



As frondosas autóctonas: A resiliencia do sector forestal?

28 y 29 de febreiro e 1 de marzo | UNED Lugo

Taninos y barricas

Brígida Fernández de Simón
ICIFOR (INIA-CSIC)



AXENCIA GALEGA
DA INDUSTRIA
FORESTAL





Taninos

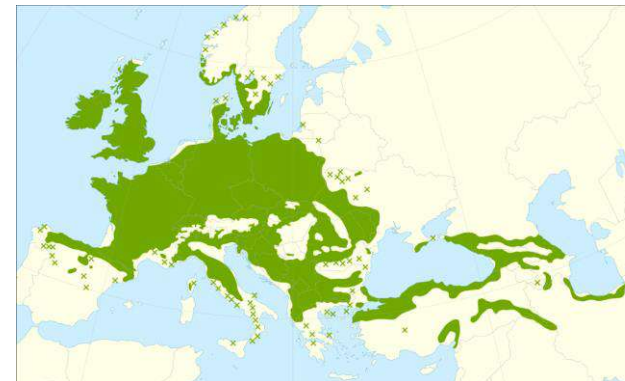
- Tannum - corteza de roble: Mezcla de compuestos polifenólicos oligoméricos obtenida por extracción de determinadas maderas y cortezas con agua hirviendo
- Tinte negro (1850). Sustituyó a las astillas de roble en la industria del cuero: transforma la piel animal en cuero química y biológicamente estable. En el S.XX el procesado del cuero supuso un período de gran auge de la industria del tanino y llegan a Europa taninos provenientes de Sudamérica y África meridional y central (madera de quebracho y corteza de mimosa). En la segunda mitad aparecen otros productos como adhesivos, dando lugar a un número cada vez mayor de aplicaciones en nuevos materiales de origen biológico, estando actualmente en pleno desarrollo
- **Los taninos** son sustancias naturales que se encuentran en casi todas las partes de la planta: madera, corteza, hojas, semillas, rizomas, raíces y frutas contienen tanino, pero con diversa riqueza y naturaleza, según la especie y el órgano. Destacan por su importancia económica y/o industrial: **corteza de mimosa y roble, madera de quebracho y castaño**. Hay otras fuentes como madera de roble, manglar, acacia, corteza de castaño, pino, abeto, frutos de tara, zumaque, algarrobilla chilena, agallas de roble, etc
- Las **áreas con fuerte producción industrial** son Brasil, Sudáfrica, India, Zimbabue y Tanzania para el tanino de mimosa. Argentina por el tanino de quebracho. Italia y Eslovenia para el tanino de castaño. Turquía, Nueva Zelanda, Francia y Chile para el tanino de pino. Además, taninos de pino en Turquía y Chile, de roble en Polonia y de pepitas de uva en Francia.
- **Comercialización** mundial de taninos: la producción en 2022 fue de 250 Mt incluyendo los taninos hidrolizables y condensados procedentes de plantas, y se estima una tasa anual de crecimiento del 6.6% hasta 2030, aunque el potencial de crecimiento es enorme

As frondosas autóctonas: A resiliencia do sector forestal?



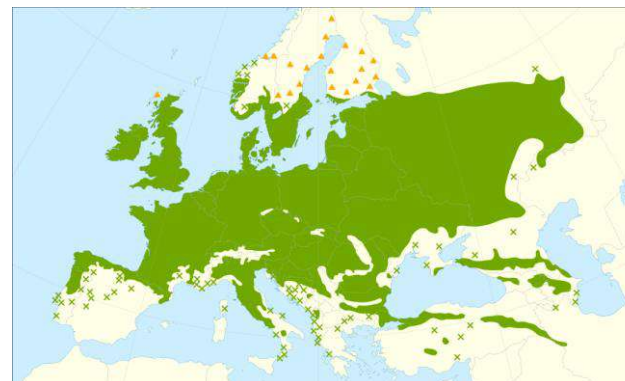
Mapa distribución castaño (*Castanea sativa*)

Caudullo, Giovanni; Welk, Erik; San-Miguel-Ayanz, Jesus (2017).
Castanea sativa chorology. figshare. Dataset.
<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.5100802.v5>



Mapa distribución roble albar (*Quercus petraea*)

Caudullo, Giovanni; Welk, Erik; San-Miguel-Ayanz, Jesús (2024), "Chorological data for the main European woody species", Mendeley Data, V18, doi: 10.17632/hr5h2hcg4.18



Mapa distribución roble carballo (*Quercus robur*)

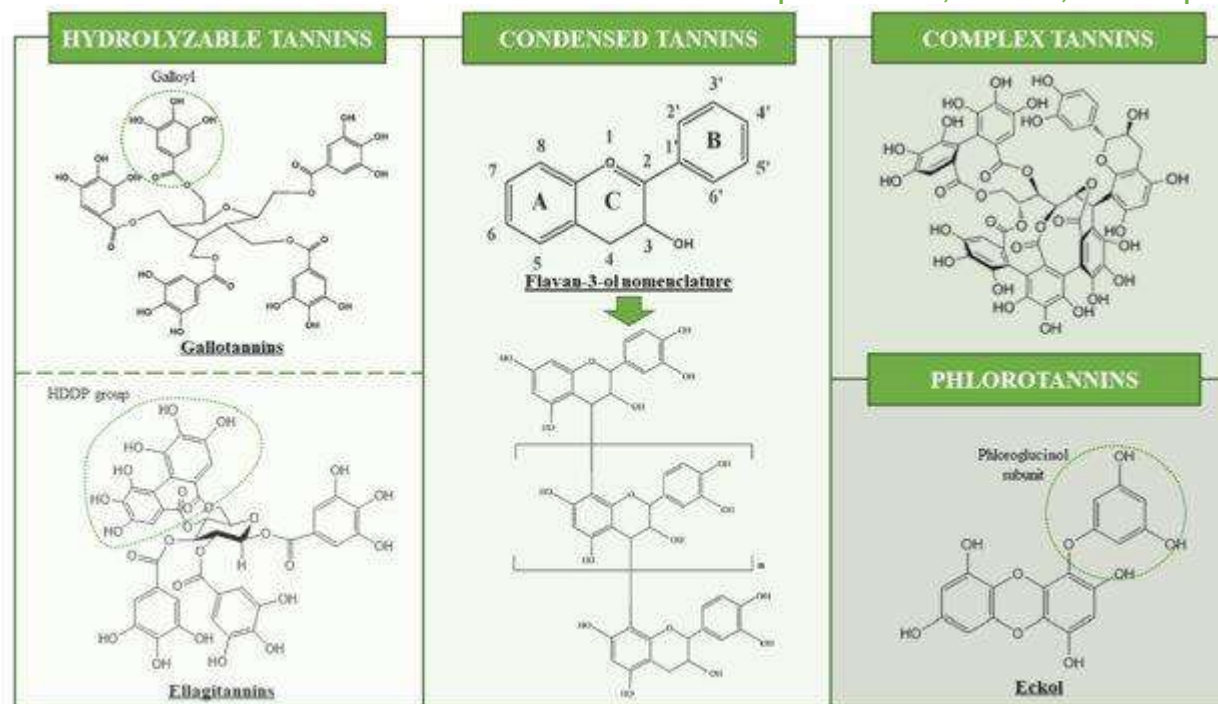
Caudullo, Giovanni; Welk, Erik; San-Miguel-Ayanz, Jesús (2024), "Chorological data for the main European woody species", Mendeley Data, V18, doi: 10.17632/hr5h2hcg4.18

As frondosas autóctonas: A resiliencia do sector forestal?



Son parte de la familia de los **polifenoles**, compuestos antioxidantes que ayudan a preservar los tejidos y combatir el envejecimiento celular, y que incluyen a diferentes moléculas con diferentes estructuras químicas según sea su origen botánico

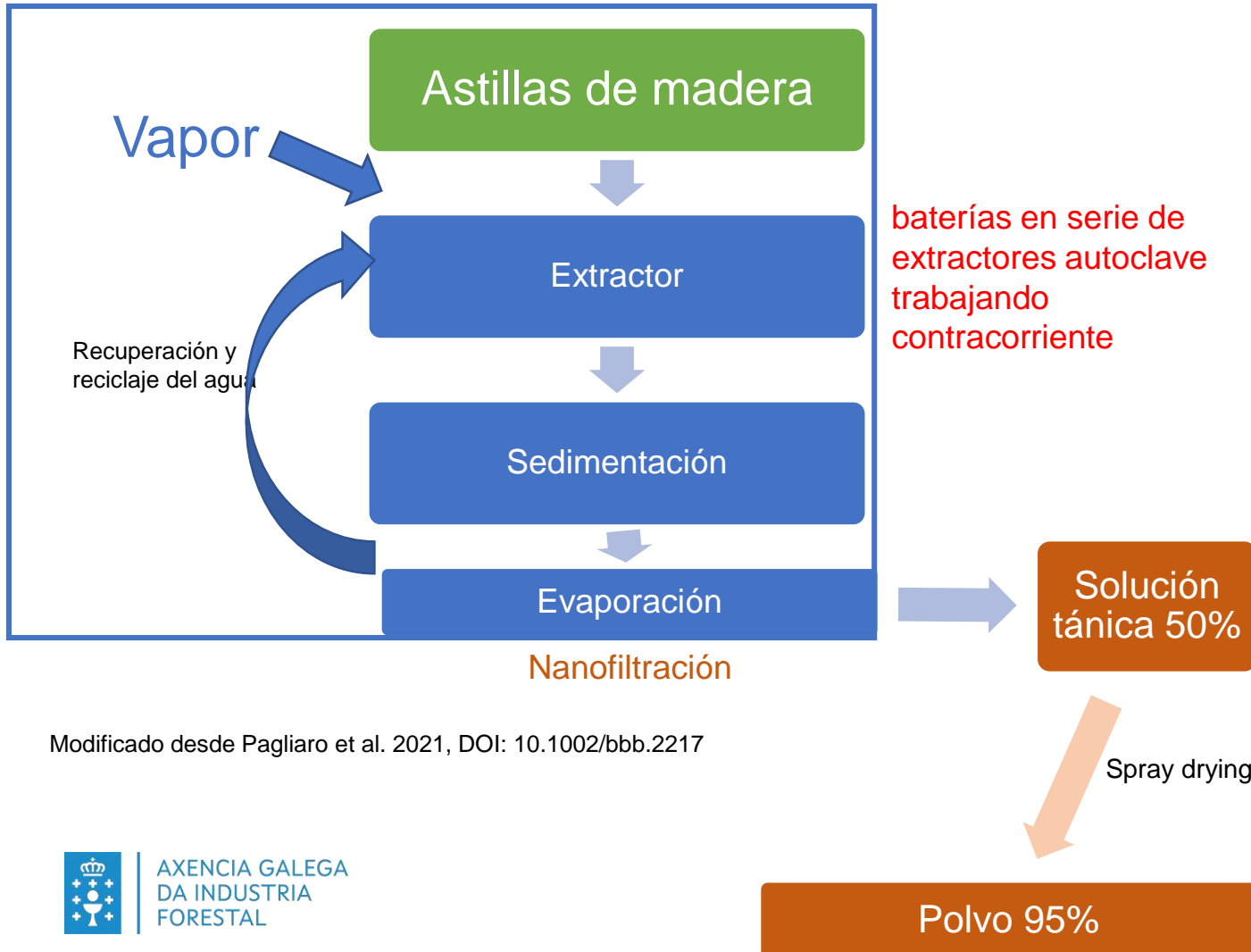
- **Taninos hidrolizables** polímeros heterogéneos formados por ácidos gálico y elágico, y azúcares. Son más pequeños y se hidrolizan fácilmente con **ácido diluido**. Se clasifican en galotaninos y elagitaninos. Proviene de **castaño, tara, algarroBILLA, roble**.
- **Taninos condensados** oligómeros de flavonoides con diferentes grados de polimerización. Pueden ser hidrolizados en sus antocianidinas constituyentes con **ácidos fuertes**, por lo que también se conocen como proantocianidinas. Son la mayoría de la extracción industrial mundial de taninos. Proviene de **mimosa, quebracho, cicuta, zumaque y corteza de pino**.



- **Taninos complejos** son taninos de alto peso molecular, creados como resultado de la unión entre flavan-3-oles con GT o ET. Se pueden obtener de **Quercus sp. y Castanea sativa**.
- **Phlorotaninos** son taninos de menor tamaño, constituidos por unidades de floroglucinol. Se obtienen de **algas marrones** y tienen una amplia gama de acciones biológicas y terapéuticas



Taninos: proceso de extracción



Modificado desde Pagliaro et al. 2021, DOI: 10.1002/bbb.2217

- 6 h
- Rendimiento hasta 20-30%
- Tiene muchas posibilidades de mejora, dirigidas a incrementar el rendimiento y disminuir el tiempo y coste de extracción.
- Se ha propuesto el uso de microondas, extracción asistida por ultrasonidos, uso de fluidos supercríticos, cavitación hidrodinámica, etc., todo desde un punto de vista de una extracción y tecnología de purificación verde
Das et al. 2020 <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.08.008>.

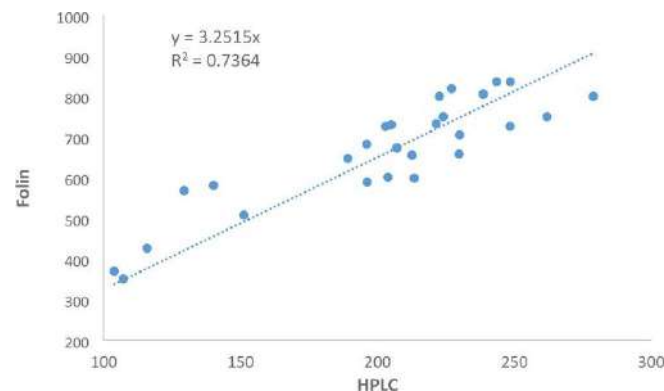
As frondosas autóctonas: A resiliencia do sector forestal?



Una vez obtenido el tanino es necesario **determinar la masa molecular de los taninos y caracterizar su estructura y otras características.**

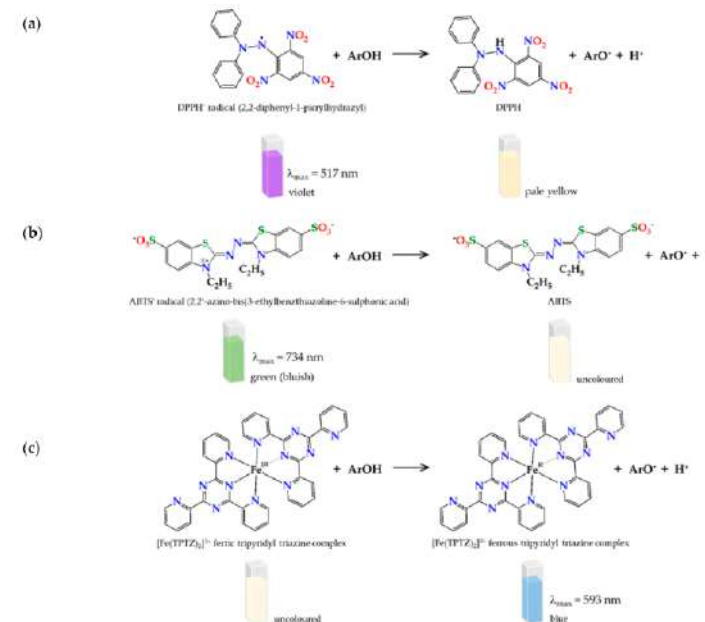
Solubilidad del extracto de tanino: esencial para la utilización de taninos en la síntesis de materiales, en particular para materiales poliméricos como adhesivos y espumas.

Por su variedad de estructuras químicas, no hay un único método fácil, rápido y económico para su determinación. El más generalizado es la **valoración global de Polifenoles Totales (TP)** por el método de Folin-Ciocalteu, aunque hay diferencias cuando se utiliza la determinación por **HPLC-DAD**, más precisa pero larga y costosa, por lo que se ha propuesto un factor de corrección de 3.25.



Linear fit of the quantitative data for the total tannin content in the dry extracts (DE). Data are expressed in mg/g of gallic acid used as external standard in both methods
KHATIB et al. (2023) DOI:10.1021/acsfoodscitech.3c00272

Determinación de taninos mediante la evaluación de la **capacidad antioxidante** del extracto: necesario realizar varios ensayos



Radical scavenging reaction mechanism for (a) DPPH, (b) ABTS, and (c) FRAP (Oliveira-Alves et al. (2021) DOI: 10.3390/molecules27010106

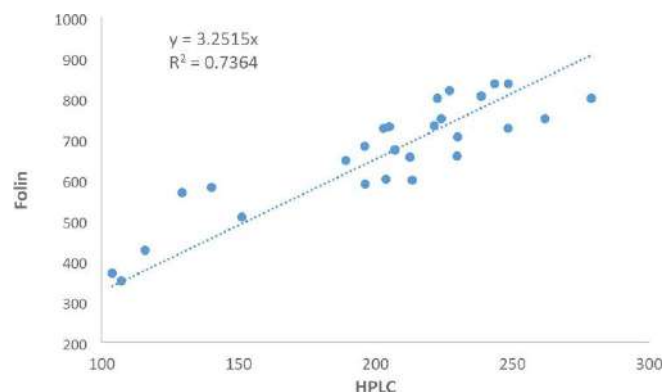
As frondosas autóctonas: A resiliencia do sector forestal?



Una vez obtenido el tanino es necesario **determinar la masa molecular de los taninos y caracterizar su estructura y otras características.**

Solubilidad del extracto de tanino: esencial para la utilización de taninos en la síntesis de materiales, en particular para materiales poliméricos como adhesivos y espumas.

Por su variedad de estructuras químicas, no hay un único método fácil, rápido y económico para su determinación. El más generalizado es la **valoración global de Polifenoles Totales (TP)** por el método de Folin-Ciocalteu, aunque hay diferencias cuando se utiliza la determinación por **HPLC-DAD**, más precisa pero larga y costosa, por lo que se ha propuesto un factor de corrección de 3.25.



Linear fit of the quantitative data for the total tannin content in the dry extracts (DE). Data are expressed in mg/g of gallic acid used as external standard in both methods
KHATIB et al. (2023) DOI:10.1021/acsfoodscitech.3c00272

Determinación de taninos mediante la evaluación de la **capacidad antioxidante** del extracto: necesario realizar varios ensayos

Evaluation of the DPPH, FRAP, and ABTS antioxidant capacities of the inner and outer bark samples using the scoring system, sum of scores for each sample (species/tissue type), and the overall sum for species									
Species	Inner Bark				Outer Bark				Overall
	DPPH	FRAP	ABTS	Sum	DPPH	FRAP	ABTS	Sum	
Sweet chestnut	0.99	0.86	0.43	2.28	1	1	0.83	2.83	5.12
European larch	0.95	0.73	0.6	2.28	0.89	0.56	1	2.45	4.73
Wild cherry	1	1	1	3	0.66	0.35	0.47	1.48	4.48
Silver birch	0.95	0.29	0.5	1.74	0.6	0.17	0.46	1.24	2.98
Sessile oak	1	0.46	0.16	1.62	0.96	0.26	0.08	1.29	2.92
White poplar	0.89	0.32	0.17	1.38	0.85	0.37	0.3	1.52	2.89
Scots pine	0.93	0.43	0.33	1.7	0.69	0	0	0.69	2.39
Black locust	0.78	0	0	0.78	0.92	0.12	0.13	1.17	1.95
Black poplar	0	0.06	0.07	0.13	0	0.1	0.3	0.4	0.53

TÁLOS-NEBEHAJ et al. (2019) DOI:10.2478/aslh-2019-0007



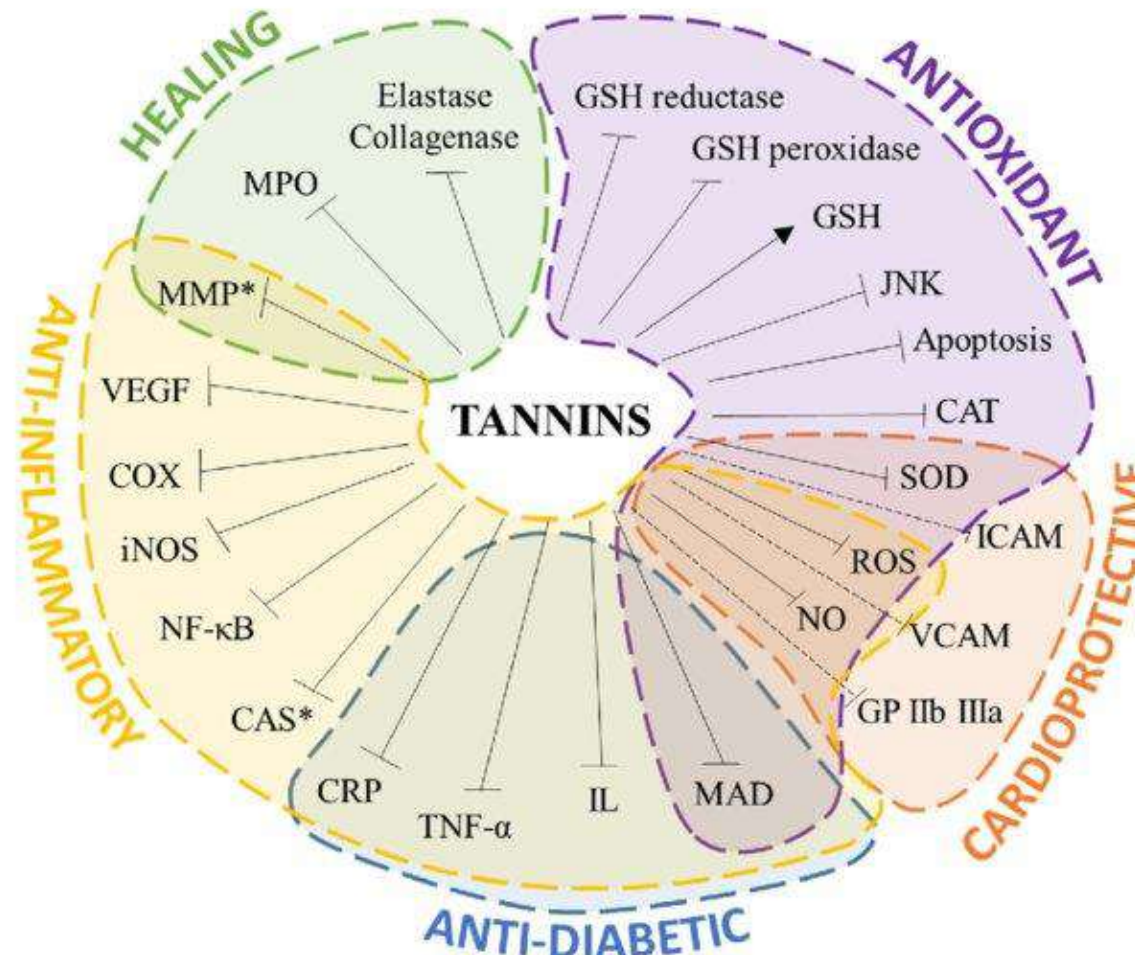
Taninos: aplicaciones

- Proceso de **curtido vegetal** por su capacidad de unirse a las proteínas animales, proporcionando un cuero de alta calidad y durabilidad.
- **Industria de adhesivos a base de tanino** para productos de madera como tableros de partículas, madera contrachapada, madera laminada y cartón ondulado y corrugado (Pizzi, 2019. doi:10.3390/biom9080344; Das et al. 2020 <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.08.008>)
- **Conservación de las redes de pesca**, mediante la impregnación con tanino (Das et al. 2020 <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.08.008>)
- **Industria minera**: para separar y concentrar compuestos metálicos selectivamente en minerales y otras mezclas complejas de materiales. **Industria petrolera y cerámica** (Das et al. 2020 <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.08.008>)
- **Otras aplicaciones industriales**: Espumas ignífugas y aislantes, Floculantes y precipitación de materiales contaminantes por complejación de metales pesados, Inhibidores de la corrosión de metales, Aglutinantes de núcleos para arenas de fundición, Estabilizadores de lodo y fluidos de perforación, Adhesivos de teflón/metal y acabados superficiales resistentes a altas temperaturas para metales, Espumas para horticultura hidropónica, Plásticos duros termoestables y resinas para discos de amoladora angular y pastillas de freno para automóviles, Resinas epoxi y epoxi-acrílicas, Tableros de fibras impregnados de taninos, Acabados de superficies de madera, Películas plásticas flexibles, Superplastificantes de cemento, Tintas de tanato férrico, etc. (Pizzi, 2019. doi:10.3390/biom9080344; Das et al. 2020 <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.08.008>)
- **Tanino de castaño y de roble de Alepo** para producir el componente más importante de las **baterías de iones de litio, el cátodo**. Se está desarrollando y los resultados publicados son muy esperanzadores (Ilic et al., 2021 doi 10.1002/adsu.202000206 Lemieux et al., 2021 doi 10.1021/acssuschemeng.1c01535), lo que reduciría drásticamente los costos de producción de la batería de litio. Para ello se necesitará un suministro de ácido tánico de alta pureza (200-300 USD/k)



Taninos: aplicaciones

Los taninos tienen múltiples actividades biológicas y médico farmacéuticas (Pizzi, 2021 <https://doi.org/10.1016/j.scp.2021.100481>; Fraga-Corral et al., 2021 <https://doi.org/10.3390/foods10010137>).





Taninos: aplicaciones

Los taninos tienen múltiples actividades biológicas y médico farmacéuticas (Pizzi, 2021 <https://doi.org/10.1016/j.scp.2021.100481>; Fraga-Corral et al., 2021 <https://doi.org/10.3390/foods10010137>).

- **Industria alimentación animal:** se utiliza para complementar la dieta de los animales de granja como promotores naturales del crecimiento, ayudando a reequilibrar la microbiota intestinal y fortalecer el sistema inmunológico. Esto significa disminuir el uso de antibióticos y otros medicamentos, mejorando la calidad de vida del animal. (Redondo et al., 2022. doi:10.1371/journal.pone.0254679; Buyse et al., 2024. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.3c09881>)
- **Industria alimentaria,** como la del **vino** (clarificación, estabilización del color, reducción de sulfitos), o la **cerveza** (estabilización de la espuma, clarificación), **zumos y tés** (antioxidante y saborizante) (Picariello et al., 2020. doi:10.3390/molecules25204607)
- **Industria farmacéutica:** acción bactericida (infecciones intestinales o caries); actividad antitumoral, anti-oncogénica, antiviral, etc. (Acutissimin A, que se obtiene de castaño y roble, presenta una efectividad 250 veces mayor que el Etopósido para inhibir la multiplicación de las células tumorales- Quideau et al., 2003. doi:10.1002/anie.200352089)
- **Industria dietética:** se pueden utilizar como un suplemento dietético (nutracéutico) para contrarrestar el envejecimiento de los tejidos y reforzar las defensas inmunológicas. Una acción que tiene repercusiones positivas también en la vitalidad y el estado de ánimo, lo que desencadena un círculo virtuoso de bienestar. Se comercializan varios suplementos alimenticios a base de taninos, como **Robuvit^R** (extracto de madera de roble, que contiene taninos hidrolizables (ácidos gálico y elágico, castalin/vescalin, grandinina/roburina E, HHDP-galoil-glucosa, castalagina y vescalagina), en base a 38 estudios científicos diferentes, **Pycnogenol^R** y **Oligopin^R** (extracto de corteza de pino que contiene taninos condensados) en base a >400 estudios científicos.





Taninos: aplicaciones

Los taninos tienen múltiples actividades biológicas y médico farmacéuticas (Pizzi, 2021 <https://doi.org/10.1016/j.scp.2021.100481>; Fraga-Corral et al., 2021 <https://doi.org/10.3390/foods10010137>).

- **Industria alimentación animal:** se utiliza para complementar la dieta de los animales de granja como promotores naturales del crecimiento, ayudando a reequilibrar la microbiota intestinal y fortalecer el sistema inmunológico. Esto significa disminuir el uso de antibióticos y otros medicamentos, mejorando la calidad de vida del animal. (Redondo et al., 2022. doi:10.1371/journal.pone.0254679; Buyse et al., 2024. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.3c09881>)
- **Industria alimentaria,** como la del **vino** (clarificación, estabilización del color, reducción de sulfitos), o la **cerveza** (estabilización de la espuma, clarificación), **zumos y tés** (antioxidante y saborizante) (Picariello et al., 2020. doi:10.3390/molecules25204607)
- **Industria farmacéutica:** acción bactericida (infecciones intestinales o caries); actividad antitumoral, anti-oncogénica, antiviral, etc. (Acutissimin A, que se obtiene de castaño y roble, presenta una efectividad 250 veces mayor que el Etopósido para inhibir la multiplicación de las células tumorales- Quideau et al., 2003. doi:10.1002/anie.200352089)
- **Industria dietética:** se pueden utilizar como un suplemento dietético (nutracéutico) para contrarrestar el envejecimiento de los tejidos y reforzar las defensas inmunológicas. Una acción que tiene repercusiones positivas también en la vitalidad y el estado de ánimo, lo que desencadena un círculo virtuoso de bienestar. Se comercializan varios suplementos alimenticios a base de taninos, como **Robuvit^R** (extracto de madera de roble, que contiene taninos hidrolizables (ácidos gálico y elágico, castalin/vescalin, grandinina/roburina E, HHDP-galoil-glucosa, castalagina y vescalagina), en base a 38 estudios científicos diferentes, **Pycnogenol^R** y **Oligopin^R** (extracto de corteza de pino que contiene taninos condensados) en base a >400 estudios científicos.
- **Industria cosmética:** gracias a su poder antioxidante, es capaz de contrarrestar los radicales libres que causan el envejecimiento celular. Además, reduce la producción de sebo por lo que está indicado para el cuidado de la piel grasa e inflamada, para el cuidado del cabello graso o para reequilibrar el cuero cabelludo.



Taninos: aplicaciones

-**Tanino de castaño (95%) como biopesticida y corroborante vegetal**-(Pagliaro et al. 2021, DOI: 10.1002/bbb.2217) - Tannisol PBR.

Ejerce una **acción antimicrobiana y antifúngica de amplio alcance** al inhibir las enzimas hidrolíticas (celulasas, pectinasas, xilanasas) utilizadas por muchos patógenos para penetrar los tejidos vegetales. Este efecto se suma a **su acción repelente contra insectos depredadores y parásitos**, debido a la alteración del sabor (astringencia) y la dureza del tejido vegetal.

Mejora la resistencia de las plantas a los organismos nocivos y el desarrollo radical al reducir el daño causado por los parásitos.

Aprobado en agricultura ecológica, se distribuye mediante fertirrigación sobre cultivos hortofrutícolas.



Tannisol PB is entirely made of **Chestnut Tannin**, a natural substance able to stimulate and activate plant defense mechanisms.

As frondosas autóctonas: A resiliencia do sector forestal?



Barricas: Necesidad de transportar los vinos desde las zonas de producción hasta las de consumo



Museo Nacional de Arqueología Subacuática. Arqua. Cartagena



Museo Nacional de Arqueología Subacuática. Arqua. Cartagena

Este contacto madera-vino les permite

- adquirir mayor complejidad aromática
- mejorar la estabilidad del color
- modificar el sabor
- aumentar su vida útil
- conseguir una clarificación natural



Representación de un monje probando vino "Li Livres dou Santé" (manuscrito francés de finales del siglo XIII)



D.O. Ca. Rioja

Barricas inventariadas (31/12/2022): 1.331.203

Volumen vino "crianza, reserva y gran reserva": 56.58%

299 Mlitros de vino en contacto con las barricas.



D.O. Ribera de Duero

Contraetiqueta (2023): 90.687.549 botellas,
30% vinos de crianza, reserva y gran reserva

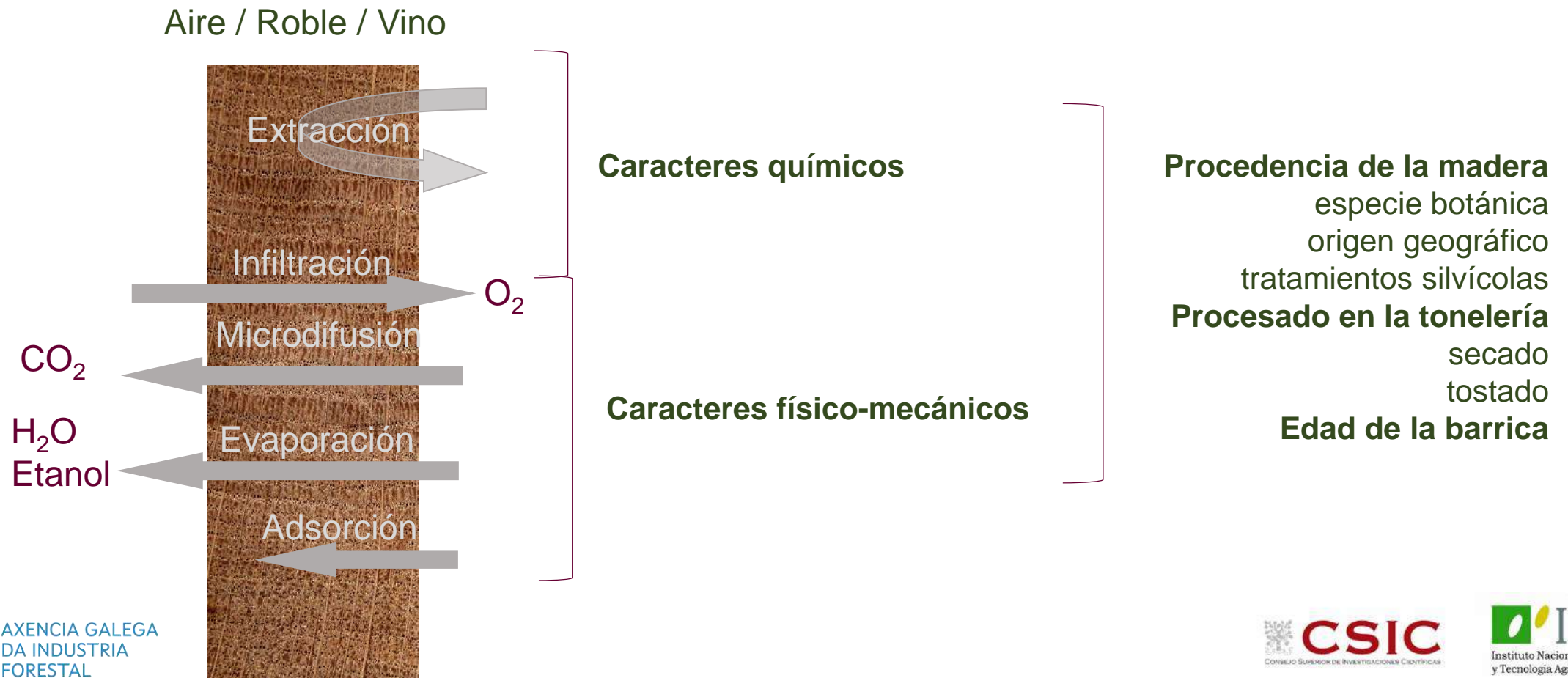


En este momento nuestro país tiene el mayor parque de barricas del mundo





Interacción madera-vino durante la crianza





Fotografía Intona

MADERA PARA ENOLOGÍA - PROCEDENCIA

Q. petraea o sessilis: Centro de Francia (Allier, Tronçais, Nevers) (520.000 ha), Bourgogne (630.000 ha), Vosges, Argonne

Q. robur o pedunculata: Limousin, Aquitania

Q. alba: USA (Missouri, Ohio, Illinois, Tennessee, Oregon)

España

Q. petraea* y *Q. robur: N y NW de la península (125.000 ha)

Q. pyrenaica: autóctono de la península ibérica (>1M ha – IFN3/2002)

As frondosas autóctonas: A resiliencia do sector forestal?



- ✓ Porte forestal
- ✓ Altura elevada
- ✓ Fuste único y recto
- ✓ Copa reducida a 1/3
- ✓ Ausencia de ramas en el tronco principal
- ✓ Diámetro importante del tronco
- ✓ Forma cilíndrica del tronco

Quercus pyrenaica

Masas sin tratamiento selvícola
Degradación de las masas
Diámetro inferior a 40 cm
Nudos, heridas y otros defectos

El bosque debe ser cultivado

rentabilidades mucho mayores
jornales de verano en zonas rurales
independencia del mercado local
diversificación de la producción
(incluye biomasa o leña)
mejora la fijación de CO₂

As frondosas autóctonas: A resiliencia do sector forestal?



Foto Tomás Postigo

Foto: Isabel Cañellas

Foto Tomás Postigo

Quercus pyrenaica

Cierto volumen anual de madera de gran calidad para barricas

Aprovechamiento de restos de hendido y árboles de menor calidad para chips

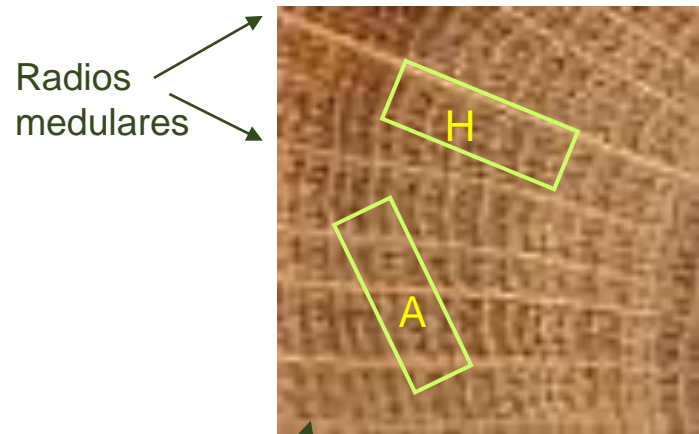


As frondosas autóctonas: A resiliencia do sector forestal?



Propiedades físico mecánicas: porosidad, permeabilidad, **Grano**, densidad, resistencia mecánica, facilidad al hendido, durabilidad

	<i>Q. alba</i> americano	<i>Q. petraea</i> francés, español	<i>Q. pyrenaica</i> español
Densidad	>	<	<
Resistencia	>	<	<
Porosidad	<	>	>
Permeabilidad	<	>	>
Grano mm	1,0-4,4	1,1-3,2	1,2-2,6



H Duela hendida
A Duela aserrada

Tamaño anillo (mm)	Textura (%)	Grano
<1	33	muy fino
1-2		fino
2-4		medio
4-5		grueso
>5	80	muy grueso

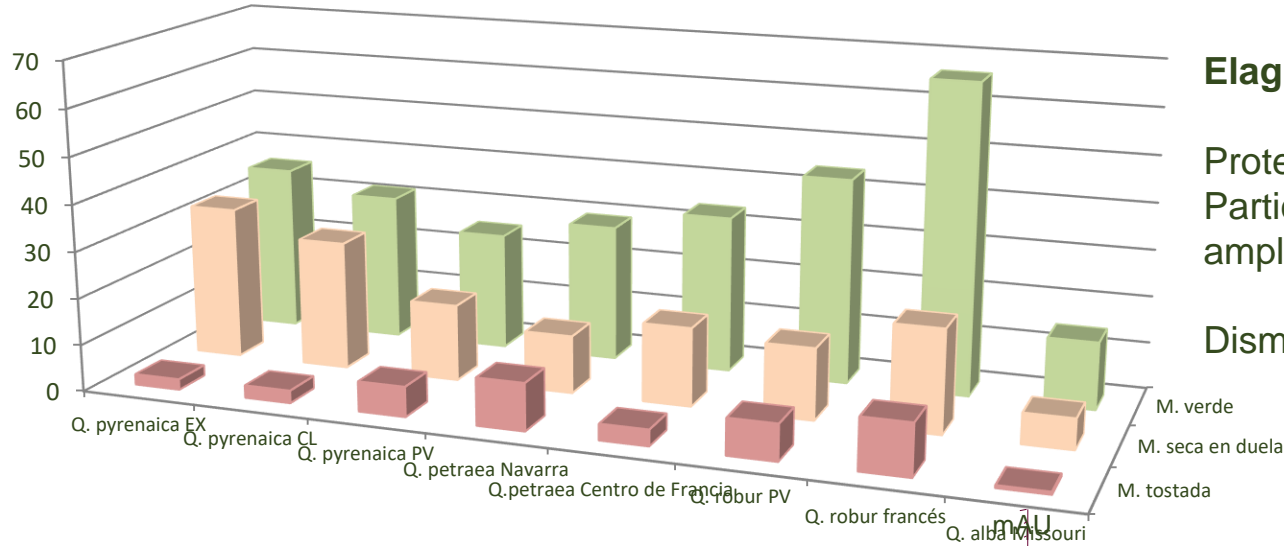
As frondosas autóctonas: A resiliencia do sector forestal?



As frondosas autóctonas: A resiliencia do sector forestal?



Características químicas: evolución durante el procesado en tonelería



Elagitaninos

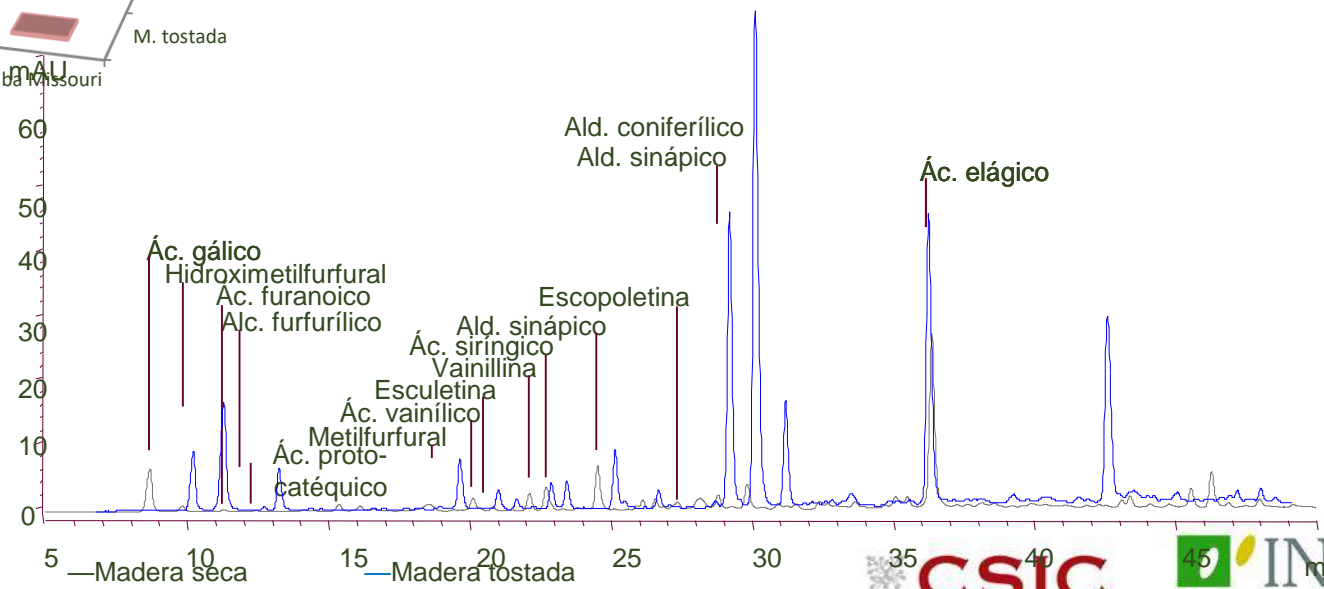
Protección del color del vino
Participan en las sensaciones de astringencia, amargor, redondez, amplitud, madera

Disminución de elagitaninos durante el procesado

Polifenoles derivados de lignina

Actúan como cofactores
Participan en las sensaciones de astringencia, amargor, vainilla

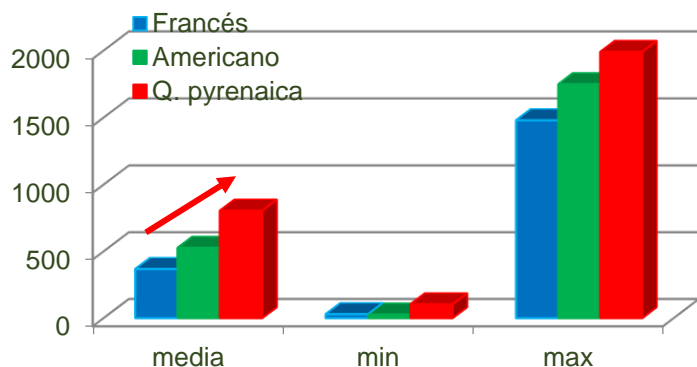
Importante incremento con el tostado



As frondosas autóctonas: A resiliencia do sector forestal?

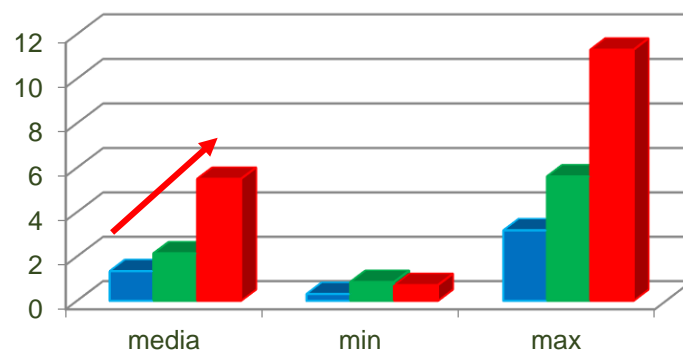


Características químicas: evolución durante el procesado en tonelería

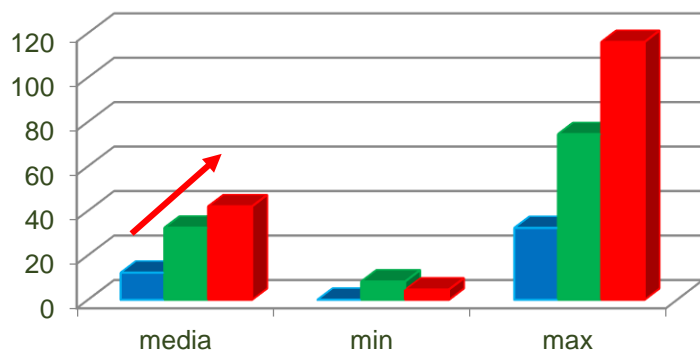


Furfural: almendras tostadas, caramelo

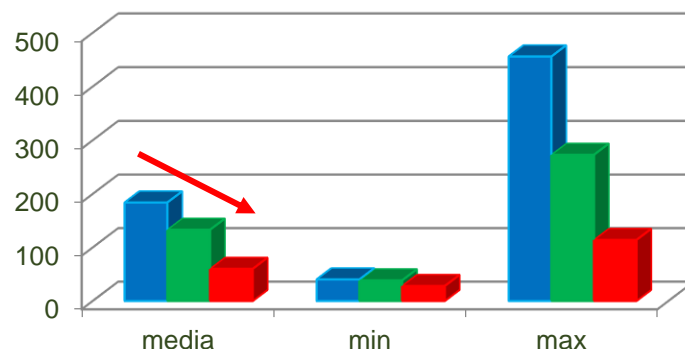
Compuestos volátiles – tostado medio comercial



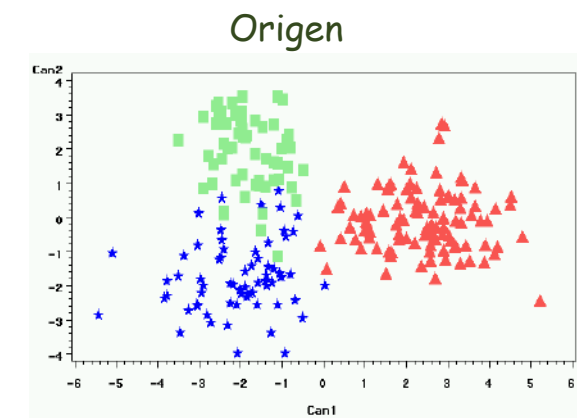
Eugenol: clavo, especiado



cis-Whiskylactona: roble, coco, vainilla



Vainillina: vainilla, chocolate



R. americano (64) R. francés (66) Q. pyrenaica (102)

Q. pyrenaica: al final del tostado es una madera equilibrada en su composición tánica y rica en compuestos aromáticos tan interesantes como el eugenol y la cis-whiskylactona, entre otros, y pobre en vainillina

Fernández de Simón et al., J. Agric. Food Chem. 58, 9587–9596, 2010

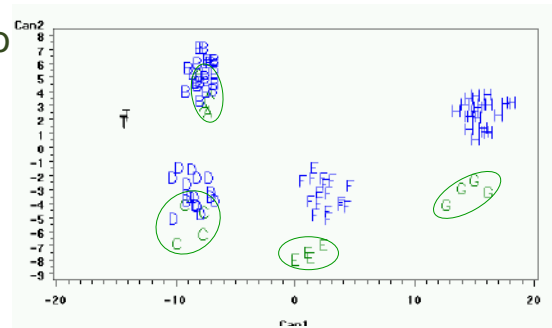
As frondosas autóctonas: A resiliencia do sector forestal?



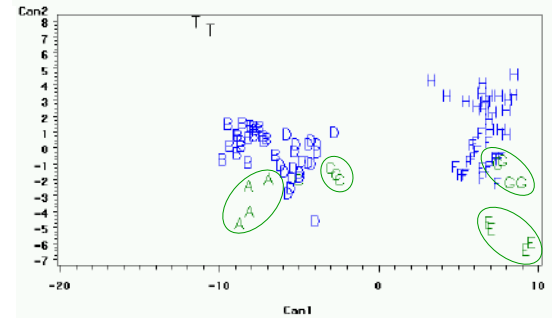
Interacción madera vino: 3 variedades / 1 roble (*Q. petraea*) / 2 orígenes (Navarra-Centro de Francia) 72 barricas



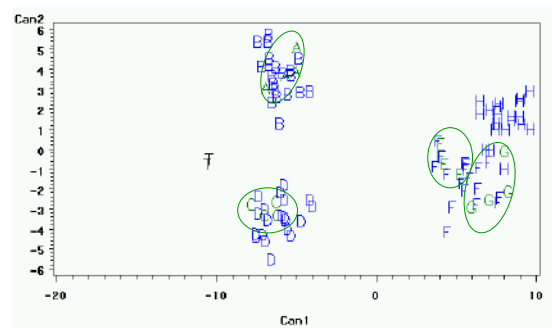
tempranillo



merlot



cabernet sauvignon



	Tempranillo		Merlot		Cabernet Sauvignon	
	Na	Fr	Na	Fr	Na	Fr
furfural	165b	155b	54.9b	73.9b	851a	836a
5-methylfurfural	74.6b	46.7b	119b	109b	276a	289a
5-hydroxymethylfurfural	77.9ab	44.6b	51.7b	43.4b	100ab	114a
furfuryl alcohol	24681a	21039a	12080a	13504a	726a	629a
<i>trans</i> - β -methyl- γ -octalactone	44.6a	25.0a	36.3a	33.8a	24.0a	49.5a
<i>cis</i> - β -methyl- γ -octalactone	253b	154c	322a	152c	214b	142c
<i>cis/trans</i> ratio	5.7	6.2	8.9	4.5	8.9	2.9
maltol	150a	150a	105a	132a	92.4a	111a
guaiacol	34.4a	28.1ab	14.5c	28.9ab	11.2c	19.6bc
4-methylguaiacol	11.8ab	9.80ab	2.69b	15.9a	2.66b	7.22ab
phenol	12.3bc	15.7a	10.9bc	10.1c	13.7b	12.4bc
<i>o</i> -cresol	2.45a	2.87a	1.34bc	1.54b	0.74c	1.35bc
<i>p</i> -cresol	3.61ab	4.16a	3.27b	3.64ab	2.90b	3.21b
<i>m</i> -cesol	0.94ab	1.10a	0.75b	0.93ab	0.65b	0.68b
eugenol	25.0ab	32.7a	20.5ab	25.2ab	17.15b	20.5ab
isoeugenol	18.9a	11.5ab	1.54b	13.6ab	4.00b	7.78ab
syringol	81.7a	72.5a	37.6b	74.3a	34.1b	73.5a
4-methylsyringol	9.91a	9.37a	4.02a	12.6a	2.89a	7.66a
4-allylsyringol	24.9a	31.1a	7.17bc	15.1b	5.05c	8.68bc
vanillin	42.8a	48.4a	43.4a	42.6a	45.7a	62.0a
acetovanillone	61.7ab	83.4a	44.7bc	61.0ab	22.0c	24.4c
propiovanillone	47.6a	47.7a	28.5bc	36.2ab	18.2c	19.3c
butirovanillone	197a	218a	90.9b	123b	107b	108b
homovanillyl alcohol	448a	503a	176c	246b	82.1d	80.6d
ethyl vanillyl ether	198ab	225a	123bc	175abc	100c	119bc
syringaldehyde	12.2a	9.02a	3.38a	23.0a	5.40a	23.3a
acetosyringone	14.3a	22.3a	11.4a	19.6a	7.26a	11.4a
propiosyringone	36.9ab	44.1a	24.7bc	33.7ab	17.0c	23.5bc

As frondosas autóctonas: A resiliencia do sector forestal?



Interacción madera vino: 3 variedades / 1 roble (*Q. petraea*) / 2 orígenes (Navarra-Centro de Francia) 72 barricas



tempranillo

merlot

cabernet sauvign



As frondosas autóctonas: A resiliencia do sector forestal?



Interacción madera vino: 4 vinos varietales/1 roble: *Q. pyrenaica*

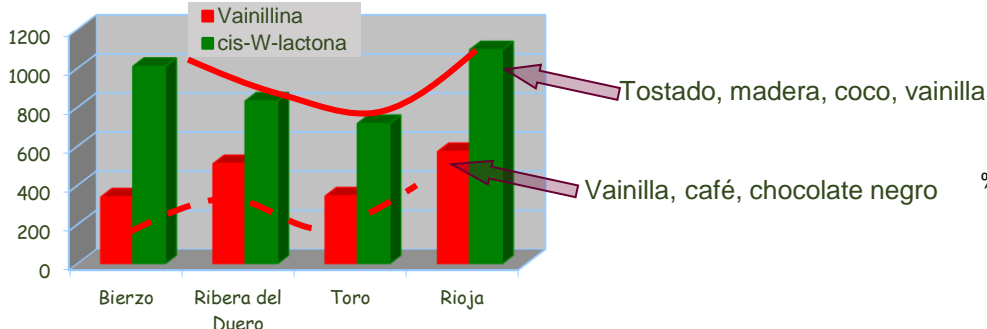
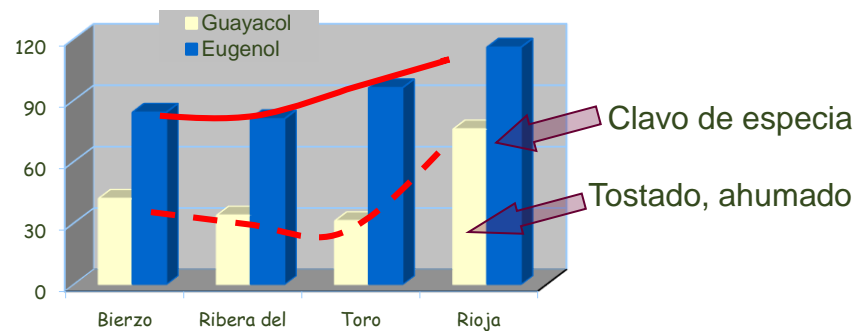


Q. pyrenaica de Castilla y León

Calidad similar a otras maderas en tonelería, equilibrada composición tánica y rica en compuestos aromáticos como eugenol y *cis*- β -metil- γ -octolactona, y pobre en vainillina.

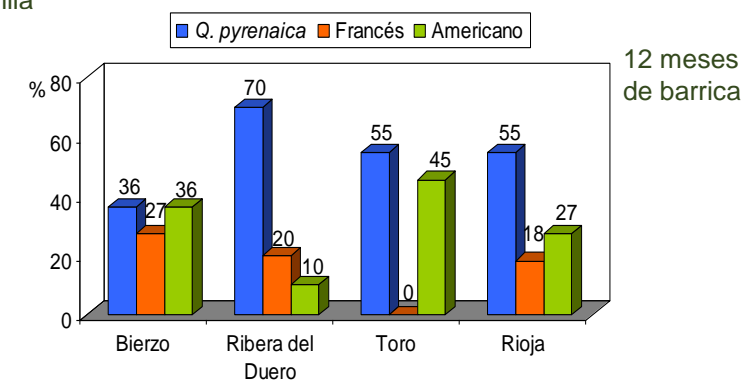
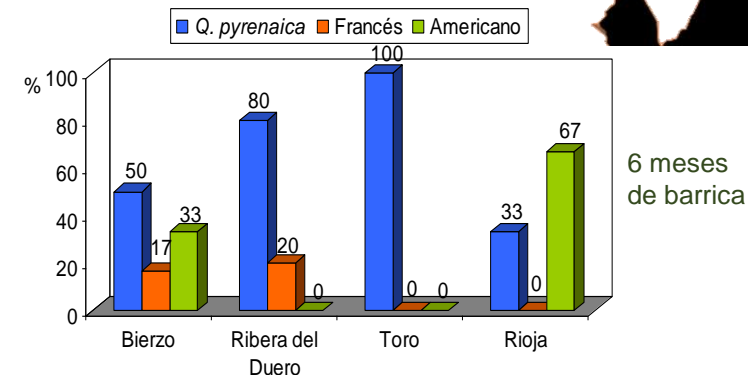
Crianza en botella larga

Respetar las características varietales



Concentraciones ($\mu\text{g/L}$) de guayacol, eugenol, vainillina y *cis*-whiskylactona en vinos envejecidos en barricas de *Quercus pyrenaica* durante 12 meses

% de catadores que seleccionaron en primer lugar cada vino



Cata en ITACYL

Taninos y Barricas

Brígida Fernández de Simón
ICIFOR (INIA-CSIC)

