

**Evaluación de diferentes tipos de fermentadores y frecuencia de remoción en la calidad del grano de *Theobroma cacao* L.**

**Evaluation of various types of fermentation and removal frequency quality grain *Theobroma cacao* L.**

**Autores:** Lic. Ayarid del Valle González-Canache <sup>1</sup>, Dr. C. Clímaco Orlando-Alvarez <sup>2</sup>, M Sc. Juana Iris Durand-Cos <sup>3</sup>, Dr. C. Enio Utria-Borges <sup>3</sup>.

**Organismo :** Escuela Técnica Agropecuaria "Miguel G. Guacamaya". Estado Miranda. Venezuela<sup>1</sup>. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Estado Miranda. Venezuela<sup>2</sup>. Facultad Agroforestal. Universidad de Guantánamo<sup>3</sup>.

**E-mail:** [ayaridander@gmail.com](mailto:ayaridander@gmail.com), [juana@fam.cug.co.cu](mailto:juana@fam.cug.co.cu), [avcanache@gmail.com](mailto:avcanache@gmail.com), [eutria@fam.cug.co.cu](mailto:eutria@fam.cug.co.cu)

**Resumen.**

La investigación se desarrolló en la comunidad "La Trinidad", municipio Pedro Gual, del estado Miranda, evaluando los efectos de tres tipos de fermentadores y la frecuencia de remoción, sobre la calidad de los granos de cacao. Las mazorcas fueron cosechadas, desgranadas y fermentadas en cajones de madera, cestas plásticas y tonel plástico con dos frecuencias de remoción: 24 - 72 y 24 - 96 horas. Los contenidos de humedad, cenizas, pH, acidez total titulable, testa, dimensiones promedio y la prueba de corte se realizaron según norma COVENIN N° 442. Las características físicas no variaron significativamente. El mayor grado de fermentación se obtuvo en el cajón de madera para una frecuencia de remoción cada 24 horas con un 82%, las cestas plásticas mostraron el 81%. El uso de las cestas plásticas, por su bajo costo, durabilidad puede ser considerado para lograr un buen grado de cacao fermentado.

**Palabras clave:** cacao; fermentación; *Theobroma cacao* L.

**Abstract.**

The investigation was developed in the Trinidad community, Pedro Gual municipality, Miranda state, to evaluate the effects of three fermentation types and the removal frequency about the quality of the grains of cocoa. The ears were harvested, threshed and fermented in wooden drawers, plastic baskets and plastic barrel with two removal frequencies: 24 - 72 and 24 - 96 hours. The contents of humidity, ash, pH, acidity total, makes a will, dimensions average and the court test were carried on fermentation grain and dry off according to COVENIN norm N° 442. The results revealed that the physical characteristics didn't vary significantly. The biggest degree of fermentation was obtained in the wooden drawer for the removal frequency every 24 hours with 82% of fermented grains and dry while the plastic baskets showed 81%. It concludes that the use of the plastic baskets, for their low cost and durability, can be considered to achieve a good degree of fermentation.

**Keywords:** cocoa, fermentation, *Theobroma cacao* L.

## **Introducción.**

El proceso de fermentación, es considerado como la etapa esencial para la formación del aroma, la cual va acompañada de una profunda modificación del contenido de compuestos implicados en el desarrollo del aroma de origen térmico, pero también contribuye a la formación de una fracción aromática cualitativa y cuantitativamente muy importante (Jeanjean, 1995).

Dentro de los procesos postcosecha del cacao, se encuentra el beneficio, que comprende una serie de procesos que se inician desde la recolección de las mazorcas de cacao (cosecha), picado o desgrane, fermentación, secado, almacenamiento y distribución comercial (Cubillos *et al.*, 2008).

En las zonas cacaoteras de Barlovento, en el estado Miranda, las prácticas de beneficio, métodos, duración de la fermentación y secado son variables. Con respecto a las condiciones de almacenamiento y producción de cacao seco, son distintos entre las comunidades. Los pequeños productores que constituyen la mayoría emplean el montón y la cesta, considerados métodos artesanales de fermentación de muy bajo costo (Liendo y Marín, 2006).

A partir de las consideraciones planteadas y la tendencia mundial de la obtención de semillas de cacao que garanticen subproductos de calidad que compitan en el mercado mundial se desarrolló el presente trabajo con el objetivo de evaluar la influencia de diferentes tipos de fermentadores y frecuencias de remoción en la calidad del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la comunidad de la Trinidad, municipio Pedro Gual del Estado Miranda.

La investigación se desarrolló en la comunidad La Trinidad, municipio Pedro Gual, del estado Miranda, durante la época de cosecha junio - julio del 2012. El área seleccionada posee una extensión de tres (3) hectáreas, dedicadas al cultivo del cacao, asociado con cultivos de plátano (*Musa paradisiaca* L.), limón (*Citrus limonum*, L) y naranja dulce (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck).

## **Desarrollo.**

Metodología empleada en el estudio

Los frutos utilizados para el ensayo fueron mezclas representativas con características genéticas entre materiales de cacao tipo Forastero y Trinitario, considerado como un cacao de tipo comercial. Los frutos maduros y sanos se cosecharon, seleccionaron y desgranaron manualmente separando la placenta y el mucílago de las semillas; las semillas frescas fueron colocadas en cada fermentador en forma aleatoria según la metodología propuesta por Álvarez *et al.* (2010).

### **Diseño experimental**

Se utilizó un diseño de bloques al azar, con arreglo bifactorial y tres réplicas. Y un testigo de referencia. Se evaluaron los siguientes factores:

**Factor A** con dos niveles (Frecuencia de remoción: FR):

- FR1 (a las 24 y 72 horas).

- FR2 (a las 24 y 96 horas).

**Factor B** Tipo de fermentadores (TF):

- Cajón de madera (CM).
- Cesta plástica (CP).
- Tonel plástico (TP).

#### Tratamientos

- T<sub>1</sub>-FR1 (24 y 72 horas) - Cajón de madera.
- T<sub>2</sub>-FR1 (24 y 72 horas) - Cesta plástica.
- T<sub>3</sub>-FR1 (24 y 72 horas) - Tonel plástico.
- T<sub>4</sub>-FR2 (24 y 96 horas) - Cajón de madera.
- T<sub>5</sub>-FR2 (24 y 96 horas) - Cesta plástica.
- T<sub>6</sub>-FR2 (24 y 96 horas) - Tonel plástico.
- T<sub>7</sub>-Testigo de referencia (cacao fermentado sin remoción)

#### Variables evaluadas

##### Variables físicas

- Pesos 100 granos de cacao fermentados y secos (g), Testa o cascarilla (%) y las Dimensiones promedio del grano fermentado y seco: se realizó por la metodología de Álvarez *et al.* (2007).
- Color de los granos fermentados y secos (%): se determinó de acuerdo a la metodología descrita en la tabla de colores Munsell Color Co (1980). La tabla Munsell está compuesta de hojas, representando cada una de ellas un matiz.

##### Variables químicas

- **Análisis químico proximal de los granos de cacao**

Se realizó en el Laboratorio de Química del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) de Maracay, del Estado Aragua, a través de los métodos oficiales contemplados en el análisis de asociación de esta técnica (tabla 1).

**Tabla 1.** Determinación de análisis químico proximal de los granos de cacao.

Determinación	Método
Humedad	A.O.A.C. Official Method N° 970,20, 2000
Cenizas	A.O.A.C. Official Method N° 972,15, 2000
Proteína Cruda	A.O.A.C. Official Method N° 955,04, 2000
Grasa Cruda	A.O.A.C. Official Method N° 963,15, 2000
Fibra Cruda	A.O.A.C. Official Method N° 930,20, 2000

El contenido de otros carbohidratos se calculó restando del 100% con el resto de los macronutrientes anteriormente determinados.

#### Análisis estadístico

Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza doble y una prueba de comparación de medias de Duncan (5%) con el programa estadístico Infostat-Profesional versión 1.1 (2002).

## Resultados y discusión

### Comportamiento del peso de 100 granos de cacao fermentados y secos (g) y la testa o cascarilla (%)

La tabla 2 presenta los resultados de la evaluación el peso de 100 granos de cacao para los diferentes tipos de tratamientos durante el periodo de cosecha junio-julio del 2012, donde el mayor valor se alcanzó en el tratamiento T<sub>1</sub> seguido de los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> con una frecuencia de remoción de 24 y 72 horas, independientemente del tipo de fermentador.

Con respecto a la presencia de testa o cascarilla los menores por cientos de presencia de granos con testa se alcanzaron en los tratamientos T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> con una frecuencia de remoción de 24 y 72 horas. Esto está en correspondencia además con el peso de los granos, lo cual indica que mientras más seco se encuentre el grano menos contenido de testa presenta por desprenderse del grano con mayor facilidad.

**Tabla 2.** Peso de 100 granos de cacao fermentado y seco y la testa o cascarilla.

Tratamientos	Peso 100 granos de cacao seco (g)	Testa o cascarilla (%)
T <sub>1</sub> (FR <sub>1</sub> – CM)	126,27 ± 4,78a	12,85 ± 0,76a
T <sub>2</sub> (FR <sub>1</sub> – CP)	133,33 ± 2,89b	12,02 ± 0,60a
T <sub>3</sub> (FR <sub>1</sub> – TP)	134,96 ± 0,06b	14,16 ± 0,41c
T <sub>4</sub> (FR <sub>2</sub> – CM)	151,91 ± 1,06c	13,11 ± 0,12b
T <sub>5</sub> (FR <sub>2</sub> – CP)	154,13 ± 4,05c	13,65 ± 0,55b
T <sub>6</sub> (FR <sub>2</sub> – TP)	152,00 ± 1,06c	14,05 ± 0,41c
T <sub>7</sub> Testigo (cacao fermentado sin remoción)	158,17 ± 0,88c	13,12 ± 0,75b

Letras diferentes en las columnas indican diferencias significativas para  $p \leq 0,05\%$  según Dócima de Duncan y E.E= error estándar calculado.

**Leyenda:** FR1: Frecuencia de remoción 1 (24 y 72 horas); FR2: Frecuencia de remoción 2 (24 y 96 horas); CM: Cajón de madera; CP: Cesta plástica y TP: Tonel plástico.

Estos resultados sugieren además, que cuando la frecuencia de remoción es muy amplia con más de 72 horas los granos de cacao tienden a pesar más a causa de la poca pérdida de humedad.

Álvarez (2007) en su investigación acerca de la fermentación y el secado expresó que ocurre una significativa merma de la biomasa existente en el interior de la semilla con pérdida en el peso, lo cual es atribuido a las reacciones fermentativas; entre ellos el contenido de agua cuya pérdida es del 60% después de la fermentación hasta llevar a valores menores del 8% en el proceso de secado natural al sol.

Los valores obtenidos en el peso de 100 gramos de granos de cacao fermentados en los dos sistemas (CM y CP) secados al sol, variando la frecuencia de remoción, excedieron a los señalados por la Norma COVENIN, N° 50 (1998), que establece para los granos comerciales de cacao, un peso promedio comprendido entre 100 a 120 g clasificado como un tipo de cacao "Fino".

**Comportamiento de las dimensiones promedio (largo, ancho, espesor y relación largo/ancho) de los granos fermentados y secos (cm)**

La tabla 3 muestra los valores obtenidos en las dimensiones promedio del grano en cada tratamiento, para la época de cosecha junio-julio. En los parámetros largo y ancho de la almendra existieron diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ), donde los mayores valores correspondieron a los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>4</sub> para la dos frecuencias de remoción FR1 (24 y 72 horas) y FR2 (24 y 96 horas). Los valores obtenidos son características heredables del grano de cacao.

Con respecto al espesor los mayores valores se alcanzaron en los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub> y T<sub>7</sub> con 1,12; 1,02; 1,05 y 1,28 cm. respectivamente; mientras que para la relación largo-espesor los mayores resultados lo alcanzaron los tratamientos T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>5</sub> y T<sub>6</sub>.

Ortíz *et al.* (2009) encontraron que la relación L/E disminuye durante el proceso de fermentación debido a la hinchazón de los granos por absorción de líquidos aumentando su espesor, siendo esta relación mucho mayor en el primer día previo a la fermentación y secado.

**Tabla 3.** Dimensiones promedio (largo, ancho y espesor) de los granos de cacao fermentados y secos (cm).

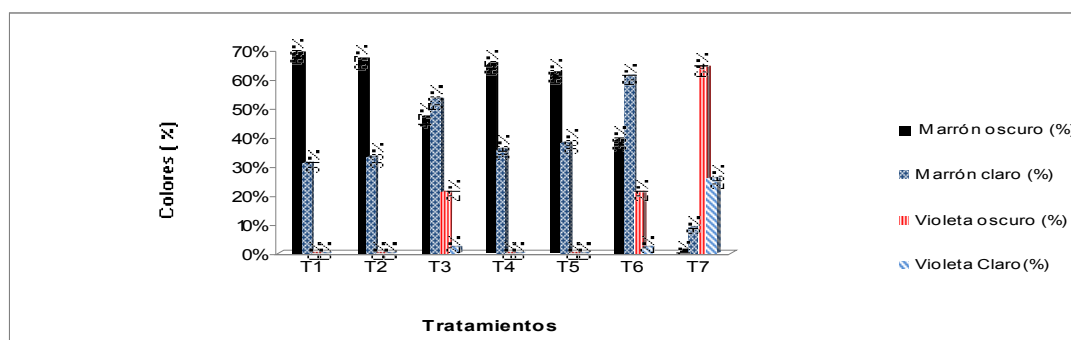
Tratamientos	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	Relación L/E (cm)
T <sub>1</sub> (FR <sub>1</sub> +CM)	2,46 ± 0,04a	1,42 ± 0,04a	1,12± 0,23a	2,25 ± 0,43c
T <sub>2</sub> (FR <sub>1</sub> +CP)	2,48 ± 0,05a	1,35 ± 0,04a	0,90± 0,01b	2,63 ± 0,05 <sup>a</sup>
T <sub>3</sub> (FR <sub>1</sub> +TP)	2,36 ± 0,04b	1,30 ± 0,03b	0,83± 0,02c	2,70 ± 0,07 <sup>a</sup>
T <sub>4</sub> (FR <sub>2</sub> +CM)	2,42 ± 0,05a	1,37 ± 0,01a	1,02± 0,08a	2,29 ± 0,13b
T <sub>5</sub> (FR <sub>2</sub> +CM)	2,38± 0,05b	1,32 ± 0,03b	1,05± 0,02a	2,36 ± 0,04 <sup>a</sup>
T <sub>6</sub> (FR <sub>2</sub> +CP)	2,25 ± 0,06c	1,30 ± 0,07b	0,91± 0,05b	2,67 ± 0,10 <sup>a</sup>
T <sub>7</sub> Testigo (Sin remoción)	2,33 ± 0,05b	1,28 ± 0,01c	1,28 ± 0,01a	1,28 ± 0,01b

Letras diferentes en las columnas indican diferencias significativas para  $p \leq 0,05\%$  según Dócima de Duncan y E.E= error estándar calculado.

**Leyenda:** FR1: Frecuencia de remoción 1 (24 y 72 horas); FR2: Frecuencia de remoción 2 (24 y 96 horas); CM: Cajón de madera; CP: Cesta plástica y TP: Tonel plástico.

Resultados encontrados por Álvarez *et al.* (2007) en el largo, ancho y espesor de los granos beneficiados de cacao de la región de Cuyagua mostraron ligeras diferencias entre los genotipos evaluados.

### Color de los granos fermentados y secos (%)



**Figura 1.** Color del grano de cacao fermentado y seco (%).

**Leyenda:** T<sub>1</sub>: CM+FR1 (Cajón de madera y frecuencia de remoción 1), T<sub>2</sub>: CP+FR1 (Cesta plástica y frecuencia de remoción 1), T<sub>3</sub>: TP+FR1 (Tonel plástico y frecuencia de remoción 1), T<sub>4</sub>: CM+FR2 (Cajón de madera y frecuencia de remoción 2), T<sub>5</sub>: CP+FR2 (Cesta plástica y frecuencia de remoción 2), T<sub>6</sub>: TP+FR2 (Tonel plástico y frecuencia de remoción 2), T<sub>7</sub>: Sin remoción. FR1 (24 y 72 horas), FR2 (24 y 96 horas)

Los granos fermentados y secos observados por medio de la prueba de corte, demostraron que los mejores tratamientos fueron T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub>, con mayor presencia de granos marrones, que oscilan entre el 62 y 69%, destacándose los tratamientos T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> (Cajón de madera y Cesta plástica) con una fermentación considerada como completa según lo establecido por la norma COVENIN 50, 1998 (Figura 1), no existiendo diferencias significativas entre ambos para las dos frecuencias de remoción FR<sub>1</sub> (24 y 72 horas) y FR<sub>2</sub> (24 y 96 horas).

Asimismo, el color violeta en los granos indicó una fermentación incompleta, siendo de 61% para el T<sub>6</sub> (Tonel plástico) y 64% el T<sub>7</sub> (Testigo referencia) para la primera frecuencia de remoción; según lo establecido por la norma (COVENIN 50, 1998).

Algunos estudios refieren que al fermentar los granos, el color cambia a una tonalidad parda, que difiere entre los tipos (Lemus *et al.*, 2002), el cual es producido por la hidrólisis de las antocianinas y la posterior oxidación de las agliconas resultantes a compuestos quinónicos, los cuales contribuyen al color pardo característico de un cacao fermentado.

También coinciden con estos resultados Nogales *et al.* (2006) al plantear que el índice óptimo de fermentación tiene un porcentaje mayor o igual al 60% de granos de color pardo en la masa fermentante.

### Composición química proximal de los granos de cacao fermentado y seco.

En la Tabla 4 se reportan los valores del contenido de humedad (%) de los granos fermentados y secos obtenidas a partir de los diferentes tratamientos. La interacción de la frecuencia de remoción y tipo de fermentador (FR x TF) evidenció diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) con respecto al contenido de humedad según el tipo de fermentador y tiempo de remoción.

**Tabla 4.** Composición química proximal de los granos de cacao fermentado y seco.

Tratamientos	Humedad (%)	Cenizas (%b.s)	Proteína cruda (Nx6,25)%b.s	Grasa cruda (%b.s)	Fibra cruda (%b.s)	*Otros Carbohidratos (%)
T <sub>1</sub>	7,10 ± 0,01b	2,93 ± 0,03d	13,92 ± 0,01c	51,45 ± 0,12a	16,93 ± 0,04b	7,66 ± 0,05c
T <sub>2</sub>	7,68 ± 0,03a	3,08 ± 0,03c	14,99 ± 0,15b	50,48 ± 0,37b	15,26 ± 0,05c	8,66 ± 0,16a
T <sub>3</sub>	7,36 ± 0,24a	2,97 ± 0,01d	15,97 ± 0,19a	50,16 ± 0,15b	15,52 ± 0,27c	9,64 ± 0,34a
T <sub>4</sub>	7,92 ± 0,45a	3,03 ± 0,06c	14,62 ± 0,07c	51,25 ± 0,41a	19,07 ± 0,16a	4,12 ± 1,14d
T <sub>5</sub>	7,14 ± 0,64b	3,16 ± 0,04b	14,21 ± 0,10d	49,93 ± 0,35b	19,02 ± 0,18a	6,54 ± 1,26c
T <sub>6</sub>	6,96 ± 0,31c	3,38 ± 0,04a	15,88 ± 0,03a	50,18 ± 0,67b	14,53 ± 0,31d	9,08 ± 1,26b
T <sub>7</sub>	6,96 ± 0,31c	3,49 ± 0,01a	15,65 ± 0,18a	48,88 ± 0,16b	13,88 ± 0,28c	13,85 ± 0,19a

Letras iguales en columna no tienen diferencias significativas, según Dócima de Duncan para  $p \leq 0,05$  y E.E= error estándar calculado.

**Leyenda:** T<sub>1</sub>: CM+FR1 (Cajón de madera y frecuencia de remoción 1), T<sub>2</sub>: CP+FR1 (Cesta plástica y frecuencia de remoción 1), T<sub>3</sub>: TP+FR1 (Tonel plástico y frecuencia de remoción 1), T<sub>4</sub>: CM+FR2 (Cajón de madera y frecuencia de remoción 2), T<sub>5</sub>: CP+FR2 (Cesta plástica y frecuencia de remoción 2), T<sub>6</sub>: TP+FR2 (Tonel plástico y frecuencia de remoción 2), T<sub>7</sub>: Sin remoción. FR1 (24 y 72 horas), FR2 (24 y 96 horas)

Los valores de humedad comprendidos entre 6% y 8%, son suficientes para evitar el desarrollo de mohos (hongos) que deterioran la calidad y además facilitan el almacenamiento, transporte, manejo y comercialización del grano de cacao (COVENIN, 1995).

Con relación al contenido de cenizas totales de los granos (Tabla 4) según la interacción de frecuencia de remoción y tipos de fermentadores (FR x TF) mostró diferencias significativas para  $p \leq 0,05$  en todos los tratamientos y en los fermentadores utilizados, siendo los de mejores valores T<sub>6</sub> y T<sub>7</sub> (testigo de referencia) con 3,38 y 3,49%, posiblemente por el bajo grado de fermentación alcanzado; es decir, hay menor grado de transformación de la materia orgánica. Se ha reportado que al final del secado, la pérdida por difusión de los minerales es limitada por la disminución de la velocidad de reducción del contenido de humedad en el secado de las almendras (Nogales *et al.*, 2006). Estos últimos investigadores, han registrado valores de 3,52 % para los granos fermentados en cajones cuadrados de madera, 3,84 % en los cajones rectangulares y secados al sol, los cuales son superiores a los indicados en este estudio, pero si coincidentes con los valores obtenidos por Pérez *et al.* (2002), Álvarez *et al.* (2007) y Álvarez *et al.* (2010).

Otros elementos son las proteínas (tabla 4), las cuales intervienen en la formación del aroma vía degradación térmica y en el sabor astringente asociado con los complejos que forman con los polifenoles en el beneficio (Lerceteau *et al.*, 1999). En el estudio realizado los mayores porcentajes de proteínas se obtuvieron en los tratamientos T<sub>3</sub>, T<sub>6</sub> y T<sub>7</sub>, no existiendo diferencias significativas entre los mismos.

Brito *et al.* (2001), reportaron que pasadas las 72 horas de fermentación disminuye gradualmente el contenido de proteínas en el cacao. Concomitantemente, la cantidad de grupos amino-terminales y pequeños péptidos crece.

Con relación al contenido de grasa cruda de las almendras fermentadas y secas, no se observó un efecto estadísticamente significativo ( $p \leq 0,05$ ) entre la interacción frecuencia de remoción y tipo de fermentadores (FR x TF). Los valores de grasa para el fermentador cajón de madera (CM), cesta plástica (CP) y tonel plástico (TP) fueron de 51,35%, 50,21% y 50,17% respectivamente, los cuales fueron altos al ser comparados con el obtenido para el cacao fermentado sin remoción (48,88%). Los contenidos de grasa obtenidos para las muestras evaluadas de cacao difieren al obtenido en diversos estudios que han reportado que las almendras de diferentes regiones tienen un rendimiento promedio en el porcentaje de grasa cruda de 53 a 56 % dependiendo de la variedad o material (Pérez *et al.*, 2002; Álvarez *et al.*, 2007, Gutiérrez, 2010).

En el porcentaje de fibra cruda se presentó diferencias significativas en la interacción FR x TF para un nivel de significación del 5%, evidenciándose un efecto de la fermentación según el tipo de fermentador utilizado. El valor más alto correspondió con los tratamientos T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> (CM+FR<sub>2</sub> y CP+FR<sub>2</sub>), mientras que los valores menores se alcanzó en el T<sub>6</sub> (TP+FR<sub>2</sub>). El aumento en el contenido de fibra cruda puede estar relacionado a que durante el proceso fermentativo se generan carbohidratos o polisacáridos que no pueden ser digeridos por las enzimas microbianas utilizadas en el proceso ( $\alpha$  amilasa, proteasas y amiloglucosidasa) (Guzmán, 2007).

Los valores obtenidos en este estudio están por debajo a los reportados por Gutiérrez (2010), quien encontró para el cacao fermentado y seco un contenido de 30,57% de carbohidratos totales.

### **Características físico-químicas: pH y acidez total titulable (%b.s.)**

En la tabla 5 se observa el pH de los granos de cacao fermentados, donde las diferencias significativas fueron observadas en el fermentador Tonel Plástico y la muestra de cacao no fermentado. En lo que respecta al fermentador CM y CP, no se observaron variaciones en el pH por efecto de la FR, siendo en este caso, la fermentación el factor que incide directamente en los cambios de estas variables, mientras que en la acidez total titulable el mayor valor se alcanzó en el tratamiento T<sub>5</sub> como 1,31% b.s. difiriendo del resto de los tratamientos.

**Tabla 5.** pH y acidez total (% b.s.) de los granos de cacao fermentados

Tratamientos	pH	Acidez total titulable (% b.s.)
T <sub>1</sub> (FR <sub>1</sub> +CM)	5,31 ± 0,01a	1,12 ± 0,05c
T <sub>2</sub> (FR <sub>1</sub> +CP)	5,26 ± 0,02a	1,22 ± 0,05b
T <sub>3</sub> (FR <sub>1</sub> +TP)	4,88 ± 0,02b	0,47 ± 0,01d
T <sub>4</sub> (FR <sub>2</sub> +CM)	5,34 ± 0,01a	1,17 ± 0,05c
T <sub>5</sub> (FR <sub>2</sub> +CM)	5,27 ± 0,01a	1,31 ± 0,08a
T <sub>6</sub> (FR <sub>2</sub> +CP)	4,99 ± 0,01b	0,49 ± 0,01d
T <sub>7</sub> (sin remoción)	5,90 ± 0,01a	0,64 ± 0,03b



Letras iguales en columna no tienen diferencias significativas, según Dócima de Duncan para  $p \leq 0,05$  y E.E= error estándar calculado

**Leyenda:** FR1: Frecuencia de remoción 1 (24 y 72 horas); FR2: Frecuencia de remoción 2 (24 y 96 horas); CM: Cajón de madera; CP: Cesta plástica y TP: Tonel plástico.

Las reacciones fermentativas, producto de la acción microbiológica sobre los azúcares presentes en el mucílago genera altos niveles de ácido acético (Voigt *et al.*, 1995), el cual constituye el ácido predominante de las almendras y el causante de su acidificación, asimismo se producen procesos proteolíticos que ocurren en el interior de los cotiledones durante el proceso de fermentación bajo estas condiciones de acidez (Biehl, 1986).

La acidez y el pH son parámetros críticos en la calidad del cacao utilizado en la manufactura del chocolate. El exceso de ácido acético producido a causa de una mala fermentación causa efectos adversos sobre el chocolate (Serra y Ventura, 1997).

La remoción de la masa para el fermentador TP proporciona las condiciones para la obtención de un grano fermentado y seco con una alta acidez y bajo pH ( $0,48 \pm 0,01\%$ ;  $4,94 \pm 0,08\%$ ), mientras que el cacao fermentado sin remoción se caracterizó por una baja acidez y alto pH ( $0,64 \pm 0,03\%$ ;  $5,90 \pm 0,01\%$ ), coincidiendo con Pérez *et al.* (2002).

### **Conclusiones.**

1. Los fermentadores (caja de madera y cesta plástica) y la frecuencia de remoción (24 y 72 horas) obtuvieron los mejores resultados sobre las propiedades físicas, químicas y sensoriales de los granos de cacao fermentado y seco.
2. De los tipos de fermentadores (cajón de madera y cesta plástica) utilizados el cajón de madera presentó los mejores valores en cuanto: rendimiento, valor de la producción y costo de producción, con una frecuencia de remoción cada 24 horas.
3. El uso de la cesta plástica, debido a su bajo costo, durabilidad, operatividad y el adecuado manejo postcosecha, constituye una alternativa viable para lograr un cacao fermentado de buena calidad.

### **Bibliografía.**

- Álvarez, C. Pérez, E. (2010). Evaluación de la calidad comercial del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) usando dos tipos de fermentadores. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Caucagua. Miranda. Venezuela.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). (1998). *Norma venezolana*, (50). Clasificación de lotes de granos de cacao de acuerdo a las proporciones de granos defectuosos. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela, 5.
- Cubillos, G., Menizalde, E., Correa, T. (2008). Manual del beneficio del cacao: para técnicos, profesionales del sector agropecuario y productores. Secretaria de agricultura de antioquia, Compañía Nacional de Chocolates. Corporación para investigaciones biológicas (Cib), grupo giem Universidad de antioquia. Medellín (Antioquia), Colombia, 29.
- Gutiérrez, T., Pérez, E. (2010). Factores que influyen en el procesamiento del chocolate: beneficio. Ciencia, Tecnología e Industria del Chocolate. Caracas, Venezuela. Ediciones MPPCTI – ONCTI.

- Guzmán, R. (2007). Evaluación de los cambios ocurridos durante el beneficio del cacao (*Theobroma cacao* L.) a través de parámetros morfoanatómicos, fisicoquímicos y nutricionales. Tesis de Maestría.
- Jeanjean N. (1995). Influence du génotype, de la fermentation et de la torréfaction sur le développement de l'arome. rôle des précurseurs d'arôme. thèse de doctorat, université de montpellier ii. Francia, 200.
- Liendo, R., Marín. (2006). Prácticas post-cosecha y de almacenamiento del cacao (*theobroma cacao* L.) en el estado Miranda. *Fac. Agron.*, 23, 342-355.
- Manual de Productos Básicos. (1991). Cacao Fino de Aroma. Estudio de la producción y el comercio mundial. Centro de Comercio Internacional. UNCTAD / GATT. Ginebra. Suiza, 60.
- Pérez, E., Álvarez C., Lares M. (2002). Caracterización física y química de almendras de Cacao fermentado, seco y tostado de la región de Chao. *Agronomía Tropical*, 52 (2), 161-172.
- Serra, J., Ventura F. (1997). Evaluation of bitterness and astringency of polyphenolic compounds in cocoa powder. *Food Chemistry*, 60, 365-370.
- Voigt, J., Biehl, B. (1995). Precursors of the cocoa-specific aroma components are derived from the vicilin-class (7S) globulin of the cocoa seeds by proteolytic processing. *Bot. Acta*, 108, 299-307.

**Fecha de recibido: 12 jul. 2014**  
**Fecha de aprobado: 13 sep. 2014**