

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL CACAO CRIOLLO (*Theobroma cacao* L) CHEMICAL CHARACTERISTICS OF CREOLE COCOA (*Theobroma cacao* L)

Elvis Portillo Páez¹ y Andreina Portillo²

¹ Universidad del Zulia, Facultad de Agronomía. Venezuela, elvisportillo@hotmail.com, eportillo@fa.luz.edu.ve. ² Universidad del Zulia. Asistente de Investigación. CONDES.

Recibido: 17-02-2012 Aceptado: 16-04-2012

RESUMEN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) ha tenido una gran importancia en el desarrollo agrícola del país desde la época de la colonia. Así mismo es importante resaltar la relevancia que tiene Venezuela como país productor de cacaos extrafinos (porcelana, chuao, Mérida). Para garantizar esta calidad es importante un buen manejo del cultivo que incluya una adecuada práctica post-cosecha (fermentación, secado y almacenamiento). El presente trabajo tuvo como objetivo el estudio de las características químicas del cacao criollo en función del manejo poscosecha, haciendo énfasis en el tiempo fermentación y la época de cosecha. La metodología consistió en un diseño de bloques al azar con un arreglo factorial 2 x 5 donde se estudio un factor a dos niveles (época de cosecha (EC)) y el tiempo de fermentación a cinco niveles (TF) (0, 24, 48, 72 y 96 horas de fermentación). Los resultados obtenidos revelan que el análisis de varianza para las variables químicas, permitió mostrar que el factor de estudio tiempo de fermentación fue el más determinante para los contenidos de cada una de las variables. Mientras que el factor época de cosecha tuvo efecto significativo sobre las variables pH, acidez total, volátil y cafeína. En relación a la humedad, el mayor porcentaje se obtuvo a las 48 horas (7,74%), estos resultados demuestran que las almendras de cacao fueron bien fermentadas y secadas. La acidez aumento en función del tiempo de fermentación y el pH disminuye, con valores de pH de 5,31, acidez total 4,29% y acidez volátil 1,19%. El porcentaje de grasa se incrementó en función del tiempo de fermentación, con valores entre 41,66% y 45,45%. El contenido de teobromina y cafeína de las almendras de cacao disminuyeron durante el proceso, cuyos valores oscilaron entre 0,78% - 0,49% y 0,51% - 0,33% respectivamente.

Palabras clave: acidez, grasa, cafeína y teobromina

SUMMARY

Cocoa (*Theobroma cacao* L.) has been of great importance in the country's agricultural development since colonial times. Also it is important to highlight the relevance of Venezuela as cocoa producer superfine (porcelain, Chuao, Mérida). To ensure that quality is important to a good crop management practices including adequate post-harvest (fermentation, drying and storage). This work aims to study the chemical characteristics of Creole cacao in postharvest handling function, emphasizing the fermentation time and harvest time. The methodology consisted of a randomized block design with a 2 x 5 factorial arrangement where one factor was studied at two levels (during harvest (EC)) and fermentation time at five levels (TF) (0, 24, 48, 72 and 96 hours of fermentation). The results show that the analysis of variance to chemical variables, possible to show that the time factor fermentation study was the determining the contents of each of the variables.

While the harvest time factor had a significant effect on the variables pH, total acidity, volatile and caffeine. With regard to moisture, the higher percentage is obtained at 48 hours (7.74%), these results demonstrate that the cocoa beans were fermented and dried well. The acidity increase depending on the time of fermentation and the pH decreases, with pH values of 5.31, total acidity and volatile acidity 4.29% 1.19%. The fat percentage was increased depending on the fermentation time, with values between 41.66% and 45.45%. The theobromine and caffeine content of the cocoa decreased during the process, the values ranged from 0.78% - 0.49% 0.51% - 0.33% respectively.

Keywords: acidity, fat, caffeine and theobromine

INTRODUCCIÓN

La producción de cacao en Venezuela ha sido una tradición íntimamente ligada a la cultura venezolana, tanto por su origen como por su gran importancia en el desarrollo económico y social del país desde que se estableció su comercialización hace ya más de trescientos cincuenta años. Venezuela llegó a ser el primer productor mundial de cacao, convirtiéndose en la fuente principal de ingresos durante un largo período de la época colonial (Campo, 2005).

Venezuela ha sido considerada un país productor de cacaos finos y de aroma de alta calidad. No obstante, en 1993 fue rebajado a la condición de productor parcial de cacaos finos y de aroma debido a la proliferación de otras variedades de árboles de cacao a lo largo del último siglo y medio, debido a la introducción de materiales, principalmente como el forastero, con el propósito de aumentar la productividad del árbol y lograr una mayor resistencia a plagas y enfermedades. A pesar de ello, el país sigue siendo capaz de producir el cacao fino de alta calidad que le ha otorgado fama mundial (Campo, 2005).

En el país producimos cacaos como el Chuao, Porcelana y Guasare que son considerados de excelente calidad; no obstante es poco lo que se produce de ellos ya que algunas de las plantaciones existentes son muy viejas. Otro aspecto que afecta la producción de este rubro en nuestro país, es el bajo nivel tecnológico, y especialmente el mal manejo Poscosecha, que sin duda, afecta la calidad final del cacao (Portillo *et al.*, 1995).

Sin embargo, el Gobierno Bolivariano de Venezuela, desde el año 2005 intenta impulsar la producción del cultivo del cacao como política de estado, a través de la ejecución del

proyecto Ruta del Chocolate adscrito al Ministerio del Poder Popular para la Ciencia, Tecnología e INDUSTRIAS Intermedias y ejecutado por los Fundacite de cada estado, donde el objetivo principal es rescatar las actividades productivas y de los valores culturales ancestrales relacionados con el cacao, y con la elaboración de sus derivados, a fin de mejorar el modelo de explotación asociado a este cultivo (MCTI, 2005).

Así mismo, el Gobierno Bolivariano de Venezuela según Decreto N° 39.441 que fue publicado en la Gaceta Oficial N° 39.441, de fecha martes 8 de junio de 2010, autorizó la creación de la empresa del Estado, bajo la forma de Sociedad Anónima, que se denomina Corporación Socialista del Cacao Venezolano y está adscrita al Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras (MAT), la cual funcionará como empresa matriz (Gaceta Oficial de la Republica Bolivariana de Venezuela, 2010).

Por otro lado, la presidencia de la República declaró el cacao como bien de primera necesidad y por tanto, se prioriza la producción de cacao, chocolate, sus productos y subproductos, como rubro estratégico para la alimentación del pueblo venezolano. La medida se adopta tras el decreto presidencial 8.157, publicado en Gaceta Oficial número 39.655 de fecha miércoles 13 de abril de 2011, con la finalidad de garantizar la disponibilidad del rubro, así como la seguridad y soberanía agroalimentaria (Gaceta Oficial de la Republica Bolivariana de Venezuela, 2011).

En el estado Zulia la producción de cacao está ubicada principalmente en la zona Sur del Lago de Maracaibo; por tal razón la zona occidental ocupa el tercer lugar en la producción nacional de cacao. Se destaca el hecho de que en esta zona se cultiva un tipo de cacao criollo denominado "Cacao Porcelana", considerado uno de los mejores cacaos del mundo por sus características varietales, las cuales contribuyen a que tenga una gran aceptación y demanda en el mercado internacional. Su alta calidad le permite ser utilizado para la mezcla con otros tipos de cacao de inferior calidad. Sin embargo, los productores de la zona no realizan un buen beneficio del cacao principalmente la fermentación.

La calidad es uno de los aspectos de mayor importancia en el proceso productivo cacaotero y el nivel que se logre conseguir de la misma, determinará la mayor o menor demanda que tenga en el mercado el producto final del proceso agrícola; esto es, el cacao en grano. El sabor del cacao depende esencialmente de tres factores que son el genotipo, el

tratamiento Poscosecha y la torrefacción. El tipo de cacao y las condiciones de fermentación y de secado dependen del productor y la torrefacción del chocolatero (Madriz, 1988).

Portillo *et al.*, (2007), realizaron una investigación sobre el análisis químico del Cacao Criollo Porcelana (*Theobroma cacao* L.) en el Sur del Lago de Maracaibo, observaron que los factores tales como: tipo de fermentador, frecuencia de remoción, aguante de la mazorca y el tiempo de fermentación, influyen significativamente en el desarrollo de las características sensoriales, principalmente en la evolución de los polifenoles que participan en el desarrollo del sabor astringente y los azúcares reductores como precursores del aroma térmico del cacao.

La fermentación es el proceso fundamental en el beneficio del cacao. Ya que durante este proceso se desarrolla el sabor y el aroma del grano. (Portillo *et al.*, 2011). Este proceso implica la ocurrencia de reacciones químicas mediante las cuales se generan cambios internos en las almendras (Pinzón *et al.*, 2008), finalmente la calidad de las almendras de cacao, en cuanto al sabor, aroma, dependen de la experiencia y el buen cuidado que tenga el técnico encargado de su producción y manejo (Brunetto *et al.*, 2009).

El objetivo fundamental de esta investigación fue evaluar el efecto del tiempo de fermentación y la época de cosecha sobre las características químicas del cacao criollo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material Vegetal

Para este estudio se trabajó con el cacao de tipo "Criollo" proveniente de una plantación de cacao situada en la zona Sur del Lago de Maracaibo entre los estados Mérida y Zulia (Venezuela). Las condiciones agro-ecológicas de la región son favorables para la producción de cacao: la altitud está comprendida entre 60 y 300 m, el pH del suelo entre 4,5 y 5,5 las precipitaciones anuales entre 1800 y 2000 mm y la temperatura media de 28 °C.

Tratamiento poscosecha

Las almendras fueron fermentadas 4 días en cajones de madera cuadrados de 60 cm³. Las condiciones de fermentación comprendieron los siguientes factores de estudio: 2 épocas de cosecha (EC1 y EC2) y cinco tiempos de fermentación (0, 24, 48, 72 y 96 horas). Estos ensayos se condujeron bajo un diseño de bloques al azar con un arreglo de factorial 2x5. Las tomas de muestras se realizaron diariamente (2,8 kg aproximadamente) y colocadas en patios de madera para su secado al sol.

Análisis químicos

Las muestras fueron congeladas a 0°C y trasladadas en cavas de anime con hielo seco hasta el laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia, donde se prepararon las almendras con el fin de realizar los análisis respectivos.

Tipos de análisis	metodología
Humedad	Metod. N° 931,04, AOAC (1990)
pH	Metod. N° 970,21, AOAC (1990)
Acidez	Metod. N° 942,15, AOAC (1990)
Grasa	Metod. N° 936,15, AOAC (1990)
Polifenoles	HPLC (CIRAD 2008)
Purinas	HPLC (CIRAD 2008)

Análisis Estadísticos

El análisis de varianza (ANOVA) fue aplicado sobre los datos obtenidos. Los factores estudiados fueron: La época de cosecha, Aguante de la Mazorca, Remoción y el tiempo de fermentación. Se utilizó la prueba de medias por Tukey Todos los análisis se se realizaron con el software estadístico SAS, versión 9 (SAS, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSSION

Humedad

El análisis de varianza para la variable humedad muestra que para la época de cosecha (EC) no existieron diferencias significativas ($P > 0,05$), mientras que para el tiempo de fermentación (TF) y la interacción ECxTF se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$). La prueba de medias por Tukey permite corroborar este efecto donde se puede apreciar que el máximo valor de humedad en las almendras se obtuvo a las

48 horas de iniciado el proceso de fermentación, con un valor promedio de (7,74%). Estos resultados permiten afirmar una vez más que los valores para esta variables se ajustan a lo establecido por la Norma COVENIN 50:1995 ($\leq 8\%$), ya que con estos valores se puede garantizar la conservación, almacenamiento y calidad de los granos. Tabla 1.

Tabla 1. Prueba de medias del contenido de humedad (%)

Factores de estudio	Humedad (%)
Época de cosecha (EC)	
ÉC 1	7,12 ^a
ÉC 2	7,14 ^a
Tiempo de Fermentación (TF) (horas)	
0	
24	
48	
72	6,97 ^{bc}
96	7,05 ^{bc}

Medias con letras diferentes dentro de la misma columna indican diferencias significativas a un nivel del 5%.

pH y Acidez

Los resultados obtenidos de dichas variables mostraron diferencias significativas ($P < 0,05$) para la época de cosecha (EC) y diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) para el tiempo de fermentación (TF) y la interacción ECxTF. Portillo (2008), realizó una investigación sobre la influencia del tratamiento poscosecha sobre el desarrollo del aroma del cacao criollo venezolano, y en el caso de acidez total, acidez volátil y pH no encontró diferencias significativas ($P > 0,05$) para la época de cosecha, mientras que para el tiempo de fermentación hubo diferencias significativas ($P < 0,05$) para las variable de pH y acidez total.

Las pruebas de medias de Tukey obtenida para las variables pH, acidez total y volátil en función de la época de cosecha y tiempo de fermentación, revelan que los máximos valores de pH se alcanzaron para la segunda época de cosecha, así mismo se observo un comportamiento contrario para la acidez volátil, donde su valor superior se alcanzo para la primera época de cosecha. Otro aspecto importante de resaltar es el hecho de que el pH disminuye durante el proceso y la acidez se incrementa a través del tiempo de

fermentación, alcanzando un máximo a las 48 horas para luego descender al final del proceso. (Tabla 2).

Tabla 2. Prueba de medias de pH, acidez total y volátil

Factores de estudio	pH	Acidez Total (%)	Acidez Volátil (%)
Época de cosecha (EC)			
ÉC1	5,7272 ^b	2,9871 ^b	1,2752 ^a
ÉC 2	5,8098 ^a	3,8153 ^a	1,0944 ^b
Tiempo de fermentación (TF) (horas)			
0	6,7092 ^a	1,7553 ^c	0,7668 ^c
24	6,0571 ^b	2,8232 ^b	0,9755 ^d
48	5,4517 ^c	4,1455 ^a	1,5738 ^a
72	5,3154 ^d	3,9918 ^a	1,4083 ^b
96	5,3092 ^d	4,2901 ^a	1,1996 ^c

Medias con letras diferentes dentro de la misma columna indican diferencias significativas a un nivel del 5%.

Grasa

El análisis de varianza para la variable grasa no arrojó diferencias significativas ($P > 0,05$) para el factor de estudio época de cosecha (EC), estos resultados difieren por los reportados por Alvarado *et al.*, 1983, citados por Liendo, 1997, que encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) en el contenido de grasa entre los diferentes meses de cosecha. Por otro lado, para el tiempo de fermentación (TF) se observaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) y finalmente la interacción ECxTF mostró diferencias significativas ($P < 0,05$).

La prueba de medias por Tukey del contenido de grasa del cacao criollo, permite corroborar el análisis estadístico, así mismo se puede observar que el porcentaje de grasa de las almendras de cacao aumenta en función del tiempo de fermentación, obteniéndose valores entre 41,66% y 45,45% (tabla 3). Este aumento se debe a que durante el tiempo de fermentación varía la composición química del grano y por ende el contenido de grasa (Graziani *et al.*, 2002). Estos valores son inferiores a los reportados por Ortiz *et al.*, (2009), donde evaluaron la influencia del tipo de cacao sobre las características del grano,

obtuvieron valores de porcentaje de grasa para el cacao criollo y forastero de 54,49% y 54,08% respectivamente.

Tabla 3. Prueba de medias del contenido de grasa.

Factores de estudio	Grasa (%)
Época de cosecha (EC)	
ÉC1	43,79 ^a
ÉC2	43,89 ^a
Tiempo de Fermentación (TF)	
(horas)	
0	41,66 ^c
24	43,36 ^b
48	43,93 ^b
72	45,45 ^a
96	44,80 ^a

Medias con letras diferentes dentro de la misma columna indican diferencias significativas a un nivel del 5%.

Purinas

La difusión de purinas (teobromina y cafeína) del cotiledón hacia la cáscara conlleva a una disminución del contenido teobromina cerca del 20 % al 30 % y de la cafeína alrededor del 20 % y 50 (Chanliau, 1995). Esto da como resultado una disminución del sabor amargo del chocolate. La concentración final de ambos, está determinada por el genotipo, el grado de maduración de las almendras y el nivel de fermentación (Portillo *et al.*, 2008).

Los resultados estadísticos obtenidos para esta variable reflejan que el contenido de teobromina no arrojó diferencias significativas ($P > 0,05$) para la época de cosecha (EC), pero si mostró diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) para el tiempo de fermentación (TF) y la interacción ECxTF. Según un reporte final de investigación (Amores *et al.*, 2006), sobre los resultados de un estudio de fermentación de cacao, se señala que la tasa de disminución de la teobromina al terminar el proceso fermentativo, es similar, ya sea que este se realice en la época seca o lluviosa. El estudio también reveló una mayor concentración de teobromina y cafeína en la época seca pues las diferencias encontradas con relación a la época lluviosa fueron significativas.

Por otro lado, para el contenido de cafeína mostró diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) para la EC, TF y la interacción ECxTF. Portillo (2008), encontró un efecto significativo de la época de cosecha y tiempo de fermentación sobre el contenido de purinas del cacao criollo venezolano. Así mismo, Portillo *et al.*, (2011), en el análisis de varianza encontró que el contenido de purinas en cacao tipo criollos o híbridos fue afectado por el tipo de cacao y por el tiempo de fermentación ($P < 0,05$).

Los resultados de las pruebas de medias por Tukey del contenido de purinas del cacao criollo, permitió observar que el contenido de teobromina y cafeína de las almendras de cacao disminuyen en función del tiempo de fermentación, obteniéndose valores entre 0,78% - 0,49% y 0,51% - 0,33% respectivamente (tabla 4). Portillo *et al.* (2011), observó el mismo comportamiento tanto para los cacao criollo como híbridos.

Tabla 4. Prueba de medias del contenido de purinas.

Factores de estudio	Teobromina (%)	Cafeína (%)
Época de cosecha (EC)		
ÉC1	0,60 ^a	0,47 ^a
ÉC2	0,59 ^a	0,32 ^b
Tiempo de Fermentación (TF)		
(horas)		
0	0,78 ^a	0,51 ^a
24	0,65 ^b	0,45 ^b
48	0,55 ^c	0,37 ^c
72	0,51 ^{cd}	0,34 ^d
96	0,49 ^d	0,33 ^d

Medias con letras diferentes dentro de la misma columna indican diferencias significativas a un nivel del 5%.

CONCLUSIONES

El análisis de varianza de las variables químicas de las almendras de cacao criollo, permitió mostrar que el factor de estudio tiempo de fermentación fue el más determinante para los contenidos de cada una de las variables estudiadas. Mientras que el factor de estudio época de cosecha tuvo efecto significativo sobre las variables pH, acidez total y volátil y la cafeína.

Con respecto a la humedad, los máximos se obtuvieron a las 48 horas (7,74%), donde los resultados demuestran que las almendras de cacao fermentadas y secadas presentan un

porcentaje de contenido de humedad adecuado que garantiza una preservación, empaque, transporte y almacenamiento óptimo.

La variable acidez aumento en función del tiempo de fermentación, el pH disminuyo y la acidez total y volátil se incrementó. A las 96 horas de fermentación se obtuvo un valor de pH de 5,31, acidez total 4,29% y acidez volátil 1,19%.

El porcentaje de grasa de las almendras de cacao se incrementó en función del tiempo de fermentación, donde se obtuvieron valores entre 41,66% y 45,45%, estos resultados permiten inferir que este tipo de cacao posee un bajo contenido de grasa, en comparación con el cacao forastero.

El contenido de teobromina y cafeína de las almendras de cacao disminuyeron en función del tiempo de fermentación, obteniéndose valores entre 0,78% - 0,49% y 0,51% - 0,33% respectivamente. La relación teobromina/cafeína para la EC1 y EC2, arrojaron valores 1,27 y 1,84 respectivamente, donde se ratifica que es un cacao tipo criollo.

Finalmente es importante mencionar que para este tipo de cacao después de las 48 horas de fermentación el contenido de estos compuestos permanece estable, esto permite recomendar que el tiempo para realizar este proceso pueda ser de 72 horas o tres días.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amores, F., J. Jiménez y G. Peña. 2006. Influencia del tiempo de fermentación y el tostado sobre el desarrollo de compuestos aromáticos asociados al sabor a chocolate en almendras de cacao de la variedad Nacional. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Quevedo (Ecuador). Estación Experimental de Pichilingue. Programa Nacional de Cacao y Café. Conferencia Internacional de Investigación en Cacao. 15va. Costa Rica. 89p.

Brunetto, M.; Y. Cayama, L. Gutierrez, S. Clavijo, Y. Méndez, M. Galignani, A. Zambrano, A. Gómez and G. Ramos. 2009. Headspace gas chromatography mass spectrometry determination of alkylpyrazines in cocoa liquor samples. Food Chemistry 112: 253-257.

Campo, J. 2005. Venezuela se olvida del cacao. Observatorio de la Economía Latinoamericana Número 46. <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ve/2005/cjm.htm>. Consultado: 10-02-11.

- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1995a. Norma venezolana N° 50. Clasificación de lotes de granos de cacao de acuerdo a las proporciones de granos defectuosos. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela.
- Chanliau S. 1995. Influence du traitement post-récolte et de la torréfaction sur le développement de 'arôme cacao. Essais préliminaires de caractérisation des composés odorants. Diplôme d'étude approfondies, université Montpellier II, 38 p.
- Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela. 2010. Creación de la Corporación Socialista del Cacao Venezolano, S.A. N° 39.441. Decreto N° 7.471. 377.032-377.033
- Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela. 2011. El Cacao de producción nacional como un bien de primera necesidad. N° 39.655. Decreto N° 8.157. 384.722-384.725
- 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.
- Liendo, R.; F. Padilla; A. Quintana. 1997. Characterization of cocoa butter extracted from criollo cultivars of *Theobroma cacao* L. *Food Research International* 30(9):727-731.
- Madriz, J. 1988. Estudio de la fermentación del cacao en gavetas Rohan en tres fincas de la zona Atlántica de Costa Rica. Informe Técnico. 79p.
- Ministerio del poder popular de Ciencia Tecnología e Innovación MCTI. 2005. Programa de Innovación para el Desarrollo Local Endógeno. Ruta del Chocolate – Estado Zulia. Documento Anexo al Punto de Cuenta N° 115 – 066.
- Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists Official (A.O.A.C.). 1990. 15th ed. Vol II pp 763-776.
- Ministerio del Poder Popular de Agricultura y Tierras (MPPAT). 2010. Estadísticas de Producción del rubro Cacao. <http://www.mat.gob.ve>. Consultado: 24-04-11
- Ortiz de Bertorelli, L, Graziani de Fariñas, L y Rovedas, G. 2009. Influencia de varios factores sobre características del grano de cacao fermentado y secado al sol. *Agronomía Tropical.* 59(2): 119-127.
- Pinzón, J., J. Ardila y F. Rojas. 2008. Guía Técnica para el cultivo del cacao tercera edición. 152-164.
- E. Portillo, D. Fuenmayor, B. Rodríguez Y R. Díaz. 2011. Efecto de la fermentación sobre el contenido de purinas en cacao criollo e híbridos (*Theobroma cacao* L.) del Sur del lago de Maracaibo. Revista científica arbitrada de la Facultad de Agronomía de luz. Maracaibo año 2011. Vol. 28, suplemento especial.
- Portillo, E. 2008. Influencia del Tratamiento Postcosecha sobre el desarrollo del aroma del cacao criollo Venezolano (*Theobroma cacao* L). Trabajo de Ascenso. LUZ. Facultad de Agronomía. Maracaibo.

Portillo, E; Graziani de Farinas L. y Betancourt, E. 2007. Análisis Químico del Cacao Criollo Porcelana (*Theobroma cacao* L.) en el Sur del Lago de Maracaibo. Revista de la Facultad de Agronomía. Volumen 24 (3): 522-546

Portillo, E., E. Martínez, F. Araujo, R. Parra y D. Esparza. 1995. Diagnostico técnico agronómico para el cultivo cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Sur del Lago de Maracaibo. Revista de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia. Volumen 12 (2):151-166.

Statistical Analysis Sistem (SAS). 2002. Versión 9.0. User's guide Releigh. North Carolina.