

CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE ALMENDRAS DE CACAO FERMENTADAS, SECAS Y TOSTADAS CULTIVADAS EN LA REGIÓN DE CUYAGUA, ESTADO ARAGUA

PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF FERMENTED, DRIED AND ROASTED COCOA BEANS CULTIVATED IN THE REGION OF CUYAGUA, ARAGUA STATE

Clímaco Álvarez*; Evelina Pérez** y Mary C. Lares***

*Profesor. Ministerio del Poder Popular para la Educación y el Deporte. Escuela Técnica Industrial Julio Calcaño. **Profesores. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y ***Facultad de Medicina. Escuela de Nutrición y Dietética. Apartado de Correo 47097. Los Chaguaramos, Caracas-1041-A. Caracas, Venezuela.
E-mail: perezee@hotmail.com

RESUMEN

El presente estudio tuvo como finalidad comparar las características físicas y químicas de almendras de cacao *Theobroma cacao* L., fermentadas, secas y tostadas en el laboratorio proveniente de 5 genotipos que forman parte de la colección 1995 del Banco de Germoplasma del INIA, con una muestra comercial también tostada en el laboratorio. Las muestras de las almendras previamente fermentadas y secadas al sol, se tostaron a 150 °C por 30 minutos en el laboratorio. La composición proximal y algunos índices químicos y parámetros físicos se determinaron según varias metodologías, también se determinó por HPCL el perfil de ácidos grasos de la manteca extraída de las almendras según el método de Folch. Todos los índices evaluados fueron comparados con una muestra comercial de cacao proveniente de la región de Cuyagua. Los resultados se analizaron estadísticamente con una prueba de ANOVA de una vía y la prueba *a posteriori* del rango múltiple de Duncan. Los análisis estadísticos mostraron diferencias significativas entre los parámetros evaluados observándose que con excepción de la muestra MAR-4 el contenido de humedad es mayor en la muestra comercial. Así mismo, el contenido de proteína cruda es mayor y la fibra cruda es menor en todas las muestras de los genotipos evaluados comparado a la muestra comercial. Los otros parámetros tales como: contenido de ceniza, carbohidratos totales, azúcares totales, polifenoles, ácidos grasos saturados y los ácidos palmítico (C16:0), esteárico (C18:0) y oleico (C18:1) muestran diferencias significativas entre ellos sin una tendencia definida al compararlo con la muestra comercial.

Palabras Clave: Cacao; *Theobroma cacao* L.; Cuyagua; composición; perfil de ácidos grasos.

SUMMARY

The objective of this study was to compare the physical and chemical characteristics of cocoa beans fermented, dried and roasted at laboratory experimental conditions to one commercial sample and five varieties with different genotypes of the INIA collection. Samples of the beans obtained from mature fruits were fermented and sun dried at the plantation. The dried and fermented beans were roasted at 150 °C for 30 minutes at the laboratory. The proximal composition and some physical indexes were evaluated following methods. The fatty acids profile of the cocoa shortening isolated by means of the methodology described by Folch were also evaluated using HPCL. All of the parameters evaluated were compared with commercial samples from Cuyagua. The results were analyzed by one way ANOVA and a posteriori test of Duncan's multiple ranges. Statistical analysis showed differences among all of the parameters evaluated. It can be noted that with the exception of the sample MAR-4 the moisture content is higher in the commercial sample than in the other four samples. Crude protein content is higher and crude fiber content is lower in all of the samples than those of the commercial sample. The other parameters such as: ash, total carbohydrates and sugars, total polyphenol, saturated and unsaturated fatty acid contents showed statistical significant differences among them. A high level of saturated fatty acid and unsaturated fatty acids; such as, palmitic, stearic, and oleic acids was also observed.

Key Words: Cocoa; Cuyagua; proximate composition; fatty acids profile.

RECIBIDO: septiembre 06, 2004

ACEPTADO: julio 02, 2007

INTRODUCCIÓN

Las cualidades del cacao venezolano, *Theobroma cacao* L., catalogado desde la época colonial como uno de los mejores por su característico aroma y sabor excelente, han venido disminuyendo a través del tiempo debido a las mezclas con cacaos forasteros de baja calidad (Pinto, 2000) lo que provocó una sucesiva hibridación a través del tiempo, en muchas de las regiones cacaoteras del país (Goitía, 2000, Pachano, 2000, Motamayor *et al.*, 2000). Esta hibridación ha incidido en una pérdida de mercados y credibilidad en el ámbito internacional, debido a la heterogeneidad en los parámetros de calidad, que presenta el producto y a la incertidumbre de su origen, como consecuencia de la exportación de mezclas de cacaos de distintas calidades y zonas geográficas (Pinto, 2000).

Los cacaos Criollos tradicionales cultivados en Chuao, Choroní, Cuyagua, Ocumare y Paria, gozaron siempre de un enorme prestigio en los mercados mundiales debido a la dulzura de sus almendras claras, en contraste con el sabor amargo de las semillas color violeta de otras variedades (cacao forastero amargo) según Reyes y De Reyes (2000). Por su parte, Sánchez *et al.* (1996) señalaron que en las plantaciones de Chuao y de Cuyagua existe una alta heterogeneidad en la población de plantas de cacao, con predominio de materiales del tipo rústico que distan notablemente de lo que se supone el término "Criollo" (Braudeau, 1970; Wood y Lass, 1985). Sin embargo, en la zona persisten plantaciones de cacao que poseen un alto potencial aromático en sus almendras, lo que hace sugerir un origen común de plantas pioneras (ancestro común del tipo Criollo o finos aromáticos) que tendrían bondades sensoriales que los distinguen de otros cacaos procedentes de zonas cercanas y que le ha conferido una fama que ha superado fronteras en tiempo y espacio (Ciferri, 1949 citado por Sánchez *et al.*, 1996). Lo que ha determinado en los últimos años la calidad final de los granos de cacao son sus características físicas y su sabor.

Entre los parámetros que influyen en la selección de un determinado tipo de cacao por los fabricantes de chocolate, se encuentran aspectos físicos tales como, el tamaño del grano, el porcentaje de cáscara, contenido de grasa, dureza de la manteca y la humedad. Los fabricantes de chocolate le dan enorme impor-

tancia y frecuentemente monitorean el sabor y la calidad del chocolate que fabrican, ya que estos parámetros afectan la demanda de los productos. Sabores extraños ocasionados por mohos, el humo, la acidez y la astringencia son el resultado de los factores condicionantes de la calidad final de las almendras durante la postcosecha (fermentación y secado).

El tamaño de la almendra es importante porque puede afectar al rendimiento de grasa. Los fabricantes prefieren comprar almendras con porcentajes más bajo de cascarillas compatible con una adecuada protección de la almendra. Según el Manual de Productos Básicos (1991), los promedios de almendras en peso menores de uno suministran altos porcentajes de cascarillas con bajos niveles en el contenido de grasa.

Resulta evidente que la calidad aromática de un chocolate está relacionada con el origen de las almendras, con la fermentación y secado y con el proceso de tostado (Cross, 1997). El aroma del cacao está constituido por una fracción constitutiva, presente en la almendra fresca, de una fracción desarrollada durante la fermentación y secado y por último, por una fracción formada durante el tostado (Cross, 2000).

Con el propósito de definir y comparar los perfiles de calidad de los diferentes genotipos de cacao con una muestra comercial (mezcla varietal), el trabajo consistió en evaluar las características físicas y químicas de las almendras de cacao fermentados y secados artesanalmente en la región de Cuyagua y tostados en condiciones experimentales y controladas de laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tres lotes de 500 g de almendras de cacao fueron recolectadas de las mazorcas tomadas de la base del tallo de 5 plantas cultivadas en la zona de Cuyagua, tomados al azar y que forman parte Banco de Germoplasma del Fonaiap ahora INIA, ubicado en Ocumare de la Costa del estado Aragua (Colección 1995). Estos árboles fueron seleccionados con características deseables de producción, productividad y calidad intrínseca aparente. Para el establecimiento del ensayo se usó un diseño completamente aleatorizado con 3 observaciones y un arreglo unifactorial.

Las muestras se identificaron con un código y número que definen las iniciales del nombre del sector y la secuencia a la que corresponde en Cuyagua. Como se describe a continuación: Sector Mamey Roleao-4: CMR-4; Sector Mamey Roleao-5: CMR-5; Paso Remedio de Pobre-1: CRP-1; Paso Remedio de Pobre-2: CRP-2; Sector Paso Remedio: MCP-1. Las almendras frescas fueron recolectadas en el mismo día de cosecha y sometidas a las prácticas de beneficio (fermentación y secado al sol) de la región. Asimismo una muestra correspondiente a lotes comerciales fue recolectada de los sacos de almacenamiento que se comercializan en la región de Cuyagua, según Norma COVENIN N° 1339-95 (1995).

La muestra comercial es el resultado de la mezcla recolectada y seleccionada de todos los genotipos que se cosechan en la región. Las muestras de granos de cada genotipo y la comercial se envasaron herméticamente en frascos de vidrio y transportadas al laboratorio del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela. Una vez en el laboratorio las muestras fueron tostadas a 150 °C por 30 minutos, se descascararon manualmente, pesaron y pulverizaron hasta obtener una granulometría de 60 mesh. Las muestras fueron pesadas antes y después de descascaradas con la finalidad de establecer el peso y porcentaje de la testa.

El contenido de humedad, cenizas, proteína cruda (%N x 6,25), grasa cruda, fibra cruda y pH se determinaron de acuerdo a los métodos descritos por el A.O.A.C.I. (2000). El contenido de azúcares totales fue determinado por el método espectrofotométrico de Nelson (1944). La determinación de polifenoles totales se realizó según el método espectrofotométrico de Price y Butler (1977). Los carbohidratos totales se calcularon por diferencia según la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Carbohidratos Totales} = 100 (\% \text{ Proteína cruda} + \% \text{ Grasa cruda} + \% \text{ Ceniza})$$

Los parámetros de tipificación en relación a largo, ancho y espesor se realizaron tomando el promedio de las medidas de 100 almendras de cacao de cada muestra siguiendo las metodologías descritas por Stevenon *et al.* (1993).

La composición de ácidos grasos (ÁG) de los lípidos totales (Lt) de la manteca de cacao fue realizado según el método de Folch *et al.* (1957). La cuantificación de los ÁG de los Lt se realizó en un cromatógrafo de gases (CG) marca Hawlett Packard, modelo 5880-A, previa extracción de los Lt y preparación de los ésteres metílicos de los ÁG (COVENIN 2281; 1985 y por el método oficial de la AOACI, 2000).

El análisis estadístico de los resultados de los promedios de 3 repeticiones (n=3) en base seca se realizó por ANOVA de una vía según STATGRAPHICS versión 6,0 y la prueba *a posteriori* del rango múltiple de Duncan a un nivel de probabilidad de $P \leq 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La homogeneidad y selección de los granos fermentados y secos según su tamaño resultan de suma importancia para la industria procesadora, ya que afecta la proporción de cáscara o testa (Pt), contenido de grasa y la efectividad del proceso de tostado (Powell, 1981; Manual de Productos Básicos, 1991).

Stevenson *et al.* (1993), establecieron una relación entre el peso promedio de la almendra de cacao sometida a fermentación y secado con su contenido de cáscara (CC). Estos autores concluyeron que almendras con pesos que varían desde 1,0 g a 1,5 g poseen un menor CC (entre el 10, 0% y el 11,7%) y aquellos granos con pesos comprendidos entre 0,5 g y 1,0 g poseen CC entre el 12,0% y el 13,8%. De Witt, en 1953 (citado por Hardy en 1961) también señaló una relación aproximada entre el peso del grano y el contenido de testa, siendo el Pt para los granos grandes de un 10% (con variaciones entre el 11% y el 12%); en los granos de menor tamaño y medianos rendirían porcentajes comprendido entre el 12% y el 16% de testa.

En el Cuadro 1, se observan diferencias estadísticamente significativas en los valores de peso y Pt entre los genotipos y la muestra comercial. Con respecto al peso; la muestra comercial mostró el menor valor (1,19 g) con el menor Pt (14, 81%) y las muestras restantes presentan la misma tendencia.

CUADRO 1. Propiedades físicas* de los granos curados y tostados de cacao de la región de Cuyagua.

Código del genotipo	Peso(g)	Largo(cm)	Ancho(cm)	Espesor (cm)	Testa(%)
MAR-4	1,20 ± 0,02ab	2,12 ± 0,01b	1,33 ± 0,02cd	0,84 ± 0,01a	15,00 ± 0,23a
CMR-5	1,42 ± 0,03c	2,31 ± 0,01d	1,31 ± 0,00bc	0,96 ± 0,00c	15,02 ± 0,62a
CRP-1	1,42 ± 0,01c	2,32 ± 0,00d	1,35 ± 0,00d	0,97 ± 0,01c	15,12 ± 0,20a
CRP-2	1,38 ± 0,02c	2,16 ± 0,01b	1,30 ± 0,02bc	1,00 ± 0,03d	14,92 ± 0,14a
MCP-1	1,24 ± 0,02b	2,06 ± 0,02a	1,28 ± 0,02a	0,95 ± 0,01c	14,81 ± 0,08a
Comercial	1,19 ± 0,05a	2,24 ± 0,07c	1,30 ± 0,03ab	0,86 ± 0,00b	14,81 ± 0,53a

*Los resultados se expresan como el promedio ± la desviación estándar de 100 determinaciones. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

Por lo que en este estudio, la relación inversa peso/% de testa, señalada por los autores antes mencionados; no se cumple. En el Cuadro 1, se observa que mientras los valores de peso del grano son mayores, estos mostraron más Pt. Estos parámetros son de suma importancia para la industria, ya que el tostado de los granos por encima de temperaturas de 100 °C durante tiempos comprendidos de 20 a 40 min produce cierta migración de la manteca a la cáscara generando pérdidas de ésta última al descartarse la cáscara o testa. El largo ancho y espesor mostraron ligeras diferencias entre los genotipos y también con la comercial.

En el Cuadro 2 se registran los valores del análisis proximal (expresado en base seca) de los diferentes genotipos de la región de Cuyagua. Se observan diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) en todos los parámetros evaluados entre los cinco genotipos y entre la muestra comercial.

El contenido de humedad es un factor de calidad para preservación, conveniencia en empaque transporte y almacenamiento, también constituye un criterio de identidad (Bradley 2003). Con respecto al contenido de humedad, los valores están en un amplio rango de variabilidad comprendido entre 4,26 a 6,37%, para los genotipos y de 5,17% para la muestra comercial. Sin embargo con estos valores de humedad; los hacen ser considerados como productos seguros con prolongada vida de almacenamiento (Bradley 2003).

Así mismo, se observa la misma tendencia para las proteínas, cenizas, fibra cruda y azúcares totales

(expresados como glucosa), cuyos valores muestran un rango de variabilidad de 12,31 a 14,00%; 2,86 a 3,32%; 0,26 a 0,37% y 19,94 a 25,05%, respectivamente para los genotipos y de 11,32%; 3,29%; 0,42% y 23,79%, respectivamente para la muestra comercial. Como se observa, la muestra comercial tiene menor contenido de proteínas y mayor contenido de fibra cruda.

El contenido de carbohidratos totales calculados por diferencia, el cual incluye fibra y azúcares varía en de 26,68 a 30,08% en los 5 genotipo e incluyendo la comercial.

El contenido de polifenoles totales expresado como ácido tánico, oscila entre 0,03 a 0,36% en comparación al 0,11% encontrado en la muestra comercial. Además de su caracterización química es relevante señalar el aporte de estos fotoquímicos como antioxidantes. Se ha señalado el cacao dentro del grupo de alimentos rico en antioxidantes polifenólicos en los cuales prevalece flavanol, procianidinas, monómeros y oligómeros de epicatequinas (Ferrari y Torres, 2003).

El contenido de grasa cruda varió entre 54,61 a 56,07% para los diferentes genotipos y en la muestra comercial se observó un 56,01%. Estos valores concuerdan con los valores presentados para almendras descascaradas finas de aroma de diferentes orígenes, para los cuales se han encontrado rendimientos promedio en el porcentaje de grasa cruda de 53 a 56% dependiendo de la variedad (Manual de Productos Básicos, 1991).

CUADRO 2. Composición proximal* (g/100g, expresado en base seca) acompañados de polifenoles de los granos curados y tostados del cacao de la región de Cuyagua.

Código Genotipo	Humedad	Proteína cruda	Grasa cruda	Ceniza	Fibra cruda	Azúcares Totales ¹	Carbohidratos Totales ³	Polifenoles ²
MAR-4	6,37 ± 0,13d	14,00 ± 0,07c	56,00 ± 0,18d	3,32 ± 0,01d	0,37 ± 0,02c	19,94 ± 0,02c a	26,68	0,27 ± 0,03d
CMR-5	4,69 ± 0,11b	12,31 ± 0,09b	54,44 ± 0,11a	3,17 ± 0,02c	0,34 ± 0,02bc	25,05 ± 0,02c e	30,08	0,03 ± 0,00a
CRP-1	4,85 ± 0,25c	13,38 ± 0,04c	56,07 ± 0,14d	2,99 ± 0,01b	0,33 ± 0,03b	22,38 ± 0,02c b	27,56	0,03 ± 0,00a
CRP-2	4,31 ± 0,06a	13,52 ± 0,12c	54,61 ± 0,32a	3,16 ± 0,02c	0,30 ± 0,02b	24,01 ± 0,02c d	28,88	0,21 ± 0,02c
MCP-1	4,26 ± 0,10a	13,30 ± 0,29b	55,41 ± 0,0c	2,86 ± 0,06a	0,26 ± 0,03a	23,91 ± 0,02c c	28,43	0,36 ± 0,02e
Comercial	5,17 ± 0,50d	11,32 ± 1,02a	56,01 ± 0,37d	3,29 ± 0,22d	0,42 ± 0,11d	23,79 ± 0,02c c	29,38	0,11 ± 0,01a

*Los resultados se expresan como el promedio ± la desviación estándar de tres determinaciones. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

¹Expresado como porcentaje de glucosa

²Expresado como porcentaje de ácido tánico.

³Carbohidratos Totales calculados por diferencia = 100 (% Proteína cruda + % Grasa cruda + % Ceniza).

La calidad aromática de un chocolate es una cualidad que está relacionada con el origen de las almendras, con el tratamiento post-cosecha de fermentación y secado y con el tratamiento de tostado (Cross, 1997). Los resultados de esta investigación permiten establecer un perfil de calidad en relación a la composición química, aporte nutricional y contenido de grasa de las almendras fermentadas, secas y tostadas de cacao de las variedades predominantes de la región de Cuyagua.

Las características físicas y químicas de la manteca de cacao son las responsables de las propiedades funcionales en los alimentos derivados, cuando es introducida en su formulación: textura suave, plasticidad, fácil liberación del sabor y olor, viscosidad e inigualable característica de fusión. La principal razón de su uso es por su inapreciable característica de fusión, lo cual se debe al tipo y posición de los ácidos grasos en la molécula de glicerina en la grasa de cacao que produce como resultado de una combinación compleja de puntos de fusión (Cook, 1972; Martin, 1987).

La temperatura de fusión de la manteca de cacao es un factor de suma importancia para la industria chocolatera, especialmente en confitería y en la fabricación de barras de chocolate, por otro lado, el punto

de fusión está íntimamente vinculado al grado de insaturación de sus ácidos grasos.

En el Cuadro 3 se presenta un resumen de el contenido de ácidos grasos (ÁG) saturados e insaturados su relación y los perfiles de ÁG de las almendras fermentadas, seca y tostadas en el laboratorio de la región de Cuyagua. En el mismo cuadro se muestran diferencias estadísticamente significativas en los contenidos de ÁGS e ÁGI, en todos los genotipos evaluados incluyendo la muestra comercial, los cuales variaron de 60,47 a 61,92% y de 37,04 a 38,73% para ÁGS e ÁGI, respectivamente. Sin embargo, a pesar de que en la muestra comercial se observa un mayor contenido de ÁGI y menor contenido de saturados, se demuestra que esta tiene menor contenido de ÁGI por unidad de AGS comparada a la otras muestras.

Las muestras de los genotipos revelan similar relación ÁGS a ÁGI, entre sí. En el Cuadro 3, también se presentan la relación del perfil de ÁG más representativos de la manteca, en donde se observa que hubo ligeras diferencias significativas en lo referente a los contenidos de ácido esteárico (C18:0), oleico (C18:1) y palmítico (C16:0). Encontrándose en menor concentración el ácido linoleico (C18:2).

CUADRO 3. Perfil de ácidos grasos de la manteca extraída de los granos tostados de la región de Cuyagua.

Genotipo	Saturados	Insaturados	Relación Sat:Ins.	C16:0*	C18:0*	C18:1*	C18:2*	Otros*
MAR-4	61,35a	37,36a	1: 0,64	27,61a	33,74c	33,39c	3,97a	1,29c
CMR-5	61,59a	37,72a	1: 0,66	30,71c	30,88a	32,76b	4,96b	0,89a
CRP-1	61,61a	37,37a	1: 0,65	29,84b	31,77b	34,09d	3,28a	1,02b
CRP-2	61,02a	37,04a	1: 0,63	29,47b	31,55b	33,05c	3,99a	1,94d
MCP-1	61,92a	37,35a	1: 0,65	30,63c	31,29b	31,99a	5,36c	1,10b
Comercial	60,47a	38,73a	1: 0,56	29,83b	30,64a	33,53c	5,20c	0,80a

Los resultados se expresan como el promedio y la desviación estándar de tres determinaciones. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

C16:0 = ácido palmítico; C18:0 = ácido esteárico; C18:1 = ácido oleico; C18:2 = ácido linoleico.

Se observan diferencias en cuanto al contenido de C18:2 y otros ÁG, cuando se compara el promedio de los genotipos y la muestra comercial. Los ÁG de la manteca de cacao son monoinsaturados, por encontrarse un ÁGI esterificado en la posición sn-2 del glicerol (ácido oleico), siendo el resto de los sustituyentes ÁGS (palmítico y esteárico) los que esterifican las posiciones sn-1 y sn-3 del glicerol (Bruni *et al.*, 2000).

Aproximadamente el 70% de los triglicéridos de la manteca de cacao es una mezcla de ÁGS e ÁGI, predominando en su composición el ácido oleico, esteárico y palmítico, cuyas combinaciones de triglicéridos con características definidas en su punto de fusión (Chaiseri *et al.*, 1989; Bruni *et al.*, 2000). Según Sotelo *et al.* (1990) la composición individual de los ÁG de la manteca de cacao es de 39,0% de ácido oléico, 35,0% de ácido esteárico, 24,0% de ácido palmítico y 2,0% de ácido linoléico. Estos resultados son ligeramente diferentes a los encontrados en este estudio, siendo más notables la concentración de ácido linoléico, el cual en algunas muestras duplicó el valor señalado por estos autores.

CONCLUSIONES

- No se observan diferencias estadísticamente significativas en el Pt y relación de ÁGS a no saturados entre los genotipos estudiados, sin embargo, la muestra comercial mostró un menor valor de ÁGI por unidad de ÁGS.
- Al comparar la composición de los genotipos estudiados y la muestra comercial, las diferencias fueron significativas en el contenido de humedad, proteína cruda, grasa cruda, cenizas, fibra cruda, carbohidratos totales, polifenoles, ÁGS y los ácidos palmítico (C16:0), esteárico (C18:0) y oleico (C18:1).

BIBLIOGRAFÍA

Association of Official Analytical Chemists International (AOACI). 2000. Official Methods of Analysis of the A.O.A.C. I. Ed. K. Helrich, USA, Washington. XV edición.

Bradley, R. L. 2003. Moisture and Total Solids Analysis. In: Nielsen SS editor. Food Analysis. 3rd ed. Hardcover, USA:Springer. 119-40 p.

Braudeau, J. 1970. El cacao. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. 1^o Edic., Edit. Blume. Barcelona, España. 297 p.

Bruni, R., E. Bianchini, L. Betarello and G. Sacchetti. 2000. Lipid Composition of Wild Ecuatorian *Theobroma subincanum* Mart. Seeds and comparison with two varieties of *Theobroma cacao* L. J. Agric. Food Chem. 48:691-694.

Chaiseri S., D. H. Arruda, P. S. Dimick and G. A. Enríquez. 1989. Thermal characteristics and composition of fats from *Theobroma* species. Turrialba 39(4):468-472.

Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). No 2281-85. 1985. Aceites y Grasas Vegetales. Determinación de ácidos grasos por cromatografía de gases. Norma Venezolana, número 2281. Fondo Norma, Caracas, Venezuela.

Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) N^o 1339-95. 1995. Granos de Cacao Toma de Muestras. 1^{era} Revisión. Norma Venezolana, número 1339. Fondo Norma, Caracas, Venezuela.

Cook, L. R. 1972. Chocolate Production and Use, published by Books For Industry, Inc., New York, NY, 214 p.

Cros, E. 2000. Factores condicionantes de la calidad del cacao. **In:** Memorias del I Congreso del Cacao y su Industria, Maracay, estado Aragua. 16-32 p.

Cros, E. and N. Jean- Jean. 1997. Formation de L'arome cacao. **In:** Cacao et chocolat production, utilisation caractéristiques. J. Tontillon, Paris Ed Tec& Doc. 188-206 p.

Ferrari, C. K. B. and E. A F. S. Torres. 2003. Biochemical pharmacology of functional foods and prevention of chronic diseases of aging. Biomedicine & Pharmacotherapy 57:251-260.

- Folch, J., M. Lees and G. A. Sloane. 1958. A simple methods for isolation and purification of total lipids from tissues. *J. Biol. Chem.* 266:497-509 p.
- Goitia, W. 2000. Incidencia de insectos plaga sobre diferentes clones de cacao y su relación con la presencia de hormigas. **In:** Memorias del I Congreso del Cacao y su Industria, Maracay, estado Aragua. 247-250 p.
- Hardy, F. 1961. Manual del Cacao. IICA – Turrialba, Costa Rica. 436 p.
- Manual de Productos Básicos. 1991. Cacao Fino de Aroma. Estudio de la producción y el comercio mundial. Centro de Comercio Interno UNCTAD/GATT, Ginebra., 60 p.
- Martin Jr., R. A. 1987. Chocolate. *Adv. Food Sci.* 31:211-342 p.
- Motamayor, J. C., A. M. Risterucci, V. Laurent, A. Moreno and C. Lanaud. 2000. The genetic diversity of Criollo cacao and its consequence in quality breeding. **In:** Memorias del I Congreso del Cacao y su Industria, Maracay, estado Aragua. 33-52 p.
- Nelson, N. 1944. A photometric adaptation of the Somogy method for determination of glucose. *J. Biol. Chem.* 25(6):1 268-1 272 p.
- Pachano, L. 2000. Crónicas de una experiencia exitosa en rehabilitación de los cacaotales sucrenses. **In:** Memorias del I Congreso del Cacao y su Industria, Maracay, estado Aragua 318-320 p.
- Pinto, L. 2000. Calidad y certificación del cacao venezolano. **In:** Memorias del I Congreso del Cacao y su Industria, Maracay, estado Aragua 318-320 p.
- Powell, B. D. 1981. Calidad de las almendras de cacao. Necesidades del fabricante. *El Cacaotero Colombiano.* 20:24-31 p.
- Price, L. M. and L. G. Butler. 1977. Rapid visual estimation and spectrophotometric determination of tannin content of sorghum grain. *J. Agric. Food Chem.* 25(6):1 268-1 272 p.
- Reyes, H. y C. L de Reyes. 2000. El cacao en Venezuela. Moderna Tecnología para su cultivo. Edit. Chocolates El Rey, Caracas, Venezuela. 270 p.
- Sánchez, H. P. A., G. J. Tortolero y E. Solórzano. 1996. Caracterización y establecimiento de un banco de germoplasma de cacao criollo en el litoral Aragueño. Informe Final. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental de Caucagua, Edo. Miranda. 53 p.
- Sotelo, A., B. Lucas, L. Garza and F. Giral. 1990. Characteristics and fatty acid content of the fat of seeds off nine wild Mexican plants. *J. Agric. Food Chem.* 38:1.503– 1.505.
- Stevenson, C., J. Corven y G. Villanueva. 1993. Manual para el Análisis de Cacao en el Laboratorio. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Red Regional de generación y Transferencia de Tecnología en Cacao. San José de Costa Rica. 66 p.
- Wood G, A. R. and R. A. Lass. 1985. Cocoa. 4ª Ed. Burnt – Mill, Harlow, Essex, UK; Longman – Group – Ltd. London. 620 p.