparten la capa madre y hay continuidad del corcho envolvente.
Códigos : (C) corcho. (CM) capa madre. (Fc) frente de cicatrización. (N) núcleo. (Xi) xilema activo Imágenes: (1), (2) y (3) de 15 octubre 2024. (4) de 19 octubre 2024.

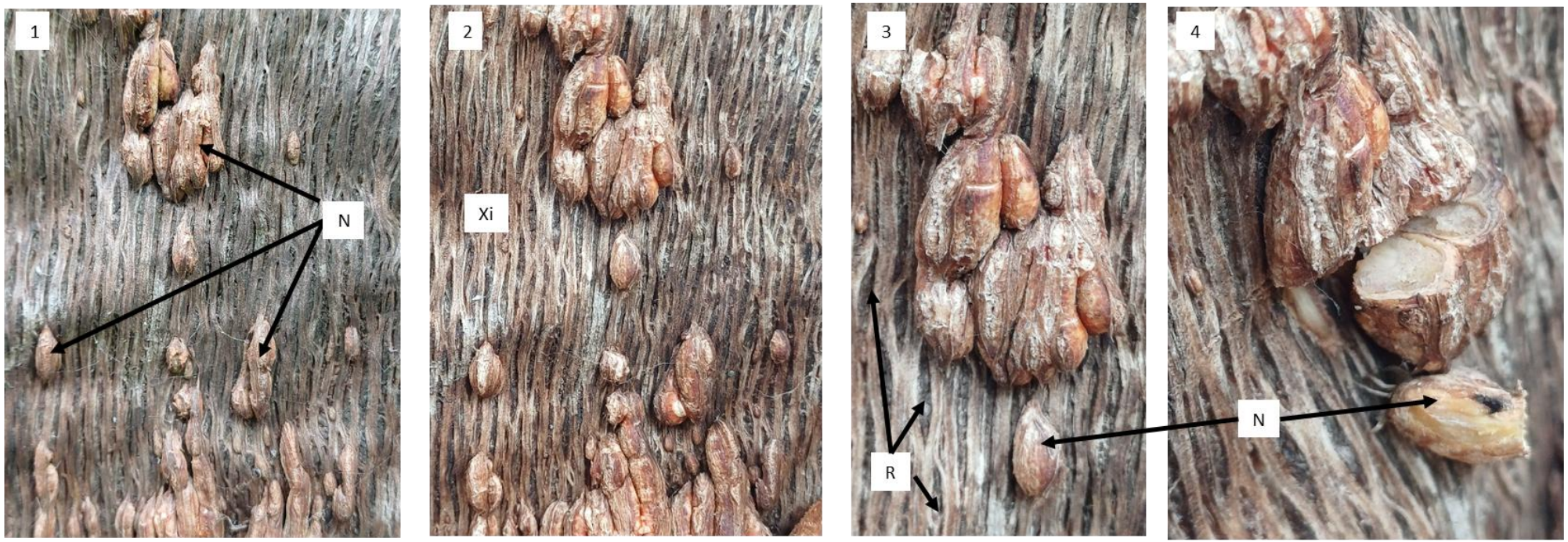
15 Alcornoque referencia 4





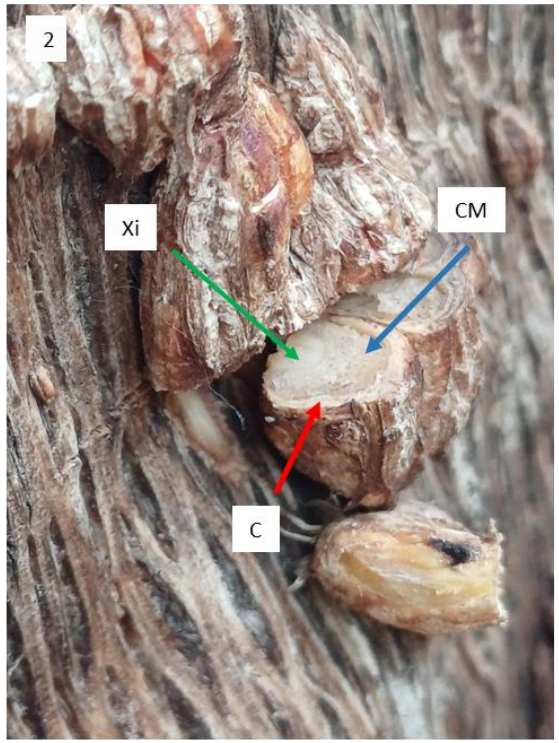
(1) (3) la confluencia de los frentes del cierre de heridas puede provocar curiosidades como la de la figura (2), obtenida con microscopio electrónico de barrido – MEB-, donde en un mismo plano hay perfiles de células de corcho en corte tangencial (T) colapsando con otras células de corcho en corte axial-radial (A-R), es decir, en planos de crecimiento ortogonal.
Códigos de crecimiento: (A-R) axial-radial. (T) tangencial. Imágenes: (1) de 18 de mayo de 2024 y (3) de 15 octubre de 2024
Nota :La muestra de corcho donde se obtuvo la imagen de SEM no se corresponde con las del cierre de la herida aquí mostradas.

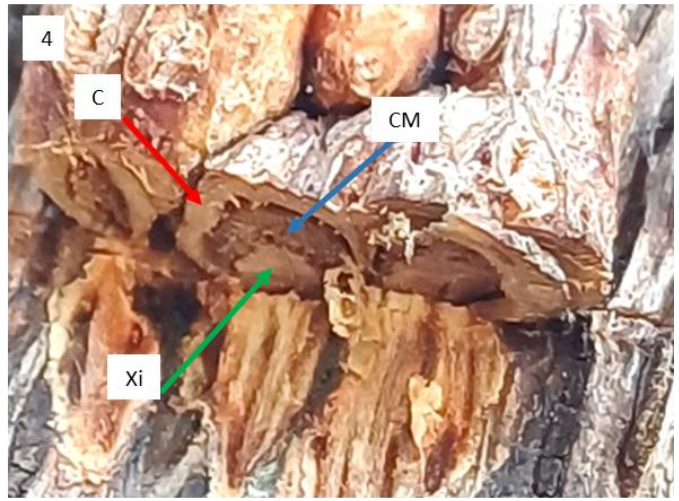
15 Alcornoque referencia 4

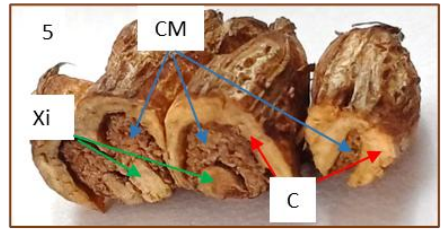


(4) la sección practicada en núcleos de corcho generadores directamente sobre el xilema (1)(2)(3), descubierto por el desprendimiento de la casca en la saca de mayo de 2023, no han tenido progresión en el siguiente periodo de máxima actividad vegetativa, aunque mantienen los tejidos internos con humedad, insuficiente en este caso como para continuar la actividad del felógeno. Códigos : (N) núcleo. (R) radio, (Xi) xilema . Imágenes: (1) 13 enero de 2024. (2),(3) y (4) de 15 de octubre de 2024.

15 Alcornoque referencia 4



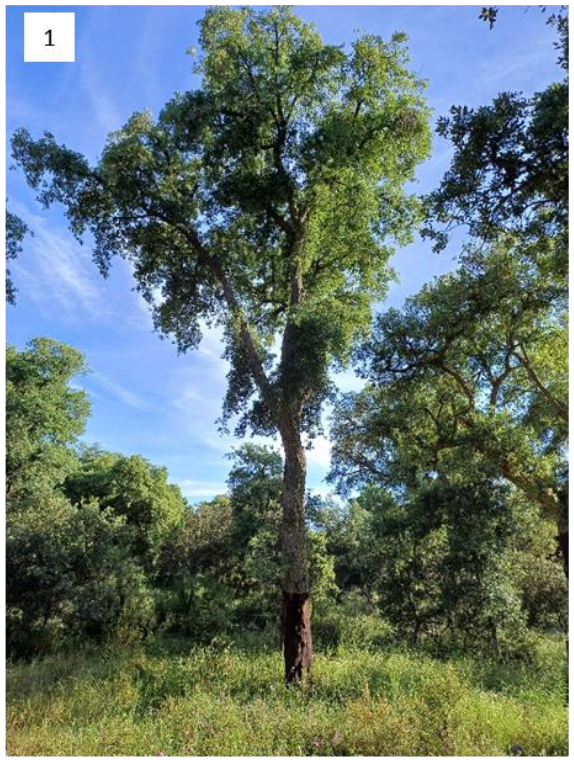




Códigos : (C) corcho. (CM) capa madre. (R) radio. (Xi) xilema activo.
Imágenes : (1) y (2) 15 octubre. (3), (4) y (5) 17 octubre de 2024.

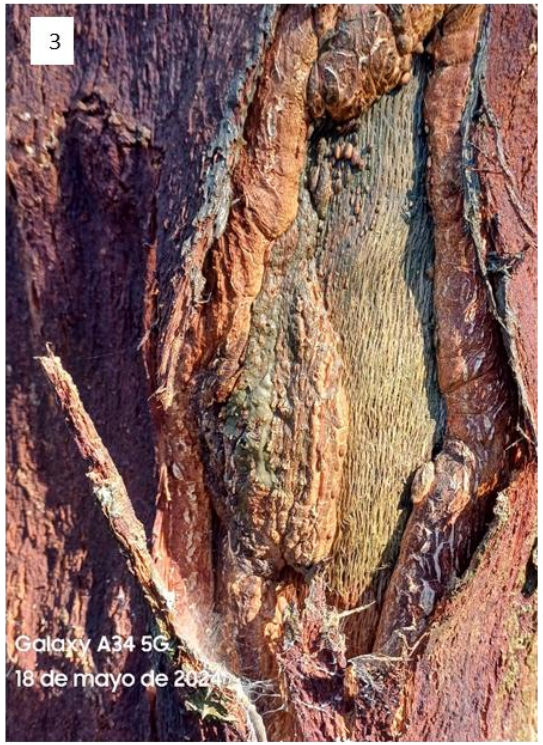
Las secciones practicadas, en el grupo de núcleos de corcho generados directamente sobre el xilema, con el paso del tiempo incrementan el contraste de los tejidos.

16 Alcornoque referencia 5



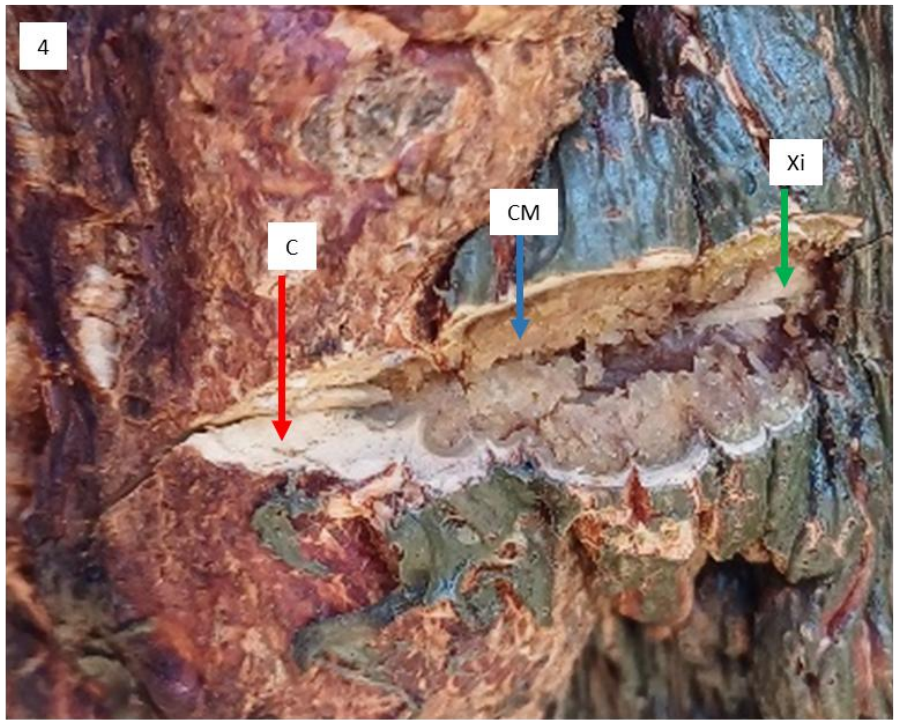
Alcornoque referencia 5. Cornalvo
Descorche de corcho fábrica - "*cortiça amadia*" en portugués- en mayo de 2023 con generación de santos posteriormente impregnados con pasta cicatrizante. Buena respuesta en la formación de núcleos de formación de corcho sobre el xilema expuesto, calvas.
Imágenes : (1) 7 de mayo de 2024. (2) 29 de junio de 2024.

16 Alcornoque referencia 5



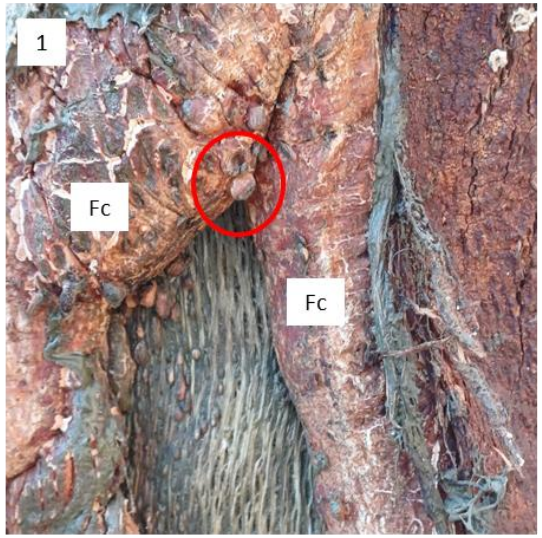
Heridas de descorche por desprendimiento y arranque de la capa madre durante la saca de mayo de 2023.
Imágenes : (1) y (3) 18 de mayo de 2024. (2) y (4) 10 octubre de 2024

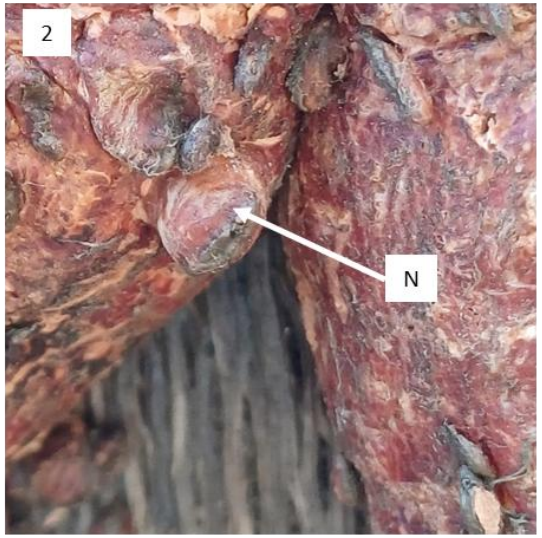
16 Alcornoque referencia 5

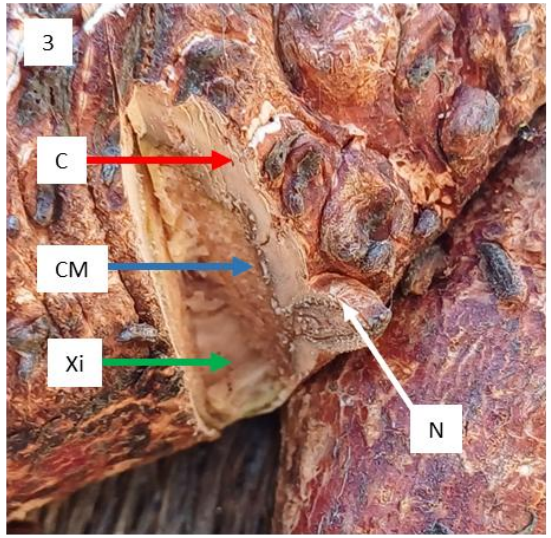


La sección practicada en el frente de avance del cierre de la herida, una vez alcanzados el conjunto de núcleos de formación de corcho sobre el xilema impregnado con pasta cicatrizante, muestra que hay continuidad de tejidos tanto de corcho como de capa madre; el nuevo xilema generado apenas es seccionado dada la profundidad del mismo
Códigos : (C) corcho. (CM) capa madre. (Fc) frente de cicatrización. (Xi) xilema activo Imágenes : (1) 10 octubre de 2024. (2), (3) y (4) 17 de octubre de 2024

16 Alcornoque referencia 5

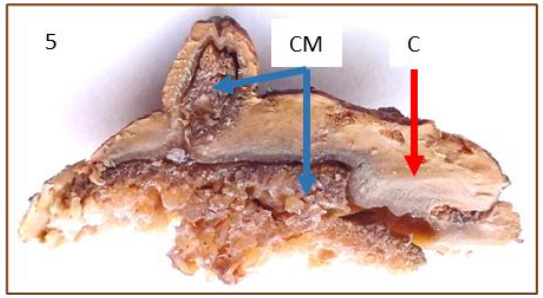




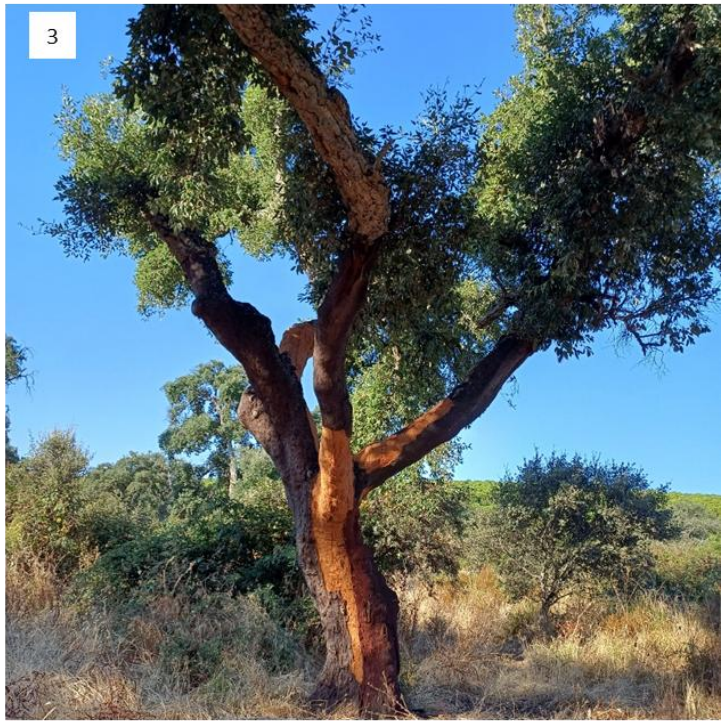


La sección practicada en el frente perimetral del cierre del santo afectando a un núcleo de generación de corcho formado sobre un radio del xilema, posteriormente desprendido e incorporado al frente de cierre (1)(2), muestra la continuidad del corcho manteniéndose la capa madre en riesgo de estrangulamiento (3) a (7).

Códigos : (C) corcho. (CM) capa madre. (Fc) frente de cicatrización. (Xi) xilema activo. (N) núcleo. Imágenes: (1) a (5) de 10 de octubre. (6) de 15 de octubre . (7) de 17 de octubre, todas de 2024

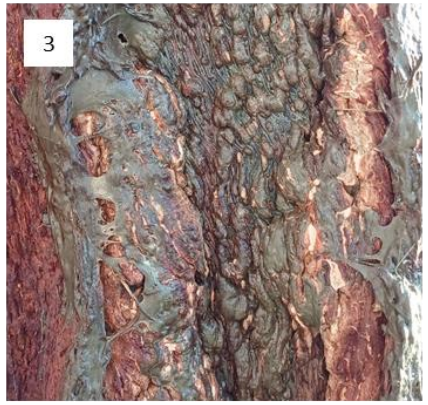


17 Alcornoque referencia 6

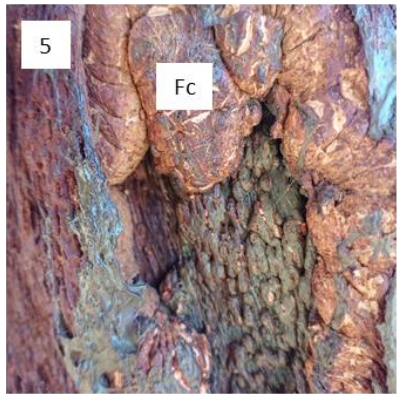


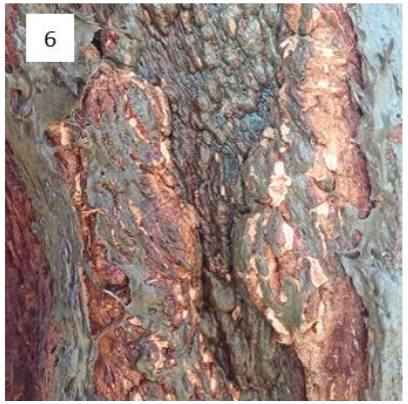
Alcornoque referencia 6. Cornalvo
(1) descorche incompleto de corcho fábrica durante mayo de 2023, alcornoque podado en 2020.
Herida de área pequeña por desprendimiento de la casca, calva – santo-, impregnada con pasta cicatrizante.
(2)(3) repela incompleta en julio de 2024 dejando parte del corcho sacado, *delgadinha*, sin recoger.
Imágenes : (1) 18 mayo . (2) 21 julio. (3) 1 septiembre. Todas de 2024

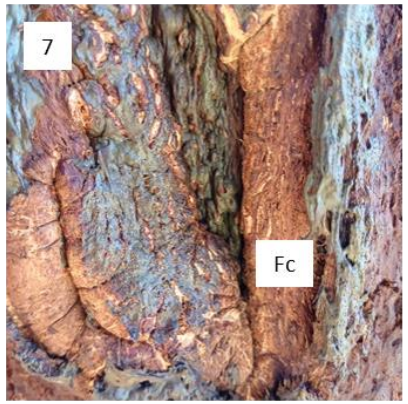
17 Alcornoque referencia 6



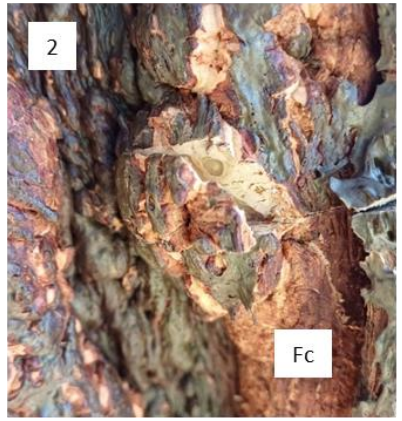
Evolución del cierre de herida, calva, con núcleos de formación de corcho bajo la impregnación aplicada
Códigos: (N) núcleo. (Fc) frente de cicatrización
Imágenes : (1), (2), (3) y (4) de 18 de mayo.(5), (6), (7) y (8) de 17 octubre, todas de 2024

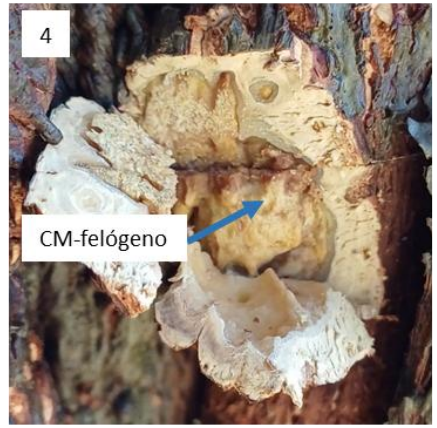






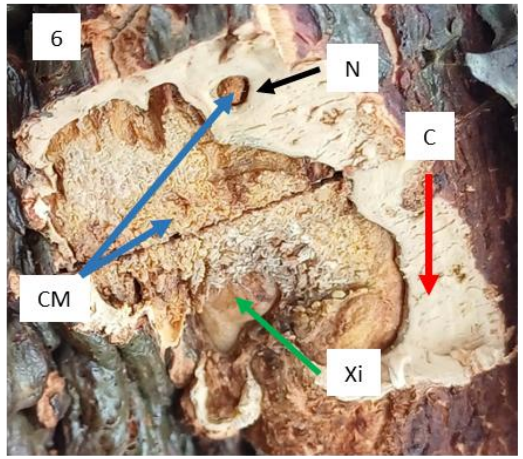
17 Alcornoque referencia 6



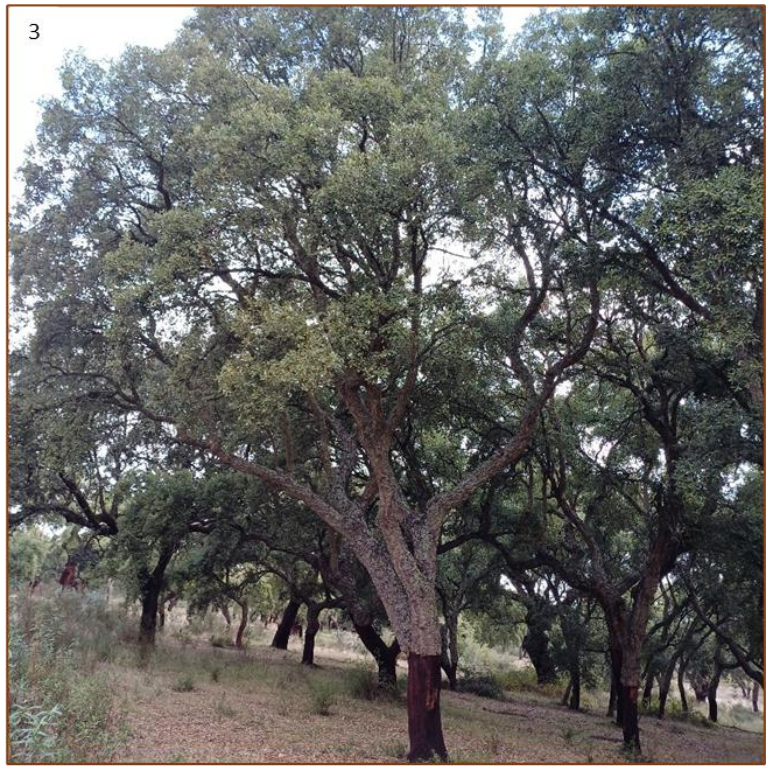


La sección practicada en el frente de avance tangencial del cierre de la calva producida durante la saca de mayo de 2023, en la zona que alcanza núcleos generados en el xilema, muestra que comparten la capa madre, aunque uno de ellos queda aislado pero con continuidad del corcho envolvente. Aspecto esponjoso de la casca, capa madre.

Códigos : (C) corcho. (CM) capa madre. (Fc) frente de cicatrización. (N) núcleo aislado. (Xi) xilema activo Imágenes: (1), (2), (3) y (4) de 17 octubre. (5) y (6) de 19 octubre. (7) 24 octubre, 2024.



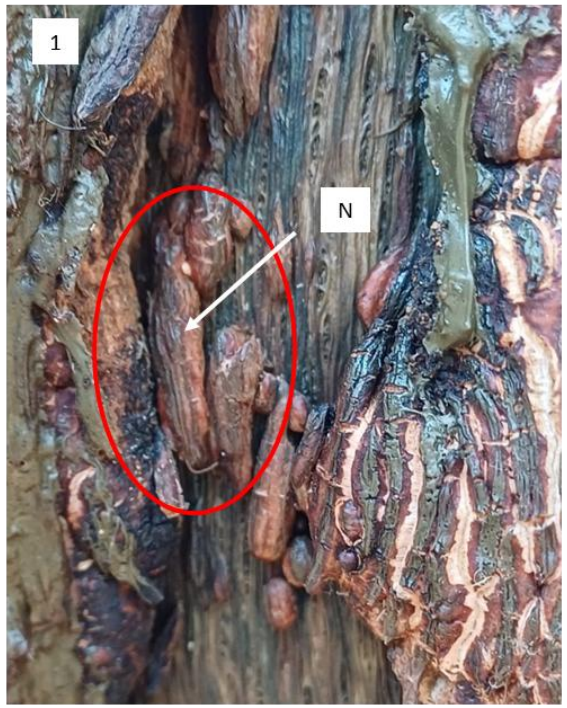
18 Alcornoque referencia 7

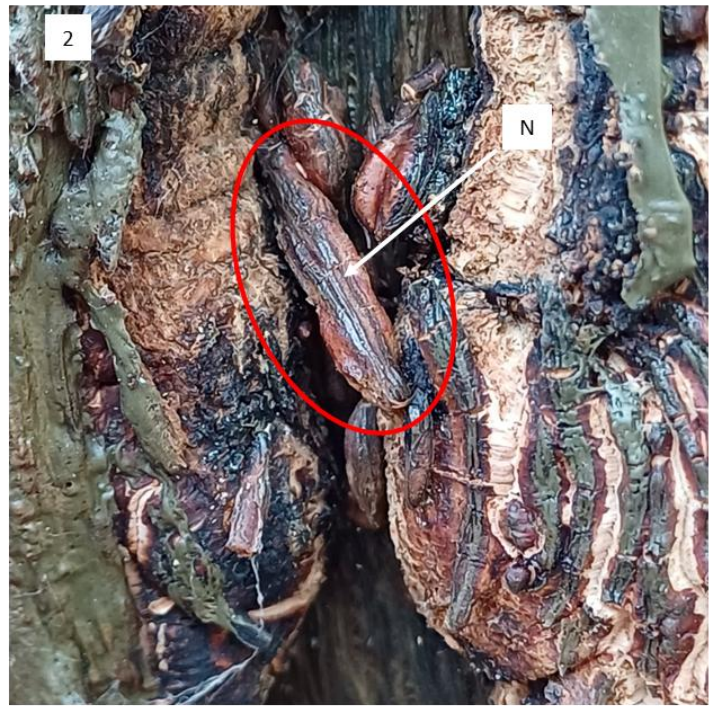


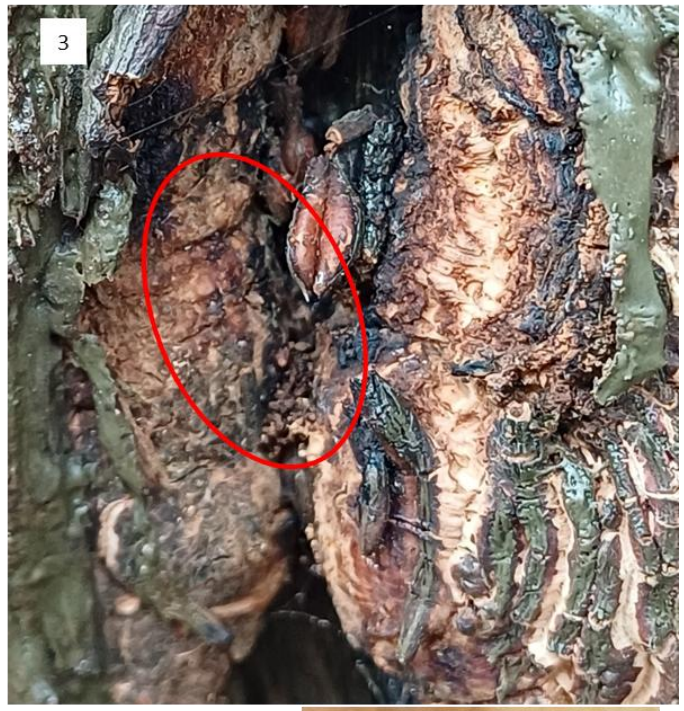
Alcornoque referencia 7. Cornalvo

En el descorche de corcho fábrica durante mayo de 2023 se provoca una extensa calva por arranque de la casca. Excelente cicatrización donde los núcleos de formación de corcho sobre los radios del xilema que son alcanzados por los frentes de cicatrización son desprendidos y sobre los que hemos realizado las tomas de las muestras siguientes. Imágenes : (1) y (2) 24 octubre. (3) 26 octubre de 2024

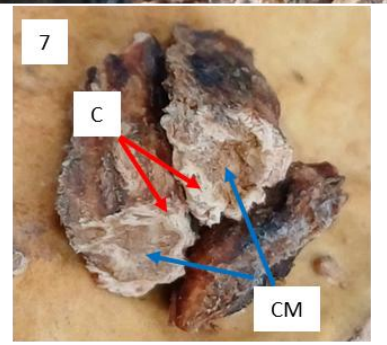
18 Alcornoque referencia 7



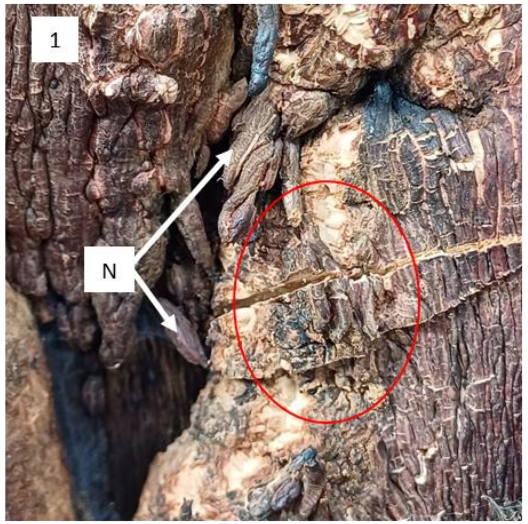


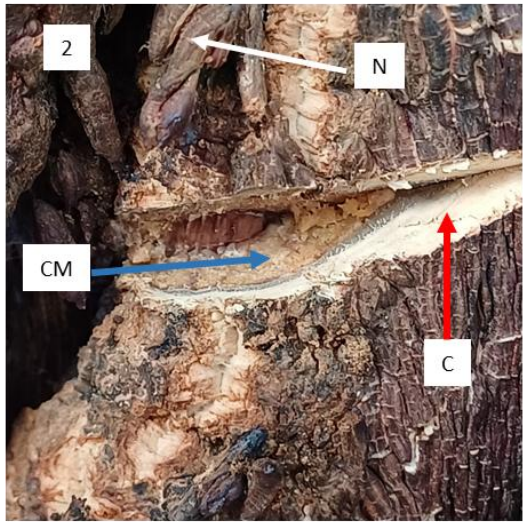


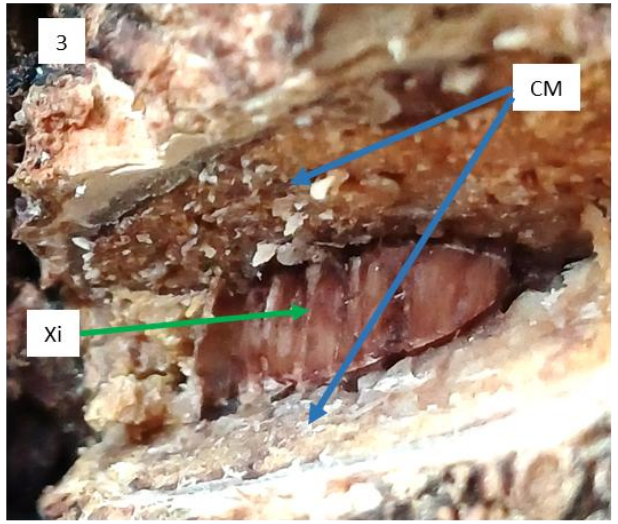
(1)(2)(3) el avance del frente periférico del cierre del santo desprende el núcleo generado en los radios del xilema y no lo incorpora al mismo
Códigos : (C) corcho. (CM) capa madre. (N) núcleo. Imágenes : (1) 29 junio. (2) 5 septiembre. (3) a (7) 24 octubre, todas de 2024. Cornalvo



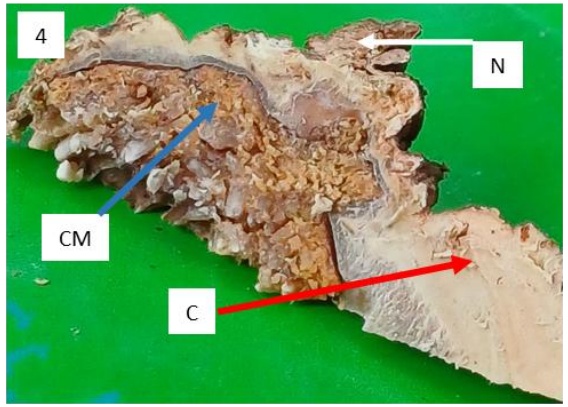
18 Alcornoque referencia 7



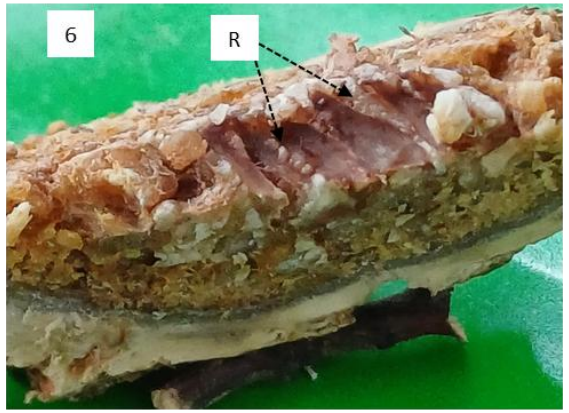




(1)(2) los núcleos de formación de corcho generados sobre el xilema cuando no son integrados en el frente del cierre de la herida pueden ser desprendidos quedando adheridos al mismo mediante una débil unión; en otras ocasiones ni siquiera existe esta unión y corren el riesgo de quedar separados.
Códigos : (C) corcho. (CM) capa madre. (N) núcleo. (R) radio, límite de. (Xi) xilema. Imágenes : (1) a (6) 24 octubre, todas de 2024. Cornalvo

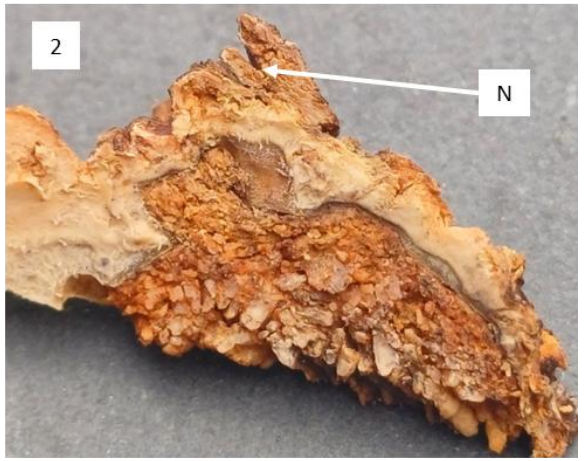


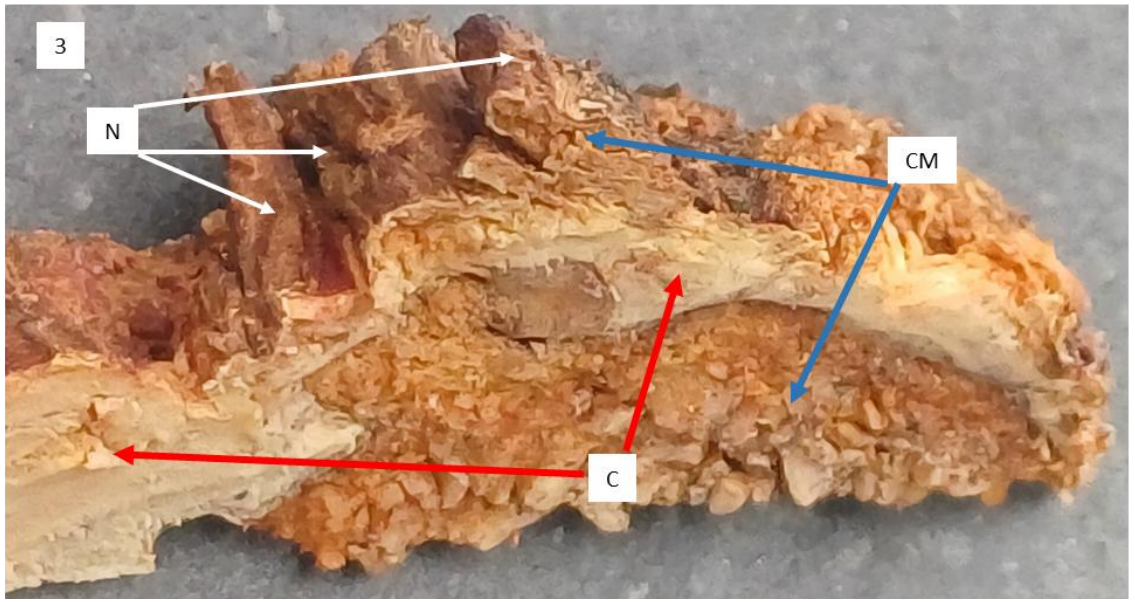
(4) (6) las células vivas de los radios del xilema presentan conexiones con las del floema.

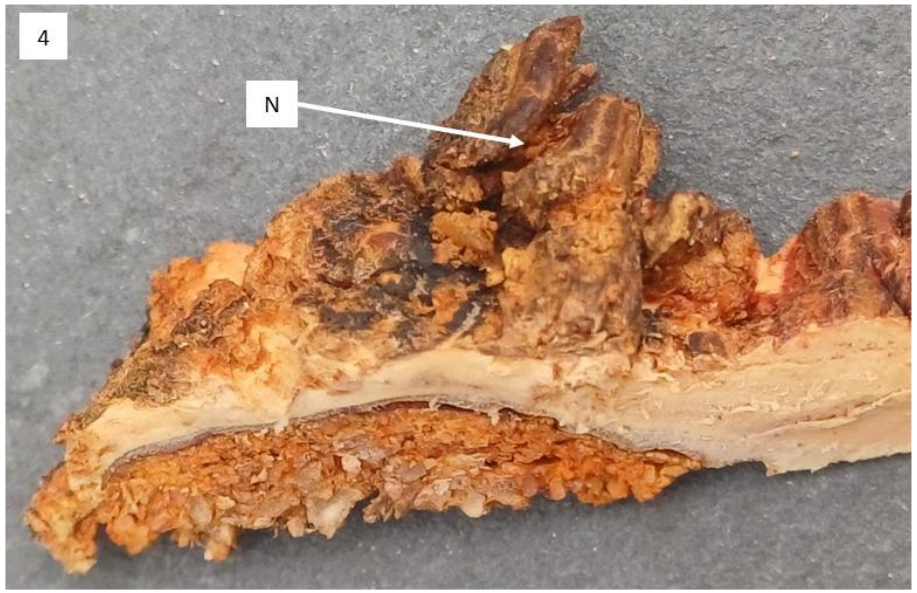


18 Alcornoque referencia 7

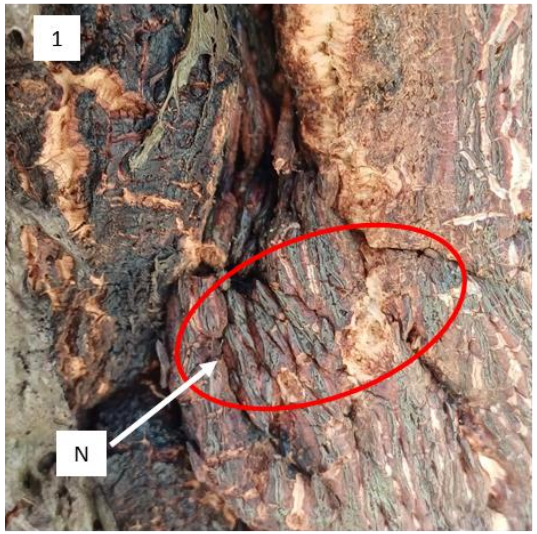
(1) al ser desprendidos los núcleos de generación de corcho sobre los radios del xilema, por el avance del frente de cierre del santo, quedan en su superficie con riesgo de separarse ante cualquier rozadura o eventual golpeo.
Códigos: (C) corcho. (CM) capa madre. (N) núcleos desprendidos.
Imágenes : (1) a (4) del 24 al 25 de octubre de 2024.
Descorche en mayo de 2023. Cornalvo.

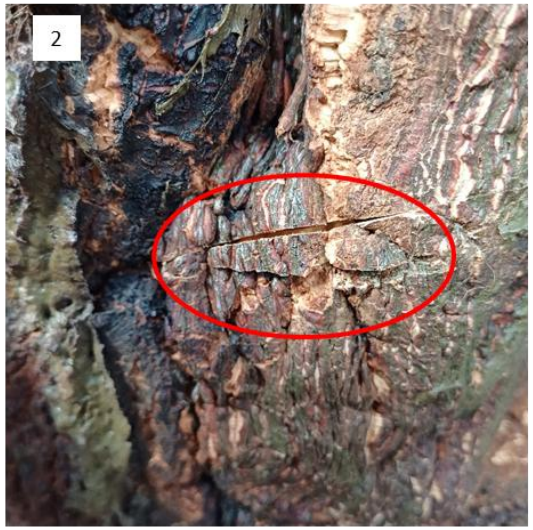


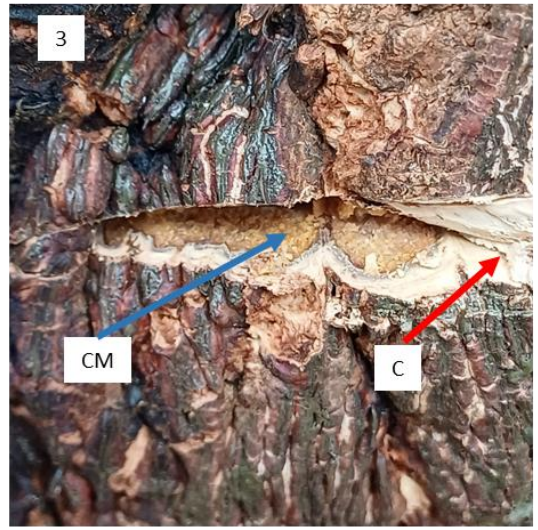


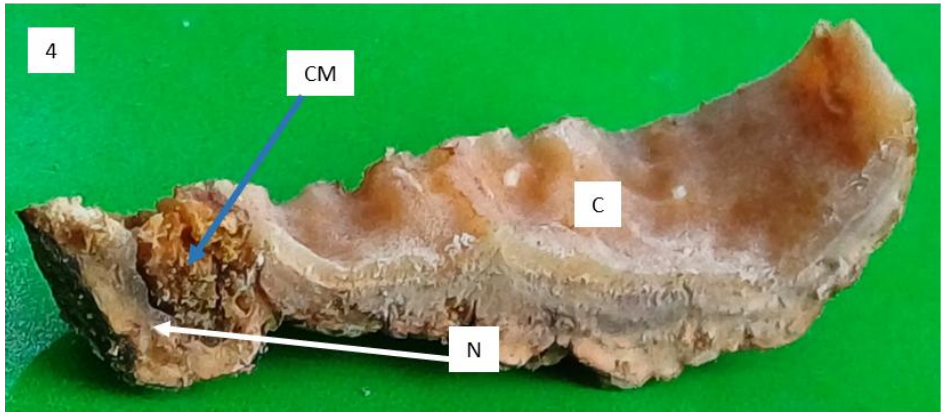


18 Alcornoque referencia 7







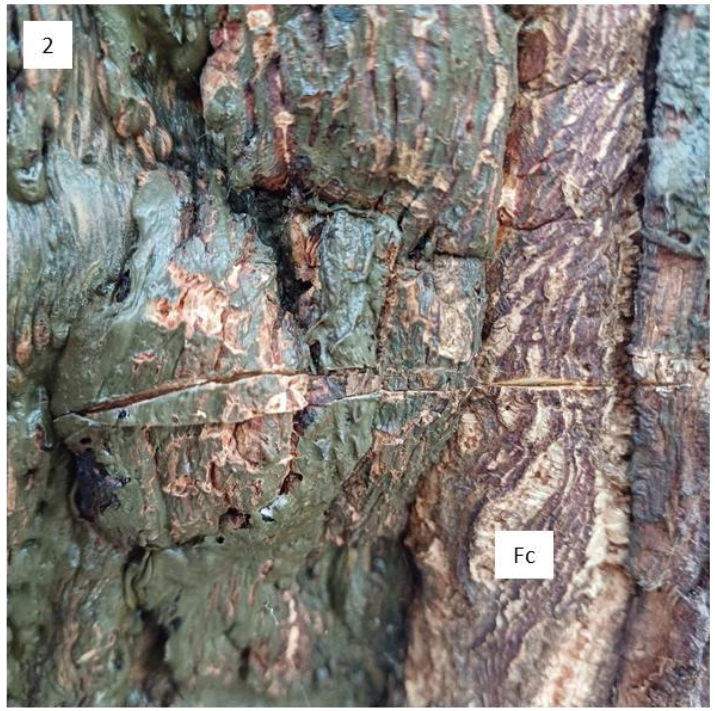


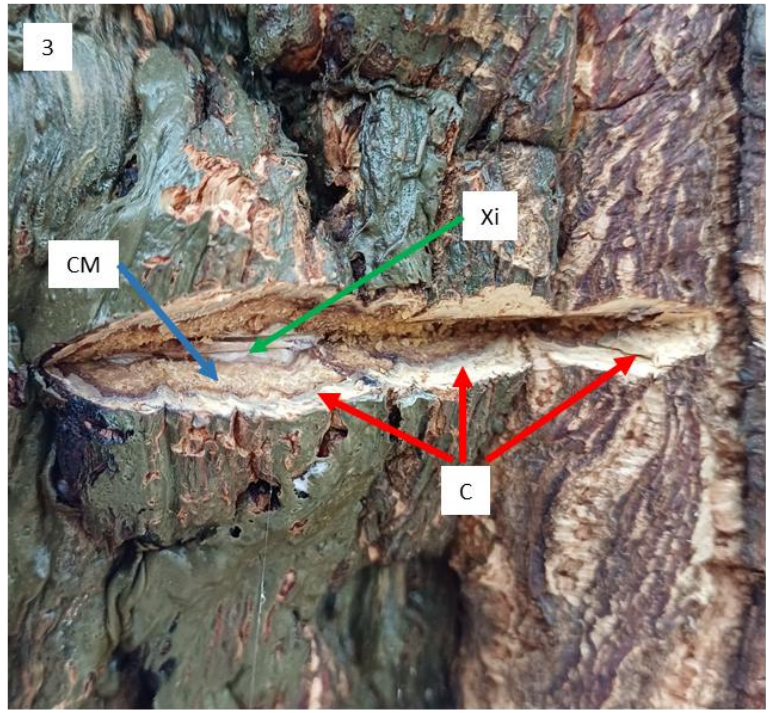
(1) al ser desprendido el núcleo de formación de corcho generado sobre radios del xilema, por el avance del cierre perimetral de la calva, acompaña al corcho envolvente la capa madre, sin que podamos concluir el grado de unión que mantendrá en el futuro con el frente de cicatrización.
Códigos: (C) corcho. (CM) capa madre. (N) núcleo.
Imágenes : (1) a (4) del 24 de octubre de 2024.
Descorche primera quincena de mayo de 2023. Cornalvo.

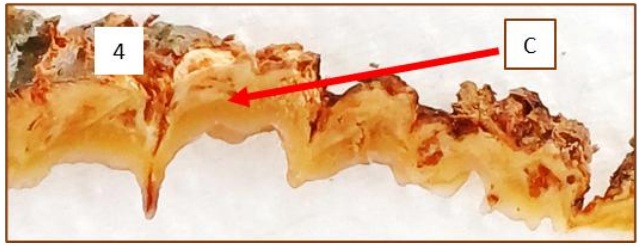
19 Alcornoque referencia 8

Alcornoque referencia 8. Cornalvo
(1) a (4) en el descorche de bornizo durante mayo de 2023 se provoca una extensa calva por arranque de la casca, con cicatrización desigual donde el beneficio de la impregnación, como primera barrera para la deshidratación del xilema expuesto, se hace notar al facilitar la aparición de la protección natural con generación de corcho directamente en la calva. Imágenes : (1) y (2) 27 julio. (3) y (4) 26 octubre, todas de 2024

19 Alcornoque referencia 8

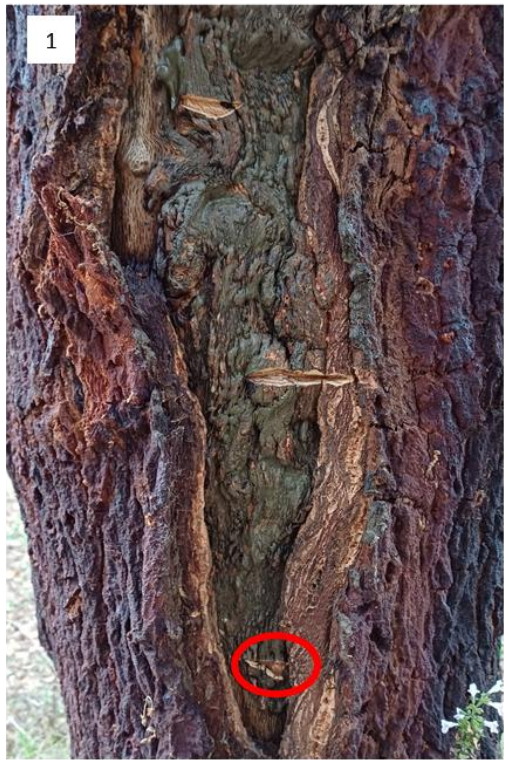


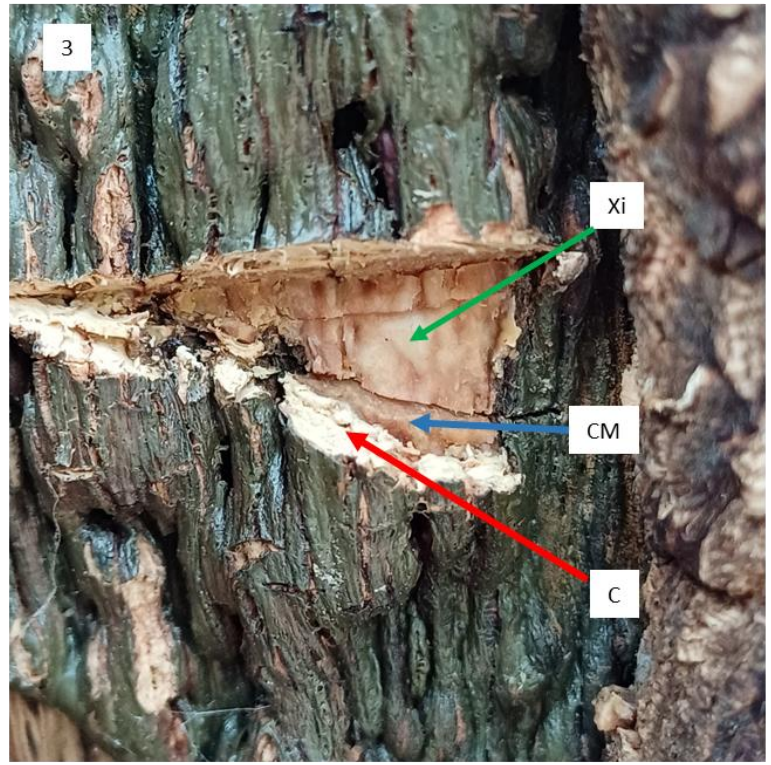




(1)(2)(3) la porción seccionada entre el frente periférico del cierre de la calva y el corcho generado directamente sobre la mismas muestra los diferentes tejidos que, con el tiempo, terminan presentando continuidad (4).
Códigos:(C) corcho. (CM) capa madre. (Fc) frente de cicatrización. (Xi) xilema.
Imágenes : (1) a (4) del 26 de octubre de 2024. Descorche en mayo de 2023. Cornalvo.

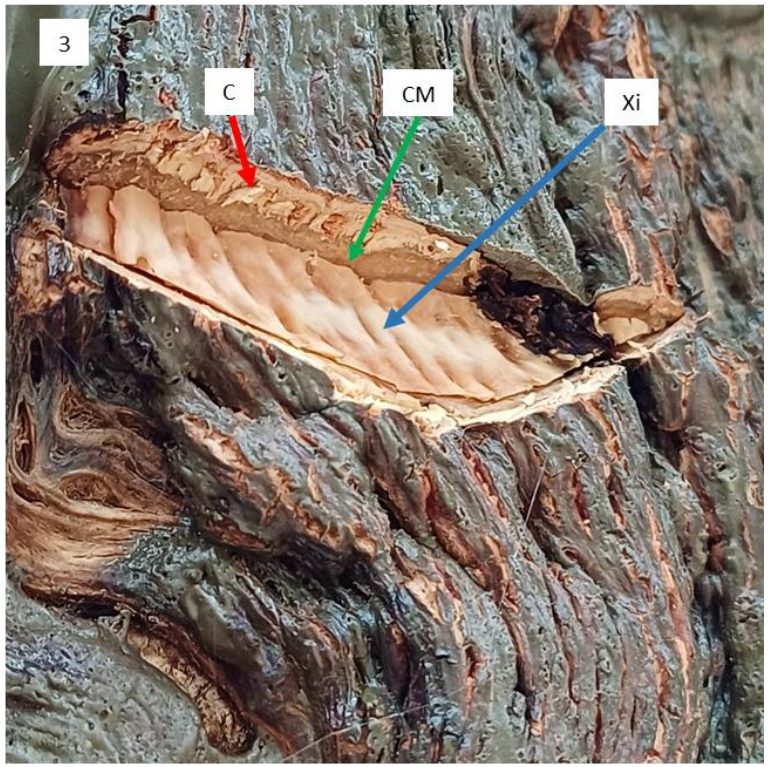
19 Alcornoque referencia 8





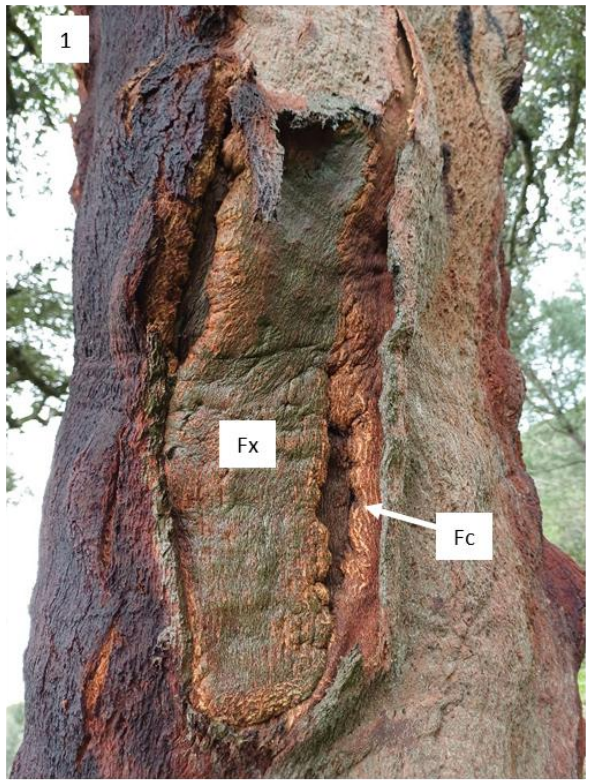
(1)(2)(3) la biopsia es del corcho generado directamente en el xilema, impregnado con pasta cicatrizante, y muestra la continuidad de los tejidos tanto de corcho como de capa madre.
Códigos:(C) corcho. (CM) capa madre. (Xi) xilema. Imágenes : (1), (2) y (3) de 26 de octubre de 2024. Descorche en mayo de 2023. Cornalvo.

19 Alcornoque referencia 8



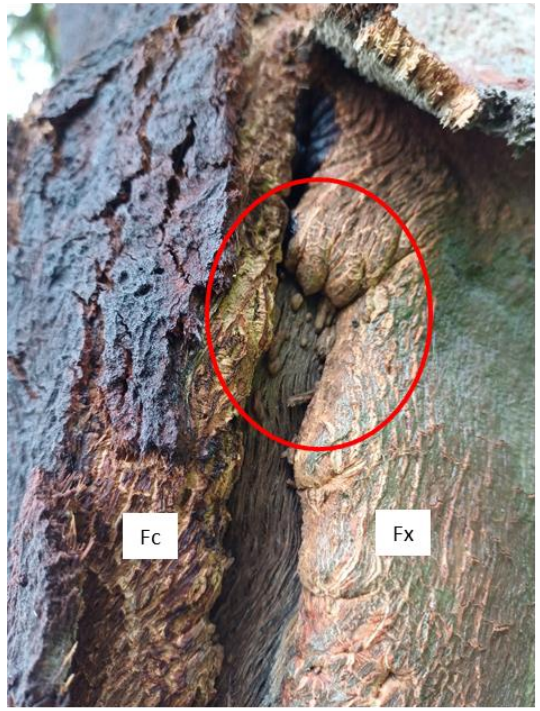
(1)(2)(3) la porción seccionada es del corcho generado directamente en el xilema, impregnado con pasta cicatrizante, y muestra la continuidad de los tejidos tanto de corcho como de capa madre y xilema. Códigos: (C) corcho. (CM) capa madre. (Xi) xilema. Imágenes : (1), (2) y (3) de 26 de octubre de 2024. Descorche en mayo de 2023. Cornalvo.

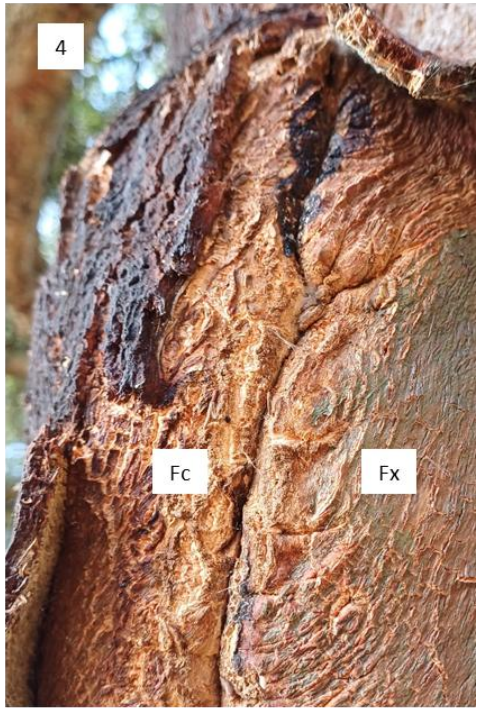
20 Alcornoque referencia 9



Alcornoque referencia 9. Cornalvo
En el descorche de corcho fábrica durante mayo de 2023 se provocan extensas calvas por arranque de la casca, en este caso con sorprendente cicatrización directamente en el xilema mediante un avance que supera ampliamente al del frente periférico
Códigos : (Fc) frente centrípeto de cicatrización, (Fx) frente de cicatrización sobre el xilema . Imágenes : (1) 13 enero. (2) 1 septiembre, las dos de 2024

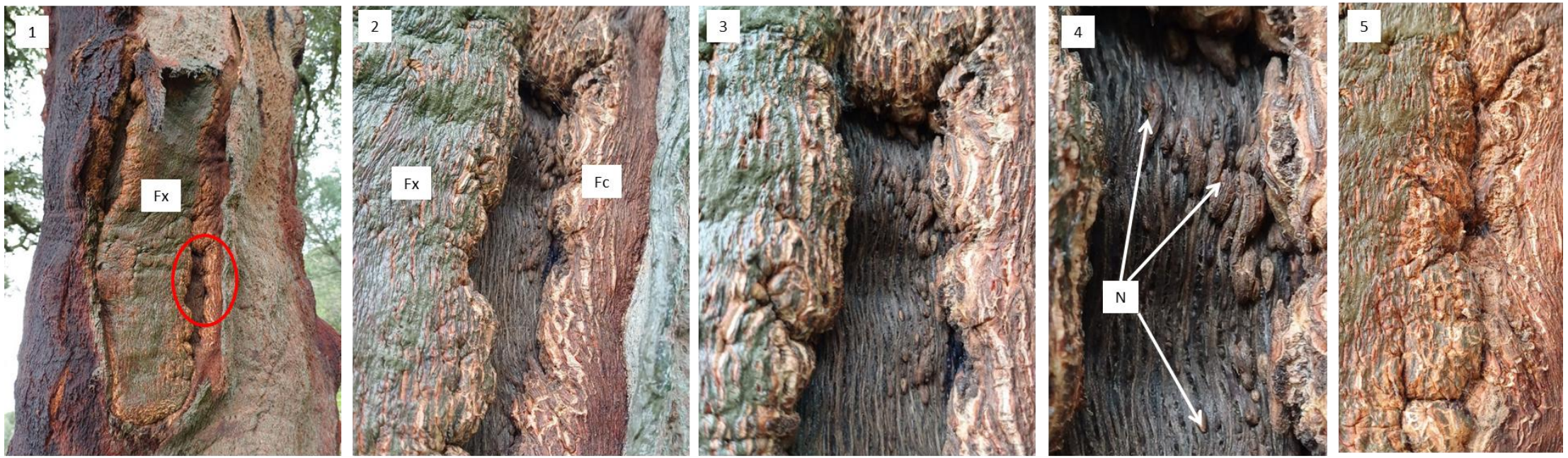
20 Alcornoque referencia 9





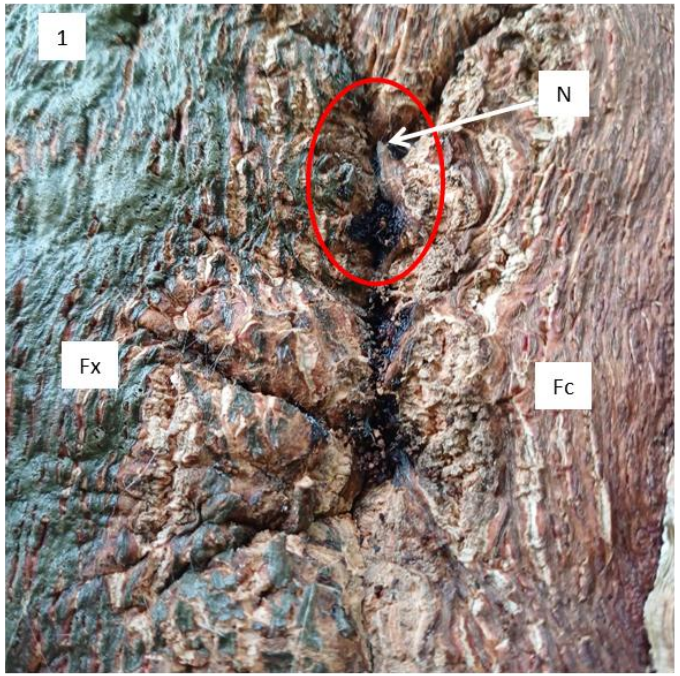
Alcornoque referencia 9. Cornalvo
En el descorche de corcho fábrica durante mayo de 2023 se provocan extensas calvas por arranque de la casca, en este caso con sorprendente cicatrización directamente en el xilema mediante un avance que supera ampliamente al del frente periférico
Códigos : (Fc) frente de cicatrización (Fx) frente del xilema. Imágenes : (1),(2) y (3) 13 enero. (4) 1 septiembre, todas de 2024

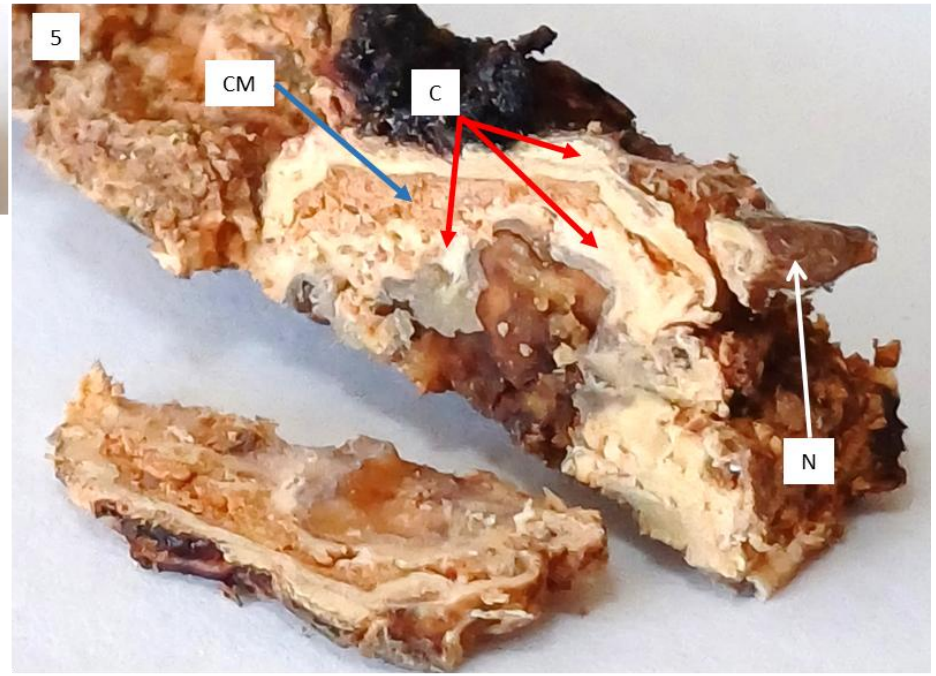
20 Alcornoque referencia 9



Alcornoque referencia 9. Cornalvo
(1) en el descorche de corcho fábrica durante mayo de 2023 se provocan extensas calvas por arranque de la casca, en este caso con sorprendente cicatrización directamente en el xilema mediante un avance que supera ampliamente al del frente periférico
Códigos : (Fc) frente de cicatrización.(Fx) frente del xilema. (N) núcleo. Imágenes : (1), (2),(3) y (4) 13 enero. (5) 1 septiembre, todas de 2024

20 Alcornoque referencia 9



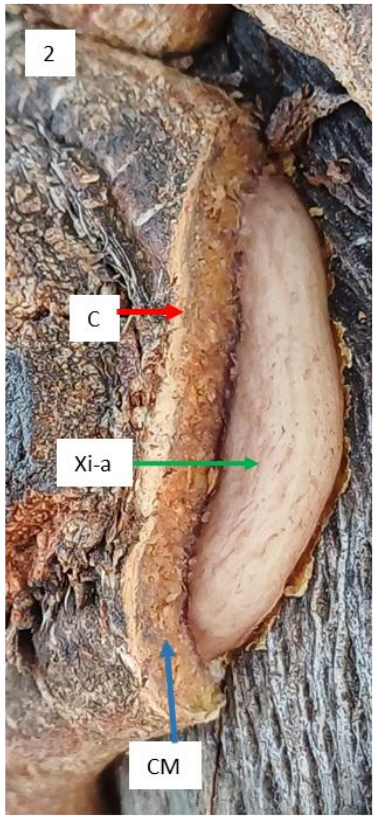


Alcornoque referencia 9. Cornalvo

(1) los núcleos alcanzados por los frentes de cicatrización pueden quedar en la superficie de los mismos manteniendo una dudosa continuidad de tejidos (2)(3)(4) que, en este caso, no se observa con la capa madre donde se generó al quedar entre los dos corchos producidos: el del núcleo y el del frente de cicatrización (5).

Códigos : (C) corcho. (Fc) frente de cicatrización. (Fx) frente del xilema. (CM) capa madre. (N) núcleo. Imágenes : (1), (2), (3), (4) y (5) 27 octubre de 2024

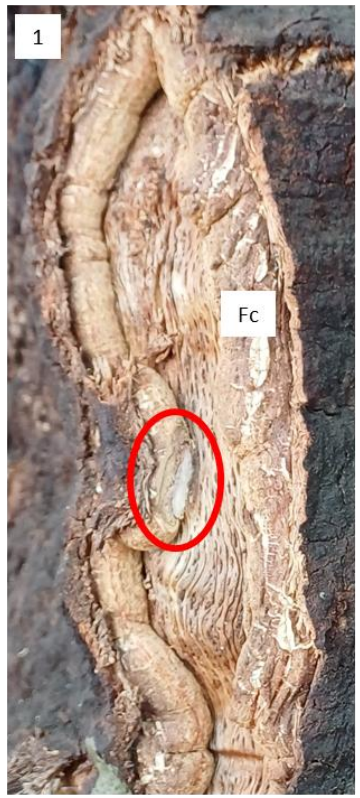
21 Alcornoque referencia 10

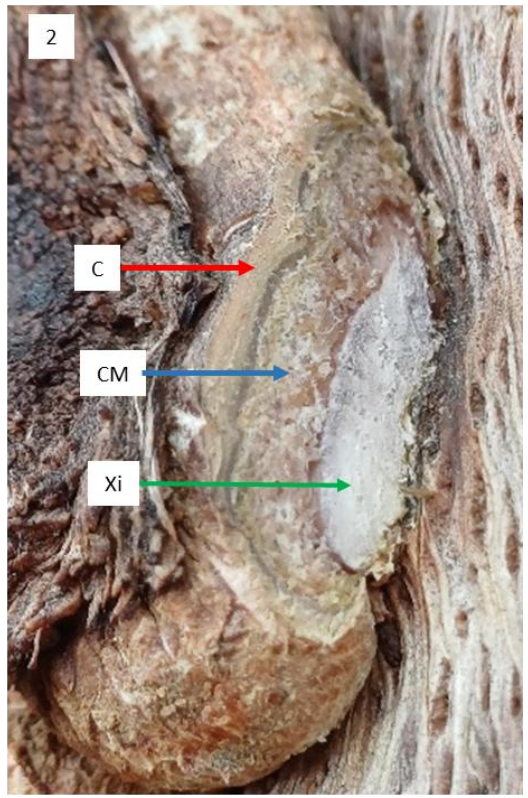


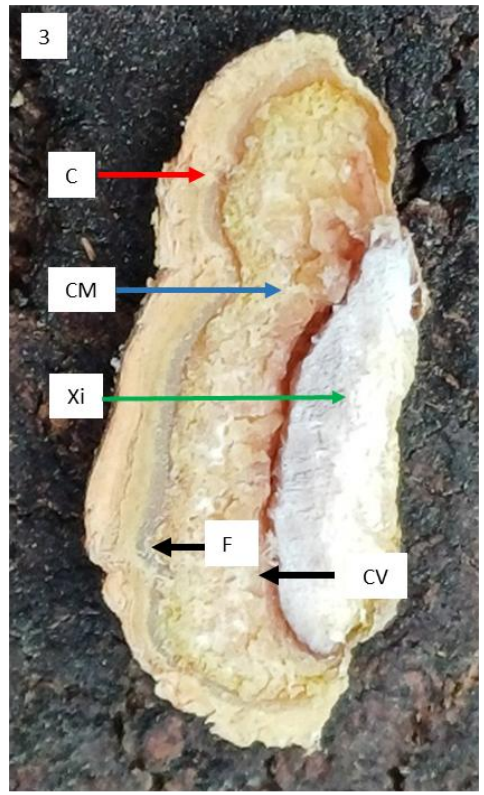
(3) el viejo alcornoque sobre el que realizamos la biopsia en el frente de cierres de las calvas producidas durante la saca de mayo de 2023 (1) nos proporciona muestras del nuevo xilema, albura (2), portadora de la humedad requerida para avanzar en su propósito de curación. No se apreciaron núcleos de formación de corcho directamente sobre el xilema de las calvas que, aunque de escasa extensión, fueron frecuentes.

Códigos : (C) corcho. (CM) capa madre. (Xi-a) xilema-albura. Imágenes: (1) 7 septiembre. (2) 15 septiembre. (3) 26 octubre. Todas de 2024.

21 Alcornoque referencia 10





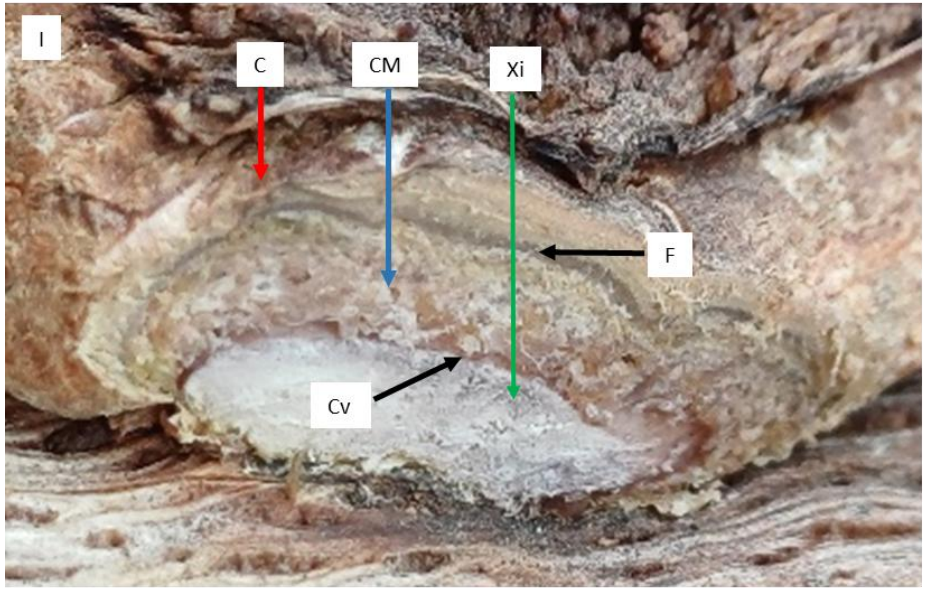


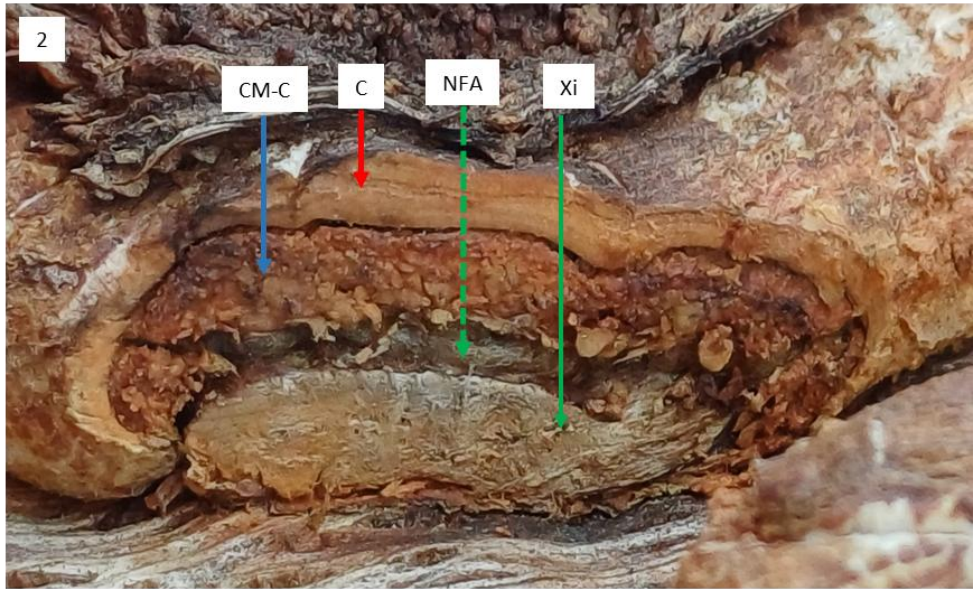
Imágenes de 7 de septiembre de 2024. (1) cierre centrípeto de la herida de descorche por desprendimiento de la casca.
(2) y (3), en la sección practicada sobre el frente del cierre de la herida, año siguiente de la saca de mayo de 2023, se muestran los diferentes tejidos que avanzan en sincronía.

El meristemo cambium vascular ha presentado una producción de xilema, albura, de grosor superior al del corcho, generado por el meristemo felógeno. Este aspecto puede ser la explicación de las protuberancias observadas en algunos fustes de alcornoques descorchados donde se ha reiterado el golpeo con hacha, alcanzando el xilema, durante la operación de rayado de las sacas precedentes. Ver imagen (4) de la página 5 en la presentación 10/16. Corcho. Mancha amarilla, la degradación progresiva de la estructura del tejido. Se corresponde con la página 282 de Maxcorcho.

Códigos : (C) corcho –sin raspa-. (CM) capa madre, casca o líber. (CV) cambium vascular. (F) felógeno o cambium suberógeno . (Fc) frente centrípeto de cicatrización y (Xi) xilema.

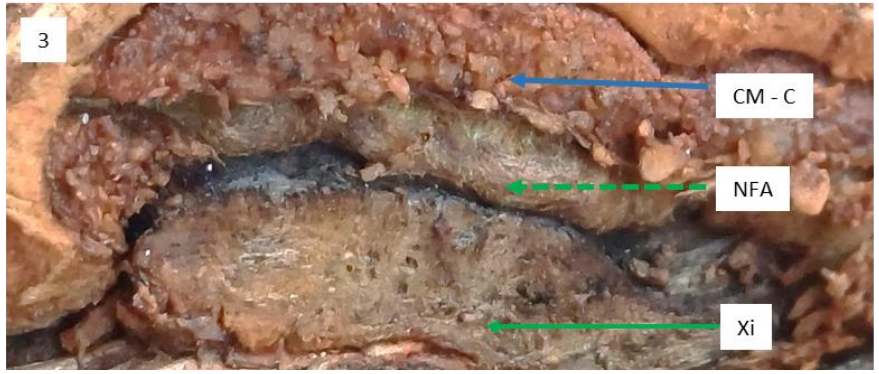
21 Alcornoque referencia 10

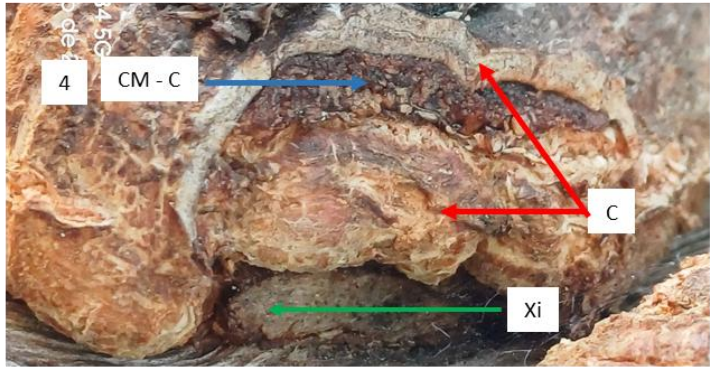




(1)(2)(3) la superficie de la sección practicada en el frente de un cierre de herida de saca, calva o santo, cambia de contraste al exponerla a la intemperie resaltando los diferentes tejidos producidos para este propósito, así como la ubicación de los meristemos.

Códigos : (C) corcho. (CM) capa madre. (CM-C) capa madre que pasa a casca. (Cv) cambium vascular. (F) felógeno o cambium suberógeno. (NFA) nuevo frente activo. (Xi) xilema.
Imágenes: (1) 7 de septiembre. (2) 10 de octubre. (3) 26 de octubre, todas de 2024. Avance posterior en el cierre de la herida (4)





21 Alcornoque referencia 10

(1) el xilema generado en el cierre centrípeto de la calva mantiene la humedad (Xh) en contraposición con el ya seco (Xs), de aspecto ceniza, después de más de un año desde el descorche de 2023.

Al cabo de tres meses de practicar la biopsia (2) en el nuevo frente de cierre (3) se muestra tejido (T), antes inexistente, que se engrosa en el límite del cambium vascular. La superficie de albura seccionada está cubierta por una capa clara de aspecto cremoso semejante al que también se aprecia en el nuevo frente, probablemente con funciones de barrera para evitar pérdidas de humedad que comprometa o dificulte la lenta curación.

23 Conclusiones

1ª El descorche constituye una actuación traumática para el alcornoque y, además, puede generarle heridas por el desprendimiento de la casca, capa madre, con exposición de áreas del xilema a las condiciones ambientales, heridas comúnmente llamadas calvas o santos.

2ª El cierre de las heridas suele seguir un patrón centrípeto donde la tenue protección de la casca eventualmente desprendida, pero no eliminada, juega un importante papel, tanto mayor cuanto mejores sean las condiciones de actividad vegetativa del alcornoque, al reducir la desecación.

3ª A veces, en las calvas y sobre los radios del xilema, se pueden originar núcleos de protección con generación de corcho que no son más que respuestas del alcornoque ante la emergencia presentada. Estas respuestas conllevan, en las células del parénquima radial afectado, reprogramación genómica para expresar el transcriptoma que la nueva situación requiere.

4ª La impregnación de las calvas con pasta cicatrizante ha favorecido la generación de los núcleos de producción de corcho directamente sobre el xilema, sin alcanzar a ser una respuesta eficaz en la protección dado su limitado desarrollo posterior, prácticamente nulo en el siguiente periodo vegetativo.

5ª Tras el descorche, el ocasional desarrollo de nuevo felógeno fuera del líber, en la zona límite del xilema con el meristemo cambium vascular, lejos de suponer una solución de protección del alcornoque constituye la prueba del fracaso de las operaciones de saca, fracaso que urge minimizar para frenar el declive de los alcornocales mediante, entre otros, el empleo universal de técnicas de descorche menos agresivas, ya disponibles, así como de una formación integral de su ecosistema.

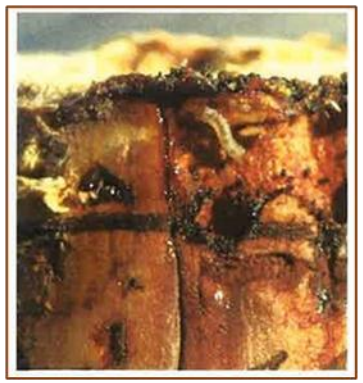
Máximo García García
2024
Gracias.

22 Glosario

Actividad mínima de agua : en los microorganismos, mínima cantidad de agua requerida para su desarrollo..
Ahuecar: acción realizada en las operaciones de descorche encaminada a desprender el corcho mediante golpeos, por la línea de rayado, generalmente con la parte posterior del hacha.
Albarda: corcho que permanece en el alcornoque descorchado en un área normalmente aislada y que se saca en el turno/s siguiente/s.
Albura: parte joven de la madera producida por el cambium vascular con funciones de sostén, movimiento de savia y almacenamiento de reservas.
Angiospermas : plantas vasculares (poseen vasos por donde circula la savia, en el xilema y en el floema) que producen flores y semillas protegidas por un fruto, p.ej. el alcornoque.
Anticlinal : tipo de división celular en las plantas donde el plano de división que separa a las dos células hijas es perpendicular a la superficie externa del órgano de la planta; predomina en el cierre de heridas y crecimiento en altura de la planta.
Años : líneas de crecimiento de las camadas de células estacionales apreciables en el costado del corcho; las más oscuras se corresponden con células de menor tamaño y paredes más gruesas del final del verano-otoño; las más claras con el principio del ciclo vegetativo, primavera.
Apoplástico : en las células vegetales, ruta del transporte de sustancias y compuestos por los espacios extracelulares
Auxina : Hormona vegetal que ocasiona el crecimiento de las plantas por elongación celular.
Barriga: parte interna del corcho en relación con el alcornoque.
Base : en relación al alcornoque, principio del tronco o fuste en contacto con el suelo.
Bornizo: primer corcho extraído, corcho virgen, corcho macho. Revestimiento original del troco y ramas del alcornoque.
Burja : palanca, herramienta utilizada en las operaciones de descorche, tradicionalmente consistente en una vara de madera, recta, resistente y terminada en bisel, por lo general de eucalipto.
Calva : santo.
Cámbium suberógeno: felógeno. Meristemo secundario que se encuentra internamente en la corteza. Forma un cilindro de células que se disponen a lo largo del tallo. Las divisiones periclinales de sus células originan hacia el exterior súber o corcho y hacia el interior felodermis.
Cámbium vascular: meristemo secundario que origina los tejidos conductores xilema y floema (líber). El xilema se formará en el lado interno de este meristemo y el floema en el externo, disposición que se produce por las divisiones periclinales de sus células.
Capa madre: casca. Conjunto de tejidos vivos del alcornoque entre el corcho y la madera. De fuera hacia dentro lo integran el felógeno o cambium suberógeno, la felodermis o felodermo, el líber o floema y el cambium vascular.
Casca : capa madre.
Citocinesis: etapa final del ciclo celular que supone la separación del citoplasma de la célula madre en dos partes que conformarán a las células hijas
Clorénquima: tejido parenquimático con células que contienen cloroplastos, al que deben su coloración verde por la clorofila, encargados de captar la energía lumínica y transformarla en energía química.
Cloroplastos: orgánulos de las células vegetales responsables de la fotosíntesis. Plastidios con localización más abundante en el tejido fotosintético, el mesófilo de las hojas; también pueden encontrarse en tejidos más o menos apartados de la luz.
Colena: hendidura axial apreciable en la espala del corcho producida por las tensiones de crecimiento y aumento del grosor, más abundante en alcornoques jóvenes y corchos bornizos y segunderos. Llamada también "gema", como lo hacía *Miguel Meneses Galván*, primer escogedor de corcho del IPROCOR cuya observación en árbol permitía disponer de una primera información del calibre y calidad, a veces engañosa, del corcho.
Colénquima: tejido vivo estrechamente relacionado con el parénquima. Tejido fundamental de células con pared engrosada con forma irregular y función de sostén y resistencia, especialmente adaptado a la misión de sostén de los órganos en crecimiento.
Copa: conjunto de ramas y hojas que forman la parte superior del alcornoque.
Corcho : súber, felema. Corcho **crudo**, aquel que, tras la saca, aún no ha sido hervido.
Corcho fábrica: corcho de segunda o más reproducciones extraído en sacas posteriores al corcho segundero. Corcho *amadía* en portugués
Corcho segundero : corcho de primera reproducción extraído en la saca siguiente a la del bornizo.
Corteza : peridermis.
Costado : cara lateral de la plancha de corcho que une la barriga con la espalda y donde se determina el grosor o calibre, así como la edad del corcho.
Cruz : zona del árbol donde termina el fuste y comienzan las ramas.
Delgadinha : corcho fábrica, corcho *amadía* en portugués, con espesor entre 9 y 22mm (*Norma portuguesa 1698 de 1980)*
Descorche: saca. Conjunto de acciones encaminadas a desprender y extraer el corcho del alcornoque. La primera saca también se llama desbornizado..
Dislocar : acción realizada durante las operaciones de descorche encaminada a desprender el corcho de la capa madre mediante tracción de la pana a la vez que se realiza palanca con la burja y/o mango del hacha.
Embrión: ser vivo en las primeras etapas de su desarrollo, desde la fecundación hasta que el organismo tiene las características morfológicas de la especie.
Epidermis : capa de células que separa el medio interno de las plantas del externo, en los órganos que no presentan crecimiento secundario.
Esclerénquima : tejido fundamental con células de pared doble y funciones de sostén y conducción. Tejido de sostén de las partes vegetales desarrolladas.
Espalda: parte extema del corcho en relación con el alcornoque.
Estoma : parte aérea de la planta encargada del intercambio gaseoso e hídrico con la atmósfera.
Felema : corcho, súber.
Felodermis: capa de células que se produce en los tallos con crecimiento secundario. Procede de la actividad del meristemo cámbium suberoso, cambium suberógeno o felógeno, y se sitúa interiormente a dicho meristemo. La felodermis es un tejido parenquimático formado por células vivas.
Felógeno: cámbium suberógeno. Que genera corcho, de *phellos* = corcho y *gen* = generar.
Fibra : célula por lo general alargada y delgada con funciones mecánicas y de sostén
Floema : líber. Tejido conductor de sustancias alimenticias de las plantas vasculares, producido hacia el exterior por el cambium vascular y que se integra en la casca o capa madre. Es un tejido criboso.
Flor: corcho de la mejor calidad, apto para elaboración de tapones y/o discos de una o varias piezas.
Fragmoplasto : estructura que guía la construcción de la pared que separa las dos células hijas resultantes de la división celular en los vegetales.
Fuste : tronco del árbol, entre la base y la cruz
Grano: denominación de la calidad del corcho según sus poros o lenticelas. El grano fino se corresponde con poros estrechos, de aguja, propios del corcho flor. El grano grueso se corresponde con poros de tamaño considerable, con fácil desmoramiento del polvo lenticelar, corcho terroso, propio del corcho de la inferior calidad, refugo.
Hidrófobo: que repele el agua. De *hidro-*, agua, y *-fobo*, fobia, rechazo.
Higroscópico : propiedad para absorber o expulsar agua al ambiente donde se encuentra.
Homeóstasis : estado fisiológico de la planta en equilibrio debido a procesos de autorregulación, romper este equilibrio en las células conlleva la condición de estrés
Lenticela : canal, poro que atraviesa el corcho en sentido radial comunicando la capa madre con la atmósfera, relleno de células muertas no suberificadas, disociadas y con espacios entre ellas (*tierra* en jerga corchera por su fácil desmoronamiento) de coloración oscura, marrón-rojiza, donde se depositan los compuestos disueltos por el agua, generada durante el proceso de diferenciación del corcho, al evaporarse y salir al ambiente externo. Desempeña un importante papel fisiológico, no sólo en la maduración del corcho, también en la comunicación de la capa madre con el ambiente por lo que se asocia con funciones similares a los estomas.
Líneas de crecimiento : años, camadas de células de corcho con diferente intensidad de color, contraste, con respecto a las colindantes y relacionadas con el tiempo estacional en que se formaron : claras en primavera, oscuras a finales de verano-principios de otoño. Sirven para determinar la edad del corcho.
Líber: floema, corteza interna.
Lumen: en las células, cavidad interna limitada por la pared celular.
Madera : xilema.
Mano dura : marca dejada por el filo del hacha al atravesar la capa madre, generada durante las operaciones de saca y, en casos más graves, alcanzando el xilema del alcornoque por empleo de fuerza excesiva.
Mitosis: en la división celular, formación de dos núcleos idénticos a partir de uno.
Meristemo : grupo de células indiferenciadas responsables del crecimiento permanente de las plantas por su alta capacidad de división celular y diferenciación en otros tipos de células.
Ontogenia: conjunto de procesos que ocurren durante el desarrollo embrionario de un organismo.
Ostiolo: apertura central de los estomas por donde se intercambian gases y agua entre la atmósfera y el interior de la planta.
Poro: lenticela.
Parénquima : tejido fundamental con células vivas de pared delgada o sencilla siendo el más abundante y con todo tipo de funciones, excepto de sostén. Las células embrionarias que son parenquimáticas pueden generar los otros tipos de tejidos. Tejido vivo metabólicamente activo. Parte de la capacidad de regeneración de las plantas tras sufrir heridas se debe a la actividad de las células parenquimáticas.
Plancha : pieza de corcho de superficie igual o superior a 400 cm^2 , si es menor se llama trozo. Otras definiciones de Plancha: corcho preparado susceptible de transformación por corte (*Norma Portuguesa CORTIÇA – Terminologia. NP 273 de 1970*). En catalán se denomina "panna".
Plasmodesmo : vía de comunicación que atraviesa las paredes celulares para comunicar células contiguas. En el corcho diferenciado su diámetro oscila entorno a los 60 nm; en las células felogénicas puede alcanzar los 1500 nm, como se muestra en las imágenes SEM de esta presentación.
Periclinal: : tipo de división celular en las plantas donde el plano de división que separa a las dos células hijas es paralelo a la superficie externa del órgano de la planta, divisiones tangenciales; responsable del crecimiento en grosor al aumentar el diámetro de las plantas.
Peridermis : corteza externa. Conjunto de tejidos que protegen externamente al tallo y raíces con crecimiento secundario, donde reemplaza a la epidermis. Se forma una vez iniciada la diferenciación del xilema y floema secundarios. Es originada a partir del cambium suberógeno, el cual es parte de la propia peridermis, constando de tres capas de dentro hacia fuera : felodermis, felógeno y corcho.
Plastidios : cuerpos del protoplasto relacionados con el metabolismo asimilatorio, especialmente la fotosíntesis.
Protoplasto: contenido de la célula.
Radio : estructura transversal formada generalmente por células parenquimáticas con funciones de, entre otras, almacenamiento de sustancias. Sus células vivas presentan conexión con las del floema.
Raspa : parte externa de las planchas de corcho de reproducción constituida por la porción de capa madre que muere tras la saca.
Refugo: corcho de la inferior calidad, no apto para elaborar tapones y/o discos de una o varias piezas, destinado principalmente a corcho triturado
Repela: descorche realizado en el año siguiente al de la saca en alcornoques que quedaron con áreas sin sacar a fin de completarla.
Saca: descorche, pela.
Santo: calva. Área del xilema que queda expuesto por el daño causado durante un descorche defectuoso al extraer, desprendiendo y separando, un trozo equivalente de capa madre
SEM : siglas en inglés del término Scanning Electron Microscope; es decir, del Microscopio Electrónico de Barrido, (MEB) en español.
Simplástico : ruta del transporte de sustancias y compuestos a través del citoplasma de las células, atravesando la pared celular por los plasmodesmos.
Súber: corcho, felema. Tejido vegetal externo protector del alcornoque constituido por células muertas en su madurez, huecas y sin espacio entre ellas, cuyas paredes tienen una elevada proporción de suberina. Presenta gran resistencia a la degradación debido a su bajo contenido en agua, de ahí su gran durabilidad.
Suberina: biopolímero de policondensación de alto peso molecular integrante de los compuestos que conforman la pared de las células de corcho, en una proporción cercana al 50% en peso, de estructura aún desconocida donde abundan las uniones de tipo éster con ácidos grasos de cadena larga.
Telofase : etapa final de la mitosis.
Tocón : parte del fuste del árbol que queda unido a las raíces cuando es cortado a escasa altura del suelo.
Transcriptoma : colección de todas las lecturas de genes presentes en una célula.
Transcriptoma activo : conjunto de genes que, en un momento dado, se expresan en las células.
Trozo: : pieza de corcho de superficie inferior a 400 cm^2 , si es mayor se llama plancha.
Vaso : estructura del xilema, perforada en los extremos y encargada del trasporte de agua y solutos
Verde: corcho con un elevado contenido en agua por la reciente generación de las últimas camadas de células (verde coyuntural) o que tiene o ha tenido difícil evacuación de aquella, en cuyo caso con riesgo de consolidar huecos en la pared celular por déficit de compactación haciéndolo más permeable (verde estructural).
Xilema: madera. Tejido complejo formado por más de un tipo de células de las plantas vasculares que transporta sustancias, principalmente agua y minerales.

Proteger al protector, tapones de corcho en bodegas (Rev1)

Máximo García García 240311



Índice

1 Introducción	Pág 3
2 Justificación del trabajo	Pág 4
3 Reconocer el problema para poder resolverlo	Pag 5-7
4 Otras informaciones en la WWW	Pág 8
5 Muestra M-56-09-03	Pág 9-11
6 Comentarios	Pág 12
7 Conclusiones	Pág 12

1 Introducción

El corcho es un tejido vegetal que se ha diferenciado con el único objetivo de proteger al ser vivo que lo genera, el alcornoque (*Quercus suber*). Su estructura le permite mantenerse casi inalterable más allá de toda la vida del árbol debido a la composición química de las paredes de sus células, así como a su bajo contenido en agua.

La humanidad se ha beneficiado de estas características y lo viene utilizando desde la antigüedad para los usos más diversos, entre los que destacamos el tapamiento de los recipientes con vino.

Por otro lado, se ha constatado que insectos como las polillas utilizan el corcho de las botellas almacenadas en bodegas, ocasionando conflictos, no ya porque lo puedan hacer fracasar en su encomienda, que también, sino porque en caso de hacerse público la imagen de la bodega y su vino quedan afectados.

Siendo así, es imperativo evitar que estos organismos se instalen en el tapón de corcho de las botellas donde, en ocasiones, va a permanecer largos periodos de tiempo, es decir, debemos proteger al protector para que su función la realice sin contratiempos.

2. Justificación del trabajo

La justificación de este trabajo es dejar constancia de que en el Instituto del Corcho, la Madera y el Carbón Vegetal (ICMC) de Extremadura en el año 2003 se tuvo conocimiento y participación, aunque ésta fuese testimonial, de uno de los principales problemas silenciados que venían padeciendo las bodegas, sobre todo con los vinos de alta calidad por los largos periodos que precisan para su crianza y envejecimiento.

3. Reconocer el problema para poder resolverlo.

La existencia de polillas en las bodegas de los vinos viene recogiéndose en textos, algunos con más de 100 años, entre otros los siguientes:

1910. Feytaud J. *Insectos parásitos del corcho, sus daños en las bodegas sobre los corchos de las botellas de vino*. Revue de Viticulture, 1.20.

1941. Bender, E. *Estudios sobre la biología y morfología de pequeñas mariposas que viven en bodegas*. Zeitschrift fur Angewandte Entomologie 27, 541-584.

1971. Cangardel, H. *Observaciones sobre polillas del corcho de botellas de vino*. Revue de Zoologie Agricole et de Pathologie Végétale 70, 89-94. 70, 89-94

1990. Delbecque, J.P. *El gusano del corcho... conocer mejor para actuar mejor*. Revue Oenologie 56, 22-24.

1991. Marc Hagen. Jacques Lemble. *Lucha contra los gusanos del corcho*. Revue franÇaise d´Oenologie, Juin 1991 nº 130.

1999. AITIM. *Tapones para vino deteriorados*. AITIM enero-febrero 1999. Boletin de información técnica nº 197

2002. Claire Villemant. Alain Fraval. *Los insectos enemigos del corcho*. Insectes nº 125

2002. Sarto I Monteys, V. *La polilla del maíz: la infestación de corchos en bodegas europeas por Nemapogon granella*. Public Health 16, 90-99 .

2013. Trematerra, P., Canovai, R., Lucchi, A. *Corchos dañados por Nemapogon granellus (L.) en bodegas toscanas (Italia)*. IOBC/wprs Bulletin 98, 19-26.

2014. Trematerra, P., Lucchi, A. *Nemapogon granellus (L.) plaga en corchos de botellas de vino almacenadas para envejecimiento*.

11th International Working Conference on Stored Product Protection

3. Reconocer el problema para poder resolverlo.

1991. Marc Hagen. Jacques Lemble. *Lucha contra los gusanos del corcho*. Revue française d´Oenologie nº 130.

Todas las grandes regiones vinícolas están infectadas, particularmente la Alsacia, la Borgoña y la Bordelesa.

La puesta se hace únicamente sobre los tapones de vinos embotellados..... existe una atracción debida a la presencia de sustancias olfativas.....

La importancia y frecuencia de los daños es variable según el estado de los lugares de almacenaje.... Cuando una invasión se manifiesta, los daños son proporcionales al tiempo, a los meses, incluso años, a partir del cual el gusano se instala

..... se han encontrado estas larvas no sólo en los tapones sino también en las maderas viejas (duelas porosas, palets viejos etc), de ahí la importancia de una higiene inicial de las bodegas.

La lucha contra el gusano de bodega debe, en primer lugar, ser preventiva, a saber mediante el sellado a fondo de los locales.....será imperativo el proceder a la destrucción sistemática de las mariposas antes de que realicen las puestas de huevos sobre los tapones

..... es importante subrayar que los gusanos no se introducen en las bodegas durante la entrega de los tapones y que el taponero no puede ser considerado como responsable de estos incidentes....

Parásitos del corcho. Desapolillamiento de los tapones del corcho. GÜLTIG KORKEN HEILBRONN

El gusano del corcho sólo puede combatirse en estado de mariposa

Es importante saber que el “gusano del corcho” no se halla en los tapones de corcho suministrados, sino que son las polillas las que ponen los huevos en la bodega.

3. Reconocer el problema para poder resolverlo.

1937. Bulletin de la Société entomologique de France / 42(19/ pág 287-288 . ***Hofmannophila pseudospretella*.**

. …Por otro lado, la oruga puede estar deambulando por las bodegas, donde **mina los corchos de las botellas de vino**. Según Feytaud, a veces se encontraba gran abundancia en los **corchos dañados, especialmente en Champaña y Bélgica**. ……. Los corchos rara vez son atacados en los primeros años después del embotellado y es necesario que el corcho esté impregnado de líquido para que allí evolucione la oruga

1999. AITIM enero-febrero. *Tapones de vino deteriorados*

…"Ya existe bibliografía sobre el tema y preocupa en bodegas de Francia, la Rioja, Sur de la Península, etc. **El tema se trata con carácter reservado** por eso ha tardado en conocerse; sin embargo, una serie de bodegas accedieron a prestarse a un programa de control, estableciéndose unos planes de actuación, primero para detectar e identificar a los insectos y posteriormente, conociendo los periodos de mayor actividad, establecer un programa de lucha. **El trabajo se está desarrollando desde hace 4 años**"……

2001.The Australian Wine Research Institute Annual Report 2001. *(Rev1)*

Se registraron tres casos de insectos perforadores del corcho investigado durante el año, con lo que el número total de casos de este problema fue de cuatro en los últimos dieciocho meses. En todos los casos los vinos embotellados estaban almacenados sin cápsulas ni etiquetas, en contenedores, en lo que podría ser considerado como condiciones de almacenamiento estándar. Los cuatro casos involucraban a tres especies diferentes de insectos, que fueron identificadas con la asistencia de CSIRO Entomología (pág 34)

2002. Sarto I Monteys, V. *La polilla del maíz: la infestación de corchos en bodegas europeas por Nemapogon granella*

…. "Hoy en día, **N. granella tiene una distribución cosmopolita**, sin duda a través del transporte de productos almacenados por parte del hombre (Robinson & Nielsen, 1993). ……. **Hay muy pocas citas documentadas para España**, aunque N. granella está sin duda bastante bien distribuida en el país; Petersen (1960, 1964) menciona la polilla en las provincias de Granada, Barcelona y Vizcaya. Domínguez (1996) encontró cinco ejemplares depositados en el Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN) de Madrid; procedían de Finisterre (La Coruña) y se obtuvieron en larvas de trigo en agosto de 1905….. Estos registros deberían complementarse con los hallazgos de nuestras propias investigaciones. **Todos los ejemplares encontrados fueron plagas de bodega**, **procedentes de infestaciones en Penelles (LLeida, 1994), Castellet i Gornal (Barcelona, 1997), Espiells (Barcelona, 1999), Haro (La Rioja, 1998)."….**

4. Otras informaciones en WWW

Gültig Korken Heilbronn

Parásitos del corcho. Desapolillamiento de los tapones de corcho.
Las polillas hembra fecundadas ponen sus huevos en la cabeza superior del tapón atraídas por el aroma del vino.. al cabo de 10 días, los gusanos salen de los huevos y se introducen en el corcho

Enciclopedia Wein.plus

La polilla del corcho (***Nemapogon cloacellus***) mide 7,5 milímetros y tiene una envergadura de 10 a 14 milímetros. Al insecto le gusta poner sus huevos en lugares húmedos de la bodega.
Si esto ocurre en un corcho éste es devorado por la oruga incubada (también llamada **gusano del corcho**) .

UKMoths

Polilla del corcho ***Nemapogon cloacella*** (Haworth, 1828). Envergadura c. 10-18 mm.
Una especie bastante común en la mayor parte de Gran Bretaña y que se encuentra principalmente en los bosques, especialmente donde hay madera muerta; las larvas se alimentan principalmente de tipos de hongos de soporte. El adulto vuela durante los meses de verano, principalmente al anochecer, aunque a veces vuela bajo el sol.

Rentokil Initial

Compañía de servicios de higiene ambiental. Polillas del vino, 2013.
Aunque existen algunas especies más catalogadas o clasificadas como polillas que afectan a la producción o almacenaje del vino, las más frecuentes son ***Oinophila v-flavum*** (denominada comúnmente “polilla del vino”) y ***Nemapogon cloacella*** que se conoce como “polilla del corcho”.

Picture Insect

Un entomólogo IA en tu bolsillo. ***Nemapogon cloacella***. Las orugas comen preferentemente hongos

5. Muestra -56-09-03

El 4 de septiembre de 2003 se recibe en el ICMC una muestra compuesta por dos botellas de vino tinto y un tapón cilíndrico de una pieza de corcho natural, usado (1).
El solicitante informa que se las entregó una empresa de la Rioja y que las envía al ICMC para su estudio.

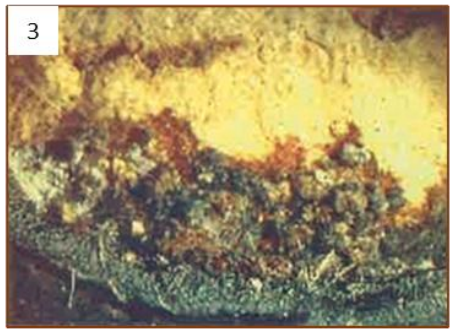
1

(1) Muestra 56-09-03
Según información verbal del cliente,
el encorche se realizó en diciembre 2001

2

(2)(3) cabeza externa tapón botella nº 1

3

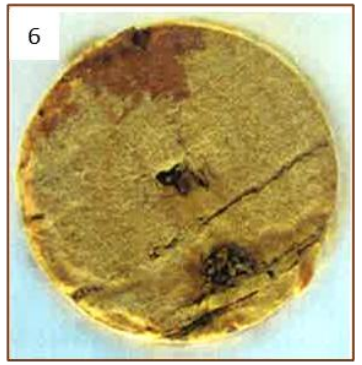


4

(4)(5) cabeza externa tapón botella nº 2

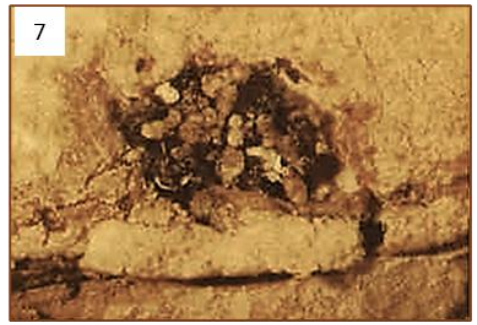
5

6



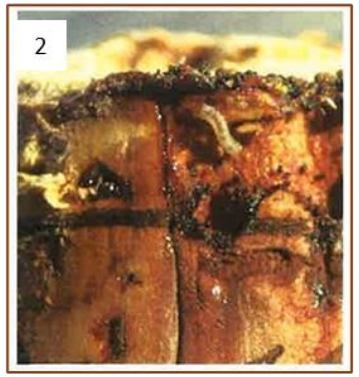
(6)(7) tapón usado. Cabeza externa

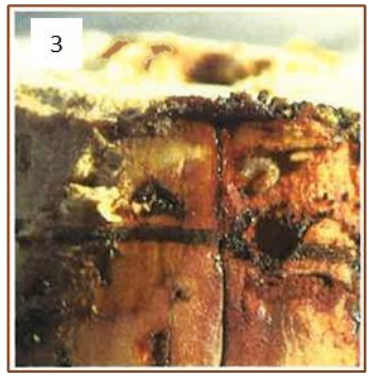
7



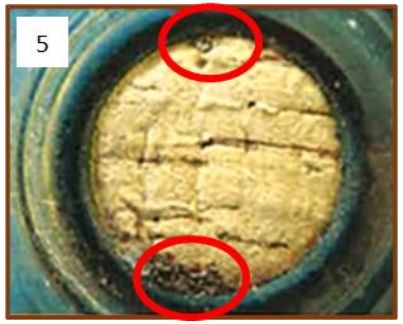
En la cabeza externa de los tres tapones hay un área, más oscura, con partículas de tipo granular, friable (3)(5)(7), indicadora de que se ha producido un deterioro (2) (4) (6)

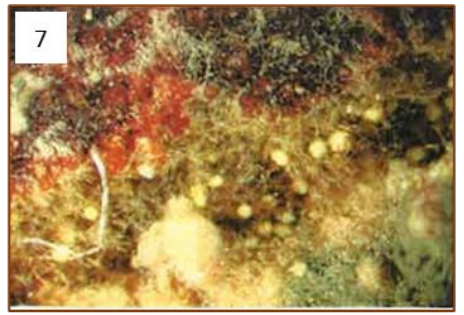
5. Muestra -56-09-03





(1) descorche de la botella nº 1. (2) (3) rezume, probablemente debido a encorche – se aprecia un pliegue axial en el costado del tapón - y/o almacenamiento inadecuado, con impregnación en todo el costado del tapón. (5) dos áreas afectadas, una muy discreta, se manifiestan por los restos en la arista de la cabeza externa del tapón de corcho.
(2)(3)(4) larva activa en una de las áreas afectadas, la otra (6) con formaciones algodonosas esféricas de color amarillento (7) - ¿huevos?- en entorno de hifas y (8) un resto de ¿muda?.

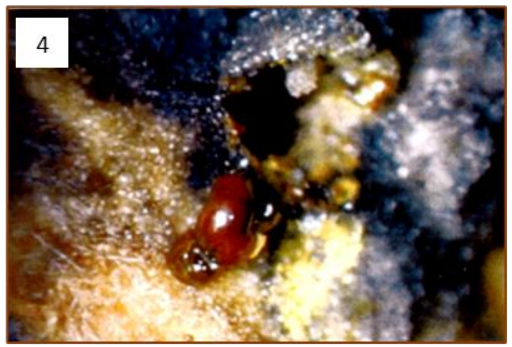




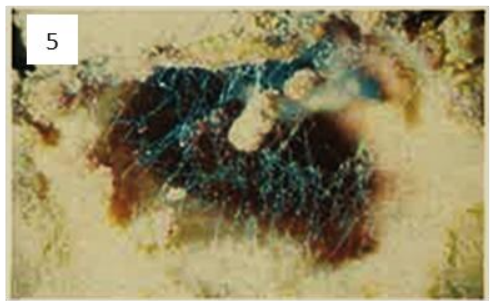
5. Muestra -56-09-03

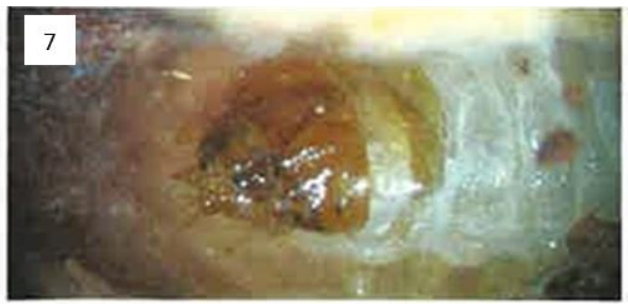
Las manifestaciones comunes de los tres tapones son: mancha de vino en cabeza externa debido al rezume y restos de la actividad larvaria que comunican con el exterior, costado impregnado casi en su totalidad por el ascenso del vino.

En los tapones de la botella 1 y el usado la zona afectada por el insecto es local, limitada al tercio superior del mismo.
La botella nº 2 sólo tuvo una evaluación externa, quedó en depósito como contramuestra.



Tapón botella nº 1. Estadios diferentes del insecto.
(1) larva, seguimiento con evolución a crisálida (2)(3) y, finalmente, restos – pupa(4)-





En el tapón usado, (5) larva entre maraña tipo hifas que, tras quedar descubierta (6),
hace un intento de envolverse con hiladuras en la zona donde se desplazó (7).

6. Comentarios

En un mundo globalizado como en el que estamos las especies de insectos pueden aumentar rápidamente su área de distribución geográfica.

En los países mediterráneos se han citado hasta seis especies de micropolillas como potencialmente capaces de dañar las bodegas de vino al afectar a los corchos de las botellas (Bender, 1941; Delbecque, 1990), así como otra más pero con distribución hacia el Norte. Ninguna de estas especies parece específica de las bodegas, de hecho, también se las puede encontrar al aire libre, alimentándose de otras sustancias. Su acceso a las bodegas puede ocurrir de forma secundaria, posiblemente debido a una atracción por los vapores de alcohol que de allí emanan u otros factores. (*2002. Sarto I Monteys*).

Estas micropolillas y las familias a las que pertenecen son las siguientes: TINEIDAE *Nemapogon granella* (Linnaeus 1758). *Nemapogon cloacella* (Haworth, 1828). *Oinophila V-flava* (Haworth, 1828) *Dryadaula pactolia* (Meyrick, 1902). OECOPHORIDAE *Hoffmannophila pseudospretella* (Stainton, 1849). *Endrosis sarcitrella* (Linnaeus, 1758). PYRALIDAE *Aglossa caprealis* (Hübner, [1809]) (2002. Sarto I Monteys).

7. Conclusiones

Los tapones de las botellas de vino pueden verse afectados por insectos como las polillas durante su almacenamiento en bodega.

Las bodegas deben tener un sistema de manejo integrado de plagas (MIP) que impida el ataque de insectos sobre los tapones de las botellas encorchadas para que, con ello, se garantice la protección de los mismos y así puedan cumplir sin contratiempos la función encomendada.

Máximo García García
240311

Taponar botellas de vino, sin sellar la entrada del oxígeno

240620. Máximo García

Índice

1 Justificación del trabajo	Pág 3
2 Introducción	Pág 4
3 Unidades	Pag 5
4 Oxígeno y vino, cuestión permanente	Pág 6
5 Oxígeno. ¿ Qué oxígeno ?	Pág 7-8
6 Oxígeno. ¿ Cuánto oxígeno ?	Pág 9
7 Métodos	Pág 10-16
8 Publicaciones	Pág 17-67
9 Comentarios	Pág 68-69

1 Justificación del trabajo

Pasar las horas de trabajo realizando tareas repetitivas a lo largo de los años para satisfacer la necesidad de las empresas del sector del corcho, como las taponeras, que quieren disponer de informes de control en la expedición de sus partidas de tapones, proveer de ingentes datos de resultados a terceros por los motivos más diversos, la mayoría obtenidos sin conocer su destino final, mantener los medios necesarios para ello en condiciones operativas y comprobar que todo cambia mientras permaneces en la cueva, donde ya ni las sombras percibes porque van desapareciendo, es desalentador.

Esta recopilación bibliográfica nace de la rabia que siento cuando todo lo que ha estado ocurriendo transcurrió sin tener más percepción que las sombras.

Y es ahora, cuando se cierra la cueva y debo cambiar de tarea, el momento de ver cuánto me perdí, sorprendiéndome a cada paso.

2 Introducción

En los últimos 30 años la proliferación de estudios encaminados a proporcionar a los enólogos medios que les permitan la gestión del oxígeno en el vino, más allá de su elaboración y tras el embotellado, ha sido incesante.

Tanto es así que, actualmente, las grandes empresas taponeras de corcho indican en las especificaciones de sus cierres técnicos valores de la tasa de transmisión de oxígeno (OTR) en mg de O_2/año; es más, pueden ofrecer tapones con OTR ad hoc conforme a las necesidades del cliente, si bien conocer la demanda de oxígeno del vino es difícil de definir, en parte porque el oxígeno actúa a diversos niveles y lo que es prioritario en determinados estilos de vino puede no ser de importancia para otros.

A esta situación se ha llegado no porque la materia prima para tapones de corcho haya aumentado en calidad y cantidad hasta el punto de disponer de grandes partidas homogéneas de tapones de una pieza de corcho natural mantenidas en el tiempo, no; todo lo contrario, es la necesidad de adaptarse al mercado lo que ha obligado a las empresas a ofrecer cierres homogéneos a través de tapones técnicos, de corcho microgranulado principalmente, que no requieren de buenas calidades en materia prima, imprescindibles para el tapón de corcho natural.

Así pues, es más viable ofrecer homogeneidad en tapones de corcho técnicos utilizando unidades de granos de corcho de 1mm, unas $40*10^3$ células/grano, unidos con aglutinantes, que en tapones de una pieza de corcho natural con $80*10^6$ células/ tapón.

En esta presentación exponemos algunos datos de los estudios llevados a cabo en el periodo que hemos mencionado, donde el hándicap de ofrecer por los productores de tapones de corcho natural especificaciones de OTR, en una banda de fluctuación de estrecho rango, no está cerrado debido a la variabilidad de su producto natural.

3 Unidades

Una de las primeras barreras que he encontrado en la comprensión de los datos de las investigaciones cuyos resultados he consultado ha sido el de las unidades.

Esperaba que las ecuaciones dimensionales de las mismas fuesen lo suficientemente explícitas como para que no tuviese necesidad de plantearme su conversión a unidades de uso frecuente pero he desistido, por ello indico aquí algunas como advertencia.

Unidades	Autores que lo indican	Medición
Barrer = 10^{-10} (cm^3.cm)/(s.cm^2.cmHg)	Sanchez & Aracil 1998	Permeabilidad al gas
mlO_2/tapón.día	Godden et al. 2005	OTR
cm^3O_2/tapón.día	Hart 2005	OTR
mgO_2/tapón.mes	Peck 2005	OTR
mgO_2/tapón.día	T. Karbowiak et al. 2010	OTR
m^2/s	S.Lequim et al. 2011	Coeficiente de difusión
µmol/cm.atm.día	Helena Pereira 2015	Coeficiente de permeabilidad
mmol/m^2.s	Kevin Crouvisier-Uriona et al. 2018	Tasa de transferencia al gas (GTR)
mol/Pa.m.s	Kevin Crouvisier-Uriona et al. 2018	Permeabilidad al gas

Por otro lado, los primeros pasos que se dieron para establecer la metodología en las evaluaciones de transmisión del oxígeno produjeron incomodidad dada la confusión creada con los valores de tasas de transmisión de oxígeno (OTRs) derivadas de la norma ASTM y expresadas en cc/día/cierre al 100% de oxígeno (es decir, los cierres se exponían a una atmósfera del 100% de oxígeno en lugar del 21% que tiene en el aire). Cuando los resultados cambiaron a unidades de cc/día/cierre al 21% de O_2 hubo quien propuso valores de OTR más bajos al presentar un factor 5 veces menor.

En este sentido, y aunque actualmente los grandes productores de tapones de corcho ofrecen datos de OTR en las fichas técnicas de los tapones técnicos de corcho microaglomerado, aún no hay consenso en cuanto al método y unidades. Así encontramos información de OIR y OTR a los 6 meses, a los 12 meses, a partir de 12 meses, en mgO_2 , cm^3O_2/día etc.. determinados por Qimiluminiscencia, Método manométrico interno, Método Mocon…

Botellas. Cierre interno vs cierre externo.

4 Oxígeno y vino, cuestión permanente

El papel que desempeña el oxígeno en el vino no fue descubierto hasta que Napoleón III, sobrino de Napoleón Bonaparte y último monarca de Francia, encargó en 1863 a Louis Pasteur que investigara la razón por la que se estropeaba tanto el vino en el transporte hasta el consumidor.

Al finalizar sus estudios Pasteur dijo: *el oxígeno es el peor enemigo del vino, a lo que añadió: es el oxígeno el que hace al vino y es gracias a su influencia que éste envejece.*

Esta contradicción aún se estudia para concretar cuánto, cómo y en qué momento se debe aportar oxígeno al vino; mientras tanto, las empresas taponeras compiten para ofrecer cierres con tasas escalonadas de transmisión de oxígeno (OTR) cada vez más estrechas a fin de a ganarse a los enólogos que, como relojeros de alta precisión, elegirán aquel cuyo segmento de OTR consideren adecuado en la culminación de su obra.

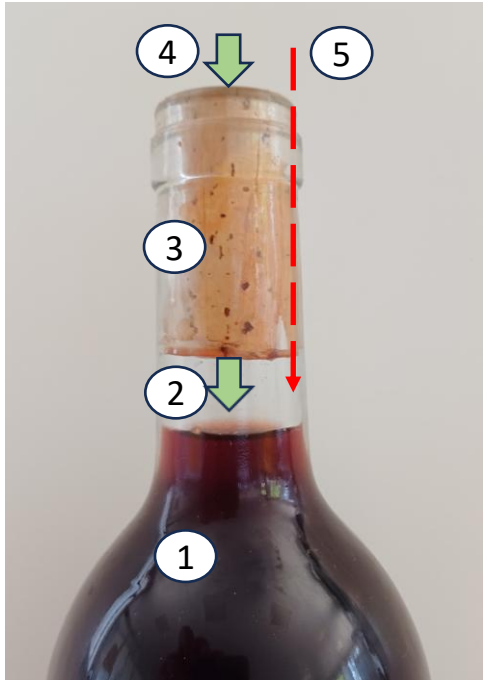
En el pasado reciente, con el tiempo como testigo de la relación corcho-vino, el contacto directo entre ambos durante largos periodos quedaba reflejado de manera indeleble. Encontramos afirmaciones como las siguientes :

" Con el tiempo, el tapón de corcho se hidrata y se suaviza, además, se empapa de agua, alcohol y de los ácidos del vino que lo corroen perdiendo su potencial de obturación. Es por ello que los grandes vinos viejos son retaponados cada 20 ó 30 años, con el fin de evitar su degradación progresiva" Fuente : 1990. Aspectos prácticos del taponado de los vinos. Jean Michael Riboulet y Christian Alegoet . Pág 185.

"La vida del tapón albergado en la botella viene limitada por el contacto con el vino que hace envejecer la célula del corcho con contracción del tapón y pérdida de contacto con las paredes internas de la botella." . Fuente : 1985. Jornada técnica sobre el tapón de corcho en vinos de Rioja. Asociación de enólogos de la Rioja. Haro 13 de diciembre de 1985. Posibilidades de vida del vino embotellado para envejecimiento en función de la calidad del tapón de corcho. Manuel Ruiz Hernández. Pág 128

Tapones enviados por el Instituto Internacional de Olores y Aromas de Paris, a principios de la década de 1990, al Instituto de Promoción del Corcho (IPROCOR) De izquierda a derecha, año de encorchado de las botellas 1885-1915-1917 , el último, derecha, es de una botella de 1879 que fue retaponada en 1930

5 Oxígeno. ¿Qué oxígeno?



Σ

1.- O_2 disuelto en el vino
2.- O_2 en el espacio de cabeza
3.- O_2 dentro del tapón
4.- O_2 por permeabilidad a través del cierre
5.- O_2 por permeabilidad a través de la interfaz corcho-vidrio

O_2 Total

El oxígeno que impactará en el vino de la botella es la suma del aportado por las condiciones del embotellado (1-2), del suministrado por del tapón (3) y del que pudiera llegar del exterior superando la barrera del tapón y/o a través de la interfaz (4-5).

5 Oxígeno. ¿Qué oxígeno?

1.-Oxígeno de la fase líquida, disuelto en el vino.

2.-Oxígeno de la fase gaseosa, en el espacio de cabeza.

3.-Oxígeno de la fase sólida, en el tapón.

4.-Oxígeno externo, que accede al vino después del taponado.

DO : oxígeno disuelto (Dissolved Oxygen)

HO : oxígeno del espacio de cabeza (Headspace Oxygen)

TPO : oxígeno del paquete total (TPO = DO + HO) (Total Package Oxygen)

OIR : oxígeno inicial liberado (Oxygen Initial Release)

OTR : tasa de transmision de oxígeno (Oxygen Transmission Rate)

OCR : tasa de consumo de oxígeno (Oxygen Consumption Rate)

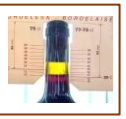
6 Oxígeno . ¿Cuánto oxígeno?

225 mg de O_2 contiene una botella de 750 ml con aire en condiciones normales (CN) -25ºC y 1 atm-

750 ml aire*(1 L aire/1000 ml aire)*(21 L O_2/100 L aire)* (1 mol O_2/22,4 L O_2)*(32g O_2/1 mol O_2) *(1000 mg/g) = 225 mg O_2

5,2 mg de O_2 contiene el gollete de una botella con 65 mm de altura de llenado en CN

(18,5 mm Øi* 18,5 mm Øi *65 mm *3,1416) / 4) *(1 cm^3/1000 mm^3)*(1 L/1000 cm^3) *(21 L O_2/100 L aire)* (1 mol O_2/22,4 L O_2)*(32g O_2/1 mol O_2) *(1000 mg/g) = 5,2 mg O_2



4,9 mg de O_2 contiene el tapón de una pieza de corcho natural 45*24 mm, considerando 80% el volumen de gas en CN

Volumen del tapón en cm^3 = (4,5*2,4*2,4*3,1416)/4) = 20,4 cm^3

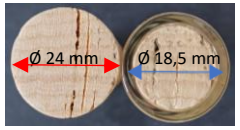
Volumen de aire = 20,4*(80/100) = 16,3 cm^3 gas/ tapón ….. Volumen pared celular = 20,4 (volumen del tapón) - 16,3 (volumen de aire) = 4,1 cm^3

Volumen de O_2 = 16,3 (volumen aire) * (21ml O_2/100 ml aire) = 3,4 ml O_2/ tapón sin encorchar

3,4ml O_2 * (32mg O_2/22,4ml O_2) = 4,9 mg O_2 /tapón

Nota : ver página 29 de la presentación 15/16. Taponar botellas de vino, sin sellar la entrada de oxígeno. Se corresponde con página 521 de Maxcorcho

2,4 mg de O_2 susceptible de salir del tapón tras el encorchado, suponiendo un $Ø_i$ de 18, 5 mm en gollete cilíndrico, y pared celular del corcho sin reducción de volumen, en CN



Volumen del tapón encorchado en cm^3 = (4,5*1,85*1,85*3,1416)/4) = 12,1 cm^3

Volumen de gas tras encorche = 12,1 cm^3 (volumen del tapón encorchado) - 4,1 cm^3 (volumen pared celular) = 8 cm^3

Volumen de O_2 comprimido = 8*0,21 = 1,7 ml O_2 /tapón encorchado

Presión del gas en el tapón encorchado (P_1*V_1 = P_2*V_2)……. P_2 = (1*16,3)/8 = 2,0 atm

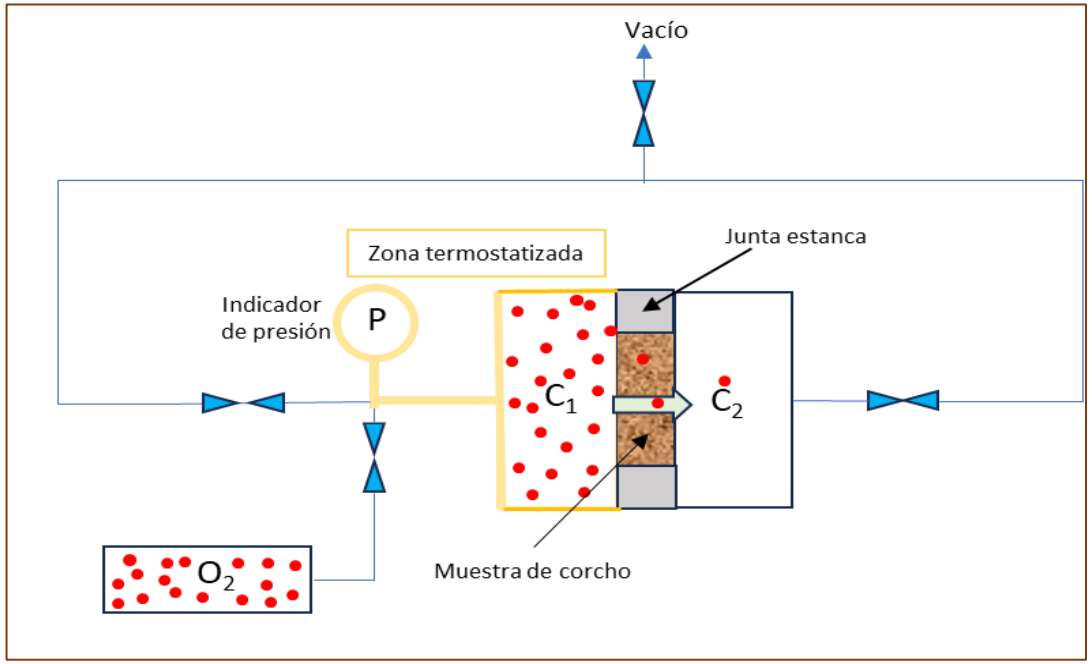
Volumen de O_2 susceptible de salir del tapón comprimido en el gollete en CN……. 3,4 (Volumen O_2 tapón antes del encorche) - 1,7 (Volumen O_2 después del encorche) = 1,7 ml O_2

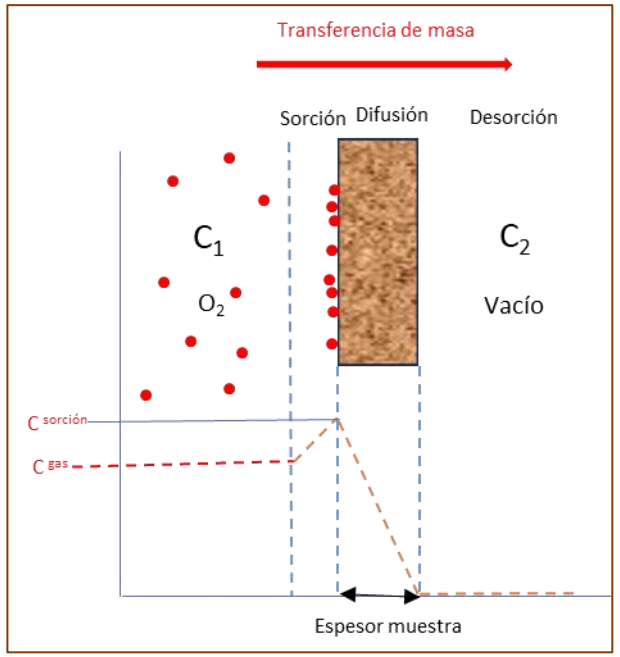
mg de O_2 en CN susceptibles de salir del tapón comprimido en el gollete : 1,7*(32/22,4) = 2,4 mg O_2

Nota : ver página 24 de la presentación 15/16. Taponar botellas de vino, sin sellar la entrada de oxígeno. Se corresponde con página 516 de Maxcorcho

7 Métodos

7.1 Manométrico

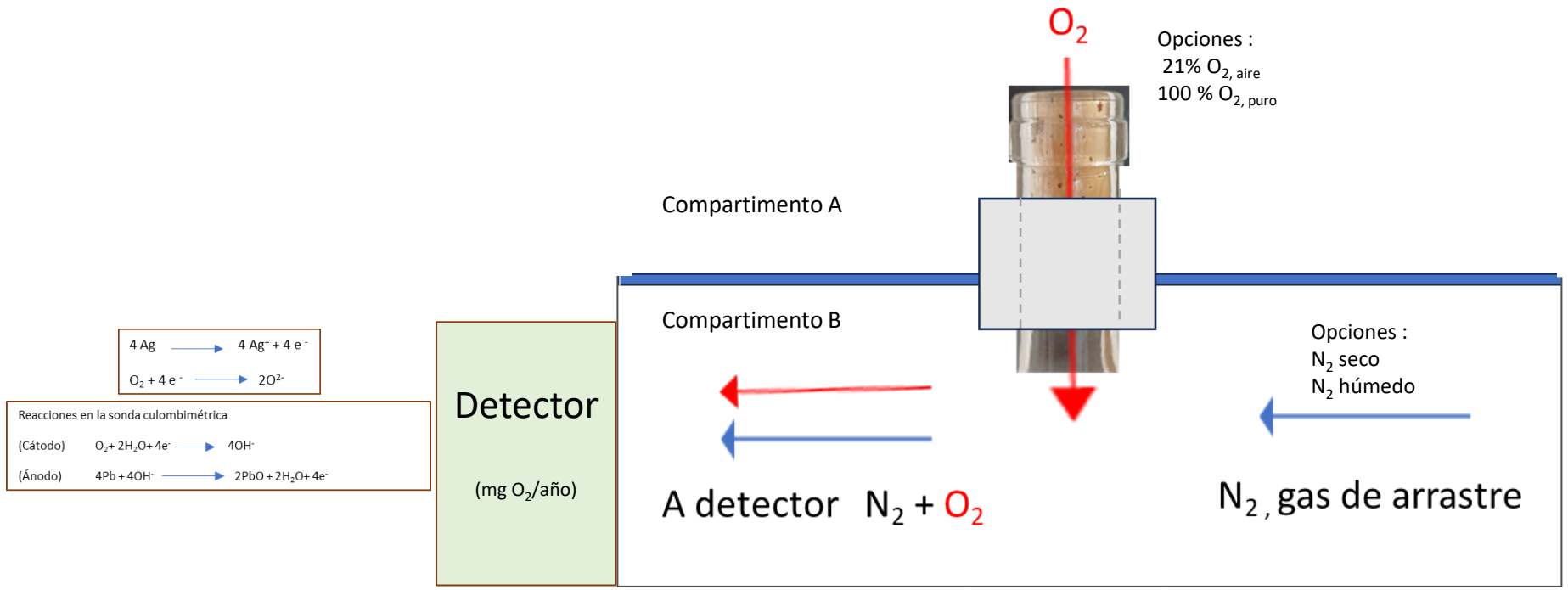




Fuente. ***2021Fast manometric method for determining the effective oxygen diffusion coefficient through wine stopper. J. Chanut , A. Lagorce, S. Lequin, Régis D. Gougeon, J.M. Simon,J.P. Bellat, T. Karbowiak. 2021. Univ. Bourgogne***

En el método manométrico es necesaria la eliminación previa de gases y vapores del corcho mediante vacío, proceso que puede durar varios días en función del espesor de la muestra.
Posteriormente se determinan las isotermas de sorción a diferentes presiones de oxígeno en contacto con el corcho, momento en que la presión disminuye debido a la sorción del oxígeno por el corcho, cuando el equilibrio se alcanza se realiza un balance de masas para conocer la cantidad de oxígeno sorbido.
Mediante la utilización de obleas de corcho de espesores inferiores a la longitud del tapón puede reducirse el tiempo de las determinaciones, si bien precisa de extrapolación para obtener el valor del coeficiente de difusión al O_2 del tapón entero. Es un método destructivo y cuando se utiliza al 0% de humedad relativa se aleja de las condiciones reales en el uso del tapón.

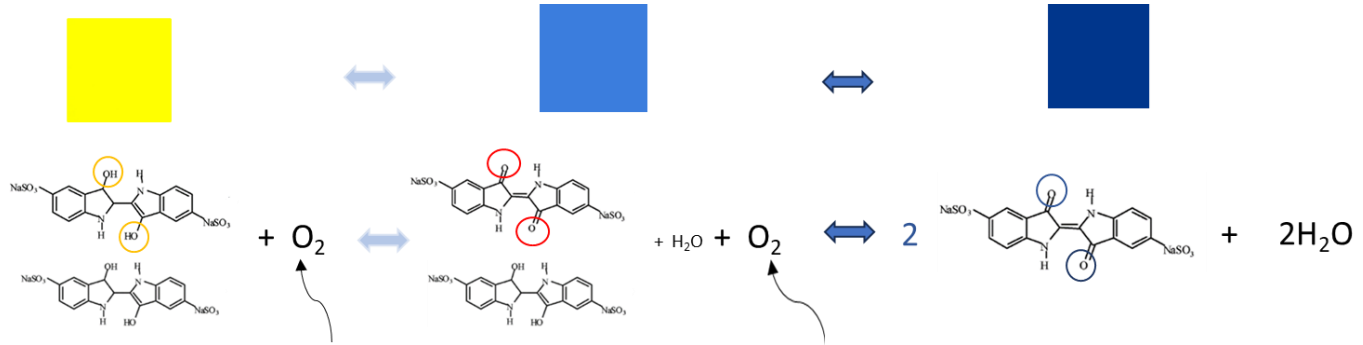
7.2 Coulombimétrico o culométrico (MOCON)



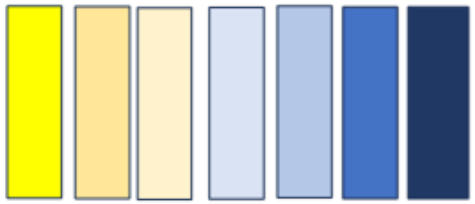
Mide la penetración de oxígeno a través de los tapones insertados en golletes de botellas aislados, sin contacto con el líquido, lo cual no sucede durante la crianza del vino, ni tampoco es posible el estudio cinético del ingreso de O_2 a través de cierres a lo largo del tiempo.

Antes de la medición de la OTR real es indispensable un período de desgasificación de uno a tres meses, aproximadamente, para eliminar del oxígeno residual presente en las lenticelas del tapón de corcho, en caso contrario podría llevar a una sobreestimación de la medición. Es un método destructivo aunque muy preciso y con un límite de detección de $4{,}8\times10^{-6}$ mmol O2 (Mayer & Tuomela 2008 Meinke & Taylor, 1972).

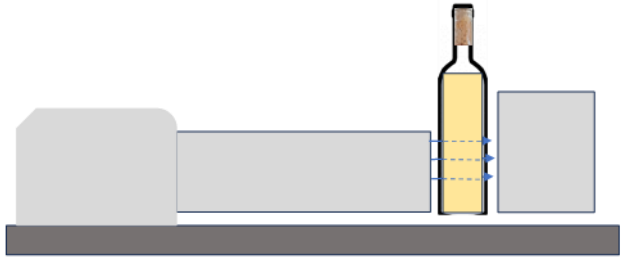
7.3 Colorimétrico



La reacción del oxígeno con índigo carmín, previamente reducido con ditionito de sodio, conlleva modificación en el color de la solución y es este cambio en el color el utilizado para cuantificarlo. Permite la medición de la OTR durante el almacenamiento mediante escaneo colorimétrico directo sobre botellas incoloras que tienen la solución. (Jean Ribéreau-Gayon)



Soluciones de índigo carmín.
Patrones de calibración

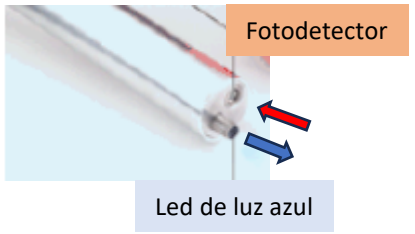


Medida de L*, a*, b* (CIELAB 76) en espectrocolorímetro

Con este método es posible la medición de la entrada de oxígeno, OTR, durante el tiempo de almacenamiento por escaneo colorimétrico directo de botellas incoloras, si bien el protocolo resulta complicado y poco adecuado para análisis de rutina.

Fuente : Nondestructive Colorimetric Method To Determine the Oxygen Diffusion Rate through Closures Used in Winemaking 2005
PAULO LOPES, CEÄ DRIC SAUCIER,* AND YVES GLORIES. Faculte´ d'Oenologie de Bordeaux, Universite´ Victor Segalen Bordeaux

7.4 Óptico. Quimioluminiscencia.



A través de un diodo emisor de luz azul (LED) se envía una señal que proporciona un pulso al punto del sensor del oxígeno, previamente adherido en el interior de la botella de cristal transparente antes del taponado, devolviendo una señal de luz roja fluorescente indicativa del oxígeno. El retorno de la señal, luz roja, su tiempo de respuesta, retraso o decaimiento de la luminiscencia, se correlaciona con la concentración de oxígeno dentro de la botella.

Para mediciones de permeabilidad se pueden utilizar dos alternativas de matrices luminiscentes (PreSens Precision Sensing GmbH) con diferentes rangos de sensibilidad y pegados en la superficie interior de las botellas de vidrio transparente. Estos sensores pueden detectar un rango de presiones parciales de oxígeno de 0 a 41,4 hPa con un umbral de detección de $2{,}69\times10^{-5}$ mmol O_2 en el espacio de cabeza. En solución el rango de la medición va de 0 a 1,8 ppm, con un umbral de detección de $3{,}42\times10^{-5}$ mmol O_2. A partir del valor de presión parcial de oxígeno medido durante el tiempo del experimento se puede determinar así una OTR.

La principal ventaja de este método es la posibilidad de introducir el luminóforo en la botella en contacto con la fase líquida para seguir la concentración de oxígeno disuelto, así como en el cuello de botella para determinar la concentración de oxígeno en el espacio de cabeza (fase gaseosa), de este modo, la cinética de la entrada de oxígeno se puede medir en una botella sin necesidad de destruir la muestra.

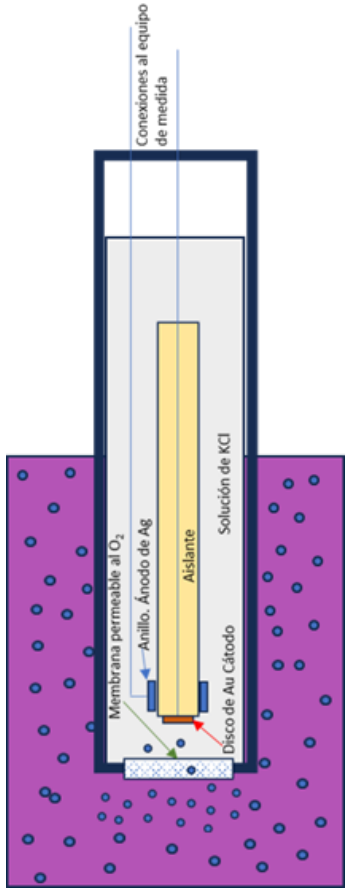
Sin embargo, incluso si esta técnica puede representar condiciones reales, cuando se implementa en vino embotellado la concentración de la medición sólo refleja un equilibrio instantáneo entre el O_2 que ha sido transferido a través del tapón, el oxígeno disuelto y la cantidad consumida por el vino. Por lo tanto, una medición dependiente de la matriz difícilmente puede proporcionar una propiedad intrínseca del tapón. Además, aunque las medidas son rápidas el sistema de quimioluminiscencia es bastante caro y el tiempo de experimentación puede extenderse desde varias semanas hasta varios meses. . *Fuente 2018. Gas transfer through wine closures: A critical review. Kevin Crouvisier-Uriona, Jean-Pierre Bellata, Régis D. Gougeonb, Thomas Karbowiak* **(Francia)**

7.5 Polarográfico

Reacciones en la sonda polarográfica

(Cátodo) $O_2 + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4OH^-$

(Ánodo) $4Ag + 4Cl^- \longrightarrow 4AgCl + 4e^-$



Las sondas polarográficas disponen de una celda electroquímica formada por ánodo (plata) y cátodo (oro o platino) sumergidos en un electrolito (KCl) protegido por una membrana permeable al oxígeno de características definidas por el fabricante.

El oxígeno penetra a través de la membrana y al aplicar una tensión se desarrolla la reacción en el cátodo que induce una corriente eléctrica proporcional a la cantidad de oxígeno de entrada en la célula.

Las sondas culombimétricas tienen similares características a las polarográficas, la diferencia principal está en que el cátodo (oro) y el ánodo (plomo) tienen un tamaño muy pequeño por lo que se denominan microcaptores, sumergidos en solución electroquímica semisólida a basa de $KHCO_3$

Fuente. Pág 17. 18 y 53., *Medición de oxígeno disuelto en vinos de Languedoc.Roussillon (Francia): comparación de diferentes sondas. Marcos A. Maza 2002-2003. Ecole Nationale Supêrieure Agronomique. Montpellier*.

Presenta como ventajas la alta resolución (0,0001 mg/L), así como gran rango de medida (50 mg/L), según la sonda utilizada
Fuente: *Tesis. Etude des paramètres affectant le transfert d'oxygène dans les vins. Igor Chiciuc. Universidad Burdeos.2011*
Como inconveniente decir que es un método destructivo que dificulta el control de la entrada de oxígeno a lo largo del tiempo por lo que require de la evaluación de muchas botellas

7.6 Pérdida de SO_2

Fuente. 1999. Oxygen permeability of macrocrystalline paraffin wax and relevance to wax coatings on natural corks used as wine bottle closures C.P KEENAN1, M.Y. GÖZÜKARA2, G.B.Y. CHRISTIE2,3 and D.N. HEYE

Las mediciones de pérdida de SO_2 libre en bodega pueden estimarse a través de mediciones secuenciales y, si se supone que esta reducción de SO_2 se debe completamente a una reacción con el O_2 que entra, la tasa de consumo de O_2 se puede calcular en términos generales (Casey 1992) como:

$$ml\ O_2\ al\ año = \frac{(\text{Pérdida de } SO_2 \text{ en mg}) * (\text{Volumen del vino en L})}{(\text{Años en la botella}) * (5{,}3 \text{ mg de } SO_2 \text{ por cada ml de } O_2)}$$

Ejemplo :

SO_2 a los 12 meses del embotellado =102 mg
SO_2 a los 18 meses del embotellado = 98 mg
Volumen botella = 375 ml

O_2 consumido en ml/año = (102-98)*0,375/(0,5*5,3) =

0,57 ml O_2 / año

Este método fue el primero que se utilizó en la evaluación indirecta del ingreso de oxígeno a través de los tapones de corcho. El tiempo de experimentación es prolongado, de varios meses a algunos años, para observar disminuciones significativas de SO_2, siendo un método destructivo tanto para el vino como para el corcho y puede conllevar sobreestimación de la OTR al considerar que el SO_2 sólo reacciona con el O_2. *Fuente 2018. Gas transfer through wine closures: A critical review. Kevin Crouvisier-Uriona, Jean-Pierre Bellata, Régis D. Gougeonb, Thomas Karbowiak* **(Francia)**

Boulton et al. (1996) indican que, teóricamente, 1 mg/L de O_2 puede consumir 4 mg/L de SO_2

Revisando el uso del dióxido de azufre - The Australian Wine Research Institute (awri.com.au)

8 Publicaciones

8.Publicaciones

*1996. The role of corks in oxidative spoilage of white wines.E.J.Waters , Z. Peng, K.F. Pocock and P.J.Willians***. (Australia).**

Realizan ensayo comparativo de almacenamiento en 3 tipos de atmósfera controlada : oxígeno, aire y nitrógeno. Se utilizan 4 lotes de tapones de corcho natural, 3 lavados con peróxido y 1 con cloro, midiendo la permeabilidad al oxígeno por el nivel de pardeamiento así como de antioxidantes, entre ellos el SO_2 libre. Un lote lavado con peróxido presenta mayor pardeamiento bajo atmósferas de oxigeno y/o aire que indicaría permeabilidad de O_2 a través del cierre. En los otros lotes lavados con peróxidios no se encontraron diferencias significativas por lo que **se considera que la responsabilidad de la oxidación no es debida al corcho sino a compuestos que están en él o a operaciones de embotellado al utilizarse botellas de lotes que ya habían presentado oxidación esporádica.** El vino utilizado era Chardonnay de 1995, así como otro de 1991. Se concluye que **el vino puede sufrir un deterioro importante cuando se cierra con tapones de corcho que contienen oxidantes**, por ello que es urgente disponer de métodos sensibles para medir la permeabilidad del corcho y la presencia de oxidantes.

1997 An industry trial provides further evidence for the role of corks in oxidative spoilage of bottled wines .M. Caloghiris, E.J.Warters and P.J.Willians **(Australia**).

Realizan un ensayo comparativo de diversos cierres disponibles en el mercado, entre ellos tapones de corcho natural seleccionados al azar de tres proveedores, unos lavados con peróxido y otros con cloro, y los utilizaron para cierre de botellas de 375 ml conteniendo vino blanco Semillon-Chardonnay. Posteriormente evaluaron la permeabilidad al oxígeno y presencia de oxidantes a través del pardeamiento y modificaciones en concentración de antioxidantes (SO_2 libre) a los 16 y 22 meses de almacenamiento. **Encontraron una gran variabilidad en el grado de oxidación con los tapones de corcho**, incluso dentro del mismo lote. (número de 24 botellas por cierre/proveedor en cada segmento temporal de control, 16 ó 22 meses. Tª almacenamiento entre 13 y 31ºC.). Surge la duda sobre la responsabilidad de la permeabilidad al O_2 de los cierres con tapón de corcho : ¿ es el propio corcho o está relacionada con el tratamiento superficial de los tapones, parafinas y/o siliconas, y, por lo tanto, es la interfaz corcho-vidrio la ruta de entrada preferente de O_2 ?)

1998. Perméabilité gazeuse de différents obturateurs. J. Sánchez y J.M. Aracil **(Francia)**.

Utilizan una célula para determinar la permeabilidad por el método manométrico en tapones de corcho natural, con resultados que fluctúan de 1 a 1000, y en tapones de corcho aglomerado Altec, estos con gran homogeneidad en los resultados y que serían comparables con las del corcho natural sin defectos estructurales tipo macroporos. Banda de fluctuación en unidades "Barrer" (1 Barrer = [10^{-10} cm^3. cm] / [s .cm . cm Hg]) de las determinaciones realizadas sobre 10 tapones: tapones naturales de $7,6 * 10^3$ a $5,1 * 10^6$ y tapones Altec de $7,9 * 10^3$ a $2,1 * 10^4$

1999.Oxygen permeability of macrocrystalline paraffin wax and relevance to wax coatings on natural corks used as wine bottle closures. C.P Keenan, M.Y. Gözükara, G.B.Y. Christie and D.N. Heyes. **(Australia).**

Realizan un **estudio para dilucidar la responsabilidad del suavizante utilizado en el recubrimiento de los tapones naturales, la parafina**, **en la permeabilidad al oxígeno concluyendo que no permitía suficiente entrada de oxígeno como para provocar la oxidación del vino durante el almacenamiento (10 meses).** También se utiliza microscopia electrónica de barrido (SEM) para ver el aspecto superficial del recubrimiento antes y después de la utilización de los tapones, concluyendo que era homogéneo a nivel microescala. La superficie de los tapones descorchados presentaba cobertura continua y consistente, de aspecto liso y brillante. La cera parafina tenía una densidad de $0,94 g/cm^3$ a 60ºC

8.Publicaciones

2001. Wine bottle closures: physical characteristics and effect on composition and sensory properties of a Semillon wine 1. Performance up to 20 months post-bottling .Peter Godden, Leigh Francis, John Field, Mark Gishen. Adrian Coulter, Peter Valenti, Peter HØJ and Ella Robinson **(Australia).**

Estudio de diferentes tapones a lo largo de 20 meses (1 rosca, 2 de una pieza de corcho natural de 44 y 38 mm de longitud, 1 tapón de corcho técnico One plus One " Twin Top" de Amorim ,1 tapón de corcho técnico Altec de Sabaté y 9 tapones sintéticos) **que cierran botellas de vidrio transparente**, pedernal, que contienen un vino blanco Semillón elaborado en 1999.
La cantidad del recubrimiento de los tapones de corcho se determinó utilizando n-hexano con una proporción de 10tapones/ 50 ml de n-hexano y repitiendo el proceso dos veces con agitación de 5 minutos, el disolvente se transfiere a matraz de fondo redondo y se elimina el disolvente a presión reducida a 50ºC finalizando con secado durante unos 2 minutos en corriente de N_2
El vino se analiza en el momento del embotellado, así como después del mismo, en este caso determinando el SO_2 libre y total, absorbancia OD 420 nm y ácido ascórbico entre otros.
Para cada cierre se llenaron 300 botellas, excepto para el tapón rosca que fueron 800 botellas. Entre los controles realizados en el embotellado se determinó la presión y altura del espacio de cabeza, así como, entre otros, el oxígeno disuelto que fluctuó entre 0,60 mg/L y 3,16 mg/L.
Tras el embotellado las botellas permanecieron en posición vertical hasta el día siguiente que se invirtieron, dejando 12 botellas por cada cierre en posición vertical para estudio comparativo. Los controles se llevaron a cabo a los 0, 6, 12 y 18 meses……

Este estudio ha permitido relacionar la sensación sensorial con el grado de dorado del vino, así como con su composición en SO_2.
Es preciso confirmar si la concentración crítica de SO_2 libre (aproximadamente 10 mg/L) es percibida en vinos a través del aroma a oxidado.
Se podría utilizar la medida de SO_2 para predecir el punto en el que el nivel de color marrón en un vino blanco se volverá comercialmente inaceptable
A pesar de que no se haya podido demostrar, **es probable que la pérdida crítica de antioxidantes esté relacionada, en parte, con la permeabilidad de los cierres al oxígeno**. Del mismo modo, la pérdida de intensidad del aroma de la fruta podría ser resultado directo del daño oxidativo a los compuestos de sabor, aunque cabe esperarse enmascaramiento.
Ni la concentración de oxígeno disuelto en el embotellado (0,6-3,1 mg/L), ni las medidas físicas del cierre fueron predictores del futuro dorado.
El vino bajo cierre de tapón rosca conservó la mayor concentración de SO_2 y ácido ascórbico, con una tasa de oscurecimiento más lenta. La tendencia de pérdida de SO_2 se evidenció en etapas tempranas con el siguiente orden de menor a mayor : Tapón rosca < Tapones de corcho técnico (Altec y Twin Top) < Tapones de corcho natural < Tapones sintéticos

2001. Wine bottle closures: physical characteristics and effect on composition and sensory properties of a Semillon wine 1. Performance up to 20 months post-bottling. Peter Godden, Leigh Francis, John Field, Mark Gishen, Adrian Coulter, Peter Valente, Peter Høj and Ella Robinson **(Australia)** .

La utilización creciente de cierres alternativos en los vinos embotellados ha generado la necesidad de comprender mejor la función del oxígeno en el envejecimiento de estos. Se cierran botellas de vino con diferentes tapones en diciembre de 1997 realizando análisis del vino y se almacenan en bodega subterránea en posición horizontal, a excepción de las de tapón rosca, ROTE. **Concluye que tapar vinos con tapones diferentes conlleva obtener diferentes vinos y predice que la oferta de tapones con distintas permeabilidades al oxígeno será una realidad en tapones sintéticos y rosca, realidad acelerada por la percepción en los cambios que las mismas trasladen a los vinos**

2002 Sealing and Storage Position Effects on Wine Evolution. A. Mas, J. Puig, N. Lladó and F. Zamora **(España).**

En un vino blanco moscatel y malvasía de la añada 1996 y en un tinto coupage de tempranillo - cabernet saugvinon de 1995 **fueron evaluados diferentes cierres para conocer su incidencia en el almacenamiento horizontal vs vertical de las botellas de vino** . El vino blanco se evaluó hasta llegar a 24 meses y el tinto a 36 meses, presentando un comportamiento similar en cuanto a los cierres y posición de las botellas, si bien en el tinto las diferencias fueron menos significativas . **La posición vertical conllevó mayor oxidación que la horizontal.**

8.Publicaciones

2003 Flavour 'scalping' by wine bottle closures - The 'winemaking' continues post vineyard and winery . Dimitra Capone, Mark Sefton, Isak Pretorius and Peter Høj **(Australia)**

El sabor del vino continúa cambiando mientras está en la botella. Algunos compuestos aromáticos que se encuentran en los vinos jóvenes desaparecen con el tiempo principalmente como resultado de procesos oxidativos y transformaciones no oxidativas, mientras que nuevos compuestos de sabor también pueden ser generados por estas reacciones químicas. Incluso los cierres de las botellas de vino pueden influir en el sabor del vino.

Habiéndose evidenciado que el vino podía extraer una pequeña proporción de TCA de los tapones de corcho, los corchos también pueden absorber una proporción mucho mayor de TCA y otros cloroanisoles del vino y, de hecho, observamos un caso donde vinos que se habían contaminado con tetracloroanisol a través del contacto con roble contaminado fueron "limpiados" por los tapones de corcho (Capone et al. 1999**). Esta capacidad de los corchos para absorber TCA del vino nos llevó a pensar si otros componentes del vino también eran susceptibles de absorberse** y **establecimos una prueba a largo plazo para estudiar esta capacidad de absorción** ('flavour scalping') **en varios cierres de botellas de vino de compuestos aromáticos mediante análisis de la reducción de la concentración de los mismos en el vino a lo largo de su almacenamiento, 2 años , con las botellas en posición invertida. Los cierres fueron tapones rosca (Tamper Roll-On, ROTE), dos clases de tapones de corcho natural, un tapón de corcho técnico y siete cierres sintéticos**. Así mismo se ensayaron muestras de control, almacenadas con y sin aire, constituidas por ampollas enteramente de vidrio para distinguir la pérdida de componentes de vino por reacción química de los debidos a la absorción.

Dado que ningún vino contiene todos los compuestos aromáticos en concentraciones mensurables se añadió un vino Semillón con cada uno de los volátiles que se pretendía evaluar-

La variación en las concentraciones de los compuestos en ocasiones pueden asociarse a la absorción del cierre, en otras se debió a modificaciones químicas independientemente del cierre utilizado.

El vino sellado con ROTE presentó disminuciones similares al de las muestras de control selladas en ampollas de vidrio- El espacio de cabeza de las muestras de control presentó efecto en la reducción de Linalol en un 30 % cuando el almacenamiento fue con aire en contraposición de cuando se hizo en atmósfera de nitrógeno.

Las muestras de tapones sintéticos mostraron mayor capacidad de absorción en los ésteres analizados que los tapones técnicos y de corcho natural.

El compuesto contaminante añadido naftaleno para evaluar la absorción de otros estructuralmente semejante fue absorbido por los cierres, especialmente por los sintéticos (entre el 75% y el 90%)

El hidrocarburo derivado de la uva conocido como TDN (1,1,6-trimetil-1,2-dihidronaftaleno) puede dar un sabor parecido al queroseno en algunos vinos blancos. A veces se puede encontrar en concentraciones relativamente altas en vinos Riesling, especialmente aquellos que llevan dos años o más en botella. Este compuesto fue el más afectado por los cierres (a excepción del ROTE). Todos los cierres sintéticos habían eliminado entre el 96% y el 98% del TDN después de dos años. Los corchos naturales y los cierres técnicos eliminaron el 50% y el 70% respectivamente, mientras que los cierres ROTE no eliminaron ninguno. TDN se considera indeseable cuando está presente en altas concentraciones, por lo que la capacidad de los cierres para eliminar este compuesto de sabor particular, y quizás otros, no siempre es perjudicial para la calidad del vino.

En resumen, **compuestos volátiles relativamente apolares fueron absorbidos por los tapones de corcho sintético y natural, pero no por los tapones de rosca ROTE. Los compuestos más polares no fueron absorbidos por ningún cierre**.

Parece claro que **la elección del cierre puede tener efecto sobre las características sensoriales del vino** no sólo debido a cambios oxidativos importantes y transferencia de compuestos contaminantes descrito anteriormente (por ejemplo, Godden et al. 2001) sino también mediante la absorción directa de compuestos por el material de cierre. En la fabricación de cierres es probable que las tecnologías y los materiales cambien debido a los continuos desarrollos comerciales, por ello los enólogos deben realizar sus propios ensayos para tomar decisiones informadas sobre los cierres más adecuados a sus estilos preferidos de vino y objetivos comerciales.

8.Publicaciones

2005 Nondestructive Colorimetric Method To Determine the Oxygen Diffusion Rate through Closures Used in Winemaking. Paulo Lopes, Ceädric Saucier, and Yves Glories (**Francia**).

Se desarrolló un método colorimétrico no destructivo para medir la difusión de oxígeno de 1 a 9,8 mg/L. durante el periodo postembotellado. Este método se utilizó para estudiar la difusión de oxígeno a través de diferentes cierres disponibles en el mercado. Después de 365 días de almacenamiento horizontal sólo el frasco de control fue impermeable al oxígeno atmosférico; **todos los demás cierres exhibieron tasas variables de difusión de oxígeno, que fueron mucho mayores en el primer mes que en los meses siguientes.** Se demostró que la tasa de difusión estuvo claramente influenciada por el tipo de material de cierre utilizado. Las tasas de difusión del oxígeno a través de los cierres fue, de mayor a menor , la siguiente: Tapones sintéticos > Tapones corcho natural > Tapones corcho técnicos

2005 The Role of Oxygen in the Aging of Bottled Wine. *Allen Hartç, Andrew Kleinig*. (**Australia**).

En vinos blancos embotellados se acepta que cantidades limitadas de O_2 no los beneficiará; por el contrario, estas cantidades sí beneficiarán a los tintos robustos. La aceptación progresiva de los consumidores de las diferentes formas de cierre de botellas de vino hace necesaria una mayor comprensión del papel del oxígeno en el envejecimiento de los vinos tintos, sobre todo los que se destinan a una maduración a largo plazo. **Analizamos vinos tintos tranquilos y espumosos, mantenidos en botellas durante 20 años para determinar su evolución con diferentes cantidades de oxígeno disponible en el vino**. Demostramos que el vino tinto sigue madurando y desarrollándose con o sin oxígeno adicional disponible, no obstante, una mayor disponibilidad (por ejemplo, unos 4 cm^3 O_2/botella /año en tapones sintéticos) aumenta la velocidad de maduración y, por ello, acorta la vida del vino. Los vinos sellados con tapón rosca o corona, en ambiente anaeróbico, pueden desarrollar características reductoras, contrariamente los sellados con tapón sintético, con ambiente más aeróbico, desarrollarán prematuramente caracteres oxidados.

2005 The impact of closure type and storage conditions on the composition, colour and flavour properties of a Riesling and a wooded Chardonnay wine during five years' storage. G.K. Skouroumounis, M.J.Kwitkowski, I.L. Francis, H. Oakey, D.L. Capone, B. Duncan, M.A. Sefton and E. J. Waters **(Australia).**

Se investigó el efecto sobre dos vinos blancos, Riesling y Chardonnay, de diversos cierres tras cinco años desde el embotellado, año 1999, evaluando entre otros la posición del almacenamiento, vertical vs horizontal. Los vinos con cierres sintéticos presentaron aroma relativamente oxidado, color marrón y bajo contenido de SO_2, los cerrados con tapón rosca o ampollas de vidrio presentaron aroma reducido y **los sellados con tapones de corcho natural mostraron caracteres insignificantes de reducción sin que la orientación de las botellas tuviera efecto alguno sobre ellos.**

2005. Towards offering wine to the consumer in optimal condition – the wine, the closures and other packaging variables: A review of AWRI research examining the changes that occur in wine after bottling. Peter Godden, Kate Lattey, Leigh Francis, Mark Gishen, Geoff Cowey, Matthew Holdstock, Ella Robinson, Elizabeth Waters, George Skouroumounis, Mark Sefton, Dimi Capone, Mariola Kwiatkowski, John Field, Adrian Coulter, Narelle D'Costa and Belinda Bramley **(Australia).**

Los tapones de rosca tienen la capacidad comprobada de ofrecer una homogeneidad deseada. En cuanto a los tapones de corchos técnicos, algunos sintéticos, así como los de nuevas tecnologías de cierre como los de corcho natural con membranas barrera al oxígeno y al TCA podrían tener la **capacidad de ofrecer especificaciones más estrictas, como demandan los productores de vino…**

Utilizando un pequeño número de botellas en un primer ensayo del test de penetración al O_2 (Mocon) se obtuvieron los resultados recogidos en la tabla siguiente:

Penetración de oxígeno (ml O_2 por día) con el tapón rosca, tapón Altec y con el tapón corcho natural referencia 2 en el ensayo del AWRI, realizado aproximadamente 36 meses después del embotellado.

Tipo de cierre (nº ensayados)	Media	Rango
Tapón de rosca (n=6)	0,0005	0,0002-0,0008
Tapón Altec (n= 6)	0,0010	0,0007-0,0013
Tapón corcho natural ref 2 (n=12)	0,0179	0,0001-0,1227

8.Publicaciones

2005. L'étude des phénomènes oxydatifs pendant le vieillissement des vins en bouteille. Rôle de l'obturateur. Lopes P. **(Francia)**. Tesis doctoral.

Se desarrolla un método colorimétrico para el estudio de la difusión del oxígeno a través de los cierres de las botellas. Todos los tapones utilizados presentaron permeabilidad al oxígeno, siendo mayor los primeros meses que en los siguientes, en función del obturador utilizado. La experiencia realizada directamente sobre vino tinto mostró lenta evolución de su composición físico-química y de las propiedades organolépticas durante los 20 meses de almacenamiento independientemente del tipo de tapón utilizado y, en consecuencia, del oxígeno.

2006 Impact of Storage Position on Oxygen Ingress through Different Closures into Wine Bottles Paulo Lopes, Ceädric Saucier, Pierre- Louis Teissedre and Yves Glories. **(Francia).**

Los estudios realizados en la década de 1930 por Jean Ribéreau-Gayon muestran por primera vez la entrada de oxígeno a través de los tapones de corcho natural durante el almacenamiento horizontal : de 0,10 a 0,30 ml de O_2 las tres primeras semanas y entre 0 y 0,07 ml en los 4 meses posteriores . **Cuando las botellas se almacenan en posición vertical, las tasas de permeación al oxígeno resultaron más variables**, con ello concluyó que el oxígeno que entra en la botella no era suficiente para influir en la evolución del vino.

2007. Oxygen transmission through different closures into wine bottles. Paulo Lopes, Cédric Saucier,Pierre-Louis Teissedre, Yves Glories **(Francia).**

Se realiza una investigación para determinar la barrera al oxígeno de diferentes cierres, entre ellos tapones de corcho natural de dos calidades, Tapones técnicos Twin Top y microgranulados Neutrocork, evaluando la oxidación de una solución previamente reducida de indigo carmín contenidas en botellas de 375 ml selladas con los cierres a evaluar a lo largo de 18, 28 y 36 meses, tanto en almacenamiento vertical como horizontal. Sólo la botella control, sellada con llama, no fue permeable a la oxígeno. También se comprobó que **la captación de oxígeno es mayor en el primer mes tras el embotellado**, lo que podría tener explicación debido a la compresion del gas dentro de los cierres. El gas arrastrado durante el embotellado fue insignificante, apenas 0,9 µl O_2/L medido con sonda polarográfica. Los tapones técnicos Twin Top y Neutrocork presentaron niveles de 0,1 a 0,4 µL O_2 /día. **Los tapones de corcho natural ofrecieron una disminución de la permeación con el tiempo entre el segundo y el duodécimo mes** (de 1,7 a 6,1 µL O_2/día) para pasar de 0,1 a 2,3 µL O_2/día hasta completar el estudio de los 36 meses. En cuanto a los tapones sintéticos, Nomacorc y Supremecorc, fueron los más permeables de tal forma que alcanzaron el límite de cuantificación del método empleado (2,5 ml O_2) entre los 140 y 290 días respectivamente.

Los resultados indican que la permeación al oxígeno en los tapones de corcho natural varió en un factor de 3,5 entre 2 y 12 meses y un factor de 23 los meses siguientes. De esta forma existe una diferencia sustancialmente menor con las tasas de transmission de 1 a 1000 veces de variación que se han reportado por otros estudios (Godden et al 2005 y Hart A. A, Kleinig 2005) donde se empleó metodología Mocon, cuya medición se realiza sin que exista contacto del tapón con el líquido, lo cual resulta ser un factor importante aunque las botellas se mantengan en posición vertical.

Otra conclusion de la investigación fue que **la orientación de la botella, horizontal vs vertical, durante el almacenamiento tuvo poco impacto en el ingreso de O_2**, al menos durante los primeros 28 meses, lo que concuerda con lo reportado por otros investigadores (Skouroumounis et al.2005) que muestran que la composición y propiedades del vino blanco con más de cinco años en condiciones controladas y constantes no afectaron a la composición y propiedades sensoriales del vino.

8.Publicaciones

2007.The impact of closures, including screw cap with three different headspace volumes, on the composition, colour and sensory properties of a Cabernet Sauvignon wine during two years' storage. Mariola J. Kwiatkowski. George K. Skouroumounis, Kate A. Lattey and Elizabeth J. Waters. **(Australia**).

Investigación para evaluar la evolución de un vino tinto Cabernet Sauvignon embotellado y sellado con cierres diferentes, así como con diferentes volúmenes de aire (4, 16 y 64 ml de aire) **en almacenamiento vertical de dos años**, obteniéndose valores de SO_2 libre y total y mediciones de color por métodos espectrales CIELAB, entre otros. **El oxígeno presente por el embotellado en el espacio de cabeza se consume en unos días o semanas.**

Los vinos sellados con tapón rosca y volúmenes de 4 y 64 ml de aire presentaron claras diferencias entre sí que ya se evidenciaron en el primer año. Los vinos de botellas con espacio libre de 16 ml tuvieron similitud, a pesar de las sutiles diferencias encontradas, entre los cierres de rosca, tapón sintético y tapón de corcho natural. El carácter reducido de algunas botellas parece estar más relacionado con la baja difusión del oxígeno a través del cierre que con el espacio de cabeza.

8.Publicaciones

2007.Main Routes of Oxygen Ingress through Different Closures into Wine Bottles. *Paulo Lopes, Ceâ Dric Saucier, Pierre-Louis Teissedre and Yves Glories* **(Francia).**

La investigación llevada a cabo pretendía conocer qué vías de entrada del O_2 al vino eran las utilizadas y cuantificar la cantidad por método colorimétrico utilizando solución de índigo carmín durante 24 meses tras el sellado de las botellas de 350 ml con tapones de corcho natural, tapón técnico de corcho Neutrocork y tapón sintético Nomacorc.

El ensayo supuso disponer de tres líneas de botellas para cada muestra de tapones, una con el tapón introducido en el gollete, la otra sellando la periferia de la interfaz tapón-vidrio tras el taponado mediante barniz de poliuretano impermeable de manera que el oxígeno sólo pudiese alcanzar el interior de la botella a través del cierre y la tercera línea tenía una cobertura total de la cabeza externa de los tapones tras el taponamiento de manera que la evaluación del eventual oxígeno fuese la que el propio tapón por sí solo aportaría

Entrada de O_2 en ml tras 24 meses de almacenamiento en posición horizontal. Método colorimétrico

Tipo de cierre	Tapones sin cobertura	Tapones con la cobertura en la interfaz vidrio-tapón	Tapones totalmente cubiertos
Tapón técnico de corcho Neutrocork	0,7	0,7	0,6
Tapón de corcho natural	1,4	1,4	1,3
Tapón sintético Nomacorc	> 2,5 (a los 8 meses , supera el límite de cuantificación del método)	>2,5 (a los 8 meses, supera el límite de cuantificación del método)	1,4

Entrada de O_2 en µL/día tras el sellado de botellas: Sin cobertura SN. Con Cobertura interfaz CI y Cobertura total CT. Método colorimétrico

Tipo de cierre	Primer mes SC/CI/CT	Del 2º al 12º mes SC/CI/CT	Del 13º SC/CI/CT al 24º mes
Tapón técnico de corcho Neutrocork	17/17/14	0,3/0,3/0,2	
Tapón de corcho natural	Entre 20 y 24 todos	2,0/1,8/1,6	0,5/0,2/0,2
Tapón sintético Nomacorc	Entre 27 y 30 todos	6,5/6,9/1,3 hasta el 8º mes	……

Sin cobertura

Cobertura de la interfaz

Cobertura total

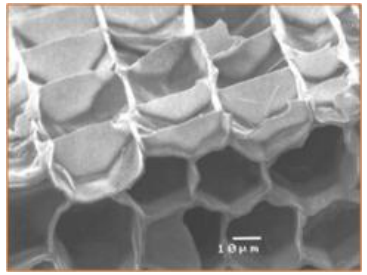
Se considera que **la sobrepresión en el interior del corcho debida a su compresión en el gollete de la botella conllevaría la salida de aire existente en el interior de las células a través de los plasmodesmos durante los 12 meses siguientes al encorchado** y, dado que un tapón de 44*24 mm suponen unos 20 ml de volumen con entre 3,4 y 3,6 ml de O_2, un volumen de 1,3 ml de O_2 se difundiría a través del corcho, es decir, entre un 36% y 38% del valor teórico dentro de la estructura celular.

Nota : ver página 9 de la presentación 15/16. Taponar botellas de vino, sin sellar la entrada de oxígeno. Se corresponde con página 501 de Maxcorcho.

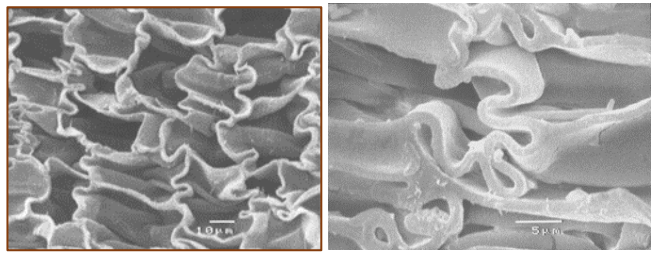
8.Publicaciones

Se incorporan imágenes SEM sin publicar, salvo la de las células de corcho incluidas en el Manual didáctico del taponero, para ilustrar el efecto sobre las mismas provocado por la reducción del volumen del tapón en el gollete de la botella, así como alguna de las vías utilizadas por el gas para equilibrar los gradientes de presión señaladas en la publicación de la página anterior, caso de los plasmodesmos.

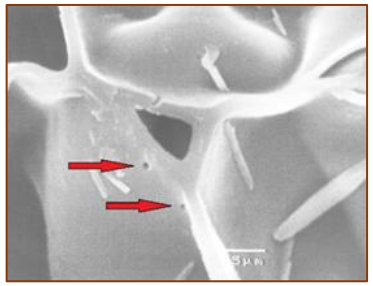
Oxígeno del interior del tapón



Antes del encorche
Presión del gas en células = P atm
(1999.Imagen del Manual didáctico del taponero. Pág 41)

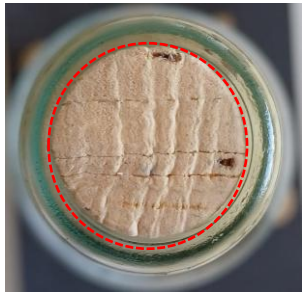


Después del encorche
Presión del gas en células = (P + Δ) atm



Plasmodesmos como ruta de
salida del gas para equilibrar
la sobrepresión tras encorchado
(Modelo Knudsen)

Oxígeno del exterior de la botella



Cabeza externa de un tapón
de corcho natural en interior del gollete.
Zona de la interfaz corcho-vidrio

Costado de un tapón técnico de
corcho microaglomerado en interior del gollete.
Zona de la interfaz corcho-vidrio

8.Publicaciones

2007. Oxygen brings new life to closure debate. Nancy Mills, Paulo Lopes and Miguel Cabral **(Australia- Nueva Zelanda. Portugal)-**

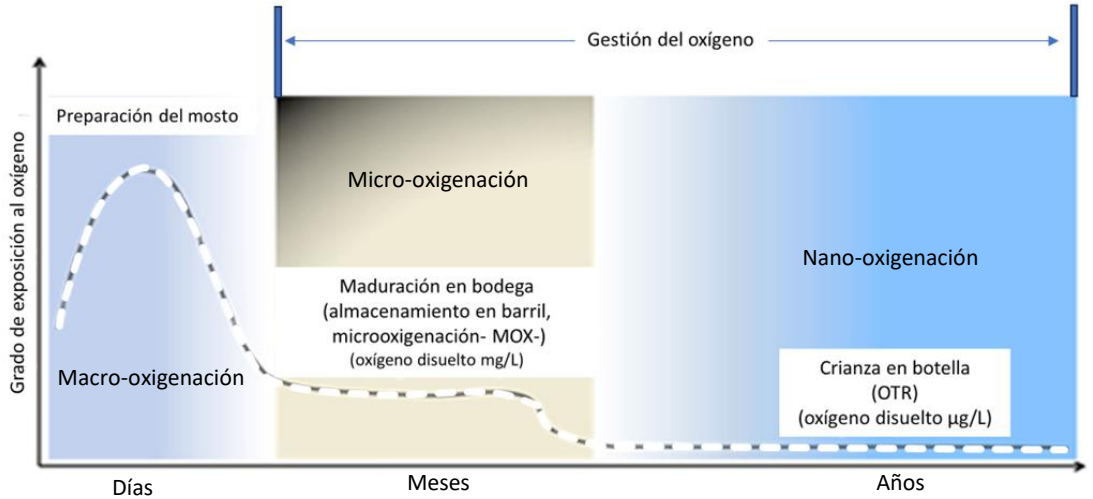
Se reconoce que existe desconocimiento del completo desarrollo del vino por lo que es fundamental comprender los mecanismos que rigen la disolución y consumo de oxígeno. Por otro lado, estudios recientes de la tasa de transmisión de oxígeno (OTR) demuestran que **las afirmaciones de una variabilidad de 1000 veces en las OTR de los tapones de corcho natural son erróneas,** así como que el fenómeno de la oxidación aleatoria es cada vez más resultado de una serie de circunstancias de la línea de embotellado y no únicamente de las propiedades de los tapones de corcho. No obstante, es necesaria más investigación para mejorar la capacidad de control de los factores de la moderna vinificación.

2008. LA MAÎTRISE DES APPORTS D'OXYGÈNE AU CONDITIONNEMENT. Vidal J.C., Moutounet M. **(Francia**).

Investigación que pretende adaptar un método de medición del oxígeno disuelto en las operaciones que van desde la recepción del vino hasta el embotellado con la finalidad de caracterizar el aporte de O_2 en los diferentes pasos y proponer soluciones que lo reduzcan para limitar el uso de antioxidantes (SO_2 y ácido ascórbico).

Las pruebas realizadas muestran que **el oxígeno atrapado en el espacio de cabeza, inmediatamente después de cierre, va de 0,38 a 3,8 mg/botella , con un oxígeno disuelto de 0,5 a 6 mg/L.**

El embotellado es uno de los puntos críticos, sobre todo porque, una vez realizado, no permite más intervención. La ingesta media en la operación de embotellado es de 1,6 mg/L, pudiendo encontrarse botellas con concentraciones de oxigeno disuelto de 2 a 4 mg/L y, si sumamos el oxígeno atrapado en el espacio de cabeza, se pueden alcanzar valores de 6 mg de oxígeno total en botellas de 750 ml.



Etapas de la exposición al oxígeno durante la vida del vino

8.Publicaciones

2009. Managing oxygen ingress at bottling. Vince O´Brien, Chris Colby and Mai Nygaard. **(Australia)** .

Investigación de la entrada de oxígeno por medio de un sensor de quimiluminiscencia en botellas selladas.
Gestionar el ingreso de oxígeno durante el embotellado es fundamental para el control de calidad del vino y su vida útil. **El uso de tecnología PreSens en tres líneas de embotellado muestra que gran parte del oxigeno que Ingresa al vino durante el embotellado procede del existente en el espacio de cabeza, componente que muchas líneas no controlan**.

Dado que el SO_2 libre se agota con rapidez tras el embotellado no resulta sorprendente que aparezcan efectos como el shock de la botella, término utilizado para describir las pérdidas de intensidad del sabor y aroma inmediatamente después del embotellado.

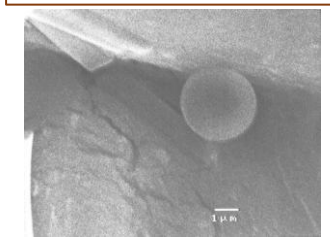
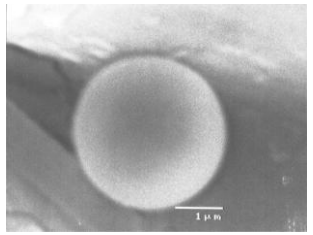
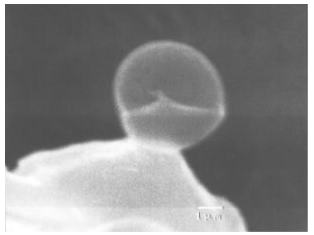
2009. Impact of Oxygen Dissolved at Bottling and Transmitted through Closures on the Composition and Sensory Properties of a Sauvignon Blanc Wine during Bottle Storage.Paulo Lopes, Maria A. Silva, Alexandre Pons, Takatoshi Tominaga, Valerie Lavigne, Cedric Saucier, Philippe Darriet, Pierre-Louis Teissedre and Denis Dubourdieu **(Francia**).

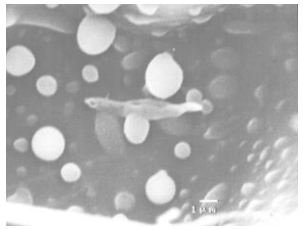
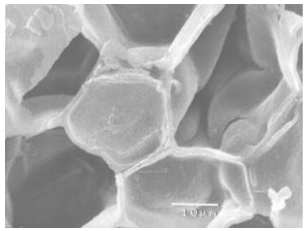
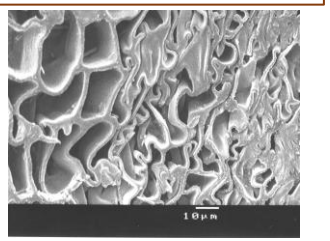
Se investigó el efecto del oxígeno disuelto en un vino blanco Bordeaux Sauvignon Blanc durante dos años de almacenamiento-. **En los tapones de corcho natural, la mayor parte del oxígeno se difunde fuera de la estructura celular hacia la botella a un ritmo relativamente bajo.**

Después del embotellado la exposición del vino al oxígeno depende de la eficacia del sellado de los cierres que se diferencian por su contenido en oxígeno y sus propiedades barreras. En las condiciones del estudio, la variedad sensible al oxígeno como la Sauvignon Blanc se beneficia de una baja exposición al oxígeno después del embotellado en los niveles proporcionados por los tapones de corcho.

2009. Ultrastructural Observations Reveal the Presence of Channels between Cork Cells. Rita Teresa Teixeira and Helena Pereira . **(Portugal**).

Se examinaron diferentes muestras de corcho por medio de la Transmission Electron Microscopy (TEM) , **todas las muestras observadas presentaban paredes de células atravesadas por los plasmodesmos, nunca ramificados, y tenían deposiciones de cierre en el interior de la superficie de la pared celular**. El diámetro estimado de los plasmodesmos fue de 100 nm, con estrechamiento en la lámina media de la pared celular en muchos casos, también **se pudo comprobar que existen agrupaciones de plasmodesmos.**

En 1995 en el ICMC se tomaron imágenes con el Scanning Electron Microscope (SEM) de una muestra de corcho crudo de reproducción a los pocos días de su extracción, corcho que adolecía del defecto denominado corcho verde, procedente de un alcornoque de la dehesa de Santibáñez el Bajo al que llamamos “Raíz perfecta” y que mantuvo en sacas posteriores las mismas características de verde en todo el área de descorche. En ellas se observaron algunas formaciones esféricas unidas a las paredes que serían compatibles con las deposiciones en el interior de los lúmenes que cierran los plasmodesmos recogidas en la publicación de 2009 (Rita Teixeira and Helena Pereira); así mismo la presencia de fermentaciones y existencia de levaduras, junto a algún movimiento de partículas durante las observaciones relacionadas en *CARACTERÍSTICA DO “VERDE” DO QUERCUS SUBER. Parasmeswaram. W. Liese. H. Günzerodt..Boletim do Instituto dos Produtos Florestais- Cortiça. Nº514. Agosto 1981. Pág 179 y sg* también serían concordantes con las imágenes..

8.Publicaciones

2009 Non-invasive Measurement of Total Package Oxygen: Validation and Application. Jean-Claude Vidal. Mélanie Veyret. Jean-Baptiste Diéval **(Francia)**

Estudio para evaluar la tecnología PreSens basada en luminiscencia utilizando diversos sensores en la medición del paquete total de oxígeno (disuelto –OD- y del espacio de cabeza –HS-).

Se evaluaron tres tipos de sondas, la luminiscente Presens en HS y DO, la micro Variant GC en HS y la polarográfica Orbisphere en HS, siguiendo protocolo de la norma OIV MA-F-AS1-06-PROVAL para su validación.

Se diseñó un recipiente específico para el estudio compuesto por tubo de vidrio de 19 mm montado con dos válvulas herméticas para barrer el volume del recipiente con gases estándar certificados (0-1-2-5-10-15-21 % O_2 v/v) y sellando el tubo de vidrio con cierre Nomacorc.

Configuración experimental para medición de HS

1. Medidor de oxígeno de fibra óptica Fibox 3 trace PreSens . El Fibox 3 mide el tiempo de caída de luminiscencia de un luminóforo inmovilizado (sensor PSt3) previamente pegado en el recipiente específico. La lectura se realizó aplicando la fibra óptica delante del punto y emitiendo luz de excitación a través de la pared de cristal. Se emite una luz roja y el tiempo de caída, o ángulo de fase, disminuye en presencia de oxígeno y se correlaciona con el contenido de oxígeno. La presión parcial de O_2 se mide en hPa y luego se convierte en % O_2 v/v en f(T, p).

2. Varian micro GC . Se bombeó una muestra de 400 µl de espacio de cabeza a través del cierre al micro GC (Varian CP 4900) equipado con un Columna MolSieve 5A PLOT de 10 m y detector catarómetro. El inyector, la columna y el catarómetro se mantuvieron a 100°C. El gas portador fue helio a 172 kPa. Se ha instalado un sistema específico de muestreo compuesto por una membrana Genie 170 para evitar cualquier contaminación líquida, una válvula de 3 vías para purgar la aguja o cargar la muestra en el inyector y un barómetro para evaluar la presión en el espacio de cabeza de la muestra. La calibración se estableció utilizando la calibración convencional de 2 puntos al 5% y 21 % de oxígeno. Para cada punto se midieron 5 réplicas. Los valores de HS se miden directamente como % O_2 v/v.

3. Sonda polarográfica Orbisphere. Se tomó una muestra de 10 ml del espacio de cabeza con una jeringa hermética y se inyectó directamente en la cámara de circulación de gas conectada a la sonda equipada con membrana de Teflón® PFA 2956A y cubierta por una membrana de Goretex. La sonda fue conectada a un analizador de microprocesador de un solo canal Orbisphere Moca 3600 para mediciones de oxígeno. La calibración de un solo punto fue colocando aire saturado con vapor de agua (21 % de oxígeno). La presión parcial de O_2 se mide en hPa y luego se convierte en % O_2 v/v en f(T, p).

Configuración experimental para medición de OD

1. Para obtener una gama de vinos con valores de DO conocidos, los mismos gases certificados se hicieron pasar a través de una cerámica porosa en vino embotellado el tiempo suficiente para alcanzar el equilibrio entre el vino y las fases gaseosas. Consideramos que se alcanzó el equilibrio cuando se realizó la medición con la técnica PreSens estable durante varios minutos.

2.Después de retirar la cerámica, se realizó la medición formal, con el mismo dispositivo mediante sensor PSt3 pegado antes en la botella. Los valores de OD se expresan en ppm.

Los resultados tienen mejor repetibilidad con los métodos de micro GC y luminiscencia. La fluctuación de la repetibilidad de la sonda polarográfica supera en más de 3 veces a las otras, lo que puede explicarse por el hecho de que esta técnica requiere varios pasos (perforar el cierre, tomar muestras con la jeringa, cebar e inyectar en el cámara de circulación de gas) todos asociados con errores analíticos. Las pruebas estadísticas muestran que los tres métodos tienen una respuesta lineal (pendiente no significativamente diferente de 1).
La ecuación del método PreSens es la más cercana a la ecuación teórica y = x, lo que indica el mejor rendimiento en términos de linealidad entre los tres métodos probados.

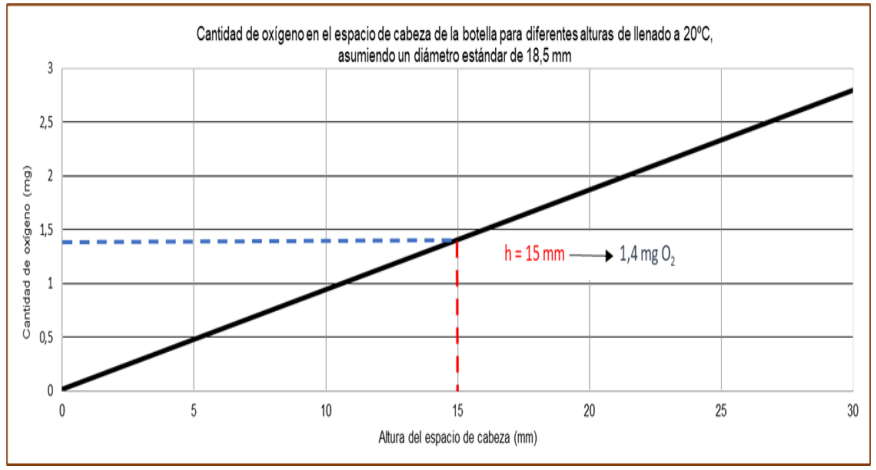
8.Publicaciones

2010. Wine Oxidation and the Role of Cork. Thomas Karbowiak, Régis D. Gougeon, Jean- Baptiste Alinc, Laurent Brachais, Frédéric Debeaufort, Andrée Voilley and David Chassagne. **(Francia).**

Es una revisión del estado del arte de los mecanismos de oxidación de los vinos blancos, con especial énfasis en el corcho con respecto al traslado de masas a través del cierre.

Por otro lado, aunque los efectos perjudiciales de una exposición excesiva están bien establecidos, **se sabe poco del impacto exacto sobre la calidad del vino a bajos niveles de exposición al oxígeno.**

El embotellado constituye una fuente de enriquecimiento de oxígeno .



Tasa de transmisión de oxígenom (OTR), expresada en mg de oxígeno permeable por tapón y por año, para diferrentes tipos de cierres de corcho utilizados en el embotellado de vino

Tipo de tapón	OTR (mg O_2/tapón/año)	Gradiente O_2 (%)	Tiempo	Método detección	Tª (ºC)	Hr(%)	Referencias
Corcho natural	40,67 a 43,28			Culombimétrico	23	Ambiente	*5*
Corcho natural	2,19 (± 1,546) a 4,56 (± 2,47)	0-21	De más de 2 a 12 meses	Colorimétrico	20	65	*3*
Corcho natural	0,05 a 1,41	0-21	De más de 2 a 24 meses	Colorimétrico	20	65	*4*
Corcho natural	0,87	0-21	Más de 22 meses	Pérdida de SO_2	13 a 31		*2*
Corcho natural	9,33 (0,05 a 64)		Después de 36 meses del embotellado	Culombimétrico			*1*
Tapón de corcho técnico "Altec"	0,52 (0,37 a 0,68)		Después de 36 meses del embotellado	Culombimétrico			*1*
Tapón de corcho técnico (aglomerado)	0,09 (±0,18)	0-21	De más de 2 a 12 meses	Colorimétrico	20	65	*3*
Tapón de corcho técnico "Twin Top"	0,18 (±0,09)	0-21	De más de 2 a 12 meses	Colorimétrico	20	65	*3*
Tapón de corcho técnico (aglomerado)	0,05 a 0,47	0-21	De más de 2 a 24 meses	Colorimétrico	20	65	*3*
	Referencias :	*1. Golden et al. 2005*	*2 Keenan et al. 1999*	*3 Lopes et al. 2005*	*4 Lopes et al. 2006*	*5 Valade et al. 2007*	

En cuanto al corcho, que presenta una estructura celular con un contenido en volumen de 80 a 85% de aire, en un tapón de 44*24 mm hay alrededor de 4,8 mg de oxígeno, representando una potencial fuente de oxígeno con una lenta velocidad de difusión desde la estructura celular del tejido hasta el espacio de cabeza.

Siendo deseable la condición de producto natural del corcho, su reputación de inercia química se ha puesto en entredicho y aún existe desconocimiento de la interacción de los compuestos del corcho con el vino.

En los estudios sobre la etapa de lavado de los corchos (Michellot et al. 1990) se informó sobre el efecto de un resultado oxidativo de los corchos lavados con peróxido de hidrógeno que podría ser debido al pH básico utilizado con riesgo de saponificación de la suberina y penetración de residuos de peróxidos en el corcho.

Los valores de permeabiidad obtenidos por Sanchez y Aracill, 1998, en corcho natural mostraron una alta heterogeneidad, incluso en tapones de un mismo lote, lo que podría explicar la oxidación aleatoria observada en vinos blancos australianos

8.Publicaciones

2010. Measurement of Oxygen Transmission Rate through Foamed Materials for Bottle Closures. Maria F. Poças, Belmiro Ferreira, Joel Pereira and Timothy Hogg. **(Portugal)**

Se estudió la OTR con el método Mocon; para reducir el tiempo requerido cuando se aplica a sistemas botella/cierre con longitud de 40 mm de largo se propone un procedimiento con muestras de menor espesor de manera que el tiempo de determinación se acorte para posteriormente compararlo con el estimado para la longitud completa y los resultados experimentales obtenidos en muestras enteras.

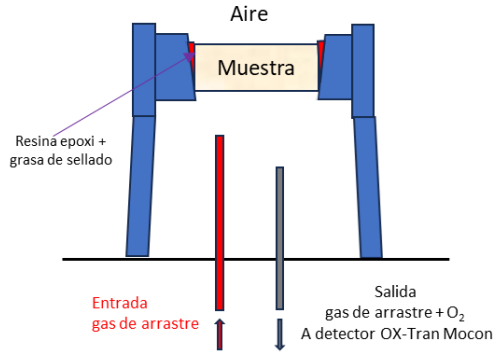
Los cierres ensayados son tapones sintéticos Nomacorc ® Classic de 45*22 mm, que fueron seccionados a espesores entre 5 y 22 mm para los ensayos. Así mismo se ensayaron los cierres enteros insertados en golletes de botellas de vidrio. Para los ensayos de muestras cortadas fue necesario hacer a medida el portamuestra. Antes de las determinaciones se comprobó su estanqueidad y en el mismo también se insertó el cuello de botella para las determinaciones de cierres completo.

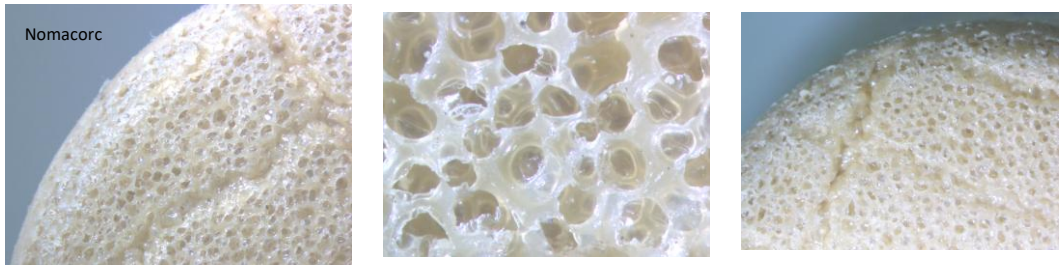
Se utilizo equipo Ox-Tran 2/20 (Mocon, Inc) (ASTM F1307).

Los resultados obtenidos permiten confiar en que las determinaciones de OTR con espesores menores pueden ser extrapoladas a la longitud de los tapones (0,016 cc O_2/día) de manera aceptable a tenor del resultado experimental obtenido con el cierre completo (0,018 cc O_2/día). La diferencia pudiera justificarse por la interfaz dado que con las rodajas queda sellado durante los ensayos pero no se sella en el cuello de la botella. De este modo, se pudo comprobar que cuando el ensayo se realiza sellando la interfaz gollete-cierre la diferencia encontrada estuvo en el 10%, si bien cabe considerar a la vez el efecto que ocasiona la compresión del cierre en el gollete con respecto a las rodajas, sin comprimir, lo cual afectaría al coeficiente de la difusión del gas

El fabricante del cierre informaba en sus especificaciones un valor de OTR de 0,03 cc O_2/día, para longitudes de 37 a 44 mm, superior en todo caso al determinado en los ensayos. En este sentido, otro fabricante de sintéticos, Supremecorq ®, informaba de un valor de 0,011 cc O_2/día para tapones Nomacorc ® de 45 mm de longitud en una tabla comparativa, valor inferior al encontrado pero que no podemos valorar debido a que no se especificaba las condiciones de las pruebas.

Tras la experiencia realizada afirmamos que con el método presentado se reduce considerablemente el tiempo de las determinaciones, para espesores de 5 mm un día es suficiente en comparación con los 38 días que se necesitan cuando el ensayo es sobre el tapón entero de 44 mm de longitud. Dicho esto, es necesario comprender mejor los factores que influyen en la transferencia de O_2 bajo compresión y a través de la interfaz vidrio-cierre**.**





8.Publicaciones

*2011. Measurement of the Oxygen Transmission Rate of Co-extruded Wine Bottle Closures Using a Luminescence-Based TechniqueBy Jean-Baptiste Diéval, Stéphane Vidal and Olav Aagaard.***(Francia)**

Se presenta una técnica no destructica para medir el ingreso de O_2 a través de los cierres y/o interfaz cierre-gollete que está basada en la luminiscencia y utiliza sensores suministrados por PreSens® (Precision Sensing GmbH, Regensburg, Germany), siendo sencilla su utilización. También se desarrolla un modelo predictivo que permite reducir el tiempo de análisis a una semana.

Así mismo, **se comprobó que hay buena concordancia con el método establecido Mocon-Ox -tran**, que es el más utlizado en la industria del embalaje y está recomendado en normas que tratan de la medición de la OTR de películas (caso de la ASTM (F1307-02), si bien el método por luminiscencia permite realizar mayor número de determinaciones en menos tiempo sin comprometer su rendimiento analítico, lo cual le hace candidato para ser un método de control de calidad en la industria del vino para medir la OTR de los cierres.

la OTR es la velocidad en estado estacionario a la que el oxígeno penetra a través de una película en condiciones específicas de temperatura y humedad relativa. En el caso de los cierres -tapones-, es importante señalar que los materiales a probar son más anchos que las películas, por lo que, como consecuencia, la medición lleva más tiempo y la configuración experimental se vuelve aún más crítica.

Se utilizaron 3 tipos de tapones sintéticos Nomacorc para las pruebas, las botellas transparentes tienen capacidad de 375 ml y son purgadas con N_2, realizando vacío para alcanzar tras el taponado una presión interna de -0,1 y 0 bar, se almacenan en condiciones controladas de Tª y Hr. Las mediciones se realizan a intervalos variables durante 20 días, también se midieron entre 100 y 250 días para comprobar la evolución y dispersión en el tiempo.

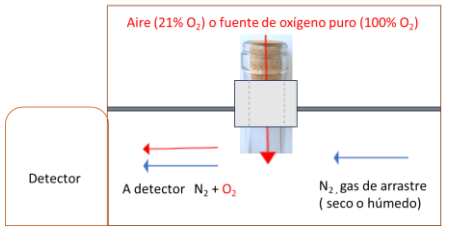
El equipo de medida es un medidor de oxígeno de fibra óptica Fibox 3 Trace adquirido en PreSens Precision Sensing GmbH que mide el tiempo de caída de la luminiscencia de un luminóforo inmovilizado excitado con luz monocromática de intensidad modulada emitida por la fibra óptica cuyo tiempo de desintegración provoca retraso en la señal luminosa emitida por el luminóforo, el tiempo de decadencia, o el ángulo de desfase, disminuye en presencia de oxígeno y se relaciona con el contenido de oxígeno. Los sensores PSt6 se colocaron dentro de las botellas antes de cerrarlas. **Los resultados indican que en las primeras semanas hay un ingreso de O_2 más rápido, posteriormente se llega a un estado estacionario donde se deduciría la OTR.**

A su vez se determinó la OTR por método Mocon Ox – tran conforme a ASTM F1307-02 mediante equipo Mocon Ox-tran MJ2/61. Tras varios meses de permanecer los tapones en las botellas se procedió al corte de los golletes taponados para su posterior colocación en el equipo de ensayo, sellando el contacto del gollete con el portamuestra mediante resina epoxi. El gas de prueba fue aire (21% O_2) y en la otra cámara el gas de arrastre fue N_2 seco.

Se concluye que los resultados son aceptables con el método basado en la lumuniscencia y que en el futuro podría ser considerado en procedimientos de control de calidad, si bien se requieren más estudios a fin de adaptarlo a todo tipo de cierre

Sensor PSt6, colocado en el interior de las botellas purgadas con N_2 y taponadas

Quimioluminiscencia vs Mocon-Ox tran

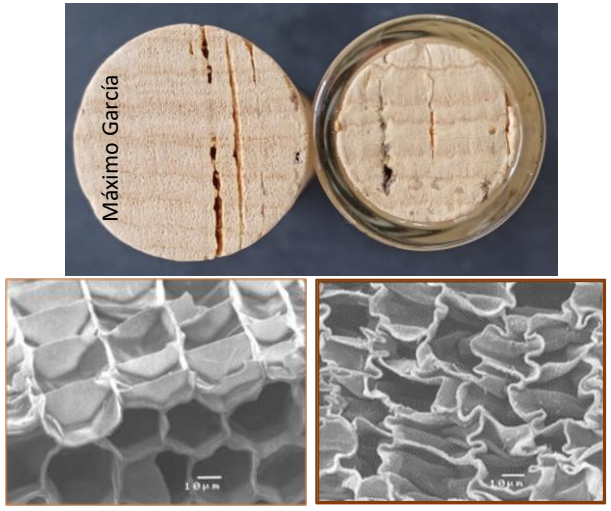


8.Publicaciones

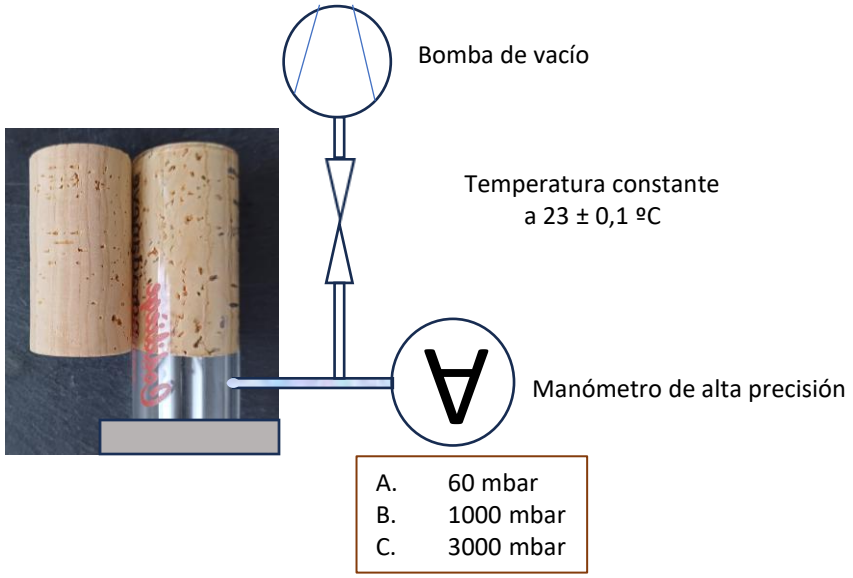
2011. Gas released from cork after bottling. Orlando M.N.D.Teodoro and Ana C. Mesquita **(Portugal).**

Se estudió la liberación de gas del interior del corcho una vez introducido en el gollete de las botellas en tres condiciones de presión absoluta del espacio de cabeza : 60 mbar, 1000 mbar y 3000 mbar que se corresponderían con las alcanzadas en embotellado al vacío, a presión equilibrada y sin ningún bombeo previo respectivamente midiendo las variaciones de presión en continuo en el espacio de cabeza con manómetro de precision.

- ✓ Embotellado en vacío (60 mbar en espacio de cabeza) : la presión aumentó a lo largo de muchas semanas después del taponado.
- ✓ Embotellado a presión equilibrada (1000 mbar en espacio de cabeza) : aumento de la presión durante algunos días para, posteriormente, disminuir.
- ✓ Embotellado sin bombeo (3000 mbar en espacio de cabeza) : la presión en el espacio de cabeza suele superar a la del interior del gas en el corcho comprimido y conlleva una pérdida de presión.



P P + ΔP



8.Publicaciones

2011.Permeability of Cork to Gases. David P. Faria, Ana L. Fonseca, Helen Pereira and Orlando M. N. D. Teodoro **.(Portugal) .**

Se investigó la permeabilidad de los gases a través del corcho natural sin comprimir, evaluándose más de 100 muestras de diferentes calidades de planchas de corcho para proporcionar una imagen de la distribución de la permeabilidad. **Se utilizó una técnica novedosa basada en la detección de fugas de un espectrómetro de masas**.

Se utilizaron discos de corcho de 10 mm de diámetro y 2 mm de espesor. La permeabilidad al oxígeno se midió mediante la técnica de aumento de presión. **Las muestran fueron de corcho cocido y sin hervir. Se evaluaron secciones en las tres direcciones : axial, radial y tangencial sin que se encontrasen diferencias sistemáticas**.

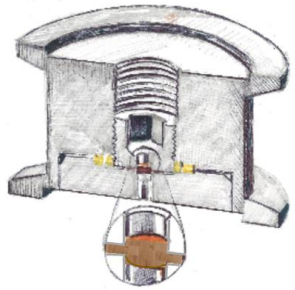
Se encontró correlación entre densidad y permeabilidad: **las muestras de mayor densidad tienden a mostrar menor permeabilidad. Sin embargo, el corcho cocido mostró una permeabilidad media menor a pesar de tener una menor densidad,** lo cual requiere de investigación al respecto. No obstante, la ausencia de heterogeneidades macroscópicas no evitó que los resultados presentasen una importante variabilidad, que llegó a ser de 3 órdenes de magnitud tanto en corcho hervido como sin hervir.

Los cálculos sugieren que los gases permean el corcho sin comprimir principalmente a través de pequeños canales entre las celdas bajo un régimen de flujo molecular. El diámetro de dichos canales se estimó en el rango de 100 nm, de acuerdo con el tamaño de los plasmodesmos en las paredes celulares del corcho.

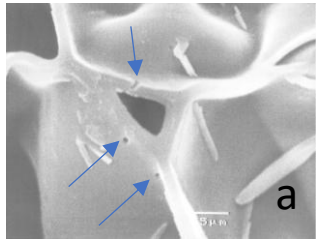
Las muestras de corcho seleccionadas carecían de discontinuidades o defectos macroscópicos, como son los poros o lenticelas, dado que al tratarse de un producto natural era de esperar gran variabilidad en los resultados por lo que las dimensiones de las muestras fueron muy reducidas, apenas unos milímetros, con la finalidad de que presentasen homogeneidad. Estas muestras procedían de planchas de corcho de reproducción de 9 años de crecimiento donde se diferenciaron tres clases : clase 1 espesor de 22 a 27 mm (corcho delgado), Clase 2 espesor de 27 a 32 mm (corcho semiestándar) y clase 3 espesor de 32 a 40 mm (corcho estándar).

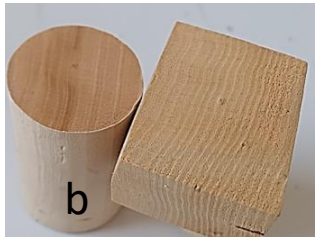
El portamuestra se montó directamente en el detector de fugas donde el lado inferior, tras adecuación, mantenía alto vacío inferior a 10^{-5} mbar lo que conlleva la pérdida de humedad, y en el superior se siguió el procedimiento indicado en el detector mediante aumento gradual de la presión (varias horas).

Nuestro trabajo muestra que sin comprimir y seco, **el corcho tiene una permeabilidad aproximadamente 10 veces mayor que las publicadas**, esto es razonable porque la compresión debería cerrar parcialmente las rutas de flujo. El transporte de los gases parece realizarse a través de los pequeños canales que atraviesan la pared celular, los plasmodesmos, de longitud aproximada de 1,5 µm y diámetro 60 nm, según la literatura.



Portamuestra obtenido expresamente para la realización de las pruebas. Diámetro de la muestra 10 mm, diámetro del área de ensayo de permeabilidad 3,5 mm (9,6 mm^2), espesor del disco de ensayo ~ 2 mm. Llenado del gas en la parte superior y, en la inferior, zona de alto vacío.





(a) Imagen SEM de célula con plasmodesmos. (b) Áreas del corcho sin discontinuidades de poros lenticelares, como las muestras ensayadas en las tres direcciones. En mi opinión, la ausencia de lenticelas constituye un indicador de que la dificultad para evacuar el agua procedente, entre otras, de los biopolímeros de condensación, como son la suberina y celulosa, ha sido considerable y puede llevar a que la zona de la pared central de las células no compacte y presente oquedades propias del corcho verde, más denso cuando se seca por el eventual colapso de las paredes. El corcho generado en las heridas de la saca también es menos poroso. Máximo García

8.Publicaciones

2011. Impact of operating conditions during bottling and of technical cork permeability on the oxygen content and evolution of bottled Sauvignon blanc. Jean Claude Vidal and Michael Moutounet. **(Francia).**

Mediante estudio experimental se demostró que un vino Saugvignon blanc (500+500 botellas) **con unas condiciones de embotellado inadecuadas** (alto contenido de oxígeno disuelto, taponado sin vacío y sin gas inerte) **presentaba un impacto significativamente mayor que la permeabilidad del corcho** (Tapones técnicos de corcho microaglomerado Diam P1 y Diam P10) sobre el oxígeno total durante los primeros meses. En las condiciones habituales de almacenamiento las mayores pérdidas de SO_2 libre se producen durante los primeros 15-30 días y se correlacionan con el oxígeno total atrapado durante el embotellado y liberado por el corcho. Posteriormente la disminución del SO_2 libre es menor y se relaciona con la permeabilidad del corcho.

2011. Oxygen diffusion through natural raw cork. Sonia Lequin, Jean-Pierre Bellat, Jean-Marc Simon, Thomas Karbowiak, Laurent Brachais, David Chassagne **(Francia).**

Ensayaron 15 muestras de 3 mm de espesor de diferentes corchos crudos, sin comprimir, para determinar el coeficiente de difusión al oxígeno mediante un método manométrico que consta de dos cámaras separadas por la muestra, en una se mide la presión mientras que en la otra se mantiene el vacío dinámico (10^{-2} hPa).

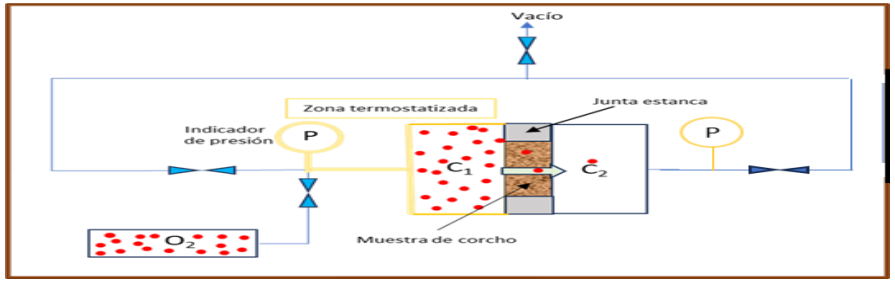
La heterogeneidad del material queda reflejada en los resultados obtenidos, con valores del coeficiente de difusión en 11 de las 15 muestras entre 10^{-9} y 10^{-7} $m^2 s^{-1}$. Estadísticamente el 2,5% de los tapones con coeficiente de difusión superior a $2*10^{-8}$ tendría una OTR de aporte de oxígeno superior a 103 mg * $año^{-1}$ * $tapón^{-1}$ y podrían suponer defectos de oxidación en el vino.

2012. Diffusion of Oxygen in Cork. Sonia Lequin, David Chassagne, Thomas Karbowiak, Jean-Marc Simon, Christian Paulin and Jean-Pierre Bellat. **(Francia).**

Se realizan mediciones del coeficiente de difusion efectiva del oxígeno en corcho a 298ºK mediante dispositivo manométrico adhoc compuesto por dos compartimentos de gas separados por una lámina de corcho. El compartimento C_1 contiene O_2 a la presión de 220 hPa mientras el segundo, C_2, permanece en vacío dinámico a 10^{-2} hPa; el coeficiente de diffusion efectiva se obtiene aplicando la Ley de Fick al estado transitorio utilizando un método numérico basado en las diferencias finitas. Otro modelo analítico derivado de la Ley de Fick es propuesto para el estado estacionario, existiendo coincidencia entre ambos métodos. La media armónica de los coeficientes de difusión efectiva de la distribución de 15 obleas de corcho de 3 mm de espesor es de 1,1 $*10^{-9}$ $m^2 s^{-1}$ distribuidos en cuatro décadas. Mediante análisis estadístico de la distribución gaussiana obtenida con obleas de 3 mm se extrapola a una muestra de 48 mm, cuya longitud se correspondería a la del tapón de corcho, con un valor medio del resultado de difusion efectiva Deff igual a $1,6*10^{-9}$ $m^2 s^{-1}$.

De esta forma, **es posible obtener el coeficiente de difusión efectiva del oxígeno a través del corcho por medio de mediciones breves (pocos días) utilizando obleas de corcho con pequeño espesor en lugar de necesitar meses cuando es todo el tapón el que se ensaya**. La permeabilidad y tasa de trasferencia al oxígeno, OTR, también se determinan para compararlas con resultados de otros estudios.

Las muestras se obtuvieron de 15 tapones de corcho natural crudo de buena calidad mediante seccionamiento manual de cada tapón para dar 15 obleas de 3 mm de espesor por tapón. El ensayo se realiza sobre muestra sin comprimir fijando la misma al soporte por medio de adhesivo Araldite, cuya impermeabilidad se comprobó previamente, siendo la superficies de ensayo expuesta de $3,8*10^{-4}$ m^2 .



8.Publicaciones

*2012. Validating the Oxygen Performance of a Wine Closure. Tim Teller and Annegret Cantu. Vinperfect Inc.***(USA)**.

Se da a conocer un nuevo tapón rosca, VincPerfect´s closure System, cuyo comportamiento con respecto a la OTR es evaluado por medio de dos tipos de sensores no invasivos, NOMAsense y MOCON OpTech, a través de determinaciones en botellas de 375 ml llenas de una solución de vino modelo desoxigenada donde se colocaron sensores Pst6 y OpTech (rango 0-1,8 mg/L y 0-4,2% O_2) a media altura de la botella y en espacio de cabeza para calibrar el sistema de cierre con medidas semanales de O_2. Estos nuevos cierres pretenden satisfacer a los enólogos en el sentido de poderles ofrecer una OTR en función del periodo de vida que ellos consideren oportuno para su vino, 5, 10, 20 años…. dado que existe una relación inversa entre la densidad óptica de las películas utiliadas en los prototipos de VInPerfect y la tasa de OTR.

Un contratiempo en este tipo de cierre es que el vino NO debe presentar un oxígeno disuelto inicial alto, además, las dos primeras semanas después del embotellado las botellas se deben mantener en un ambiente inerte a fin de que se complete la recuperación sin O_2 atmosférico .

En las muestras de tapones rosca que no se habían comportado conforme a lo esperado se encontraron defectos en la superficie de sellado de las botellas, cuando el revestimento de la tapa constituye la mitad del sello, por este motivo es importante vigilar la calidad del vidrio.

Las investigaciones con este tipo de cierre deben continuar.

2012.Cork closures Impact on the quality of bottled wines. Paulo Lopes. **(Portugal).**

AMORIM publica una página web , https://brocku.ca/ccovi/wp-content/uploads/sites/125/Presentation-Brock-University_Paulo-Lopes-1.pdf, **que recoge la presentación en la Brock University de Canadá sobre los avances de mejora de las empresas del corcho así como de las investigaciones llevadas a cabo en los últimos años con las siguientes indicaciones**

- El TCA está bajo control; sin embargo, hay margen de mejora
- Las propiedades de barrera a los gases de los tapones de corcho son únicas, ya que proporcionan una barrera eficaz contra compuestos exógenos y liberan bajas cantidades de oxígeno que proporcionan un desarrollo del vino bien equilibrado
- La evolución del vino después del embotellado parece ser más reductiva que oxidativa; ¡Las operaciones y cierres que proporcionan una oxigenación alta y continua son perjudiciales para la calidad del vino!
- Los compuestos fenólicos migran del corcho al vino; ¿Pueden participar en las reacciones oxidativo-reductoras del vino?
- El corcho natural se arraiga en la mente de los consumidores como el statu quo, mientras que los tapones de rosca y los sintéticos introducen una disonancia cognitiva, crean una mala imagen de marca y, por tanto, influyen negativamente en la compra y el precio.

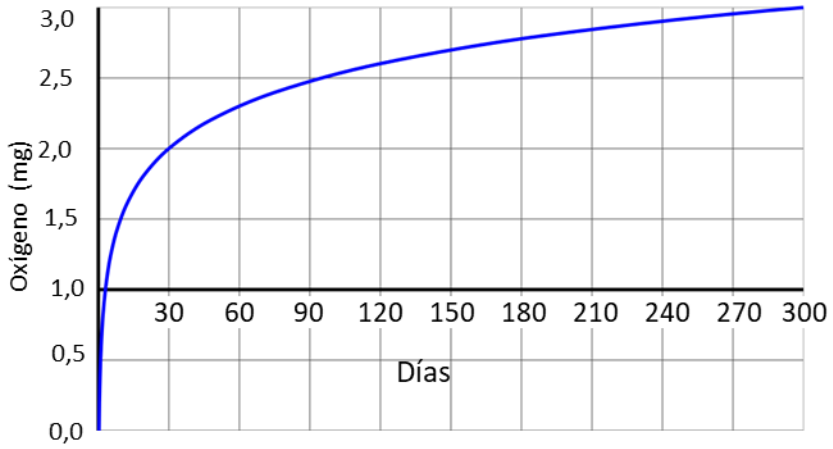
8.Publicaciones

2013. Kinetics of Oxygen Ingress into Wine Bottles Closed with Natural Cork Stoppers of Different Qualities. Vanda Oliveira, Paulo Lopes, Miguel Cabral, and Helena Pereira **(Portugal)**

Estudio para investigar durante 12 meses la cinética de la entrada de oxígeno en botellas transparentes de 375 ml cerradas con tapones de corcho natural utilizando método colorimétrico no destructivo con solución previamente reducida de índigo carmín.

Con el fin de abarca la variabilidad natural del corcho, en cuanto a la entrada de oxígeno en la botella, 600 tapones de corcho natural se analizaron con diferentes clases de calidad y producidos a partir de planchas de corcho de diferentes calibres (300 con corcho imperial, grosor 27-32 mm, y otros 300 con corcho grueso, grosor 45-54 mm). Posteriormente se hicieron tres clases mediante sistema automático de clasificación : premium, bueno y estándar, tomando 100 tapones por clase antes del lavado y tratamiento superficial para el taponado de las botellas.

Se sustrajo de los cálculos el O_2 del espacio de cabeza consecuencia de las operaciones de embotellado, 1,5 mg/bot . El límite del método se fijó en 4,2 mg O_2/bot **. El ingreso de oxígeno siguió la cinética ajustada a una curva logarítmica con un rápido e importante aumento en los primeros días para posteriormente decrecer en el primer mes y estabilizarse del tercer mes en adelante con tasas de ingreso constante**.



Grupos de tapones en función del ingreso de O_2 y % de tapones por grupo		
Grupo	A los 12 meses	% tapones
1	mg O_2 < 1,4	23
2	1,4 ≤ mg O_2 ≤2,9	32
3	2,9 < mg O_2 ≤4,2	24
4	4,2 mg O_2 después del 4º mes	11
5	4,2 mg O_2 antes del 4º mes	10

Promedio de ingreso en mg O_2		
Clase	A los 90 días	A los 360 días
Premium	0,77	0,99
Bueno	1,50	1,92
Estándar	2,66	3,44
Los tapones procedentes de las planchas de corcho imperial permitieron menos entrada de O_2 en las tres clases, son corchos más firmes		

La cinética de La transferencia de oxígeno fue similar en todos los casos y pudo ajustarse a modelos logarítmicos

Una variabilidad significativa fue encontrada para la entrada de oxígeno en las botellas cerradas con tapones de corcho natural: la entrada a los 12 meses osciló de 0,3 a 4,8 mg; el 21% de los tapones alcanzaron el límite de cuantificación de oxígeno a lo largo del experimento.

Los resultados sugieren que la variación en el ingreso de oxígeno es consecuencia de las diferentes características naturales en las dimensiones de la célula y el volumen de aire dentro de la estructura del tapón.

8.Publicaciones

2014. Tesis. Avances en el conocimiento de la percepción sensorial de vinos tintos y su relación con la composición química no volátil. Evolución químico-sensorial en la etapa de embotellado. José Javier Avizcuri Inac **(España).**

Actualmente**, modelizar el grado de exposición al oxígeno que dará lugar a la expression sensorial óptima de un determinado vino continúa siendo un reto.**

El vino tinto puede tolerar más de treinta saturaciones de O_2 (180 ml O_2/L) antes de mostrar caracteres de oxidación. Esta gran resistencia se debe principalmente al material polifenólico. Sin embargo durante el envejecimiento en botella la exposición al oxígeno es generalmente muy baja (nanooxigenación). La exposición al oxígeno durante esta etapa puede variar mucho dependiendo en gran medida del tipo de cierre utilizado. Las diferencias entre un tapón y otro son la fuente principal de las variaciones en la permeabilidad al oxígeno entre botellas. Gambuti y col. concluyeron que los cambios experimentados en el material polifenólico a causa de las distintas OTRs dependen en gran medida de la concentración inicial del vino en estos compuestos.

La llegada al mercado de tapones alternativos a los tradicionales de corcho ha abierto la puerta a la posibilidad de gestionar las distintas demandas de oxígeno de los vinos a través de cierres mediante la selección específica de tapones con una OTR óptima

En los estudios sobre el envejecimiento del vino embotellado se anotan cambios en el color amarillo (absorbancia a 420 nm), tonalidad, disminución del contenido en polifenoles, aumento del sabor amargo… pero son pocos los estudios centrados en la influencia de la exposición al oxígeno en la evolución sensorial de los vinos embotellados y, aunque podemos encontrarlos en cuanto a su evolución aromática, apenas existen con respecto a la influencia de los atributos en boca durante el envejecimiento en botella donde los últimos trabajos que se han publicado al respecto muestran que no se ven afectados por las diferentes OTRs aplicadas, si bien parece que a partir de los 10 meses pueden ganar importancia.

No obstante, ya existen datos como el que a mayor OTR mayor pérdida de polifenoles, sobretodo los flavonoles, pero el desconocimiento en cuanto a los cambios químicos y modificación de características sensoriales durante la estancia del vino en botella es notorio, así como el efecto que tiene el oxígeno.

Se realiza estudio de la evolución de las propiedades sensoriales (6 meses a 25ºC) de un importante número de vinos tintos con gran variedad de composición polifenólica que se embotellan con distintos niveles iniciales de oxígeno (ver tabla) para cerrarlas con septum de silicona y chapa tipo “cerveza”. Los efectos del oxígeno se esperaban que fuesen más evidentes pero **no se encontró una tendencia clara, lo cual pudo deberse a la forma en que se aplicaron las dosis, todo el oxígeno en el inicio en lugar de a lo largo del envejecimiento a través de los cierres como en condiciones normales**

Dosis de O_2 suministrado y equivalencia con la permeabilidad de sistemas de cierres reales				
Nivel de O_2	µl O_2/día(en 750 ml)	mg L^{-1}/día	µl O_2/ total 6 meses (en 750 ml)	Permeabilidad del tapón
Dosis 0	0	0	0	
Dosis 1	3	1,1	536	Buen corcho natural
Dosis 2	9	3,1	1607	Tapón sintético aceptable
Dosis 3	30	10,6	5357	Tapón sintético malo
Dosis 4	90	30,44	16071	Pésimo corcho natural
Nota, las dosis fueron 0 /1,1/3,1/10,6 y 30,44, de este modo entiendo que decir “día” parece un error, probablemente el autor quería decir “ año”				

8.Publicaciones

2014. Measurement of the oxygen transmission rate of different wine bottle closures and storage position effects. del Alamo-Sanza, M; Menédez-Miguélez, M.; Nevares, I. **(España)**

En los resúmenes del International Congress on Grapevine and Wine Sciences celebrado del 7 al 9 de noviembre de 2018 en La Rioja se recoje esta aportación cuya traducción podría ser la siguiente:

El oxígeno es un componente esencial para determinar el potencial de envejecimiento del vino en botella. La entrada de oxígeno a la botella depende en gran medida del tipo de cierre y de la eficacia de sellado del mismo.

Este trabajo presenta los resultados de la tasa de transferencia de oxígeno (OTR) a través de diferentes tapones de corcho comerciales para botellas de vino, ya sean naturales o técnicos.

La cinética de entrada de oxígeno ha sido evaluada después del embotellado y también durante los siguientes 6 meses de almacenamiento horizontal. También se evaluó el impacto de la posición de almacenamiento.

La medición de la OTR de cada el cierre se ha realizado mediante el sistema de medición patentado (del Alamo-Sanza M. y Nevares I. 2012) con adaptación especial para cierres. El uso de un adaptador de botella estandarizado nos permite eliminar la interferencia del efecto de unión cierre-cuello de botella, evaluándose únicamente la OTR a través del tapón. Este sistema permite evaluar la OTR de cada cierre en una situación real, tanto en posición vertical como horizontal de la botella. **Los resultados indican, en algunos casos, la alta variabilidad de la calidad del tapón de un mismo lote en la OTR y, en todos los casos, mostró una disminución dramática en la OTR cuando la botella se almacena horizontalmente.**

VS

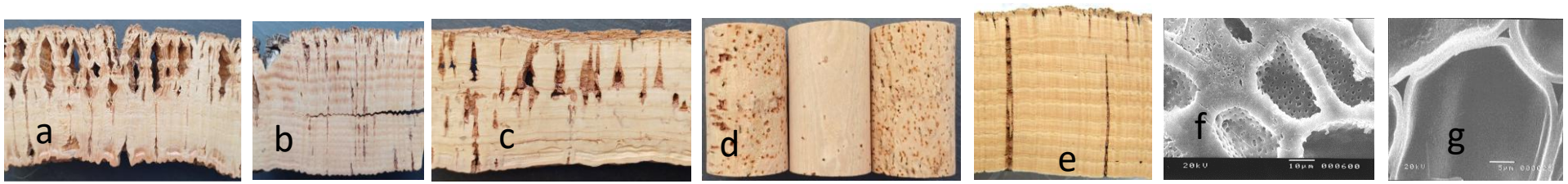
8.Publicaciones

2014. The cork viewed from the inside .Aurélie Lagorce-Tachon , Thomas Karbowiak , Camille Loupiac, Alexandre Gaudry , Frédéric Ott, Christiane Alba-Simionesco , Régis D. Gougeon, Valentin Alcantara, David Mannes , Anders Kaestner , Eberhard Lehmann, Jean-Pierre Bellat **. (Francia- Suiza)**

Dos clases de tapones de una pieza de corcho natural, clase 4 de menor calidad y clase 0 de alta calidad, son investigados a través del análisis de defectos, discontinuidades del tejido etc, comparando imágenes registradas mediante fotografía digital e imágenes con radiografía de neutrones.

Por primera vez se aplica la imagen de radiografía de neutrones al corcho y se analiza la porosidad en un tapón de corcho completo mediante tomografía, **constatando que la variabilidad interindividual de un tapón a otro es tan importante como la intravariabilidad dentro de un solo tapón**

El análisis de la superficie de los defectos obtenidos a partir de fotografías conduce a más defectos superficiales en la clase 4 (6,7%) que en la clase 0 (4,1%). La radiografía de neutrones y la tomografía son métodos poderosos que realmente muestran los defectos en el interior del material. Con la radiografía de neutrones y la tomografía, la clase 4 contiene el 7,5% del volumen con defectos y la clase 0 un 5,9%. Además, la tomografía también permite observar la distribución de los defectos a lo largo del tapón completo y su posible interconectividad.



ICMC. Máximo G. Corcho, algunas características que influyen en el tapón de una pieza de corcho natural . De izquierda a derecha: **a** / bofe-lana o flojera debido a las tensiones de crecimiento, **b**/ exfoliación, **c**/ poro embolsado, **d**/ tapones de corcho con aspecto que condicionaría su clasificación, **e**/ poro de “aguja”, **f**/ pared de las células del poro lenticelar con plasmodesmos y **g**/ oquedades en lámina media de la pared celular en corcho permeable (verde estructural)

8.Publicaciones

2015.Aging of a white wine of the "varietal thiol" type as a function of different oxygen contributions via cork closures and by micro-oxygenation. Christine Lagarde-Pascal, Vincent Lieubeau, Christophe Loisel, Dominique Rabiot. **(Francia)**

Estudio para comparar la permeabilidad de los tapones DIAM con los caudales de microoxigenación suministrados a un vino blanco « tiol varietal » con perfil concentrado de tioles (cítricos, boj) a lo largo de 3 años con seguimiento analítico y organoléptico.

El vino de estudio fue un vino blanco Gros Manseng de Jurançon (2011) y los tapones Diam 5 con dos permeabilidades (P1 y P10, de 32 µL/L/mes y 76 µL/L/mes respectivamente). Se procuró que durante el embotellado se consumiera poco oxígeno empujándolo con N_2 al tanque, las botellas se inertizaron con N_2 y el taponado se realizó al vacío.

5 botellas de cada tipo de cierre permanecieron en posición vertical y otras cinco en posición horizontal. Se realizaron mediciones no invasivas por quimiluminiscencia utilizando equipo " Traza LCD Fibox 3" a lo largo del estudio, tanto del O_2 disuelto como del espacio de cabeza. Paralelamente se llenaron 6 recipientes de acero inoxidable con el mismo vino en ambiente de N_2 y en ellos mediante equipo " vivelys" se suministraron las dosis de O_2 siguientes: 0 (referencia)-20-100-400-700 y 1000 µL de O_2/L/mes . A lo largo de la prueba se monitorearon las concentraciones de SO_2 libre y total y realizaron análisis de compuestos así como determinaciones organolépticas en diferentes intervalos.

En los primeros 6 meses hay un descenso del SO_2 libre acorde con la cantidad proporcionada en la microoxigenación, a mayor microoxigenación mayor descenso de SO_2 libre, que también está en consonancia con la permeabilidad de los tapones en las botellas : mayor descenso en permeabilidad P10 que en P1.

Los primeros días en las botellas de pie la velocidad la disolución del oxígeno parece ser menor que la de consumo, contrariamente a las botellas tumbadas donde se apreció aumento del oxígeno disuelto.

Se considera que el enfoque comparativo entre permeabilidad al O_2 de los tapones y el envejecimiento con microoxigenación permite prever los cambios en el vino embotellado

La elección del tapón debe hacerse en función del vino que se embotella así como de las características que pretendemos encontrar cuando se comercialice

8.Publicaciones

2015.The Rationale behind Cork Properties: A Review of Structure and Chemistry. Helena Pereira **(Portugal)**.

Describe la estructura del corcho con datos sobre las dimensiones celulares, la forma geométrica de las células, grosor, densidad y ondulaciones de sus paredes, comunicaciones entre lúmenes a través de los plasmodesmos, cambios en las dimensiones según la estación, producción y diferenciación celular etc, mostrando para ello imágenes de microscopia electronica, tanto de barrido como de transmisión.

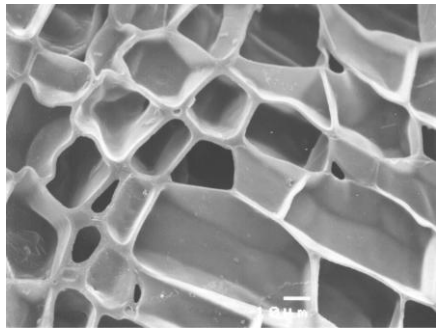
Así mismo se indican valores sobre los porcentajes en peso y volumen de la estructura del tejido, pared celular vs volumen, sus propiedades y composición química, admitiendo que **aún hay desconocimiento en la materia como los relacionados con los polisacáridos en cuanto a su grado de polimerización, cristalinidad de la celulosa y orientación fibrillar.**

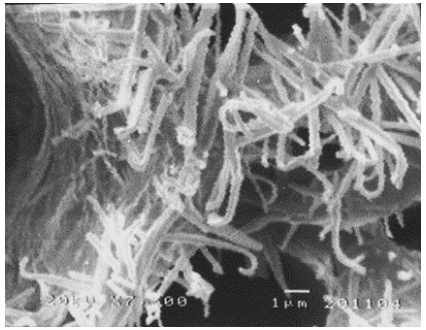
Por otro lado, se responsabiliza a la suberina de la capacidad de las paredes para ondularse ante la compresión, incluso hasta completar el plegado sin que se produzca su fractura.

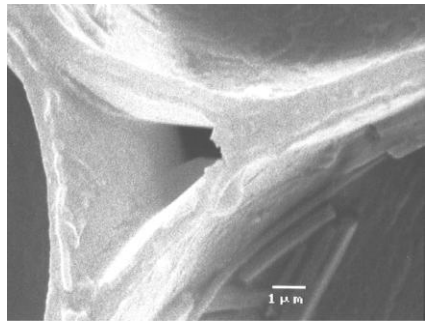
En cuanto a la permeabilidad al oxígeno, los coeficientes de permeabilidad son bajos pero variaron ampliamente en tres órdenes de magnitud**. Los corchos hervidos son más impermeables que los crudos**. Los valores más probables están alrededor de 5 µmol/ cm.atm.día, siendo el percentil 95 de 223 µmol/ cm.atm.día en corcho hervido frente al pico 25 µmol/ cm.atm.día y el percentil 95 de 593 µmol/ cm.atm.día del corcho crudo.

El rango de variación para la permeabilidad del corcho al oxígeno presentó gran amplitud al estudiar muestras de discos cortados de tapones (Lequin et al. 2012).

El mecanismo de permeabilidad del corcho a los gases se estableció como procesos de transporte entre células a través de pequeños canales de plasmodesmos bajo un régimen de flujo molecular (Brazinha et al. 2013). El transporte siguió un mecanismo de flujo molecular de Knudsen con contribuciones insignificantes del transporte viscoso al flujo total. La fuerza motriz que regula el transporte de gas a través del corcho es el gradiente de presión parcial del gas. Se desarrolló un modelo basado en la morfología de la estructura celular del corcho (las dimensiones celulares y las características de los plasmodesmos) que se ajustaba bien a los valores determinados experimentalmente.







Imágenes del microscopio electrónico de barrido (MEB). Las células en el corcho presentan dimensiones que pueden tener diferencias considerables. La conformación de la pared celular requiere de la salida del agua, no sólo la del citoplasma, también la de los biopolímeros que la integran, como suberina y celulosa, a medida que avanzan las reacciones de policondensación y se ensamblan sus estructuras.

Ver páginas de 30 a 41 de la presentación 5/16 Discos de corcho para tapones de vinos espumosos,...un destino exigente. Se corresponden con las páginas de 103 a 114 de Maxcorcho.

8.Publicaciones

2015. Étude du vieillissement d'un vin blanc de type « thiol variétal » en fonction de différents apports en oxygène au travers de bouchons en liège ou par micro-oxygénation. Christine Lagarde-Pascal , Vincent Lieubeau , Christophe Loisel and Dominique Rabiot **. (Francia)**

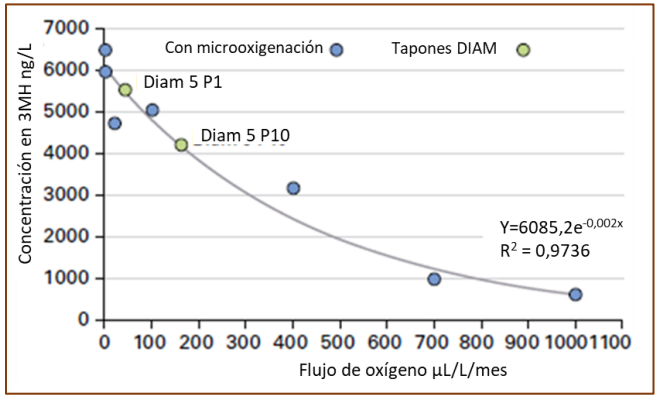
Estudio que compara la evolución durante 3 años de los perfiles en el vino en función de la permeabilidad de los tapones de corcho microaglomerado DIAM 5 con dos permeabilidades (P1 y P10) , así como estos mismos vinos sometidos a microoxigenación controlada bajo conservación impermeable para establecer una correlación entre los caudales de microoxigenación y permeabilidad con oxígeno de los tapones, medida por métodos manométricos (Sánchez et al., 1998) y Mocon Ox-Tran® siguiendo la evolución del perfil del vino blanco tipo "varietal thiol" » durante su conservación.

El almacenamiento de las botellas se realiza en dos posiciones, 5 en vertical y 5 en horizontal de cada tapón, monitorizando el oxígeno disuelto y en espacio de cabeza con método no invasivo por luminiscencia (Fibox 3 LCD trace, Presens). En paralelo 6 recipientes impermeables, previamente inertizados, se sometieron a los siguientes caudales de microoxigenación 0-20-100-400-700 y 1000 µl/L/mes,

Se realizan determinaciones de SO_2 libre y total, de 3-mercaptohexanol (3MH) y de acetato de 3-mercaptohexanol (A3MH), en el inicio y a 1,6,12,24 y 36 meses, así como evaluación sensorial en el inicio y a 1,3,6,9,12,24 y 36 meses.

Se constata un aumento del oxígeno total en los primeros días tras el embotellado, independientemente de la posición, siendo mayor en las botellas selladas con tapones de mayor permeabilidad, P10. Se explica el efecto por el aporte que hace el tapón tras la compresión, siendo mayor en los que presentan más intersticios que suponen mayor cantidad de oxígeno disponible, P10.

Los análisis realizados después de 2 años permiten establecer una correlación entre el flujo de microoxigenación y la permeabilidad de los tapones a través de las concentraciones de 3MH, es decir, entre la microoxigenación y la OTR de los tapones



Correlación flujo microoxigenación vs permeabilidad tapones después de 2 años tras establecer la existente entre concentración de 3MH y flujo de microoxigenación. Valores en unidades de $\mu gO_2/L/mes$

Diam	Correlación por extrapolación	Mocon Ox-Tran®	Manométrico
P1	40 -57	32	6000
P10	160-217	76	14000

Los valores de permeabilidad obtenidos con el método manométrico, significativamente mayores, se justifican por su diferente diseño y, a consecuencia de las diferencias de presión entre los extremos del tapón, que aceleran la transferencia

Una de las conclusiones del estudio es que la elección del tapón debe hacerse en función del tipo de vino embotellado, así como del perfil del vino deseado cuando se comercialice en un momento determinado.

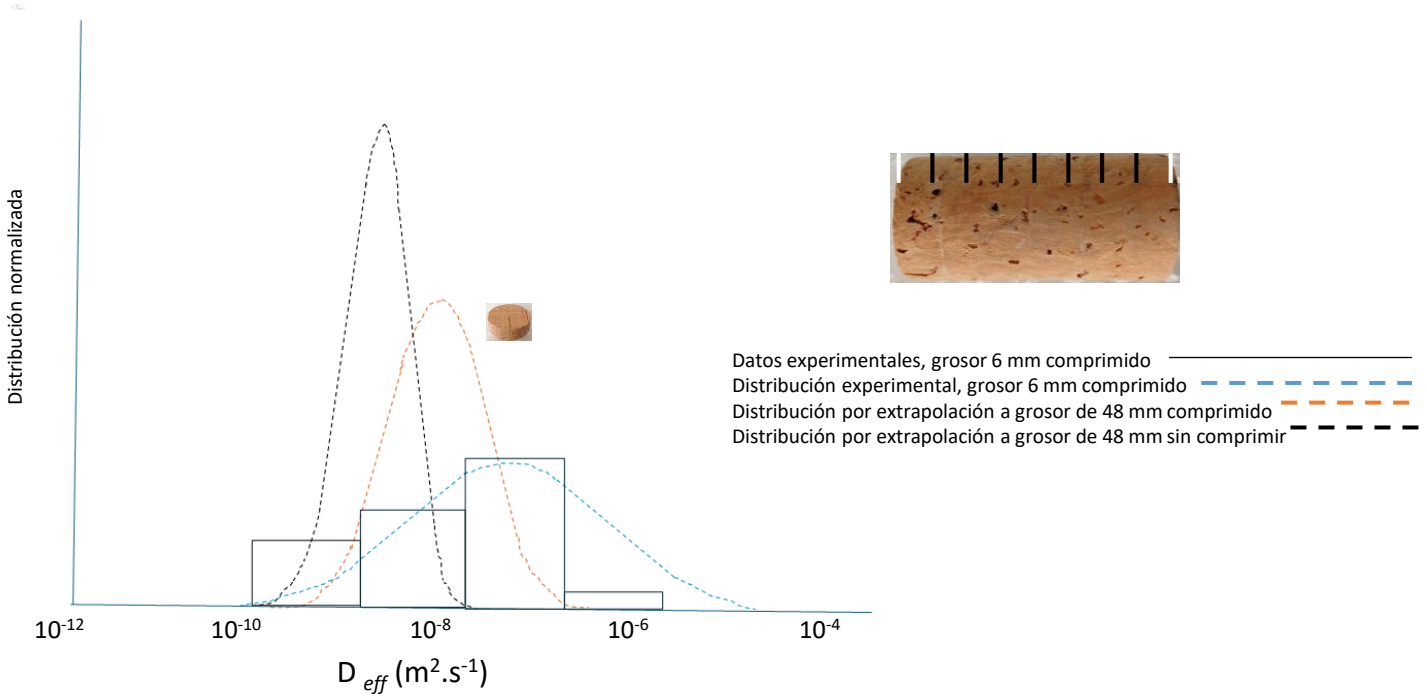
8.Publicaciones

2016.About the Role of the Bottleneck/Cork Interface on Oxygen Transfer . Aurélie Lagorce-Tachon, Thomas Karbowiak, Christian Paulin, Jean-Marc Simon, Régis D. Gougeon and Jean-Pierre Bellat. **(Francia).**

Se evaluó el efecto de la compresión del corcho natural sobre la transferencia de oxígeno por método manométrico sin considerar la interfaz vidrio/corcho .Gradiente de presión 200hPa – 0hPa y espesores de las muestras de 6 mm y 3 mm para reducir el tiempo de las determinaciones.

Ningún efecto significativo de la compresión del corcho (con una deformación del 23%, correspondiente al nivel de compresión del corcho en un cuello de botella para vinos tranquilos) **fue notable en el coeficiente de difusión efectiva del oxígeno**. El valor medio del coeficiente de difusión efectiva obtenido es igual a 10^{-8} m^2 s^{-1} , con una distribución estadística que va desde 10^{-10} a 10^{-7} m^2 s^{-1}, que es del mismo orden de magnitud que para el corcho no comprimido. A continuación se determinó la transferencia de oxígeno a través del corcho comprimido en un cuello de botella de vidrio para evaluar el efecto de la relación vidrio/corcho, la interfaz. En el caso particular de una difusión de oxígeno impuesta por gradiente a través de **nuestro modelo de sistema de cuello de botella con corcho** (corcho seco sin tratamiento superficial; 200 y 0 hPa de oxígeno en ambos lados de la muestra), el coeficiente de difusión efectiva media es 50 veces mayor y **revela la importancia del papel de la interfaz vidrio/tapón en la transferencia de oxígeno.** No obstante, los coeficientes de difusión efectiva de este estudio no deben generalizarse hacia los niveles reales en las condiciones de envejecimiento postembotellado

Para determinar el coeficiente de diffusion global a través de un tapón de 48 mm de longitud se llevan a cabo determinaciones de obleas de 3 mm de altura (16 obleas por cada tapón) dado que al ser el corcho un material heterogéneo no es razonable extrapolar el resultado de una sola oblea de 3mm a un tapón de 48mm. Tomando aleatoriamente una distribución de obleas de 3mm para el cálculo del coeficiente del tapón entero se consigue una buena distribución estadística con 10 repeticiones.



8.Publicaciones

2016.The Permeation of Cork Revisited. Orlando M. N. D. Teodoro. **(Portugal).**

El mecanismo de permeación de gases en el corcho sin comprimir sigue el método de Maxwell-Boltzmann, distribución de velocidades de acuerdo con un mecanismo de transporte basado en el flujo molecular a través de pequeños canales (llamado flujo de Knudsen por algunos autores).

Sin embargo, otros autores que trabajan en el mismo tema informaron de hallazgos diferentes que contradicen las conclusiones anteriores. De este modo, afirman que el transporte del oxígeno se debe a difusión pura ("mecanismo de Fickiano"), no a flujo molecular a través de pequeños canales, como propusimos antes.

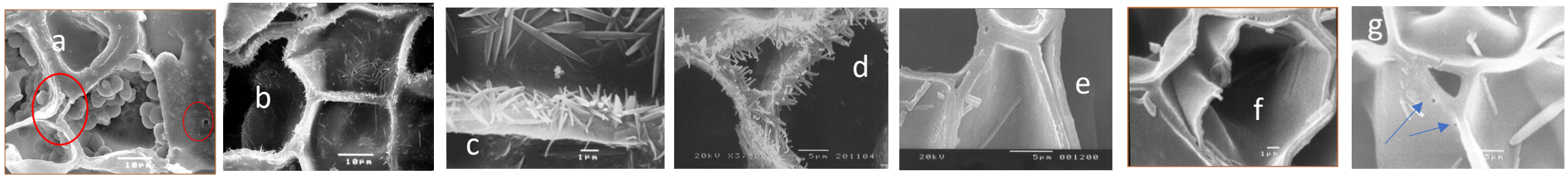
En este trabajo argumentamos las conclusiones de Lequin, Lagorce- Tachon y coautores y discutimos el enfoque adecuado para calcular la permeación en medios porosos y cómo modelar correctamente la permeación del corcho a través de los canales conocidos en células de corcho con diámetros en el rango de 100 nm.

Un argumento contra la difusión fickiana, según Lequin, Lagorce-Tachon y sus coautores es el efecto de la compresión del corcho. Es bien sabido que el corcho comprimido constituye un buen ejemplo para sellar vino presurizado en botellas de champagne. Si el flujo de gas se realiza por difusión Fickiana a través de las paredes celulares densas, no hay razón para que la permeabilidad disminuya con la compresión, el número de paredes se mantiene constante tras la compresión y no cambia la ruta para la difusión, la única diferencia es que el volumen celular se reduce y las paredes se colocan capa con capa, presentando corrugación. Sin embargo, si la permeación se debe al flujo a través de capilares, el apilado de las paredes por la compresión puede taparlos por la pared de la célula colindante disminuyendo la conductancia hasta hacerla desaparecer con el capilar totalmente sellado.

La tasa del flujo después de la total compresión es lo que estaría relacionado con un mecanismo de difusión puro, pero este flujo es del orden de 1 a 2 magnitudes inferior al del corcho sin comprimir.

Otro argumento en contra del flujo a través de los poros es que los plasmodesmos han de estar llenos de residuos del citoplasma; no obstante, las células de corcho han de vaciar el contenido citoplasmático dado que están completamente vacías, de este modo, el mismo mecanismo utilizado por el árbol para absorber o eliminar el citoplasma puede ser el utilizado para mantener los plasmodesmos destapados.

Podemos concluir que los argumentos de Lequin, Lagorce-Tachon y coautores se basan en una ecuación equivocada y no está apoyado por los experimentos. **El flujo de gas a través del corcho puede ser razonado adecuadamente por el flujo molecular a través de pequeños capilares (plasmodesmos), modelo que explicaría la dependencia de la permeabilidad a las pequeñas presiones, así como a la compresión del corcho.**



(a) Célula felogénica en división periclinal en la etapa de telofase, las vías de circulación de compuestos, apoplástica y simplástica, están en uso intenso para proporcionar los materiales necesarios para la producción de corcho, son zonas vivas. Posteriormente las células de corcho son desplazadas por las nuevas y pasan a diferenciarse en tejido protector muerto (b, c, d), corcho, donde ya las vías de circulación son contraproducentes y se deben sellar previa evacuación de compuestos, agua principalmente. Este sellado es gradual y conlleva estrechamiento de la pared a espesores de 1 a 1,5 µm. Aquellas zonas con dificultades para la evacuación, o cuando aún no está consolidada la misma , pueden quedar con alteraciones, oquedades de pared o escasa compactación (e, f). Los plasmodesmos, que en la célula viva alcanzan 1, 5 µm de diámetro, se estrecharán a valores próximos a 60 nm (g). De esta forma, ambas vías, la apopolástica y la simplástica, se reducen pero no desaparecen por completo y pueden ser utilizadas de nuevo, con las limitaciones que ellas han establecido, lo que explica la permeabilidad del corcho como modelo mixto entre fickiano y de knudsen. Máximo García

8.Publicaciones

2018. Gas transfer through wine closures: A critical review. *Kevin Crouvisier-Uriona, Jean-Pierre Bellata, Régis D. Gougeonb, Thomas Karbowiak* **(Francia) 1/7**

El objetivo principal de esta revisión fue recopilar todos los datos disponibles en la literatura relacionada con la transferencia de gas a través de tapones de vino y el uso de ellos para calcular el coeficiente de difusión D (en $m^2.s^{-1}$), que es el parámetro más relevante para caracterizar la propiedad intrínseca del material en la transferencia del gas.

Diferentes técnicas derivadas en el análisis de envases para la alimentación se han desarrollado con el fin de medir la permeabilidad de los gases a través de los tapones de botellas de vino.

En esta revisión se recogen los datos de permeación disponibles utilizando el sistema internacional de unidades, cuando la conversión así lo ha permitido.

Son varios los métodos utilizados, y aunque se basan en principios diferentes, y tienen distinta precisión *(sensibilidad)*, todos ellos pueden considerarse válidos para el estudio de la transferencia de gases a través de los cierres.

Con independencia del método utilizado, el orden de permeabilidad a los gases parece ser el siguiente, de menor a mayor : tapones de corcho técnico, tapones rosca, de corcho natural y sintéticos.

En cuanto al material de los tapones de corcho decir que **habiéndose demostrado por técnica de neutrones y tomografía de rayos X que no hay comunicación entre lenticelas a lo largo de la longitud del tapón, el mecanismo de Darcy como barrera a los gases queda descartado**; de esta forma, **la cinética de transferencia de gases se realizaría a través de las paredes de las células del corcho donde la existencia de canales que atraviesan las paredes de las células, plasmodesmos, tendrían responsabilidad en esta transferencia, siempre que no queden obstruidos tras la suberificación de la pared celular, y responderían al modelo de Knudsen; otros estudios proponen un modelo gobernado por la difusión superficial del oxígeno en la pared celular siguiendo la ley de Fick.**

Se realiza una exposición de los métodos utilizados para la medición de transferencia de oxígeno a través de los cierres, así como comparación entre ellos.

Diferentes métodos utilizados para determinar la transferencia de gas (especialmente O_2) a través de tapones de vino y sus respectivos pros y contras. La precisión *(sensibilidad)* se calculó en base al volumen de los respectivos dispositivos experimentales y a los valores de concentración (en fase gaseosa o líquida) para obtener el umbral de detección expresado como cantidad molar de O_2.

	Valoración de SO_2	Coulométrico	Colorimetría	Valoración O_2	Quimiluminiscencia	Manometríca
Principio	Reacción del SO_2 con O_2	Reducción del O_2 en un sensor coulométrico	Oxidación del Carmín índigo por el O_2	Titulación del O_2 por el método Winkler	Basado en la respuesta de un luminóforo sensible al O_2	Medida de la presión
Fase analizada	Vino	Gas	Solución de Carmín índigo	Solución manganosa	Agua	Gas
Tiempo experimental	Varios años	Varios meses	De uno a varios años	*(realizado en 24 horas según los autores)*	Varios meses	Desde varios días a meses
Geometría de la muestra	Tapones en golletes					Pocos mm o toda la longitud del tapón/ Comprimido o no/ Insertado o no en gollete
Umbral de detección (mmol O_2)	0,07	10^{-6}	0,01	0,04	10^{-5}	10^{-4}
Volumen de la celda de medición/ dispositivo	350 ml	3 ml	340 ml	740 ml	363 ml	150 ml
Gas estudiado	O_2					Todos los gases
Pros y contras	Condiciones reales de almacenamiento pero sobreestimación de la transferencia de O_2	La técnica más precisa *(sensible)* y normalizada para los envases de alimentos pero de larga duración y en condiciones de secado.	Método no invasivo, con mediciones rápidas, pero baja precisión (sensibilidad)	*(sólo realizado en un único estudio)*	Método no invasivo que permite determinar el O_2 en medio líquido y en espacio de cabeza	El método más versátil y adaptable con buena precisión *(sensibilidad)* pero utilizado en condiciones secas

8.Publicaciones

2018. Gas transfer through wine closures: A critical review. Kevin Crouvisier-Uriona, Jean-Pierre Bellata, Régis D. Gougeonb, Thomas Karbowiak **(Francia) 2/7**

Resumen de los valores OTR obtenidos o recalculados a partir de la literatura obtenida para la permeación de tapones.

Método	Tapón		Δp O_2 (hPa)	Espesor muestra (mm)	Ø tapón (mm) Superficie expuesta a transferencia del gas (m^2)	Valor de la medida según lo indicado en la literatura	Valores calculados Tasa de transferencia de gas (mmol/m^2.s) *Permeabilidad (mol/Pa.m.s)* Coeficiente de difusión (m^2/s)	Referencia
Pérdida de SO_2 Método Rankine y Pocock Volumen de vino: ns	Corcho		1000	38	En gollete ($2{,}69*10^{-4}$ m^2)	Tiempo almacenamiento ns 0 a 55,1 mg SO_2/L	nc	Waters 1996
				44		3 años. 0 a 8,4 mg SO_2/L		
Pérdida de SO_2 Método Rankine y Pocock Volumen de vino: 375 ml	Corcho		1000	38	Ø inicial 24 mm En gollete ($2{,}69*10^{-4}$ m^2)	16 meses. 20 a 34 mg SO_2/L	$5{,}59*10^{-6}$ a $9{,}51*10^{-6}$	Caloghiris 1997
						22 meses. 24 a 34 mg SO_2/L	$4{,}88*10^{-6}$ a $6{,}91*10^{-6}$	
	Rosca			ns	ns	16 meses. 19 a 25 mg SO_2/L	$5{,}31*10^{-6}$ a $6{,}99*10^{-6}$	
						22 meses. 20 a 23 mg SO_2/L	$4{,}68*10^{-6}$ a $5{,}49*10^{-6}$	
Pérdida de SO_2 Método Rankine y Pocock Volumen de vino: ns	Corcho		1000	38-44	Ø inicial 23-24 mm En gollete ($2{,}69*10^{-4}$ m^2)	6 meses. 5 a 16 mg SO_2/L	nc	Godden 2001
						12 meses. 13 a 29 mg SO_2/L		
						18 meses. 14 a 20 mg SO_2/L		
	MIcroaglomerado			44-45	Ø inicial 24 mm En gollete ($2{,}69*10^{-4}$ m^2)	6 meses. 5 a 11 mg SO_2/L		
						12 meses. 11 a 17 mg SO_2/L		
						18 meses. 12 a 14 mg SO_2/L		
	Sintético	Extruido		37-38	Ø inicial 21-22 mm En gollete ($2{,}69*10^{-4}$ m^2)	6 meses. 8,2 a 15,8 mg SO_2/L		
						12 meses. 16,7 a 28,8 mg SO_2/L		
						18 meses. 16,4 a 21,6 mg SO_2/L		
		Moldeo		36-38	Ø inicial 21-22 mm En gollete ($2{,}69*10^{-4}$ m^2)	6 meses. 10,1 a 11,9 mg SO_2/L		
						12 meses. 20,1 a 21,9 mg SO_2/L		
						18 meses. 18 a 20 mg SO_2/L		
				42-45	Ø inicial 22-26 mm En gollete ($2{,}69*10^{-4}$ m^2)	6 meses. 7,1 a 36,3 mg SO_2/L		
						12 meses. 16 a 56,6 mg SO_2/L		
						18 meses. 14.3 a 25,7 mg SO_2/L		
	Rosca			ns	ns	6 meses. 0 a 10 mg SO_2/L		
						12 meses. 5 a 21 mg SO_2/L		
Pérdida de SO_2 Volumen de vino: 750 ml	Corcho		1000	45	Ø inicial 24 mm En gollete ($2{,}69*10^{-4}$ m^2)	6 meses. 12 a 13 mg SO_2/L	$1{,}79*10^{-5}$ a $1{,}94*10^{-5}$	Chatonnet 2003
						12 meses. 18 a 24 mg SO_2/L	$1{,}34*10^{-5}$ a $1{,}79*10^{-5}$	
	MIcroaglomerado			44		6 meses. 0 a 17 mg SO_2/L	0 a $2{,}53*10^{-5}$	
						12 meses. 14 a 20 mg SO_2/L	$1{,}04*10^{-5}$ a $1{,}49*10^{-5}$	
	Sintético	Extruido		44-43	Ø inicial 22 mm En gollete ($2{,}69*10^{-4}$ m^2)	6 meses. 16 a 38 mg SO_2/L	$2{,}39*10^{-5}$ a $5{,}67*10^{-5}$	
						12 meses. 18 a 32 mg SO_2/L	$1{,}34*10^{-5}$ a $2{,}39*10^{-5}$	
		Moldeo		37	Ø inicial 21-22 mm En gollete ($2{,}69*10^{-4}$ m^2)	6 meses. 5 a 31 mg SO_2/L	$7{,}45*10^{-6}$ a $4{,}62*10^{-5}$	
						12 meses. 0 a 17 mg SO_2/L	$1{,}64*10^{-5}$ a $2{,}09*10^{-5}$	
Pérdida de SO_2 Método Rankine y Pocock Volumen de vino: 750 ml	Corcho		1000	44	Ø inicial 24 mm En gollete ($2{,}69*10^{-4}$ m^2)	21 a 23 mg SO_2/L	$8{,}24*10^{-6}$ a $9{,}02*10^{-6}$	Brajkovich 2005
	Rosca Saran			ns	En gollete ($2{,}69*10^{-4}$ m^2)	15,3 a 20,1 mg SO_2/L	$6{,}00*10^{-6}$ a $7{,}88*10^{-6}$	

8.Publicaciones

2018. Gas transfer through wine closures: A critical review. Kevin Crouvisier-Uriona, Jean-Pierre Bellata, Régis D. Gougeonb, Thomas Karbowiak **(Francia) 3/7**

Resumen de los valores OTR obtenidos o recalculados a partir de la literatura obtenida para la permeación de tapones.

Método	Tapón		Δp O_2 (hPa)	Espesor muestra (mm)	Ø tapón (mm) Superficie expuesta a transferencia del gas (m^2)	Valor de la medida según lo indicado en la literatura	Valores calculados Tasa de transferencia de gas (mmol/m^2.s) *Permeabilidad (mol/Pa.m.s)* Coeficiente de difusión (m^2/s)	Referencia
Coulometría	Corcho		ns	ns	En gollete ($2,69*10^{-4}$ m^2)	0,078 a 0,083 ml O_2/tapón.día	1,5* 10^{-4} a 1,6 *10^{-4}	Silva 2003
	Sintético					0,015 a 0,038 ml O_2/tapón.día	2,88* 10^{-5} a 7,31 *10^{-5}	
	Corcho		ns	ns	En gollete ($2,69*10^{-4}$ m^2)	0,30 a 1,29 mg O_2/tapón.mes	1,33* 10^{-5} a 5,70 *10^{-5}	Peck 2005
	Sintético (moldeo)					0,43 a 1,29 mg O_2/tapón.mes	1,90* 10^{-5} a 5.70 *10^{-5}	
	Rosca					0,003 a 0,0039 mg O_2/tapón.mes	1,33* 10^{-7} a 1,72 *10^{-7}	
	Corcho		ns	44	Ø inicial 24 mm En gollete ($2,69*10^{-4}$ m^2)	0,001 a 1 cm^3 O_2/tapón.día	1,92* 10^{-6} a 1,92 *10^{-3}	Hart 2005
	Sintético			ns	En gollete ($2,69*10^{-4}$ m^2)	0,01 cm^3 O_2/tapón.día	1,92 10^{-5}	
	Rosca					< 0,001 a 1 cm^3 O_2/tapón.día	1,92 10^{-6}	
	Corcho		ns	44	En gollete ($2,69*10^{-4}$ m^2)	0,0001 a 0,12 ml O_2/tapón.día	1,92* 10^{-7} a 2,36 *10^{-4}	Godden 2005
	Microaglomerado			ns		0,0007 a 0,0013 ml O_2/tapón.día	1,35* 10^{-6} a 2,50 *10^{-6}	
	Rosca					0,0002 a 0,0008 ml O_2/tapón.día	3,85* 10^{-7} a 1,54 *10^{-6}	
	Rosca	Saranex	ns	ns	En gollete ($2,69*10^{-4}$ m^2)	0,0051 a 0,0075 ml O_2/cap.día	2,11* 10^{-6} a 3,65 *10^{-6}	Vidal 2011
		Saran	ns			0,0011 a 0,0019 ml O_2/cap.día	9,79* 10^{-6} a 1,44 *10^{-5}	
	Corcho		ns	45	Ø inicial 24 mm En gollete ($2,69*10^{-4}$ m^2)	36 meses horizontal 0 a 0,0012 ml O_2/tapón.día	0 a 2,3 *10^{-6}	He 2013
						36 meses vertical 0,004 a 0,058 ml O_2/tapón.día	7,65* 10^{-6} a 1,12 *10^{-4}	
	Sintético (extruido)			38	Ø inicial 24 mm En gollete ($2,69*10^{-4}$ m^2)	36 meses 0,004 a 0,0074 ml O_2/tapón.día	7,69* 10^{-6} a 1,43 *10^{-5}	
	Rosca	Saran		ns	En gollete ($2,69*10^{-4}$ m^2)	0 a 0,00009 ml O_2/tapón.día	0 a 1,72 *10^{-7}	
		Saranex				0,0004 a 0,0011 ml O_2/tapón.día	7,65* 10^{-7} a 2,12 *10^{-6}	
		LDPE				0,012 a 0,021 ml O_2/tapón.día	2,31* 10^{-5} a 4,04 *10^{-5}	
	Sintético (extruido)		210	45	Ø inicial 22 mm En gollete ($2,69*10^{-4}$ m^2)	0,018 cc O_2/día	3,46*10^{-5}	Poças 2009
				Corte de 2 a 45. Extrapolación a 45		0,016 cc O_2/día	3,08*10^{-5}	
	Sintético (extruido)		1000	37-38	Ø inicial 22-22,5 mm En gollete ($2,69*10^{-4}$ m^2)	0,018 a 0,034 mlO_2/tapón .día	3,44* 10^{-5} a 6,52 *10^{-5}	Diéval 2011

8.Publicaciones

2018. Gas transfer through wine closures: A critical review. Kevin Crouvisier-Uriona, Jean-Pierre Bellata, Régis D. Gougeonb, Thomas Karbowiak **(Francia) 4/7**

nc : no calculable por falta de fecha . **ns** : no especificado , **Ø**: diámetro , **-** : no se recalculan datos

Resumen de los valores OTR obtenidos o recalculados a partir de la literatura obtenida para la permeación de tapones.

Método	Tapón		Δp O2 (hPa)	Espesor muestra (mm)	Ø tapón (mm) Superficie expuesta a transferencia del gas (m^2)	Valor de la medida según lo indicado en la literatura	Valores calculados Tasa de transferencia de gas (mmol/m^2.s) *Permeabilidad (mol/Pa.m.s)* Coeficiente de difusión (m^2/s)	Referencia
Quimioluminiscencia Volumen vino: ns	Sintético (extruido)		1000	Luz 37	En gollete (2,69*10^{-4} m^2)	11,9 µg O_2/botella.día	1,6 *10^{-5}	Caillé 2010
						8 µg O_2/botella.día	1,08 *10^{-5}	
			4	Clásico 38		1,9 µg O_2/botella.día	2,55 *10^{-6}	
			0			0,8 µg O_2/botella.día	1,08 *10^{-6}	
Quimioluminiscencia Agua ultrapura 363,4 ml	Rosca	Saranex	1000	ns	En gollete (2,69*10^{-4} m^2)	20ºC : 2,55 µg O_2/botella.día	3,43 *10^{-6}	Vidal 2011
						35ºC : 4,02 µg O_2/botella.día	5,41 *10^{-6}	
		Saran-in				20ºC : 0 µg O_2/botella.día	0	
						35ºC : 0 µg O_2/botella.día	0	
	Sintético (extruido)			37-38	Ø inicial 22-22,5 mm En gollete (2,69*10^{-4} m^2)	0,018 a 0,032 ml O_2/tapón.día	3,39 *10^{-5} a 6,19 *10^{-5}	Diéval 2011
Valoración O_2 Reactivo 740 ml	Corcho		1000	38	Ø inicial 24 mm En gollete (2,69*10^{-4} m^2)	2,44 a 3,75 mg O_2/L	2,43*10^{-3} a 3,73*10^{-3}	Kontoudakis 2008
				45		2,25 a 4,09 mg O_2/L	2,24*10^{-3} a 4,07*10^{-3}	
				49		2,34 a 4,46 mg O_2/L	2,33*10^{-3} a 4,44*10^{-3}	
	MIcroaglomerado			44		uno+uno: 2,33 a 4,61 mg O_2/L	2,32*10^{-3} a 4,59*10^{-3}	
						2,40 a 5,21 mg O_2/L	2,39*10^{-3} a 5,18*10^{-3}	
	Rosca			ns	En gollete (2,69*10^{-4} m^2)	2,34 a 5,63 mg O_2/L	2,33*10^{-3} a 5,60*10^{-3}	
	Sintético	Extruido		42	Ø inicial 22 mm En gollete (2,69*10^{-4} m^2)	2,30 a 6,12 mg O_2/L	2,29*10^{-3} a 6,09*10^{-3}	
		Moldeo		37	Ø inicial 21 mm En gollete (2,69*10^{-4} m^2)	2,33 a 5,63 mg O_2/L	2,32*10^{-3} a 5,60*10^{-3}	

8.Publicaciones

2018. Gas transfer through wine closures: A critical review. Kevin Crouvisier-Uriona, Jean-Pierre Bellata, Régis D. Gougeonb, Thomas Karbowiak **(Francia) 5/7**

nc : no calculable por falta de fecha . **ns** : no especificado , **Ø**: diámetro , **-** : no se recalculan datos

Resumen de los valores OTR obtenidos o recalculados a partir de la literatura obtenida para la permeación de tapones

Método	Tapón	Δp O_2 (hPa)	Espesor muestra (mm)	Ø tapón (mm) Superficie expuesta a transferencia del gas (m^2)	Valor de la medida según lo indicado en la literatura	Valores calculados Tasa de transferencia de gas (mmol/m^2.s) *Permeabilidad (mol/Pa.m.s)* Coeficiente de difusión (m^2/s)	Referencia
Manométrico	Corcho	1000	ns	ns	1,63 a 6,45 barrer	$5,66*10^{-16}$ a 2,23 $*/10^{-15}$	Sanchez 1998
	Microaglomerado				0 a 6,03 barrer	0 a $2,09*10^{-15}$	
	Microaglomerado	1000	10	Comprimido ($2,69*10^{-4}$ m^2)	0% Hr almacenamiento :$1,80*10^{-13}$ mol/Pa.m.s	$1,80*10^{-3}$	Rabiot 1999
				Comprimido ($2,69*10^{-4}$ m^2)	80% Hr almacenamiento :$8,70*10^{-13}$ mol/Pa.m.s	$8,70*10^{-3}$	
				Comprimido ($3,46*10^{-4}$ m^2)	0% Hr almacenamiento :$9.30*10^{-13}$ mol/Pa.m.s	$9,30*10^{-3}$	
				ns	$1,40*10^{-8}$ m^2/s	--	
					$1,40*10^{-13}$ mol/Pa.m.s		
	Corcho	1000	23	Sin comprimir $9,6*10^{-6}$ m^2	0 a 342 µmol/cm.atm.día	0 a $1,98*10^{-5}$	Faria 2011
					0 a 263 µmol/cm.atm.día	0 a $1,52*10^{-5}$	
	Corcho	220	3	Sin comprimir $3,8*10^{-4}$ m^2	$2*10^{-16}$ a $2*10^{-12}$ kg/m.s.Pa	$4,41*10^{-5}$ a $4,41\ 10^{-1}$	Lequin 2012
					10^{-10} a 10^{-6} m^2/s	-	
			Extrapolación 48		$5*10^{-16}$ a $2*10^{-14}$ kg/m.s.Pa	$6,90*10^{-6}$ a $2,76\ 10^{-4}$	
					$2*10^{-10}$ a 10^{-8} m^2/s	-	
	Corcho	1000	2	Sin comprimir $9,62*10^{-6}$ m^2	$2,8*10^{-14}$ kg/m.s.Pa	$4,38*10^{-2}$	Brazinha 2013
					$2,1*10^{-9}$ m^2/s	-	
					129 mg O2/tapón.año (Ø 20 mm. 45 mm.210hPa)	$1,33*10^{-2}$	
	Corcho	220	3	Ø inicial 24mm Sin comprimir $4,52*10^{-4}$ m^2	$1,34*10^{-8}$ a $4,68*10^{-9}$ m^2/s	-	Lagorce 2014
	Corcho	220	6	Ø inicial 24mm En gollete $2,69*10^{-4}$ m^2	10^{-10} a 10^{-5} m^2/s	-	Lagorce 2016
			49		10^{-10} a 10^{-7} m^2/s		
					$5*10^{-5}$ m^2/s		
ns	Rosca	ns	ns	ns	2,3 a 4,2 mm^3/cap.día	$4,42*10^{-6}$ a $8,08*\ 10^{-6}$	Vasserot 2001

8.Publicaciones

2018. Gas transfer through wine closures: A critical review. Kevin Crouvisier-Uriona, Jean-Pierre Bellata, Régis D. Gougeonb, Thomas Karbowiak **(Francia) 6/7**

Resumen de los valores OTR obtenidos o recalculados a partir de la literatura obtenida para la permeación de tapones.

Método	Tapón		Δp O_2 (hPa)	Espesor muestra (mm)	Ø tapón (mm) Superficie expuesta a transferencia del gas (m^2)	Valor de la medida según lo indicado en la literatura	Valores calculados Tasa de transferencia de gas ($mmol/m^2.s$) *Permeabilidad (mol/Pa.m.s)* Coeficiente de difusión (m^2/s)	Referencia
Colorimétrico Reactivo 350 ml	Corcho		1000	44	Ø inicial En gollete $2,69*10^{-4}\ m^2$	1er Grado: 0,15 a 0,59 mg O_2/L.mes	$2,32*10^{-6}$ a $9,12*10^{-6}$	Lopes 2005
				45	Ø inicial 24-26 mm En gollete $2,69*10^{-4}\ m^2$	1er Grado: 0,08 a 0,8 mg O_2/L.mes	$1,23*10^{-6}$ a $1,24*10^{-5}$	
					Ø inicial 24 mm En gollete $2,69*10^{-4}\ m^2$	3er Grado; 0,15 a 3,4 mg O_2/L.mes	$2,33*10^{-6}$ a $8,51*10^{-6}$	
	Microaglomerado			45	Ø inicial 24 mm En gollete $2,69*10^{-4}\ m^2$	0 a 0,03 mg O_2/L.mes	0 a $4,64*10^{-7}$	
				44	Ø inicial 23-24 mm En gollete $2,69*10^{-4}\ m^2$	0,01 a 0,12 mg O_2/L.mes	$1,54*10^{-7}$ a $8,51*10^{-6}$	
	Sintético	Moldeado		45	Ø inicial 23 mm En gollete $2,69*10^{-4}\ m^2$	1,16 a 1,84 mg O_2/L.mes	$1,79*10^{-5}$ a $2,85*10^{-5}$	
		Extrusido		43	Ø inicial 24 mm En gollete $2,69*10^{-4}\ m^2$	0,6 a 1,1 mg O_2/L.mes	$9,33*10^{-6}$ a $1,71*10^{-5}$	
	Corcho			45	Ø inicial 24 mm En gollete $2,69*10^{-4}\ m^2$	12 meses almacenado horizontal 1,7 a 6,1 µl O_2/tapón.día 36 meses almacenado horizontal 0,1 a 2,3 µl O_2/tapón.día	$1,20*10^{-6}$ a $6,76*10^{-6}$	Lopes 2006
						12 meses almacenado vertical 0,5 a 4,4 µl O_2/tapón.día 36 meses almacenado vertical 0,1 a 2,7 µl O_2/tapón.día	$4,42*10^{-7}$ a $6,19*10^{-6}$	
	Microaglomerado			44	Ø inicial 24 mm En gollete $2,69*10^{-4}\ m^2$	36 meses almacenado horizontal 0,1 a 0,4 µl O_2/tapón.día	$1,90*10^{-7}$ a $7,59*10^{-7}$	
						36 meses almacenado vertical 0,1 a 0,9 µl O_2/tapón.día	$1,90*10^{-7}$ a $1,71*10^{-6}$	
	Sintético	Extruido		43	Ø inicial 22 mm En gollete $2,69*10^{-4}\ m^2$	36 meses almacenado horizontal 6,2 a 6,5 µl O_2/tapón.día	$1,18*10^{-5}$ a $1,23*10^{-5}$	
						24 meses almacenado vertical 7,8 a 9 µl O_2/tapón.día	$1,48*10^{-5}$ a $1,71*10^{-5}$	
		Moldeado		45	Ø inicial 21 mm En gollete $2,69*10^{-4}\ m^2$	36 meses almacenado horizontal 11,4 a 14,7 µl O_2/tapón.día	$2,16*10^{-5}$ a $2,79*10^{-5}$	
						24 meses almacenado vertical 11,4 a 12,2 µl O_2/tapón.día	$2,16*10^{-5}$ a $2,31*10^{-5}$	
	Rosca			ns	En gollete $2,69*10^{-4}\ m^2$	36 meses almacenado horizontal 0,2 a 0,7 µl O_2/tapón.día	$3,79*10^{-7}$ a $1,33*10^{-6}$	

8.Publicaciones

2018. Gas transfer through wine closures: A critical review. *Kevin Crouvisier-Uriona, Jean-Pierre Bellata, Régis D. Gougeonb, Thomas Karbowiak* **(Francia) 7/7**

Resumen de los valores OTR obtenidos o recalculados a partir de la literatura obtenida para la permeación de tapones.

Método	Tapón	Δp O_2 (hPa)	Espesor muestra (mm)	Ø tapón (mm) Superficie expuesta a transferencia del gas (m^2)	Valor de la medida según lo indicado en la literatura	Valores calculados Tasa de transferencia de gas (mmol/m^2.s) *Permeabilidad (mol/Pa.m.s)* Coeficiente de difusión (m^2/s)	Referencia
Colorimétrico Reactivo 350 ml	Corcho	1000	44	Ø inicial 24 mm En gollete 2,69*10^{-4} m^2	12 meses almacenamiento. Interfaz. 1,8 a 2,2 µl O_2/tapón.día 24 meses almacenamiento. Interfaz. 0,3 a 0,7 µl O_2/tapón.día	1,99*10^{-6} a 2,75*10^{-6}	Lopes 2007
					12 meses almacen. Interfaz cubierto 1,3 a 2,3 µl O_2/tapón.día 24 meses almacen. Interfaz cubierto 0,1 a 0,3 µl O_2/tapón.día	1,33*10^{-6} a 2,47*10^{-6}	
					12 meses almacen. Interfaz y corcho cubiertos 1,1 a 2,1 µl O_2/tapón.día 24 meses almacen. Interfaz y corcho cubiertos 0,1 a 0,3 µl O_2/tapón.día	1,41*10^{-6} a 2,28*10^{-6}	
	Microaglomerado				24 meses almacenamiento. Interfaz. 0,2 a 0,4 µl O_2/tapón.día	3,79*10^{-7} a 7,59*10^{-7}	
					24 meses almacenamiento. Interfaz cubierto 0,1 a 0,3 µl O_2/tapón.día	1,89*10^{-7} a 5,69*10^{-7}	
					24 meses almacenamiento. Interfaz y corcho cubiertos. 0,1 a 0,3 µl O_2/tapón.día	1,89*10^{-7} a 5,69*10^{-7}	
	Sintético extrusionado		43	Ø inicial 22 mm En gollete 2,69*10^{-4} m^2	24 meses almacenamiento. Interfaz. 5,5 a 7,5 µl O_2/tapón.día	1,04*10^{-4} a 1,42*10^{-5}	
					24 meses almacenamiento. Interfaz cubierto 6,6 a 7,2 µl O_2/tapón.día	1,25*10^{-5} a 1,37*10^{-5}	
	Corcho	1000	44	Ø inicial 24 mm En gollete 2,69*10^{-4} m^2	24 meses almacenado horizontal 3,33 a 4 mg O_2/L.año	4,29*10^{-6} a 5,16*10^{-6}	Lopes 2009
	Microaglomerado				24 meses almacenado horizontal 1,33 mg O_2/L.año	1,71*10^{-6}	
	Aglomerado		45		24 meses almacenado horizontal 1,33 mg O_2/L.año	1,71*10^{-6}	
	Sintético Extrusionado		43	Ø inicial 22 mm En gollete 2,69*10^{-4} m^2	24 meses almacenado horizontal 10,66 mg O_2/L.año	1,37*10^{-5}	
	Rosca	Saran	ns	En gollete 2,69*10^{-4} m^2	24 meses almacenado vertical 1 mg O_2/L.año	1,29*10^{-8}	
		Saranex			24 meses almacenado vertical 2,33 mg O_2/L.año	1,29*10^{-7}	
Colorimétrico Reactivo 740 ml	Corcho	1000	44	Ø inicial 24 mm En gollete 2,69*10^{-4} m^2	2-3 meses almacenado 0,04 a 0,14 mg/tapón.mes	2,81*10^{-6} a 7,93*10^{-6}	Brotto 2010
	Sintético moldeado		37-44	Ø inicial 21,5-23 mm En gollete 2,69*10^{-4} m^2	2-3 meses almacenado 0,21 a 0,51 mg/tapón.mes	9,27*10^{-6} a 2,25*10^{-5}	
Colorimétrico Reactivo ns	Corcho	1000	45	Ø inicial 24 mm En gollete 2,69*10^{-4} m^2	24 meses almacenado 1,76 a 2,46 mg O_2/tapón.año	6,48*10^{-6} a 9,06*10^{-6}	Oliveira 2013
	Corcho	1000	45	Ø inicial 24 mm En gollete 2,69*10^{-4} m^2	24 meses almacenado 1,68 a 2,68 mg O_2/tapón.año	6,18*10^{-6} a 9,87*10^{-6}	Oliveira 2015

8.Publicaciones

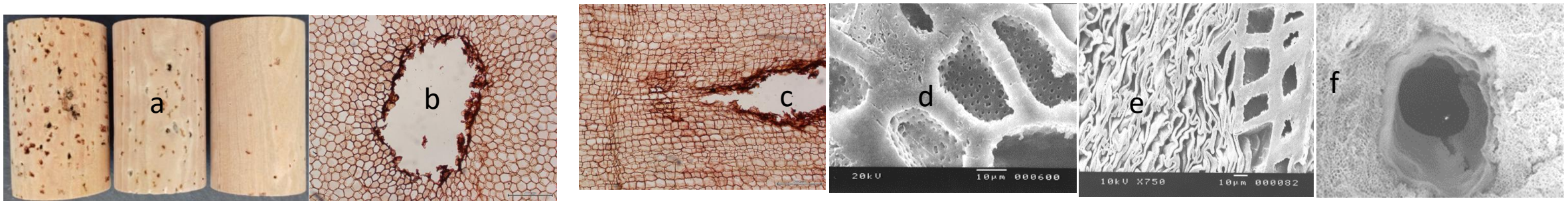
2019 Four hundred years of cork imaging: New advances in the characterization of the cork structure. Kevin Crouvisier-Urion, Julie Chanut, Aurélie Lagorce, Pascale Winckler, Zi Wang, Pieter Verboven, Bart Nicolai, Jeannine Lherminier, Eric Ferret, Régis D. Gougeon,Jean-Pierre Bellat & Thomas Karbowiak **(Francia).**

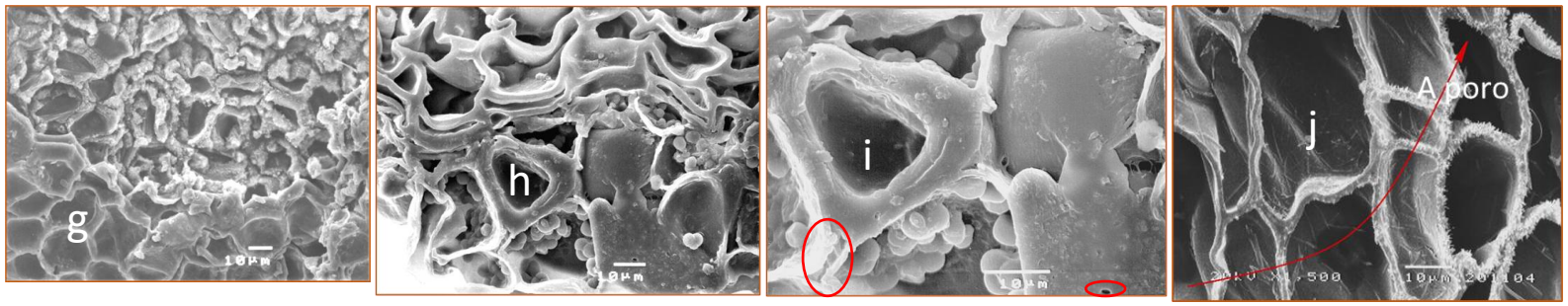
Se realiza estudio de la estructura del corcho utilizando la tomografía de rayos X, técnica no destructiva, con la finalidad de obtener datos de las discontinuidades del corcho que no están a la vista, zonas internas de los tapones de corcho natural de dos calidades, con especial atención a las paredes de los poros o lenticelas. **Esta técnica no es destructiva y presenta buen rendimiento, aunque necesita mucho tiempo cuando se requiere alta resolución**

Una de las diferencias encontradas, y esperada, entre el tapón considerado de alta calidad y el de calidad inferior estuvo en el volumen poroso, ~ 2% (v/v) frente al ~ 6% (v/v) respectivamente. En ambos casos no se detectó interconexión entre lenticelas en el interior de los tapones, estos valores de porosidad interna tendrían su correspondencia con la clasificación realizada por la industria basada en la porosidad superficial.

También se constató que la fracción de volumen de materia densa que bordea las lentidelas fue más importante en los tapones de baja calidad (2,5%) que para los de calidad (1,2%), constatándose que el aumento de lenticelas incrementa la rigidez del corcho.

Aún no se ha establecido la relación entre la permeabilidad del corcho a los gases y la presencia de lenticelas por lo que consideramos que una mejor caracterización de su estructura ayudaría a comprender el papel desempeñado por estos poros en las propiedades barrera a los gases.





FOTCIENCIA

FOTCIENCIA

Imágenes superiores, (a) tres tapones con porosidades diferentes, (b, c) poro lenticelar visto al microscopio óptico, se aprecia opacidad en la pared del poro que indica mayor % de masa por unidad de volumen, hay vaciado de su contenido, células disociadas, debido al escaso grosor de la muestra. En SEM. (d) células de "Materia densa" que conforman la pared de las lenticelas con evidentes perforaciones para la comunicación simplástica. (e) colapso celular debido a la compresión y rigidez de la pared lenticelar. (f) macroporo lenticelar vacío por su gran tamaño.

Imágenes inferiores del Sacanning Electron Microscope (SEM), (g) barriga en corcho recién extraído con áreas de poro lenticelar. (h, i) célula felogénica en división periclinal mostrando la vía apoplástica y simplástica, (j) estructuras fibrilares de la pared celular en conformación según la proximidad a la lenticela. Máximo García.

8.Publicaciones

2019. Efecto del obturador en la crianza de los vinos embotellados Parte 1/3: Caracterización de la transferencia de oxígeno en los tapones de corcho.Véronique Chevalier,Alexandre Pons,Christophe Loisel. **(Francia**)

Estudio de la capacidad de transferencia al oxígeno de los tapones técnicos de corcho microgranulado de diversas mezclas, de la empresa DIAM Bouchage, así como de tapones de corcho natural, calidad flor, extra y súper, con método no destructivo basado en quimioluminiscencia, equipo Fibox 3LCD Trace V6 PreSens Precisión Sensing GmbH, utilizando botellas de vidrio transparente y vacías de gollete CETIE

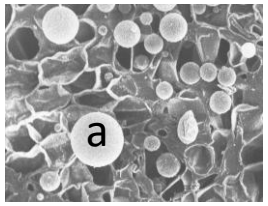
Antes de cerrar las botellas con los tapones se procede a colocar en su interior los sensores Pst6 que permite mediciones de presión parcial de oxígeno de hasta 41 hPa (4 mbar) con límite de detección de 0,02 hPa. En las botellas tapadas con tapones de corcho natural el sensor introducido fue el Pst3 para medir cantidades de oxígeno mucho mayores (hasta 500 hPa). Posteriormente se procedió a inertizar el gas de las botellas mediante corriente de nitrógeno para finalizar con el taponado al vacío donde el oxígeno residual no superó 0,1 mg/botella (valor que se sustrae de los resultados).

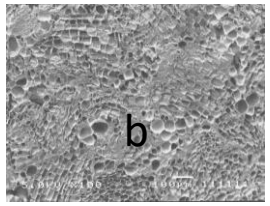
Tras el encorchado se realizaron determinaciones a lo largo de dos años, y con los datos se trazó la curva resultante $PO_2 = f(t)$, que presentaron un perfil similar con un aumento rápido de la PO_2 durante los primeros días, para ir disminuyendo hasta alcanzar un resultado estable después de 12 meses.

Cabe distinguir dos fases.
La primera de 0 a 6 meses donde la sobrepresión en el interior del tejido corcho debido a la reducción de volumen dentro del gollete (el Ø pasa de 24,2 mm a 18 5 mm) provoca la salida de gas hacia el exterior del tapón, debido al gradiente de presión generado cuya cinética es mayor en los primeros días para atenuarse a medida que esta diferencia decrece, hablamos de la liberación inicial de oxígeno, Oxygen Initial Release (OIR), cuyos valores se indicarían en mg
La segunda fase es de régimen estacionario, a consecuencia de que se ha alcanzado el equilibrio de presiones entre el interior y el exterior del tapón y se impone la cinética de transferencia, hablamos de la tasa de oxígeno de transferencia, Oxygen Transfert Rate (OTR) cuyos valores se indican en mg/ año, que se mantendría estable hasta el envejecimiento mecánico del tapón.

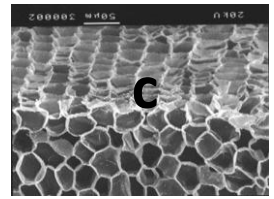
Valores obtenidos en tapones secos Diam de varias permeabilidades y tapones de corcho natural					
Tapón	Diam P0,07	Diam Origine	Diam P0,15	DiamP0,35	Natural Flor-Extra-Súper
OIR en mg	0,8	1,1	1,3	1,6	De 0,2 a > 60
OTR en mg/año	0,3	0,3	0,4	0,6	De 0,2 a >500

Se manifiesta una correspondencia entre la OIR y la OTR en el sentido de que a mayor OIR mayor OTR, con la excepción de Diam Origine con OIR ligeramente alto que justificamos por las microesferas en él utilizadas y posteriormente sustituidas en el resto por cera de abejas.
En los tapones naturales se manifestó una elevada variabilidad con independencia de la calidad seleccionada que llevó a su evaluación a través de rayos X que delatase defectos internos responsables resultando infructuosa la relación pretendida.





Imágenes SEM. A la izquierda (a) microesferas DIN BOL antes de su fusión utilizadas en algunos tapones Diam. (b) interior del tapón Altec de Diam tras la fusión de las microesferas y posterior enfriamiento para solidificar y unir los granos de corcho.
A la derecha (c), células de corcho .
Indicar que, aun aceptando la variabilidad de resultados en las mediciones de trasferencia al oxígeno en tapones naturales obtenidas en todos los métodos hasta aquí expuestos, sorprende que en ninguno de ellos se ha hecho referencia al periodo de maduración del corcho tras la saca, periodo que tiene trascendencia en el grado de compactación de la pared celular y que en ocasiones ha tenido un acortamiento progresivo, probablemente consecuencia de la relación oferta-demanda. Máximo García



8.Publicaciones

2019 Efecto de la permeabilidad del oxígeno del obturador en la evolución de los vinos durante un período de 10 años-.Parte 2 / 3: El caso del Sauvignon blanc. Alexandre Pons, Valérie Lavigne, Cécile Thibon, Pascaline Redon, Christophe Loisel, Véronique Chevalier, Philippe Darriet, Denis Dubourdieu **(Francia)**

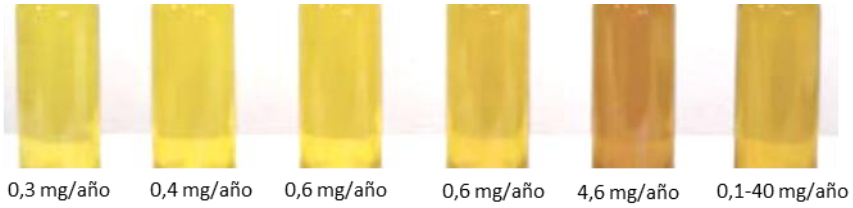
Estudio iniciado en 2008 sobre la evolución de tres vinos blancos de Sauvignon de Burdeos, codificados como guarda corta (Gd-f), guarda media (Gd-M) y guarda fuerte (Gd-F) a lo largo de 10 años y tapados con diferentes obturadores : tapón de corcho natural de varias calidades, tapones técnicos de corcho microgranulado Diam con diferentes permeabilidades al oxígeno (OTR), cápsulas rosca y tapones sintéticos.

Entre las determinaciones llevadas a cabo en relación con la evolución oxidativa están las siguientes : 3-sulfanilhexanol (3-SH), 4,5-dimetil-3-hidroxi-2 furanona (Sotolon), SO_2 libre y glutatión (GSH), además del contenido de oxígeno disuelto (OD) mediante sonda Orbisfera y densidad óptica a 420 nm (DO420) en grupos de tres botellas. También se realizan pruebas organolépticas con paneles de cata

Los bajos niveles de oxidación tienen correspondencia con altos contenidos de SO_2 libre, GSH y 3-SH y los altos niveles de oxidación se relacionan con altos valores de Sotolon y oxígeno disuelto.

Los resultados indican que el tapón de corcho Diam 30 P0,07 permite retrasar la manifestación de los efectos del envejecimiento oxidativo en el vino blanco manteniendo la preferencia de los catadores

Obturadores seleccionados para cada añada. Clasificados según su valor OTR (Roberston 2009)									
	Cápsula Saran	Diam30 P0,07	Diam5 P0,15	Saranex cápsula	Diam30 P0,35	Sintético 3	Sintético 1	Sintético 2	Corcho natural
OTR mg/año	< 0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	1,5	4,6	0,1-40
Gd-f	X	X	X	X	X	X	X	-	X
Gd-M	-	X	X	-	X	X	-	X	X
Gd-F	-	X	X	-	X	X	X	-	X



Imágenes mostrando el impacto de la OTR de los opturadores sobre la intensidad de la tonalidad amarillo-naranja de un vino Sauvignon (Gd-M) tras 10 años de guarda

8.Publicaciones

2019. Efecto de la permeabilidad del oxígeno del obturador en la evolución de los vinos durante un período de 10 años Parte 3/3: El caso del Merlot y Cabernet-Sauvignon. Alexandre Pons, Valérie Lavigne, Cécile Thibon, Pascaline Redon, Christophe Loisel, Véronique Chevalier, Denis Dubourdieu, Philippe Darriet. **(Francia).**

Estudio durante un periodo de 10 años de la evolución aromática y analítica de tres vinos tintos de Burdeos, añada 2006, (Merlot, Cabernet-Sauvignon) según el nivel de transferencia de oxígeno de diferentes obturadores : tapón de corcho natural de varias calidades, tapones técnicos de corcho microgranulado Diam con diferentes permeabilidades al oxígeno (OTR), cápsulas-rosca y tapones sintéticos, con las indicaciones de OTR de la publicación anterior. Los vinos de codificaron como guarda corta (Gd-f), guarda media (Gd-M) y guarda fuerte (Gd-F).

Mediante valoración sensorial y analítica se siguió la evolución de los vinos, a los que se dosificó el marcador químico de oxidación 3-metil-2,4-nonanodiona (MND) con olor a ciruela, que junto con los marcadores de oxidación SO_2 libre y el contenido de oxígeno disuelto, medido por sonda orbisfera, completaron las valoraciones.

Se comprobó que el SO_2 libre disminuye de forma muy variable durante la guarda. Esta evolución va acompañada de una amplia dispersión de datos que pone de manifiesto el impacto del obturador en las diferentes calidades del vino. Se obtienen resultados similares en la evolución del contenido de oxígeno disuelto. Una vez que se consume el oxígeno proporcionado por el embotellado, el contenido de oxígeno disuelto medido después de 3 semanas de guarda es inferior a 5 µg / L

Durante los primeros ocho años de conservación, el contenido de O_2 disuelto se mantuvo por debajo de 50 µg / L, independientemente de los vinos y el tipo de obturador. Después de 10 años de conservación, el contenido de oxígeno disuelto está entre 25 µg / L y 100 µg / L dependiendo de los obturadores.

Los contenidos de SO_2 libre encontrados en los vinos de guarda Gd-f y Gd-F, después de 5 años, no parecen verse afectadas por el tipo de obturador. En cambio, a los 10 años, son más bajas cuanto mayor es la OTR del obturador, y esto sea cual sea la calidad intrínseca del vino estudiado. Después de 10 años de guarda, casi todas las muestras ya no contienen SO_2 libre, excepto las selladas con Diam30 P0,07, que tiene niveles bajos (<5 mg / L) pero no despreciables.

Tapones seleccionados (X) para cada vino, clasificados según su valor de OTR. *(*Roberston 2009)*									
Cierre ⇨	Cápsula Saran	DIAM30 P0,07	DIAM 5 P0,15	Cápsula Saranex	DIAM 5 P0,35	Sintético 3	Sintético 1	Sintético 2	Tapón corcho natural
OTR mg/año	< 0,1*	0,3	0,4	0,5 *	0,6	0,6 *	1,5 *	4,6 *	0,1 – 40 *
Gd-f	X	X	X	X	X	X	X	....	X
Gd-M	...	X	X	...	X	X	....	X	X
Gd-F	...	X	X	...	...	...	X	...	X

8.Publicaciones

2020. Impact of Different Stoppers on the Composition of Red and Rosé Lagrein, Schiava (Vernatsch) and Merlot Wines Stored in Bottle. *Fabrizio Rossetti, Alicia Jouin, Michael Jourdes, Pierre Louis Teissedre, Roberta Foligni, Edoardo Longo and Emanuelle Boselli*. **(Francia e Italia).**

Se compararon diferentes tapones de corcho (mezcla de microgránulos de corcho natural, corcho natural de una sola pieza, corcho natural aglomerado, corcho técnico 1+1) **para evaluar los efectos sobre los perfiles fenólicos, volátiles y oxígeno disuelto en tres vinos tintos (Merlot, tinto Lagrein, Santa Magdalena) y un rosado (rosado Lagrein), que se almacenaron en botellas durante 12 meses**.

Puede inducir a error considerar la OTR como el único parámetro relacionado con la susceptibilidad del vino a la oxidación durante el almacenamiento. De hecho, la aireación se produce en las diferentes etapas del proceso de elaboración del vino, desde la vendimia y el prensado hasta el envase final, y puede afectar drásticamente a la calidad final del vino. La determinación del oxígeno disuelto en el vino antes del embotellado ha sido el objetivo de una amplia investigación. Si bien es relativamente fácil controlar la incorporación de oxígeno en tanques y cubas durante la fermentación con un enfoque en tiempo real, **el monitoreo no destructivo de la transferencia de oxígeno durante el almacenamiento en botella para la comparación de diferentes tipos de tapones sigue siendo un desafío**. Hay que tener en cuenta varios aspectos: el aire puede entrar en una botella a través de la interfaz entre el tapón y el cuello de botella. El tapón en sí mismo puede liberar oxígeno después de la compresión en el embotellado, un fenómeno conocido como desgasificación. Por lo tanto, comprender la influencia del tapón puede ayudar a preservar las características de calidad del vino contra alteraciones no deseadas.

En este estudio, los perfiles fenólicos y volátiles de tres vinos tintos y uno rosado del Tirol del Sur (norte de Italia) se monitorizaron regularmente durante 12 meses de almacenamiento en botella. El objetivo de esta investigación fue investigar la influencia de diferentes tipos de tapones en la evolución de la calidad del vino, incluyendo una evaluación sensorial

El contenido de oxígeno disuelto de los vinos se midió utilizando un L.sensor-700.O óptico no invasivo$_2$ (Sistema FT, Alseno, Italia). La tecnología utilizaba un tipo de láser IR; el rango de la medición estuvo entre 0,3% y 21% O_2 ± 0,3%; La precisión fue de ±0,2% (concentración de oxígeno). El control de la exposición del vino al oxígeno durante y después de las operaciones de embotellado es necesario para influir positivamente en la evolución deseada de los perfiles químicos y sensoriales, aunque estos evolucionarán fuertemente en función del tipo de vino

En conclusión, el presente estudio muestra que **el tipo de tapón no influyó consistentemente en la evolución del perfil químico de los cuatro vinos**. Sólo en unos pocos casos se observó una correlación en la evolución de los compuestos volátiles, aunque no de forma consistente. Este estudio muestra, en cambio, la evolución temporal de los cuatro vinos. Teniendo en cuenta los bajos niveles de oxígeno disuelto, **los cambios detectados en las concentraciones fenólicas y volátiles se debieron presumiblemente a reacciones no mediadas por oxígeno ocurridas durante los 12 meses de almacenamiento en botella**, y de hecho para el perfil volátil involucraron principalmente formaciones de ésteres.

Pérfiles fenólicos, volátiles y OD

12meses

3 tintos
1 rosado

8.Publicaciones

2020. Bottle ageing of three white wines as a function of the stopper's permeability to oxygen. The case of Viognier and Chardonnay. Stéphanie Rollero, Dimitri Tixador, Rémi Nuez, Benjamin Boissier, Christophe Loisel. **(Francia)**

Estudio del aroma y la evolución analitica en tres vinos blancos, cosecha 2015, a lo largo de tres años, almacenados en cámara a 14 ºC y protegidos de la luz, en función de la permeabilidad al O_2 de los tapones DIAM.

Se evalúa la reducción del SO_2 libre como marcador de evolución oxidativa así como el oxígeno disuelto (OD) mediante método de luminiscencia con PreSens Pst3, además de otros aspectos organolépticos.

La evolución del SO_2 fue diferente no sólo por los distintos vinos ensayados, también por el tipo de tapón utilizado. No obstante, tras dos años de almacenamiento de las botellas la cantidad de SO_2 libre había desaparecido en todos los vinos (<7 mg/L). A mayor OIR y OTR menor concentración de SO_2 libre. Se produce un consumo rápido del O_2 del embotellado en el primer mes y medio en todos los vinos; posteriormente, los valores de OD tienden a estabilizarse entre 50 y 130 $\mu LO_2/L$

Finalmente, después de los tres años, se decidió evaluar el impacto de las variaciones de temperatura en la transferencia de O_2 a través de los tapones en uno de los vinos sometiéndolo a ciclos de temperatura (24 horas a 14ºC seguidos de 24 horas a 28ºC) con monitorización del OD contenido en el vino. Se produjo un aumento del OD en todas las botellas, con independencia del tipo de tapón, si bien tras 15 ciclos las botellas tapadas con los más permeables mostraron valores de OD superiores, lo que puede considerarse para futuros estudios a los efectos de maximizar las diferencias entre tipos de tapones.

Con los resultados obtenidos se refuerza la idea de que el suministro de oxígeno a través del tipo de tapón elegido para el almacenamiento de las botellas se traducirá en los matices de aroma en el vino afectando también a los compuestos relacionados con la oxidación.

Valores de OIR y OTR obtenidos con corchos secos				
Tapón	Diam 5 P0,35	Diam 5 P0,15	Diam 30 Origine	Diam 30
OIR (mg O2)	1,6	1,3	1,1	0,8
OTR (mg O2/año) ⇨	0,6	0,4	0,3	0,3

8.Publicaciones

2021. X-ray imaging and supervised classification based on the oxygen transfer of punched natural cork stopper. Adrien Stolidi, Julie Escoda, Veronique Chevalier, Christophe Loisel, Dimitri Tixador, Dominique Tourneix **(Francia) .**

Los sistemas de clasificación de los tapones de una pieza de corcho natural están basados en los aspectos externos de los tapones; no obstante, las experiencias de la evaluación de los mismos en lo que sería su categoría premium con respecto a las tasas de transmisión de oxígeno concluyen que **no hay coincidencia entre ambas: clase visual vs OTR**.

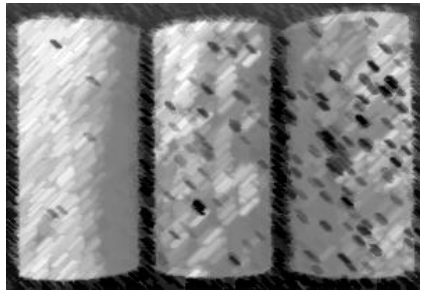
Siendo así, **una evaluación que permita conocer, además del aspecto externo, la estructura interna del tapón ayudaría a la interpretación de los resultados**. **Con esta intención se presenta este estudio de las discontinuidades del tejido corcho en tapones de una pieza de corcho natural mediante tomografía por rayos X y sus valores de OTR.**

Los tapones se diferenciaron en tres categorías (superior, extra y flor), y se relacionaron con la tasa inicial de transferencia de oxígeno OIR determinada por método no destructivo, la quimioluminiscencia, a lo largo de 60 días utilizando equipo Fibox 3 LCD Trace V6 de Presens Precision Sensing GmbH para clasificarlos ahora como permeables si la OIR > 3 mg de O_2 o no permeables si la OIR < 3 mg O_2.

Un primer lote compuesto de 142 tapones de permeabilidad conocida se utilizaron para el entrenamiento a fin de obtener los algoritmos que permitiesen, con los datos de las imágenes de tomografías por rayos X, reproducir los resultados en el segundo lote de 436 tapones sin medición previa de OIR.

Los resultados obtenidos indican que **la implementación del método buscado todavía no tiene suficiente precisión como para su utilización a escala industrial por lo que se mantiene el desafío en cuanto a la clasificación de la permeabilidad al oxígeno en los tapones de una pieza de corcho natural, dada su alta variabilidad** que obliga a disponer de un gran conjunto de datos de entrenamiento para asegurar la representatividad estadística, lo que conlleva mucho tiempo por la dificultad de obtener los valores de OIR.

Dicho lo anterior, estos resultados son alentadores dado que la utilización de rayos X para el análisis estructural de los tapones revela todos los parámetros indicativos de permeabilidad, presentando buena robustez como para su consideración futura de control en línea de producción.



8.Publicaciones

2021.Search for an analytical method adapted to OTR measurement of stoppers after long-term bottle ageing. Alexandre Pons, Christophe Loisel. **(Francia).**

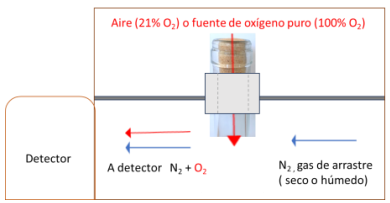
Estudio comparativo de los resultados obtenidos en la medición del OTR de tapones envejecidos provenientes de investigaciones en vino blanco (11 años) y rosado (3 años) utilizando método coulombimétrico con varios protocolos, could1, could 2 y could3 .

Las muestras de ensayo se obtienen mediante corte de los golletes de las botellas de vino donde han permanecido los tapones para, posteriormente, sellarlo sobre un soporte metálico rígido que permite introducir un flujo de nitrógeno (gas portador) en el cuello, barriendo la cabeza interna del tapón. La parte exterior del obturador se deja al aire libre (O_2, 21%) o se conecta a una fuente de oxígeno puro (O_2 100%). La cantidad de oxígeno que migra a través del obturador se arrastra por el gas portador al detector. Con esta técnica de determinación de OTR en tapones se debe llevar a cabo una estabilización `previa entre uno y tres meses que permita la eliminación del oxígeno residual presente en las lenticelas del tapón de corcho para evitar una sobreestimación de la medida.

Características y distribución de los tapones seleccionados (X) para la conservación de vinos Sauvignon blanco (*estudio 1*, 11 años) y vinos rosados (*estudio 2*, 3 años)

Tapones	OTR (mg/año)	Sauvignon blanco	Rosado
Cápsulas Saran	< 0,1	X	…
Diam 30 P0,07	0,3	X	X
Diam 5 P0,15	0,4	X	X
Cápsulas Saranex	0,5	X	…
Diam 5 P0,35	0,6	X	…
Sintético 1	0,6	X	…
Sintético 2	1,1	…….	X
Sintético 3	1,5	X	
Sintético 4	4,6	X	…
Corcho natural	0,1-40	X	X

Valores de OTR que se encuentran en las fichas técnicas de los proveedores, año 2008. a excepción del corcho natural (Roberston 2009)



Comparación de los niveles medios de OTR (mg/año) de cierres micro aglomerados y sintéticos tras 11 años de conservación en botella según el tipo de método

Fecha	Método	{O_2] exterior	OTR (mg/año)			
			D30-P0,07	D5-P0,15	D5-P0,35	Sintético 4
To[1,2]	….	….	0,3	0,4	0,6	4,6
11 años	COUL1(N_2 seco)	21%	1,6	18,2	3,2	5,7
	COUL2(N_2 húmedo)	100% (21%)[2]	0,5 (0,1)[2]	4,2 (0,9)	8,2 (1,7)	48,9 (10,3)

[1] OTR encontrado en las fichas técnicas en 2008 / [2] Valores calculados correspondientes a una [O_2] externa del 21%

Sorprende la diferencia del resultado en D5-P0,15 con N_2 seco en lugar de húmedo, ambos con aire 21% O_2, pasa del 18,2 al 0,9 lo cual pudiera justificarse si durante la realización del ensayo la muestra estaba húmeda y se secó al utilizar N_2 seco. De ser así, se confirma la importancia de utilizar N_2 húmedo durante los ensayos para evitar el secado durante el ensayo

En cuanto a los tapones naturales evaluados tras 11 años en botellas con vino blanco Sauvignon, el grupo de 11 tapones utilizados con el protocolo Could1 (N_2 seco O_2 21%) presentó mayor dispersión de resultados, con un máximo de OTR de 120 mg/año, que el grupo de 14 tapones en prueba con el Could3 (N_2 húmedo 21% O_2), con máximo de OTR de 44,9 mg/año y media de 2,5 mg/año.

A tenor de los resultados se concluye que **el método coulombimétrico con protocolo Could3 (N_2 húmedo 21% O_2) es el más adecuado para las determinaciones dado que mantener el grado de humectación de los tapones de corcho resulta crucial al afectar al grado de precisión de la medida.**

8.Publicaciones

2021.The Impact of Different Closures on the Flavor Composition of Wines during Bottle Aging. Isabel Furtado, Paulo Lopes, Ana Sofia Oliveira, Filipa Amaro, Maria de Lourdes Bastos, Miguel Cabral, Paula Guedes de Pinho and Joana Pinto **(Portugal).**

Estando actualmente el mercado de cierres de vino dominado principalmente por tres tecnologías de cierres de botellas: corcho, sintético y tapón de rosca, cada uno con sus propias características, se revisa su impacto sobre la composición gustativa de los vinos durante las condiciones post-embotellado

Los tapones de corcho natural se han utilizado durante siglos por sus propiedades físicas, resultado de la estructura, organización y composición celular del corcho, dominada principalmente por la suberina y, en segundo lugar, la lignina. Los de corcho técnico son resultado de la conversión de subproductos de los tapones de corcho natural, entre otros, en granulados que se conglomeran con aglutinantes (poliuretano) obteniendo una diversidad de tipos de tapón (Tapones de corcho aglomerado –Ø grano 2-9 mm-, Tapones microaglomerados - Ø grano 0,5 a 2mm- , Tapones compuestos con cuerpo de corcho aglomerado y cabeza/s con disco/s de corcho natural, tapón 2+0, tapón 1+1 ….)

Los cierres sintéticos aparecen a mediados de 1990 y se producen por dos métodos: inyección de polímero (con mezclas de elastómeros termoplásticos =estireno-butadieno-estireno= y =estireno-etileno/butadieno-estireno= que son inyectadas en un molde) y el segundo por proceso de coextrusión en dos etapas, la primera con materias primas de polietileno de baja densidad LDPE y talco que se combinan y funden para extruirlos y obtener un cilindro de espuma, núcleo de los cierres, y la segunda unión térmica del núcleo con una capa externa flexible a base de LDPE, elastómero termoplástico, por extrusión.

Los tapones de rosca son metálicos y se roscan en el cuello de las botellas, por su parte externa, creando cierre hermético. El interior del tapón presenta disco de cloruro de polivinilideno (PVDC), que contacta con el vino, una capa de aluminio que actúa como barrera contra los gases y un taco de polietileno (PE). Los más comunes son, *Saran-tin,* con dos capas sucesivas de PE, papel Kraft, estaño y PVDC y *Saranex* compuesto de PE con recubrimiento de PVDC.

Valores generale de la tasa de transmisión de oxígeno (OTR) en mg/tapón/mes obtenidos o recalculados a partir de la literatura sobre los principales cierres de vino

Cierre →	Método	Colorimétrico *	Quimiluniniscencia	Coulométrico
Tapón de corcho	Natural	0,007 a 0,010	NA	0,004 a 5,0 [b] 0,001 a 0,051 [d]
	Técnico	0,003-0,004	0,025 [e] 0,050 [e]	0,03 a 0,05 [b]
Tapón sintético	Coextruido	0,033 0,065	0,050 [f] 0,091 [f] 0,141 [f]	0,040 [b] 0,17 a 0,31 [d] 0,7 a 1,4 [e]
Tapón rosca	Saran-tin	0,001	0,010 a 0,012 [c]	< 0,001 [a] 0,008 [b] 0,003 a 0,0039 [c]
	Saranex	0,02 a 0,03	0,045 a 0,065	0,03 [b] 0,02 a 0,03 [c]

Claves de la tabla:
NA: No analizado.
(*) Calculado después de alcanzar el estado estacionario (a los 6 meses).
(*a*) Hart A. et al. 2005/ *(b)* Godden et al. 2005. / (c) Vidal J.M. etal./ *(d)* Chevalier et al 2019 / *(e)* He, J. et al. 2013/ *(f)* Viventions

Imágenes de tapones de corcho, izquierda, y de tapones sintéticos, derecha, con diferentes aumentos para apreciar la estructura interior de los materiales que los componen Máximo García

8.Publicaciones

2021. Controlled diffusion by thin layer coating: The intricate case of the glassstopper interface. *Chanut J., Bellat J.-P., Gougeon R.D., Karbowiak T.* **(Francia)**

Estudio para investigar el papel crítico que desempeña la interfaz tapón de corcho-cuello de la botella (gollete) en la penetración del oxígeno en la botella, valorando el efecto del tratamiento superficial del tapón.

Cuando se utilizaron tapones de corcho sin tratamiento superficial hasta el 99% de la transferencia total de oxígeno se produjo en la interfaz. Por el contrario, los tapones que tenían tratamiento de parafina-silicona prácticamente anularon esta transferencia por la interfaz, incluso con espesor de escasos nanómetros de un agente deslizante aplicado a la superficie para facilitar la extracción se pudo apreciar el notable impacto en esta transferencia

En los tapones de corcho, natural y aglomerados, se aplica un recubrimiento de su superficie compuesto por agentes como cera de parafina de grado alimentario, silicona y emulsiones de una mezcla de ambos. La finalidad es que actúen como agentes resbaladizos para facilitar la entrada y salida de los tapones , mejorando a la vez la estanqueidad a líquidos

En primer lugar, se evaluó la permeación de tapones microaglomerados (Diam 10 de 49*24,2 mm) con recubrimiento de emulsión aniónica parafina-silicona, y también sin recubrimiento, sin comprimir y comprimidos (40% volumen) para determinar el coeficiente de difusión intrínseco al oxígeno y el efecto de la compresión. La evaluación sin comprimir se efectuó con obleas de 3 mm de grosor obtenidas de los tapones que posteriormente se insertaron en anillo metálico sellando la junta con adhesivo Araldite 2012. Para evaluar el corcho comprimido las obleas fueron de 6mm de grosor y se insertaron en anillo metálico de 18,5 mm de diámetro interno**. Evaluar espesores de muestras reducidos acorta el tiempo de los ensayos al alcanzarse antes el estado estacionario.**

También se evaluaron los tapones enteros, con y sin sin recubrimiento, insertándolos en botellas de vidrio vacías donde posteriormente se cortó el gollete con disco de corte de diamante por debajo del tapón y se pegaron con Araldite para sellar su unión al dispositivo de ensayo.

Se realizaron 10 mediciones para cada una de las cuatro condiciones elegidas en el estudio. La permeabilidad se midió con equipo manométrico manteniendo unos valores de presión de 900 hPa en la cámara superior, zona externa del tapón , y de 0,1 hPa en la inferior previamente purgada.

La compresión de las muestras se tradujo en una reducción de la difusión efectiva del 35%.

Los resultados del coeficiente de difusión efectiva de un tapón de corcho aglomerado sin tratamiento, insertado en cuello de botella, resultó significativamente mayor que la del tapón sin insertar (10^{-7} m^2 s^{-1} vs 10^{-11} m^2 s^{-1}) pero, cuando está recubierto con la emulsión de parafina-silicona este coeficiente de difusión es similar (10^{-11} m^2 s^{-1}) .

El tratamiento superficial juega un importante papel en la transferencia de oxígeno a través del cuello de la botella sellada con tapones de corcho. Un recubrimiento con espesor inferior a 0,5 µm proporcionó una barrera eficiente para que el sistema de interfaz tapón-cuello de botella actuara contra la transferencia de gas en la interfaz

	Coeficiente de difusión efectiva (x 10^{-12} $m^2.s^{-1}$)	OTR $_{total}$ (mg.año $^{-1}$)	OTR $_{interfaz}$ (mg.año $^{-1}$)	OTR $_{tapón}$/OTR $_{total}$ (%)
Tapón aglomerado sin comprimir (interfaz pegada)	14,4 ± 2	0,61 ± 0,11	.....	.....
Tapón aglomerado comprimido (interfaz pegada)	9,2 ± 2	0,38 ± 0,08	.....	.....
Tapón aglomerado sin tratamiento comprimido en gollete	130000 ± 90000	17313 ± 4432	17313	0.003
Tapón aglomerado con tratamiento comprimido en gollete	7,9 ± 2	0.34 ± 0,08	0	100

Determinación de los coeficientes medios de difusión de oxígeno y de las OTR para tapones de corcho aglomerados sin comprimir y comprimidos (extrapolados a un tapón de corcho completo a partir de 10 réplicas de cada caso para las distribuciones correspondientes) y para tapones de corcho con y sin tratamiento superficial insertados en gollete de botella.

8.Publicaciones

2021. Bottle Aging and Storage of Wines: A Review. Javier Echave, Marta Barral, Maria Fraga-Corral, Miguel A. Prieto and Jesus Simal-Gandara **(España y Portugal)**

Es una revisión donde se abordan, entre otros, la relevancia de los tapones en el envejecimiento del vino embotellado, envejecimiento que conlleva a una reducción de su astringencia y amargor, así como una mejora del aroma y color, donde el paso del oxígeno, minimizado y controlado, tiene su protagonismo.

Aunque la selección del tapón proporcionará diferentes grados de oxidación, **la condición más importante de la susceptibilidad del vino a la oxidación en botella depende en gran medida de su composición fenólica.**

Al ser el vidrio un material hermético, el paso del oxígeno sólo es posible a través del tapón, o interfaz vidrio-tapón. El acceso del oxígeno a través del cierre puede realizarse por permeación o por difusión, en el primer caso el gradiente de presión es el que determinará este paso, la difusión, en cambio, se basa en el gradiente de concentración de oxígeno y puede ocurrir incluso contra el gradiente de presión. Ambas rutas de acceso dependen de las propiedades del tapón.

Existen diferentes métodos y medidas para abordar la transferencia de gases, como el coeficiente de difusión o permeabilidad, no obstante, el valor más utilizado y práctico es la Oxygen Transmisión Rate (OTR) que puede calcularse a partir de medidas físicas de las propiedades del tapón, deduciéndola de su difusión efectiva, o indirectamente por medida del oxígeno en la botella o por el grado de degradación de compuestos en el vino así como de características aparentes (absorbancia a 420 nm , quimiluminiscencia etc).

Tasa media de transferencia de oxígeno de varios tipos de tapones*

Tapón	Dimensiones (L*Ø) mm	OTR (mg/año)**	Referencias
Corcho natural	49*24	5,5	Karbowiak T. et al 2019
	45*24	6,37	Lopes P, Saucier C. et al 2005
	44,7*24	2,03	Lopes P., Teissedre P.L. et al 2006
	45*24	14,25	Lequin S. et al 2012
	45*24	3,65	He J. et al 2013
Corcho aglomerado	45*24	2,62	Lopes P, Saucier C. et al 2005
	45*24	1,8	Lopes P., Silva M.A. et al 2009
	No indicado	0,78	Kanavouras A. et al 2020
	45*24	1,68	Oliveira V. et al 2015
	45*24	2,68	
Tapón técnico	43,6*23,7	2,03	Lopes P., Teissedre P.L. et al 2006
	44*24	1,8	Vidal J.-C. et al 2017
	44*24	1,9	Lopes P., Silva M.A. et al 2009
	49*24,2	0,61	Chanut J.et al 2021
	49*24,2	0,38	
Sintético moldeado	44,6*21	6,8	Lopes P., Teissedre P.L. et al 2006
	44,7*21	20,8	Lopes P, Saucier C. et al 2005
	43*22	6,5	Lopes P., Silva M.A. et al 2009
	No indicado	22,25	Han G., et al 2015
	No indicado	6,95	
Sintético extruido	43*22	13,65	Lopes P, Saucier C. et al 2005
	23*38	3,28	Baiano A., et al 2016
	23*38	6,57	
	38*24	9,38	He J. et al 2013
	38 (longitud)	4,34	Caillé S, et Al 2010
Tapón-rosca	31,5(diámetro)	2,52	Vidal J.-C. et al 2017
	31,5(diámetro)	1,82	
	No indicado	0,23	Lopes P., Teissedre P.L. et al 2006
	60*30	0,5	Lopes P., Silva M.A. et al 2009
	No indicado	0,31	He J. et al 2013

* Los datos mostrados indican las medidas tomadas sólo en el cierre con los sellos y equipos apropiados (tubos/anillos metálicos), los métodos de determinación química de oxígeno en el vino o los datos proporcionados por los productores. ** Las unidades de tasa de transferencia de oxígeno de la literatura se han calculado y/o extrapolado a *mg/año* para fines prácticos, cuando fuese necesario.

8.Publicaciones

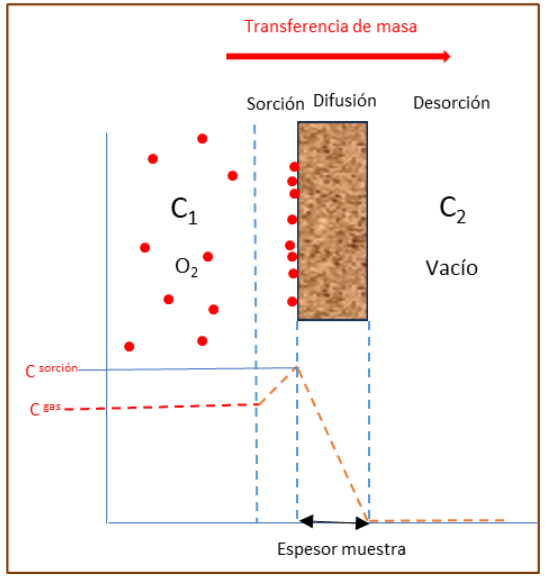
2021 Fast manometric method for determining the effective oxygen diffusion coefficient through wine stopper . Julie Chanut, Aurélie Lagorce, Sonia Lequin, Régis D. Gougeon, Jean-Marc Simon, Jean-Pierre Bellat, Thomas Karbowiak **(Francia).**

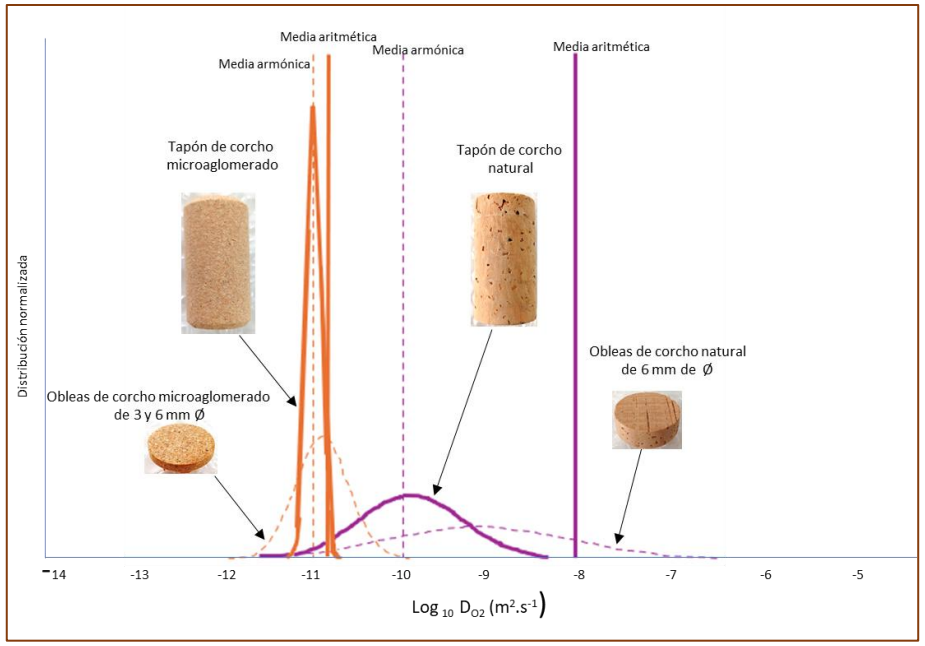
Se diseña un método manométrico rápido para determinar la tasa de transferencia de oxígeno a través de tapones de corcho natural de buena calidad y microaglomerado (Diam 10)

Para acelerar las determinaciones, dado que los ensayos con tapones enteros requieren de meses hasta alcanzar el estado estacionario, momento en que se determina la transferencia de oxígeno aplicando la Ley de Fick, se utilizan obleas, obtenidas de los tapones, con espesores de 6 mm en ambas muestras, así como de 3 mm sólo con microaglomerado. Mediante algoritmos se realizan extrapolaciones que permiten conocer el grado del coeficiente de difusión efectiva de los tapones partiendo de los resultados obtenidos con las obleas (n = 15 en natural y n= 10 en aglomerados), así como conocer la longitud del tapón a partir de la cual la ganancia en la resistencia a la transferencia de masa deja de ser significativa. Los ensayos se realizan sobre corcho sin comprimir.

La validación del método supuso reproducir el ensayo con tapones enteros que permitiese conocer si las extrapolaciones realizadas con los datos de las obleas eran correctas.

Se utilizaron diferentes presiones iniciales para evaluar la permeabilidad al oxígeno y se comprobó que el coeficiente de difusión efectiva era independiente de las mismas, en el rango que se probó, por lo que trabajar con presión inicial más alta ahorra tiempo, especialmente en ensayos de tapones enteros.





8.Publicaciones

2022 Modelling oxygen ingress through cork closures. Impact of test conditions Ana C. Lopes Cardoso Chandisree Rajbux, Cristina L.M. Silva, Fátima Poças **(Portugal).**

Realiza un estudio con 2 tipos de tapones naturales y 8 tipos de tapones de corcho microaglomerado determinando el ingreso de oxígeno a lo largo del tiempo en botellas con simulante vínico a varias temperaturas (8, 23 y 40ºC) así como en contacto y sin contacto con el simulante.

Mediante un modelo estadístico, modelo Weibull, se analiza los resultados para describir la entrada de oxígeno, encontrando, a largo plazo, diferencias entre los tipos de corcho de los tapones.
Los tapones de corcho microaglomerado presentaron un ingreso inicial de oxígeno más lento pero mayor a largo plazo.

Mediante análisis de componentes principales (PCA) se concluyó que los factores relacionados con **el cuello de la botella**, la interfaz, tuvieron más peso en la variación del sistema que el tipo de corcho de los tapones. De este modo, **hay aspectos que sin estar relacionados con las características intrínsecas de los corchos contribuyen en la dinámica de entrada del oxígeno**, caso de la variabilidad en las dimensiones de los cuellos de las botellas que puede suponer, en ocasiones, obtener resultados contradictorios entre varias fuentes haciendo referencia al mismo tipo de tapón.

El contacto de los tapones con el líquido redujo el ingreso de oxígeno hasta cinco veces en los naturales y cuatro veces en microaglomerados, lo que se justificó con la capacidad del líquido para formar barrera física en el transporte de gases y contribuir a la intumescencia del material. La temperatura presentó un impacto menor en los tapones de corcho natural.

La mayor fracción de entrada de oxígeno fue en los dos primeros meses tras encorchado de las botellas, con independencia del tipo de tapón y temperatura.

La metodología utilizada fue la luminiscencia con equipo Oxímetro de fibra, Fibox 3 LCD trace V7, y sensores de puntos SP-PSt6-NAU-D%-CAF (PreSens Precision Sensing GmgH , Alemania) para medir la presión parcial de O_2 dentro de la botella a lo largo del tiempo. El monitoreo fue de 63 días mínimo y de 11 puntos de muestreo, al menos. Las botellas fueron de 750 ml de capacidad y 18,5 mm de Øi gollete.

Características de los tapones (Nat: de corcho natural . Tec: de corcho técnico)					
Ref	Tamaño grano (mm)	Nº	Longitud (mm)	Ø (mm)	Densidad media (kg/m^3).Desviación estándar. Máximo-mínimo
Nat1	Una pieza	58	45	24,2	179 ± 21,6 (124-236)
Nat2	Una pieza	20	49	24,1	173 ± 22,6 (140-283)
TecA1	0,5-2	29	44	24,0	269 ± 9,3 (246-287)
TecA2	0,5-1	55	44	24,1	281 ± 5,7 (268-293)
TecA3	0,5-1	30	49	24,1	295 ± 9,6 (274-323)
TecB1	<0,5	10	44	24,5	264 ± 7,7 (251-279)
TecB2	<0,5	28	44	24,2	291 ± 7,6 (272-305)
TecB3	<0,5	8	44	24,2	284 ± 9,8 (262-308)
TecB4	<0,5	10	47	24,5	317 ± 6,7 (301-303)
TecC	1-3	10	44	24.0	299 ± 3,7 (294-311)

8.Publicaciones

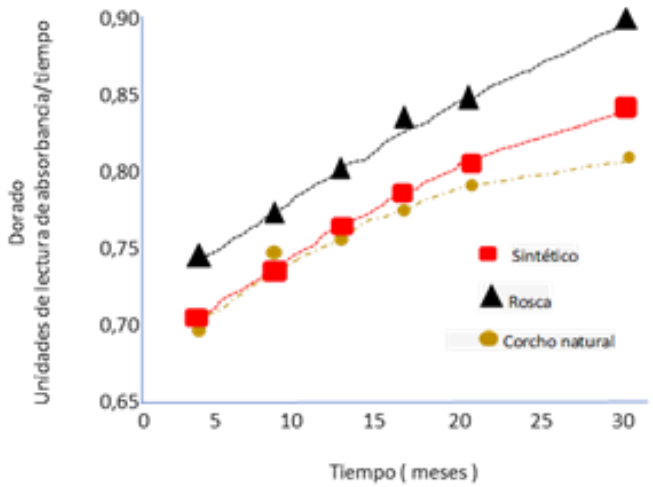
2022.Wine Closure Performance of Three Common Closure Types: Chemical and Sensory Impact on a Sauvignon Blanc Wine . Annegret Cantu , Jillian Guernsey , Mauri Anderson , Shelley Blozis , Rebecca Bleibaum , Danielle Cyrot and Andrew L. Waterhouse **(USA)**

Estudio de la oxidación del vino blanco Sauvignon blanc del Valle de Napa por evaluación del pardeamiento con espectrofotómetro (absorbancia a 420 nm) a lo largo de 30 meses de 200 botellas para cada tipo de cierre utilizando tapones de corcho natural, tapón de rosca y sintético. Se observó crecimiento del pardeamiento en todas las botellas y grupos de cierre. Las variaciones de las botellas cerradas con tapones naturales fueron mayores, y presentaron ligero descenso al final de la evaluación con respecto al resto. El grado de dorado se correlaciona inversamente con la concentración de SO_2 libre (entre 5 y 12 mg/L).

No se detectó diferencia en el perfil aromático y de sabor en el panel de cata con catadores no expertos entre tipos de cierre, con independencia del nivel de dorado, si bien un agotamiento del SO_2 libre sugiere que los consumidores detectarían las diferencias aromáticas por lo que conocer la tasa de pérdida de SO_2 en vino embotellado es de interés para determinar el momento en que las botellas deben abandonar el almacenamiento; en nuestro caso el enólogo opinó que 24 meses era un límite de vida útil de garantía para su consumo con seguridad razonable sin encontrar afectada a botella alguna.

Las medidas de absorbancia inmediatamente después del embotellado fueron superiores que las determinadas a los 3 meses por lo que no se tuvieron en consideración

El comportamiento no lineal de los tapones de corcho natural sugiere que el cierre cambia con el tiempo para disminuir las tasas de transferencia de oxígeno por lo que interesaría evaluar estos cambios durante un número prolongado de años donde la humectación del corcho pudiera tener responsabilidad en los mismos.



8.Publicaciones

2023.The Influence of the Production Process on the Natural Cork Stoppers Permeability and Its Impact on Still Wine Aging. María Verdum and Patricia Jové **(España)**

Estudio sobre el efecto de la permeabilidad al oxígeno en tapones de corcho natural con variaciones en la etapa de terminación superficial, principalmente la del suavizado, utilizando metodología de quimioluminiscencia para las determinaciones,

La muestra utilizada es de tapones naturales donde se diferenciaron varias etapas de terminación superficial al objeto de poder cuantificar su efecto en la transmisión del oxígeno, estas etapas fueron : el lavado, el coloreado (igualado), que viene a ser opcional a petición del cliente y que no tuvo consecuencias significativas en la permeabilidad de los tapones al O_2, y finalmente **el suavizado** que **sí afectó de manera evidente a la transmisión de O_2 .**

Las botellas utilizadas eran tipo bordelesa de cristal transparente y 375 ml de capacidad, con $Ø_i$ de gollete de 18,5 mm. En el interior de las botellas se colocaron los sensores (spot) y tras 24 horas en la oscuridad se inertizaron mediante N_2, posteriormente se encorcharon y se inició la toma de datos de presión parcial de O_2 durante la primera hora cada pocos minutos, comprobando la ausencia de fugas, cada botella tenía una concentración de oxígeno inicial que se sustrajo de las determinaciones posteriores. Tras 1 hora en posición vertical se colocaron horizontalmente y se mantuvieron a lo largo de 12 meses en oscuridad a 20±2ºC y 65±20% de Hr. Las mediciones fueron diarias los 90 primeros días y, posteriormente, cada 15 días hasta los 2 años. El equipo utilizado para las mediciones fue el oxímetro NOMASenseO_2P6000 con Fibox 3 LCD Tace V6fibra y sensores Pts6 (Wine Quality Solutions) dando resultados en unidades de presión parcial de O_2, hPa, que se convirtieron mg de O_2 utilizando la ecuación PV = nRT.

Las pruebas en botellas vacías se repitieron utilizando vino tinto sobre el que se realizaron analíticas de compuestos fenólicos, entre otros, en laboratorios especializados, estudio que duró 30 meses

Las variaciones encontradas en las tasas de transferencia en los grupos de muestras alcanzó diferencias de hasta tres veces superior tras un año de evolución, consecuencia del tratamiento de suavizado dado que los lotes de tapones se confeccionaron de forma que tuviesen las mismas dimensiones, densidad, clase visual, lote y fabricación.

La metodología de quimioluminiscencia, a tenor de los datos obtenidos, podría tener la consideración de firme candidata para su consideración de método estándar en ensayos de permeabilidad al oxígeno en tapones de corcho.

El tratamiento superficial de los tapones de corcho puede constituir una herramienta en la regulación de su permeabilidad, no obstante, la conservación de los vinos debe partir de un correcto embotellado por parte de las bodegas.

8.Publicaciones

2023. A key to wine conservation lies in the glass–cork interface. Julie Chanuta, Jean-Pierre Bellat, Régis D. Gougeona and Thomas Karbowiak. **(Francia)**

Partiendo de que en la buena conservación del vino existen diversos factores que le intervienen como son: el tapón, la botella, la temperatura, luz, vibraciones, humedad, posición …. así como las condiciones en el manejo de estos, sobre todo durante el embotellado, **se afronta un estudio cuyo objetivo es conocer cómo se ve afectada la transferencia de oxígeno utilizando tapones de corcho microaglomerado Diam 5 de 49*24,2 mm recubiertos con un producto de tratamiento superficial monocapa compuesto por una emulsión de parafina y silicona, en la conservación de un vino modelo, inertizado por burbujeo de N_2 antes de su uso, durante una crianza de 24 meses modificando las condiciones de posición de las botellas y temperatura (20ºC-35ºC y 50ºC).**

Como paso previo se determina el coeficiente de difusión del oxígeno a través del corcho y de la interfaz vidrio-corcho. Para el corcho se utilizó oblea comprimida de 6 mm de grosor fuera del gollete de la botella con resultados que oscilaron entre 10^{-10} y 10^{-12} $m^2.s^{-1}$ y promedio de $1,6*10^{-11}$ ($\pm 0,5*10^{-11}$)$m^2.s^{-1}$. Cuando se ensayaron las obleas dentro del gollete los resultados oscilaron entre 10^{-10} y 10^{-11} m^2 $.s^{-1}$ y promedio de $2,3*10^{-11}$ ($\pm 0,7*10^{-11}$) $m^2.s^{-1}$, en este caso el paso del oxígeno por la interfaz supondría un incremento del 30% sobre la transferencia de oxígeno.

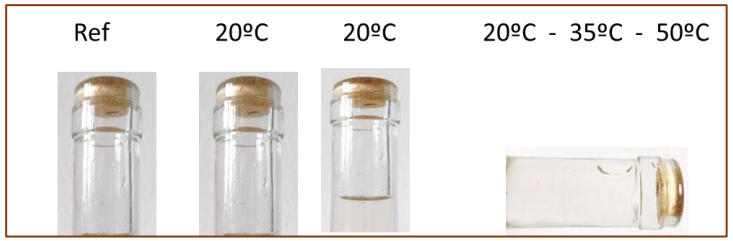
El equipo utilizado se fundamenta en la medición manométrica donde hay dos cámaras cuya comunicación es a través de la oblea de corcho, bien insertada en anillo metálico o en gollete de botella, con sellado del anillo o gollete a la pared de separación de cámaras mediante adhesivo Araldite. La cámara superior, en contacto con la cabeza externa de la oblea, se mantiene a presión (600 hPa si es en gollete, para evitar su expulsión, y 900 hPa si es anillo metálico donde está la oblea) mientras, en la inferior, se realiza vacío dinámico a 0,1 hPa. Cada determinación se realizó con cuatro réplicas en cada uno de los controles (condición y tiempo de análisis) siendo las mismas destructivas. El total de unidades analizadas fue de 150. Las mantenidas a 50ºC sólo se evaluaron en posición horizontal con el vino modelo. La higrometría externa se fijó al 50% de Hr.

Se constata que en las cinco condiciones de almacenamiento probadas con el vino modelo el coeficiente de transmisión de oxígeno en corcho solo comprimido determinado a los 3,6,9,12, 18 y 24 meses no cambió y presentó un valor medio de 1,3*10-11 ($\pm 0,6*10^{-11}$) $m^2.s^{-1}$. Cuando las determinaciones se realizan sobre las obleas que taponan botellas vacías el promedio es ligeramente mayor y se atribuyó a la variabilidad intrínseca del material más que al envejecimiento, por ser similares a la referencia inicial y mantenerse en el 95% de la distribución. Estos datos demuestran la estabilidad de los cierres a largo plazo. Indicar que a la temperatura de 50ºC las determinaciones finalizaron a los 6 meses por haberse evaporado todo el vino modelo.

Aunque las muestras con vino modelo almacenadas verticalmente parecen presentar un valor del coeficiente de difusión al oxígeno total mayor que las almacenadas horizontalmente, éste se mantuvo en un mismo registro ($6,7*10^{-11}$ y $4,6*10^{-11}m^2.s^{-1}$ respectivamente), si bien fueron casi el doble que en ausencia de vino modelo: $3,0*10^{-11}m^2.s^{-1}$. **No se encontró evidencia significativa de la posición de las botellas sobre la transferencia de oxígeno.**

Por otro lado, el coeficiente de difusión total de oxígeno para el sistema gollete-tapón se vio influenciado por la presencia del vino modelo, al ser significativamente mayor después de 3 meses de almacenamiento con respecto al corcho sin presencia de líquido, que se mantuvo sin cambio cualesquiera que fuesen las condiciones de almacenamiento. **Se especula sobre si la hidratación del corcho ha modificado sus propiedades mecánicas favoreciendo la transferencia en la interfaz** dado que pueden agregarse moléculas de agua a posiciones hidrófilas que conllevan cierta plastificación del corcho y tienen como consecuencia una reducción de la fuerza ejercida por el tapón sobre el vidrio.

El efecto de la temperatura resultó muy evidente en la interfaz, con Incrementos notables que llegaron a provocar fugas a 50ºC, bien por modificación de las propiedades del corcho o por cambios en el comportamiento del agente aplicado en el tratamiento superficial.



9 Comentarios

Después de recoger en esta presentación recortes de algunas de las publicaciones de los últimos 27 años con respecto a los cierres de botellas de vino, haré un repaso de los acontecimientos que a mi entender han sido paralelos en el sector del corcho.

Para empezar, la década de 1990 fue testigo de importantes cambios, las alteraciones organolépticas que de forma aleatoria se manifestaban en los vinos señalaban al tapón de corcho como primer responsable, y aunque el compuesto principal que las producía estaba identificado, el 2-4-6 Tricloroanisol - 1981 Tanner, Zanier, Würdig identifican el 2-4-6 TCA nueva causa del "goût de bouchon". Zur analystischen differenzierung von muffon und korkgeschmack in wein. Schweiz.Z. Obst. U. Weinbau. / 1982 Buser, Zanier et Tanner Identification of 2-4-6 tricloroanisole as a potent compound causing cork taint in wine. J Agr. Food. Chem - Ver página 5 de la presentación 3/16 Datos del 2-4-6 TCA en el campo. 2-4-6 TCA en al alcornocal de Extremadura. Se corresponde con la página 23 de Maxcorcho-, era necesario establecer las rutas por las que se generaba para suprimirlas. De este modo, en las empresas terminadoras de tapones los tratamientos a base de cloro se suprimen, en las preparadoras las zapatas de las planchas son retiradas antes de la operación de hervido y los patios de almacenamiento de planchas de corcho crudo se terminan con materiales que permiten el drenaje, entre otros. (Proyecto Quercus 1992-6)

A su vez, el número de empresas que ofrecía tapones terminados a bodegas era considerable, en su mayoría pequeñas, con procesos de fabricación poco uniformes y gran diversidad tecnológica. La incesante demanda de las bodegas y la necesidad de proveedores de materia prima producían una tensión constante -algunas empresas preparadoras llegaron a la errónea conclusión de ver innecesario el reposo del corcho tras la saca, imprescindible para la maduración del corcho *– 1999. CORK TAINT IN WINES – CURRENT STATE O5 KNOWLEDGE. Ciência Téc. Yitiv. 14 (2), 79-99. C. Silva Pereira, P. Danesh, J. J. Sigueiredo Marques, M. V. San Romão. Pág 83* –Ver página 43 de la presentación 5/16 Discos de corcho para tapones de vinos espumosos, …. un destino exigente. Se corresponde con página 115 de Maxcorcho-. En este entorno la praxis pudo adulterarse y las consecuencias no se hicieron esperar: oxidaciones y rezumes de vino, desmoronamiento de tapones durante el descorche de botellas…., aunque las responsabilidades quedaban difuminadas en la mayoría de las ocasiones, las embotelladoras y bodegas no siempre estaban al margen de ellas .

Simultáneamente, en la segunda mitad de la década antes mencionada se dio la paradoja de una gran acumulación de corcho en patios, se correspondía con pilas de corcho delgado -las necesidades de discos de corcho en el sector de los vinos espumosos no las absorbía y, por otro lado, los propietarios de alcornocales no solían voluntariamente retrasar la saca una vez cumplido el turno legal para realizarla, 9 años, retraso que permitiría aumentar el espesor del corcho y, con ello, su rendimiento en tapón tipo con destino a botellas de vinos tranquilos, tapón de diámetro 24 mm, que requería planchas de grosor superior a 12 líneas corcheras – una línea corchera = 2,25 mm -.

En este entorno, se intenta dar solución a la demanda de bodegas con tapones de corcho natural multipiezas, de dos y cuatro piezas, como ya ocurrió con los tapones destinados a vinos espumosos a finales del siglo XIX – ver página 6 de la presentación 5/16 Discos de corcho para tapones de vinos espumosos,...un destino exigente. Se corresponde con la página 79 de Maxcorcho -, pero los costes de producción se incrementaban y la selección de materia prima seguía siendo imprescindible, además, un mayor control de calidad en el producto terminado se imponía al existir un nuevo elemento crítico: la zona de pegado. Se consideró entonces que el problema de demanda de tapones quedaría resuelto con la aparición del tapón 1+1, twin top, cabeza gemela, también llamado tapón 3 piezas, al ofrecer contacto del vino con corcho natural y una estanqueidad con corcho aglomerado cuya densidad previamente fijaba el taponero – valores entorno a 280 kg/m^3- aprovechando los restos de fabricación, aparas y brocas, así como el corcho refugo, pero ……. al cabo de 6 meses los patios quedaron sin existencias de delgado. El problema continuaba.

Mientras, la realidad en el campo seguía siendo la misma, o peor: oferta limitada de materia prima que llevó a operaciones de saca abusivas. Algunos propietarios de monte alcornocal recibían dinero adelantado por su producto antes del año de saca, quedando comprometida la venta. El incremento de precios era constante y el quintal – 46 kilos- de 1990 por el que se pagó 5.000 pesetas (30 euros) alcanzó las 20.000 pesetas (120 euros) en el año 2000. Consumidores de tapones en países con un control de la inflación estricto, caso de Alemania, comenzaron a ponderar otras alternativas de cierre que ya estaban en el mercado.

9 Comentarios

A continuación, el tapón de corcho microgranulado, entorno al año 2000, presenta candidatura como cierre homogéneo y con garantías, rompiendo la dependencia con la calidad y el espesor de las planchas: se abastecería de los segmentos rechazados para tapón de corcho natural: refugo y clases inferiores, así como de los restos de fabricación, recortes, aparas, brocas… . El mercado donde este tapón se inicia es el de los vinos jóvenes pero, con el paso del tiempo, ha ido conquistando otras presentaciones: envejecido en roble, crianza, reservas… champagne-cava-espumosos; además, desde los inicios garantizaba la ausencia del riesgo de transmitir alteraciones organolépticas al vino debidas al 2-4-6 TCA, resultado de su eliminación por el tratamiento dado al granulado de tamaño comprendido entre 0,25 y 3 mm.

De este modo, no resultó extraño que en países como Australia, donde en 1996 la Federación de Enólogos elabora el documento " Estrategia 2025 " con el objetivo de convertirse en el productor más influyente de vino en el año 2025, surgieran las primeras publicaciones relacionando el tapón de corcho con la evolución de los vinos embotellados y desencadenando multitud de estudios, entre otros los que aquí hemos mencionado, con implicación de bodegas de vino, empresas de tapones de corcho, de cierres alternativos, además de las de servicios tecnológicos del embotellado, control de procesos y análisis, teniendo al oxígeno como actor principal.

A fecha de hoy, una de las demandas de los enólogos, en cuanto a los valores de las tasas de transmisión de oxígeno (OTRs) de los cierres, son atendidas por las principales empresas de tapones de corcho, disponiendo de segmentos escalonados de OTR para su elección a la carta, en lo que a tapones técnicos se refiere, sin que aún puedan decir lo mismo en tapones de corcho natural donde la confección de partidas conlleva esfuerzos en relación directa con el tamaño de la misma, dada la variabilidad de la materia prima.

En fin, la relación del oxígeno y el vino a través del cierre de las botellas de vidrio sigue siendo un asunto que no está cerrado, por mucho que se haya avanzado en proporcionar a los enólogos las herramientas para diseñar con precisión el vino que quieren crear.

" Hay más filosofía y sabiduría en una botella de vino que en todos los libros." Louis Pasteur

Gracias

240619 Máximo García

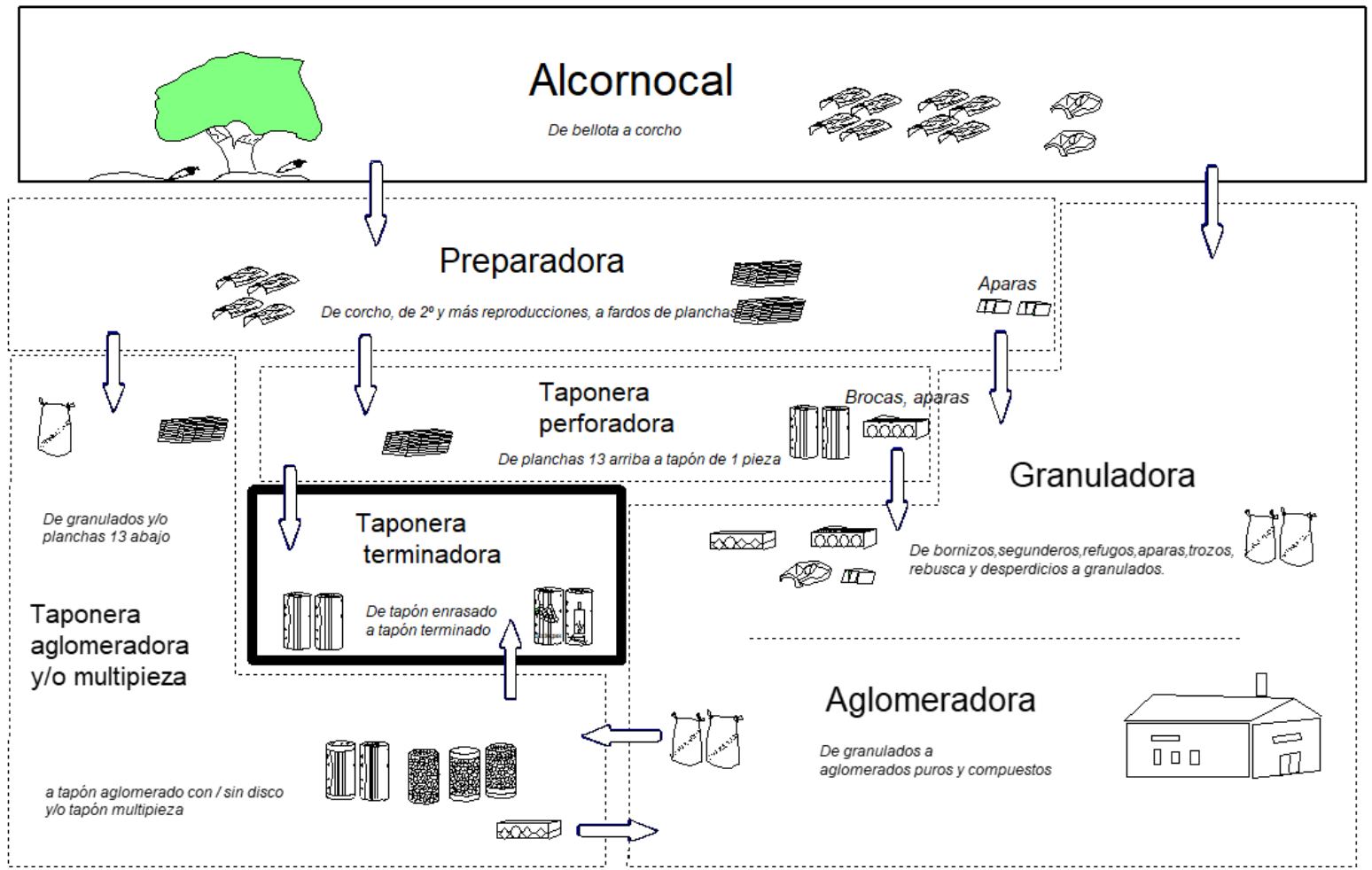
Visitas didácticas y agradecimientos

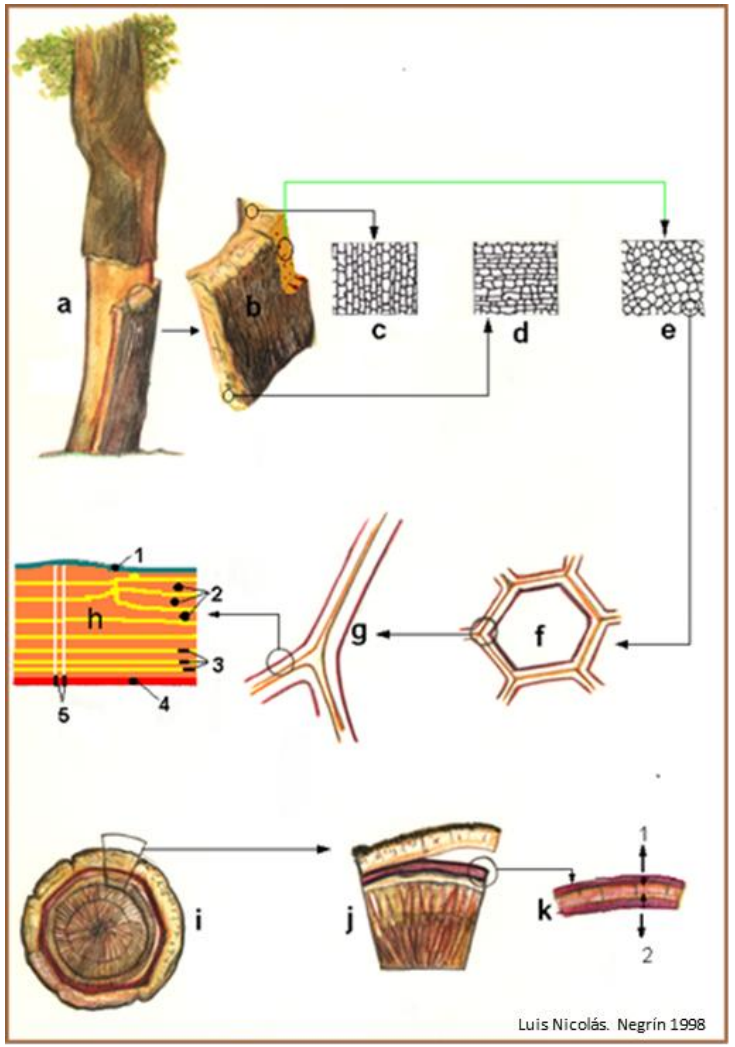
Las visitas didácticas al IPROCOR y al ICMC han sido constantes, con un importante aumento durante la primavera debido a que los centros educativos, de formación profesional, talleres de empleo, etc. las llegaron a incluir dentro de sus actividades extraescolares y de formación.

Por lo general, a las personas integrantes de la visita se les proporcionaba un recordatorio de la misma que contenía fotografía del grupo con, entre otras, algunas de las imágenes siguientes

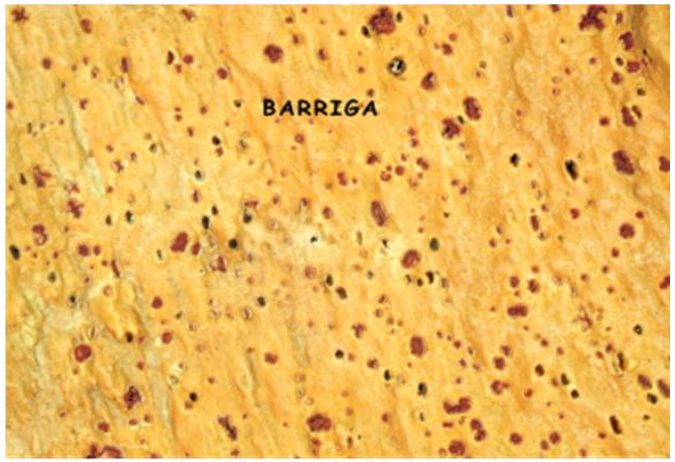
Al final sólo conservaremos lo que amamos, sólo amaremos lo que conocemos y sólo conoceremos lo que nos hayan enseñado. -Baba Dioum-

Diagrama del sector del corcho

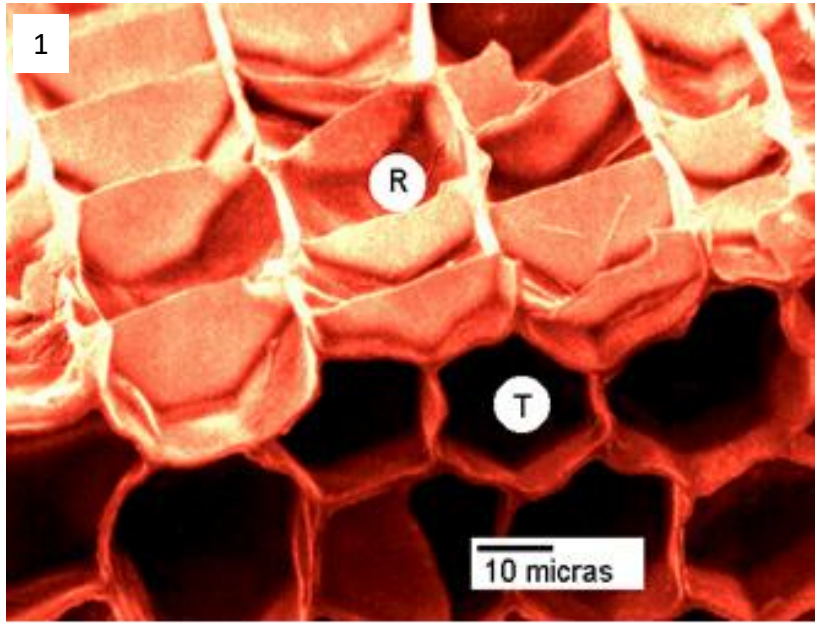


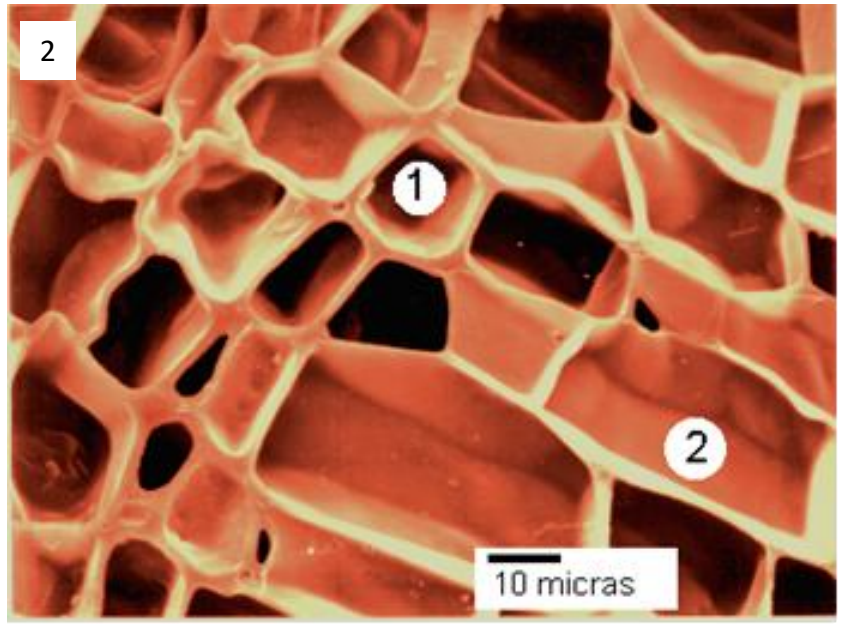


EL CORCHO: a) Alcornoque. b) Pana o plancha de corcho. c) Corte radial. d) Corte axial. e) Corte tangencial f) Célula de corcho en corte tangencial g) Pared de la célula de corcho h) Compuestos de la pared de la célula del corcho: 1 celulosa 2 suberina 3 cera y 4 lignina. 5 Plasmodesmo o canal de comunicación entre las células i) Sección radial del tronco del alcornoque j) Corcho, capa madre y madera o xilema k) Capa madre 1 felógeno que produce corcho 2 meristemo secundario que produce madera o xilema.



Partes de una pana o plancha de corcho

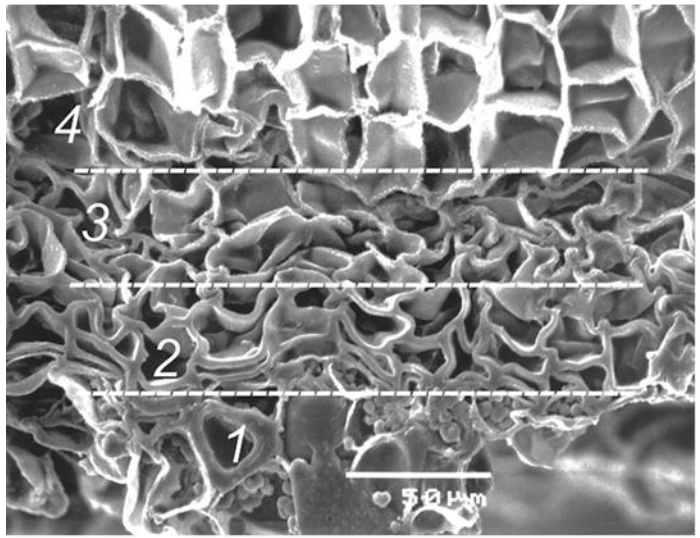


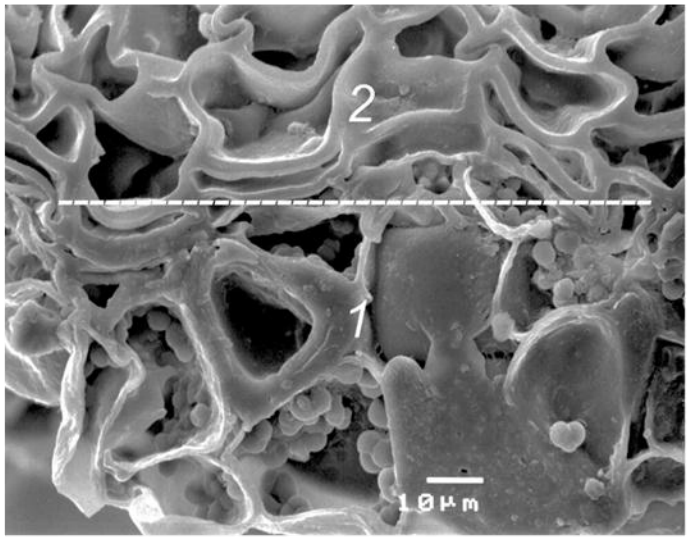


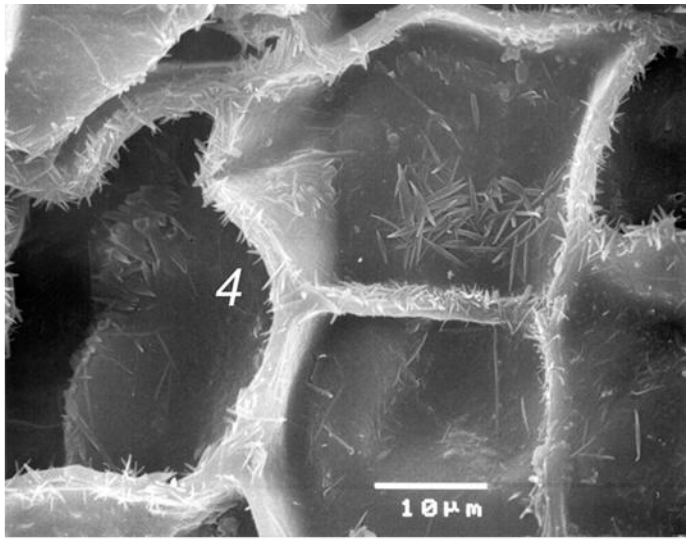
Células del corcho vistas al microscopio.

Fig 1 . (R) Sección radial. (T) Sección tangencial

Fig 2. (1) Célula de otoño-invierno. (2) Célula de primavera



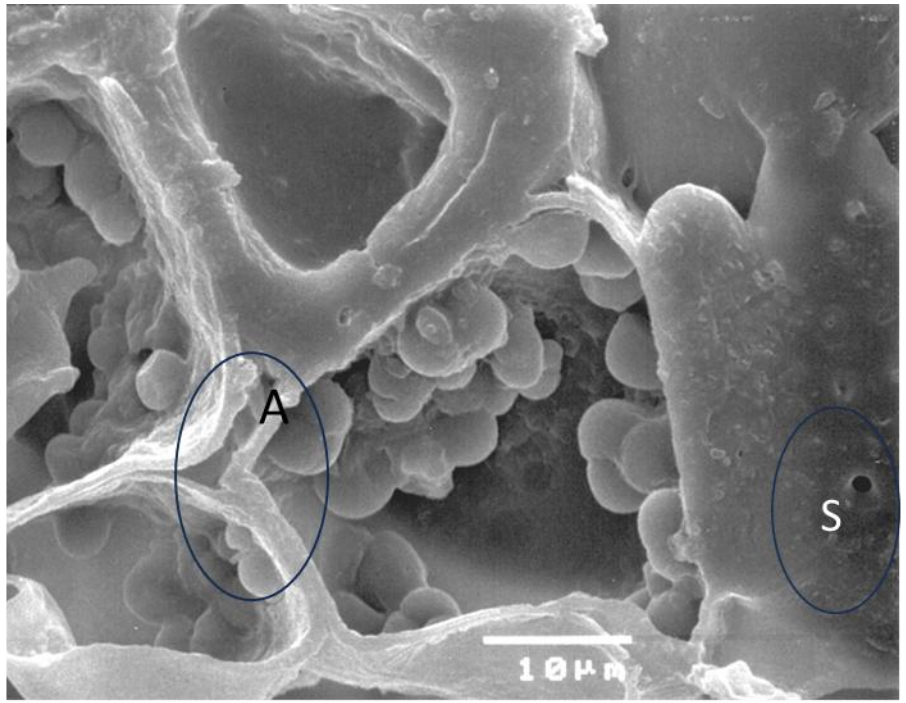


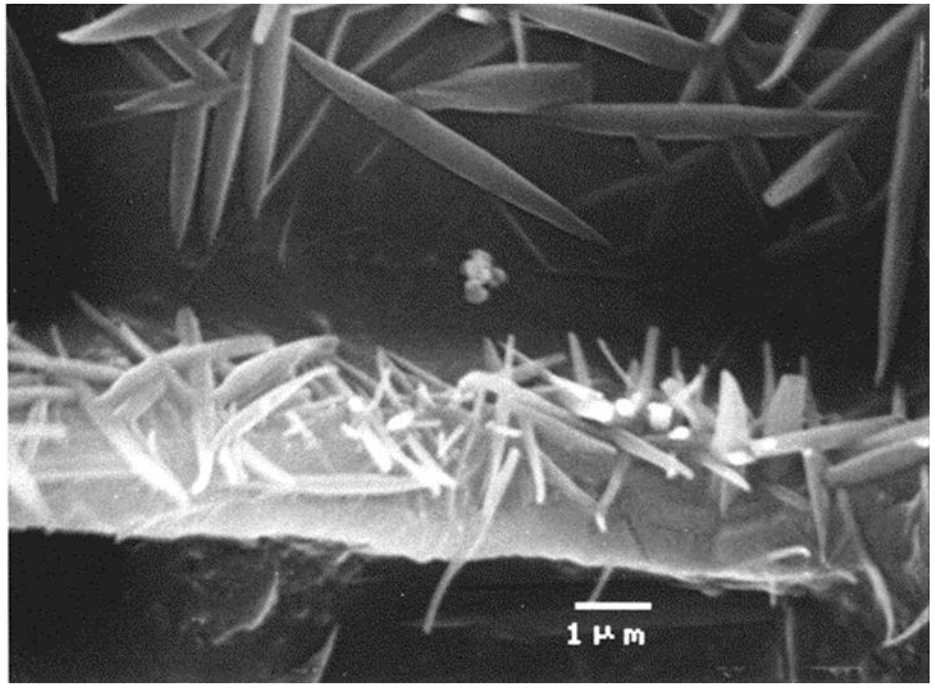


FOTCIENCIA

Célula felogénica en telofase

Cuatro niveles para diferenciarse





FOTCIENCIA

Maduración del corcho

Vías de circulación de compuestos (**A** apoplástica – **S** simplástica) imprescindibles en células vivas, izquierda, y contraproducentes en células muertas cuya pared, derecha, se muestra en proceso de consolidación.

Agradecimientos

Este conjunto de presentaciones ha sido posible gracias a todas y cada una de las personas con las que he tenido la oportunidad de relacionarme desde mi ingreso en el IPROCOR en el año 1987, en pleno proceso de conformación del Estado autonómico, hasta hoy en el ICMC, donde continúan encajándose las piezas del CICYTEX.

Especialmente agradecido a quienes me han animado y/o manifestado sus observaciones.

Gracias.

Mérida, 2024.