

# AVANCES TÉCNICOS **294**

## Cenicafé

Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica / Diciembre de 2001

## NUEVA DESPULPADORA PARA UNA CAFICULTURA COMPETITIVA

Carlos E. Oliveros T.\*, Nelson Moya M.\*\* , César A. Ramírez G.\*

Desde la liberación de la tecnología BECOLSUB en 1995 en Colombia y hasta la fecha, se ha observado que la mayoría de los problemas en su funcionamiento se deben a deficiencias de las despulpadoras, atribuibles a fallas asociadas a su diseño, por su dificultad para calibrarlas y por la susceptibilidad al deterioro de las partes sometidas a mayor desgaste. Las fallas de las despulpadoras dificultan el beneficio y disminuyen el ingreso del caficultor.

\* Investigador Principal y Asistente de Investigación. Ingeniería Agrícola. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafe. Chinchiná, Caldas, Colombia.

\*\* Ingeniero Mecánico. INGESEC. Ltda. Bogotá



Además, el mantenimiento de las despulpadoras tradicionales es de por sí costoso y solamente deben realizarlo personas con la capacitación apropiada.

Las nuevas despulpadoras de diseño mejorado fabricadas con plásticos de última generación, son el resultado de tres años de investigación continua entre CENICAFÉ y la empresa INGESEC Ltda.

Con ellas se espera mejorar los indicadores de eficiencia del despulpado, facilitar su calibración, disminuir los costos de mantenimiento y mejorar la productividad y rentabilidad de nuestra caficultura.

## EL PROCESO DE DESPULPADO

En el despulpado del café se retira la cáscara o pulpa de los frutos al comprimirlos en el espacio conformado por el pechero y los dientes de la camisa de las despulpadoras que giran a velocidades generalmente comprendidas en el rango de 120 a 160rpm.

Como producto de la compresión del fruto se rasga la pulpa y ocurre la expulsión de las semillas. Con la compresión de los frutos también se comprimen las semillas y si la deformación supera 1mm éstas sufren daños en su estructura, que pueden afectar su valor comercial (2).

Una vez desprendida la pulpa, ésta y las semillas inician su recorrido por el canal del pechero en el cual los dientes de la camisa se encargan de

retirla, a través del espacio existente entre los dientes y la vena del pechero.

En la Figura 1 se ilustran las funciones que realizan las diferentes partes de cada canal de un pechero, de una despulpadora típica de cilindro horizontal.

## CALIBRACIÓN DE MÁQUINAS TRADICIONALES

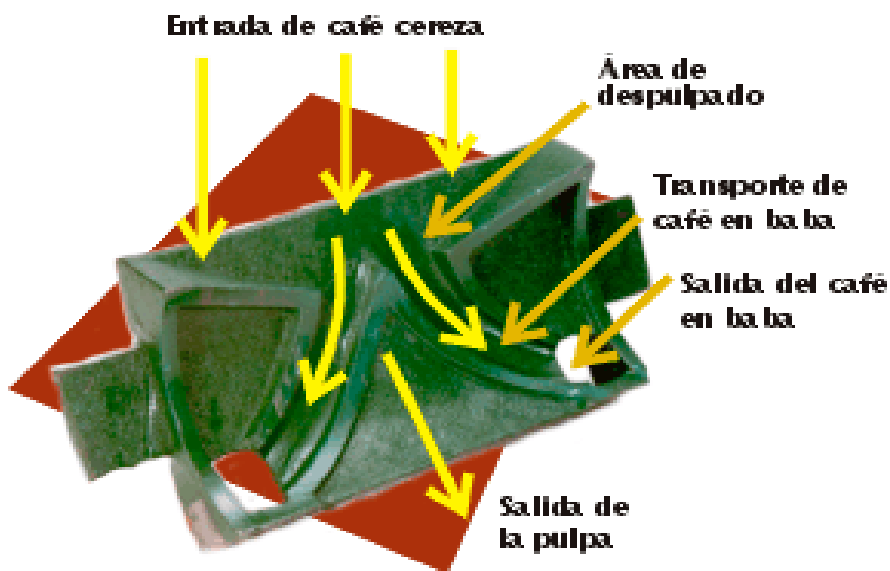
En cualquier despulpadora su mejor desempeño se consigue si se calibra correctamente y se da un adecuado mantenimiento, principalmente a los elementos sometidos a mayor desgaste (camisa, pechero y rodamientos).

El primer paso en la calibración de la despulpadora consiste en ajustar

la alimentación de café al rango establecido por el fabricante. Esto se logra aflojando los tornillos o tensores de las cureñas y variando la separación entre la cuchilla y el agitador, ubicados en la base de la tolva de la máquina.

Para conocer el rendimiento de la despulpadora se pesa una cierta cantidad de café (5kg) y se mide el tiempo empleado por la máquina para procesarlo. Para una máquina de 300kg/h el tiempo debe ser de 1 minuto. Debido a la falta de precisión de las partes comprometidas, a las herramientas utilizadas para desplazar la cuchilla (martillo y cincel, generalmente) y al tamaño de los granos, es necesario repetir este proceso varias veces (por lo menos 3 veces en el caso de operarios muy calificados) hasta conseguir un valor promedio cercano al esperado.

Cuando se logra el rendimiento deseado de la máquina se debe observar la calidad del despulpado o sea la presencia de pulpa, granos sin



**Figura 1.** Distribución de funciones en el canal de un pechero de una despulpadora de cilindro horizontal convencional (1).

despulpar, daño mecánico (granos mordidos, trillados y aplastados) en el café despulpado y granos en la pulpa (Figura 2). Con café cereza de buena calidad (bajo porcentaje de verdes, secos, con mancha de hierro, etc.) se considera que la máquina está funcionando correctamente si:

- ◀ El porcentaje de pulpa en el grano es inferior al 2,0%,
- ◀ El daño mecánico es inferior al 1,0%,
- ◀ El porcentaje de granos sin despulpar es inferior al 1%,
- ◀ No se observan granos en la pulpa (0%).

Si los valores obtenidos para los indicadores son superiores a los límites establecidos (norma INCONTEC 2090) es necesario calibrar el pechero, lo cual implica ajustar su separación con respecto a los dientes de la camisa y, posiblemente, revisar el estado de los canales y venas. Por lo delicado, es aconsejable que esta labor la realice una persona con amplia experiencia.

Dependiendo de la calidad de la cereza por procesar, los valores pueden exceder los límites indicados. Sin embargo, se espera que en cualquier condición de calidad física del café el porcentaje de granos en la pulpa sea cercano a 0.

El mantenimiento de la máquina también es importante para su buen funcionamiento.

La camisa es la parte de la despulpadora que experimenta el

más rápido deterioro debido a que los frutos verdes, secos y las semillas de frutos grandes (monstruos y caracoles y en ocasiones plano-convexos de mayor espesor) deforman los dientes disminuyendo su capacidad para retirar la pulpa (Figura 3).

Las piedras y otros objetos como partes metálicas no solamente pueden dañar muchos dientes sino que pueden rasgar la camisa obligando a su reposición inmediata.



**Figura 2.** Daños de las almendras causados por mal despulpado



**Figura 3.** Daños en la camisa de las despulpadoras tradicionales

## LA NUEVA DESPULPADORA CENICAFÉ-INGESEC 300

A continuación se describen los componentes, el modo de calibración y la evaluación del desempeño.

### COMPONENTES

#### Alimentación de la despulpadora

Se utiliza un tornillo sinfín corto, construido en acero inoxidable calibre 16 con las dimensiones y velocidad de rotación indicadas en la Tabla 1. Con este dispositivo se evita el proceso tedioso e impreciso de la calibración de las cuchillas utilizado en las máquinas convencionales. Simple-



**Tabla 1.**

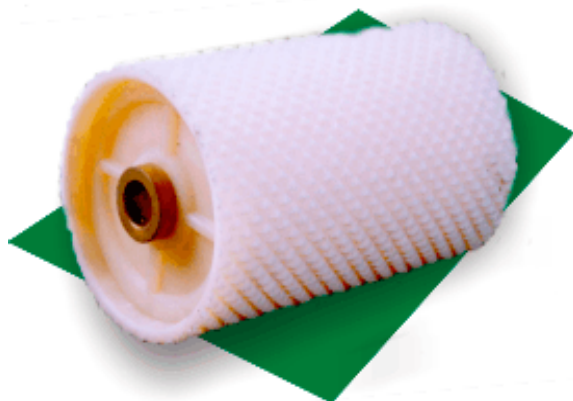
Velocidad de rotación y dimensiones del tornillo sinfín alimentador de las despulpadoras CENICAFÉ-INGESEC 300

| Modelo<br>Kg/h | rpm | Diámetro<br>cm | Paso<br>cm |
|----------------|-----|----------------|------------|
| 300            | 200 | 5,0            | 5,0        |

mente al activar el motor que acciona la máquina el tornillo entrega en la(s) zona(s) de despulpado del pechero el flujo adecuado de café que permite el mejor funcionamiento de la máquina.

El flujo es afectado por la densidad del café en proceso, que en el caso del tornillo sinfín depende de la calidad. En general, se logra una alimentación en el rango establecido para el modelo.

## Cilindro despulpador



En la nueva tecnología por primera vez se integran la camisa y el cilindro en un solo cuerpo construido en nylon reforzado. Las dimensiones de los dientes (ancho de la base y altura) son 2,79mm (cv= 8,58%) y 10,29mm (cv= 5,26%), respectivamente. El número de dientes por pulgada cuadrada es de 8. En la máqui-

na con capacidad para 300kg de cereza/h el cilindro tiene un diámetro de 14cm y longitud de 22cm. La velocidad de rotación del cilindro despulpador es de 232rpm.

## Pechero

Fabricado en nylon reforzado. Para cada modelo experimentalmente se determinaron las dimensiones tanto del canal como de las venas y la forma, que permitan obtener la mejor calidad de despulpado con el menor empleo de potencia posible.

El pechero está soportado por medio de dos tornillos de acero galvanizado con arandela y tuerca, solamente uno en cada extremo.

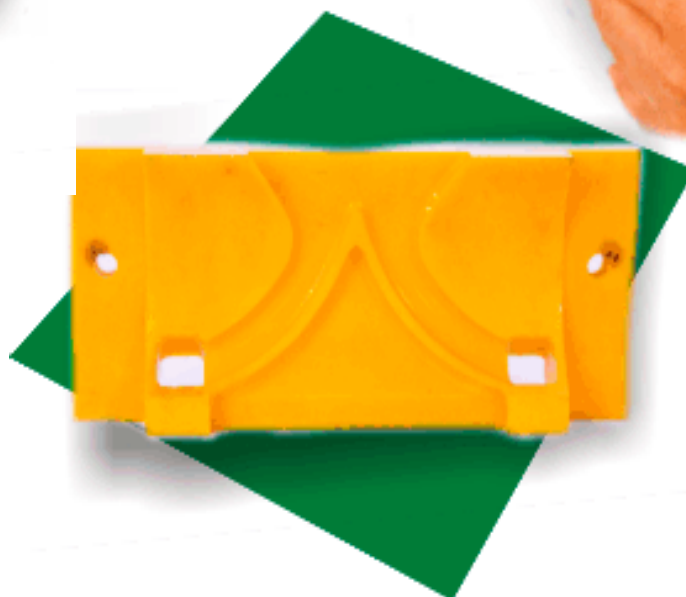
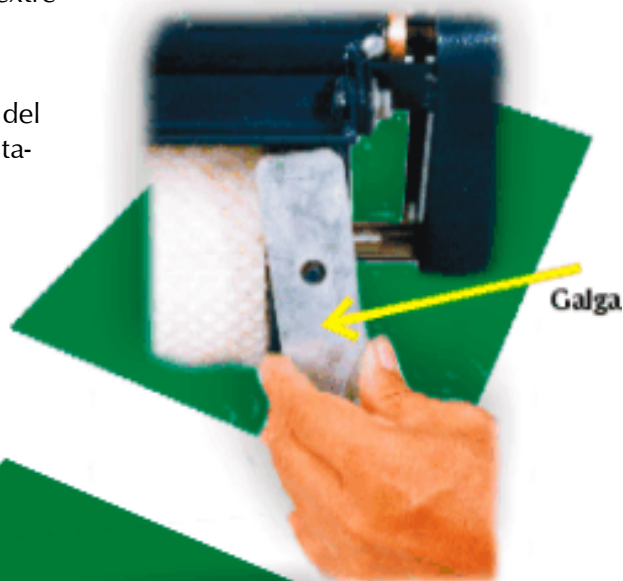
Para variar la separación del pechero y el cilindro dentado se utilizan láminas de

acero galvanizado o galgas, de diferente calibre.

Con las de menor grosor, al lograr el mayor acercamiento del pechero a los dientes del cilindro despulpador, se calibra la máquina para despulpar cerezas de menor tamaño.

En forma similar, para despulpar café de mayor tamaño es necesario utilizar las galgas de mayor grosor.

Debido a que es un procedimiento fácil y rápido, para seleccionar la galga más apropiada para un determinado café se pueden ensayar varias, partiendo de la más delgada.



## Soporte del cilindro, pechero, tolva y tornillo sinfín

## CALIBRACIÓN

Debido a su diseño, para calibrar las nuevas máquinas para un determinado tamaño del café el proceso se reduce a:

◀ Despulpar el café utilizando las galgas de menor grosor.

◀ Si se observa un excesivo número de semillas provenientes de frutos maduros con daño mecánico (un valor podría ser máximo 2 en 100 semillas) se retiran las dos tuercas que sujetan el pechero, se extraen las galgas y se reemplazan por otras de grosor intermedio.

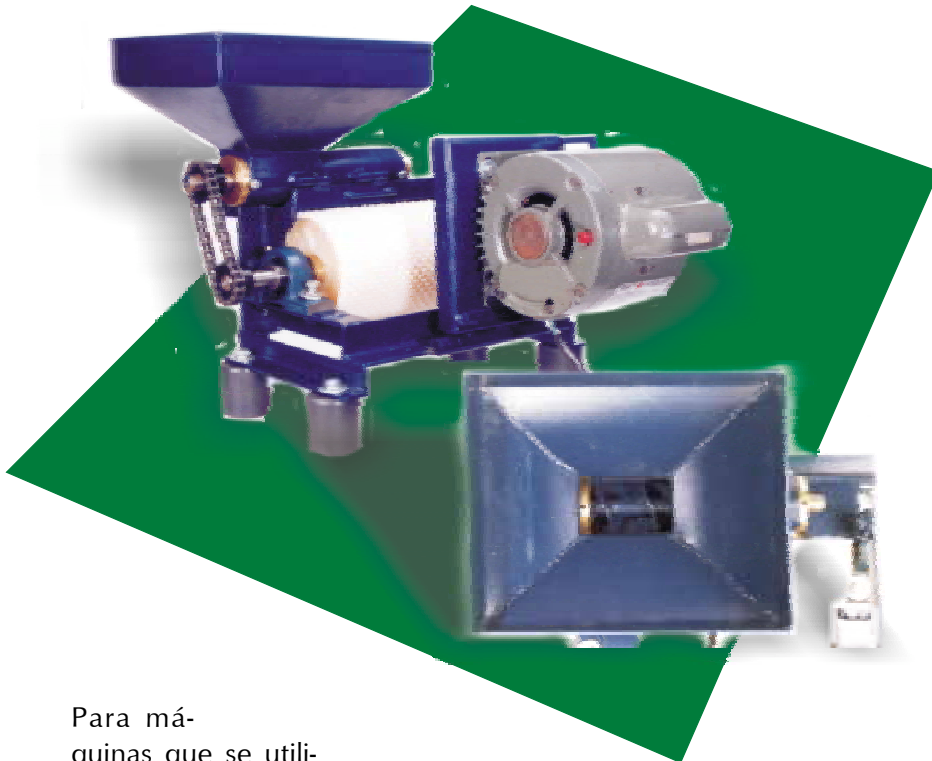
◀ Si la máquina “cascarea” demasiado y el café es de buena calidad se puede separar un poco más el pechero para permitir la evacuación de la pulpa.

Para máquinas que se utilizan en el proceso convencional, con fermentación natural del mucílago, estos elementos están soportados en una estructura construida en ángulo de hierro.

Cuando se utilizan en módulos BECOLSUB no se requiere de estructura adicional, simplemente se apoyan en la del módulo.

Con esto se integra la despulpadora al módulo permitiendo la disminución del número de partes, peso y los costos de un módulo BECOLSUB.

El eje de acero del cilindro despulpador está soportado por rodamientos tipo SY.



## DESEMPEÑO

Debido a que esta máquina tiene alimentador mecánico de café, el rendimiento de la máquina variará según la calidad del café.

En los días picos de cosecha, con buen control en la recolección, se logra el máximo rendimiento de la máquina y la mejor calidad de despulpado.

En la Figura 4 se presentan los resultados obtenidos en la evaluación de la despulpadora 300. Se observa que las máquinas cumplen ampliamente con los estándares establecidos en la norma ICONTEC para la evaluación de despulpadoras.

No se observaron granos en la pulpa. Conviene señalar nuevamente que la calidad del despulpado en ésta y en cualquier máquina en buen estado, correctamente ajustada y operada con el flujo de café y la velocidad recomendados por el fabricante,

depende en alto grado de la materia prima utilizada.

El mejor desempeño de la despulpadora se logra con café con alto porcentaje de frutos maduros, bajo porcentaje de inmaduros y secos y materiales extraños (hojas, principalmente).

## VIDA ÚTIL DE LOS MATERIALES PLÁSTICOS UTILIZADOS

El cilindro y el pechero de la despulpadora de las nuevas máquinas están fabricados en PROLON NA<sup>®</sup>, el cual es una poliamida tipo 6G, conocida generalmente como NYLON.

Los productos fabricados con PROLON NA<sup>®</sup> poseen alta resistencia,

muy buen comportamiento al desgaste, resistencia a la abrasión y buena resiliencia (alta capacidad para almacenar energía elástica).

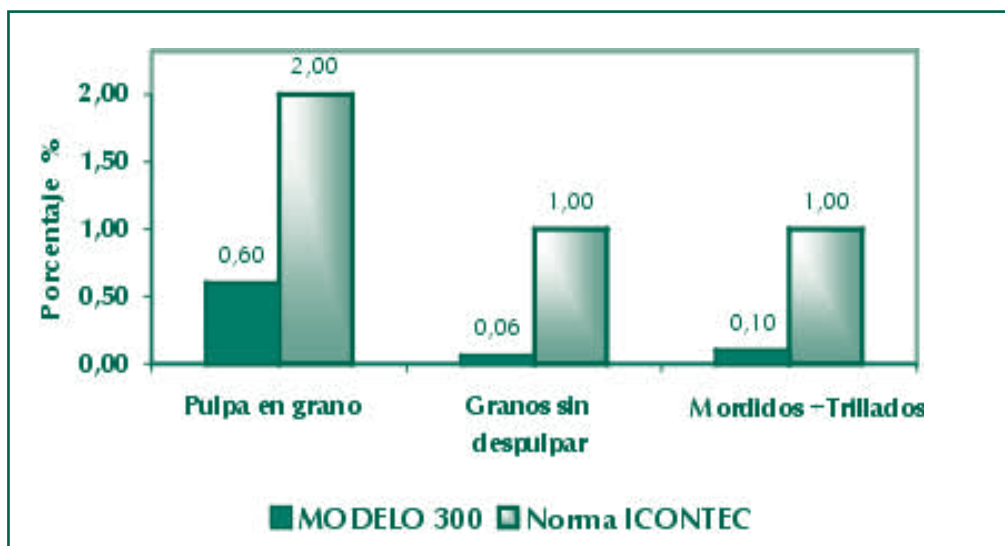
El PROLON NA<sup>®</sup> presenta mayor resistencia al desgaste que el hierro fundido, acero, bronce, areniscas o cuarzo. Su densidad es 1/8 con respecto a la del bronce, 1/7 a la del acero y 1/2 la del aluminio. Adicionalmente, presenta alta resistencia al impacto y es resistente a los álcalis y solventes orgánicos.

En Colombia se utiliza el PROLON NA<sup>®</sup> en aplicaciones con alta exposición a la abrasión en minería, en la industria forestal y en el sector azucarero (transporte de bagazo, molinos, etc.).

Los siguientes factores podrían afectar la vida útil de la camisa de cualquier despulpadora, incluyendo la máquina CENICAFÉ-INGESEC:

◀ Los objetos duros (piedras, partes metálicas, etc.)

**Figura 4.**  
Calidad del despulpado obtenido con la despulpadora CENICAFÉ-INGESEC



◀ Los frutos secos

◀ Los frutos inmaduros

◀ Las semillas de gran tamaño (granos monstruos, caracoles grandes y plano convexos grandes).

de hierro (en pecheros), cobre, acero inoxidable y hierro galvanizado, en camisas.

En CENICAFÉ se midió la fuerza máxima, perpendicular a la base que soporta un diente fabricado en cobre, acero inoxidable y nylon.

Lo anterior, sin embargo, no significa que la nueva tecnología pueda soportar la presencia de objetos muy duros como cuarzo y partes metálicas de mayor tamaño que las semillas sin sufrir daño alguno.

Teniendo en cuenta las propiedades físicas y mecánicas del PROLONNA® (principalmente, su alta resistencia a la abrasión, alta tenacidad y buena resiliencia) se espera que tanto los dientes del cilindro como el pechero de la nueva despulpadora presenten considerablemente mayor vida útil que aquellos en los cuales se utilizan materiales como fundición

Los resultados obtenidos indican que los dientes del cilindro despulpador construido en nylon pueden soportar una fuerza radial 24,8 y 5,5 veces superior con respecto al cobre y el acero inoxidable, respectivamente. (Tabla 2).

**Tabla 2.**

Fuerza máxima, perpendicular a la base, que soporta el diente de una camisa de una despulpadora

| Material         | Fuerza, N            |
|------------------|----------------------|
| Cobre            | 273,8 (cv = 21,29%)  |
| Acero Inoxidable | 1228,3 (cv = 16,77%) |
| Nylon reforzado  | 6794,7 (cv = 18,01%) |

En los ensayos realizados se ha observado que:

- Ante la presencia de este tipo de objetos de tamaño similar o ligeramente mayor que el café en baba los dientes de la camisa, debido a las propiedades mecánicas del material, pueden deformarse y el pechero flectarse lo necesario para evitar daños severos tanto en los dientes como en el pechero.

- En similar situación, los dientes de camisas fabricadas en cobre o acero inoxidable y posiblemente el pechero, podrían resultar seriamente averiados.

- Cuando se aplasta un diente, lo cual ocurre fácilmente en una camisa de cobre, por el espacio dejado puede escapar por lo menos una semilla por cada giro del cilindro.

- Considerando la velocidad de rotación del cilindro de una máquina tradicional, en promedio 160rpm, en un minuto pueden escapar a la pulpa 160 semillas, que en promedio representan 57,6 gramos de café seco/minuto. Para el caso de una finca con producción anual de 1000@ de cps que utilice una despulpadora de 300kg/h, las pérdidas de café podrían representar 719 kg de cps, que a precios actuales equivalen a unos \$1.728.000 (5,76% del valor de la cosecha).



# CAFICULTOR

Los esfuerzos por conseguir una buena producción de café se deben complementar con buenas prácticas de postcosecha.

El despulpado es fundamental ya que es imprescindible y es el comienzo de un buen beneficio. Las pérdidas en esta etapa son definitivas porque afectan directamente los ingresos de la finca.



## LITERATURA CITADA

1. ARDILA G. A. Rediseño de una despulpadora de café. Informe Final. CENICAFÉ. Junio de 2000. pp 38.
2. OLIVEROS T. C.E. Despulpado del café. In: Beneficio Ecológico del café. ROA M, G. ed. 1999. pp. 60-62.

*Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.*

**Cenicafé**

Centro Nacional de Investigaciones de Café

"Pedro Uribe Mejía"

Chinchiná, Caldas, Colombia

Tel. 506550 Fax. 504723

A.A. 2427 Manizales

cenicafe@cafedecolombia.com

Edición: Héctor Fabio Ospina Ospina  
Fotografía: Gonzalo Hoyos Salazar  
César A. Ramírez G.  
Diagramación: Carmenza Bacca Ramírez