

---

## Tecnología industrial y preindustrial

# Utilización de diferentes materiales en el tapado del cacao en fermentación en cajas<sup>1</sup>

Wilfredo Lambertt-Lobaina\*, Antonio Oliveros-Vera\*, Miguel Menéndez-Grenot\*, Fernando Selva-Hernández\* y Pablo Clapé-Borges\*

---

### Resumen

La investigación se realizó en la Empresa de Café y Cacao de Baracoa, provincia de Guantánamo, desde 2003 hasta 2006 con la finalidad de probar madera de albizia (*Albizia falcata*), hojas de banano (*Musa sp.*), nailon de polipropileno y nailon de polietileno en el tapado de las cajas de cacao en fermentación para mejorar la calidad del producto comercial. Se utilizó cacao de primera calidad fermentándose en cajas de 276 kg de capacidad durante seis días y volteados cada 24 h. Se evaluó la temperatura de la masa en fermentación diariamente. El cacao se secó en patio de cemento hasta alcanzar entre el 6 y 8 % de humedad; se determinaron los índices físicos (porcentaje de testa, peso de 100 granos y número de granos/100 g) y químicos (pH e índice de fermentación) y se le realizó la prueba de corte. Se hicieron 14 repeticiones. Los datos se procesaron mediante un análisis de varianza clasificación doble. Con el tapado de las cajas de fermentación de cacao disminuyó el porcentaje de granos violetas y el total de defectos, por lo que se mejoró la calidad del producto comercial. Los mejores resultados tanto en calidad (9 % de granos violetas y 10 % el total de defectos) como económicos (73,68 MN de ahorro con relación a la hoja de banano en el proceso del beneficio y una ganancia de 750,00 USD en la exportación) se obtuvieron con la albizia.

Palabras clave: cacao, fermentación, tapado, cajas de fermentación.

### Abstract

The investigation was carried out in the Enterprise of Coffee and Cocoa of Baracoa, Guantánamo province, from September of 2003 until July of 2006, with the purpose of proving: albizia (*Albizia falcata* wood, banana tree leaves (*Musa sp.*), polypropylene nylon and of polyethylene in the one covered of the boxes of cocoa in fermentation to improve the quality of the commercial product. Cocoa of first quality was used being fermented in boxes of 276 kg of capacity during 6 days and being turned every 24 hours. The temperature of the mass was evaluated daily in fermentation. The cocoa dried off in cement yard until reaching between 6 % and 8% of humidity; determining the physical indexes (% of testa, weight of 100 grains and number of grains/100 grams) and chemical (pH and index of fermentation) and it was carried out the court test. 14 repetitions were made. The data were processed by means of an analysis of variance of double classification. With the one covered of the fermentation boxes of cocoa it diminished the percentage of grains violets and the total of defects, for what improved the quality of the commercial product. The better results as in the quality (9 % of grains violets and 10 % the total of defects) as economic (67.35 MN of saving with relationship to the banana tree leaf in the process of the benefit and a gain of 750.00 USD in the export) they were obtained with the albizia.

Key words: cocoa, fermentation, covered, fermentation boxes.

<sup>1</sup> Recibido: 24/12/2010

Aprobado: 2/5/2011

\* Estación Experimental Agro-Forestal Baracoa, Guantánamo, mpierra.gtm@infomed.sld.cu

## Introducción

La finalidad del beneficio del cacao es convertirlo en un producto conservable, de fácil transporte y que posea las cualidades de aroma y sabor que le proporcionen todo su valor comercial y utilidad en la industria de la alimentación, las grasas y farmacéuticas. Esto se consigue en varias etapas, donde la fermentación juega un papel decisivo (Nosti, 1970).

La correcta fermentación de los granos frescos del cacao es el resultado de un proceso bioquímico de transformación interna y externa del cotiledón (fermentación alcohólica y acética) que da como resultado la remoción de la pulpa externa que cubre el grano, la muerte del embrión, la conservación de los cotiledones y la generación de los precursores del aroma y sabor a chocolate (Urquhart, 1963; Rohan, 1964; Braudeau, 1969; Nosti, 1970 y Márquez y Aguirre, 2003).

Los métodos más usados para la fermentación en el mundo son cajas de maderas y pilones o montones (Rohan, 1964; Braudeau, 1969 y Nosti, 1970). En Cuba se utilizan ambos, pues se obtiene un grano de calidad, aunque es más recomendable la caja, ya que se controlan mejor los procesos fermentativos. Se usa un sistema de seis cajas de cedro (1,20 m x 0,75 m x 0,50 m) en escalera para facilitar el volteo de la masa, las que deben taparse con hojas de plátano (Minag, 1987; Márquez y Aguirre, 2003 y Sona, 2006, Comun. pers.).

Lanoet (1999, Comun. pers.), en visita efectuada a Baracoa, observó que el cacao no se tapaba durante la fermentación en cajas, por lo que sugirió estudiar algunos materiales para mantener constante las condiciones de la masa en fermentación (temperatura), lo cual tiene una influencia positiva en la calidad del producto final (Perea *et al.*, 2000).

Cuba, a partir de 1998, comenzó a dar pasos en lo referente a la exportación del cacao por las características intrínsecas del mismo, siendo Baracoa la pionera y responsable, además de asumir más del 85 % del volumen que se exporta, despertando gran interés de muchos clientes de diferentes nacionalidades, principalmente de Europa, por lo que se debe mejorar la calidad del cacao beneficiado. Esto motivó que se probara la madera de *Albizia falcataria*, el nailon de polipropileno y el de polietileno en el tapado de las cajas de cacao en fermentación con la finalidad de disminuir el porcentaje de granos violetas y mejorar la calidad del producto comercial.

## Materiales y métodos

La investigación se realizó en el mayor Centro de Beneficio de Cacao del país El Jamal, perteneciente a la Empresa de Café y Cacao de Baracoa, provincia de Guantánamo, desde septiembre de 2003 hasta julio de 2006.

La masa de cacao de primera calidad utilizada se depositó en cajas de fermentación de 276 kg de capacidad. Se probaron cinco variantes:

- A. Sin tapar (testigo).
- B. Tapa de madera de albizia (*Albizia falcataria*).
- C. Tapa de nailon de polipropileno.
- D. Tapa de hojas de banano (*Musa sp.*)
- E. Tapa de nailon de polietileno.

La fermentación se realizó durante seis días y el volteo se hizo cada 24 h.

Durante la fermentación se evaluó diariamente la temperatura de la masa antes del volteo. Se midió en el fondo, el centro y la superficie de la caja y se promedió el resultado.

El cacao fermentado se secó en patio de cemento hasta alcanzar entre el 6 y 8 de humedad, y se determinaron los índices siguientes:

### Índices físicos

- Porcentaje de humedad (NC-ISO 2291, 2006).
- Peso de 100 granos (NC 87-05-06, 1982).
- Número de granos/100 g.
- Porcentaje de testa (NC-451, 2006).

### Índices químicos

- pH (Jinap y Dimick, 1990).
- Índice de fermentación (Cros *et al.*, 1982)

### Prueba de corte (NC-ISO 1114, 2006).

1. Granos mohosos.
2. Granos pizarrosos.
3. Granos violetas.
4. Otros defectos (granos atacados por insectos, granos partidos, granos pegados, granos germinados y granos planos).

Se realizaron 14 repeticiones. Los valores en porcentajes se transformaron por la ecuación  $\text{Arc Sen } \sqrt{x+1}$

(Sneeder y Cochran, 1977) y los demás por  $\sqrt{x}$  (Lima, 1988). Los datos se procesaron mediante un análisis de varianza clasificación doble.

### Resultados y discusión

La prueba de corte al cacao seco (Tabla 1) mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos

para los granos violetas y el total de defectos, obteniéndose en las hojas de banano y la madera de albizia los mejores resultados y un producto final de mejor calidad. No obstante, en todos se logró cacao de primera calidad según lo establecido por las Instrucciones Técnicas del Cultivo (Minag, 1987), ya que el total de defectos estuvo por debajo de 18 %.

Tabla 1. Prueba de corte al cacao seco

Tratamientos	Mohosos (%)	Pizarrosos (%)	Violetas (%)	Otros (%)	Total (%)
Sin Tapar (A)	1	1	15 a	1	18 a
Madera (B)	0	0	9 c	1	10 c
Nailon polipropileno (C)	0	1	11bc	1	13 bc
Hojas de banano (D) I.T.	0	0	9 c	1	10 c
Nailon polietileno (E)	1	1	12 b	1	15 ab
ES	0,523 ns	0,722 ns	0,848***	0,820 ns	0,949***
CV	25,879	29,223	18,599	33,166	17,822

Medias con letras iguales no difieren significativamente para  $p < 0,001$ .

El porcentaje de granos violetas fue menor en las variantes que se taparon, lo que demuestra que la fermentación fue mejor debido a una mayor elevación de la temperatura como se muestra en la fig. 1. Esto corrobora lo planteado por Urquhart (1963), Rohan (1964), Braudeau (1969), Barel

(1995) y Sona (2006, Comun. pers.), que consideran este factor fundamental durante este proceso. La evolución de la temperatura en todos los tratamientos se realizó de forma similar a las curvas teóricas determinadas por Barel (1995) y Pérez y col. (2001) con un máximo a las 120 h.

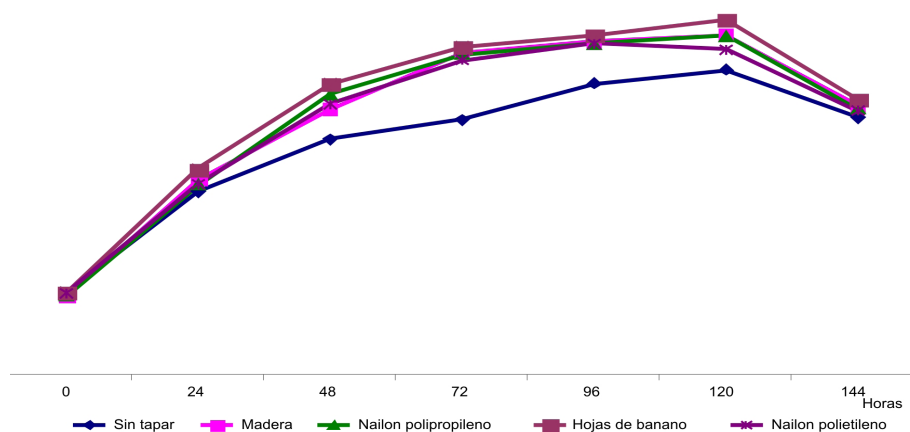


Fig. 1. Comportamiento de la temperatura durante la fermentación.

Los resultados del procesamiento estadístico de los índices físicos (Tabla 2) mostraron que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos de los diferentes aspectos evaluados, lo que demuestra que las características de las masas de cacao utilizadas fueron similares.

- *Porcentaje de humedad.* Se encuentra entre el 6 y el 8 %, establecido por NC-451(2006).
- *Peso de 100 granos.* Superior a los 100 g como límite mínimo establecido por Melo y Pereira (1986), Vincent (1988), Instrucciones Técnicas del Cultivo (Minag, 1987) y Oliveros y col. (2002).

- **Número de granos en 100 g.** Por debajo de 100 es lo establecido como límite máximo por la NC-451 (2006).
- **Porcentaje de testa.** Entre el 11 y el 14 % establecido por Márquez y Aguirre (2003) y la NC-451 (2006) para un cacao de primera calidad.

**Tabla 2. Índices físicos del cacao seco**

Tratamientos	Porcentaje de humedad	Número de granos en 100 g	Peso de 100 granos (g)	Porcentaje de testa
Sin Tapar (A)	6,2	95	106,70	12,59
Madera (B)	6,4	94	107,50	12,51
Nailon polipropileno(C)	6,1	93	108,25	12,57
Hojas de banano (D) I.T.	6,2	94	107,50	12,41
Nailon polietileno (E)	6,6	91	110,25	12,49
ES	0,089ns	0,090ns	0,105ns	0,062ns
CV	1,499	2,271	2,486	0,594

Medias con letras iguales no difieren significativamente para  $p < 0,001$ .

Para los índices químicos (Tabla 3) no existieron diferencias significativas entre todas las variantes de los diferentes aspectos evaluados, lo que demuestra que la fermentación fue buena.

- **pH.** Dentro del rango de 5,2-5,5 establecido como aceptable por Jinap y Dimick (1990). Estos valo-

res coinciden con los resultados de Oliveros y col. (2002) para cacao bien fermentado en cajas de madera.

- **Índice de fermentación.** Mayor que 1, establecido por Cros *et al.* (1982) para una fermentación completa y similar a los resultados (1,19-1,21) de Pérez y col. (2001) y Oliveros y col. (2002) para cacao bien fermentado en cajas.

**Tabla 3. Índices químicos del cacao seco**

Tratamientos	pH	Índice de fermentación
Sin tapar (A)	5,25	1,19
Madera (B)	5,28	1,23
Nailon polipropileno(C)	5,26	1,19
Hojas de banano (D) I.T.	5,30	1,26
Nailon polietileno (E)	5,25	1,18
ES	0,004 ns	0,010 ns
CV	0,310	1,901

Medias con letras iguales no difieren significativamente para  $p < 0,001$ .

Al valorar económicamente el proceso del beneficio del cacao (Tabla 4) vemos que con el uso de la albizia se ahorran 73,68 MN con relación a la hoja de banano. Este análisis se hace teniendo en cuenta que la vida útil de esta especie maderable es de por lo menos 10 años.

En cuanto al impacto económico desde el punto de vista de la exportación (Tabla 5), se observa una ganancia de 750,00 USD por cada tonelada de cacao fino producida.

**Tabla 4. Valoración económica del proceso del beneficio del cacao para una tapa**

Tratamientos	U/M	Precio (MN)	Volumen	Importe (MN)	Mano de obra (MN)	Total (MN)	Vida útil	Días en uso al año	Cantidad/ caja		Total (MN)	
									1 año	15 años	1 año	10 años
Madera (B)	m <sup>3</sup>	373,39	0,0188	7,02	0,90	7,92	10 años	144	1	1	7,92	73,68
Nailon polipropileno (C)	Saco	0,47	1,5	0,71	0,45	1,16	1 año	144	1,5	15	1,74	64,20
Hojas de banano (D) N.T.	U	-	4	-	0,34	0,34	7 días	144	96	960	8,16	-
Nailon polietileno (E)	kg	3,56	0,12	0,43	0,14	0,57	1 año	144	2,0	20	1,14	70,20

**Tabla 5. Impacto económico como cacao exportable**

Tratamientos	Mohos	Total de defectos	Tipo de cacao	Precio t USD	Diferencia (USD)
Sin tapar (A)	1	18	A	1750,00	-
Madera (B)	0	10	Fino	2500,00	+ 750,00
Nailon de polipropileno (C)	0	13	A	1750,00	-
Hojas de banano (D) I.T.	0	10	Fino	2500,00	+ 750,00
Nailon de polietileno (E)	1	15	A	1750,00	-

## Conclusiones

- Con el tapado de las cajas de fermentación de cacao con diversos materiales se logró una disminución de los granos violetas y del total de defectos, por lo que se mejoró la calidad del producto comercial.
- Los mejores resultados tanto en calidad (9 % de granos violetas y 10 % el total de defectos) como económicamente (73,68 MN de ahorro con relación a la hoja de banano en el proceso del beneficio y una ganancia de 750,00 USD en la exportación) se obtuvieron con la *Albizzia falcataria*.

## Bibliografía

- Barel, M. : Traitment du cacao par fermenteur et sechoir intégrés. *Plantations, recherche development*. Sept.-oct., pp. 35-40, 1995.
- Braudeau, J. : *El Cacao*. 1 ed. Ciencia y Técnica. pp. 189-205. La Habana, 1969.
- Cros, E.; Rouilly, M.; Villanueva, F. y J.C. Vincent: Investigación de un índice de fermentación del cacao. II.- Estimación de la materia colorante roja en los granos de cacao. *Café, Cacao Thé*, 26(2): 115-122, 1982.
- Jinap, S. y P. S. Dimick: Acid characteristics of fermented and dried cocoa beans from different countries of origin. *Journal of Food Science*, 55(2): 547- 550, 1990.
- Lima, H.: Curso de Postgrado: Diseño Experimental.-- Tercer Frente, 40 pp., Santiago de Cuba. 1988.
- Márquez, J. y María Beatriz Aguirre: Manual técnico de cosecha y beneficio del cacao, pp. 25-30. Ciudad de La Habana, 2003.
- Melo, G. R. y M. Pereira: Factores genéticos relacionados con la calidad del cacao. Informe de pesquisas. p. 24, Bahia, Brasil, 1986.
- Minag, Ministerio de la Agricultura, Cuba: Instrucciones Técnicas para la cosecha y el beneficio del café y cacao. – CIDA, 208 p, Ciudad de La Habana, 1987.
- Norma Cubana. Cacao en grano. Determinación del contenido de humedad. NC-ISO 2291.2006.
- Norma Cubana. Determinación del peso de 100 granos de cacao. NC 87-05-06. 1982.
- Norma Cubana. Cacao en grano. Prueba de corte. NC-ISO 1114. 2006.
- Norma Cubana. Cacao en grano. Especificaciones. NC-451. 2006.
- Nosti, J.: *Café y Cacao*. Ed. Revolucionaria, p. 305-332. La Habana, 1970.
- Oliveros, A.; Lambertt, W.; Menéndez, M.; Nariño, A. y A. Columbié: Utilización de diferentes especies maderables para la construcción de cajas para la fermentación del cacao. *Café Cacao*, 3(1): 70-72, 2002.
- Perea, A.; Villamizar, C, Espinosa, A. y V. G. Otera: Fermentación y secado de los granos. Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. CORPOICA. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. 46 p, Regional siete. Bucaramanga, 2000.
- Pérez, P.; Toirac, E. P.; Lambertt, W. y F. Selva: Incremento de las capacidades fermentativas en las plantas de beneficio al aumentar el volumen de las cajas. *Café Cacao*, 2 (2): 57-60, 2001.
- Rohan, T. H.: El beneficio del cacao bruto destinado al mercado. FAO. pp. 35-121. Roma, 1964.
- Snedecor, G. W. y W. D. Cochran: Métodos estadísticos. pp. 683-685. México: Continental S.A., 1977.
- Urquhart, D. H.: *Cacao*. Ed. Revolucionaria. pp. 137-174. La Habana, 1963.
- Vincent, J. C.: Posibilidad de mejorar la calidad del cacao y de racionalizar la producción en los países productores. En: *Memorias de la Quinta reunión del grupo asesor de la economía cacaotera mundial*. p. 21. Londres, Inglaterra. 1988.