

# Efecto de los Tratamientos post-cosecha sobre la Temperatura y el Índice de Fermentación en la calidad del cacao criollo Porcelana (*Theobroma cacao* L.) en el Sur del Lago de Maracaibo

E. Portillo<sup>1</sup>, L. Graziani de Farinas<sup>2</sup> y E. Betancourt<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad del Zulia (LUZ). Departamento de Agronomía. Facultad de Agronomía.

<sup>2</sup>Universidad Central de Venezuela (UCV). Departamento de Química. Facultad de Agronomía.

<sup>3</sup>Ingeniero agrónomo Asistente de Investigación egresado de la Facultad de Agronomía de LUZ.

## Resumen

Para establecer las condiciones de fermentación adecuadas es necesario conocer los factores que influyen sobre esta, en tal sentido es de suma importancia definir los parámetros físicos que revelen con mayor precisión las particularidades asociadas a la calidad del cacao Porcelana. Por lo que se evaluaron los siguientes factores post-cosecha que influyen sobre la fermentación del cacao criollo porcelana: tipo de fermentador (TF), frecuencia de remoción (FR), aguante de la mazorca (AM) y el tiempo de fermentación (TPF). La metodología consistió en un diseño de bloques al azar con un arreglo factorial donde se estudiaron cuatro factores (TF, FR, AM, TPF). Las variables estudiadas fueron: temperatura de la masa de cacao y el índice de fermentación. Los resultados mostraron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) para todos los factores de estudios y para las dos variables analizadas, en relación a las interacciones, estas reflejan que los máximos valores de temperatura ( $45,4^{\circ}\text{C}$ ) se obtuvieron en el cajón cuadrado y aguante cero. Los tratamientos de remoción cada 24 horas también registraron las mayores lecturas a las 72 horas de fermentación ( $46,5^{\circ}\text{C}$ ) y ( $46^{\circ}\text{C}$ ) en ambos casos. El mayor índice de fermentación se obtuvo en fermentadores cuadrados ( $65,4\%$ ) y para la interacción (AMxFR) la mejor com-

---

Recibido el 4-5-2004 ● Aceptado 30-11-2004

<sup>1</sup>Autores para la correspondencia email: elvisportillo@hotmail.com; eportillo@luz.edu.ve; ticoet@net.uno.net; elebetafe@hotmail.com

binación resulto aguante cinco con remociones cada 24 horas a las 96 horas de iniciado el proceso. Los resultados permiten concluir que ambas variables obtienen sus máximos valores en fermentadores cuadrados, aguante cero, remociones cada 24 y 72 horas de fermentación para la temperatura y 96 horas para el índice de fermentación.

**Palabras clave:** *Theobroma cacao*, calidad, temperatura, índice fermentación.

## Introducción

El desarrollo de la actividad cacaotera comercial (época de la colonia), contribuyó a que Venezuela fuese caracterizada como uno de los principales países productores de cacao, en cuanto a calidad y cantidad se refiere. Actualmente, solo conserva el segundo lugar como país proveedor de cacao de calidad, pero cada día va en detrimento debido a una serie de factores que han provocado su caída. A pesar de todo, Venezuela se ubica dentro de los países productores de cacao finos o de aroma, donde los criollos como el Chuao y el Porcelana son considerados de excelente calidad (11). El sabor a chocolate se desarrolla a partir de tres procesos fundamentales: La fermentación y secado, que lo realiza el productor y el tostado efectuado por la industria, de allí la importancia que éstos tienen en la elaboración de chocolates. El tipo de cacao, el método de fermentación utilizado, conjuntamente con el tiempo de fermentación, la frecuencia de volteos, secado y las condiciones atmosféricas de la zona determinan la calidad del cacao y al mismo tiempo condicionan el precio a pagar por el mismo (9). Es importante señalar que las investigaciones realizadas en esta área indican que la fermentación constituye la parte fundamental y decisiva para obtener una

buena calidad del grano, que permita una mejor comercialización en el mercado nacional e internacional (12).

Unos de los parámetros a considerar para la clasificación del cacao son las normas del Fondo para Normalización y Certificación de la Calidad (FONDONORMA), basándose en las exigencias de los mercados internacionales del cacao ha considerado las siguientes clasificaciones de las almendras en función de una serie de parámetros (8). Para esto establece: Cacao extrafino, fino de aroma, fino de sabor (F1), cacao fino de primera encontrándose los fino AAA, fino AA y fino A; los cacao fino de segunda, corriente o F2, cacao natural, a su vez en la norma se establecen los defectos contemplados en cada una de las categorías cacao pasilla, granos mohosos, granos pizarrosos, granos dañados por insectos, granos germinados y granos múltiples.

Otro aspecto a conocer es que los procesos de fermentación van acompañados de un incremento de la temperatura de la masa de cacao. Este fenómeno se debe en gran parte a la actividad microbiana que se desarrolla en la pulpa (13), debido a un proceso de fermentación mediante el cual los azúcares existentes en la pulpa del fruto se transforman en alcohol que,

a su vez, se oxida pasando a ácido acético, por efecto de la glicólisis que se genera en energía. La elevación de la temperatura es atribuible, adicionalmente al calor producido por la respiración de las almendras, luego la temperatura cae rápidamente

(7). Considerando lo antes descrito se ha fijado el objetivo de evaluar el efecto de los factores del beneficio sobre la calidad del cacao criollo porcelana (*Theobroma cacao* L.) durante la fermentación, a través del estudio de las variables físicas.

## Materiales y métodos

El ensayo se llevó a cabo en la Estación Experimental Chama de Corpozulia, ubicada en el Km 41 de la carretera Santa Bárbara, el Vigía del Municipio Colón del estado Zulia. Se cuenta con una superficie en plantación aproximada de 6 ha, cuya altitud se encuentra a 10 msnm, clasificándose como un bosque seco tropical. El cacao utilizado en este ensayo, pertenece al tipo «criollo» porcelana, de la colección de la Estación Experimental. El ensayo se condujo bajo un diseño de bloques al azar con un arreglo factorial  $2^3 \times 5$ , evaluándose cuatro factores con dos repeticiones: Tipo de fermentador (TF), Frecuencia de remoción (FR), Aguante de la mazorca (AM) y Tiempo de fermentación (TPF), los tres primeros factores se evaluaron a dos niveles cada uno, y el cuarto a cinco niveles, dando un total de 80 tratamientos. La unidad experimental estuvo conformada por 400 g de muestra. Tipo de fermentador (TF): el sistema de fermentación utilizado fue el tipo cajón bajo dos diseños, cuadrado y rectangular, las dimensiones Cajón cuadrado (TF<sub>1</sub>): 50 cm x 50 cm x 50 cm y Cajón rectangular (TF<sub>2</sub>): 83 cm x 30 cm x 50 cm. Se evaluaron dos frecuencias de remoción o aireación de la masa

del cacao, la misma se realizó cada 12 y 24 horas durante 20 minutos. Aguante de la mazorca se consideró por ser una práctica común en la región, para este ensayo se consideraron dos aguantes: Aguante de Mazorca = 0 (AM<sub>1</sub>); la fermentación se realiza seguidamente a la cosecha y Aguante de Mazorca = 5 días (AM<sub>2</sub>), la fermentación se inicia cinco días después de haber realizado la cosecha. Este factor se evaluó a cinco niveles: Tiempo de fermentación de 0 horas (TPF<sub>1</sub>), (sin fermentación), Tiempo de fermentación de 24 horas (TPF<sub>2</sub>), Tiempo de fermentación de 48 horas (TPF<sub>3</sub>), Tiempo de fermentación de 72 horas (TPF<sub>4</sub>) y Tiempo de fermentación de 96 horas (TPF<sub>5</sub>). Se midió diariamente la temperatura de la masa de cacao en tres puntos y a tres profundidades 10 cm del borde superior de la masa, en el centro del fermentador y en el fondo del mismo, utilizando para ello un termómetro calibrado de 0 a 100°C y apreciación de  $\pm 0,1^\circ\text{C}$ . Para el índice de fermentación se utilizó la Norma Venezolana N° 442-98 (COVENIN, 1998) y los resultados se expresaron en porcentaje, el criterio considerado para esta prueba fue el grado de pardeamiento de las almendras estas normas se apli-

can para el cacao fermentado y seco; midiéndose a las 24, 48, 72 y 96 horas después de iniciada la fermentación (8). Para todas las variables se

hicieron los análisis de varianza correspondientes y pruebas de medias de Duncan, usando el paquete estadístico SAS. (15).

## Resultados y discusión

### Temperatura de la masa de Cacao

El análisis de varianza para esta variable presenta diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) para los factores de estudios: tipo de fermentador (TF) solo en el fondo de la masa de cacao, frecuencia de remoción (FR), aguante de la mazorca (AM) y el tiempo de fermentación (TPF), para todos los puntos del fermentador en los cuales se midió la temperatura. Las interacciones dobles TFxAM, FRxTPF, AMxTPF, TFxTPF y FRxAM fueron altamente significativas para todas las temperaturas medidas exceptuando la interacción FRxAM que resultó no significativa para la temperatura medida en el fondo del fermentador. Para efecto de la interpretación solo se consideran las interacciones dobles.

Con respecto a la interacción TFxAM, la prueba de medias detectó diferencias en la temperatura de la masa de cacao en los tres puntos del fermentador, considerando los factores tipo de fermentador (TF) y aguante de la mazorca (AM) (cuadro 1).

Estos resultados reflejan que las máximas temperaturas alcanzadas en la masa de cacao fermentado se obtuvieron cuando el proceso se realizó en cajón cuadrado y con apertura de la mazorca cinco días después de la cosecha en todos los puntos del

fermentador en que se midió esta variable, con valores de 45,4°C, 44,3°C y 41,7°C, en el tope, centro y fondo respectivamente, en contraposición a 44,2°C, 43,5°C y 39,7°C para esos tres niveles con cajón rectangular. En el caso de los tratamientos cuyas mazorcas fueron abiertas inmediatamente después de la cosecha mostraron valores de temperatura inferiores en ambos fermentadores.

La combinación óptima que permite una mayor temperatura se da cuando el cacao se fermentó en cajón cuadrado y las mazorcas se retienen por cinco días. Estos resultados son superiores y corroboran lo señalado por otros investigadores (13,17) quienes señalan que la demora en el desgrane favorece el incremento de la temperatura durante el proceso e incremento de 2°C en la temperatura cuando las mazorcas se dejaron dos días o más sin abrir.

La prueba de medias para la interacción tipo del fermentador y el tiempo de fermentación (TFxTPF) muestra que las temperaturas de la masa de cacao se incrementan con el tiempo de fermentación, siendo las 72 horas el punto crítico donde se alcanza la máxima temperatura 46,5°C a los 10 cm de profundidad (tope), 45,7°C en el centro del fermentador y 43,1°C en el fondo del mismo, para el cajón cuadrado. En el caso del cajón

**Cuadro 1. Temperatura promedio de la masa de cacao para la interacción tipo de fermentador por el aguante de la mazorca (TFxAM).**

Tipo de fermentador	Aguante de la mazorca (días)	Temperatura (°C)		
		10 cm (Tope)	Centro	Fondo
Cajón cuadrado	Aguante 0	42,8 <sup>d</sup>	41,4 <sup>d</sup>	40,1 <sup>bc</sup>
Cajón cuadrado	Aguante 5	45,4 <sup>a</sup>	44,3 <sup>a</sup>	41,7 <sup>a</sup>
Cajón Rectangular	Aguante 0	43,4 <sup>c</sup>	42,1 <sup>c</sup>	39,6 <sup>cd</sup>
Cajón Rectangular	Aguante 5	44,2 <sup>b</sup>	43,5 <sup>b</sup>	39,7 <sup>cd</sup>

<sup>a,b,c,d</sup>Medias seguidas por letras distintas indican diferencias significativas ( $P < 0,01$ ).

rectangular la tendencia observada es la misma pero con valores inferiores al anterior, es decir, 46°C, 45,1°C y 41,8°C, respectivamente, para cada uno de los puntos señalados anteriormente (cuadro 2).

Otro aspecto importante de resaltar, es que después de las 72 horas de iniciada la fermentación, se observó un descenso de la temperatura en cada uno de los estratos considerados en el estudio y para ambos fermentadores, siendo este efecto más notorio en el fermentador rectangular y en el estrato central, donde las diferencias entre el tercer y cuarto día fueron superiores a 1°C; en cambio en el cajón cuadrado estas diferencias fueron mínimas. Se ha señalado, teóricamente, que al inicio de la fermentación la actividad microbiana provoca un incremento de la temperatura hasta alcanzar un máximo (40 – 45°C) y que luego desciende como consecuencia de la inactivación de las bacterias acéticas y a la muerte del embrión, ocasionado por la penetración del ácido acético hasta él (7). Resulta

similares (1,5) a los de este ensayo, muestran un incremento de temperatura durante el proceso de fermentación y la máxima se alcanzó el segundo día de iniciado el proceso, cuyo valor fue de 39,43°C para el cacao criollo Ocumare-61.

En relación a la interacción de la frecuencia de remoción (FR) y el aguante de la mazorca (AM) la prueba de medias corroboró los resultados del análisis estadístico, es decir, solo hubo diferencias significativas para el estrato superior y el centro, no así en el fondo del fermentador. Esta prueba de medias también muestra que las temperaturas máximas se alcanzaron cuando la masa de cacao se removió cada 24 horas y las mazorcas estuvieron sometidas a cinco días de aguante, con valores de 45,5°C a los 10 cm y de 44,7°C en el centro del fermentador, adicionalmente, se observa que el aguante de 5 días favoreció el incremento de la temperatura con dos frecuencias de remoción empleadas (cuadro 3). Esto permite recalcar que ambos factores (FRxAM)

**Cuadro 2. Temperatura promedio de la masa de cacao para la interacción tipo de fermentador por el tiempo de fermentación (TF<sub>x</sub>TPF).**

Tipo de fermentador (horas)	Tiempo de fermentación	Temperatura (°C)		
		10 cm (Tope)	Centro	Fondo
Cajón cuadrado	24	39,4 <sup>d</sup>	37,9 <sup>d</sup>	36,4 <sup>d</sup>
Cajón cuadrado	48	44,4 <sup>c</sup>	43,1 <sup>c</sup>	41,3 <sup>b</sup>
Cajón cuadrado	72	46,5 <sup>a</sup>	45,7 <sup>a</sup>	43,1 <sup>a</sup>
Cajón cuadrado	96	44,2 <sup>b</sup>	45,1 <sup>a</sup>	42,9 <sup>a</sup>
Cajón rectangular	24	38,5 <sup>c</sup>	37,7 <sup>d</sup>	35,7 <sup>d</sup>
Cajón rectangular	48	45,3 <sup>b</sup>	44,2 <sup>a</sup>	40,8 <sup>c</sup>
Cajón rectangular	72	46,0 <sup>a</sup>	45,1 <sup>a</sup>	41,8 <sup>b</sup>
Cajón rectangular	96	44,9 <sup>bc</sup>	43,6 <sup>bc</sup>	40,2 <sup>c</sup>

<sup>a,b,c,d</sup>Medias seguidas por letras distintas indican diferencias significativas (P<0,01).

son determinantes en el incremento de la variable temperatura. Otros investigadores encontraron que la temperatura del estrato superior fue mayor, cuyo rango estuvo entre los 40 y 46°C y que el mismo se alcanzó cuando la masa se removió a intervalos de

12 horas (16,17).

La prueba de medias para la interacción frecuencia de remoción (FR) por el tiempo de fermentación (TPF) arrojaron como resultado, un incremento de la temperatura de la masa durante el proceso de fermen-

**Cuadro 3. Temperatura promedio de la masa de cacao para la interacción frecuencia de remoción por el aguante de la mazorca (FR<sub>x</sub>AM).**

Frecuencia de remoción (horas)	Aguante de la mazorca (días)	Temperatura (°C)		
		10 cm (Tope)	Centro	Fondo
Cada 12	Aguante 0	42,9 <sup>d</sup>	41,6 <sup>d</sup>	39,7 <sup>a</sup>
Cada 12	Aguante 5	44,1 <sup>b</sup>	43,1 <sup>b</sup>	40,4 <sup>a</sup>
Cada 24	Aguante 0	43,3 <sup>cd</sup>	41,9 <sup>cd</sup>	40,0 <sup>a</sup>
Cada 24	Aguante 5	45,5 <sup>a</sup>	44,7 <sup>a</sup>	41,0 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c,d</sup>Medias seguidas por letras distintas indican diferencias significativas (P<0,01).

tación, siendo las 72 horas el tiempo en el cual se registra la mayor lectura de ésta en los tres puntos, tanto para las remociones de 12 horas como para las de 24 horas, sin embargo, cuando la masa es removida cada 24 horas la temperatura de la masa a las 72 horas es igual estadísticamente a la 96 (cuadro 4). Otro aspecto importante de resaltar es que a pesar de existir el mismo comportamiento en ambos tratamientos, el descenso de la temperatura después de las 72 horas de fermentación es más pronunciado en las remociones de 12 horas en los tres puntos de la masa registrando variaciones superiores a 1°C. Por el contrario, cuando la misma se remueve cada 24 horas la temperatura entre el tercer y cuarto día de iniciado el proceso es similar, esto permite señalar que cuando la masa de cacao se remueve con una frecuencia de 24

horas logramos mantener la temperatura en todo el fermentador.

Existen investigadores que señalan la importancia que representa la remoción sobre la calidad del chocolate y sugieren que la misma se debe realizar a intervalos de 24 horas (7), (10), (14).

En relación a la prueba de medias de la interacción aguante de la mazorca (AM) por el tiempo de fermentación (TPF), la misma arrojó resultados que corroboran los análisis estadísticos, indicando que la temperatura máxima de masa de cacao se alcanzó a las 48 horas de iniciado el proceso cuando las mazorcas se mantienen aguantadas por cinco días (cuadro 5), cuyos valores fueron de 46,6°C en el tope, 45,4°C en el centro y 42,3°C. En el caso de la temperatura medida en el fondo el máximo se alcanzó a las 72 horas. Cabe destacar

**Cuadro 4. Temperatura promedio de la masa de cacao para la interacción frecuencia de remoción por el tiempo de fermentación (FRxTPF).**

Frecuencia de remoción (horas)	Tiempo de fermentación (horas)	Temperatura (°C)		
		10 cm (Tope)	Centro	Fondo
Cada 12	24	38,2 <sup>d</sup>	36,9 <sup>d</sup>	35,1 <sup>d</sup>
Cada 12	48	44,6 <sup>b</sup>	43,6 <sup>b</sup>	40,6 <sup>b</sup>
Cada 12	72	46,3 <sup>a</sup>	45,1 <sup>a</sup>	42,5 <sup>a</sup>
Cada 12	96	44,9 <sup>b</sup>	43,5 <sup>b</sup>	41,2 <sup>b</sup>
Cada 24	24	39,7 <sup>c</sup>	38,7 <sup>c</sup>	36,9 <sup>c</sup>
Cada 24	48	45,1 <sup>b</sup>	43,7 <sup>b</sup>	41,4 <sup>b</sup>
Cada 24	72	46,5 <sup>a</sup>	45,7 <sup>a</sup>	42,5 <sup>a</sup>
Cada 24	96	46,1 <sup>a</sup>	45,2 <sup>a</sup>	41,9 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c,d</sup>Medias seguidas por letras distintas indican diferencias significativas (P<0,01).

**Cuadro 5. Temperatura promedio de la masa de cacao para la interacción aguante de la mazorca por el tiempo de fermentación (AMxTPF).**

Frecuencia de remoción (horas)	Tiempo de fermentación (horas)	Temperatura (°C)		
		10 cm (Tope)	Centro	Fondo
Aguante 0	24 horas	36,0 <sup>d</sup>	35,0 <sup>d</sup>	33,0 <sup>c</sup>
Aguante 0	48 horas	43,7 <sup>c</sup>	41,9 <sup>c</sup>	39,8 <sup>d</sup>
Aguante 0	72 horas	46,0 <sup>a</sup>	45,2 <sup>a</sup>	40,9 <sup>a</sup>
Aguante 0	96 horas	44,8 <sup>b</sup>	43,5 <sup>b</sup>	39,6 <sup>d</sup>
Aguante 5	24 horas	42,0 <sup>b</sup>	41,5 <sup>c</sup>	39,9 <sup>d</sup>
Aguante 5	48 horas	46,6 <sup>a</sup>	45,4 <sup>a</sup>	42,3 <sup>b</sup>
Aguante 5	72 horas	46,3 <sup>a</sup>	45,6 <sup>a</sup>	43,9 <sup>a</sup>
Aguante 5	96 horas	46,0 <sup>a</sup>	45,3 <sup>a</sup>	43,6 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c,d</sup>Medias seguidas por letras distintas indican diferencias significativas ( $P < 0,01$ ).

que el comportamiento de la variable temperatura en los tres niveles del fermentador es muy similar, es decir, en la medida que transcurre el proceso de fermentación, se incrementa la temperatura para cada uno de los estratos, hasta llegar al punto máximo que se alcanzó a las 72 horas, estos resultados permiten señalar que el aguante de la mazorca acelera el proceso de fermentación, (cuadro 5). La demora en el desgrane y apertura de las mazorcas de cacao originan un incremento brusco de la temperatura durante la fermentación (7), (13).

#### **Índice de fermentación (Cut-Test)**

El análisis de varianza para esta variable, muestra la existencia de diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) para los factores de estudio: tipo de fermentador (TF), frecuencia de remoción (FR), aguante de la ma-

zorca (AM), tiempo de fermentación (TPF) y la interacción FRxAM y significativas ( $P < 0,01$ ) para la interacción TFxTPF. Analizadas las interacciones y los efectos simples se consideraron para el análisis: TF, TPF y la interacción FRxAM por ser las más relevantes.

En relación al tipo de fermentador la prueba de medias de Duncan (cuadro 6), refleja que existen diferencias en el porcentaje de almendras fermentadas según la prueba de corte en función de los tipos de fermentadores evaluados, notándose que el mayor valor de esta variable se alcanzó en el cajón cuadrado (65,41%), en comparación con el rectangular que fue de (54,47%). Lo cual pudiese estar relacionado con el hecho de que la temperatura media, leída en el fondo del fermentador fue ligeramente mayor en el cajón cuadrado indicativo de



**Cuadro 6. Índices de fermentación promedios en granos de cacao porcelana fermentados en dos tipos de fermentadores.**

Tipo de Fermentador	Almendras fermentadas (%)
Cajón Cuadrado	65,41 <sup>a</sup>
Cajón rectangular	54,47 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup>Medias seguidas por letras distintas indican diferencias significativas ( $P < 0,01$ ).

una mejor fermentación (13), coincidiendo ello con lo reportado por Madriz J (9), quien señaló. Que el índice de fermentación depende del sistema de fermentación y no de la cantidad. Al respecto otras investigaciones indican que el uso del cajón de madera conlleva a una mejor fermentación de los granos de cacao (4).

La prueba de medias de Duncan para el tiempo de fermentación, evidencia que el índice de fermentación se incrementa a medida que transcurre el proceso de fermentación, pasando de 30,94% a 68,56% (cuadro 7). Resultados similares fueron reportados por otros investigadores, quienes encontraron que el porcentaje de almendras fermentadas se incrementa con la fermentación (1,2). Al respecto, también se encontró en cacao Ocumare-61, al quinto día del proceso un índice de 87,67%, superior al

hallado en este trabajo al cuarto día de fermentación (68,56%). Este resultado contradice lo reportado en la literatura puesto que porcelana es un cacao que fermenta más rápidamente que otro criollo por lo que se suele dejar en el fermentador por dos o tres días (4). Teóricamente, la duración de la fermentación se relaciona con la cantidad de pigmentos color púrpura presentes en los granos frescos y que cuanto más intenso es dicho color más larga debe ser la fermentación, de allí que los granos criollos (poco pigmentados) fermenten mucho más rápido que los tipos forasteros de color púrpura (13). Considerando en conjunto los criterios de donde algunos establecen como índice óptimo de fermentación un valor mayor al 60% (2) y otros consideran un límite máximo de 65% (1), en la masa fermentante, que para el cacao por-

**Cuadro 7. Índice de fermentación en granos de cacao porcelana durante la fermentación.**

Tiempo de fermentación (horas)	Almendras fermentadas (%)
24	30,94 <sup>d</sup>
48	49,50 <sup>c</sup>
72	65,75 <sup>b</sup>
96	68,56 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c,d</sup>Medias seguidas por letras distintas indican diferencias significativas ( $P < 0,01$ ).

**Cuadro 8. Índices de fermentación promedios para la interacción aguante de la mazorca y la frecuencia de remoción (AMxFR).**

Aguante de la mazorca (días)	Frecuencia de remoción (horas)	Índice de fermentación (%)
Aguante 0	Cada 12	50,6 <sup>c</sup>
Aguante 5	Cada 12	50,7 <sup>c</sup>
Aguante 0	Cada 24	52,3 <sup>b</sup>
Aguante 5	Cada 24	56,2 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c,d</sup>Medias seguidas por letras distintas indican diferencias significativas ( $P < 0,01$ ).

celana de la zona Sur del Lago de Maracaibo, el tiempo adecuado de fermentación fue de 3 días (65,75%).

La interacción aguante de la mazorca (AM) por frecuencia de remoción (FR) en el (cuadro 8) se puede notar que cuando la frecuencia de remoción es de 12 horas, el índice de fermentación no se vio afectado por el aguante de la mazorca, no así cuando el tiempo de remoción fue de 24 horas, observándose que este índice fue mayor cuando el aguante fue de 5 días (56,2% a los 5 días vs. 52,2% a los 0 días). Posiblemente este mayor índice de fermentación logrado, está rela-

cionado con el hecho de que se alcanzaron temperaturas mayores cuando la remoción se hizo cada 24 horas, favoreciéndose el proceso de fermentación y por ende el número de almendras pardas muy parecido al hallado por algunos autores (3,6). Algunas investigaciones, donde se evaluaron tres variedades de cacao, tres localidades y tres frecuencias de remoción, encontraron que los mayores porcentajes de almendras fermentadas (84-94%) se obtuvieron con remociones cada 12 horas, no coincidiendo con lo hallado en este estudio (16).

## Conclusiones

El análisis de las variables físicas, muestra que los máximos valores para la temperatura en la masa de cacao se alcanzaron cuando la fermentación se hizo en cajones cuadrados, con tiempo de remoción cada 24 horas, aguante de la mazorca de cinco días y un tiempo de fermentación de 72 horas medidas a los 10 cm de profundidad. Con respecto a las interacciones se pudo definir que para

esta variable las que mejores resultados fueron: tipo de fermentador x aguante de la mazorca (TFxAM), tipo de fermentador x tiempo de fermentación (TFxTPF), frecuencia de remoción x aguante de la mazorca (FRxAM), frecuencia de remoción x tiempo de fermentación (FRxTPF).

Con la metodología utilizada los valores más altos para la variable índice de fermentación se alcanzaron

cuando la fermentación se realizó en cajones cuadrados, remociones de cada 24 horas, retraso en el desgrane de cinco días y a las 96 horas de haber iniciado la fermentación en el mismo cajón para esta variable. Así mismo, la interacción tiempo de remoción

x aguante de la mazorca (FRxAM) corroboró los resultados de los factores individuales, y es que la combinación óptima entre estos dos factores se dio cuando la mazorca se aguantó por cinco días y la masa de cacao se removió cada 24 horas.

## Recomendaciones

En base a estos resultados se sugiere como la interacción ideal aquella que garantiza una mayor temperatura, representado en este caso

por los tratamientos que fueron sometidos a 24 horas de remoción durante tres días de duración del proceso.

## Agradecimiento

Los autores desean expresar su agradecimiento al Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Por

el cofinanciamiento al proyectos N° 96001510 y 96001547 de la Agenda Cacao.

## Literatura citada

1. Álvarez, Y. 1997. Efecto del tiempo transcurrido entre la cosecha y el desgrane sobre algunas características del cacao criollo (*Theobroma cacao* L.) selección Ocumare 61, durante el proceso de fermentación, utilizando el sistema trinitario. Trabajo de grado. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay, Septiembre 149pp.
2. Barel, M., D. Leon y J.C. Vicent. 1985. Influence du temps de fermentation du cacao sur la production des pyrazines du chocolat. *Café, Cacao, The* (París) 29(4):277-286.
3. Bornette, F. 1977. Peroxidase an its relationship to food flavour and quality. review *Food science and technology*. 42 p.
4. Chirinos, J., C. Viloría, E. Portillo y D. Esparza. 1997. Evaluación de los diferentes métodos de fermentación en cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Zona Sur del Lago de Maracaibo. Tesis Ing. Agr. LUZ – Maracaibo. Venezuela. 86 p.
5. Contreras, A. 1999. Efecto del uso de diferentes fermentadores sobre algunas características físicas y químicas durante la fermentación del cacao forastero (*Theobroma cacao* L.). Tesis de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay. 84 p
6. Cros, E., 1997. Factores condicionantes de la calidad del cacao. Memorias del 1er Congreso Venezolano del Cacao y su Industria. Noviembre. Maracay, Estado Aragua. Venezuela.
7. Enriquez, G. 1985. Curso sobre el cultivo del cacao. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Costa Rica. 239p.
8. Fondo para la normalización y certificación de la calidad (FONDONORMA). COVENIN

1998. Normas venezolanas que deben cumplir los granos de cacao. Caracas-Venezuela. 12 p.
9. Madriz, J., 1987. Estudio de la fermentación del cacao en Gavetes Rohan en tres fincas de la zona Atlántica de Costa Rica. Informe Técnico 79p.
10. Montero, G. 1989. Tiempo óptimo de fermentación de cacao en cajones grandes. Memoria, Seminario regional sobre tecnología postcosecha y calidad mejorada del cacao. 20-21 julio. Turrialba. Costa Rica. 120 p.
11. Organización internacional del cacao (ICCO). 2.000 Producción Mundial de Cacao. Boletín Informativo SPIS/MAG/SICA. Enero. 1p.
12. Portillo, E., E. Martínez, F. Araujo, R. Parra, y D. Esparza. 1995. Diagnóstico técnico agronómico para el cultivo cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Sur del Lago de Maracaibo. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 12:151 –166.
13. Rohan, T. 1964. El beneficiado del cacao bruto destinado al mercado. Roma. FAO. 79p.
14. Schawn, R. 1990. Microbiología de la fermentación del cacao: Estudio para mejorar la calidad CEPLAC/CEPEC/SETEA. Cp 07, 45600-000, Itabuna, Bahia, Brasil. Agrotrópica. 2(1): 22-31.
15. STATISTICAL ANÁLISIS SYSTEMS INSTITUTE. 1985. SAS. User's guide: statistics, version 5 edition. SAS. Institute cary, N.C.
16. Senanayake, M., E. Jansz y K. Buckle. 1997. Effect of different mixing intervals on the fermentation of cocoa beans. J. Scie. Food Agr. 74. 42-48.
17. Torres, O. 2001. Efecto del tiempo transcurrido entre la cosecha y el desgrane sobre algunas características físicas y químicas del cacao (*Theobroma cacao* L.) durante la fermentación. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 96 p.