

## INFLUENCIA DE VARIOS FACTORES SOBRE CARACTERÍSTICAS DEL GRANO DE CACAO FERMENTADO Y SECADO AL SOL<sup>1</sup>

### SOME FACTORS AFFECTING CHARACTERISTICS OF FERMENTED AND SUN DRIED COCOA GRAIN<sup>1</sup>

Ligia Ortiz de Bertorelli\*, Lucía Graziani de Fariñas\* y Gervaise Rovedas L.\*

<sup>1</sup> Trabajo financiado por FUNDACITE Aragua y Fonacit.

\* Profesores. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Instituto de Química y Tecnología. Apto. 4579. Maracay 2101, estado Aragua Venezuela. E-mail: ortizl41@cantv.net.

#### RESUMEN

Para evaluar la influencia del tipo de cacao, *Theobroma cacao* L., almacenamiento del fruto previo a la fermentación, frecuencia de remoción de la masa fermentante (semillas y pulpa), condición del grano (fresco, fermentado seco) sobre características del cacao fermentado, secado por exposición al sol; lotes de los tipos criollo y forastero de cacaos de Cumboto (Aragua) fueron fermentados y secados recién cosechados (AM1), a los 5 días de la recolección (AM2). La fermentación se realizó durante 5 días, sin remover la masa fermentante (SR), con remoción cada 24 y 48 horas. El secado se hizo por 4 días. Al grano se le midieron las características químicas y los índices físicos. Los resultados revelaron que el cacao criollo presentó los contenidos más altos de humedad, acidez, grasa y proteína; el AM2 de humedad y pH y el SR de humedad y proteína. Además, al cacao criollo le correspondió la menor cantidad de granos pizarrosos, al AM2 de granos negros y al SR de granos fermentados. Respecto al color, el AM2 mostró mayor luminosidad y el SR menor tendencia al rojo y al amarillo. Al fermentar el cacao, aumentó la humedad del cotiledón, descendieron el pH y la acidez, mientras que los taninos y proteínas no variaron. En el secado disminuyeron la humedad, acidez, taninos, proteínas del cotiledón, pero se incrementó el pH. En conclusión, las propiedades del grano seco variaron en función de los factores evaluados, en tanto que las características químicas del cotiledón dependieron de la condición del grano.

**Palabras Clave:** *Theobroma cacao* L.; fermentación; secado; índices físicos; características químicas.

#### SUMMARY

In order to evaluate the influence of the cocoa type (criollo and forastero cocoa from Cumboto, Aragua), conditions of storage of the fruit prior to fermentation (fermented and dried immediately after harvest (AM1) and 5 days after harvesting (AM2)), frequency of mixing of the fermenting mass (seeds and pulp; Fermentation was done for 5 days without mixing the fermenting mass (SR) and mixing the mass every 24 or 48 hours), and grain condition (fresh, fermented or dried), on the characteristics of fermented or sun-dried cocoa grains. Grain chemical characteristics and physical indexes were measured. Results showed that criollo cocoa had the highest acidity and humidity, fat and protein contents. Also, criollo cocoa had the lowest quantity of slatery grains, while AM2 grains and SR grains had the lowest quantities of black grain and fermented grains respectively. Regarding the color, AM2 grains showed the highest luminosity, and SR the lowest tendency to exhibit red and yellow grains. Fermentation increased the cotyledon humidity, lower pH, acidity and no changes in tannins and proteins contents. In the sun dried samples the cotyledon humidity, acidity, tannins, and proteins decreased, but there was a pH increase. In conclusion, the properties of the dry grain varied according to the evaluated factors and the chemical characteristics of the cotyledon dependent on the grain condition.

**Key Words:** *Theobroma cacao* L.; fermentation; drying; physical indexes; chemical characteristics.

## INTRODUCCIÓN

En el beneficio del cacao, *Theobroma cacao* L., la fermentación y el secado son etapas de gran importancia, ya que en la primera se producen reacciones bioquímicas que causan una disminución del amargor y la astringencia que dan origen a los precursores del aroma y sabor a chocolate; en la segunda se reduce el exceso de humedad que queda después de la fermentación, lo que evita el desarrollo de mohos que deterioran la calidad (Rohan, 1964) y facilita el almacenamiento (Cros y Jeanjean, 1995; Jinap *et al.*, 1994), manejo y comercialización del cacao.

Otro aspecto relevante del secado es que continúa la fase oxidativa iniciada en la fermentación y se completa la formación de los compuestos del aroma y sabor. Además, en esta etapa ocurre el desarrollo de los pigmentos de color marrón a partir de los compuestos fenólicos (Cros y Jeanjean, 1995; Jinap *et al.*, 1994).

Varios factores influyen sobre la fermentación del cacao, entre ellos el tipo de cacao (Braudeau, 1970; Lemus *et al.*, 2002), tiempo de almacenamiento del fruto o mazorca antes de la apertura y el desgrane (Barel, 1987; Dias y Avila, 1993; Schwan *et al.*, 1990; Torres *et al.*, 2004), tipo de fermentador usado (Contreras *et al.*, 2004; Graziani de Fariñas *et al.*, 2003a; Nogales *et al.*, 2006), tiempo del proceso y frecuencia de remoción de la masa fermentante (Puziah *et al.*, 1998; Senanayake *et al.*, 1997; Schwan *et al.*, 1990).

Por su parte, el secado por exposición al sol es afectado por la textura del piso, frecuencia de remoción de los granos (Ortiz de Bertorelli *et al.*, 2004) y las condiciones climáticas (Jinap *et al.*, 1994; Nogales *et al.*, 2006), las cuales pueden variar de una zona a otra, así como en una misma zona durante el año (Ghosh y Cunha, 1975). Sobre el secado se han realizado pocos estudios, a pesar de que los cambios que se producen en la fermentación afectan las características del grano seco, al continuar las reacciones iniciadas en el proceso fermentativo (Cros y Jeanjean, 1995; Jinap *et al.*, 1994).

Todos los factores citados ejercen un papel significativo sobre la calidad del producto final, por lo que es importante su control para la obtención de una mayor eficiencia y rentabilidad de la producción. Sin embargo, los productores de la zona norte costera del estado Aragua no conocen con exactitud como afecta el manejo post cosecha las propiedades del grano de cacao fermentado y seco, el cual realizan de forma muy variable de acuerdo con la experiencia personal.

Por ello, el objetivo fundamental de este trabajo comprendió la evaluación del efecto de algunos de los factores que usualmente varían más los productores, a fin de determinar como influyen el tipo de cacao, almacenamiento del fruto previo a la fermentación y la frecuencia de remoción de la masa fermentante sobre índices físicos y características químicas del grano de cacao de Cumboto, fermentado y secado por exposición al sol, para así generar información que permita a los productores de cacao de la zona internalizar la necesidad del control de los factores para la obtención de un producto de alta calidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron frutos (mazorcas) de cacao tipos criollo y forastero de la localidad de Cumboto (Aragua), ubicada en la Región Central del municipio Costa de Oro del estado Aragua, la cual presenta una precipitación anual de 467 a 988,5 mm, con una marcada diferencia entre el período seco y lluvioso, una temperatura media anual de 25,76°C y una humedad relativa promedio de 68% (Monagas, 1995; FUNDACITE Aragua, 2008).

En plantas identificadas según algunos descriptores taxonómicos señalados por Bekele *et al.* (1994), fueron cosechadas al azar 300 mazorcas sanas y maduras de cada tipo de cacao, estableciendo el grado de madurez de los frutos de acuerdo con los criterios usados por González *et al.* (1999).

Las mazorcas de ambos tipos de cacao (TC) se dividieron en dos lotes: el primer lote fue fermentado recién cosechado (AM1) y el segundo lote 5 días después de la recolección (AM2). En el proceso fermentativo se utilizaron distintas frecuencias en la remoción (FR) de la masa fermentante (semillas y pulpa): sin remover (SR), removiéndola cada 48 h y cada 24 h. Todos los lotes fueron fermentados por 5 d en Cumboto, siguiendo la metodología señalada por Graziani de Fariñas *et al.* (2003a). El secado se efectuó por exposición directa al sol por 4 d (Ortiz de Bertorelli *et al.*, 2004). Para lo cual, la masa de cacao fermentada fue extendida sobre un patio de cemento en una capa de 2 cm de espesor y expuesta al sol por 4 h el primer día y por 7 h a partir del segundo día.

En el ensayo se usó un diseño completamente aleatorizado con 3 observaciones y un arreglo factorial mixto 22x3 en los cuales los factores evaluados fueron: tipos de cacao (criollo y forastero), almacenamiento de la

mazorca (0 y 5 d) y frecuencia de remoción de la masa fermentante (0, cada 24 y cada 48 h).

Los análisis químicos, del grano entero y del cotiledón, fueron realizados de acuerdo con los métodos de la AOAC (1997): Humedad (N° 931,04), pH (N° 970,21), acidez total titulable (N° 942,15), cenizas (N° 972,15), grasa (N° 936,15), proteínas (N° 970,20), incorporando un desgrasado previo de las muestras con éter de petróleo por 4 h (Graziani de Fariñas *et al.*, 2003b) y los taninos por el método Folin Ciocalteu (Singleton y Rossi, 1965).

El color de los granos secos fue determinado por el método indicado por Ortiz de Bertorelli *et al.* (2004) y los porcentajes de granos pizarrosos, múltiples, negros, violáceos y fermentados fueron calculados mediante las normas N° 442 (COVENIN, 1995) y N° 50 (COVENIN, 1998).

A los resultados obtenidos se les realizó un análisis de varianza y una comparación de medias por la prueba de rangos múltiples de Duncan, mediante el paquete estadístico SAS (1998).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico, de los resultados de las características del grano fermentado y seco, reveló diferencias

altamente significativas para los efectos simples (TC, AM y FR), los cuales predominaron sobre las interacciones, por lo que la interpretación de los resultados se basó sobre dichos efectos.

### Características químicas del grano fermentado y seco

La prueba de Duncan, aplicada a los resultados de las características químicas, señaló que los factores evaluados afectaron todos los componentes analizados, los cuales mostraron diferencias significativas al 5% (Cuadro 1), presentando el cacao tipo criollo los mayores porcentajes de humedad, acidez, grasa y proteínas, mientras que el forastero los valores más altos de pH y taninos. En cuanto al almacenamiento, se encontraron valores superiores de humedad y pH en el cacao AM2 y de acidez, cenizas, grasa y proteínas en el AM1. Respecto a la remoción, se notaron cantidades superiores de humedad y proteína en el cacao SR.

La dependencia de las características químicas del grano seco con el tipo de cacao, almacenamiento del fruto y frecuencia de remoción de la masa fermentante es debido al efecto de estos factores sobre los cambios que ocurren al fermentar el grano. Durante el proceso fermentativo varía la composición química (Graziani de Fariñas *et al.*, 2002), difiriendo los valores alcanzados entre los tipos de cacao (Graziani de Fariñas *et al.*, 2002).

**CUADRO 1.** Promedios de las características químicas del grano de cacao fermentado y secado al sol.

Factores		Características Químicas						
		Humedad %	pH	Acidez %	Cenizas %	Taninos %	Grasas %	Proteínas %
Tipos de cacao	Criollo	5,20a	6,00b	0,73a	3,21a	0,81b	54,49a	16,26a
	Forastero	4,50b	6,20a	0,65b	3,20a	1,27a	54,08b	14,32b
Almacenamiento	0 días (AM1)	4,29b	5,98b	0,74a	3,62a	1,00a	55,15a	16,82a
	5 días (AM2)	5,40a	6,23a	0,64b	2,79b	1,06a	53,42b	13,78b
Frecuencia de remoción	SR	5,13a	6,13ab	0,68a	3,26ab	1,00a	54,59a	15,66a
	C/48 h	4,86b	6,10a	0,68a	3,24a	1,08a	53,77b	15,05b
	C/24 h	4,55c	6,07b	0,70a	3,10b	1,01a	54,50a	15,18b

En cada factor letras distintas en columnas indican diferencias a un nivel de significación del 5%.

Esta variación es causada por la participación de los componentes en las reacciones exotérmicas asociadas con la acción de las bacterias y levaduras que se desarrollan en esta fase, así como con la polimerización oxidativa y el oscurecimiento del grano (Cros y Jeanjean, 1995). La descomposición microbiana de la pulpa produce ácidos acéticos y lácticos que son difundidos hacia el cotiledón (Meyer *et al.*, 1989), lo cual incrementa la acidez y provoca reacciones de hidrólisis y oxidación de pigmentos (Schwan *et al.*, 1990).

El almacenamiento de los frutos antes de la fermentación incide sobre dichas reacciones, ya que causa incrementos más bruscos y temperaturas más elevadas, favorece la hidrólisis de la pulpa y acelera el proceso (Barel, 1987; Dias y Avila, 1993; Torres *et al.*, 2004). Así mismo, la remoción de la masa de cacao beneficia la fermentación, ya que también afecta la temperatura del proceso, al aumentar la aireación de la masa y propiciar el desarrollo de microorganismos aeróbicos, los cuales al generar reacciones exotérmicas causan aumentos más rápidos de la temperatura (Dias y Avila, 1993; Puziah *et al.*, 1998; Schwan *et al.*, 1990; Senanayake *et al.*, 1997) que activan la descomposición de las células de los cotiledones y el desarrollo de las reacciones (Braudeau, 1970; Rohan, 1964).

Ahora bien, como las reacciones iniciadas en la fermentación continúan en el secado, los factores evaluados también influyen sobre la composición del grano seco. Sin embargo, Tomlins *et al.* (1993) observaron que el tipo de cultivar, el almacenamiento post cosecha de la

mazorca y el método de fermentación afectan los perfiles físicos y químicos durante el proceso fermentativo de cacao de Ghana, pero después del secado al sol o mecánico, la calidad de los granos medida sobre la base de la concentración de los ácidos orgánicos era similar.

Las características químicas del grano de los cacaos analizados fueron distintas de las encontradas en investigaciones anteriores en cacao seco de Cuyagua (Nogales *et al.*, 2006) y de Cumboto (Ortiz de Bertorelli *et al.*, 2004), zona de la cual también procede el cacao en estudio. Además, difirieron de los valores obtenidos por Jinap y Dimick (1990) para cacaos fermentados y secos de Venezuela y de los de Bonaparte *et al.* (1998) para cacao de St. Lucia. La discordancia de los resultados de este estudio con los de la bibliografía consultada podría atribuirse a la aplicación de procesos diferentes de fermentación y secado, así como al uso de materiales de cacao distintos.

### Color del grano

Respecto a este índice físico (Cuadro 2), la prueba de rangos múltiples de Duncan indicó que el tipo de cacao no afectó los parámetros del color, en cambio los valores difirieron a un nivel de probabilidad del 5% entre los cacaos AM1 y AM2 y entre los fermentados con distintas frecuencias de remoción, presentando el AM2 el mayor valor de L y el menor de aL y el SR el valor más alto de aL. Sin embargo, al modificar la frecuencia de remoción (C/48h y C/24h) los parámetros no variaron, posiblemente debido al volumen de masa usado.

**CUADRO 2.** Promedios de los parámetros del color del grano de cacao fermentado y secado al sol.

Factores		Parámetros del color			
		L	aL	bL	aL/bL
Tipos de cacao	Criollo	40,59a	9,82a	16,82a	0,59a
	Forastero	41,14a	9,43a	16,28a	0,59a
Almacenamiento de la mazorca	0 días (AM1)	39,04b	9,92a	16,40a	0,61a
	5 días (AM2)	42,68a	9,33b	16,71a	0,57a
Frecuencia de remoción	SR	40,34a	10,11a	17,73a	0,57a
	C/48 horas	41,18a	9,36b	15,26b	0,63a
	C/24 horas	41,08a	9,40b	16,67ab	0,57a

En cada factor letras distintas en columnas indican diferencias a un nivel de significación del 5%.

Al fermentar el cacao, el color del grano cambia a una tonalidad parda, que difiere entre los tipos (Lemus *et al.*, 2002). El oscurecimiento de los granos durante el proceso fermentativo 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 propio del cacao fermentado (Cros *et al.*, 1982).

En el secado también varía el color del grano, debido a que se desarrollan pigmentos marrones (Cros y Jeanjean, 1995; Jinap *et al.*, 1994) por las reacciones de condensación proteína quinona que ocurren después de la oxidación enzimática de polifenoles, tales como las leucocianidinas y las epicatequinas (Puziah *et al.*, 1999; Ramli *et al.*, 2007).

Ahora bien, en varios cultivares de cacaos fermentados con distintas condiciones, algunos autores (Tomlins *et al.*, 1993) no observaron diferencias significativas en los resultados de la prueba del corte (cut-test) después del secado al sol o mecánico de los granos.

Respecto al almacenamiento de los frutos antes del desgrane (Barel, 1987; Torres *et al.*, 2004) y a la frecuencia de remoción de la masa fermentante, al influir sobre las reacciones que ocurren en el proceso fermentativo (Puziah *et al.*, 1998; Schwan *et al.*, 1990; Senanayake *et al.*, 1997), afectan tanto las características del grano fermentado como las del grano seco, puesto

que dichas reacciones continúan durante el secado del cacao (Cros y Jeanjean, 1995; Jinap *et al.*, 1994).

Se ha observado que al retardar el desgrane se obtiene mayor índice de fermentación, es decir un número de granos pardos más alto en el cacao seco (Torres *et al.*, 2004). Además, al secar al sol los granos fermentados de mazorcas almacenadas por 5 d, Nogales *et al.* (2006) notaron un aumento de los parámetros L y aL y una disminución de bL en los granos secos, granos que al igual que los estudiados por Ortiz de Bertorelli *et al.* (2004), presentaron una luminosidad similar a la obtenida en esta investigación, pero una menor tendencia hacia el rojo y el amarillo, diferencias atribuibles a la aplicación de condiciones distintas en las etapas de fermentación y secado.

### Índices físicos de calidad

En estos índices, la prueba de comparación de medias de Duncan reveló que el tipo de cacao sólo influyó sobre el porcentaje de granos pizarrosos, mostrando la menor cantidad el cacao criollo (Cuadro 3). En tanto que el almacenamiento del fruto antes de la fermentación afectó el porcentaje de granos negros, de manera que al cacao AM2 le correspondieron los valores más altos. Por su parte, al remover la masa aumentó el porcentaje de granos fermentados y los valores no variaron entre las muestras que se removieron con distinta frecuencia, lo que como ya fue mencionado, pudo ser ocasionado por el volumen de masa usado.

**CUADRO 3.** Índices físicos promedios del grano de cacao fermentado y secado al sol.

Factores		% Índices físicos				
		Pizarrosos	Múltiples	Violáceos	Negros	Fermentados
Tipos de cacao	Criollo	3,44b	2,61a	13,94a	4,33a	72,50a
	Forastero	8,11a	7,39a	12,00a	2,94a	72,67a
Almacenamiento	0 días (AM1)	7,67a	6,17a	12,94a	1,28b	73,39a
	5 días (AM2)	3,89a	3,83a	13,00a	6,00a	71,72a
Frecuencia de remoción	SR	3,50a	4,50a	16,00a	2,83a	69,83b
	C/48 h	5,83a	5,08a	10,25a	4,08a	73,75a
	C/24 h	8,00a	5,42a	12,67a	4,00a	74,17a

En cada factor letras distintas en columnas indican diferencias a un nivel de significación del 5%.

Los índices físicos de calidad de los granos secos se relacionan con el grado de madurez de los frutos, observándose que mazorcas que no están completamente maduras dan origen a granos insuficientemente fermentados, violáceos y pizarrosos, ya que carecen de suficiente cantidad de azúcar para una adecuada fermentación (Rohan, 1964).

Así mismo, son afectados por el almacenamiento del fruto previo a la fermentación (Barel, 1987; Dias y Avila, 1993; Torres *et al.*, 2004) y por la frecuencia de remoción de la masa fermentante (Senanayake *et al.*, 1997), factores que al acelerar el proceso fermentativo (Barel, 1987; Torres *et al.*, 2004), incrementan el porcentaje de granos fermentados y pueden ocasionar una sobre fermentación en la cual los granos toman un color negro o pardo oscuro (Rohan, 1964).

También se ha observado que el uso de granos provenientes de mazorcas dañadas o enfermas propician la presencia de granos negros en el cacao seco (Braudeau, 1970; Rohan, 1964).

Los resultados de algunos de los índices físicos determinados fueron más altos que los encontrados por Ortiz de Bertorelli *et al.* (2004), probablemente por diferencias en el procesamiento del grano. Así mismo, los valores superan algunos de los rangos establecidos por COVENIN (1998) en la norma N° 50 como requisitos para considerar el producto como cacao fino de primera A, sin embargo, se debe resaltar que el cacao criollo y el AM2 pueden ser clasificados como tales, sobre la base de la cantidad de granos pizarrosos, múltiples,

negros y violáceos. Cabe destacar que un buen manejo agronómico y un adecuado beneficio son indispensables para cumplir con las exigencias de calidad.

### Características químicas del cotiledón

Al analizar estadísticamente las características químicas del cotiledón del grano fresco, fermentado y seco, se observaron diferencias altamente significativas para el efecto simple condición del grano (CG) con predominio sobre las interacciones, siendo por lo tanto usado dicho efecto en la discusión de los resultados.

Entre los valores (Cuadro 4), la prueba de Duncan reveló diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), presentando el grano fermentado la mayor humedad, el grano fresco la mayor acidez y el seco el menor contenido de taninos y proteínas.

El proceso de beneficio del cacao afectó las características químicas del cotiledón. Al fermentar el cacao, la humedad del cotiledón aumentó, la acidez descendió, los taninos y las proteínas no variaron. En el secado del grano fermentado disminuyeron la humedad, los taninos y las proteínas, mientras que la acidez y el pH permanecieron constantes.

En la fermentación, la descomposición microbiana de la pulpa produce desprendimiento de jugos (Braudeau, 1970) y degradación de ácidos (Meyer *et al.*, 1989), desarrollándose reacciones químicas y bioquímicas (Cros y Jeanjean, 1995) que causan variación en la composición (Graziani de Fariñas *et al.*, 2002; Torres *et al.*, 2004).

**CUADRO 4.** Promedios de las características químicas del cotiledón del grano fresco, fermentado y seco.

Cotiledón	Características químicas				
	Humedad %	pH %	Acidez %	Taninos %	Proteínas %
Fresco	39,69b	5,86b	1,35a	1,13a	17,45a
Fermentado	44,58a	5,98ab	0,75b	1,01a	17,79a
Seco	4,55c	6,07a	0,70b	0,82b	15,17b

Letras distintas en columnas indican diferencias a un nivel de significación del 5%.

El secado también afecta las características químicas del grano, ya que, además de continuar las reacciones que se inician en la fermentación (Cros y Jeanjean, 1995; Jinap *et al.*, 1994; Puziah *et al.*, 1999; Nogales *et al.*, 2006), se producen reacciones térmicas que ocasionan cambios en los compuestos precursores del sabor (Puziah *et al.*, 1999), originándose fracciones volátiles mediante reacciones de oscurecimiento no enzimático vía Maillard (Cros y Jeanjean, 1995) y formación de pigmentos marrones.

Las reacciones térmicas que ocurren en esta etapa dependen de la temperatura que se alcance en el grano, la cual a su vez está relacionada con las condiciones climáticas cuando se realiza el secado por exposición al sol (Nogales *et al.*, 2006). Así pues, al aumentar la temperatura en el secado, se acelera la velocidad de la reacción de degradación de polifenoles, producida en esta etapa (Ramli *et al.*, 2007).

La composición media del cotiledón del grano fresco difirió de la obtenida por Graziani de Fariñas *et al.* (2003b) para cacaos tipos criollo y forastero de Cumboto, los cuales mostraron valores más bajos de todos los componentes y un pH mayor. Igualmente, las características del cotiledón fermentado fueron superiores a las presentadas por los mismos tipos de cacao después de la fermentación (Graziani de Fariñas *et al.*, 2002), excepto la acidez que fue inferior. En cuanto al cotiledón seco, las características también fueron mayores que las del grano seco de cacao criollo de Cuyagua (Nogales *et al.*, 2006). Estas diferencias podrían atribuirse a la variabilidad genética del material de la zona (Lemus *et al.*, 2002) y a la aplicación de metodologías distintas en el beneficio del cacao.

En conclusión, los factores evaluados influyeron sobre las propiedades del grano de cacao, variando los índices físicos y las características químicas en función del tipo de cacao, el almacenamiento de la mazorca previo a la fermentación y la frecuencia de remoción de la masa fermentante. Así mismo, las características químicas del cotiledón dependieron de la condición del grano (fresco, fermentado y seco). En consecuencia es importante considerar estos factores en el beneficio del cacao, adecuando el proceso de acuerdo con las características del grano.

## AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a la técnico Boni Escorche y al señor Rafael Osorio, la colaboración prestada.

## BIBLIOGRAFÍA

- Association Of Official Analytical Chemists (AOAC). 1997. Official methods of analysis. 16th Edition. Gaithersburg, Maryland, USA. Cap.3 12:1-17.
- Barel, M. 1987. Délai d'écabossage. Influence sur les rendements et la qualité du cacao marchand et du cacao torréfié. *Café Cacao The*. 31(2):141-150.
- Bekele, F., A. Kennedy, C. Mc David, F. Lauckner and I Bekele. 1994. Numerical taxonomic studies on cocoa (*Theobroma cacao* L) in Trinidad. *Euphytica*. 75(39):231-240.
- Braudeau J. 1970. El Cacao. Técnicas agrícolas y producciones tropicales Primera edición. Barcelona, España. Editorial Blume. 297 p.
- Bonaparte, A., Z. Alikhani, C. Madramootoo and V. Reghavan. 1998. Some quality characteristics of solar dried cacao beans in St. Lucia. *J. Sci. Food Agric*. 76:553-558.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1995. Norma venezolana N° 442. Granos de cacao. Prueba de corte. Ministerio de Fomento. Caracas, Venezuela. 2 p.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1998. Norma venezolana N° 50. Clasificación de lotes de granos de cacao de acuerdo a las proporciones de granos defectuosos. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela. 5 p.
- Contreras, C., L. Ortiz de Bertorelli, L. Graziani de Fariñas y P. Parra. 2004. Fermentadores para cacao usados por los productores de la localidad de Cumboto, Venezuela. *Agronomía Trop*. 54(2):219-232.
- Cros, E. and N. Jeanjean. 1995. Cocoa quality: effect of fermentation and drying. *Plantations, recherche, développement*. 24:25-27.
- Cros, E., F. Villeneuve ex J. Vincet. 1982. Recherche d'un indice de fermentation du cacao. Evolution des tanins et des phénols totaux de la fève. *Café Cacao The*. 26(2):104-114.
- Dias, J. e M. Avila. 1993. Influência do período de pós-colheita do fruto, sistema de revolvimento da massa e tempo de fermentação sobre a acidez do cacao. *Agrotrópica*. 5(2):25-30.

- Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología en el Estado Aragua (FUNDACITE Aragua). 2008. El cacao y su gente. Consulta on line. [www.fundacitearg.gov.ve](http://www.fundacitearg.gov.ve).
- Ghosh, B. and J. Cunha. 1975. Effect of season on sun drying of cocoa beans in Brazil. *Turrialba*. 25(4):396-403.
- González, F., L. Ortiz de Bertorelli, L. Graziani de Fariñas y E. Monteverde-Penso. 1999. Influencia del índice de cosecha de la mazorca sobre algunas características de la grasa de dos cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L). *Rev. Fac. Agron. (UCV)* 25(2):159-171.
- Graziani de Fariñas, L., L. Ortiz de Bertorelli, M. Lemus y P. Parra. 2002. Efecto del mezclado de granos de dos tipos de cacaos sobre algunas características químicas durante la fermentación. *Agronomía Trop.* 52(3):325-342.
- Graziani de Fariñas L., L. Ortiz de Bertorelli, N. Álvarez y A. Trujillo de Leal. 2003a. Fermentación del cacao en dos diseños de cajas de madera. *Agronomía Trop.* 53(2):175-187.
- Graziani de Fariñas, L., L. Ortiz de Bertorelli y P. Parra. 2003b. Características químicas de la semilla de diferentes tipos de cacao de la localidad de Cumboto, Aragua. *Agronomía Trop.* 53(2):133-144.
- Jinap, S. and P. Dimick. 1990. Acidic characteristics of fermented and dried cocoa beans from different countries of origin. *J. Food Sci.* 55(2):547-550.
- Jinap, S., J. Thien and T. Yap. 1994. Effect of drying on acidity and volatile fatty acids content of cocoa beans. *J. Sci. Food Agric.* 65:67-75.
- Lemus, M., L. Graziani de Fariñas, L. Ortiz de Bertorelli y A. Trujillo de Leal. 2002. Efecto del mezclado de cacaos tipos criollo y forastero de la localidad de Cumboto sobre algunas características físicas durante la fermentación. *Agronomía Trop.* 52(1):45-48.
- Monagas, O. 1995. Estudio socio económico y agronómico de los productores y las parcelas agrícolas de la población de Cumboto, Municipio Mario Briceño Iragorry, estado Aragua. Trabajo de grado. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 64p.
- Meyer, B., B. Biehl, M. Bin Said and R. Samarakoddy. 1989. Post-harvest pod storage: A method for pulp preconditioning to impair strong nib acidification during cocoa fermentation in Malaysia. *J. Sci. Food Agric.* 48:285-304.
- Nogales, J., L. Graziani de Fariñas y L. Ortiz de Bertorelli. 2006. Cambios físicos y químicos durante el secado al sol del grano de cacao fermentado en dos diseños de cajones de madera. *Agronomía Trop.* 56(1):5-20.
- Ortiz de Bertorelli, L., G. Camacho y L. Graziani de Fariñas. 2004. Efecto del secado al sol sobre la calidad del grano fermentado de cacao. *Agronomía Trop.* 54(1):31-43.
- Puziah, H., S. Jinap, M. Kharidah and A. Asbi. 1998. Effect of mass and turning time on free amino acid, peptide-N, sugar and pyrazine concentration during cocoa fermentation. *J. Sci. Food Agric.* 78:543-550.
- Puziah, H., S. Jinap, M. Kharidah and A. Asbi. 1999. Effect of drying time, bean depth and temperature on free amino acid, peptide-N, sugar and pyrazine concentrations of Malaysian cocoa beans. *J. Sci. Food Agric.* 79:987-994.
- Ramli Wan Daud W., M. Zainal Meor Talib and T. Mar Kyi. 2007. Drying with chemical reaction in cocoa beans. *Drying Techn.* (4, 5, 6):867-875.
- Rohan, T. 1964. El beneficio del cacao bruto destinado al mercado. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 223 p.
- Schwan, R., A. Lopez, D. Silva e M. Vanetti. 1990. Influência da frequência e intervalos de revolvi-mentos sobre a fermentação do cacau e qualidade do chocolate. *Agrotrópica.* 2(1):22-31.
- Senanayake, M., E. Jansz and K. Buckle. 1997. Effect of different mixing intervals on the fermentation of cocoa beans. *J. Sci. Food Agric.* 74:42-48.
- Singleton, V. and J. Rossi. 1965. Determination of tannins in wines. *J. Enology and viticulture.* 6(3):114.
- Statistical Analysis Systems (SAS). 1998. SAS/STAT User's Guide. Release 6 132 edition. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. 1 028 p.

Tomlins, K., D. Baker, P. Daplyn and D. Adomako. 1993. Effect of fermentation and drying practices on the chemical and physical profiles of Ghana cocoa. *Food Chem.* 46:257-263.

Torres, O., L. Graziani de Fariñas, L. Ortiz de Bertorelli y A. Trujillo. 2004. Efecto del tiempo transcurrido entre la cosecha y el desgrane de la mazorca del cacao tipo forastero de Cuyagua sobre características del grano en fermentación. *Agronomía Trop.* 54(4):481-495.