



LA EXPERIENCIA DE IPROCOR CON LA MÁQUINA IPLA PARA EL DESCORCHE



Instituto del Corcho, la Madera y el Carbón Vegetal - IPROCOR
JUNTA DE EXTREMADURA

A la memoria de
Antonio Vasco Jiménez



Han intervenido en este trabajo:

Pedro G. Antolín Serrano
Alonso Díaz Gallego
José Antonio González Montero
Marisa Guerra Montero
José María Iglesias Guijarro
Angel Maestre Carroza
Alicia Peralta García
Bruno Pianu
José Luis del Pozo Barrón
Lola Robledano Requejo
Miguel Ángel Rodríguez Fernández
Luis Sánchez Juárez
Ramón Santiago Beltrán
Javier Sanz Hermoso
Antonio Vasco Jiménez

Agradecimientos:

A todas las personas que han ayudado a la realización de este trabajo, especialmente a Bruno Pianu, a los propietarios de las fincas donde se han realizado los ensayos y al resto de compañeros de IPROCOR.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. DESCRIPCIÓN RESUMIDA	1
1.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	2
1.3. FUNCIONAMIENTO	2
1.4. MÉTODO DE TRABAJO	3
1.5. MANTENIMIENTO	7
1.6. SEGURIDAD Y SALUD LABORAL	8
2. OBJETIVOS	9
3. MATERIALES Y MÉTODOS	10
3.1. TRABAJOS DE CAMPO	10
3.2. TRABAJOS DE GABINETE	15
4. RESULTADOS	17
4.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS ALCORNOQUES	17
4.2. CARACTERIZACIÓN DEL TRABAJO DE LA MÁQUINA IPLA	18
5. DISCUSIÓN	24
5.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS ALCORNOQUES	24
5.2. TRABAJO DE LA MÁQUINA IPLA	24
6. CONCLUSIONES	28
7. BIBLIOGRAFÍA	30

RESUMEN:

IPROCOR ha realizado estudios profundos sobre la aplicación de nuevas tecnologías al descorche. En este trabajo se presentan los resultados de los estudios realizados sobre la máquina IPLA, máquina que supone notables mejoras frente al método de descorche tradicional.

1. INTRODUCCIÓN

La máquina IPLA es un invento que supone un enorme salto cualitativo en la tecnología del descorche: por primera vez un dispositivo automático es capaz de cortar el corcho sin dañar la capa madre. El inventor es Bruno Pianu, un ingeniero italiano que viene del sector de la electrónica y para el que la máquina IPLA ha supuesto un reto al que ha dedicado buena parte de su ingenio desde hace más de 10 años. Bruno Pianu ha desarrollado esta máquina en el seno de la empresa IPLA (Informatica Per L'Acqua), una empresa dedicada a la electrónica. El desarrollo de la máquina ha pasado por diferentes fases: en un primer momento el elemento cortante era una fresa circular, que producía un enorme momento sobre la máquina y el brazo del operario. Posteriormente el elemento fue una sierra circular, que además del momento, tenía serias dificultades para trabajar en troncos irregulares. Finalmente se introdujo la sierra de vaivén como elemento cortante. El suministro de energía también ha variado: en un principio se utilizaron baterías electrolíticas, pero por la escasa potencia que producían y por la dificultad adicional para recargarlas se pasó finalmente al generador eléctrico de gasolina. El Instituto CMC mantiene una colaboración estrecha con Bruno Piano desde hace ocho años. El presente trabajo resume la experiencia del Instituto CMC con la máquina IPLA a lo largo de estos años. En este periodo el Instituto ha realizado ensayos con la máquina para comprobar su manejo óptimo, las características del descorche realizado con ella, demostraciones divulgadoras, charlas y asesoramiento en materia de descorche. A lo largo de este trabajo se dará cuenta de los resultados más interesantes.

1.1. Descripción resumida

La máquina IPLA es una sierra eléctrica de vaivén con regulación automática de la profundidad de corte, según el calibre del corcho. El equipo completo está formado por la sierra, un generador eléctrico y un microprocesador. Sirve exclusivamente para realizar las operaciones de abrir y trazar.



Equipo completo de la máquina IPLA

1.2. Características técnicas

Peso de la máquina: 3 Kg

Peso del microprocesador: 2 Kg

Peso del equipo completo: 20 Kg

Fuente de energía: generador eléctrico de gasolina

Capacidad del depósito de gasolina: 2,5 litros

Autonomía del generador: 5-8 horas

Potencia nominal de la máquina: 600 vatios

Potencia real: 300 vatios

Voltaje: 220 voltios

Profundidad máxima de corte: 100 mm



Detalle del elemento cortante

1.3. Funcionamiento

La regulación de la profundidad de corte se basa en la diferente conductividad eléctrica del corcho y de la capa madre. La conductividad eléctrica del corcho es muy baja, mientras que la de la capa madre es bastante alta. La máquina dispone de un sensor que se clava en el árbol, y que debe llegar a la capa madre. Al cortar el corcho con la sierra, ésta va regulando la profundidad de corte con un patín en función del calibre del corcho, que es calculado por el microprocesador, en función de la conductividad



eléctrica que depende directamente de la corriente eléctrica que se establece entre el sensor y la hoja de la sierra. Mientras el corte se produce en corcho, el microprocesador no detecta paso de corriente eléctrica y ordena realizar un corte más profundo. Cuando la cuchilla se aproxima

Especialista trabajando con la máquina

a la capa madre el microprocesador detecta el paso de corriente eléctrica y hace disminuir la profundidad de corte. El microprocesador realiza 5 mediciones por segundo de forma que la regulación es muy rápida además de automática.

1.4. Método de trabajo

El método usual de trabajo comprende las siguientes fases:

1. Puesta en marcha del generador. Se debe comprobar el nivel de gasolina del depósito del generador, y caso de ser necesario llenarlo (funciona con gasolina sin plomo). También es necesario comprobar el nivel de aceite, que tiene depósito aparte. El generador se monta sobre un carrito metálico de dos



Puesta en marcha del generador

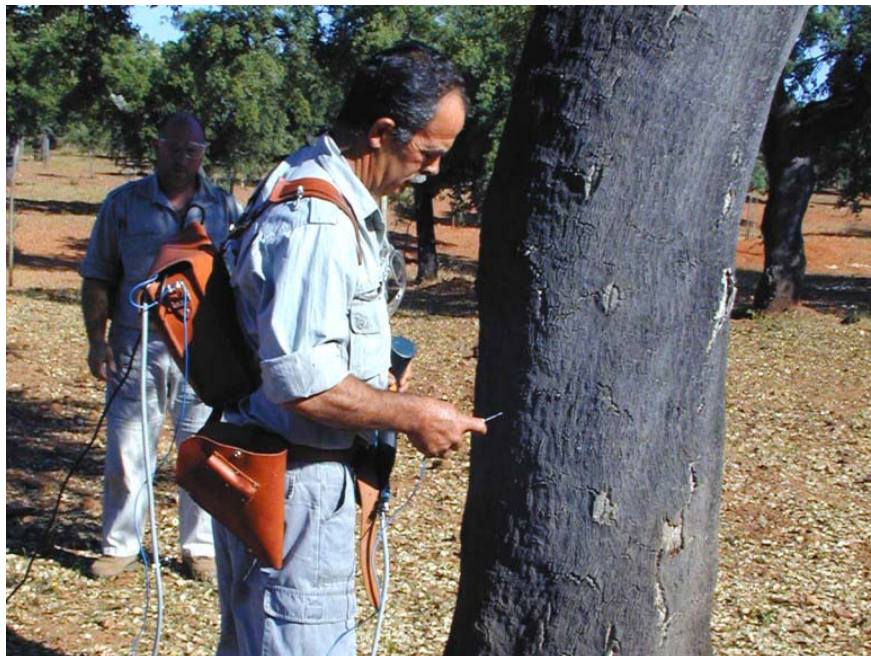
ruedas provisto de un cable alargadera, un interruptor de corriente y un fusible de protección. El generador va provisto de un interruptor de arranque que hay que poner en la posición 1 antes de arrancar. El arranque se realiza mediante una polea a la que va unido un cordón resistente al que hay que aplicar un tirón enérgico.

2. Ensamblaje de las partes. Se deben ensamblar entre sí la sierra eléctrica, el sensor, el microprocesador, y éste al generador. Una vez hecho esto el suministro de electricidad al equipo se realiza poniendo en "on" los interruptores eléctricos del generador y del carrito. El microprocesador cuenta con un regulador de la sensibilidad que consiste en un tornillo con una tuerca que lo inmoviliza. Este regulador hay que ponerlo al máximo de sensibilidad, que es completamente girado hacia la izquierda, de esta forma el trabajo de la máquina será muy cuidadoso. El microprocesador va

guardado en una mochila de cuero que debe ponerse el operario a la espalda. Los cables pueden ajustarse con pequeñas bridas para facilitar el manejo de la máquina.

3. Calibración del equipo. Se realiza sobre un fruto grande y jugoso por dentro como puede ser una sandía. Para ello se pincha el sensor en la sandía y se aplica la sierra eléctrica con el botón que regula el reseteo en posición 5 sobre la superficie de la misma. Si la máquina funciona correctamente la sierra cortará muy superficialmente (menos de 1 mm) la cáscara de la sandía, sin penetrar en la pulpa. Si la máquina corta la pulpa o el patín que regula la profundidad se sale, habría que consultar con el servicio técnico.

4. Clavado del sensor. El sensor debe clavarse profundamente en el alcornoque, aprovechando alguna gema, cerciorándose de que llega hasta la capa madre y se establezca una corriente eléctrica entre el sensor y la hoja de la sierra. Si no se llegase a clavar en la



Clavado del sensor

capa madre, se podrían producir heridas en el árbol, ya que el microprocesador no detectaría el paso de corriente eléctrica y la sierra seguiría profundizando en el corte. Por otro lado la elección del punto de inserción es importante, de forma que permita al operario una buena maniobrabilidad y el máximo alcance con la máquina.

5. Reseteo del equipo. El reseteo o puesta a cero del equipo se hace mediante una rueda giratoria que tiene 6 posiciones y está situada por encima del puño de la sierra eléctrica esta rueda regula la sensibilidad del patín a las diferencias de calibre en el corcho. La posición 6 es la que se debe utilizar para realizar el reseteo. La posición 5

es la que debe utilizarse cuando se trabaja normalmente sobre corcho. El resto de posiciones 1-4 deben utilizarse cuando se corte alguna ramita pequeña que estorbe durante el descorche. Una vez puesto el botón de reseteo en la posición 6, se debe apretar el gatillo de la sierra y comprobar que el patín de la sierra comienza a salir hacia el exterior de forma que la profundidad de corte de la sierra va disminuyendo progresivamente hasta hacerse nula. En este momento se debe soltar el gatillo, pues si se sigue apretado se corre el riesgo de que el patín salga del todo de su guía.



6. Corte del corcho. La sierra tiene un botón en forma de palanca para seleccionar el movimiento de corte. Al seleccionar la posición III, la sierra proporciona un movimiento orbital acentuado, óptimo para cortar el corcho. Se debe poner el botón de reseteo en la posición 5 para que la respuesta del patín a los cambios de calibre sea óptima. Una vez hecho esto se debe elegir el sitio por donde se va a cortar el corcho y aproximarse



a él, apoyando el patín de la sierra en la superficie del corcho de manera que el eje del patín quede perpendicular a la superficie del corcho. La siguiente operación es apretar el gatillo; la sierra comenzará a cortar el corcho y se deberá desplazarla a su ritmo, sin forzarla a lo largo de la línea

detalle del corte



Se debe sujetar la máquina con las dos manos para asegurar un corte recto y que el patín apoye continuamente en el corcho. El desplazamiento puede realizarse de arriba abajo, de abajo a arriba, horizontal u oblicuo. De esta forma se realiza la línea de trazado o corte transversal a la altura del pecho, las líneas de abertura o cortes

Detalle del corte

longitudinales a lo largo del tronco del alcornoque y los cuellos o cortes transversales que delimitan la superficie descorchada en el árbol en su parte superior. Al desplazar la sierra por la superficie del alcornoque se verá como el patín entra y sale con suavidad y la sierra va cortando el corcho progresivamente. Hay que mantener en todo momento el patín apoyado en el corcho y la sierra perpendicular a la superficie que se está cortando.

Modificar esta perpendicularidad puede implicar daños a la capa madre y posibilidad de rotura de la sierra. Al utilizar la máquina en zonas irregulares (gemas, bultos y concavidades) conviene bajar la velocidad de desplazamiento para que el patín pueda irse adaptando a los diferentes calibres que suelen darse en estas zonas.



Trabajo en el cuello

En las gemas es conveniente cortar exclusivamente las “llaves” (zonas estrechas de corcho que separan dos gemas consecutivas) de forma que por un lado se optimiza el uso de la máquina y por otro se minimizan los daños al árbol. Cada vez que el trabajo de la máquina sobre el corcho se interrumpe (comienzo de una nueva línea de corte, movimiento involuntario del brazo, ...) conviene volver a comenzar por el punto 5, reseteo del equipo para evitar daños a la capa madre.

Si se observase un repiqueteo de la sierra contra la capa madre, es que probablemente el sensor esté mal clavado en el árbol, habría que parar la sierra y comenzar por el punto 4, clavado del sensor.

1.5. Mantenimiento

Las operaciones básicas que comprende el mantenimiento de la máquina IPLA son las siguientes:

Sustitución de las hojas de corte. Las sierras de corte son prácticamente las mismas que se utilizan para cortar madera pero con dos salvedades: una pequeña modificación consistente en que la punta se



Detalle de árbol descorchado con la máquina

lima para darle una forma redondeada y luego se afila para facilitar la operación de corte de corcho. La otra peculiaridad es que el paso debe ser mayor de 3 mm.

No es raro que durante el trabajo en la zona de los cuellos se rompa alguna sierra, ya que el bornizo es un corcho que ofrece más resistencia al corte, además de ser más grueso, por lo que la sierra se sobrecalienta y si se pone en una posición forzada, se rompe con relativa facilidad. Para sustituir la sierra hay que aflojar un tornillo que la asegura en el hueco donde va alojada, al final del émbolo, remplazar la sierra y volver a apretar el tornillo.

Engrase. Conviene engrasar cada 2/3 días tanto el engranaje del patín que regula la profundidad de corte como el émbolo de la sierra de vaivén.

Limpieza con aire a presión. Al menos una vez por semana conviene someter el equipo completo a una limpieza con aire a presión, pues el ambiente de trabajo hace que se impregne bastante de polvo, tanto de tierra como de corcho.

Lubricación del grupo electrógeno. El grupo electrógeno tiene un depósito de aceite lubricante. Hay que revisar el nivel del aceite al comienzo de la jornada de trabajo, y añadir caso de ser necesario.

1.6. Seguridad y salud laboral

La normativa de seguridad y salud laboral española es muy amplia, compleja e inespecífica en el caso de los trabajos forestales y más concretamente en los descorches. En el Manual didáctico del sacador del Instituto CMC en las páginas 107-110 se dan una serie de recomendaciones de seguridad y salud laboral a tener en cuenta en la saca de corcho. Además de estas normas, durante el uso de la máquina IPLA se recomienda:

- Uso de gafas de protección. Durante el proceso de corte con la máquina hay una extracción constante de viruta de corcho que puede dañar los ojos.
- Uso de guantes. Para minimizar las vibraciones de la máquina y evitar cortes.



Es recomendable el uso de gafas de protección

- Comprobar que el correa de la máquina está perfectamente adaptado al cuerpo del operario.
- Comprobar que los cables están bien sujetos y no dificultan los movimientos, especialmente si se va a subir al árbol.
- Tener en cuenta que el generador suministra una corriente eléctrica de 220 v, y una manipulación incorrecta puede dar lugar a una descarga.
- No trabajar con la máquina si ha llovido recientemente y el corcho está húmedo.
- Comprobar que la máquina está desenchufada cuando se vaya a realizar cualquier manipulación.

2. OBJETIVOS

Los previstos son:

1. Realizar un estudio de productividades de descorche con la máquina IPLA
2. Comparar el trabajo de la máquina IPLA con el descorche tradicional
3. Optimizar la utilización de la máquina IPLA en el descorche
4. Obtener y relacionar datos dasométricos interesantes del alcornoque

3. MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo desarrollado por el Instituto CMC con la máquina IPLA ha sido básicamente el siguiente: En primer lugar se produjo una toma de contacto con la máquina donde tanto especialistas como técnicos del Instituto se familiarizaron con su manejo, comprobaron sus prestaciones, se hicieron ensayos cualitativos, se analizaron los puntos débiles de la misma y se propusieron mejoras al inventor Bruno Pianu. Esta fase duró 2 años. En segundo lugar se siguieron realizando ensayos cuantitativos y cualitativos, demostraciones y se planificó el trabajo de ensayos pormenorizados de años posteriores. Esta fase duró otros 2 años. En la tercera fase se han realizado demostraciones, charlas divulgativas y un estudio pormenorizado de la máquina IPLA, midiendo numerosas variables del medio, del árbol, tiempos, rendimientos y calidad del descorche entre otras. Esta fase ha durado 3 años, correspondiendo 2 al trabajo de campo y 1 al análisis y elaboración de los datos posterior. En esta publicación nos vamos a centrar en el trabajo de esta última fase que ha sido la más fructífera en cuanto a resultados, aunque para llegar a ella eran necesarias las fases anteriores.

3.1. Trabajos de campo

3.1.1. Material de los trabajos de campo

El material utilizado durante los trabajos de campo ha sido el siguiente:

- Máquina IPLA BRUNO-M 0.80
- Grupo electrógeno HONDA EU-10i y EX 7 G
- Cuchillas
- Gasolina sin plomo de 95 octanos
- Calibrador (sandía)
- Hacha corchera modelo extremeño
- Escalera corchera modelo IPROCOR
- Burja
- Navaja de rajar FC&Cia
- Romana reversible de 100 Kg y precisión de 500 g
- Dinamómetro Pesola de 20 Kg y precisión de 250 g
- Pie de línea modelo IPROCOR con precisión 1 mm
- Saca de rachel de 25 litros

- Cuerdas de 1 cm de diámetro
- Lingas
- Gafas protectoras homologadas
- Guantes de cuero
- Jalones enroscables de 1 m y precisión de 10 cm
- Pintura para señalar árboles
- Pintura cicatrizante árboles
- Cinta de plástico roja y blanca para señalar
- Vehículo todo-terreno (Nissan PATROL 2.7 T/B. TD, Land Rover Defender 110 S y Renault Megane Scenic 4x4)
- Botiquín
- Nevera portátil
- Agua potable
- Hielo
- Estadillos de campo
- Cinta pi de 2,65 m y precisión de 1 mm
- Cinta métrica de 50 m y precisión de 1 cm
- Cronómetro HEUER TAG 200 S, con precisión de 1/10 segundo
- Aqua-Boy KOM III
- Estación meteorológica portátil
- GPS Garmin 12, con precisión de 100 m
- Relascopeo Bitterlich
- Brújula sexagesimal Shunto precisión 1°
- Cámara de fotos digital Kodak DC5000
- Teléfono móvil Siemens C25

3.1.2. Metodología de los trabajos de campo

Una vez terminadas las primeras fases de trabajos con la máquina IPLA, IPROCOR disponía de la información necesaria para realizar un estudio pormenorizado. Se planificó el trabajo de campo, determinando los ensayos que se iban a realizar, las variables que se iban a medir y las fincas donde se iba a trabajar. La forma usual de localizar a las posibles fincas candidatas ha sido el plan de calas de IPROCOR, donde el Instituto CMC ofrece un servicio de estimación de la calidad de corcho a los

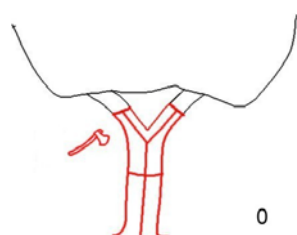
propietarios que tienen saca en el año en curso. Una vez puestos en contacto con los propietarios y visitadas las fincas con el plan de calas, se les ofrecía realizar una o varias parcelas de descorche mecanizado. Una vez llegados a un acuerdo con diversas fincas, se estableció el orden de trabajo. Las fincas (con el número de parcelas y pies estudiados) donde se han realizado estos ensayos son:

Nombre	Término municipal	Nº parcls.	Nº de pies	Año
Carretona	Cáceres	4	93	2001
Perénguana	Cáceres	1	57	2001
Sierra de Pela	Navalvillar de Pela	2	29	2001
Valdezaque	Cordobilla de Lácara	1	60	2001
Valdemantilla	Alcuéscar	1	10	2001
Fuente del Tallo	Guijo de Granadilla	1	5	2001
Las Morras	Carmonita	1	5	2001
La Crespa de Abajo	Higuera de Vargas	1	45	2001
Coto Santa Eulalia	Carmonita	2	47	2002
Dehesa de la Crespa	Higuera de Vargas	1	42	2002
TOTAL 10 FINCAS		15	393	

En total se han estudiado cerca de 400 árboles agrupados en 15 parcelas de 10 fincas de Extremadura.

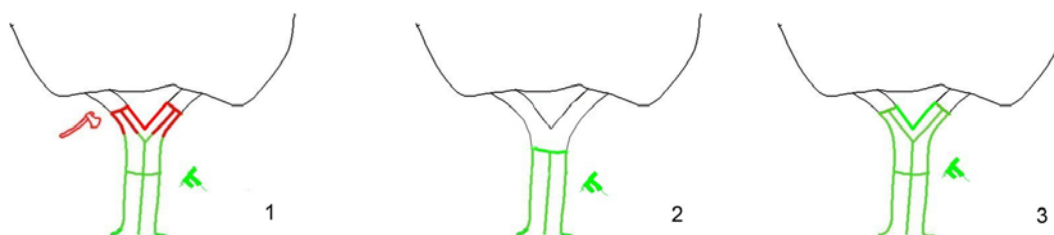
Durante las dos temporadas de ensayos pormenorizados, se han realizado 7 tipos diferentes de descorche: En todos los casos la labor de rayado con la máquina fue realizada por sacadores con experiencia en la utilización de la máquina IPLA, por operarios con alguna experiencia con la máquina y también por operarios sin ninguna experiencia con la máquina. El descorche propiamente dicho fue realizado en todos los casos por sacadores.

Tipos de descorche realizados

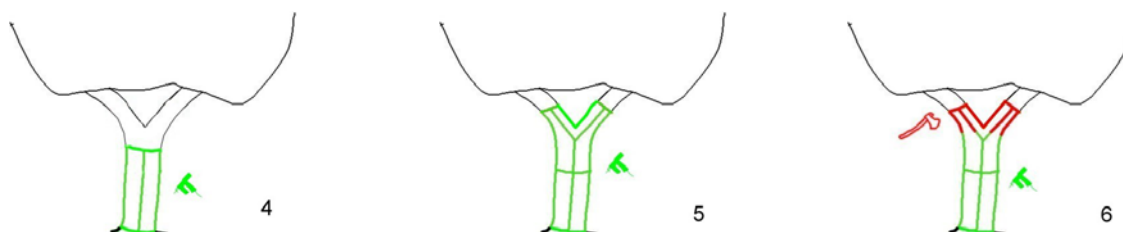


0. Descorche tradicional con hacha. Se descorcharon cerca de 50 alcornoques en el año 2001.

1. Rayado con máquina en la parte inferior del árbol (hasta donde alcanza el operario sin subirse en ninguna escalera) y con hacha en la superior. Se descorcharon cerca de 50 alcornoques en el año 2001.
2. Rayado totalmente a máquina desde el suelo (por ser los árboles pequeños; HD < 2m). Se descorcharon cerca de 100 alcornoques en el año 2001.
3. Rayado totalmente a máquina subiendo al árbol. Se descorcharon cerca de 100 alcornoques en el año 2001.



4. Rayado totalmente a máquina desde el suelo (por ser los árboles pequeños; HD < 2m), haciendo dos trazados (arriba a la altura del cuello y abajo a ras de tierra) y dos líneas de apertura. Con esta forma de trabajo se extrae todo el corcho en dos planchas. Se descorcharon cerca de 25 alcornoques en el año 2002.
5. Rayado totalmente a máquina haciendo dos trazados (uno a la altura del pecho y otro a ras de tierra), los cuellos y las líneas de apertura necesarias (3 ó más). Se descorcharon cerca de 25 alcornoques en el año 2002.
6. Rayado con máquina en la parte inferior del árbol con dos trazados (uno a la altura del pecho y otro a ras de tierra) y rematando el trabajo con hacha en la parte superior del árbol, donde no se alcanzaba con la máquina desde el suelo. Se descorcharon cerca de 50 alcornoques en el año 2002.



Las variables que se han medido de cada árbol descorchado son las siguientes:

Variable de Identificación

- Código, que se utiliza para identificar el árbol y la finca a la que pertenece.

VARIABLES CUANTITATIVAS, EXPRESADAS EN DIFERENTES UNIDADES.

VARIABLES CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO (ENTORNO DEL ALCORNOQUE).

- Pendiente. Expresada en %.
- Orientación. Expresada en grados sexagesimales.
- Vegetación; evaluada de 0-5 indica la dificultad que opone la vegetación al paso de la máquina, se midió de esta forma en el año 2001, en el 2002 se desglosó en las dos variables siguientes:
- Fracción de cabida cubierta de matorral. Expresada en %. Sólo se midió en el 2002.
- Altura del matorral. Expresada en cm. Sólo se midió en el 2002.
- Porcentaje de pedregosidad (en %). Sólo se midió en el 2002.
- Diámetro medio de las piedras (en cm). Sólo se midió en el 2002.
- Temperatura (°C). Sólo se midió el año 2001 porque se vio que no era relevante.
- Humedad relativa (%). Sólo se midió el año 2001 por lo mismo.

VARIABLES DASMÉTRICAS.

- Circunferencia a la altura del pecho (CAP,cm).
- Altura de descorche (HD,cm).
- Altura de fuste (HF,cm).
- Número de ramas gruesas a descorchar (NR).
- Calibre de corcho (CB,mm).
- Peso de corcho extraído (kg).
- Peso de trozos (kg).
- Humedad del corcho (%). Medida con el Aqua-Boy. Sólo se midió en el año 2001 al comprobarse que el aparato era poco preciso.
- Humedad de la capa madre (%). Solo se midió en el 2001 por lo mismo.

VARIABLES TEMPORALES.

- Tiempo de desplazamiento (T1, min). Sólo se midió en el año 2002.
- Tiempo de preparación (T2, min).
- Tiempo de rayado (T3, min).
- Tiempo de descorche (T4, min).
- Tiempo de rajado y recogida (T5, min).
- Fecha de rayado (día).
- Fecha de descorche (día).

- Diferencia (días).

Variables cualitativas.- Evaluadas de cero a cinco según el grado de afección.

Estado fitosanitario

- Culebra
- Chancro
- Cerambix
- Irregularidad
- Corcho verde. Sólo se midió en el año 2002

Calidad de la saca

- Saca anterior
- Saca actual
- Facilidad de desprendimiento del corcho (se da)

Forma de trabajo.

- Número de hachas.
- Número de máquinas.
- Tipo de descorche.
- Cualificación del operario de la máquina.

Una descripción más detallada de estas variables puede encontrarse en el proyecto fin de carrera de Alicia Peralta García. Estas variables se introdujeron en estadillos de campo elaborados al efecto, en dos modelos diferentes correspondientes a los años 2001 y 2002.

3.2. Trabajos de gabinete

3.2.1. Material de los trabajos de gabinete

El material utilizado durante los trabajos de gabinete ha sido el siguiente:

- PC Pentium III con 256 MB de Ram, 2 discos duros de 40 y 20 GB respectivamente, lector de CD-Rom, lector-grabador de CD-Rom y conexión a Internet vía intranet local y RDSI.
- Impresora HP C Laserjet 4500 (impresión en color)
- Impresora HP Laserjet 2100 M (impresión en blanco y negro)
- Scanner HP Scanjet II cx (para mapas, gráficos e imágenes en papel)
- Scanner Nikon Coolscan II (para diapositivas)
- Entorno Windows 2000

- Paquete Office 2002 (Word, Excel y Power Point)
- Corel Photo Paint versión 8
- Microsoft Internet Explorer versión 6.0
- Systat versión 10.2

3.2.2. Metodología de los trabajos de gabinete

Los datos de los estadillos de campo fueron volcados a una hoja Excel y desde aquí exportados a Systat. En el programa Systat han sido analizados con técnicas de análisis univariante y multivariante. En el análisis univariante se analizaron básicamente media, desviación típica, coeficiente de variación, valor mínimo y valor máximo de cada variable. Las técnicas de análisis multivariante aplicadas han sido: matrices de correlación de Pearson, ANOVA, análisis discriminante y análisis de regresión. Todos estos métodos están explicados en detalle en el proyecto fin de carrera de Alicia Peralta García.

4. RESULTADOS

4.1. Caracterización de la población de alcornoques

A continuación se ofrecen los valores más característicos de los alcornoques objeto de estudio:

	CAP	HD	HF	NR	CB	CD	ID	CBX	CLB	CHN
Mínimo	54.0	60.0	60.0	0.0	11.0	0.8	9.5	0.0	0.0	0.0
Máximo	350.0	600.0	400.0	5.0	59.0	3.0	37.4	5.0	5.0	4.0
Media	155.0	257.0	192.5	1.8	27.8	1.7	21.1	0.3	1.0	0.4
Des.Est.	53.4	102.3	54.4	2.2	7.4	0.4	5.2	0.9	1.4	0.8
C.V.	0.34	0.40	0.28	1.19	0.27	0.25	0.25	2.94	1.40	2.17

CAP: Circunferencia a la altura del pecho en cm.

HD: Altura de descorche en cm.

HF: Altura del fuste en cm.

NR: Número de ramas

CB: Calibre del corcho a la altura del pecho en mm.

CD: Coeficiente de descorche

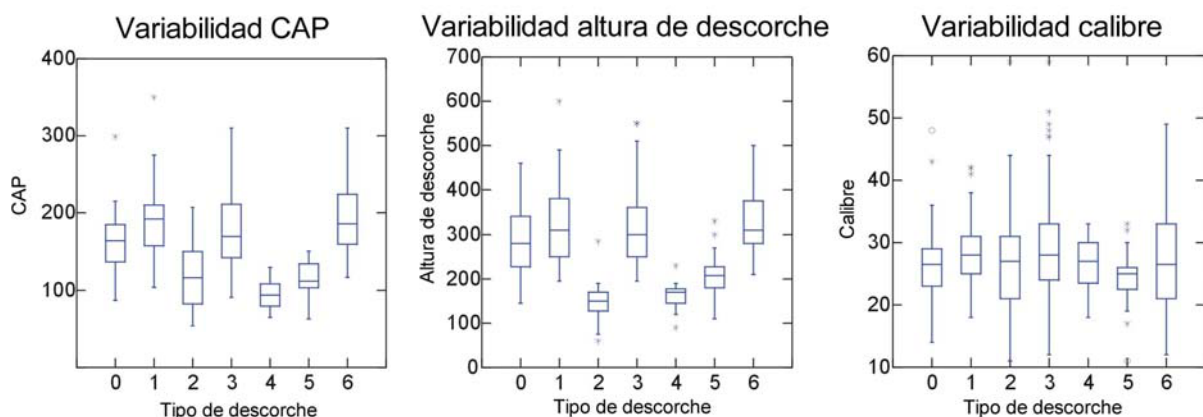
ID: Intensidad de descorche

CBX: Afección por *Cerambix sp.*, en una escala de 0 a 5, siendo 5 el nivel máximo.

CLB: Afección por culebra (*Coroebus undatus*), en una escala de 0 a 5.

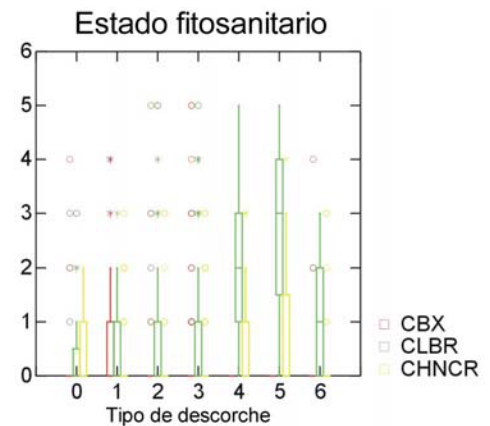
CHN: Afección por chancro, en una escala de 0 a 5.

Al desglosar estos valores en función del tipo de descorche realizado se observa lo siguiente:



Al observar los gráficos se observa que los alcornoques descorchados con los métodos 2, 4 y 5 son sensiblemente más pequeños que el resto. Esto es lógico, ya que en estos tres tipos de descorche se rayan completamente a máquina los árboles desde el suelo, por lo que se aplicaron generalmente a árboles más pequeños que el resto. Las diferencias de calibre no son significativas.

En cuanto al estado fitosanitario los valores medios de afección en una escala de 0 a 5 son 0,3 para el *Cerambix sp.*, 1,0 para la culebra y 0,4 para el chancro. Los árboles descorchados con los sistemas 4 y 5 tienen afecciones medias de culebra y chancro muy altas; los árboles descorchados con el sistema 1 tienen una afección de *Cerambix sp.* superior al doble de la media.



4.2. Caracterización del trabajo de la máquina IPLA

En cuanto a tiempos de trabajo y productividades los datos son los siguientes:

	TDES	TPRP	TRAY	TDSC	TREC	PC	TRZ	%TRZ	KGH
Mín	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	3.8	0.0	0.0	11.7
Máx	5.0	23.0	75.0	52.2	10.0	334.9	18.0	100.0	337.5
Med	0.5	0.6	8.1	10.0	1.4	54.7	2.5	5.9	112.2
D.E.	0.7	2.1	9.4	8.5	1.8	52.4	3.0	11.2	46.8
C.V.	1.38	3.26	1.16	0.85	1.25	0.96	1.22	1.91	0.42

TDES: Tiempo de desplazamiento del trabajador con el equipo de un árbol al siguiente, en minutos.

TPRP: Tiempo de preparación, incluye limpieza del entorno del árbol y limpieza de ramas de la superficie de descorche, en min.

TRAY: Tiempo de rayado con la máquina en min.

TDSC: Tiempo de descorche en min.

TREC: Tiempo recogida, incluye rajado y amontonado del corcho, en min.

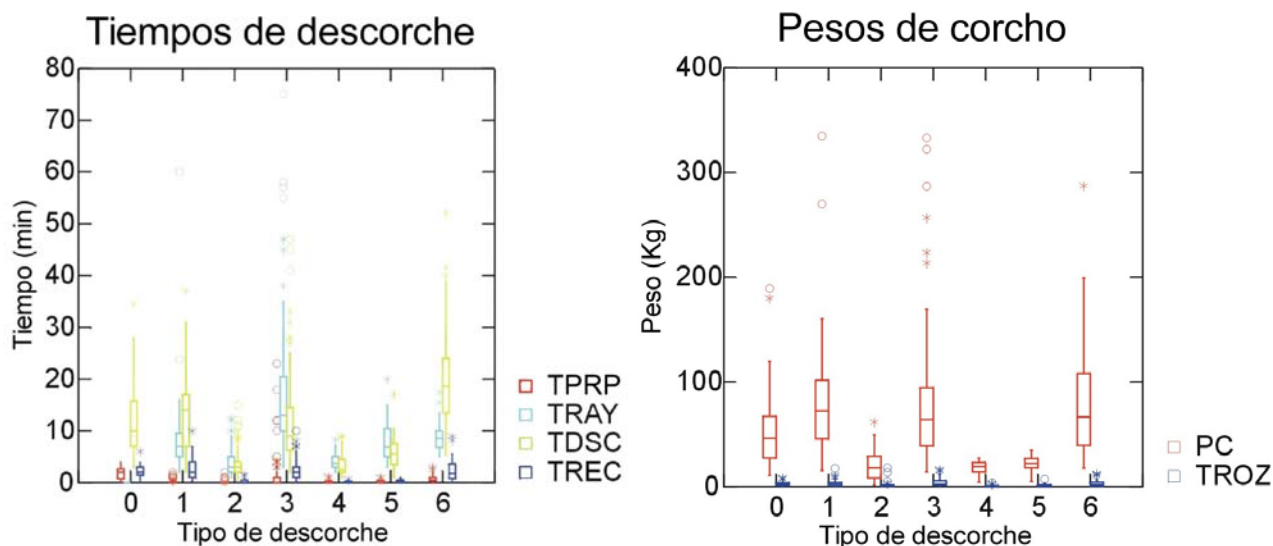
PC: Peso de corcho recién sacado en Kg.

TRZ: Peso de los trozos recién sacados en Kg.

%TRZ: Porcentaje de trozos.

KGH: Rendimiento del descorche en Kg/trabajador/hora.

Al representar los tiempos de descorche y los pesos de corcho en función de los distintos tipos de descorche, se obtienen los siguientes gráficos:



Se observa que cada tipo de descorche tiene unos tiempos de descorche y unos pesos muy diferentes entre sí.

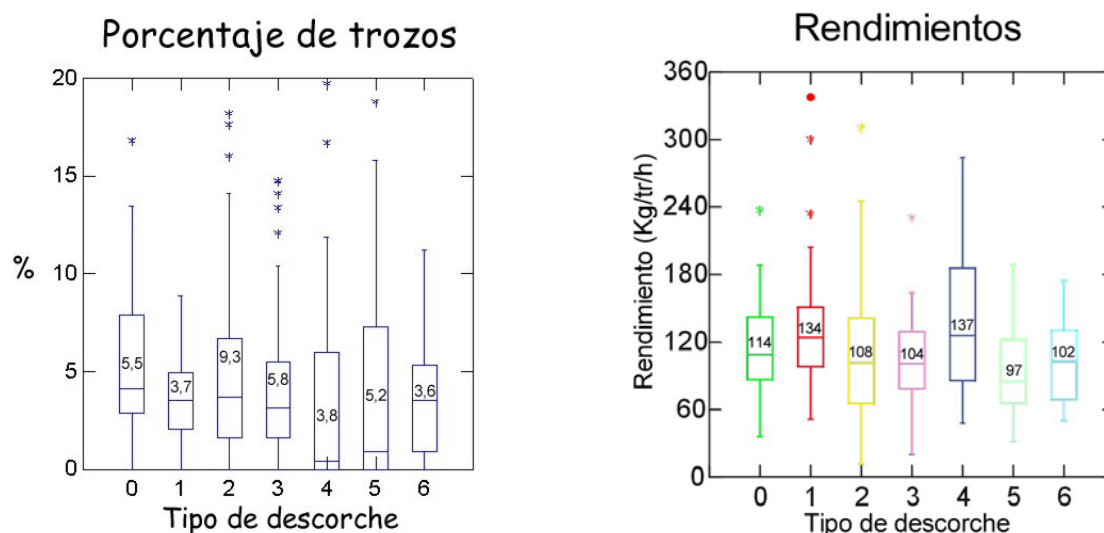
A través de análisis de regresión se ha realizado una modelización de los tiempos de trabajo. Los resultados son los siguientes:

Operación	Modelo	R ² ajustada
Desplazamiento	$T_1 = 0,102 \cdot \text{Ln}^2D - 0,247$	0,779
Rayado	$T_3 = 0,597 + 2,054 \cdot (\text{CAP} \cdot \text{HD})$	0,456
Descorche tradicional	$T_{4.1} = 2,739 \cdot (\text{CAP} \cdot \text{HD}) - 0,871$	0,759
Descorche a máquina	$T_{4.2} = 0,063 \cdot \text{CAP} + 0,027 \cdot \text{HD} + 0,153 \cdot \text{CB} - 5,869$	0,747
Rajado y recogida	$T_5 = 0,494 \cdot (\text{CAP} \cdot \text{HD}) - 0,709$	0,727

Las variables que mejor explican los tiempos de trabajo son la distancia entre árboles en el caso del tiempo de desplazamiento, y circunferencia a la altura del pecho, altura de descorche y calibre del corcho en los tiempos de rayado, descorche, rajado y

recogida. El tiempo de preparación del árbol no se ha modelizado porque no está bien correlacionado con ninguna otra variable.

Al representar los porcentajes de trozos y los rendimientos en función del tipo de descorche se obtienen los gráficos siguientes:



Se observan diferencias apreciables entre los diferentes tipos de descorche. Los tipos de descorche con mejores porcentajes de trozos son los 6, 1 y 4, y los tipos con mejores rendimientos son los 4, 1 y 0.

En cuanto a calidad de la operación de descorche hay un incremento medio de 1 punto (en una escala de 5) siendo muy similar el incremento en todos los tipos de descorche.

Un resultado muy interesante es que el tiempo que transcurre entre la operación de rayado y la de descorche propiamente dicha no influye ni en la calidad de la saca actual, ni en la facilidad con que se da el corcho, ni en el porcentaje de trozos ni en el rendimiento de la operación de descorche. La matriz de correlaciones de Pearson arroja los siguientes resultados:

Matriz de Pearson	Calidad saca actual	Facilidad con que el corcho se da	Porcentaje de trozos	Rendimiento (Kg/pers/h)
Tiempo de desfase entre rayado y descorche	-0.083	0.079	0.013	-0.049

Se comprueba que la correlación es prácticamente nula en todos los casos.

El rendimiento del descorche tiene una correlación positiva directa poco significativa con:

- El calibre del corcho
- La facilidad de desprendimiento del corcho (se da)
- La calidad de las sacas anteriores y de la actual
- El peso total de corcho del árbol

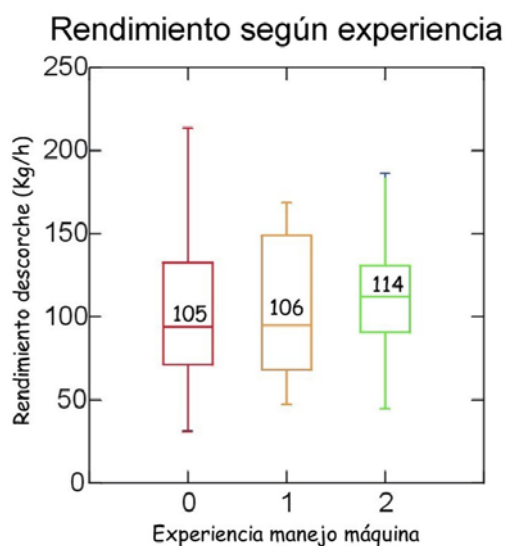
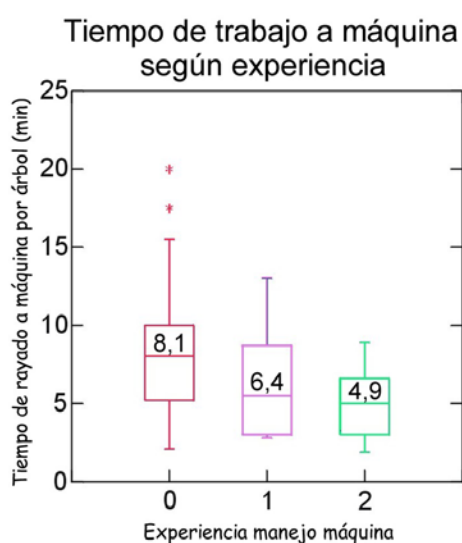
Al aumentar estos parámetros, aumenta el rendimiento del descorche. Por otro lado tiene una correlación negativa directa poco significativa con:

- El porcentaje de trozos

Al aumentar este parámetro, disminuye el rendimiento del descorche.

Además hay que tener en cuenta que otros parámetros pueden influir de una forma indirecta en el rendimiento del descorche, al influir en los parámetros que influyen directamente en el rendimiento, tal es el caso de los parámetros fitosanitarios (*Cerambix*, culebra, chancro e irregularidades) que influyen negativamente en la facilidad de desprendimiento del corcho y en las calidades de la saca, tanto anteriores como actual.

Otro de los resultados interesantes del último año es el que hace referencia a la experiencia del operario que trabaja con la máquina; los gráficos muestran como influye en tiempos y rendimientos:



La experiencia 0 es la de un operario que nunca antes había manejado la máquina. Experiencia 1 es la de un operario que había manejado la máquina esporádicamente durante varias temporadas. Experiencia 2 es la de un operario que es especialista en descorche y además había manejado la máquina durante varias temporadas. Se observa que a medida que aumenta la experiencia disminuyen los tiempos de trabajo con la máquina y aumentan los rendimientos.

4.3. Otros resultados

En este trabajo se ha realizado una estimación de la cantidad de corcho que suponen las zapatas. En los ensayos realizados durante el año 2002 el corcho de las zapatas quedó en el árbol, de forma que el peso real de corcho que se obtuvo fue menor que el que se hubiera obtenido extrayendo las zapatas. Al realizar una estimación del peso teórico de corcho que se debiera obtener de los alcornoques resultó que la fórmula con mejores correlaciones era la de Cristina Bollullos, desarrollada en IPROCOR: $PC = 10,37 (CAP \cdot HD)$. Al aplicar esta fórmula durante los años 2001 y 2002 se obtuvieron los siguientes resultados:



Detalle del descorche de un árbol sin extraer las zapatas

Fórmula C. Bollullos	2001	2002
PC real medio	56,9	47
PC estimado medio	46,9	41,3
Diferencia media	10	5,7
% de diferencia	17,6%	12,1%

Si se ajusta esta fórmula para los árboles descorchados el año 2001 se obtiene el siguiente resultado:

$PC = 13,607 (CAP \cdot HD)$, y aplicando esta fórmula a todos los alcornoques:

Fórmula ICMC 2001	2001	2002
PC real medio	56,96	47,01
PC estimado medio	56,05	48,06
Diferencia media	0,91	-1,05
% de diferencia	1,59%	4,17%

En el año 2002 el peso estimado es mayor que el real por quedarse las zapatas en el árbol. El peso de las zapatas puede estimarse aproximadamente en 1,83 Kg (teniendo en cuenta la diferencia media negativa de 2002 y la diferencia media proporcional positiva de 2001), lo que supone el 3,89% del peso de corcho extraído del árbol; un 3,75% del peso total de corcho estimado (incluidas las zapatas).

Al estimar el peso de corcho recién sacado a través de la circunferencia a la altura del pecho y la altura de descorche, teniendo en cuenta los árboles descorchados en 2001 y 2002, se obtiene la siguiente fórmula:

$$PC = 13,5 \cdot CAP \cdot HD$$

Esta fórmula corrige al alza las fórmulas de Gregorio Montero y Cristina Bollullos. Si se tiene en cuenta que la humedad media del corcho recién extraído es aproximadamente del 28%, la fórmula para calcular el peso de corcho comercialmente seco en Extremadura quedaría:

$$PC = 11,3 \cdot CAP \cdot HD$$

Al analizar la matriz de correlaciones de Pearson se observan varios datos remarcables:

La fracción de cabida cubierta y la altura del matorral no guardan correlación con otras variables estudiadas como el peso de corcho por metro cuadrado. Esto viene a confirmar afirmaciones realizadas por otros autores (Vieira, Montoya, Montero) en el sentido de que el desbroce de matorral no aumenta la productividad de corcho. La explicación física de esta constatación podría ser que el matorral no llega a competir por agua y nutrientes (y desde luego mucho menos por la luz) con el alcornoque de una forma sensible. Sus sistemas radicales no tienen la suficiente profundidad ni potencia como para competir con ventaja frente a los del alcornoque. Por otro lado cuando se desbroza se suele alterar el suelo, de forma que el beneficio que pueda suponer librar de competencia a los alcornoques, se pierde por la degradación de las propiedades del suelo.

Tampoco están relacionadas la fracción de cabida cubierta y la altura del matorral con la intensidad del ataque de la culebra (*Coroebus undatus*). Se oye con frecuencia la opinión de que un matorral denso y alto puede favorecer el desarrollo de la culebra. Nuestros ensayos en este sentido demuestran que no hay relación directa entre estos parámetros. Sin embargo si que hay una correlación positiva muy ligera (coeficiente de

correlación de Pearson de 0,5) entre la pendiente donde se desarrolla el árbol y el grado de afección de culebra, es decir es posible que los ataques de culebra se desarrollen con más virulencia cuanto mayor sea la pendiente terreno donde se desarrolla el alcornocal.

También hay una ligera correlación negativa entre la presencia de corcho verde y la pendiente del terreno (coef. corr. Pearson = -0,6): los alcornocales en pendiente tienen menos tendencia a tener corcho verde; es lógico puesto que el corcho verde es un corcho con las cavidades celulares llenas de agua y en zonas con pendiente la disponibilidad de agua es menor. Además hay una ligera correlación negativa entre la presencia de corcho verde y la presencia de culebra (coef. corr. Pearson = -0,5), por presentarse estas dos afecciones en ámbitos diferentes: la culebra en zonas de pendiente y el corcho verde en zonas llanas.

5. DISCUSIÓN

5.1. Caracterización de la población de alcornoques

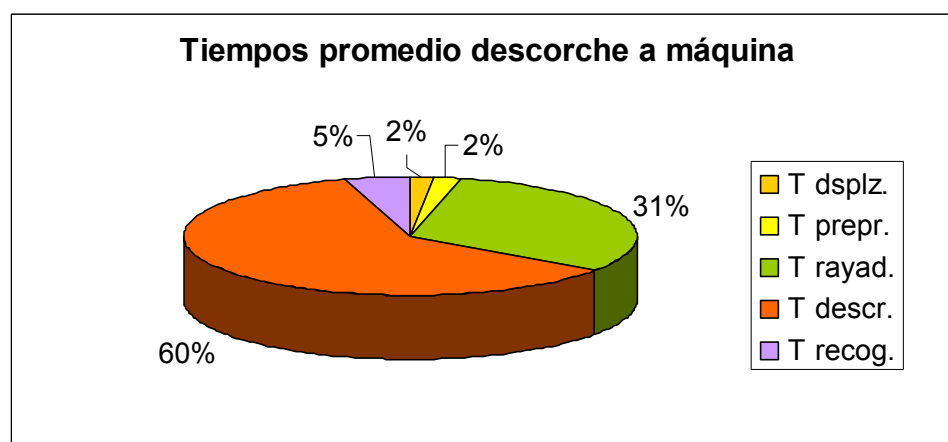
Los valores medios de la población de alcornoques objeto de estudio están muy próximos a los datos medios de Extremadura obtenidos en los muestreos de la calidad de corcho en campo realizados por el Instituto CMC a lo largo de 18 años:

	CAP	HD	CB	CD
Ensayos máquina IPLA	155.0	257.0	27.8	1.7
Datos medios Extremadura	151.0	261.0	26.5	1.8

Por lo que los resultados obtenidos son aplicables en buena medida a los alcornoques extremeños y muy probablemente a otros.

5.2. Trabajo de la máquina IPLA

Si se excluyen los árboles descorchados exclusivamente con hacha, los tiempos medios empleados en cada operación quedan como sigue:



El tiempo empleado en el descorche propiamente dicho es el doble del tiempo de rayado, es decir una máquina da servicio a dos hachas como promedio. Esta proporción varía en función del tipo de trabajo realizado y el tamaño de los árboles: cuando se trabaja exclusivamente desde el suelo con la máquina en árboles con una altura de descorche algo superior a 3 m. (tipo de descorche 1), la proporción es de una máquina por cada cuatro hachas. Si se realiza todo el rayado del árbol a máquina en árboles del mismo tamaño que el caso anterior (tipo 3), la proporción es aproximadamente de 2 máquinas por cada 3 hachas.

Otra cuestión a tener en cuenta es el tiempo de preparación del árbol: supone un 2% del tiempo total de descorche, no es despreciable. Es una operación que puede realizarse con antelación al rayado para facilitar el rendimiento total del descorche, y además no requiere una especialización elevada.

Un parámetro que influye en el tiempo de descorche, concretamente en el tiempo de desplazamiento es la distancia entre árboles: cuanto más próximos están los árboles entre sí menor es el tiempo de desplazamiento y por lo tanto mayor el rendimiento de la operación de descorche. Por lo tanto desde este punto de vista interesa tener alcornoques densos.

Desde el punto de vista del rendimiento de la operación de descorche, el tipo de descorche más eficaz es el tipo 4, árbol pequeño del cual se sacan dos planchas; es un caso bastante particular que no siempre se puede realizar. Le sigue el tipo 1, árbol



rayado por la máquina desde el suelo. Este método de trabajo se puede aplicar en todos los casos, y supone una mejora notable con respecto al hacha, desde el punto de vista del rendimiento de la operación del descorche: 134 Kg/persona/hora frente a 114 Kg/persona/hora del descorche con hacha.

Peso del corcho

En cuanto al tiempo que transcurre entre las operaciones de rayado y descorche decir que como no hay influencia negativa ni en la calidad de la saca actual, ni en la facilidad con que se da el corcho, ni en el porcentaje de trozos, ni en el rendimiento de la operación de descorche, se puede realizar la operación de rayado con la máquina, antes de la época de descorche. El Instituto CMC realizó ensayos de rayado en los meses de septiembre, octubre, marzo, abril y mayo; en estos meses, en Extremadura

los alcornoques están en actividad, por lo que la capa madre está húmeda y conduce bien la electricidad. La actividad del alcornoque se puede comprobar mediante el Aqua-Boy: lecturas superiores a 20 en la escala superior indican actividad suficiente como para realizar la operación de rayado. En los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero no es conveniente realizar esta operación debido a la escasa actividad vegetativa del alcornoque. No obstante en otros climas más cálidos se podría comprobar si es posible realizar el rayado en pleno invierno. La separación de la operación de rayado de la de descorche propiamente dicha va a permitir alargar el periodo de trabajo de los sacadores, optimizando de este modo la mano de obra escasa disponible para el descorche, al tiempo que se concentrará el descorche propiamente dicho en la época más favorable.

Al analizar la correlación de la productividad de la operación de descorche con otros parámetros se obtienen algunos resultados interesantes: la productividad aumenta con:

- El calibre del corcho: Interesa tener árboles con buen calibre, próximo a 32 mm. Para ello hay que gestionar correctamente la altura de descorche, una explicación pormenorizada se puede encontrar en el “Manual didáctico del sacador de corcho” publicado por IPROCOR.
- La facilidad con que el corcho se da: Conviene realizar el descorche en el momento óptimo de la campaña.
- La calidad de los descorches: Interesa realizar la operación de descorche correctamente, para entre otras cosas aumentar la productividad.
- El peso total de corcho: En los árboles grandes se obtiene algo más de productividad, luego conviene cuidar los alcornocales para que lleguen a la edad adulta buen número de pies.

Por otro lado la productividad disminuye con:

- El porcentaje de trozos: Hay que realizar el descorche correctamente, haciendo pocos trozos, pues además de valorizar el corcho, aumenta la productividad.

Menor influencia tienen en la productividad aspectos fitosanitarios como *Cerambix*, culebra, chancro e irregularidades, no obstante controlando estos factores, se mejorará la productividad además de alargar la vida de los alcornoques. El control de *Cerambix* y chancro se realiza con una ejecución correcta de las podas: realizar la poda de formación adecuadamente (Ver Manual didáctico del sacador) y abstenerse de podar el

arbolado adulto. El control de culebra e irregularidades se realiza mediante un descorche correcto (Ver Manual didáctico del sacador).

En relación con la experiencia de los operarios, se comprueba que las mayores productividades se obtienen con trabajadores expertos; la máquina IPLA es una herramienta que debe ser utilizada por sacadores de corcho. No obstante también puede servir para formar sacadores, pues su forma de trabajo permite realizar el rayado sin dañar los árboles, incluso a trabajadores sin experiencia, a diferencia del hacha.

La experiencia que supone dejar las zapatas en el árbol tiene un aspecto positivo: se sigue a rajatabla la recomendación de SYSTECODE de apartarlas del proceso productivo. Las pruebas del Instituto CMC estiman el peso de las zapatas en un 3,9% de la producción de corcho, que no es una cifra despreciable; por otro lado hay que pensar que las zapatas son técnicamente refugio según SYSTECODE. Otro aspecto a tener en cuenta es la reacción del árbol con este sistema de saca a largo plazo.



Remate del descorche con el hacha

5.3 Otros resultados

El análisis de los resultados no directamente relacionados con el descorche permiten hacer una recomendación selvícola: El desbroce en un alcornocal en producción permitirá facilitar las labores de saca, disminuir el riesgo de incendios y promover el desarrollo de pastizales; pero no va a aumentar la producción corchera ni se puede considerar como una labor fitosanitaria.

6. CONCLUSIONES

1. La máquina IPLA supone un salto cualitativo muy importante en la tecnología del descorche, presentando una serie de ventajas interesantes con respecto al hacha:

- La calidad del trabajo de descorche aumenta, el número de heridas en el árbol disminuye considerablemente.
- El rendimiento del corcho aumenta por ser los cortes más rectos. Además el porcentaje de trozos disminuye en algunos casos hasta un 3,7% frente al 5,5% del descorche tradicional.
- La productividad es superior a la del hacha en muchas ocasiones. Concretamente si se trabaja con la máquina desde el suelo, sin subirse al árbol con ella, la productividad aumenta por encima de los 130 Kg de corcho/persona/hora, frente a los 114 Kg/persona/hora del descorche tradicional.

2. La organización del trabajo de descorche con la máquina cambia de forma notable con respecto al descorche tradicional:

- Permitirá fraccionar el descorche, separando en el tiempo las operaciones de abrir y trazar de las de ahuecar, dislocar y separar. La forma óptima de trabajo es la cuadrilla con máquinas recorriendo el alcornocal y posteriormente la cuadrilla con hachas rematando la saca.
- El trabajo de una máquina puede llegar a dar servicio hasta 4 hachas, de forma que un número relativamente bajo de máquinas puede ser suficiente para realizar los descorches en muchas explotaciones.
- Una de las formas de trabajo nuevas es realizar un corte transversal en la base del alcornoque, dejando las zapatas en el árbol. Está por ver la influencia de este método de trabajo en el árbol a largo plazo. El porcentaje de corcho que suponen las zapatas es del 3,9%; aunque se trata de corcho con el que no se debe fabricar tapón.

3. La máquina IPLA supone mejoras para el sacador:

- La posibilidad de fraccionar el descorche puede permitir realizar trabajos específicos de descorche durante 8 meses al año en lugar de 3 que es el número máximo hoy por hoy. Esto es muy importante, ya que la profesión de sacador requiere una especialización muy alta como para que sea ejercida tan solo 3 meses al año.
- El aprendizaje del oficio puede facilitarse enormemente con la máquina, ya que puede comenzar con tareas de descorche sin peligro para la integridad del árbol.
- El trabajo del sacador es menos penoso.
- La máquina es una herramienta específica para el descorche y que debe ser utilizada por un sacador para poder obtener productividades y rendimientos óptimos. No va a suponer una disminución de la mano de obra del descorche, sino todo lo contrario, ya que por un lado la productividad de la máquina es sólo un poco superior a la del hacha, y por otro la mejora general que supone para la tecnología de descorche, animará a descorchar alcornoques que hoy día no están en explotación.

7. BIBLIOGRAFÍA

- 1 Madrigal, A. & al. "Ordenación de montes arbolados". ICONA. Madrid, 1994.
- 2 Montero, G. "Modelos para cuantificar la producción de corcho en alcornocales en función de la calidad de la estación y de los tratamientos selvícolas". Tesis doctoral. INIA. Madrid, 1987. (Inédito).
- 3 Montoya, J.M. "Los Alcornocales". SEA. Ministerio de Agricultura. Madrid, 1988.
- 4 Pérez Marqués, F. y Pérez González, M.C. "El alcornoque y el corcho". ICE. Universidad de Extremadura. Badajoz, 1982.
- 5 Pozo Barrón, J.L. del. "Medidas de seguridad e higiene en los trabajos de descorche". II Curso de Saca en Marruecos. Instituto CMC (IPROCOR). Mérida, 1997. (Inédito).
- 6 Sánchez J., Sarriá S., Rodríguez, M. y Campayo P. "Manual de preparación de operarios para el descorche". Fondo Formación. Unidad de Estudios y Proyectos. Sevilla, 1997.
- 7 Santiago Beltrán, R. "La saca de corcho". Seminario Hispano-Marroquí de Gestión en Subericultura. Instituto CMC (IPROCOR). Mérida, 1998. (Inédito).
- 8 Varios autores. "Manual didáctico del sacador y del obrero especializado en los trabajos culturales del alcornocal". Instituto CMC (IPROCOR). Mérida, 2000.
- 9 Varios autores. "Corcho. Vocabulario. UNE 56-911-88". AENOR. Madrid, 1988.
- 10 Varios autores. "Decreto de equiparación de turnos de saca". Decreto 43/1987, de 16 de junio. DOE núm. 49, de 23 de junio de 1987.
- 11 Varios autores. "El descorche". Tríptico técnico. Instituto CMC (IPROCOR). Mérida, 1996.
- 12 Varios autores. "Ley de la Dehesa". Ley 1/1986, de 2 de Mayo. DOE núm. 40, de 15 de mayo de 1986.
- 13 Varios autores. "Simposio mediterráneo sobre regeneración del monte alcornocal". IPROCOR. Mérida, 1994.
- 14 Vieira Natividade, J. "Subericultura". Versión en español. MAPA. Secretaría General Técnica. Madrid, 1991.