

Composición química proximal y perfil de ácidos grasos en almendras fermentadas y secas provenientes de árboles superiores de cacao del INIA (estado Miranda)

Álvarez Clímaco

Investigación del Instituto Nacional de
Investigaciones Agrícolas
climacoa@hotmail.com / clalvarez@inia.gob.ve
Venezuela

Lares Mary

Universidad Central de Venezuela
marylares@hotmail.com
Venezuela

Liconte Neida

Instituto Nacional de
Investigaciones Agrícolas
solys 28@gmail.com
Venezuela

Ascanio Maikor

Laboratorio de Calidad y Post-
cosecha
Sector Tapipa, municipio Acevedo
del estado Miranda
maikorascanio@gmail.com
Venezuela

Perozo José

Asesor e investigador de la Alcaldía
de Caucagua
shinothermes@gmail.com
jperozo@inia.gob.ve
Venezuela

Fecha de recepción: 24 - 03 - 2019 - Fecha de aceptación: 01- 04- 2019

Resumen

En el beneficio del cacao, la fermentación y el secado representan dos etapas de importancia, en la primera ocurren las transformaciones bioquímicas que dan como resultado el aroma y sabor del chocolate; en la segunda, se reduce el exceso de humedad que asegura las buenas condiciones de almacenamiento y transporte de las almendras. El objetivo del siguiente estudio fue determinar la composición química proximal y perfil de ácidos grasos en almendras fermentadas y secas de tres clones superiores de cacao cosechados en el Campo Experimental del INIA y comparados

con muestras comerciales de Curiepe y La Trinidad, estado Miranda. Los frutos de clones y comunidades fueron cosechados y beneficiados entre mayo a julio de 2012. La fermentación de clones y muestras comerciales duró 6 días, con dos remociones respectivamente. El secado se realizó en patio de cemento durante 5 días. Las determinaciones de composición proximal y perfil de ácidos grasos se realizaron según las metodologías oficiales del A.O.A.C.I y COVENIN. Los valores de humedad estuvieron entre 6,61 a 7,31%. Los contenidos de proteína, grasa, fibra y carbohidratos fueron estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$) entre clones y comunidades.

El contenido de grasa varió de 52,34 a 54,45%, siendo el más alto para La Trinidad y el más bajo para el clon 439. La proporción de ácidos grasos saturados en todas las muestras, varió de 64,78 a 65,57%, observándose niveles bajos de ácidos grasos insaturados en las comunidades. Este perfil permitió caracterizar materiales superiores de cacao y granos comerciales del estado Miranda.

Palabras clave: Cacao; beneficio clones; fermentación; ácidos grasos saturados

Proximal chemical composition and profile of fatty acids in fermented and dry almonds from superior cacao trees from inia (miranda state)

Abstract

In the benefit of cocoa, fermentation and drying represent two important stages; in the first, the biochemical transformations that result in the aroma and taste of chocolate occur; in the second, the excess moisture that ensures the good conditions of storage and transport of the almonds is reduced. The objective of the following study was to determine the proximal chemical composition and fatty acid profile in fermented and dried almonds of three superior cacao clones harvested in the INIA Experimental Field and compared with commercial samples from Curiepe and La Trinidad, Miranda State. The

fruits of clones and communities were harvested and benefited between May to July 2012. The fermentation of clones and commercial samples lasted 6 days, with two removals respectively. The drying was carried out in a cement patio for 5 days. The determinations of proximal composition and fatty acid profile were made according to the official methodologies of A.O.A.C.I and COVENIN. The humidity values were between 6.61 to 7.31%. The contents of protein, fat, fiber and carbohydrates were statistically different ($p \leq 0.05$) between clones and communities. The fat content varied from 52.34 to 54.45%, being the highest for La Trinidad and the lowest for clone 439. The propor-

tion of saturated fatty acids in all the samples ranged from 64.78 to 65, 57%, observing low levels of unsaturated fatty acids in the communities. The fat content varied from 52.34 to 54.45%, being the highest for La Trinidad and the lowest for clone 439. The proportion of saturated fatty acids in all the samples ranged from 64.78 to 65, 57%, observing low levels of unsaturated fatty acids in the communities. This profile allowed to characterize superior cocoa materials and commercial grains of the Miranda state.

Key words: Cocoa; benefit; clones; fermentation; saturated fatty acids

Introducción

La selección de clones, ha sido una técnica empleada desde los años 1940 en los estudios de mejoramiento genético. Este proceso consiste en propagar vegetativamente individuos superiores seleccionados a partir de una descendencia híbrida (Arciniegas, 2005). La obtención de plantas superiores (clones) por técnicas de injertación obtenidas a partir de árboles productivos, provistos de índices adecuados de semilla y mazorca, almendras con buenos perfiles sensoriales de interés comercial y resistencia a enfermedades representa una de las alternativas para rehabilitar y aumentar la homogeneidad de las plantaciones y su rendimiento en unidades tradicionales de producción de cacao (Jiménez *et al.*, 2011).

Dentro del beneficio pre y post-cosecha la selección de la variedad o del tipo de cacao a emplear y la fermentación del mismo, son unos de los principales factores que influyen en el sabor, olor y color del producto final, pues es durante el proceso de fermentación donde se desarrollan compuestos volátiles y no volátiles (Álvarez *et al.*, 2012a) que son precursores del “*flavor*” en el chocolate (Pérez *et al.*, 2017).

El aroma del cacao está formado por un porcentaje de compuestos provenientes de la fermentación y de un porcentaje adicional de origen térmico (Álvarez *et al.*, 2012b), siendo los compuestos provenientes de la fermentación (precursores), los determinantes en la composición del aroma final en el producto y características sensoriales del chocolate.

El proceso de secado de los granos fermentados también es importante en la generación de los sabores y aromas típicos de chocolate debido a una reducción del contenido de humedad a menos del 8% (Afoakwa *et al.*, 2007), reduciendo también los niveles de acidez y astringencia mediante la disminución de compuesto volátiles.

Durante el beneficio del cacao; los parámetros involucrados en los procesos unitarios de fermentación, secado, limpieza, almacenamiento y transporte influyen notablemente sobre el desarrollo de los atributos que definen a un chocolate de calidad (Pérez *et al.*, 2017) y las de un grano para la exportación. Estos atributos son considerados para fijar los precios a nivel de comercialización y las exigencias en normativas para cumplir con estándares de calidad.

Distintos factores físico-químicos inciden en la calidad durante el beneficio e inocuidad del producto final, bien sea en las almendras de cacao o el chocolate. Entre las características físicas de calidad de importancia para la industria se encuentran: tamaño y peso de la almendra, grosor de cáscara, color y el contenido de grasa (Álvarez *et al.*, 2007), mientras que los atributos organolépticos de las almendras, están dados por el sabor el cual está determinado por el gusto y el aroma. Todos estos aspectos dependen de los efectos combinados del genotipo, de los factores edafo-climáticos, del manejo agronómico recibido en la plantación y de la tecnología post-cosecha utilizada (Sukha *et al.*, 2002; Gutiérrez, 1985) citados por Arciniegas (2005).

La fracción lipídica del cacao se conoce como la manteca de cacao y es la responsable de buena parte de las tan apreciadas propiedades sensoriales del chocolate. El porcentaje de grasa en la almendra, representa para la industria uno de los parámetros físico-químicos de mayor relevancia que definen la calidad y precio. Esta característica es la más determinante en la calidad y textura de los productos de chocolatería fina, siendo cotizada en la industria de cosméticos, productos farmacéuticos y de alimentos.

Los estudios de caracterización química proximal y perfil lipídico de la manteca han sido realizados en almendras comerciales de cacao proveniente de los estados Aragua y de la zona Sur del Lago, pero totalmente escasos o nulos sobre los árboles catalogados como superiores y en muestras comerciales de plantaciones representativas del estado Miranda.

El objetivo del siguiente trabajo consistió en determinar la composición química proximal y del perfil de ácidos grasos de la manteca en almendras fermentadas y secas de árboles superiores de cacao cultivados en el Campo Experimental Padrón del INIA y comerciales provenientes de Curiepe y La Trinidad, Barlovento, estado Miranda.

Materiales y Métodos

Localización de las áreas de recolección de las muestras de almendras

El Campo Experimental Padrón (CEP) del Instituto Nacional de Inves-

tigaciones Agrícolas, se encuentra ubicado en el sector Tapipa de la parroquia Ribas, municipio Acevedo del estado Miranda. Según los datos registrados por la estación agrometeorológica que se encuentra en el CEP del INIA-Miranda (Agrometeorología, 2011-2017) la ubicación geográfica queda determinada por las coordenadas: Latitud 10°13'14" N, Longitud 66°17'30" W y altitud 38 msnm. Hasta el año 2017 se registró una temperatura promedio anual de 26,3°C, humedad relativa promedio de 89,10%, caracterizado por un clima tropical o de Bosque Húmedo Tropical con precipitaciones significativas durante el período seco.

Material Experimental

En el CEP se encuentra una población de 25 árboles superiores sembrados desde el 2001 ubicados en el Ensayo Nacional de Clones de cacao del INIA-Miranda bajo un diseño de bloques completamente aleatorizado con 25 tratamientos (clones). La densidad de siembra 2,5 x 2,5, con 4 réplicas y 8 plantas/tratamiento. De esta población fueron seleccionados 3 árboles superiores por poseer un registro individual promedio de índices de producción, productividad y resistencia a enfermedades por 4-5 años de evaluación. Los clones (C) seleccionados de cacao están codificados como: C-439, C-443 y C-447.

Muestras comerciales

Las parcelas seleccionadas para este estudio se caracterizaron por presentar viejas plantaciones de cacao con diferentes materiales, predominando mate-

riales de los tipos híbridos o trinitarios y forasteros, de poco manejo agronómico, con una tendencia hacia lo orgánico y usando una propagación por semillas.

La Trinidad

La parcela del productor A se localiza en la comunidad "La Trinidad" del municipio Pedro Gual de Barlovento, con las siguientes coordenadas geográficas: 65°42'08" LO, 10°09'28" LN y con una altitud de 600 msnm. La zona se caracteriza por ser tropical de una vegetación boscosa y con precipitaciones constantes durante todo el año, con temperaturas promedios anuales de 22 a 21°C.

Curiepe

La segunda parcela (Productor B) se encuentra en el sector de Curiepe en el municipio Luis Brión de Barlovento del estado Miranda, con las siguientes coordenadas: 10°28'29" N, 66°08'00" O y altitud de 12msnm. El sector se caracteriza por ser un Bosque Seco Tropical, con precipitaciones promedios anuales de 1.800mm/año, humedad relativa del 85% y temperatura promedio de 27°C (Izquierdo, 1998).

Proceso de recolección de frutos y beneficio post-cosecha (fermentación y secado)

Para el ensayo de fermentación se cosecharon los frutos sanos y maduros de cada material durante los meses de mayo a julio de 2012, los cuales fueron desgranados manualmente separando la placenta y otra materia extraña. Se usó la metodología de micro-fermentación según Álvarez (2009) y Jiménez *et al.*

(2011). Se utilizó un fermentador cuadrado de madera dulce con dimensiones de 60 cm x 60cm x 60 cm de largo, ancho y alto respectivamente, con tres ranuras de 0,5 cm en el fondo del cajón para que escurrieran los líquidos liberados en el proceso.

Se usaron 2 kg por duplicado de semillas frescas de cada clon colocados en sacos de red de nylon atados con un cordón de seguridad para su cerrado. Cada saco con las muestras se distribuyó en medio de la matriz de la masa fermentante (parte intermedia del cajón), tras lo cual se cubrieron con cacao fresco hasta cubrir el cajón con 100-150 kg de semillas frescas procedente del mismo ensayo. Finalmente, el cajón fue cubierto con hojas de plátano y sacos de yute para mantener la temperatura dentro del fermentador. Se fermentó por 6 días dando remociones a las 24 y 72 horas.

Los frutos cosechados en La Trinidad (Productor A) y Curiepe (Productor B) se seleccionaron según el tamaño regular y apariencia externa (color) de las mazorcas y madurez aparente con pocos daños mecánicos y fúngicos. La cosecha se realizó durante el lapso de junio a julio de 2012. El desgrane y la fermentación en cajones de madera fueron realizados con el mismo tiempo y frecuencias de remoción que los clones.

El secado de los granos de cacao fermentados de cada muestra se efectuó controladamente por una exposición directa al sol en piso de cemento durante 5 días consecutivos considerando las condiciones climáticas, tal como lo hacen los productores de la zona.

Obtención y selección de las muestras de granos fermentados y secos

La muestra final de granos fermentados y secados al sol fue de 2 kg por cada clon y comunidad seleccionada de acuerdo a la norma COVENIN N° 1339 (1995) y la metodología sugerida por Lares *et al.* (2013). Las muestras se empacaron y acondicionaron para los respectivos análisis químicos.

Características químicas de composición proximal

Para los análisis de composición química proximal se determinó el contenido de humedad (N° 931.10), nitrógeno total o de proteína cruda (N° 970.22), cenizas totales (N° 972.15), grasa cruda (N° 963.15) y fibra cruda (N° 930.20) según la metodología descrita en el A.O.A.C.I (2000). Los carbohidratos totales fueron calculados por diferencia=100- (%Proteína cruda+%Grasa cruda+%Ceniza+%Fibra cruda).

Perfil de ácidos grasos de la manteca de cacao extraída

La extracción de la manteca de las almendras de cacao se realizó por Soxhlet, según el método N° 963.15 descrito en A.O.A.C. (2000). La determinación y evaluación de los perfiles de ácidos grasos de la manteca de cacao extraída fue realizada según el método de Folch *et al.*, (1958). La cuantificación de los ácidos grasos de los lípidos totales se realizó en un cromatógrafo de gases marca Hewlett Packard, modelo 5880-A, previa extracción de los lípidos totales y preparación de los ésteres

metílicos de los ácidos grasos según metodología descrita por la Norma COVENIN, N° 2281 (1985). Cada uno de los métodos de análisis se realizó por triplicado.

Análisis Estadístico

Los resultados se evaluaron estadísticamente, usando un análisis de varianza (ANAVAR) complementándose con una comparación de medias por la prueba de rangos múltiples de Duncan. El análisis estadístico de resultados se realizó de una vía según el programa estadístico XLSTAT, 2013 a un nivel de probabilidad $p \leq 0,05$.

Resultados y Discusión

En la Tabla 1 se registran los valores de la composición química proximal del grano fermentado y seco de los materiales y muestras comerciales seleccionadas. Los valores de humedad en todas las muestras no registraron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) y se encuentran en el rango exigido por la norma COVENIN N° 50 (2018) en su tercera revisión. De esta manera se asegura la inocuidad, el transporte y almacenamiento de la almendra para su comercialización (Lares *et al.*, 2013). Con un buen manejo y técnica adecuada de remoción durante el secado, se pueden obtener valores de humedad en los límites permitidos para la comercialización, distribución y transformación del grano ($\leq 8\%$). Con el secado se completa el proceso oxidativo iniciado durante la fermentación; jugando un rol importante en la reducción de la astringencia, amargor y acidez de los granos.

Tabla 1. Composición química proximal (% base seca) de los granos de cacao fermentado y seco provenientes de materiales promisorios y plantaciones de 2 comunidades del Edo. Miranda.

Composición proximal (%)	Materiales Promisorios			Materiales comerciales (Localidad)	
	Clon 439	Clon 443	Clon 447	Productor A: La Trinidad	Productor B: Curiepe
Humedad (%)	7,31±0,06 ^a	7,09±0,12 ^a	6,91±0,17 ^a	7,10±0,01 ^a	6,68±0,29 ^a
Proteína cruda (%) (Nx6,25)	12,70±0,19 ^b	12,45±0,29 ^b	12,48±0,02 ^b	13,32±0,01 ^a	13,06±0,05 ^a
Grasa cruda (%)	52,34±0,21 ^c	52,60±0,38 ^c	53,64±0,10 ^b	55,45±0,12 ^a	55,12±0,12 ^a
Cenizas totales (%)	3,45±0,15 ^b	3,77±0,05 ^b	3,32±0,02 ^c	3,93±0,03 ^a	3,37±0,02 ^c
Fibra cruda (%)	9,97±0,31 ^a	8,86±0,16 ^b	9,39±0,13 ^a	7,12±0,04 ^c	8,75±0,17 ^b
Otros carbohidratos (%)	14,17±0,31 ^c	15,08±0,57 ^b	15,67±0,06 ^a	13,45±0,05 ^d	13,15±0,05 ^d

Los resultados se expresan como el promedio ± la desviación estándar. Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$).

Los resultados demuestran que exis-

ten diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre las localidades y clones evaluados, indicando que los valores promedio del contenido de proteínas, grasa, fibra y de otros carbohidratos fueron por lo menos estadísticamente diferentes en una de las localidades.

Se observó una variabilidad para el contenido de las proteínas en un rango de 12,45 a 13,06%, siendo las muestras comerciales de las plantaciones con los valores altos en el contenido de este parámetro y coincidentes con los descritos por Afoakwa *et al.*, (2012) y

Bertazzo *et al.*, (2011). Los autores han establecido entre el 10 al 15% el rango de proteína presente en granos de cacao fermentados y secos, provenientes de diferentes países que se ajustan a los parámetros encontrados por Lares *et al.* (2013) y Martínez (2016). La variabilidad se debe a que durante la fermentación y secado se produce la difusión e hidrólisis de las mismas contenidas en el cotiledón, lo cual es ocasionado por el metabolismo de las bacterias acéticas involucradas en el proceso, siendo una característica relacionada con el tipo de cacao (Lares *et al.*, 2013) y de la metodología de fermentación usada. En resumen, la fermentación involucra reacciones microbiológicas y enzimáticas, la cual conduce a la extensa degradación de las proteínas del cacao (Bertazzo *et al.*, 2011).

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) para el contenido de grasa cruda entre las muestras comerciales, que fueron significativamente altas al de los clones (55,12 a 55,45%). Los resultados presentados fueron concordantes a los resultados encontrados por Martínez (2016) en árboles catalogados como superiores de las localidades de Huila, Santander, y Arauca en Colombia, con rangos de más del 50%. La autora sugiere que estos materiales son del tipo “Trinitario”, siendo similares a los del presente trabajo, pero con características de un mosaico conformado de materiales híbridos con tendencia hacia los cacaos de tipo criollo que corresponden comercialmente a los denominados “finos de aroma”, como se les catalogan a nivel internacional.

Las cenizas variaron ligeramente observándose un rango más estrecho en el contenido de estos componentes que varió de 3,97 a 3,32%. Al igual que las proteínas esta variación es debida a la gran actividad microbiológica que se desarrolla en el proceso de fermentación y del requerimiento de sustratos (proteínas y minerales) para realizarlo; así como también, al efecto de arrastre de estos constituyentes por el drenado que se produce durante la fermentación (Lares *et al.*, 2013).

El comportamiento de los carbohidratos durante el beneficio fue variado presentando disminuciones y aumentos según el genotipo, las condiciones del suelo y la región de origen. Los valores de fibra cruda y carbohidratos fueron más altos en los clones que el de las dos localidades con diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) en todos los materiales. Se podría inferir que el cacao producido por genotipos o localidades con alto contenido de fibra podría ser de interés industrial y ser empleado como ingrediente en el desarrollo de alimentos funcionales enriquecidos en fibra o como suplemento dietético rico en fibra.

Los resultados presentados en este trabajo fueron superiores a los reportados por Martínez (2016), quien encontró que los promedios de fibra cruda en genotipos de 3 localidades de Colombia no superaron contenidos por encima del 6%, en la que infirió una influencia de la altura sobre el nivel del mar y las condiciones ambientales en donde se desarrolla el cultivo. Así mismo, el método de extracción y cuantificación de este macro-nutriente puede contribuir

a las diferencias observadas. Perea *et al.* (2011) reportó que los contenidos de fibra, proteína y minerales de cacao, varían según el material genético, las condiciones del suelo y la región de origen.

Composición del perfil de ácidos grasos de la manteca extraída de las almendras de cacao fermentadas y secas.

En la Tabla 2 se observa la composición más representativa de los ácidos grasos saturados (AGS) e insaturados (AGI) de la manteca extraída de las almendras de cacao fermentadas y secas de cada material seleccionado y almendras de tipo comercial.

La composición de la manteca de cacao presentada de cada material, brinda información importante sobre la calidad de la grasa de cada uno de ellos. Se observa que las grasas de todos los materiales evaluados posee una mayor proporción (2:1) de ácidos grasos saturados (palmitico y esteárico) que de insaturados (oleico y linoleico).

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre los materiales superiores y las comerciales en la fracción de AGS. Se evidencia que no hay un efecto significativo del manejo post-cosecha en la identidad de la composición de la manteca sobre el contenido de AGS. El ácido palmítico (C16:0) y esteárico (C18:0), que constituyen la fracción de AGS representaron la mayor fracción de la composición en la manteca obtenida, lo que corrobora la característica de textura propia de la misma.

Tabla 2. Composición del perfil de ácidos grasos de la manteca de cacao extraída de las almendras fermentadas y secas provenientes de materiales promisorios y plantaciones de 2 comunidades del estado Miranda.

Perfil lipídico	Materiales promisorios y comerciales de almendras fermentadas y secas				
AGS: Ácidos Grasos saturados	CLON 439	CLON 443	CLON 447	Productor A: La Trinidad	Productor B: Curiepe
% total AGS	65,18±0,01 ^a	65,28±0,02 ^a	65,33±0,01 ^a	64,78±0,01 ^a	65,57±0,02 ^a
C16:0 (ácido palmítico)	28,10±0,01 ^a	27,01±0,02 ^b	25,88±0,02 ^c	26,24±0,01 ^c	26,25±0,02 ^c
C17:0 (ácido heptadecanoico)	0,18±0,01 ^b	0,19±0,01 ^a	0,20±0,01 ^a	0,15±0,02 ^c	0,16±0,01 ^c
C18:0 (ácido esteárico)	35,53±0,02 ^c	36,61±0,03 ^b	37,63±0,01 ^a	36,89±0,01 ^a	37,49±0,01 ^a
C20:0 (ácido araquidónico)	1,27±0,02 ^c	1,54±0,03 ^a	1,38±0,01 ^b	1,42±0,01 ^b	1,57±0,01 ^a
AGE: Ácidos Grasos Insaturados	CLON 439	CLON 443	CLON 447	Productor A: La Trinidad	Productor B: Curiepe
% total AGE	34,62±0,02 ^a	34,72±0,01 ^a	34,45±0,01 ^a	32,26±0,01 ^b	31,81±0,02 ^b
C16:1 (ácido palmitoleico)	0,31±0,02 ^a	0,26±0,01 ^b	0,32±0,01 ^a	0,22±0,01 ^c	0,20±0,02 ^d
C18:1 (ácido oleico)	31,32±0,01 ^b	31,65±0,02 ^a	30,71±0,01 ^c	31,99±0,01 ^a	31,55±0,01 ^a
C18:2 (ácido linoleico)	2,89±0,03 ^a	2,53±0,01 ^a	3,32±0,01 ^a	2,69±0,01 ^a	2,40±0,10 ^b
C18:3n3 (ácido α-linolénico)	0,02±0,01 ^c	0,21±0,01 ^a	0,02±0,01 ^c	0,22±0,02 ^a	0,20±0,01 ^b

Los resultados están expresados como el promedio de tres replicas ($n=3$) $\pm$ seguido de la desviación estándar. Promedio seguido de letras distintas en la misma fila son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$).

No se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) en la composición del C16:0 y C18:0 correspondientes a las muestras comerciales, existiendo variabilidad entre los materiales superiores de cacao. Se puede

inferir que el tipo de material genético y las condiciones climáticas tienen un efecto en estas composiciones. Los ácidos C17:0 (ácido heptadecanoico) y C20:0 (ácido araquidónico) presentaron bajas concentraciones entre 0,1

y 2,00%, en el aporte a la composición total de AGS, siendo muy bajas (trazas) otros ácidos de cadenas cortas reportados.

La composición total de AGI fue estadísticamente diferente ($p \leq 0,05$) entre los clones y las plantaciones de La Trinidad y Curiepe, evidenciándose que los primeros presentaron los mayores niveles en la composición de AGI.

El ácido oleico (C18:1) representó alrededor del 90% de la fracción de AGI en las mantecas obtenidas, encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre los clones y niveles semejantes entre La Trinidad y Curiepe. Se infiere que las condiciones climáticas donde se desarrollan los cultivos, las características del suelo, época de cosecha y el tipo de material genético predominante de la zona tengan una influencia directa en las diferencias encontradas en la composición de AGI de las mismas. En la composición de AGI. El ácido oleico destaca su importancia desde el punto de vista nutricional por ser un ácido graso omega 9 que se encuentra en el aceite de oliva (Astiarán y Martínez, 2000).

Sin embargo, el aporte a la fracción de AGI está constituida por los niveles significativos de ácidos grasos mono-insaturados representados principalmente por: C16:1 y C18:1. Las concentraciones del C20:1 se encuentra en rangos inferiores al 0,05% como aporte a la fracción total de AGI.

Guzmán y Álvarez (2017) señalaron que los ácidos grasos dominantes en la composición de la manteca de cacao son

el palmítico (C16:0, P): 24,4-26,7%; el esteárico (C18:0; St): 34,4-35,4%, el oleico (18:1; O): 37,7-38,1% y el linoleico (C18:2, L) en baja proporción, oscilando en el 2,1%. Sin embargo, en este estudio el ácido linoleico presentó una variabilidad entre 2,53 a 3,32% entre los clones y de 2,40 a 2,69% entre los granos comerciales de La Trinidad y Curiepe, en la que los factores ambientales y el tipo de cacao tienen una influencia en la diferencia observada.

Con lo antes señalado, los valores obtenidos de los materiales evaluados (Tabla 2) son concordantes con los reportados en la literatura anterior y por Lares et al. (2012) en mantecas obtenidas de granos comerciales de la región de Chuao.

Lares et al. (2012 y 2013) señalaron que la combinación con altos niveles de AGS (palmítico y esteárico) y AGI (oleico y linoleico) en la manteca del cacao, favorece la formación de triglicéridos mono-insaturados, tales como POP, POS y SOS (P: palmítico, S: esteárico y O: oleico), que según a su proporción, podrían dar mantecas con una dureza específica (suaves, firmes o termo-resistentes) con puntos de fusión definidos.

Según los resultados obtenidos en este estudio, las mantecas obtenidas de los materiales y granos comerciales seleccionados podrían estar asociadas al concepto de “mantecas duras” (Chaiseri et al., 1989); o firmes o estables (Liendo et al., 1997), los cuales son concordantes a los reportados por Lares et al. (2012 y 2013); Gutiérrez et al. (2014). Los niveles del ácido oleico (C18:1)

reflejaron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre clones, pero no así, en las muestras comerciales ($p \leq 0,05$), encontrándose en una variabilidad comprendida entre el 31,55 a 31,99%. El contenido de ácido linoleico (C18:2) no reflejó diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre clones y granos comerciales ($p \leq 0,05$), encontrándose en un rango variable entre 2,40 a 3,32% en todas las muestras evaluadas.

Las bajas concentraciones del ácido linoleico (C18:2) y palmitoleico (C16:1), son un patrón característico de la manteca de cacao que se manifiesta entre los clones como en las muestras comerciales. Se puede inferir que existe un material o algún ancestro de origen común en estos materiales, cuya composición de estos ácidos es poco variable a lo largo del beneficio post-cosecha, es decir, de origen genético, con una identidad en el perfil de AGI característico para estos materiales superiores o clones y el de las plantaciones evaluadas. El ácido α -linolenico (C18:3 n3) tuvo una concentración menor a 0,22% de la fracción poli-insaturada de cadena corta, con un rango de variabilidad de 0,02 a 0,21% entre los clones y de 0,20 a 0,22% entre las 2 muestras comerciales.

Finalmente, diversos estudios han demostrado que el contenido de grasa o manteca de cacao varía con el material genético, al igual que la composición de los ácidos grasos y triglicéridos que la componen (Chaisery y Dimick, 1989; Liendo et al., 1997; Lares et al., 2013; Perea et al., 2013; Gutiérrez et al., 2014). Sin embargo no existen trabajos recientes que demuestren la varia-

bilidad en la composición de la manteca en función del tipo de cacao según el origen o procedencia en Venezuela.

En las muestras evaluadas se encontraron niveles semejantes a los reportados por Lares *et al*, (2012) en el perfil de ácidos grasos de la manteca de granos de cacao de la estado Miranda, lo que parece ser característico de la zona de Barlovento.

El conocimiento de la composición de ácidos grasos permite obtener información importante sobre las propiedades especiales de la grasa, tales como el grado de dureza y el perfil de fusión, ya que son de gran utilidad en la elaboración de productos con texturas específicas (Liendo *et al*, 1997; Afoakwa *et al*., 2007).

No todas las mantecas de cacao dan los mismos resultados en el producto final, pues algunas de sus propiedades físicas fundamentales como son el comportamiento en la cristalización y la dureza, dependen de varios factores entre los que prevalece el tipo de material o cacao, origen geográfico, la naturaleza y contenido de los ácidos grasos y triglicéridos que la componen (Guzmán y Álvarez, 2017).

Conclusiones

1.- Al comparar la composición química proximal, se observa que el contenido de proteína cruda, grasa cruda, fibra cruda y de otros carbohidratos presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) de acuerdo al proceso post cosecha aplicado en las almendras

comerciales y entre los clones estudiados.

2.- La humedad se encuentra dentro de los rangos aceptados por COVENIN, N° 50 en su tercera revisión de 2018. El promedio de los contenidos de grasa cruda fueron altos para las muestras comerciales de La Trinidad y Curiepe (55,29%) y menores para los clones promisorios (52,30%) respectivamente.

3.- Los valores de las concentraciones de fibra cruda y de otros carbohidratos fueron variables, siendo mayores para los materiales superiores que las muestras comerciales, por lo que el índice de fermentación está relacionado con el método de beneficio aplicado y el tipo de material genético.

4.- El proceso de beneficio aplicado a los materiales seleccionados es aplicable y reproducible para todos aquellos materiales de interés comercial, tal como se observa en los valores de grasa, en los que los clones, al igual que los granos comerciales, presentaron buenos porcentajes de grasas, lo que representa un gran potencial de este parámetro con fines productivos para un comercio exclusivo y aprovechar las características de dureza de estas mantecas. Al igual que el alto contenido de fibra que aportaron los árboles superiores de cacao, que representan un aporte potencial para la industria de alimentos.

5.- Los ácidos grasos esteárico (C18:0), oleico (C18:1) y palmítico (C16:0), son los ácidos grasos más representativos, encontrándose en altas cantidades en todas las muestras evaluadas.

6.- Los ácidos palmítico (C16:0), esteárico (C18:0), araquídico (C20:0), palmitoleico (C16:1), oleico (C18:1) y linoleico (C18:2) son los que aportan en concentración, a la totalidad de la manteca de cacao, bien sea en fracciones de AGS y en AGI. Los mayores representantes del perfil de ácidos grasos de la manteca de cacao en los materiales promisorios y muestras comerciales fueron los AGS, lo cual es característico de estas grasas dando mantecas con cierta firmeza o a las que se podrían catalogar como duras.

7.- Los resultados obtenidos permiten establecer un perfil de calidad de la composición química proximal y de la manteca de materiales seleccionados y considerados como árboles superiores del banco de germoplasma del INIA-Miranda y en base a una metodología estandarizada en el beneficio (fermentación y secado) a fin de ser comparados con otros materiales de plantaciones de cacao de la misma zona con las mismas condiciones de tratamiento post-cosecha.

8.- El método de micro-fermentación permite obtener información sobre las características físico-químicas de las almendras procedentes de materiales de cacao considerados como árboles superiores, que presenten ciertos atributos de interés, tales como, el índice de productividad, resistencia a enfermedades, tipo genético, etc., con la finalidad de multiplicar dichos árboles de acuerdo a la zona geográfica de producción.

Recomendaciones

Continuar con la evaluación de las características físico-químicas y composición de la manteca de cacao extraída de las zonas productoras de la región de Barlovento, estado Miranda. Usando muestras representativas en diferentes épocas de cosecha para establecer si existen diferencias anuales entre zonas que comprenden la región, caracterizar híbridos y materiales acriollados de la zona. Caracterizar los parámetros de calidad de la manteca, así como el estudio de contaminantes presentes en la misma.

Se recomienda evaluar con metodologías más cuantitativas, las variaciones de los precursores de aroma (azúcares y aminoácidos) en las almendras secas no fermentadas y fermentadas.

Complementar estos estudios con los atributos físicos de calidad y sensoriales que permitan aprovechar las ventajas de los mejores árboles seleccionados, para fijar atributos de interés para su multiplicación como clones. En tal sentido se requiere producir suficiente material de siembra con el fin de establecer parcelas demostrativas para confirmar su comportamiento clonal en plantaciones.

Para cumplir con lo antes expuesto se requiere de fuentes de financiamiento para ejecutar proyectos que permitan la caracterización y tipificación de los materiales considerados de y de tipo Criollo existentes en el Banco de Germoplasma del INIA-Miranda y de unidades de producción de cacao en el eje de Barlovento. Es importante la continuidad de los estudios genéticos

para definir el tipo de cacao predominante y poder establecer un programa de mejoramiento genético dirigidos al establecimiento de parcelas clonales de material de tipo criollo de cada zona en particular.

Agradecimientos

Al proyecto LOCTI-2012 (AGI-004MIR-2012), contrato N° 201100565 del FONACIT, Sub-Proyecto N° 3. Ministerio del Poder Popular para la Educación Superior, Ciencia y Tecnología por el financiamiento otorgado para la ejecución de este estudio.

Referencias Bibliográficas

- Afoakwa, E., Paterson, A., y Fowler, M. (2007). Factors influencing reological and textural qualities in chocolate-a review. *Food Science and Technology*, 18, 290-298.
- Afoakwa, E. O., Quao, J., Takrama, F. S., Budu, A. S., y Saalia, F. K. (2012). Changes in total polyphenols, o-diphenols and anthocyanin concentrations during fermentation of pulp pre-conditioned cocoa (Theobroma cacao L.) beans. *International Food Research Journal*, 19(3), 1071-1077.
- Agrometeorología (s/f). Datos climáticos del INIA-Miranda desde 2011-2017. Recuperado de <http://www.agrometeorologia.inia.gob.ve/index.php/datos-climaticos/func-start-down/63/>
- Álvarez, C. (2009). Caracterización y tipificación de los parámetros físicos, químicos, físico-químicos y componentes del sabor y aroma de una población de cacao criollo ibrido (Theobroma cacao L.) de Venezuela (Tesis doctoral, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela).
- Álvarez, C., Pérez E., y Lares M. (2017). Caracterización física y química de granos de cacao fermentados, secos y tostados de la región de Cuyagua, estado Aragua. *Agronomía Tropical*, 57 (4): 249-256.
- Álvarez, C., Pérez, E., Cros, E., Lares, M., Davrieux, F., y Assemat, S. (2012a). The use of near infrared spectroscopy to determine the fat, caffeine, theobromine, and (-) epicatechin, contents in unfermented and sun-dried Criollo cocoa. *Journal of NIRs*, 20, (2), 307-315.
- Álvarez, C., Pérez, E., Boulanger, R., Lares, M., Assemat, S., Davrieux, F., y Cros, E. (2012b). Identificación de los compuestos aromáticos en el cacao criollo de Venezuela usando microextracción en fase sólida y cromatografía de gases. *Revista Vitae*, 19 (Supl. 1); S370-S372.
- Arciniegas, L., A.M. (2005). Caracterización de árboles superiores de cacao (Theobroma cacao L.) seleccionados por el programa de mejoramiento genético del Catie. (Tesis de Maestría). Recuperada de http://www.world-cocoaoundation.org/wp-content/uploads/files_mf/arciniegas2005.pdf
- Association of Official Analytical Che-

- mists International (2000). Official methods of analysis of the A.O.A.C.I. Washington, USA: K. Helrich.
- Astiasarán, I., y Martínez, A. (2000). Alimentos Composición y Propiedades. Madrid, España. McGraw-Hill – Interamericana de España.
- Bertazzo, A., Comai, S., Brunato, I., Zancato, M., y Costa, C. V. (2011). The content of protein and non-protein (free and protein-bound) tryptophan in Theobroma cacao beans. *Food chemistry*, 124(1), 93-96.
- Chaiseri, S., Arruda, D.H., Dimick, G.A., y Enríquez, G.A. (1989). Thermal Characteristics and Composition of fats from Thepbroma Species. *Turrialba*, 39(4): 468-472.
- Chaiseri, S., y Dimick, G.A. (1989). Lipid and hardness characteristics of cococa butter from different Geographic regions. *Journal American Oil Chemist Society*, 66(11): 1771-1780.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN. (1995). Granos de cacao: Toma de muestras. N° 1339, 1ª revisión. Caracas, Venezuela: Fondonorma.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN. (2018). Granos de cacao, N° 50 (3a Revisión). Caracas, Venezuela: Fondonorma
- Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN. (1985). Aceites y Grasas Vegetales N° 2281. Determinación de ácidos grasos por cromatografía de gases. Caracas, Venezuela: Fondonorma.
- Folch, J., Lees, M., y Sloane, G. (1958). A simple method for isolation and purification of total lipids from tissues. *Journal Biologist Chemistry*, 266: 497-509.
- Gutiérrez, R., Lares, M., Pérez, E., y Álvarez, C. (2014). Efecto del tostado sobre el perfil de ácidos grasos de manteca de cacao provenientes de Barlovento-Venezuela, extraída por dos métodos. *Acta Hort. (ISHS)*, 1016:119-123. Recuperado de http://www.actahort.org/books/1016/1016_15.htm.
- Guzmán, R., y Álvarez, C. (2017) Manteca de cacao y reología del chocolate. Del cacao al Chocolate. Una Industria en auge (1a ed.). Madrid, España: Bellisco.
- Izquierdo, M. A. R. (1998). Determinación de contaminación con cadmio en el cultivo del cacao (Theobroma cacao L.) y su posible origen en la región de Barlovento, Estado Miranda (Tesis de Maestría, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela).
- Jimenez, J.C., Amores, F., Nicklin, C., Rodríguez, D., Zambrano, F., Bolaños, M., Reynel, V., Dueñas, A., y Cedeño, P. (2011). Micro-fermentación y análisis sensorial para la selección de árboles superiores de calidad. *Boletín Técnico* (N° 140), 1-64.
- Lares, M., Gutiérrez, R., Pérez, E., y Álvarez, C. (2012). Efecto del tostado sobre las propiedades físicas, composición proximal y perfil de ácidos grasos de la manteca de cacao proveniente de la zona de Barlovento, estado Miranda. *UDO AGRICOLA*, 12(2): 439-446.
- Lares, M., Pérez, E., Álvarez, C., Perozo, J., y El Khori, S. (2013). Cambios de las propiedades físico-químicas y perfil de ácidos grasos en cacao de Chuao, durante el beneficio. *Agronomía Trop*, 63(1-2), 37-47.
- Liendo, R., Padilla, F., y Quintana, A. (1997). Caracterización of cocoa butter extracted from Criollo Cultivars of Theobroma cacao L. *Food Research International*, 30 (9): 727-731.
- Martínez, N. (2016). Evaluación de componentes físicos, químicos, organolépticos y del rendimiento de clones universales y regionales de cacao (Theobroma cacao L.) en las zonas productoras de Santander, Arauca y Huila. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Recuperada de <http://www.bdigital.unal.edu.co/52543/7/Nubia-Mart%C3%ADnez.2016.pdf>.
- Perea, A., Villamizar A., y Ramírez, O. (2011). Caracterización físicoquímica de materiales regionales de cacao Colombiano. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustria*, 9, 35 – 42.
- Perea, V. A., Martínez, G. N., Aranzazu, H. F., y Cadena, C.T. (2013). Características de calidad del cacao de Colombia. Catálogo de 26 cultivares (1ª ed.). Bucaramanga, Colombia:

publicaciones@uis.edu.co

Pérez, E., Gutiérrez, T. y Palomino, C.
(2017). Factores que definen la calidad del chocolate. Del cacao al Chocolate. Una industria en auge (1a ed.). Madrid, España: Bellisco