



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios
ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

7CFE01-576

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales
Plasencia. Cáceres, Extremadura. 26-30 junio 2017
ISBN 978-84-941695-2-6

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Nuevas tecnologías aplicadas a la extracción del corcho: una mejora de la productividad y de la calidad de saca

BEIRA DÁVILA, F. J.¹, PRADES LÓPEZ, C.² y SANTIAGO BELTRÁN, R.¹

¹ Instituto del Corcho, la Madera y el Carbón Vegetal del CICYTEX

² Departamento de Ingeniería Forestal – Universidad de Córdoba.

Resumen

El descorche es una práctica que consiste en la extracción del corcho de *Quercus suber* L., y que se realiza de manera tradicional con el hacha. Uno de los problemas históricos del sector es la escasez de mano de obra especializada debido a la dificultad del manejo del hacha y a la dureza y temporalidad del trabajo. Las nuevas herramientas diseñadas para cortar el corcho (IPLA-Morell, Stihl MC200 y COVELESS) y para su separación y extracción (tenazas corcheras, MIJURO), surgen como una solución a ese problema.

Se han ensayado cuatro nuevos sistemas de descorche, que se han comparado con el sistema tradicional, analizando los resultados obtenidos en función de la productividad y el coste de producción, el porcentaje de trozos, la calidad de saca y la experiencia del operario.

Los resultados obtenidos muestran que los nuevos sistemas mejoran la productividad y los costes, y el rendimiento en materia prima. La calidad de saca se incrementa, disminuyendo las heridas al árbol y el tiempo de aprendizaje.

En conclusión, la utilización de estas herramientas permitiría paliar el problema derivado de la ausencia de mano de obra especializada, mejorando las condiciones de trabajo y la rentabilidad del aprovechamiento.

Palabras clave

Quercus suber L., descorche, mecanización

1. Introducción

El monte alcornocal es un ecosistema que acoge uno de los más ricos biotopos de la Unión Europea y es uno de los principales motores de la economía de muchas zonas rurales en el ámbito mediterráneo (PINTO-CORREIA 2000). Forma parte de los sistemas multifuncionales conocidos como “Montado”, en Portugal, y “Dehesa” en España (JOFFRE, VACHER et al. 1988). El corcho es su principal producción suponiendo un 0.2% del Producto Interior Bruto de España (SANCHEZ-GONZALEZ, CANELLAS ET AL. 2008; COSTA, OLIVEIRA ET AL. 2010), (SANTIAGO, 2009)

El corcho es la corteza del alcornoque y tras su extracción se regenera permitiendo la sostenibilidad del aprovechamiento y sucesivas extracciones, en periodos como mínimo de 9 años (GRACA AND PEREIRA 2004). El producto que mayor valor añadido proporciona es el tapón natural y se obtiene del corcho de tercera extracción y siguientes (LEAL, NUNES ET AL. 2008; SANCHEZ-GONZALEZ, CANELLAS ET AL. 2008) (ALMEIDA, TOME ET AL. 2010) (HELENA 2007). No sirven para la fabricación de tapón natural las planchas de corcho de dimensiones inferiores a 400 cm², denominadas “trozos” y el corcho procedente de los primeros 5-10 cm de la base del árbol, denominado “zapatas” (HELENA 2007), (CELIEGE, 2005).

El descorche es una práctica que consiste en la extracción del corcho de *Quercus suber* L., cuya concepción no ha variado prácticamente desde que se inició y que se realiza de manera tradicional con el hacha y con la burja, que es una pértiga de madera con un extremo en bisel. Uno de los problemas históricos del sector es la escasez de mano de obra especializada para realizar esas tareas de descorche, debido a la dificultad que entraña el manejo del hacha y a la dureza y temporalidad de este trabajo (PRADES ET AL, 2009).

La rentabilidad de este sistema de descorche tradicional es muy variable, dependiendo fundamentalmente del estado del alcornoque, la cualificación de los operarios, el porcentaje de trozos y el porcentaje de zapatas. La productividad media es del orden $118 \text{ kg-persona}^{-1}\text{hora}^{-1}$, los porcentajes de trozos y zapatas son del orden del 5.5% y 4.2 %, respectivamente, sobre el total de corcho extraído, en peso (PERALTA 2003).

En los últimos años se han desarrollado nuevas herramientas como una solución a ese problema. Se han diseñado máquinas que cortan el corcho (IPLA-Morell, Stihl MC200 y COVELESS) y herramientas manuales que completan la separación y extracción del corcho (tenazas corcheras, MIJURO).

Los nuevos equipos han sido diseñados para realizar una de las dos operaciones que tradicionalmente se realizan con el hacha (cortar y separar): Máquinas para hacer los cortes en el corcho sin dañar el árbol y herramientas manuales para la separación del corcho del árbol:

a) Las máquinas diseñadas para cortar el corcho incorporan un sistema de regulación automática de la profundidad de corte, según el calibre del corcho, basado en la diferencia de conductividad eléctrica entre corcho y madera, cuyos contenidos de humedad son muy diferentes (MARAT-MENDES AND NEAGU 2003) (ILIC ET AL. 2001). Un sensor situado en el extremo de la sierra y otro en el tronco envían los datos a un microprocesador que detecta la corriente y acciona un patín regulable que fija la profundidad de corte. Las máquinas que se incluyen en este grupo son (Figura 1)



Figura 1: Máquinas para cortar el corcho

- IPLA-Morell: Sierra eléctrica de vaivén de 3.8 kg de peso y 720 W de potencia alimentada por un generador eléctrico de gasolina, de 1000 W y tensión de trabajo de 220 V. Es una herramienta ligera y de fácil manejo que puede utilizarse en la parte alta del árbol, pero el peso del generador y los cables que conectan los distintos elementos dificultan los movimientos dentro del monte. Su desarrollo comenzó a mediados de los años 90 (ANTOLÍN ET AL 2003).

- Stihl MC200: Motosierra de gasolina, de 35 cm³ de cilindrada, 6.1 kg de peso y 1700 W de potencia. La motosierra y el sensor de conductividad se conectan por cable al procesador que lleva el operario a la espalda. Su velocidad de trabajo es superior y su manejo sencillo, sin embargo no puede utilizarse en la parte alta del árbol, por razones de seguridad y por su mayor peso.

- COVELESS: Sierra eléctrica de 3 kg de peso que funciona con baterías de litio de 18 V y 3 A-h. Es un equipo ligero que no dispone de cables, el propio extremo de la sierra actúa como sensor de conductividad eléctrica y el procesador va acoplado a la máquina, por lo que puede utilizarse para trabajar en la parte alta del árbol.

b) Las herramientas manuales para separar el corcho comenzaron a diseñarse en el año 2004 por el Instituto del Corcho, la Madera y el Carbón Vegetal (ICMC) de la Junta de Extremadura. Desde entonces se están realizando ensayos para su puesta a punto y evaluación (ICMC 2007) (Figura 2).



Figura 2: Herramientas para separar y extraer el corcho

- Tenazas corcheras: Se introducen en el corte realizado en el corcho, cuando el operario cierra las tenazas el extremo introducido en el corcho se abre, despegando el corcho del árbol.

- Mijuro: Palanca con un extremo en forma de pico de pato, con la punta roma, y unos ganchos en los laterales para trabar las planchas y separarlas del árbol. Esta herramienta tiene 3 versiones:

- o Mijuro corto: Con una longitud de 80 cm se utiliza en la zona baja del árbol.

- o Mijuro pértiga: Con 200 cm de longitud se utiliza en la zona alta

- o Mijuro percutor: Variante del Mijuro corto, lleva en un extremo una masa de acero que permite percutir la herramienta facilitando la separación del corcho fuertemente adherido sin dañar la capa generadora.

- Escalera IPROCOR: Escalera para acceder a las partes altas del árbol. Incorpora un sistema de anclaje al árbol que reduce el riesgo de caída. El extremo superior puede doblarse formando una plataforma para trabajar con mayor seguridad.

2. Objetivos

En este trabajo se han ensayado cuatro sistemas de descorche que utilizan las nuevas herramientas y se han comparado con el sistema tradicional que utiliza el hacha. La herramienta a utilizar en cada caso se ha seleccionado en función de las características morfológicas del alcornoque y de la altura de descorche, superior o inferior a 2m.

Para comprobar la viabilidad de los nuevos sistemas y compararlos con el sistema tradicional, se analizan los rendimientos de trabajo obtenidos (productividad ($\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$), el porcentaje de trozos y el coste de producción ($\text{€}\cdot\text{t}^{-1}$)), comparándolos con el sistema de descorche tradicional. Otros parámetros, como la calidad de saca y la influencia de la experiencia del operario sobre la productividad, también son evaluados en este trabajo.

3. Metodología

Las nuevas herramientas se utilizan en cuatro sistemas de trabajo diferentes, que recogen la variabilidad de los árboles en cuanto a dimensiones y forma. Para cada alcornoque se utilizará la herramienta más adecuada y se medirán en campo una serie de variables dendrométricas, temporales y relacionadas con el sistema de trabajo con el objetivo de evaluar el rendimiento del aprovechamiento, y realizar un análisis comparativo entre los diferentes sistemas (PERALTA, 2003, PRADES, 1996).

Los sistemas de trabajo se establecen mediante la definición de las herramientas a utilizar en cada operación, siendo la operación de corte la que condiciona el aprovechamiento. El primer parámetro que se considera en la selección de la herramienta de corte es la altura de descorche (DH). Considerando las prestaciones y limitaciones de los equipos, hasta 2 m de altura aproximadamente se utilizará la motosierra Stihl, por su sencillo manejo y mayor velocidad de trabajo. Si DH es superior se utilizarán la escalera y la IPLA-Morell o el hacha. Las herramientas pueden manejarse desde la escalera o desde la cruz del árbol.

Una alternativa que se plantea es realizar un corte circular en la parte baja del fuste, a 5 o 10 cm de la base, denominado “cuello inferior”. Es una operación delicada que requiere tiempo en su ejecución y no aumenta la producción de planchas de corcho, pero permite dejar las zapatas en el árbol y disminuir el porcentaje de trozos. Tradicionalmente las zapatas se extraen para evitar acumulaciones de agua, posibles pudriciones y el refugio de insectos. Sin embargo, los cortes limpios y rectos permiten evitar esos inconvenientes. Esta operación podría presentar otras ventajas derivadas de la obtención de planchas con bordes regulares en la zona inferior, haciendo innecesaria la operación de recorte de las planchas para separar el corcho de las zapatas, que no sirve para la fabricación de tapón natural. (HELENA 2007)

Una vez realizados los cortes, para la separación y extracción de las planchas de corcho se utilizará la herramienta manual adecuada en cada caso, también en función de la altura de descorche.

Dado que el hacha deben manejarla operarios con un alto grado de especialización y uno de los objetivos del trabajo es evaluar la posibilidad de que operarios menos expertos utilicen las nuevas herramientas, este factor se introduce en el análisis de los rendimientos de los sistemas. Los operarios se clasifican en expertos y de experiencia intermedia, en función del manejo que tienen de las distintas herramientas.

Las variables utilizadas en la evaluación de los diferentes sistemas se agrupan en función del tipo de información que contienen: Variables relacionadas con el sistema de trabajo, dendrométricas, temporales, de producción y de coste.

- Variables relacionadas con el sistema de trabajo:
 - Sistema de descorche (D_SYS), (1,2,3,4,5)
 - Calidad de descorche (Q): evaluación cualitativa del trabajo de descorche en función de la presencia de heridas o daños en el alcornoque causados por el proceso de descorche, en sacas anteriores (PREV_Q) y en la saca actual (ACT_Q). (1 deficiente, 2, 3, 4, 5 excelente)

- “Se da”, (GA): Facilidad con la que el corcho se desprende del alcornoque. (1 difícil, 2, 3, 4, 5 fácil)
 - Experiencia del sacador (W_EXP), (1 experiencia intermedia, 2 experto).
 - Escalera corchera. (LAD), Utilización de la escalera (1 uso, 0 no uso).
- Variables dendrométricas (Figura 3):

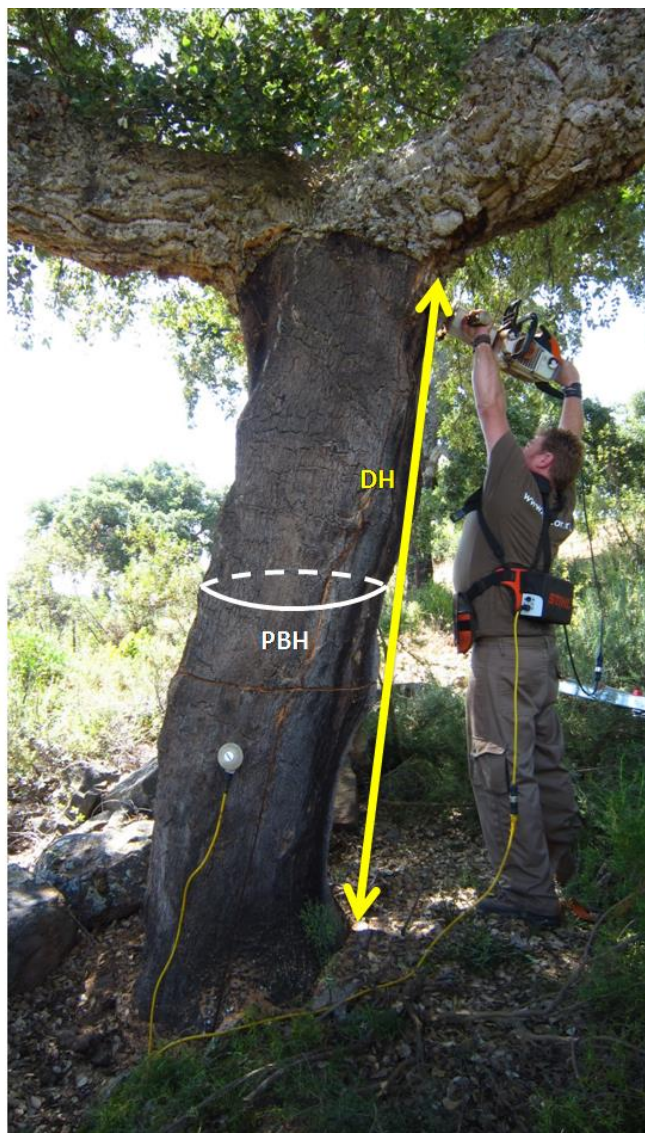


Figura 3: Perímetro a la altura del pecho (PBH) y altura de descorche (DH)

- Código del árbol (COD);
- Perímetro a la altura del pecho (PBH), medida a 1,30 m de altura y expresada en cm.
- Altura de la cruz (DTH), en cm;
- Número de ramas descorchadas (NB);
- Longitud de ramas (BL), en cm. De estas variables se derivan las siguientes:
 - Altura de descorche (DH), $DH(\text{cm}) = DTH + BL$
 - Superficie de descorche (DS), $DS (\text{m}^2) = (\text{PBH} \cdot \text{DH}) / 10,000$
- Sección normal (NS), $NS (\text{m}^2) = (\text{PBH})^2 / 4\pi$

- Coeficiente de descorche (DC). Indica la presión del descorche mediante variables lineales. Su valor debe ser inferior a 3 (CELIEGE 2005). $DC = DHPB$
- Intensidad de descorche (DI): Evalúa la presión del descorche mediante variables superficiales. No debe superar el valor $DI = 35$ (Montero et al, 1996). $DI = DSNS$
- Variables temporales: Indican el tiempo en minutos de cada operación de las fases del descorche, especificando la herramienta utilizada.
 - Tiempo de preparación (T_PREP): Tiempo empleado en limpiar de matorral la zona de trabajo, para trabajar de manera cómoda.
 - Tiempo de corte: Tiempo empleado en realizar los cortes verticales y horizontales en el corcho:
 - De cada equipo: Stihl (T_STHIL), IPLA-Morell en la parte inferior del árbol (T_IPLA_DOWN) y en la parte superior (T_IPLA_UP) y COVELESS (T_COVE).
 - Total: Suma de los tiempos de corte en un sistema de trabajo (T_TOTAL_CUT).
 - Tiempo de separación y extracción del corcho:
 - De cada herramienta: Tenazas (T_PINCERS), MIJURO corto (T_MIJ_SHORT), MIJURO largo (T_MIJ_LONG), MIJURO percutor (T_MIJ_HAM).
 - Total: Suma de los tiempos de separación y extracción en un sistema de trabajo (T_EXTRACT).
 - Tiempo de uso del hacha (T_AX)
 - Tiempo de descorche (T_DEB): $T_DEB = T_PREP + T_CUT + T_EXTRACT + T_AX$
- Variables relacionadas con la producción
 - Peso de corcho (W_CORK), en kg. Es la suma de Peso de planchas de corcho (W_PLANKS) y Peso de trozos de corcho (W_PIECES).
 - Porcentaje de trozos (%PIECES), con respecto a Peso de corcho.
 - Densidad superficial (W_M2): $W_M2 \text{ (kgm}^{-2}\text{)} = (W_CORK) / DS$
 - Productividad (PROD): Cantidad de corcho que se extrae por hora de trabajo: $PROD \text{ (kg h}^{-1}\text{)} = ((W_CORK) / (T_DEB)) * 60$
 - Tiempo de producción (PT): Tiempo necesario para obtener una tonelada de corcho: $PT \text{ (h t}^{-1}\text{)} = 1,000 / PROD$
- Variables de coste: Para obtener el coste horario y el coste de producción de cada sistema, se calculan los costes fijos y variables de los equipos y mano de obra (PIOTR S 2006), (MIYATA, 1980). Como costes fijos se consideran la inversión inicial en equipos y herramientas y el jornal de los operarios, fijado en 90 € para 7 horas de trabajo, según fuentes del sector. En los costes variables se computan los gastos de mantenimiento, estimados en el 70% de la inversión inicial, y los consumos de gasolina y aceite.
 - Coste horario (HC) de las herramientas expresado en €/h, considerando una vida útil de los equipos de corte de 2,500 horas y de 5,000 horas para las herramientas manuales. Se calcula el Coste Horario para cada sistema de descorche (SYS_HC)
 - Coste de producción (PC) de una tonelada de corcho para cada sistema de trabajo: $PC \text{ (€ t}^{-1}\text{)} = SYS_HC * PT$

Previo al descorche se decide el sistema de trabajo (D_SYS), se evalúa la calidad de las sacas anteriores (PREV_Q) mediante un análisis visual del alcornoque y se miden las variables dendrométricas. A continuación se procede a realizar los cortes y a extraer el corcho, utilizando las herramientas seleccionadas y anotando los tiempos de trabajo. Por último se pesa el corcho extraído (W_PLANKS y W_PIECES), se anota la facilidad con la que el corcho se ha despegado del árbol (GA) y se examina la superficie descorchada para evaluar la calidad de la saca actual (ACT_Q).

El equipo de medición está compuesto por una cinta métrica de 2 m de longitud y 1 cm de precisión, jalones enroscables de 1m y precisión 10 cm y un cronómetro de precisión centésima de segundo. La toma de datos se realiza utilizando un GPS Geoexplorer XM de Trimble, donde se anotan los valores que se exportarán a un ordenador

El análisis de rendimientos es la principal herramienta para comparar los sistemas de descorche entre si y, por tanto, determinar si la implantación de estas tecnologías en el descorche permite mejorar el aprovechamiento. El descorche tradicional lo realizan operarios expertos. En los sistemas mecanizados trabajarán operarios expertos y de experiencia intermedia.

El rendimiento se evalúa a través de los valores medios de la productividad PROD (kg-persona⁻¹h⁻¹), el porcentaje de trozos %PIECES (%), y el coste de producción PC (€/t).

El porcentaje de trozos es un indicador de la cantidad de materia prima que se obtiene en el aprovechamiento e influye significativamente en su valor comercial. Los trozos de corcho de dimensiones inferiores a 20 x 20 cm se comercializan a un valor muy inferior al de las planchas. En el proceso de fabricación del tapón los recortes procedentes del escuadrado de las planchas disminuyen el rendimiento en materia prima. La pérdida de corcho disminuye si el aprovechamiento está bien ejecutado y se extraen planchas de dimensiones homogéneas y bordes rectos.

4. Resultados

A partir de la metodología se han establecido 5 sistemas de trabajo, 4 utilizan los nuevos equipos y se diseñan en función del tamaño del árbol: 2 sistemas para árboles con HD > 2m y dos sistemas para árboles con HD < 2m, siendo el quinto el sistema tradicional. Se muestran en la siguiente tabla (Tabla 1):

Tabla 1: Número y variables dendrométricas para los sistemas de descorche mecanizados y tradicional. Herramientas utilizadas en cada uno de ellos

Sistema	N	PBH (cm)	DH (cm)	DS (m ²)	Herramienta			
					Cortar		Separar y Extraer	
					DH < 2m	DH > 2m	DH < 2m	DH > 2m
1	57	105.05	176.04	1.95	Stihl IPLA-Morell (cuello inferior)	IPLA-Morell	Tenazas M corto.	M largo
2	22	175.75	279.58	5.33	Stihl	Hacha	Tenazas M corto.	Hacha M largo
3	12	129.54	150.23	1.98	Stihl	-	Tenazas M corto.	Tenazas M corto.
4	6	120.83	136.67	1.82	COVELESS	-	Pincers	-

						Short M.	
Tradicional	102	160.73	285.05	4.78	Hacha	Hacha y burja	

M:Mijuro

Como paso previo al análisis de los rendimientos, se analiza si los cuatro sistemas de descorche mecanizado son diferentes mediante el Análisis Discriminante y el estadístico Lambda de Wilks. El Análisis Discriminante permite comprobar si existen diferencias significativas entre los cuatro sistemas de descorche con respecto a las variables que cumplen la condición de homocedasticidad. El estadístico Lambda de Wilks mide el poder discriminante del conjunto de variables, cuanto más cercano a 0 sea su valor mayor es el poder discriminante de dichas variables (TIMM 2002). (Figura 4)

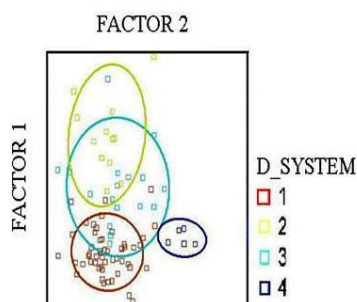


Figura 4: Diferencia entre los sistemas de descorche mecanizados según el Análisis Discriminante

Analizando en conjunto todos los datos, se han obtenido unos valores medios de productividad en los sistemas mecanizados bastante elevados (130.5 kg/persona-hora), superiores en un 10% a la productividad del sistema tradicional (118.7 kg/persona-hora), en condiciones de trabajo similares (PERALTA 2003). Sin embargo, se detectan diferencias entre los sistemas de descorche. El sistema 1 es el menos productivo (108.78 kg/persona-hora), debido a que incluye la operación “cuello inferior” y utiliza dos equipos (Stihl MC200 e IPLA-Morell). La utilización de ambos equipos origina tiempos extras con respecto a otros sistemas pero se obtienen planchas inferiores con bordes limpios y rectos. El sistema 2 es el más productivo (168.39 kg/persona-hora) y bastante parecido al sistema 3 (155.63 kg/persona-hora). En los dos se utiliza la motosierra Stihl, equipo que proporciona mejores rendimientos debido a su mayor velocidad de corte. En el sistema 4 se obtiene una productividad algo inferior (148.13 kg/persona-hora). (Tabla 2)

Tabla 2: Rendimientos de los diferentes sistemas de descorche y calidad de saca

D_SYS	PROD (kgpersona ⁻¹ hora ⁻¹)	%PIECES	PC (€t-1)	PREV_Q	ACT_Q
1	108.78	2.90	128.23	2.31	3.39
2	168.39	5.00	80.72	2.75	4.08
3	155.63	4.83	79.87	3.13	3.86
4	148.13	4.87	90.22	3.4	4.6
Tradicional	118.72	5.50	108.37	-	3.33

El rendimiento en materia prima, evaluado mediante el porcentaje de trozos (%PIECES), oscila entre el 2.90% y el 5.50%, para todos los sistemas. El menor valor (2.90%) corresponde al sistema 1 debido a

que el corcho de las zapatas no se extrae. En el resto de los sistemas el porcentaje de trozos es muy similar para los sistemas 3, 4 y 2, con valores 4.83%, 4.87% y 5%, respectivamente, inferiores en todos los casos al valor del descorche tradicional, 5.5% (PERALTA 2003). (Tabla 3)

Tabla 3: Rendimientos en función de la experiencia del sacador de corcho

D_SYS	W_EXP	PROD (kg:persona ⁻¹ :hora ⁻¹)	%PIECES
Mecanizados (1,2,3,4)	Experiencia intermedia	117.15	3.23
	Experto	151.24	5.27
Tradicional (5)	Experto	118.72	5.50

5. Discusión

La calidad de saca (Q) se ve incrementada con los sistemas mecanizados. La extracción del corcho se realiza con una mayor perfección y limpieza, mejorando el estado fitosanitario del alcornoque e incrementando el rendimiento en fábrica de las planchas de corcho obtenidas. La intensidad de descorche media (19.53) y el coeficiente de descorche (CD) medio (1.55), en ningún caso superan los valores recomendados y se mantienen lejos de los umbrales máximos de 3 y 35, respectivamente (CELIEGE 2005) (MONTERO 1996)

El análisis del Coste de Producción (PC) (€/t) muestra que, con excepción del sistema 1, los sistemas de descorche mecanizados generan un coste de producción inferior al del sistema tradicional. El mayor coste del sistema 1 se justifica por la ejecución de la operación “cuello inferior” y los costes derivados de la utilización de dos máquinas diferentes (IPLA-Morell y Stihl). Sería necesario evaluar el incremento del valor comercial del corcho en sacas futuras para llegar a alguna conclusión sobre la rentabilidad de este sistema.

Hasta los 2 m de DH la máquina Stihl es el equipo que mejores resultados ofrece. Para repoblaciones en las que la mayoría de árboles son de ese tamaño, se trabajaría con el sistema 3. Cuando se trate de una finca con árboles de porte mayor (HD>2m) debe utilizarse otra herramienta para cortar el corcho en la parte alta. La utilización de la máquina Stihl en el fuste y el hacha en la parte alta del alcornoque (sistema 2) es la combinación de herramientas que mejores rendimientos genera.

El estudio de la productividad en función de la experiencia del operario pone de manifiesto que con las nuevas herramientas un operario experiencia intermedia obtiene un valor de productividad (117.15 kg/persona-hora) muy similar al de un operario experto que trabaje con el sistema tradicional de descorche (118.72 kg/persona-hora) (PERALTA, 2003). El uso de estas nuevas tecnologías puede simplificar el aprendizaje de los trabajadores sin que se vea afectada la productividad.

6. Conclusiones

Los nuevos sistemas de descorche proporcionan mejores resultados que el sistema tradicional: La productividad (kg:persona⁻¹:h⁻¹) es mayor, el porcentaje de trozos (%) ligeramente menor y el coste de producción (€/t) inferior, a excepción del sistema 1

Entre los nuevos sistemas, el 2, 3 y 4 presentan un porcentaje de trozos y un coste de producción muy similares. La productividad de los sistemas 2 y 3 es muy similar y algo superior a la del sistema 4. El sistema 1 es el menos productivo y su coste de producción es sensiblemente superior, sin embargo, el porcentaje de trozos que genera es bastante inferior.

La calidad de saca se incrementa con las nuevas herramientas, es decir, la extracción del corcho se realiza con una mayor perfección y limpieza, mejorando el rendimiento en fábrica de las planchas de corcho obtenidas. Con las nuevas herramientas un operario de experiencia intermedia obtiene resultados muy similares al de un operario experto con el sistema tradicional, por lo que la utilización de estos equipos permitiría paliar el problema derivado de la ausencia de mano de obra especializada, mejorando las condiciones de trabajo.

Estos resultados muestran la viabilidad de la utilización de las nuevas herramientas en el descorche y los posibles beneficios que pueden reportar al sector.

7. Agradecimientos

A todos los que con su esfuerzo físico, su conocimiento, su generosidad y su entusiasmo han hecho posible este trabajo

8. Bibliografía

ALMEIDA, AM.; TOME, J.; TOME, M.; 2010. Development of a system to predict the evolution of individual tree mature cork caliber over time. *Forest Ecology and Management* 260(8): 1303-1314.

ANTOLÍN, PG; DÍAZ, A.; GONZÁLEZ, JA.; GUERRA, M.; IGLESIAS, JM.; MAESTRE, A.; PERALTA, A.; PIANU, B.; DEL POZO, JL.; ROBLEDANO, L.; RODRÍGUEZ, MA.; SÁNCHEZ, L, SANTIAGO, R.; SANZ, J.; VASCO, A. 2003. La máquina IPLA para el descorche. IPROCOR, Junta de Extremadura, Mérida.

CELIEGE. 2005. Código Internacional de Prácticas Suberícolas. Proyecto Subernova. Mérida-Évora.

COSTA, A.; OLIVEIRA, AC.; VIDAS, F.; BORGES, JG. 2010. An approach to cork oak forest management planning: a case study in southwestern Portugal. *European Journal of Forest Research* 129(2): 233-241.

GRACA, J.; PEREIRA, H. 2004. The periderm development in *Quercus suber*. *Iawa Journal* 25(3): 325-335.

INSTITUTO DEL CORCHO, LA MADERA Y EL CARBÓN VEGETAL, ICMC. 2007. La experiencia de IPROCOR con las máquinas de descorche. Mérida

ILIC, JC 2001. Wood: Electrical Properties. *Encyclopedia of Materials: Science and Technology*. Oxford, Elsevier: 9629-9633.

JOFFRE, R.; VACHER, J.; DE LOS LLANOS, C.; LONG, G. 1988. The dehesa, an agrosilvopastoral system of the Mediterranean region with special reference to the Sierra Morena area of Spain. *Agroforestry Systems* 6(1): 71-96.

LEAL S, NUNES E, PEREIRA H. 2008. Cork oak (*Quercus suber* L.) wood growth and vessel characteristics variations in relation to climate and cork harvesting. *European Journal of Forest Research* 127(1): 33-41.

- MARAT-MENDES JN AND NEAGU ER. 2003. The study of electrical conductivity of cork. *Ferroelectrics* 294: 123-131.
- MIYATA E. 1980 Determining fixed and operating cost of logging equipment. General Technical Report NC-55, Forest Service North Central Forest Experiment Station, St. Paul, MN. 14 pp.
- MONTERO, G.; TORRES, E.; CAÑELLAS, I.; ORTEGA, C. 1996. Models for the prediction of cork production in cork oak stands. *Forest Systems* 5 (1): 97-127
- PERALTA A. 2003. Estudio de la máquina IPLA para el descorche. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.
- PEREIRA, H. 2007. Cork., Elsevier Science B.V. Amsterdam
- PINTO-CORREIA T. 2000. Future development in Portuguese rural areas: how to manage agricultural support for landscape conservation? *Landscape and Urban Planning* 50(1-3): 95-106.
- PIOTR M. 2006. A comparison of harvesting productivity and costs in thinning operations with and without midfield. *Forest Ecology and Management* 224(3): 286-296.
- PRADES C. 1996. Bases para la utilización de un sistema de aprovechamientos mecanizado de alta tecnología. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica, Madrid.
- PRADES, C.; GÓMEZ, I.; SÁNCHEZ, F. 2009. El perfil del corchero en el Parque Natural Los Alcornocales y su opinión sobre el sector. *EuropaCork* 44, 36-40.
- SANCHEZ-GONZALEZ, M.; CANELLAS, I.; MONTERO, G. 2008. Base-age invariant cork growth model for Spanish cork oak (*Quercus suber* L.) forests. *European Journal of Forest Research* 127(3): 173-182.
- SANTIAGO R. 2009. Défis de l'UE concernant le secteur du liège. Présentation en el Grupo Consultivo Forestal y Corcho (20 de febrero de 2009). Bruselas (Bélgica).
- TIMM N. 2002. Applied Multivariate Analysis. Springer. New York.