



2022
Lleida

27 · 1
junio · juny
juliol · juliol

Cataluña
Catalunya

8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

La **Ciencia forestal** y su contribución a
los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**

8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

Cataluña | Catalunya · 27 junio | juny - 1 julio | juliol 2022

ISBN 978-84-941695-6-4

© Sociedad Española de Ciencias Forestales



Organiza

La modernización del descorche en el marco del grupo operativo GOSUBER

GARCÍA MORENO, A.M.¹, SANTIAGO BELTRÁN, R.², ABELLANAS OAR, B.¹, SÁNCHEZ DE LA CUESTA, R.¹, TUSELL, J.M.³, SÁNCHEZ AUNIÓN, M.F.⁴, BEJARANO MEDINA, M.⁵, TRINIDAD LOZANO, M.J.², LANZO PALACIOS, R.², BERDÓN, J.², JIMENEZ LÓPEZ, N.⁴, PRADES LÓPEZ, C.¹.

¹ Departamento de Ingeniería Forestal. E.T.S.I.A.M. Universidad de Córdoba.

² Instituto del Corcho, la Madera y el Carbón Vegetal del Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura. CICYTEX.

³ Consorci Forestal de Catalunya

⁴ Agencia de Medio Ambiente y Agua de la Junta de Andalucía. AMAYA.

⁵ JOGOSA

Resumen

El descorche se sigue realizando hoy día, de manera generalizada, con el hacha corchera como herramienta fundamental. Su utilización requiere de un aprendizaje prolongado, lo que unido a la dureza y a la temporalidad del trabajo ha originado el envejecimiento de la mano de obra especializada, haciendo imprescindible la incorporación de trabajadores jóvenes y el relevo generacional. En esta situación, se creó el Grupo Operativo GOSuber que ha desarrollado el proyecto “Modernización del descorche para la mejora de la productividad”, con el objetivo de mejorar y desarrollar nuevas herramientas que puedan sustituir al hacha en las operaciones que realiza: cortar, ahuecar, dislocar y separar. Estas herramientas (la máquina Coveless 3C18, las tenazas corcheras y la palanca tecnológica de descorche), se han ensayado durante las campañas de descorche de 2019 y 2020, en las tres principales comunidades autónomas productoras de corcho: Andalucía, Extremadura y Cataluña, con la colaboración de instituciones públicas y privadas, miembros del Grupo Operativo. Se ha evaluado su funcionalidad y productividad y los resultados muestran su viabilidad, así como las ventajas que puede suponer su incorporación al aprovechamiento; mayor facilidad en el aprendizaje y la posibilidad de ampliar el periodo de descorche para realizar las operaciones de corte, entre otras.

Palabras clave

Descorche mecanizado, Coveless, tenaza corchera, palanca tecnológica de descorche, rayado previo.

1. Introducción

El descorche es un aprovechamiento forestal que se sigue realizando de forma tradicional desde hace siglos. Es una labor dura que requiere que sea ejecutada por mano de obra con la experiencia y conocimiento suficiente para realizarlo de forma eficiente y reduciendo al mínimo los daños que pueden ocasionar en el árbol las operaciones necesarias para extracción del corcho (CARDILLO et al., 2000). Además, por razones fisiológicas, la ejecución de la saca del corcho se concentra en los tres meses de verano, el periodo legal de descorche en España (DOE N° 174 de 10/09/2019) (BOJA N° 79 de 11/10/1988) (L'ORDRE d'11 de maig de 1988). A grandes rasgos, ambos factores, dureza y temporalidad, junto con graves carencias en las medidas de seguridad y salud han propiciado la falta de interés de nuevos trabajadores en incorporarse al sector que carece de la mano de obra necesaria para desarrollar el descorche en condiciones óptimas. El sector ha abordado esta situación, desde hace casi tres décadas, diseñando nuevos dispositivos y herramientas que permitan disminuir la temporalidad y mejorar las condiciones de trabajo de los corcheros (SANTIAGO BELTRÁN, 2017, 2019; FERNÁNDEZ SANTOS et al., 2020).

En este contexto, se gestó el Grupo Operativo GOSuber, en el que han participado las siguientes instituciones públicas y privadas: Trevinca Inversiones Medioambientales, S.L., Coveless Ingeniería,

S.L., Confederación de Organizaciones de Selvicultores de España (COSE), Laboratorio de Corcho del Centro de Investigación Forestal (INIA-CIFOR), Agencia de Medio Ambiente y Agua de la Junta de Andalucía (AMAYA), Institut Català del Suro (ICSURO), el Instituto del Corcho, la Madera y el Carbón Vegetal del Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX), Jogosa Obras y Servicios, S.L.U. (JOGOSA), Universidad de Córdoba (UCO), Asociación de Dehesas Ecológicas de la Provincia de Huelva (ADEHECO), Forestal de Catalunya, SCCL (CSF), Asociación de Propietarios de Monte Alcornocal de Extremadura (APMAE) y Fundación Conde del Valle de Salazar de la Universidad Politécnica de Madrid. El proyecto llevado a cabo, denominado “Modernización del descorche para la mejora de la productividad”, tiene entre sus objetivos avanzar en la mecanización del descorche y revisar los sistemas de extracción y de seguridad y salud, facilitando de esta forma la incorporación de nuevas generaciones de sacadores, así como el aumento los rendimientos en el aprovechamiento del corcho (SANTIAGO BELTRÁN, 2019).

De forma tradicional las labores de trazar y abrir se realizan con el filo del hacha; y las labores de ahuecar, dislocar y separar, con el mango del hacha en las zonas bajas del árbol y en las zonas altas con una pértiga de madera con un extremo en bisel denominada “burja”.

Para las operaciones de rayar o cortar (abrir y trazar) se han diseñado máquinas que incorporan un sistema de regulación automática de la profundidad de corte, basado en la diferencia de conductividad eléctrica entre el corcho y la madera, cuyos contenidos de humedad son muy diferentes (CASERAS Y CELIS, 2009). Los primeros modelos, el IPLA-Morell, el modelo Stihl MC200 y los primeros prototipos de la empresa COVELESS, se han utilizado de manera experimental en los últimos años por parte de diferentes organismos e instituciones, constatándose que no dañan la capa generadora de corcho, requisito fundamental para su utilización (PERALTA, 2003; DÍAZ GALLEG0 et al., 2010; DIAS PINTO RIBEIRO et al., 2020). Hasta el momento los estudios realizados en los que se evalúa el rendimiento de estas máquinas arrojaron buenos resultados, entre 108,78 y 155,63 kg/trabajador/hora (BEIRA 2010; BEIRA et al., 2012, 2014 Y 2017; GARCÍA MORENO et al. 2021). No obstante, estas máquinas presentaban algunas limitaciones de movilidad en el monte debido a su elevado peso y la existencia de cables que conectaban la máquina al sensor de humedad o a los generadores de energía. En los últimos años la empresa extremeña COVELESS ha desarrollado un modelo que trata de suplir esta dificultad a la vez que mejora las condiciones ergonómicas. Está basado en una sierra eléctrica de poda que funciona con baterías y cuyo extremo de la sierra actúa como sensor de capacidad eléctrica, por lo que no tiene cables. Su peso sin baterías es de 3.8 kg. (Figura 1).



Figura 1. Operación de abrir con la máquina COVELESS 3C18



Figura 2: Herramientas usadas en el proyecto GOSUBER. (1) y (2) Palancas tecnológicas de descortche, (3) y (4) Mijuros de madera, (5) Mijuro metálico, (6) Tenazas corcheras manuales, (7) máquina COVELESS 3C18, (8) Tenazas eléctricas Prunion y (9) Tenazas eléctricas Treelion.

El Instituto del Corcho, la Madera y el Carbón Vegetal del CICYTEX, ha desarrollado varias herramientas que completan las labores de descortche una vez realizado el rayado mecanizado (Figura 2) (BURGOS et al., 2009; SANTIAGO BELTRÁN, 2017). La primera de ellas son las tenazas corcheras, las cuales constan de dos lengüetas planas en su extremo que, introducidas en los cortes del rayado previo, permiten dislocar las planchas entre sí. Existe un modelo manual y otro eléctrico. Las tenazas corcheras eléctricas iniciaron su desarrollo en el año 2012 por el Instituto CMC del CICYTEX (modelo Treelion M45) y en 2019 se sumó la empresa COVELESS. Esta herramienta se ha desarrollado sustituyendo las hojas de corte de una tijera de podar eléctrica (modelo Prunion de Pellenc) por unas lengüetas. Las lengüetas se introducen cerradas en los cortes hechos en el corcho previamente por la máquina de descortche, o en las fendas naturales del corcho. Cuando se acciona el gatillo las lengüetas se separan y ahuecan el corcho (Figura 3). Realizan la operación de ahuecar, y en ocasiones también dislocar e incluso separar: cuando el corcho se da muy bien llegan a desprenderse algunas planchas totalmente del árbol.



Figura 3. Operación de ahuecar con la tenaza corchera eléctrica de CICYTEX.

Otro grupo de herramientas desarrolladas por el Instituto CMC es el de las palancas de descorche, que permiten dislocar y separar las planchas de corcho sin dañar la capa madre, ya que tienen los bordes romos. En 2007 se desarrollaron los mijuros metálicos. Son herramientas con forma de palanca acabada en una lengüeta plana y dotada de un mango. Hay 3 modelos con varias funcionalidades: la palanca corta sirve para dislocar y separar planchas que están al alcance de la mano; la palanca larga o de pértiga sirve para dislocar y separar planchas situadas en las partes altas del árbol y también las zapatas; la palanca percutora sirve para extraer planchas de corcho que no se dan bien, a base de golpes sucesivos que van separando el corcho de la capa madre con muy buena precisión.

En el proyecto GOsuber, el Instituto CMC desarrolló mijuros de madera y palancas tecnológicas. Los mijuros de madera sirvieron de enlace entre los mijuros metálicos anteriores y la palanca tecnológica de descorche. La palanca tecnológica de descorche (Figura 4) tiene una longitud de unos 75 cm y consta de:

- Un astil de fibra de carbono de 43 cm.
- Un asa de polímero con un gancho de acero en un extremo y un terminal de nailon en el otro.
- Un extremo de poliamida con fibra de vidrio en forma de cuña.

Esta herramienta realiza 4 funciones: introducir el extremo acabado en bisel entre el corcho y la capa madre; hacer palanca con el extremo como punto de apoyo; tirar de las planchas con el gancho de acero; y golpear el lateral de las planchas con el terminal de nylon. Mediante estas cuatro funciones ejecuta las operaciones de dislocar y separar (y eventualmente ahuecar).



Figura 4. Operación de separar con la palanca tecnológica de CICYTEX

Otra de las mejoras propuestas por el proyecto GOSUBER es flexibilizar la estricta temporalidad del descorche. Para ello se propone que el rayado de la corteza se realice con anterioridad al periodo legal de descorche, dejando las labores de ahuecar, dislocar y separar para los meses de verano. El corcho, continúa su crecimiento sin perder cualidades, lo que permitiría una mejor planificación de los trabajos sin perjudicar la calidad del producto ni el estado sanitario de los alcornoques.

La innovación en las herramientas debe ir acompañada de una adaptación de la logística, de los sistemas de aprovechamiento y de la composición de las cuadrillas de trabajo. Para ello resulta necesario llevar a cabo estudios de tiempo y producción que permitan evaluar el rendimiento real de las operaciones, establecer comparaciones con el descorche tradicional y desarrollar nuevos enfoques adaptados a las nuevas herramientas, algunas de ellas todavía en fase de desarrollo.

2. Objetivos

Analizar el descorche realizado con la máquina COVELESS 3C18 y diversas herramientas complementarias durante las campañas de descorche de los años 2019 y 2020, en el marco del proyecto GOSUBER. Se estudian los rendimientos de las diferentes operaciones realizadas con las nuevas herramientas, mediante el seguimiento de la duración y las producciones de los ciclos de trabajo, y se analizan los factores que influyen en los rendimientos y en la calidad del descorche.

3. Metodología

El estudio se ha llevado a cabo en distintas fincas localizadas en Andalucía, Cataluña y Extremadura. El descorche de los alcornoques se llevó a cabo durante dos campañas, en 2019 se descorcharon un total de 257 árboles y en 2020 un total de 412 árboles. De los árboles descorchados en 2020, a un total de 174 se les realizó el rayado fuera de la época legal de descorche, entre los meses de febrero a mayo, y el resto de las labores se realizaron en la época legal de descorche.

En todos los árboles las labores de rayado se realizaron con el último prototipo de la máquina COVELESS. Las labores de ahuecar se realizaron con: (1) hacha corchera, (2) tenazas manuales, (3) tenazas eléctricas Treelion y (4) tenazas eléctricas Prunion. Las labores de dislocar y separar se llevaron a cabo con: (1) hacha corchera, (2) mijuro metálico, (3) mijuro de madera y (4) palanca tecnológica.

De los árboles descorchados se obtuvieron las siguientes variables:

Variables dendrométricas

- Circunferencia bajo corcho CBC (cm), perímetro del árbol a la altura del pecho (aprox. 1,30 m) después de ser descorchado.
- Calibre (cm), espesor del corcho.
- Altura de descorche HD (cm), longitud total a la que se descorcha el árbol.
-

Variables temporales

- Año de descorche
- Tiempo ciclo completo (seg), incluye los tiempos de preparación + rayado + ahuecar, dislocar y extraer el corcho + recogida y desplazamiento.

Variables del trabajo

- Calidad previa, evaluación cualitativa del proceso de descortezado de acuerdo con el daño causado al árbol como resultado del descortezado en extracciones anteriores. Valores entre 1 (muy mala) y 5 (muy buena).

- Calidad actual, evaluación cualitativa del proceso de descortezado de acuerdo con el daño causado al árbol como resultado del descortezado en extracciones actuales. Valores entre 1 (muy mala) y 5 (muy buena).
- *Variables de producción*
- Peso total de corcho (kg)
- Rendimiento (kg/trabajador/h), cantidad de corcho extraído por un trabajador en una hora de trabajo.
- % trozos, peso de trozos extraídos del árbol (dimensiones inferiores a 400 cm²) en relación al peso total de corcho (peso planchas + peso trozos).

Se ha realizado análisis univariante y multivariante de los datos. En el análisis multivariante se han realizado correlaciones de Pearson y análisis discriminante. Todos los análisis se han realizado con el software estadístico SPSS.

4. Resultados

Los resultados del análisis univariante de las principales variables tomadas durante el descorche se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de las principales variables tomadas en el descorche.

	Nº datos	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Tiempo total del ciclo (s)	669	512	316	153	4771
Circunferencia bajo corcho (cm)	636	93,3	30,3	40,0	252,0
Calibre (cm)	636	2,9	0,9	1,1	7,6
Altura de descorche (m)	669	142	39	45	310
Calidad previa	648	4,3	0,8	1	5
Calidad actual	668	4,3	1,0	1	5
Peso total corcho (kg/árbol)	652	16,3	10,7	2,5	68,0
% trozos	499	9,4	13,5	0	100
Rendimiento (kg/trabajador/h)	652	125,4	69,9	21,7	529,4

En la tabla 2 están se muestran los resultados del análisis de correlaciones de Pearson.

Tabla 2. Correlaciones de Pearson entre las principales variables estudiadas, número de datos entre paréntesis.

	T. total (s)	R (kg/trabajador/h)	CBC (cm)	Calibre (cm)	HD (m)	P. corcho (kg/árbol)	% Trozos
Año	-0,16**	0,128**	-0,109**	-0,224	-0,079**	-0,109**	-0,059**
	(669)	(652)	(636)	(636)	(669)	(652)	(499)
T. total (s)		-0,256**	0,566**	0,063**	0,519	0,473**	0,131**
		(652)	(636)	(636)	(669)	(652)	(499)
R (kg/trabajador/h)			0,399**	0,205**	0,320**	0,575	-0,336**
			(619)	(619)	(652)	(652)	(499)
CBC (cm)				0,115**	0,603**	0,832**	-0,118
				(636)	(636)	(619)	(480)
Calibre (cm)					0,04	0,261**	-0,137**
						(619)	(480)

HD (m)						0,682**	-0,098**
						(652)	(499)
Peso corcho (kg/árbol)							-0,213**
							(499)

R: Rendimiento, CBC: Circunferencia bajo corcho, HD: Altura de descorche.

(**) Correlación significativa a nivel 0,01, (*) Correlación significativa a nivel 0,05

En la tabla 3 se muestran los valores de los grupos establecidos para el análisis discriminante de las herramientas de ahuecar.

Tabla 3. Número de datos, media, desviación estándar de la media de las variables estudiadas para las herramientas de ahuecar: hacha corchera, tenazas manuales, tenazas eléctricas Treelion y tenazas eléctricas Prunion.

	Hacha corchera		Tenazas manuales		Tenazas eléctricas Treelion		Tenazas eléctricas Prunion	
Número de datos	58		170		22		212	
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
Tiempo total del ciclo (s)	634	258	642	352	624	243	449	200
Circunferencia bajo corcho (cm)	86,9	31,4	108,2	33,9	93,3	24,9	87,9	29,7
Calibre (cm)	3,2	0,9	3,3	1,1	2,7	1,0	2,8	0,7
Altura de descorche (m)	138,6	24,9	153,4	43,4	162,5	42,1	141,7	38,2
Calidad previa	4,1	0,8	4,5	0,8	3,9	1,4	4,0	0,7
Calidad actual	3,9	0,9	4,2	1,0	4,7	0,5	4,0	1,2
Peso total corcho (kg/árbol)	14,1	9,0	20,0	12,7	17,7	6,1	16,3	11,2
% trozos	17,4	19,6	8,2	10,5	12,2	13,8	7,3	11,7
Rendimiento (kg/trabajador/h)	82,9	42,8	118,9	54,6	110,0	42,2	141,7	88,5

El análisis discriminante de las herramientas de ahuecar (Box's $M=646,57$; $F=55$; $Sig.=0,00$) ha dado como resultado tres funciones que permiten discriminar de forma significativa entre los árboles descorchados con las distintas herramientas (Tabla 4, Figura 5). La primera función discriminante es la que mayor porcentaje de la varianza explica, el 81,7%, mientras que la segunda y la tercera aportan un 14,8% y un 3,5%. El valor de Lambda de Wilks nos indica que la primera función es la que mayor capacidad discriminante tiene, y las variables que mayor peso tienen en ella son el año, el peso de corcho extraído y el tiempo total de extracción.

Tabla 4. Resultados del análisis discriminante para las herramientas de ahuecar

Funciones	Lambda de Wilks	Chi-cuadrado	gl	Significación
1 a 3	0,351	475,420	30	0,000
2 a 3	0,778	113,726	18	0,000
3	0,950	23,255	8	0,003

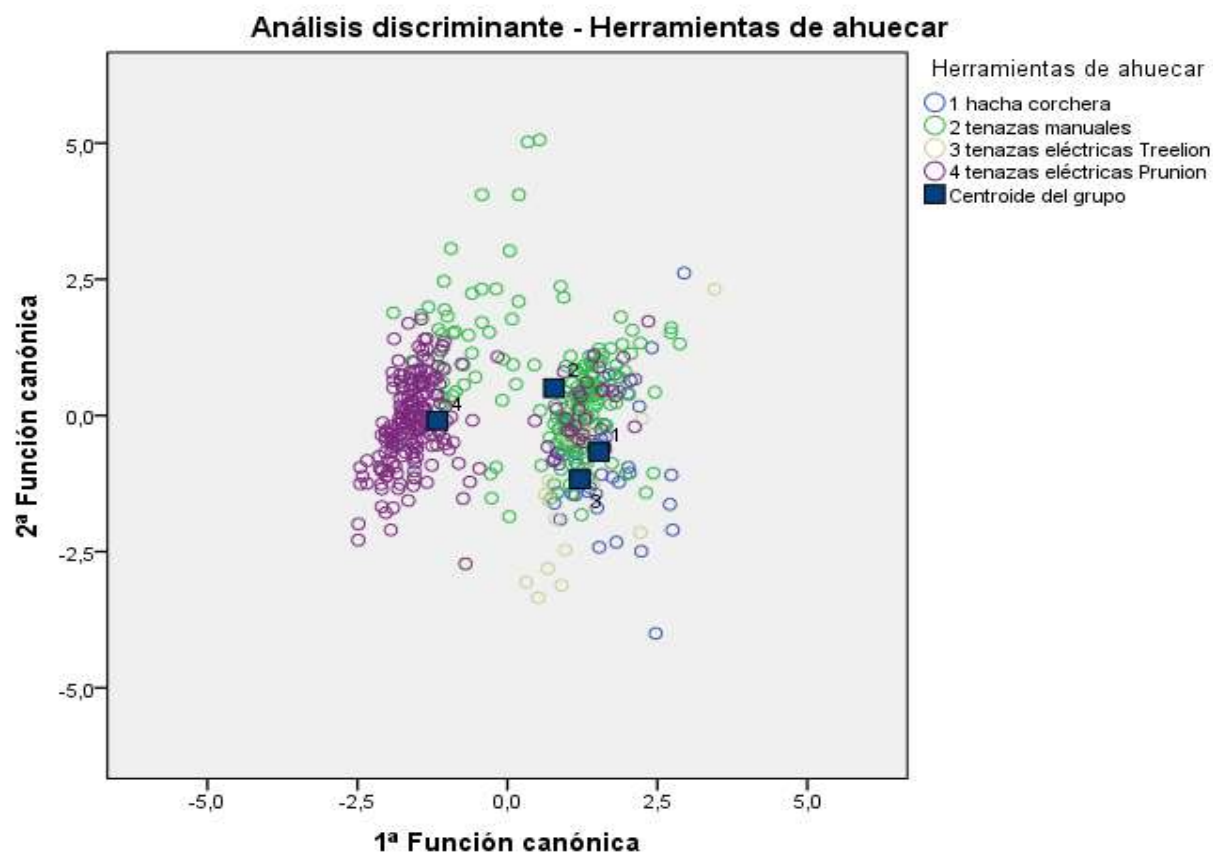


Figura 5. Representación de las dos primeras funciones canónicas del análisis discriminante con las herramientas de ahuecar. Las herramientas son: 1 = hacha corchera, 2 = tenazas manuales, 3 = tenazas eléctricas Treelion y 4 = tenazas eléctricas Prunion. En la 1ª función canónica las variables con más peso son el año de descorche, el tiempo total de descorche y la circunferencia de descorche. En la 2ª función: la circunferencia bajo corcho, el peso total de corcho y la calidad de la saca anterior.

En la tabla 5 se muestran los valores de los grupos establecidos para el análisis de las herramientas de dislocar y separar.

Tabla 5. Número de datos, media, desviación estándar de la media de las variables estudiadas para las herramientas de dislocar y separar: hacha corchera, mijuro metálico, mijuro de madera y palanca tecnológica.

	Hacha corchera		Mijuro metálico		Mijuro de madera		Palanca tecnológica	
Número de árboles	196		147		22		97	
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
Tiempo total del ciclo (s)	475,0	212,0	554,0	245,0	738,0	295,0	660,0	410,0
Circunferencia bajo corcho (cm)	78,7	23,0	100,1	25,6	118,2	34,8	117,5	39,8
Calibre (cm)	2,8	0,8	3,3	1,1	3,1	0,7	2,9	0,9
Altura de descorche (m)	127,8	28,2	146,1	33,0	183,6	37,3	177,0	44,2
Calidad previa	3,8	0,7	4,4	0,9	5,0	0,0	4,4	0,8
Calidad actual	3,7	1,2	4,5	0,8	4,8	0,5	4,3	1,1

Peso total corcho (kg/árbol)	12,4	7,3	17,7	9,8	27,7	14,3	24,9	14,4
% trozos	11,4	16,2	8,3	7,3	5,6	4,3	6,7	13,3
Rendimiento (kg/trabajador/h)	107,7	75,2	120,1	50,1	135,8	46,9	162,1	88,9

El análisis discriminante de las herramientas de dislocar y separar ha dado como resultado tres funciones que permiten discriminar de forma significativa entre los árboles descorchados con las distintas herramientas (Tabla 6, Figura 6). La primera función discriminante es la que mayor porcentaje de la varianza explica, el 72,5%, mientras que la segunda y la tercera aportan un 25,8% y un 1,8%. El valor de Lambda de Wilks nos indica que la primera función es la que mayor capacidad discriminante tiene, y las variables que mayor peso tienen en ella son el año y la calidad de la saca.

Tabla 6. Resultados del análisis discriminante para las herramientas de dislocar y separar.

Funciones	Lambda de Wilks	Chi-cuadrado	gl	Significación
1 a 3	0,175	790,377	30	0,000
2 a 3	0,544	276,242	18	0,000
3	0,951	22,837	8	0,004

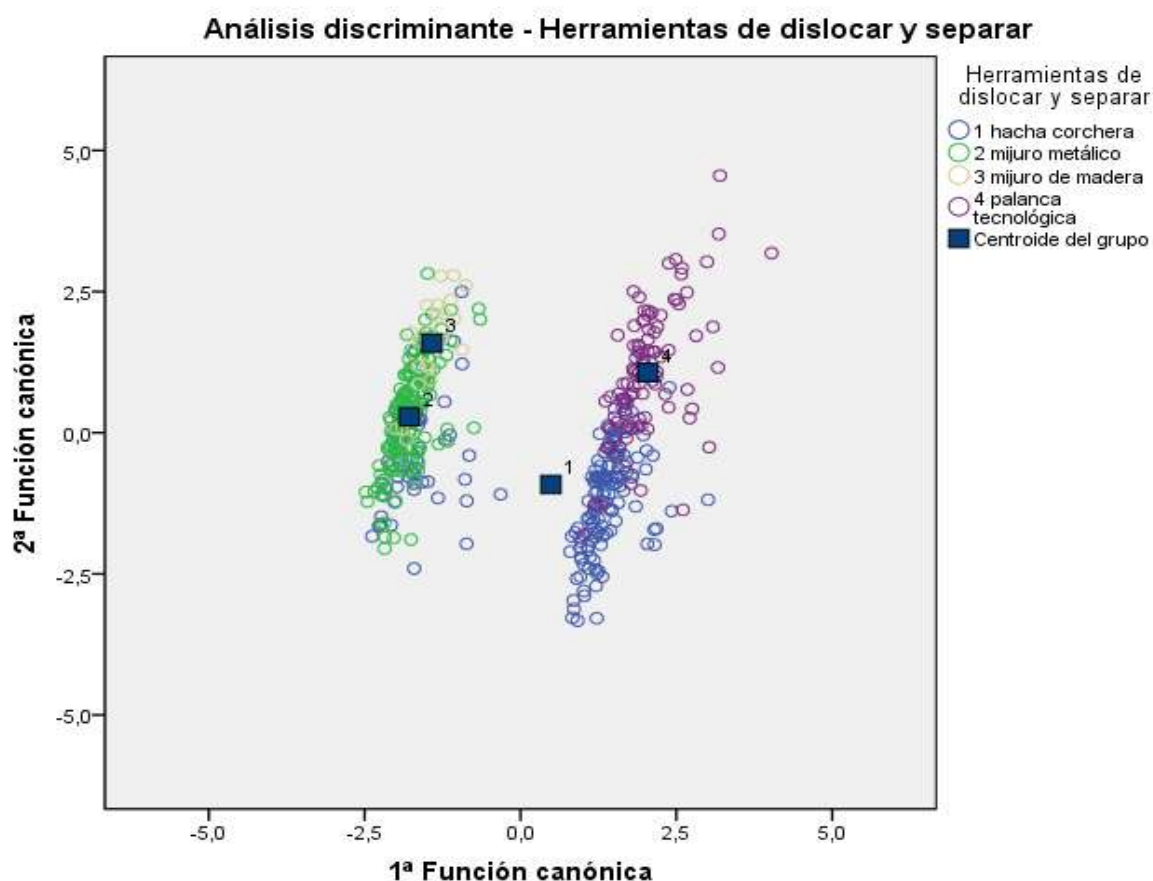


Figura 6. Representación de las dos primeras funciones canónicas del análisis discriminante con las herramientas de dislocar y separar: 1 = hacha corchera, 2 = mijuro metálico, 3 = mijuro de madera y 4 = palanca tecnológica. En la 1ª función canónica las variables con más peso son el año de descorche, el tiempo total de descorche y el peso total de corcho. En la 2ª función: la circunferencia bajo corcho, la calidad de la saca anterior y altura de descorche.

En la tabla 7 se muestran los valores de los grupos establecidos para el análisis del momento del rayado, fuera o dentro de la época de descorche.

Tabla 7. Número de datos, media, desviación estándar de la media de las variables estudiadas en los supuestos de realizar el rayado dentro de la época de descorche y fuera de la época de descorche. También se muestran los resultados del total de árboles descorchados.

	Rayado dentro de época		Rayado fuera de época		Total árboles descorchados	
Número de árboles	360		119		479	
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
Tiempo total del ciclo (s)	553,2	305,3	532,9	218,7	548,1	286,2
Circunferencia bajo corcho (cm)	100,7	32,7	76,3	25,1	94,6	32,7
Calibre (cm)	3,1	0,9	2,7	0,8	3,0	0,9
Altura de descorche (m)	149,5	36,3	131,5	47,3	145,1	40,0
Calidad actual	4,4	0,9	3,3	1,3	4,1	1,1
Peso total corcho (kg/árbol)	18,9	12,1	11,9	7,4	17,1	11,5
% trozos	8,4	11,6	12,4	18,2	9,4	13,7
Rendimiento (kg/trabajador/h)	136,1	77,0	82,8	40,2	122,8	73,4

El análisis discriminante del momento del rayado en relación a la época de descorche (Box's $M=421,42$; $F=11,14$; $Sig.=0,00$) ha dado como resultado una función que permite discriminar de forma significativa entre los árboles descorchados fuera y dentro de la época de descorche (Tabla 8). Explica el 100% de la varianza. Sin embargo, el valor de Lambda de Wilks nos indica que esta función tiene una capacidad discriminante muy limitada.

Tabla 8. Resultados del análisis discriminante según la época de rayado.

Funciones	Lambda de Wilks	Chi-cuadrado	gl	Significación
1	0,720	155,33	8	0,000

5. Discusión

En el análisis univariante se puede comprobar que los árboles descorchados con nuevas tecnologías en el proyecto GoSuber son relativamente pequeños. La CBC media es de 93,3 cm y la altura de descorche de 143 cm. Esto es debido a que la máquina COVELESS 3C18 debe usarse desde el suelo, y sólo se han ensayado árboles rayados totalmente con esta máquina. La productividad de la operación de descorche en términos generales ha sido buena: 125,4 kg de corcho por persona y hora, dentro del rango obtenido en otros trabajos para el descorche mecanizado con distintas máquinas, entre 108,7 y 168,3 kg de corcho por persona y hora de trabajo efectivo (BEIRA 2010; BEIRA et al., 2012, 2014 Y 2017). El % de trozos medio fue de 9,3%, cifra superior al encontrado en la bibliografía en sistemas tradicionales y sistemas mecanizados (GARCIA MORENO ET AL, 2021).

Las correlaciones de Pearson encontradas destacan que el rendimiento es significativamente mayor en árboles más grandes con mayor altura de descorche, mayor circunferencia bajo corcho y mayor calibre. Por el contrario, el rendimiento es significativamente menor cuando el porcentaje de trozos es

alto. Se han encontrado correlaciones altas y significativas entre el peso del corcho y, la altura de descorche y la circunferencia bajo corcho. Estos resultados son coherentes con el hecho de que estas dos variables se suelen utilizar en las fórmulas para estimar la producción de corcho de un alcornoque.

Los rendimientos medios obtenidos para las operaciones de ahuecar, y de dislocar y separar, indican que, independientemente de la herramienta utilizada, la operación de ahuecar es mas laboriosa y tiene menores rendimientos (entre 82,9 y 141,7 kg/trabajador/h) que la operación de dislocar y separar (entre 107,7 y 162,1 kg/trabajador/h).

El análisis discriminante en función de las herramientas de ahuecar muestra que las variables morfológicas de altura y circunferencia de los árboles y las de calidad no presentan grandes diferencias entre grupos. Sin embargo, cabe destacar, que de acuerdo con la percepción de los hacheros sobre la calidad de descorche, ésta empeora en el caso de las tenazas manuales (de 4,5 a 4,2), mejora significativamente en el caso de las tenazas eléctricas Treelion (3,9 a 4,7) y se mantiene igual en el caso de las tenazas eléctricas Prunion (4,0). En relación a la duración del ciclo de trabajo, el tiempo total del ciclo de ahuecado es bastante menor en el caso de las tenazas eléctricas Prunion en comparación con las otras herramientas. En cuanto al porcentaje de trozos los mayores valores se obtienen con el hacha corchera (17,4%) y los más bajos con las tenazas eléctricas Prunion (7,3%). El rendimiento también muestra diferencias entre herramientas, siendo menor en el caso del hacha corchera (82,9 kg/trabajador/h), intermedio en el caso de las tenazas manuales y tenazas eléctricas Treelion (118,9 y 110,0 kg/trabajador/h respectivamente) y mayor en el caso de las tenazas eléctricas Prunion (141,7 kg/trabajador/h). Puede concluirse que las tenazas eléctricas Prunion proporcionan buena calidad de descorche, menor porcentaje de trozos y mayor rendimiento, lo que hace pensar que el desarrollo tecnológico debe continuar en esta línea.

El análisis discriminante en función de las herramientas de dislocar y separar muestra que hay diferencias significativas entre estas herramientas. Las variables morfológicas de altura y circunferencia de los árboles indican que los árboles del grupo que se descorchó con hacha son los de menor envergadura mientras que los que se descorcharon con mijuro de madera presentan los valores máximos. La cantidad de corcho extraída y el tiempo total empleado en el descorche están en consonancia con los resultados que muestran las variables morfológicas, los árboles más grandes son los que mayores cantidades de corcho han producido y más tiempo se ha dedicado a su descorche. La calidad de descorche previa y actual es muy similar para todas las herramientas, con variaciones de una o dos décimas como máximo, y en todos los casos superior a la calidad obtenida con el hacha. En cuanto al porcentaje de trozos los mayores valores se obtienen con el hacha corchera (11,4%), siendo algo menores con el mijuro metálico (8,3%) y sustancialmente menores con el mijuro de madera y la palanca tecnológica (5,6% y 6,7% respectivamente). El rendimiento también muestra diferencias siendo menor en el caso del hacha corchera (107,7 kg/trabajador/h), intermedio en el caso del mijuro metálico y el mijuro de madera (120,1 y 135,8 kg/trabajador/h respectivamente) y bastante superior en el caso de la palanca tecnológica (162,1 kg/trabajador/h). En resumen, la palanca tecnológica proporciona los mayores rendimientos y el mijuro de madera proporciona el menor porcentaje de trozos y la mejor calidad de descorche.

Tanto para las herramientas de ahuecar, como para las herramientas de dislocar y separar, el análisis discriminante muestra que en la función con mayor capacidad discriminante, una de las variables con mayor peso es el año (2019, 2020), lo que demuestra la influencia de las variables meteorológicas, no consideradas en este estudio, en la facilidad de desprender el corcho del fuste, o según la expresión tradicional en que el corcho se “de”.

El análisis discriminante en función de la época de rayado muestra que los árboles rayados dentro de época son morfológicamente de mayor envergadura que los rayados con anterioridad a la época

estival. El porcentaje de trozos en los árboles rayados dentro de época fue de 8,4%. Sin embargo, cuando el rayado se anticipa a la época de descorche el porcentaje de trozos es mayor, 12,4%. El rendimiento también se ha visto afectado por el momento de la realización del rayado, se han obtenido rendimientos muy bajos en el rayado fuera de época (82,8 kg/trabajador/h). El rayado dentro de época ha sido de 136,1 kg/trabajador/h, similar al obtenido para el total de los datos. Estos resultados confirman la importancia de las condiciones meteorológicas en el descorche, y la necesidad de incluir variables como temperatura y humedad en el análisis de las condiciones más favorables para su realización, incluyendo el posible adelanto del rayado.

6. Conclusiones

El descorche con nuevas tecnologías mejora en algunos aspectos el descorche tradicional con hacha, especialmente la productividad de la fase de pela que por término medio ha sido de 125,4 kg de corcho por persona y hora.

El rayado fuera de época es factible, aunque los datos que arroja este estudio muestran que la productividad es menor que en la época legal y el porcentaje de trozos es mayor.

La máquina COVELESS 3C18 es por el momento la mejor máquina de descorche de todas las que han existido: más ligera, autónoma, cómoda, ergonómica y proporciona mejores rendimientos. Realiza las operaciones de abrir y trazar de forma eficiente, segura y precisa.

La combinación de la tenaza corchera eléctrica y la palanca tecnológica (ambas patentadas por CICYTEX) es la que mejores resultados ha obtenido en las operaciones de ahuecar, dislocar y separar para complementar el trabajo de la COVELESS 3C18 y completar el descorche. La productividad obtenida con esta combinación ha sido de 210,8 kg por persona y hora.

Será necesario implementar estos resultados en nuevos sistemas de trabajo, adecuando la composición de las cuadrillas a los rendimientos medios con las nuevas herramientas. En cuanto a la operación de rayado, el hecho de que el corcho rayado con anterioridad a la época legal se haya extraído sin daños al arbolado, deja abierta esta posibilidad. Sin embargo, y a la vista de los resultados obtenidos, será también necesario continuar analizando su influencia en los rendimientos y en el porcentaje de trozos. La optimización del descorche integra los aspectos económicos, la disminución de los daños al arbolado y la mejora de las condiciones de seguridad de los trabajadores.

7. Agradecimientos

El proyecto “Modernización del descorche para la mejora de la productividad Go Suber” pertenece a la convocatoria de subvenciones para la ejecución de proyectos de innovación de interés general por grupos operativos de la Asociación Europea para la innovación en materia de productividad y sostenibilidad agrícolas (AEI-Agri) en el año 2018. El 80 % de su presupuesto ha sido cofinanciado por fondos FEADER dentro del Programa Nacional de Desarrollo Rural que dirige el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

8. Bibliografía

BEIRA DÁVILA, F.J.; PRADES LÓPEZ, C.; Y SANTIAGO BELTRÁN, R. 2017. Nuevas tecnologías aplicadas a la extracción del corcho: una mejora de la productividad y de la calidad de saca. Actas del VII Congreso Forestal Español. 7CFE01-576. Pp 1-11. Plasencia.

BEIRA DÁVILA, J.; PRADES LÓPEZ, C.; SANTIAGO BELTRÁN, R.; 2014. New tools for extracting cork from *Quercus Suber* L.: Increasing productivity and reducing damage. *Forest Systems*.

23: 22-35.

BEIRA DÁVILA, J.; PRADES, C. Y SANTIAGO BELTRÁN, R. 2012. Application of new technologies at extraction of cork (OP304). 2012 IUFRO Conference. Division 5: Forest Products. Estoril (Portugal).

BEIRA DÁVILA, J. 2010. Estudio de los nuevos equipos desarrollados para la mecanización de la fase de pela en el aprovechamiento del corcho. Proyecto fin de carrera. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Universidad de Córdoba.

BURGOS BARRANTES, M.; SANTIAGO BELTRÁN, R. Y LANZO PALACIOS, R. 2009. Nuevas tecnologías aplicadas al descorche. Actas V Congreso Forestal Español. S.E.C.F. – Junta de Castilla y León. Ávila.

CARDILLO, E.; DEL POZO, J.L.; GONZÁLEZ, J.A.; BERNAL, C.; SANTIAGO, R. & AL. 2000. Manual didáctico del sacador y del obrero especializado en los trabajos culturales del alcornocal. Instituto del Corcho, la Madera y el Carbón Vegetal. Mérida.

CASERAS, J. Y CELIS, M. 2009. Estudio comparativo del rendimiento y viabilidad económica de los métodos mecanizados de extracción del corcho. Revista Forestal Española 43. 7-25.

DIAS PINTO RIBEIRO, J.R.; DE ALMEIDA RIBEIRO, N.; MARIA DE ALMEIDA VAZ, M.; OLIVEIRA DINIS, C.; DE SAMPAIO E PAIVA CAMILO ALVES, C.; CEBOLA POEIRAS, A.P.; SANTIAGO BELTRÁN, R.; PINTO GOMES, C.J.; CALVÃO RODRIGUES, M.F.; SARAIVA DIAS, S.; MAURÍCIO RAPOSO, M. A. Y MAYA BLANCO, V. 2020. Manual técnico de práticas silvícolas para a gestão sustentável em povoamentos de sobreiro e azinheira. ISBN: 978 84 09 27608 0. Capítulo “Novas tecnologias no descortiçamento”. Pag. 94-102. ICMC - CICYTEX. Proyecto PRODEHESA-MONTADO. Évora (Portugal).

DÍAZ GALLEGU, A.; GONZÁLEZ MONTERO, J.A.; GUERRA MONTERO, M.; PERALTA GARCÍA, A.; DEL POZO BARRÓN, J.L.; ROBLEDANO REQUEJO, L.; SÁNCHEZ JUÁREZ, L.; SANTIAGO BELTRÁN, R.; SANZ HERMOSO, J. Y VASCO JIMÉNEZ, A. 2010. La experiencia de IPROCOR con la máquina IPLA para el descorche. Instituto del Corcho, la Madera y el Carbón Vegetal. Mérida.

FERNÁNDEZ SANTOS, A.M; VALVERDE FERNÁNDEZ-MONTES, B.; PRADES LÓPEZ, C.; BENITO LÓPEZ, J.; BERDÓN BERDÓN, J.; ENRIQUE PORRO, J.; BECERRA GARCÍA, J.L.; GONZÁLEZ ADRADOS, J.R.; TUSELL I ARMENGOL, J.M; BEJARANO MEDINA, M.; COLLADO CABALLERO, M.; SÁNCHEZ AUNIÓN, M.F.; TRINIDAD LOZANO, M.J.; GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, M.T.; VERDUM VIRGOS, M.; SÁNCHEZ SÁNCHEZ, M.; JIMÉNEZ LÓPEZ, N.; GÓMEZ AGRELA, P.; SANTIAGO BELTRÁN, R. & LANZO PALACIOS, R. 2020. Prácticas innovadoras de descorche mecanizado. Proyecto GO SUBER. Pág. 1-158. Madrid.

GARCÍA MORENO A.M.; SANTIAGO BELTRÁN R.; JIMÉNEZ LÓPEZ N. Y PRADES LÓPEZ C. 2021. El aprovechamiento del corcho: Revisión del descorche tradicional y del descorche mecanizado. Revista Montes 145 Pág. 22-28

PERALTA, A. 2003. Estudio de la máquina IPLA para el descorche. Proyecto fin de carrera. Escuela Universitaria de Ingenieros Técnicos Forestales. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.

SANTIAGO BELTRÁN, R. 2017. El descorche del alcornoque con nuevas tecnologías. La agricultura y la ganadería extremeñas 2016. Pág 183-203. Fundación Caja de Badajoz. Badajoz.

SANTIAGO BELTRÁN, R. 2019. Las nuevas tecnologías en el descorche – El Proyecto GO SUBER. Livro da Feira - XX Feira do Montado de Portel. Pág. 19-20. Portel (Portugal).