

# Primer estudio sobre soleras y rulos, en el proceso de la molienda de la aceituna<sup>1</sup>

por: Andrés de Arambarri

## INTRODUCCION

El orden de sucesión de las operaciones empleadas para separar la fase líquida de la sólida, de las partes integrantes de la aceituna, y las usadas posteriormente para separar en la fase líquida o mosto oleoso, el *aceite de vegetación* está constituida por tres partes:

1. Preparación de las *pastas* mediante instrumento para la molidura (*molino*).

2. Separación de la fase líquida (aceite y alpechín) de la sólida (pastas), mediante dispositivos para prensado (*prensa*).

3. Separación del aceite y del agua de vegetación, en el mosto oleoso, por decantación.

Y todas ellas como parte de las operaciones preliminares e interiores y posteriores a las operaciones exteriores (recolección y transporte de la aceituna).

La elaboración del aceite de oliva es por tanto un proceso de técnica industrial.

Para ello se realiza la preparación de la *pasta* mediante la rotura (molienda) por medios mecánicos, liberando el aceite de los tejidos para permitir a las gotitas reunirse en gotas más gruesas, hasta formar las llamadas "bolsas", capaces de separarse en una fase líquida continua.

La separación de la fase sólida y la líquida no es total: el conjunto de sólidos, con porcentajes variables de humedad y riqueza grasa, forman el subproducto denominado *orujo*, y los líquidos con por-

centajes variables de materia sólida fina constituyen el *mosto oleoso*.

El trabajo de molienda de la aceituna, una pasta en la que existan trozos de huesos, suficientemente fraccionados, que aseguren el buen drenaje facilitando la salida del líquido, es básico para el buen rendimiento en la separación de la fase líquida de la sólida.

## PRIMEROS MOLINOS

Haciendo historia, el primer paso en el largo devenir de este proceso industrial de la molienda podría ser lo que ya Strabón de Lampsaro calificó como el principio de la moción circular, es decir, de dos piedras, la inferior circular y plana y la superior giratoria. El inventor de dicho *molino* fue con toda probabilidad un labrador egipcio que perfeccionó una piedra con cara superior plana, lisa y cóncava, en la que poder machacar mejor el grano. El segundo paso, consistiría en preparar otra piedra que, una vez redondeada suavemente, se adaptara plenamente a la anterior.

Para llegar a este labrador tuvieron que pasar casi un millón de años, o sea, los que tuvo que vivir el hombre hasta integrar a la agricultura en su forma de vida y casi el noventa por ciento del tiempo que llevaba viviendo sobre la faz de la tierra, en el período que Morgan llama "Fase salvajes".

La evolución desde esa *rueda de molino* a los procedimientos que luego describiremos fueron como consecuencia de una experiencia acumulada y transmitida generacionalmente según los condicionantes conjugados en cada situación a

resolver y en un proceso paulatino de desarrollo cultural y económico, que duró siglos, hasta la revolución industrial del XIX. Si se estudian los procesos seguidos y los útiles agrícolas empleados durante milenios, nos daremos cuenta de que efectivamente hasta mediados del XIX, fueron casi los mismos con ligeras evoluciones que, concretándonos al tema que nos ocupa, dan lugar a lo que se denomina ciclo clásico de la elaboración del aceite de oliva.

## MOLINOS CON RULOS

Voy a obviar describir todos los procedimientos de molienda que hayan podido emplearse a lo largo de la historia, para centrarme en un primer estudio de las dos partes constitutivas, la solera y los rulos, que aún hoy sigue empleándose.

El uso de los molinos con rulos se remonta al año 1798, en que se venían estableciendo y ensallando en las almazaras españolas, desde los molinos de un solo rulo, hasta los de cuatro conjugados, y desde los de piedras hasta los de fundición.

Sin embargo, el escritor Rojo Payo Vicente, al describir el que funcionaba en el Real Cortijo de Aranjuez, por los años 1840, lo citaba como tomado de Herculano, lo que hace remontar a la antigüedad el empleo de piedras cónicas para la molienda de aceituna.

El deseo de sustituir las piedras cilíndricas por piedras troncocónicas y cónicas, surgió, sin duda, al intentar aumentar su efecto útil dando mayor desarrollo a la línea de trituración o de contacto con la solera, disminuyendo, al mismo tiempo, las resistencias pasivas.

(1) Extractado de la parte segunda, capítulo I, del libro "La Oleicultura antigua", editado por Editorial Agrícola Española, S.A.

Respecto al primer punto, existe necesariamente un límite del cual no es posible pasar, a menos de sustituir el motor de sangre por otro más poderoso; y aún en este caso es fácil comprender que ni la longitud de los rulos puede ser indefinida, ni mucho menos su número.

Respecto al segundo extremo, sabemos que el girar un cono sobre un plano, la superficie de aquél en una revolución completa, queda desarrollado bajo la forma de un sector circular. En este caso no hay resbalamiento, la resistencia de giro la determina esencialmente el peso del cono y la adherencia de la superficie de contacto.

No todas las soleras tenían iguales características, en su forma constructiva.

### TIPOS DE SOLERAS

Son seis los modelos de solera que yo he localizado, una de ellas con tres variantes, y en función de ellas, así se han

adaptado los rulos. Podríamos hacer una primera clasificación en dos grupos.

I) El empiedro está formado por solera y alfarje, como unidades constructivas independientes.

II) Parte de la solera está complementada con las piezas que sostiene el alfarje.

A su vez en el primer grupo distinguiremos:

A) La solera está formada por una parte central.

B) La solera está formada por una parte central y otras periféricas que o bien forman el alfarje o a su vez están rodeadas por él.

C) La solera central que está formada por más de una pieza, rodeada a su vez por el alfarje.

Vamos a describirlas.

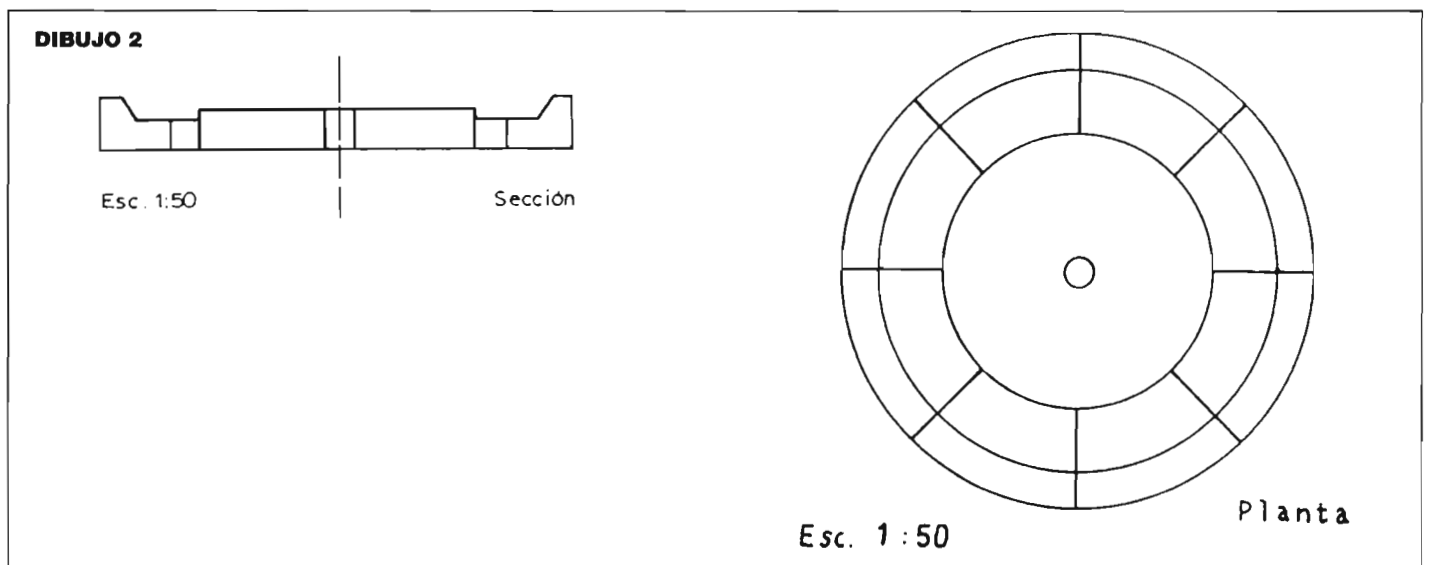
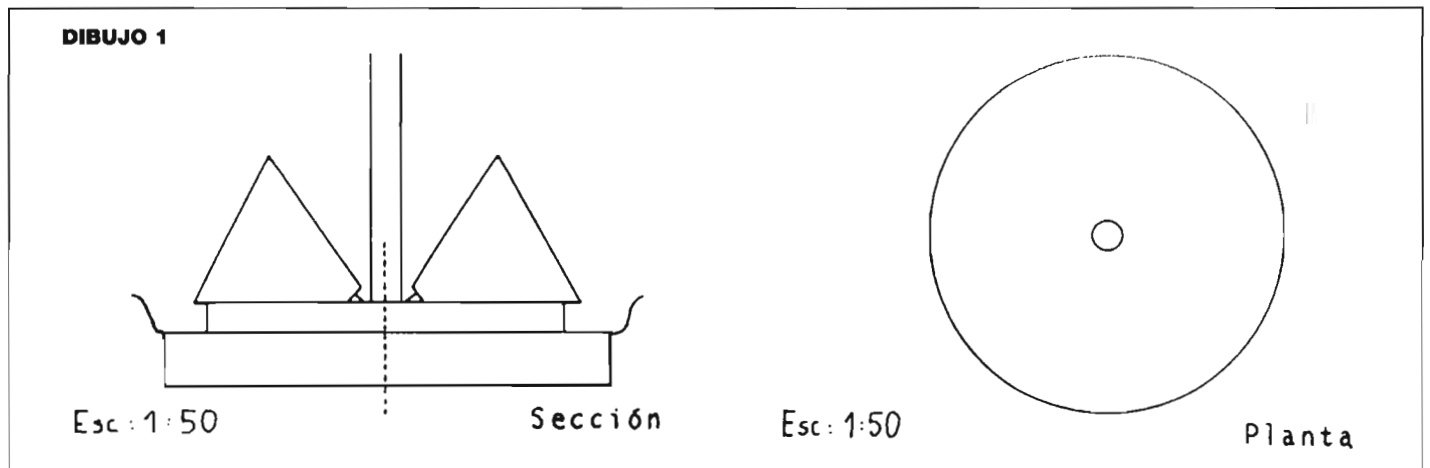
A-I. Tiene una parte central redonda de una pieza, abrazada por el alfarje que puede ser de mampostería o palastro. Pueden tener uno o dos rulos ya que su radio oscila sobre 1,2 m. (Dibujo 1)

I-B. La solera está formada por una parte central rodeada por piezas que:

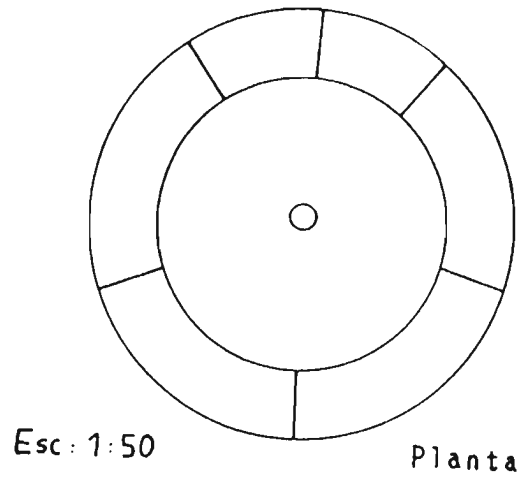
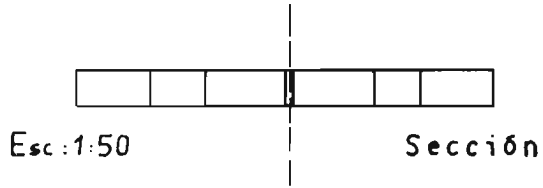
a) forman el alfarje por sí mismas. (Dibujo 2).

Tiene una parte central redonda con acoplamiento periférico de ocho piezas en piedra que forman el conjunto del empiedro. Su radio de 0,92 m obligaría a emplear rulas. La rula es un tronco de cono, en el que su diámetro mayor no llega a ser doble de su lado o porción de generatriz comprendida entre las dos bases. Pequeña es la diferencia que hay entre los diámetros de las dos bases, lo cual parece indicar que la rula fue la sucesora, en desarrollo técnico, de la piedra cilíndrica o mola olearia.

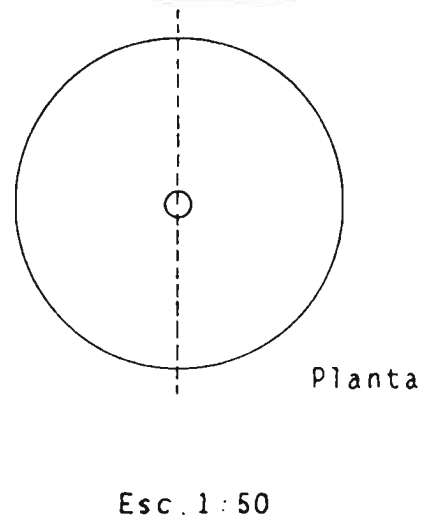
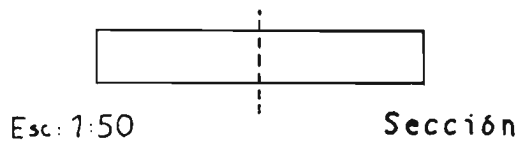
b) Están a su vez rodeadas por el alfarje (Dibujo 3). De este modelo conozco tres distintos, en los que la parte central tiene un radio de 0,90 m y las piezas periféricas son seis iguales, seis desiguales, y nueve iguales, con una anchura de 0,46 a 0,58 m, lo que hace una solera de 1,35 a 1,48 m. Estas soleras en su principio se



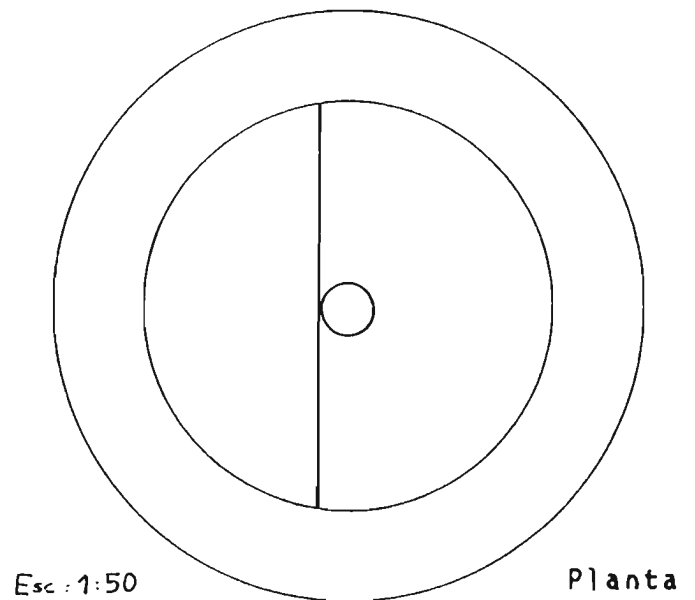
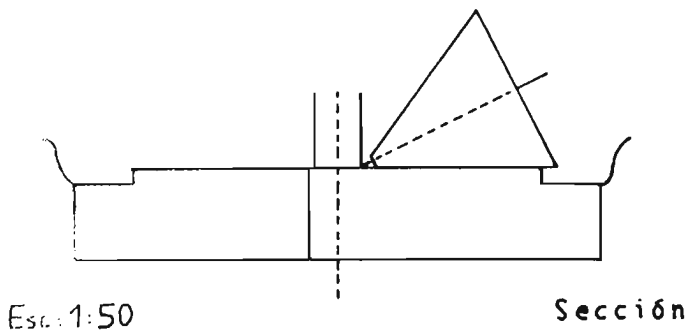
**DIBUJO 3**



**DIBUJO 4**



**DIBUJO 5**



---

# **OLEOESTEPA**

**!Tanto gusto!**

---



## **OLEOESTEPA**

*Agrupación de Productores Agrarios  
de Aceites de Oliva Virgen*

---

Avda. de Andalucía, 14 Tel. 95 - 482 13 75  
Fax 95 - 482 05 37 - 41560 Estepa - Sevilla

# Agricultura

Revista agropecuaria

**PRESTIGIO Y PROFESIONALIDAD**

**FUNDADA EN 1928**  
**LA MAS ANTIGUA DEL SECTOR**  
**LA UNICA CONTROLADA POR O. J. D.**



**Opiniones**  
**Hoy por hoy**  
**Mercados agrarios**  
**Medio ambiente**  
**Colaboraciones técnicas**  
...

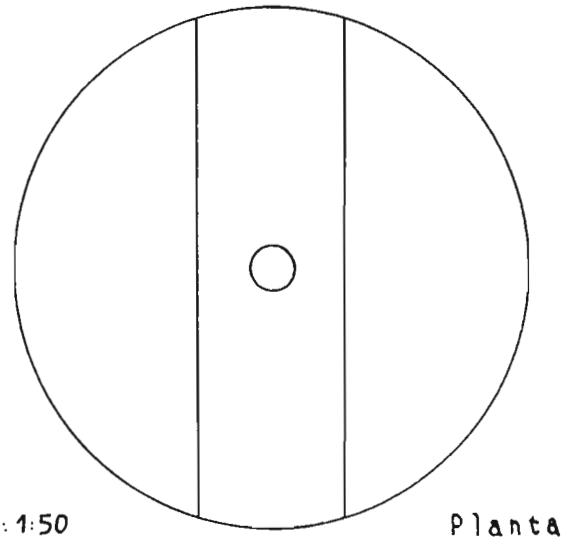
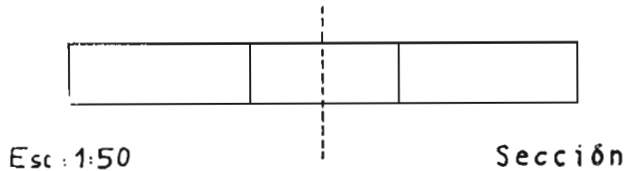
**EDICIONES DE LIBROS**

**EDITORIAL AGRICOLA ESPAÑOLA, S. A.**

C/ Caballero de Gracia, 24 3º, izq. 28013 Madrid

Tel.: (91) 521 16 33 Fax: (91) 522 48 72

**DIBUJO 6**



emplearían con una piedra horizontal tipo mola olearia y ante la necesidad de un aumento de la producción se complementarían para poderlas utilizar con piedras cónicas.

El dibujo representa el modelo de seis piezas desiguales.

I-C-a. Solera formada por dos piezas iguales simétricas, con forma de segmento circular (Dibujo 4).

I-C-b. Solera formada por dos piezas desiguales, asimétricas, con forma de segmento circular. (Dibujo 5).

I-C-c. Solera formada por tres piezas, una central alargada y dos laterales simétricas en forma de segmento circular. (Dibujo 6).

Los tipos anteriores, al ir aumentando el número de piezas, aumentan su radio que puede llegar a ser de 1,73 m y por tanto también en proporción el tamaño del rulo, así como su número que llega a cuatro.

Están completados con el alfarje que

puede ser de palastro o mampostería.

II-Este tipo, único que he encontrado puede ser de los más primitivos y también el más bonito (Dibujo 7).

Se compone de una parte central cuadrada, que lleva acoplada cuatro piezas que a su vez forman el conjunto de solera y alfarje. Su radio de 0,82 m justificaría el empleo de rulas, al igual que el número 2 anteriormente descrito.

### TIPOS DE RULOS

A continuación vamos a hacer una descripción de dichos rulos cónicos, así como las características que deben darse en su fabricación y colocación.

El rulo es un cono truncado, en el que las generatrices forman un ángulo mucho más abierto, siendo además mayor la batalla o zona de contacto con la solera.

El diámetro de la base mayor (campana) es igual a su generatriz, variando de

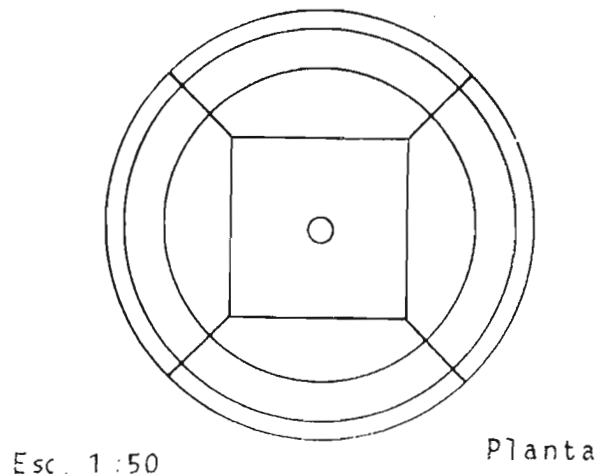
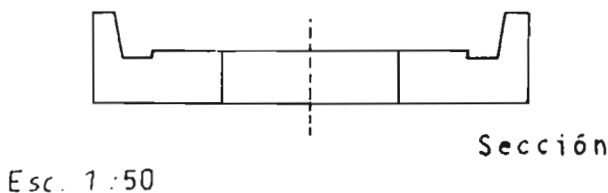
1,25 metros, y la base menor (boquilla), que es la que va junto al eje vertical es tan sólo de 0,16 a 0,30 centímetros.

El eje de la piedra cónica, va afianzado, perpendicular a las bases, contra el árbol vertical, de modo que el rulo puede dar vueltas alrededor de dicho árbol, girando al mismo tiempo sobre sí mismo.

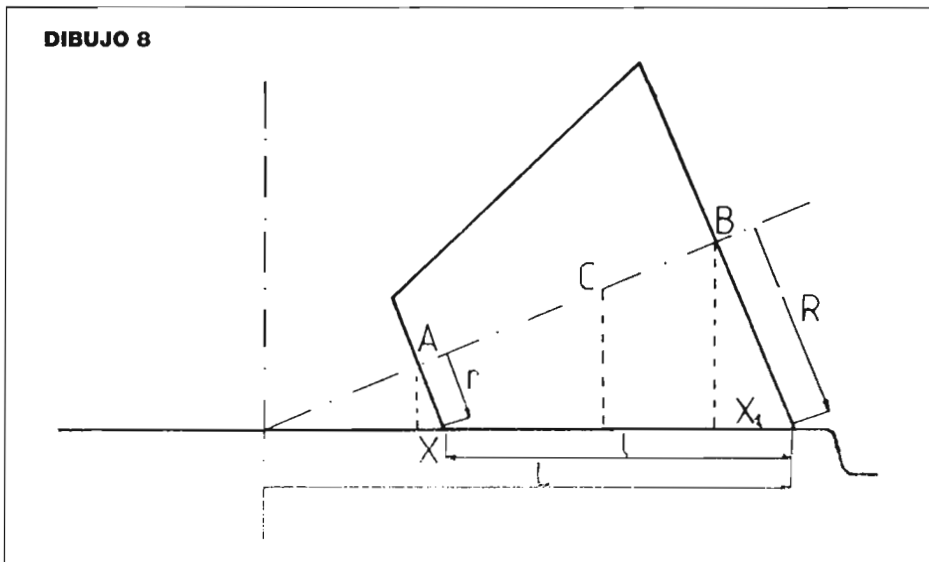
La prolongación del eje de hierro, que es el propio tiempo eje del cono, puede encontrar al árbol vertical en el centro de la solera, más arriba o más abajo de dicho punto, según el ángulo que forme el eje del rulo con el plano horizontal.

Si el punto donde se encuentran los dos ejes es precisamente el centro de la solera, el rulo gira sobre sí mismo encima de la solera, sin resbalar, porque el desarrollo de la superficie cónica truncada o no, de bases paralelas, coincide exactamente con la corona circular que marca encima de la solera al recorrerla; pero si por el contrario el eje del rulo, en su prolongación, encuentra el plano de la solera

**DIBUJO 7**



**DIBUJO 8**



más arriba o más abajo de aquel centro, entonces dicho rulo tiene que rodar y resbalar o arrastrar a la vez, porque el camino recorrido por uno y otro serían de radios menores al de la circunferencia que ha de recorrer.

Esto es precisamente lo que se procura, acercando más o menos el rulo al árbol vertical para que no coincida el vértice ideal del cono con el centro radial del empiedro.

Dada una piedra de forma cónica es fácil averiguar a qué distancia del eje del árbol debe montarse para que al girar haya fenómeno de resbalamiento. (Dibujo 8).

Llamemos D y d a los diámetro mayor y menor del rulo, a la longitud de su generatriz, es decir, a la longitud de la línea sobre la que se apoya (batalla), y x a la distancia entre la base mayor y el centro de la solera.

Dado que en un cono los diámetros de sus secciones rectas son proporcionales a los lados de los conos deficientes a que corresponden, se cumplirá:

$$\frac{D-d}{l} = \frac{D}{X} \quad X = \frac{D \cdot l}{D-d}$$

Es decir, que la distancia que buscamos se obtiene multiplicando el diámetro mayor por la generatriz y dividiendo este producto por la diferencia de sus diámetros.

Esta distancia será la mayor que pueda darse en la colación de piedra, debiendo aproximarse al árbol, tanto más, cuanto mayor sea el resbalamiento que nos propongamos obtener.

El peso de la piedra se puede calcular en función de su volumen,  $\frac{\pi R^2 H}{3}$

si es cónica y si es troncocónica en que R y

r son los radios de las bases y H la altura,

$$\frac{\pi H (R^2 + r^2 + Rr)}{3}$$

Un m<sup>3</sup> de piedra basáltica pesa sobre 3.000 kg. De igual forma, la presión que ejerce se averiguará dividiendo el volumen por la superficie de apoyo de la piedra (batalla).

El número de piedras podía ser de una a cuatro. Si eran dos los rulos podían estar en ángulo recto y unidos entre sí por un tirante, o bien enfrentados en prolongación.

La caballería gira por el andén arrastrando todo el conjunto y la aceituna recibe la acción del rulo primero, que siempre es menor que la del segundo que viene detrás.

Las aceitunas marchan lentamente y

por sí solas desde el centro a la periferia durante la molienda, por lo que las olivas van sufriendo sucesivamente un peso tanto mayor cuanto más se alejan del centro y más deshechas van quedando, de donde resulta que la molienda se obtiene así de una manera metódica. En el alfarje se irá depositando la masa y el aceite virgen, que en años de abundancia oleosa, fluye en no pequeña cantidad, quedando en pozuelos hechos en la vianda, en donde se empapa el pan del tostón.

Si son cuatro, como ocurre en las grandes instalaciones, se colocan en el sentido de los diámetros perpendiculares, siempre bien atirantada la armadura que reúne los ejes de cada una de las piedras.

Para facilitar la buena marcha de esta clase de aparatos, conviene que los rulos puedan moverse independientemente uno del otro, elevándose además cada uno con entera independencia, pero conservando, sin embargo, una distancia invariable entre sí.

Para que sólo exista rodadura, deberá cumplirse la relación:

$$\frac{R}{r} = \frac{L}{L-l} \quad (1),$$

siendo R y r los radios de la base mayor y menor, respectivamente, del tronco de cono; L el radio del empiedro y l la generatriz o batalla. Si no, habría también resbalamiento.

Otra condición que debe tenerse en cuenta es que el centro de gravedad del rulo se proyecte sobre la mitad de la generatriz l.

Siendo C el centro de gravedad del rulo,

# La oleicultura antigua

**ANDRÉS ARAMBARRI**



**El Olivo. Su historia**

**El Aceite. Del pisado a la prensa de viga**

**El Refranero.**



$$\frac{CA}{CB} = \frac{3R^2 + 2Rr + r^2}{R^2 + 2Rr + 3r^2} \quad (2)$$

y por triángulos equivalentes, tenemos que:

$$\frac{CA}{CB} = \frac{\frac{P}{2} + X}{\frac{P}{2} + X} \quad (3)$$

$$\frac{X}{r} = \frac{X}{R} = \frac{R - r}{l} = (4)$$

y al sustituir en (2) y (3), resulta que:

$$\frac{3R^2 + 2Rr + r^2}{R^2 + 2Rr + 3r^2} = \frac{l^2 + 2r(R - r)}{l^2 - 2r(R - r)} \quad (5)$$

en donde despejando  $l^2 = 3(R^2 + r^2)$  que es la condición para que el centro de gravedad del rulo se proyecte sobre el centro de  $l$ , y al apoyarse por igual, tanto él como el empiedro tengan el menor desgaste.

A los molinos de rulos se les reconoce el mérito, sobre todo, de moler las aceitunas sin excesiva sollicitación mecánica, sin provocar emulsiones perjudiciales y sin riesgo de contaminación por metales, factores todos ellos fundamentales para la calidad del aceite.

Permite además:

- Romper a fondo las células.
- Favorecer la formación de bolsas aceite de mayor tamaño.
- No provocar aumento de temperatura en la pasta.

Por estos motivos todavía se siguen empleando, en almazaras modernas, dotadas de instalaciones de centrifugación.

Además, su superficie puede labrarse, dejándola tan rugosa como se necesita para que la aceituna no resbale, proceso idéntico al que se realiza en las piedras de los molinos harineros.

Entre sus inconvenientes cabe destacar:

- Volumen y costo excesivo.
- Trabajo lento y discontinuo.

No podemos dejar de mencionar los rulos de hierro que la Casa Pfeiffer ensayó en los años 1860 y 1870 y con el objeto de regular el trabajo de los mismos con relación a la fuerza motriz disponible en cada molino, los fabricaba huecos, de modo que podían lastrarse convenientemente con piedras o arena que se ligaba con una lechada de cal para que se solidificara.



# ISAGRI

Informática y Servicios para la Agricultura  
LIDER EUROPEO EN SOFTWARE AGRARIO

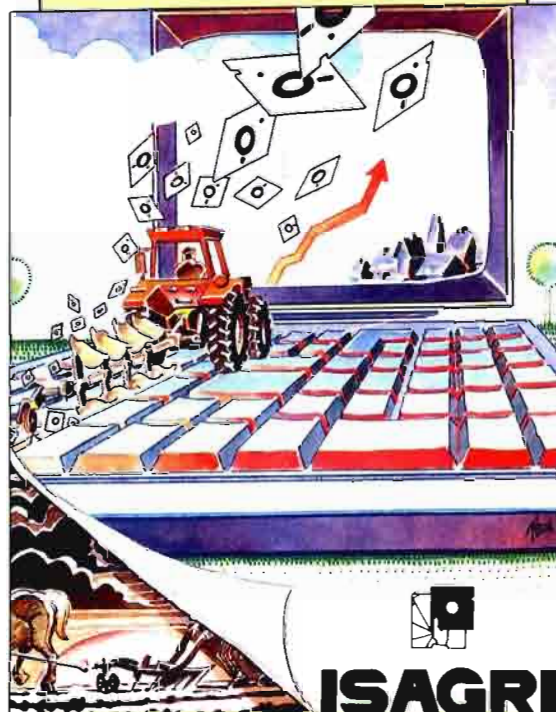
ESPECIALISTAS EN PROGRAMAS  
INFORMATICOS PARA EL CAMPO,  
APORTAMOS SOLUCIONES DE  
GESTION TECNICA Y ECONOMICA

**ISAGRUPO**  
Premio FIMA '92

Análisis de agricultores en grupo.  
Banco de datos con análisis  
multicriterio de resultados (ensayos)

**ISAMARGEN:**  
Gestión de explotaciones agrarias.  
Control de parcelas y cultivos.

**ISACONTA**  
Contabilidad general y analítica



# ISAGRI

✂

Deseo recibir información sobre soluciones para:

- |                                       |  |  |
|---------------------------------------|--|--|
| <input type="checkbox"/> SAT-COOP     | <input type="checkbox"/> ADV- ATRIA    | <input type="checkbox"/> Asesor técnico  |
| <input type="checkbox"/> Prescriptor  | <input type="checkbox"/> Investigación | <input type="checkbox"/> Experimentación |
| <input type="checkbox"/> Fruticultura | <input type="checkbox"/> Citricultura  | <input type="checkbox"/> Viticultura     |
| <input type="checkbox"/> Hortalizas   | <input type="checkbox"/> Cereales      | <input type="checkbox"/> Otros           |

Nombre: .....

Apellidos: .....

Dirección: .....

Prov/Cod: ..... Tel: ( ) .....

**Remitir, llamar o enviar Fax a:**

ISAGRI - Informática y Servicios para la AGRICULTURA  
Avda. V. Blasco Ibáñez, 194 - 46022 VALENCIA  
Tel: (96) 356 08 65 Fax: (96) 356 08 64