

Pulpa y pergamino de café. VIII. Estudios básicos sobre la deshidratación de la pulpa de café^{*1/} — MARIO ROBERTO MOLINA**, GABRIEL DE LA FUENTE**, HUGO GUDIEL***, RICARDO BRESSANI****

ABSTRACT

The drying curves obtained for coffee pulp indicated that pulp is an easy-to-dry material. Its moisture content was reduced from 85 to 6 per cent during the constant rate drying period. Experiments using the Van Arsdel analogue method and a tray-drier with a counterflow arrangement showed that with an inlet air temperature of 75°C and a loading of 681 g/0.09 m² (1.5 lb/ft²), a total drying area of 72 m² was necessary to obtain a yield of 824 kg of dry material per 24 hours. Using a loading of 1,136 g/0.09 m² (2.5 lb/ft²) and an inlet air temperature of 120°C yields of up to 477 kg of dry material per 24 hours were obtained with a drying area as small as 5.6 m². The fact that coffee pulp is an easy-to-dry material, without any appreciable change in its chemical composition, is considered of great value to implement its use on a large scale basis. — The authors.

Introducción

LA pulpa de café representa aproximadamente 42 por ciento del peso total del café en cereza (3). Como ejemplo puede mencionarse que en 1971 se produjeron en América Latina aproximadamente 2,7 millones de toneladas métricas de pulpa de café (base seca) de una producción total de café en cereza de 6,4 millones de toneladas métricas (base seca) obtenida en la Región ese mismo año (6).

Recientemente, varios trabajos han indicado el posible uso de la pulpa de café en la nutrición animal, tanto para ruminantes como para monogástricos, en porcentajes que oscilan entre 15 y 30 por ciento (2, 4, 5, 8). Por otro lado, Molina *et al.* (9) estudiaron el posible uso industrial de la pulpa como fuente de cafeína y, aun cuando los factores de acción fisiológica adversa presentes en la pulpa todavía se desconocen, estos au-

tores lograron obtener una acción detoxificante a través de un proceso simple de decafeinización del material original.

Sin embargo, aunque los estudios citados señalan ya la posible utilización de cantidades considerables de pulpa de café, muy poco o nada se ha informado con respecto a las características básicas de deshidratación de este material. En la mayor parte de los estudios citados (4, 5, 8) se ha utilizado pulpa deshidratada al sol o pulpa ensilada, que ofrecen alternativas para la utilización industrial o en gran escala de la pulpa de café. Las características de deshidratación de la pulpa de café son imprescindibles para el uso en gran escala de este producto, a fin de evaluar la factibilidad de esta operación y emitir así consideraciones en cuanto a transporte, premezcla de concentrados para animales a nivel industrial, etc. Todo ello contribuiría indudablemente al mayor y mejor uso de este material.

El presente trabajo describe algunas características básicas de deshidratación de la pulpa de café que revelan la factibilidad de dicha operación en forma mecanizada.

Materiales y métodos

La pulpa de café utilizada en este estudio se obtuvo de beneficios centrales, y correspondía a la cosecha de 1973.

* Recibido para su publicación el 11 de junio de 1974.

1/ Esta investigación se llevó a cabo con fondos del International Development Research Centre, Ottawa, Canadá (Subvención INCAP N° 840).

** Científicos de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado 11-88, Guatemala.

*** Técnico de la planta piloto de la misma División.

**** Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.

Publicación INCAP E-764.

Las determinaciones relativas al contenido de humedad, nitrógeno, ceniza, fibra cruda, taninos y extracto etéreo se hicieron en duplicado, siguiendo los métodos de la AOAC (1). La proteína se estimó multiplicando el contenido de nitrógeno por el factor de conversión 6,25. El contenido de cafeína también se determinó en duplicado, según el método descrito por Ishler, Finucane y Borker (7). Las determinaciones de ácido clorogénico, ácido cafeico y azúcares totales se efectuaron en triplicado siguiendo los métodos descritos por Pomenta y Burns (10). Para la determinación de azúcares totales se usó glucosa como estándar.

La pulpa procedente del beneficio fue deshidratada sin someterla a ningún proceso adicional, utilizando un secador de convección (Precision Scientific, modelo 625) y un secador de bandejas a contracorriente (las bandejas se mueven en sentido opuesto al aire entrante). Este último secador fue construido localmente a similitud del secador Schilde Simplificator, modelo SG 5/XII, y de iguales dimensiones. La velocidad del aire en el secador fue determinada usando un anemómetro (Wilh. Lambrecht, modelo 1439). Por su parte, la temperatura y humedad relativa del aire secador se establecieron por el psicrómetro Atkins (Modelo 3ZO2B). La humedad y el volumen específico del aire fueron calculados utilizando la tabla psicrométrica calculada para una presión de 640 mm de Hg, que corresponde a la presión barométrica de la ciudad de Guatemala (cortesía del Departamento de Ingeniería Química, Universidad de San Carlos de Guatemala).

El tiempo de secado y el de retención en el secador, así como los rendimientos de material deshidratado, fueron determinados por el método análogo de Van Arsdel, según lo describen Van Arsdel y Copley (11). Para el caso, el material se consideró deshidratado al alcanzar un contenido de humedad de 0,011 kg de agua/kg de materia seca; esto equivale a la humedad del aire atmosférico a temperatura ambiente al momento de efectuar las operaciones de secado.

Resultados

La curva de secado obtenida en el horno de convección usando una carga de 454 g/0,09 m² (1 lb/pie²), una temperatura de 75°C y una velocidad de aire de 2,47 m/seg puede apreciarse en la Figura 1. Según se observa, el período de secado de grado constante permite reducir el contenido de humedad de la pulpa, de 85 a 6 por ciento en 3,4 horas bajo las condiciones citadas. Como lo revela la curva, el período de difusión (cuando la pérdida de humedad por unidad de tiempo es muy pobre), se inicia hasta después que la pulpa ha alcanzado un nivel de 6 por ciento de humedad. Cabe mencionar que la pulpa con este porcentaje de humedad puede considerarse prácticamente seca, ya que dicho contenido se mantiene en equilibrio con la humedad ambiente. Se obtuvieron curvas de secado similares usando una carga hasta de 908 g/0,09 m² (2 lb/pie²).

En la Figura 2 se muestra el diagrama del secador de bandejas a contracorriente utilizado para los experimentos subsiguientes. El secador tiene una capacidad

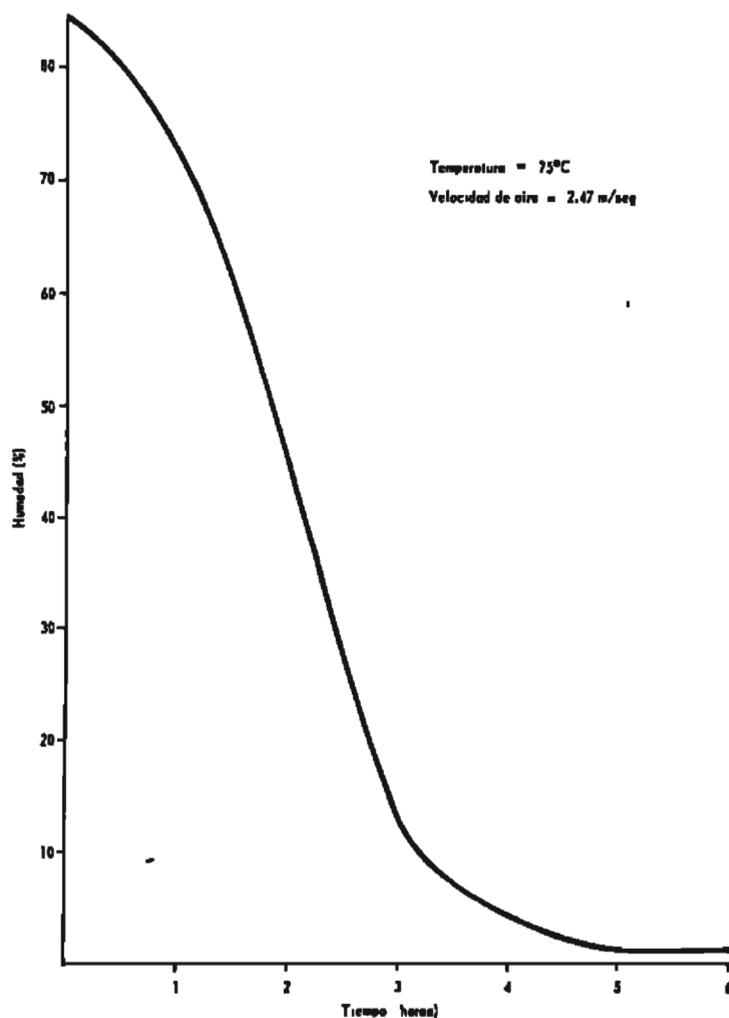


Fig. 1.—Secado de pulpa de café fresca en horno de convección.

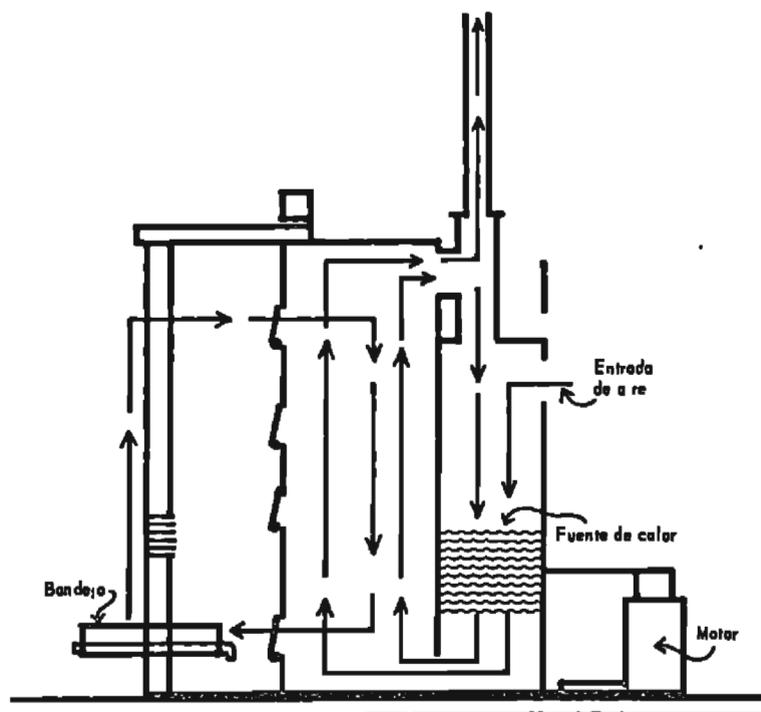


Fig. 2.—Secador de bandejas en túnel vertical a contracorriente. Las bandejas son alimentadas en la parte superior izquierda y bajan en sentido opuesto a la dirección del aire entrante previamente calentado. La bandeja ilustrada en la figura ha terminado su recorrido por el túnel y está lista para ser descargada y recibir una nueva carga de pulpa fresca.

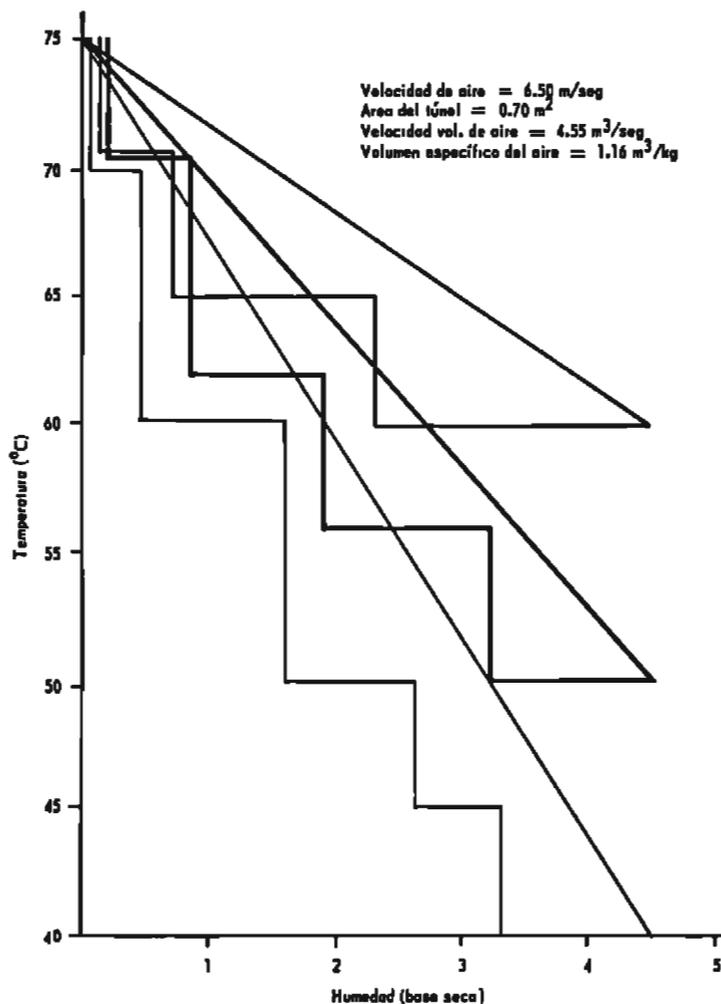


Fig. 3.—Secado de pulpa de café fresca en secador de bandejas con túnel vertical a contracorriente suponiendo tres temperaturas de aire saliente.

total de cinco bandejas, las que —como se indicó— se mueven en sentido opuesto con respecto al aire entrante. Las dimensiones básicas de las bandejas son de 75 x 75 x 12,5 cm. El área total del túnel es de 0,70 m².

El diagrama de secado obtenido al usar un carga de 681 g/0,09 m² (1,5 lb/pie²) y una temperatura de aire entrante de 75°C suponiendo tres temperaturas de aire saliente, a saber: 40, 50 y 60°C, se expone en la Figura 3. Esta incluye también los datos necesarios para aplicar la fórmula del método análogo de Van Arsdel (11) y obtener así el tiempo de residencia.

La Figura 4 presenta las curvas obtenidas con los tiempos de secado determinados experimentalmente; da a conocer, asimismo, los tiempos de residencia calculados utilizando la fórmula de Van Arsdel y Copley (11) según la cual se supone un área de secado total de 72 m² (800 pies²), lo que equivale a 10 bandejas de 7,2 m². Como se observa, bajo las condiciones experimentales mencionadas, y usando un secador de bandejas semejante al empleado en este estudio, pero con capacidad para 10 bandejas de 7,2 m², es de esperar una temperatura de aire saliente de 50°C y un tiempo de residencia del material de 2,92 horas. Los cálculos de rendimiento de material seco (11) indicaron que,

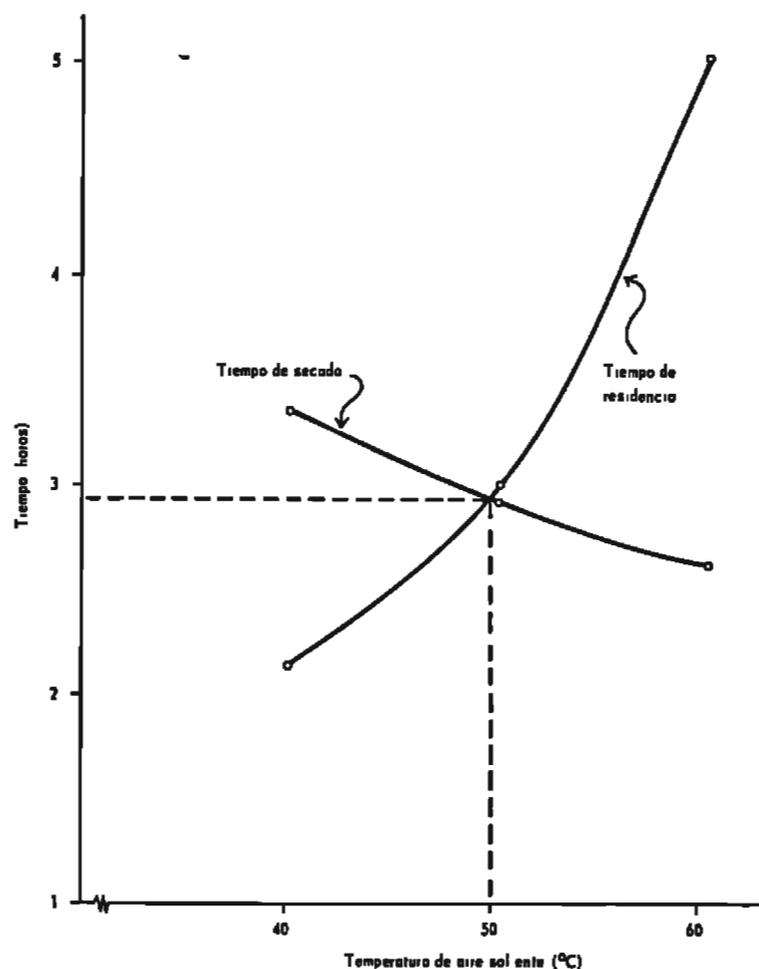


Fig. 1.—Tiempo de residencia y temperatura de aire saliente para secado de pulpa de café fresca en secador de bandejas con túnel vertical a contracorriente.

bajo las condiciones citadas, el secador de bandejas a contracorriente y con capacidad para 10 bandejas de 7,2 m² sería capaz de producir 824 kg (1.817 lb) de material seco en 24 horas.

Las Figuras 5 y 6 representan el diagrama de secado que se obtuvo al utilizar la misma carga anterior (1,5 lb/pie²) con una temperatura de aire entrante de 120°C, suponiendo tres temperaturas de aire saliente (105, 110 y 115°C); se exponen también las curvas obtenidas con los tiempos de secado determinados experimentalmente y los tiempos de residencia calculados (11) para un área de secado total de 2,8 m² y 5,6 m² (equivalentes al área total de 5 y 10 bandejas de iguales dimensiones a las del secador usado en el presente estudio). Según lo revela la Figura 6, la temperatura de aire saliente sería de 113°C y el tiempo de residencia media del material, de 0,45 horas en el caso del secador de cinco bandejas; en cambio en el caso del secador de diez bandejas, la temperatura de aire saliente sería de 110°C y el tiempo de residencia media del material, de 0,57 horas. Los cálculos de rendimiento de material seco de acuerdo a la ecuación de Van Arsdel y Copley (11) indicaron que el secador de 5 bandejas produciría 181 kg (399 lb) de material seco en 24 horas, mientras que el secador de 10 bandejas tendría una capacidad de producción de 286 kg (630 lb) de material seco en ese mismo período.

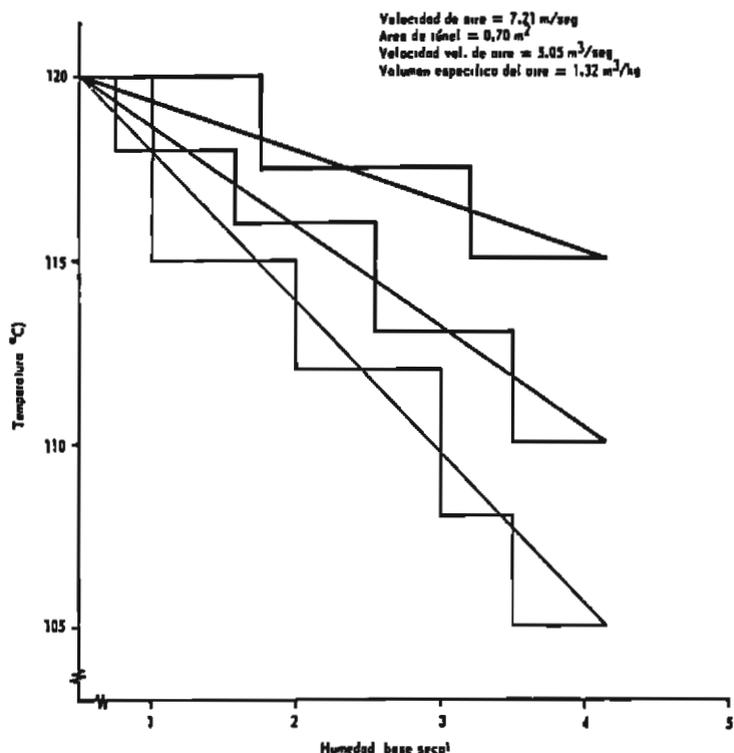


Fig. 5.—Secado de pulpa de café en secador de túnel a contracorriente suponiendo tres temperaturas de aire saliente.

Otros ensayos realizados bajo condiciones similares señalaron que básicamente se obtienen las mismas curvas de la Figura 6 usando cargas hasta de 1.136 g/0,09 m² (2,5 lb/pie²). Estos resultados indican, pues,

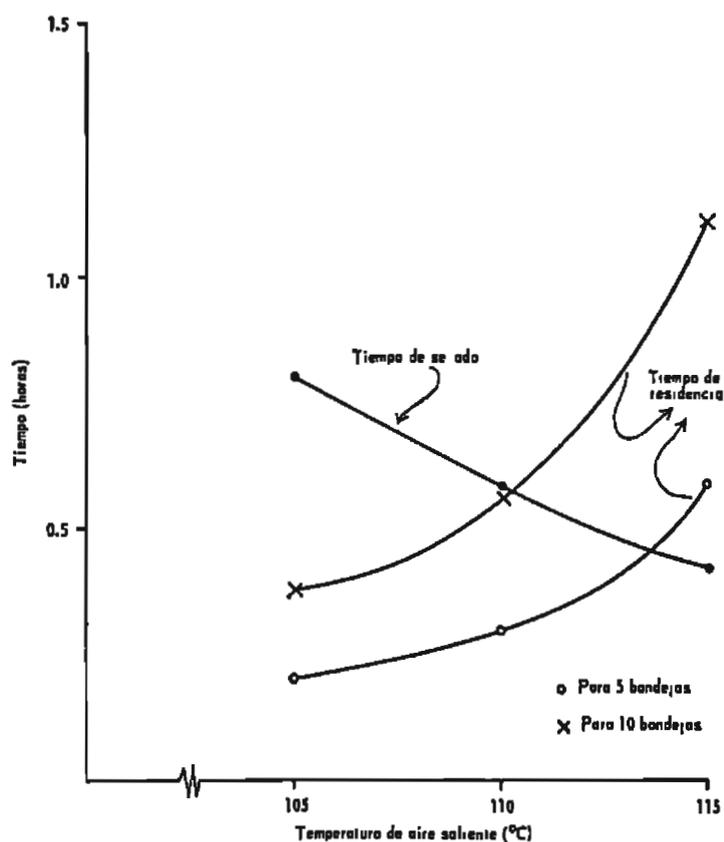


Fig. 6.—Tiempo de residencia y temperatura de aire saliente para secado de pulpa de café fresca en secador de bandejas con túnel vertical a contracorriente usando 5 y 10 bandejas.

Cuadro 1.—Composición porcentual de la pulpa de café fresca, y deshidratada a 120°C.

Componentes	Pulpa fresca	Pulpa deshidratada
Agua	81,21	5,11
Extracto etéreo	0,72	4,61
Fibra cruda	2,79	15,87
Proteína (N x 6,25)	2,31	12,22
Ceniza	1,29	7,91
Cafeína	0,28	1,31
Taninos	—	2,60
Acido clorogénico	—	2,71
Acido cafeico	—	0,30
Azúcares solubles totales	—	9,03

la factibilidad de aumentar los rendimientos utilizando cargas mayores de 681 g/0,09 m² (1,5 lb/pie²).

La composición porcentual determinada en el material original, y en aquél procedente de una deshidratación en la que se utilizó una temperatura de aire entrante de 120°C, se aprecia en el Cuadro 1. Como puede observarse, no se produjo ningún cambio apreciable en la concentración de los componentes evaluados debido a la deshidratación a la temperatura citada. Aún más, los resultados obtenidos con la pulpa deshidratada a una temperatura de aire entrante de 120°C, concuerdan con aquéllos informados para la pulpa deshidratada al usar 75°C como temperatura de aire entrante (9).

Discusión

La curva de secado obtenida en el secador de convección (Fig. 1) indica que la pulpa de café, en el estado en que se recibió del beneficio, es un material bastante fácil de deshidratar, ya que el período de secado de grado constante es lo suficientemente amplio para obtener un material prácticamente seco (5 a 6 por ciento de humedad), sin alcanzar todavía el período de difusión en la curva. Estos resultados indican que el secado de la pulpa de café es función de la temperatura y carga, pero no de características inherentes al material, en vista de que la humedad se elimina a grado constante. Dicho comportamiento puede explicarse parcialmente con base al alto contenido de fibra y al contenido relativamente bajo de azúcares de la pulpa (Cuadro 1), características que son particulares de materiales fácilmente deshidratables (11).

Las características básicas de deshidratación de la pulpa antes mencionadas se hicieron manifiestas también en los experimentos efectuados en el secador de

bandejas a contracorriente (Figs. 3-6). Estos resultados señalan que la temperatura y la carga son los determinantes del tiempo de retención que se obtiene y, consecuentemente, del área total de secado necesaria para obtener determinado rendimiento por unidad de tiempo. Básicamente, las mismas curvas obtenidas en el caso de una temperatura de aire entrante de 120°C y una carga de 681 g/0,09 m² (1,5 lb/pie²) usando un área total de 2,8 m² ó 5,6 m² (Fig. 6) se obtienen aplicando una carga hasta de 1.136 g/0,09 m² (2,5 lb/pie²). Con esta carga los rendimientos en materia seca por 24 horas pueden elevarse de 181 kg a 302 kg en el caso de usarse cinco bandejas (2,8 m²), y de 286 kg a 477 kg cuando se utiliza un área total de diez bandejas (5,6 m²). Dichos resultados de nuevo subrayan lo fácil que es el secado mecanizado de la pulpa de café; a la vez, indican que hasta una carga no mayor de 1.136 g/0,09 m² (2,5 lb/pie²), la temperatura es la única variable limitante del rendimiento.

Los hallazgos de que aquí se informa sugieren que la deshidratación no es un factor limitante en la utilización de la pulpa de café en gran escala, tanto en la nutrición animal, como a nivel industrial. Desde el punto de vista de su posible uso industrial como fuente de cafeína (9), cabe hacer énfasis en el hecho de que el contenido de ese alcaloide no se ve comprometido por el uso de temperaturas hasta de 120°C en la operación de secado (Cuadro 1).

El costo de esta última operación estaría condicionado por la fuente de energía por utilizar en el secador, pero a juzgar por los hallazgos aquí descritos, no se vería afectado por la naturaleza del material. Aún más, es factible que los rendimientos en el secador se viesen favorecidos por una operación de prensado previo a la deshidratación, ya que ello permitiría reducir el contenido de humedad original de este subproducto. Otros sistemas de deshidratación industrial han sido estudiados también en nuestros laboratorios, por ejemplo, la deshidratación por secadores de tambores. Aunque el material así procesado tiene apariencia muy aceptable y características físicas deseables, el costo de deshidratación por el sistema descrito en este trabajo se considera más bajo que el del secado por tambores. Digno de mención es, asimismo, el hecho de que estudios preliminares al respecto han sugerido que el calor promueve reacciones químicas entre algunos compuestos orgánicos de la pulpa de café, reacciones que pueden afectar adversamente el potencial nutricional de la pulpa, y que es imposible detectar a través de análisis químico.

Todas estas posibilidades, así como los cambios que debido a los diversos procesos a que se somete pueden ocurrir en la composición química y nutricional de este subproducto del café, se encuentran actualmente bajo estudio en nuestros laboratorios.

Resumen

Las curvas de secado que se obtuvieron para la pulpa de café indican que este material puede deshidratarse fácilmente, obteniéndose reducciones de 85 a 6

por ciento en su contenido de humedad durante el período de secado de grado constante. De acuerdo con los estudios realizados usando el método análogo de Van Arsdel y un secador de bandejas a contracorriente se encontró que una temperatura de aire entrante de 75°C y una carga de 681 g/0,09 m² (1,5 lb/pie²) requiere un área de secado de 72 m² para obtener un rendimiento de 824 kg de material seco en 24 horas. Usando una carga de 1.136 g/0,09 m² (2,5 lb/pie²) y una temperatura de aire entrante de 120°C, los rendimientos fueron hasta de 477 kg de material seco en 24 horas, para un área de secado de sólo 5,6 m². La fácil deshidratación mecanizada de la pulpa de café, sin que ello induzca cambios apreciables en su composición química, se considera un hecho de gran significado para implementar su utilización en gran escala.

Literatura citada

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official Methods of Analysis of the AOAC. 11th ed. Washington, D.C., The Association. 1970. 1015 p.
2. BRAHAM, J. E. *et al.* Pulpa y pergamino de café. III. Utilización de pulpa de café en forma de ensilaje. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 23:379-388. 1973.
3. BRESSANI, R., ESTRADA, E. y JARQUIN, R. Pulpa y pergamino de café. I. Composición química y contenido de aminoácidos de la proteína de la pulpa. Turrialba 22(3):299-304. 1972.
4. ———, *et al.* Pulpa y pergamino de café. IV. Efecto de la pulpa de café deshidratada en la dieta de ratas y pollos. Turrialba 23(4):403-409. 1973.
5. CABEZAS, M. T., *et al.* Pulpa y pergamino de café. VI. Adaptación del ganado bovino a la pulpa de café. Turrialba 24(2):160-167. 1974.
6. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Production Yearbook. Vol. 25. Rome, Italy, FAO, 1971.
7. ISHLER, N. H., FINUCANE, T. P. y BORKER, E. Rapid spectrophotometric determination of caffeine. Analytical Chemistry 20:1162-1166. 1948.
8. JARQUIN, R., *et al.* Pulpa y pergamino de café. II. Utilización de pulpa de café en la alimentación de rumiantes. Turrialba 23(1):41-47. 1973.
9. MOLINA, M. R., *et al.* Decaffeination: a process to detoxify coffee pulp. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 1974. En prensa.
10. POMENTA, J. V. y BURNS, E. E. Factors affecting chlorogenic, quinic and caffeic acid levels in sunflower kernels. Journal of Food Science 86:490-492. 1971.
11. VAN ARSDEL, W. B. y COPLEY, M. J. Food Dehydration. Vol. 1. Principles. Westport, Conn. The AVI Publishing Co., 1963. pp. 90-127.