

Tp 368

Re

10/2004

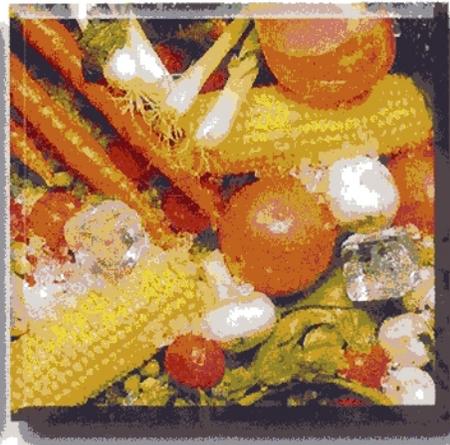
Anual del Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos

AMICIT-MAG

ción

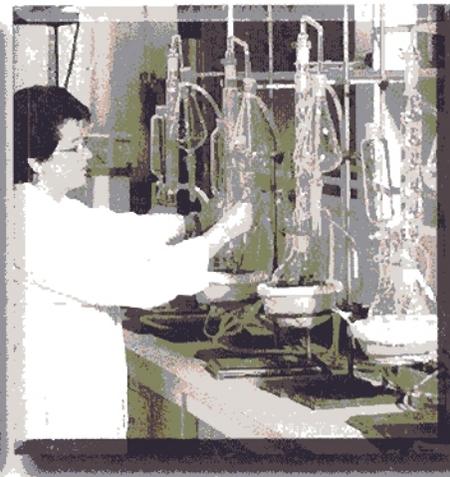
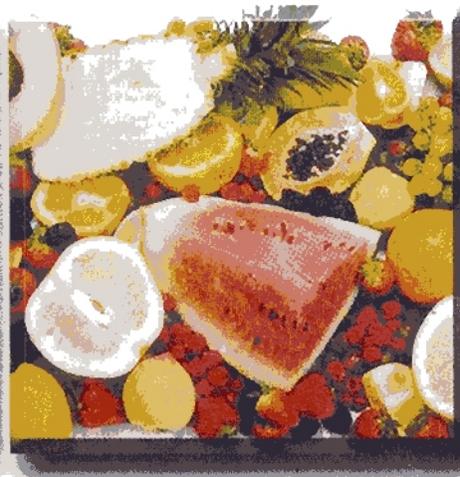
volumen 10-2004

ISSN 1022-0321



Reviteca

Revista de Tecnología y Ciencia Alimentaria



Revista anual publicada por el Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos

Directora del CITA

Floribeth Viquez Rodríguez

Editor

Lic. Vera García Cortés

Consejo Editorial

M. Sc. Floribeth Viquez Rodríguez

M. Sc. Ruth De la Asunción Romero

Ph. D. Ana Ruth Bonilla Leiva

Lic. Vera García Cortés

Diseño de Portada

Carlos Fernández

Diagramación

Guiselle Cascante Salazar

La responsabilidad de los trabajos firmados es de sus autores y no del CITA, excepto cuando se indique expresamente lo contrario.

La mención de cualquier empresa o procedimiento patentado no supone su aprobación por parte del CITA.

Los artículos incluidos en REVITECA pueden reproducirse libremente siempre y cuando se haga mención expresa de su procedencia y se envíe copia al Consejo Editorial.

Correspondencia para canje y suscripciones
Universidad de Costa Rica - Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos REVITECA
San José - Costa Rica

Email: cita@cita.ucr.ac.cr.

Tels. 207-4701/207-3467 / 207-3431 / 207-3457

Caracterización del palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth) producido en Costa Rica: I. Dimensiones, rendimientos y fuerza de corte 1

*Juan de Dios Pereira
Carmela Velázquez*

Efecto del grado de sustitución de harina de trigo con harina de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) sobre las características sensoriales del queque seco 8

*Hannia Ugalde
María Lourdes Pineda*

Determinación de humedad en la pulpa de café 14

*Guillermo Vargas
Beatriz Mazón*

Obtención de preparados enzimáticos en polvo a partir de páncreas de cerdo 20

*Alberto González
Carlos H. Herrera*

Obtención de un emulsificante tipo acilglicerol por hidrólisis enzimática de aceite de coquito con un preparado de lipasa pancreática porcina 24

*Alberto González
Carlos H. Herrera*

Efecto de la adición de pectinesterasa sobre la firmeza de fresas (*Fragaria ananassa* c.v. El Santa) procesadas como mermelada 29

*Patricia Esquivel
Ingrun Münscher
Oliver Maier
Reinhold Carle*

Caracterización de palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth) producido en Costa Rica: II. Componentes químicos y del color 34

*Juan de Dios Pereira
Carmela Velázquez
Mónica Lois*

Contenido de vitamina C y fibra dietética de palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth) producido en Costa Rica 41

*Mónica Lois
María de los Ángeles Torres
Marisol Ledezma*

CARACTERIZACIÓN DEL PALMITO DE PEJIBAYE (*Bactris gasipaes* Kunth) PRODUCIDO EN COSTA RICA: I. DIMENSIONES, RENDIMIENTOS Y FUERZA DE CORTE

Juan de Dios Pereira¹ y Carmela Velázquez²

ABSTRACT

DIMENSIONS, YIELDS AND CUTTING STRENGTH CHARACTERIZATION OF HEART OF PALM (*Bactris gasipaes* Kunth) PRODUCED IN COSTA RICA

Heart of palm (*Bactris gasipaes* Kunth) yields, dimensions and cutting strength for the Utilis-Tucurrique and Diamantes-10 cultivars were determined in 10 production areas in Costa Rica. In each area three samples each one composed by 23 candles (heart of palm with external foliar cover) were taken. Candles and heart of palm dimensions, weight of each candle section, yields based on total weight of the candle, and cutting strength (texture) of the two cultivars were evaluated. Results were compared between cultivars and related to climatic conditions of production areas. Upper diameter and heart of palm length were significantly higher for Diamantes-10 ($p < 0,05$). There were no significant differences ($p > 0,05$) in yield among the two cultivars. Utilis produced a higher amount of conic heart of palm and Diamantes-10 showed a correlation ($p < 0,05$) between candle dimensions and heart of palm yield. Utilis heart of palm with better characteristics was produced at an altitude between 100 and 450 m, with precipitation ranging from 1500 and 2600 mm and an average yearly temperature of 25,0 and 27,5°C. Diamantes-10 with better characteristics was obtained at an altitude between 10 and 100 m, with a precipitation ranging from 2600 and 4467 mm and a yearly temperature of 24,6-25,0°C. These climatic conditions were found in Aguas Zarcas and Río Cuarto, Grecia for Utilis and in Río Frío for Diamantes-10.

RESUMEN

Se evaluaron los rendimientos, dimensiones y fuerza de corte de los cultivares Utilis-Tucurrique y Diamantes-10 de la especie *Bactris gasipaes* Kunth del palmito de pejibaye en 10 zonas de producción en Costa Rica. En cada lugar se tomaron tres muestras de 23 candelas (palmito con vainas foliares externas que lo envuelven). Se analizaron las dimensiones de la candela y del palmito foliar, los pesos de cada sección y los rendimientos basados en el peso de la candela completa. Los resultados se compararon entre sí y además se relacionaron con las condiciones climáticas de las zonas de procedencia de la muestra. Se determinó que el diámetro superior y la longitud del palmito foliar son significativamente mayores para el cultivar Diamantes-10 ($p < 0,05$). No hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) para los valores de los rendimientos entre los dos cultivares. El cultivar Utilis produce una mayor cantidad de palmito cónico y el cultivar Diamantes-10 presenta una correlación ($p < 0,05$) entre las dimensiones de la candela y el rendimiento del palmito foliar. El cultivar Utilis de mejores características se obtuvo en zonas con altitud entre 100 y 450 m sobre el nivel del mar, precipitación entre 1500 y 2600 mm y temperatura entre 25,0 y 27,5°C. Para el Diamantes-10 el producto que se obtiene a una altitud entre 15 y 100 m, con precipitación entre 2600 y 4467 mm y a temperatura entre 24,6 y 25,0°C fue el de mejores características. Estas condiciones ambientales se encontraron en Aguas Zarcas y Río Cuarto de Grecia para Utilis y en Río Frío para Diamantes-10.

¹ Verde 2000 S.A., Costa Rica

² Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica

INTRODUCCIÓN

Costa Rica es un creador original de la palma del pejobaye (*Bactris gasipaes* Kunth) para producción sostenible de palmito y reúne una serie de condiciones ecológicas y de tradición que hacen que su producto sea de una calidad única (Mora-Urpí, 1999). La producción de palmito de pejobaye significó desde sus inicios una fuente importante de divisas para el país. Por este motivo instituciones como el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Consejo Nacional de Producción (CNP) promovieron su cultivo y comercialización principalmente a través de asesoramiento y préstamos a los agricultores. En la última década las áreas sembradas de palmito de pejobaye aumentaron considerablemente y, producto de la inversión en unidades de procesamiento industrial de conserva enlatada, se llegó a exceder la cantidad de materia prima disponible.

Costa Rica cuenta con un área apta para la producción de palmito de pejobaye que abarca desde el nivel del mar hasta los 800 metros, incluyendo la zona Caribe, la Vertiente Norte, el Pacífico Central y Sur y las zonas de riego de Guanacaste. Se ha estimado que el país posee de 350 000 a 400 000 Ha aptas para su explotación, lo que finalmente originó una diversificación en las zonas de producción, antes limitadas al área de Guápiles y Guácimo (Zona Huetar Norte) y una diversificación de las prácticas agronómicas (Mora-Urpí, 1999).

En Costa Rica originalmente se sembró el cultivar Utilis-Tucurrique. En los últimos años se ha iniciado la siembra de otro cultivar conocido como Diamantes-10, derivado de la variedad primitiva Yurimaguas. El Diamantes-10 es un cultivar que presenta ventajas para la industrialización por no poseer espinas lo que facilita su manejo en el campo y en la planta de proceso, con mejores resultados que el Utilis en número de rebrotes, rendimiento industrial y producción por hectárea (Arroyo y Mora-Urpí, 2002).

En un estudio realizado por De la Asunción (1991), se obtuvo un perfil físico-químico de los cultivares Utilis-Tucurrique y Yurimaguas (Diamantes 10) cosechados en la estación experimental "Los Diamantes" en Guápiles. En esta misma estación, Mora-Urpí *et al.* (1999) reportan un estudio comparativo del comportamiento y la productividad de cuatro cultivares centroamericanos y cinco de la cuenca amazónica, incluidos el Utilis y el Yurimaguas (Diamantes 10). En ambos estudios el cultivar Yurimaguas presenta

diferencias en rendimientos, dimensiones y características químicas con el Utilis, y lo ubica como una mejor opción en algunos de estos parámetros. Todos estos estudios han permitido evaluar la producción y la calidad del producto obtenido en Guápiles sin conocerse las características del palmito proveniente de las otras zonas del país. Es de esperar que el palmito producido en zonas con diferentes condiciones climáticas y con prácticas de cultivo adaptadas a cada zona, presente características diferentes. En este aspecto los estudios previos resultan insuficientes para conocer las características que reúne este producto en las distintas zonas sembradas (Quirós, 2000).

Por otra parte, los cambios en el perfil físico del palmito provocan modificaciones en el procesamiento industrial. Las variaciones en las dimensiones, rendimientos y fuerza de corte, entre otros, producen un consecuente ajuste en los parámetros de proceso (tratamientos térmicos y el uso de aditivos como ácidos orgánicos o sal) que inciden en la calidad del producto terminado.

En este estudio se estableció como objetivo determinar el perfil del palmito de pejobaye producido en Costa Rica, de los cultivares Utilis y Diamantes-10, mediante una caracterización física que considera dimensiones, rendimientos, color y fuerza de corte. Asimismo, determinar el efecto de las la altitud, la temperatura y la precipitación anual de las zonas de producción sobre estas características.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo

El estudio se realizó en los meses de febrero a julio del año 2000, con palmito de pejobaye industrializable de los cultivares Utilis y Diamantes-10 de diez zonas de producción del país cosechados con un diámetro del tallo de 9 ± 1 cm. Se tomaron tres muestras de palmito por lugar y por especie de acuerdo a las zonas de mayor producción según el Censo del CNP de 1998 (Salazar, 1998). La unidad estadística experimental por muestra fue de 8 palmitos para realizar la prueba de corte y de 15 palmitos para analizar las propiedades físicas. Las zonas muestreadas, las características climáticas, según datos suministrados por el Instituto Meteorológico Nacional (2000) y la definición utilizada para el estudio de cada zona se resumen en el Cuadro 1. Se obtuvieron muestras del cultivar Utilis en 9 zonas y del Diamantes -10 en tres.

Cuadro 1. Lugares muestreados y sus características climáticas

Región	Lugar	Altitud (m)	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
Huetar Norte	Aguas Zarcas	150	25,5	3 038
	Río Frio *	90	26,7	3 603
	Aguas Claras de Upala	450	26,1	3 169
	Upala	46	26,1	2 514
	Río Cuarto de Grecia	250	25,5	2 077
	La Tigra	300	25,3	3 539
Huetar Atlántica	Guápiles**	249	24,6	4 467
	Guácimo	60	24,6	4 467
Brunca	Puerto Jiménez	30	26,2	4 094
Chorotega	Cañas *	15	27,2	1 558

Fuente: Instituto Meteorológico de Costa Rica (2000)

* Zonas muestreadas con los dos cultivares

** Zona muestreada únicamente con Diamantes-10

Características físicas

Dimensiones: Se utilizó un calibrador milimétrico y una regla de escala milimétrica para determinar las dimensiones del palmito que se describen en la Figura 1.

Masa y rendimiento: Se utilizó una balanza granataria (0,01 g) para pesar las secciones de palmito foliar, ápice foliar, palmito caulinar e internudos 2° y 3°

Fuerza de corte: Se utilizó un texturómetro Instron (modelo 1000) para determinar la dureza en el palmito foliar sobre los trozos con un diámetro de 2,0-2,5 cm y una longitud de 2,9-3,0 cm, con una celda de 50 kg, un rango de fuerza de 0-50 N y una velocidad de avance de la cabeza móvil de 20 mm/min.

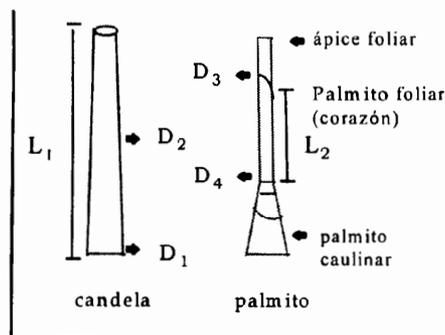


Figura 1. Dimensiones evaluadas en el palmito: D₁ diámetro basal de la candela; D₂ diámetro medio de la candela; D₃ diámetro superior del palmito foliar; D₄ diámetro inferior del palmito foliar; L₁ longitud de la candela; L₂ longitud del palmito foliar.

Análisis estadístico

La caracterización física de los cultivares se hizo calculando el intervalo de confianza al 95% para estimar la media de cada una de las dimensiones estudiadas. La comparación entre los dos cultivares de palmito de pejibaye (Utilis y Diamantes-10) se hizo utilizando la prueba T-Student con un nivel de confianza del 5% para cada una de las variables. Para comparar las medias entre dos categorías de altitud, precipitación y temperatura se utilizó la prueba T-Student con un nivel de confianza de 5%. Se utilizó la prueba de correlaciones de Pearson para medir la asociación entre dos pares de medias para cada uno de los parámetros de rendimiento y dimensiones físicas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dimensiones

En el Cuadro 2 se muestran los resultados del análisis de las dimensiones físicas del palmito de pejibaye de los dos cultivares estudiados y los promedios para cada uno evaluados en cada dimensión medida. Se puede observar que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) en el diámetro superior del palmito foliar (D₃) y en la longitud del palmito foliar (L₂) entre ambos cultivares. El cultivar Diamantes-10 presenta mayores valores en ambas mediciones, lo que coincide con los resultados reportados por De la Asunción (1991). Estos resultados son de especial importancia si se considera que el valor comercial durante la industrialización del palmito en conservas está dado por el largo del palmito foliar (L₂) y por el diámetro de esta fracción (D₃ y D₄).

Al hacer una correlación entre los resultados con el método de Pearson (Cuadro 4) se observa que existe una correlación inversa ($p < 0,05$) entre el diámetro inferior y el diámetro superior del palmito foliar en el cultivar Utilis. Esta diferencia produce una alta cantidad de palmitos cónicos, los cuales son permitidos en un bajo porcentaje dentro de los procesos de industrialización en conservas tradicionales. Además se observa que la longitud de la candela tiene una correlación positiva con el diámetro inferior del palmito foliar ($p < 0,05$). Esto implica que un palmito más largo (L₁) se asocia con un diámetro inferior (D₄) mayor, conforme más larga es la candela más grueso es el palmito foliar.

Cuadro 2. Promedio y error estándar de las dimensiones físicas del palmito (*Bactris gasipaes*) de los cultivares Utilis y Diamantes-10 en diez zonas de Costa Rica

Lugar	Cultivar	L ₁ (mm)		D ₁ (mm)		D ₂ (mm)		L ₂ (mm)		D ₃ (mm)		D ₄ (mm)
		Promedio	Error estándar	Promedio								
Río Cuarto	Utilis	59,82	0,88	56,60	4,51	46,08	5,89	22,51	9,93	32,50	5,81	24,01
Aguas Zarcas	Utilis	71,18	1,06	57,72	2,51	44,24	4,04	22,84	3,74	23,38	2,19	32,30
La Tigra	Utilis	67,20	8,77	57,07	8,55	43,54	6,77	17,77	10,37	20,82	4,96	26,78
Upala	Utilis	67,09	7,72	60,53	4,73	43,79	6,40	18,00	2,60	26,60	2,08	21,17
Aguas Claras	Utilis	59,83	4,70	50,63	4,73	43,85	3,99	17,15	1,72	33,10	0,34	24,68
Río Frio	Utilis	60,88	0,12	54,04	9,62	43,69	5,36	19,43	3,56	28,58	1,11	21,56
Guácimo	Utilis	60,76	2,69	54,77	2,53	42,68	2,10	26,56	3,93	29,53	1,18	21,30
Puerto Jiménez	Utilis	58,69	4,32	62,74	6,52	47,40	3,89	19,24	4,57	30,19	1,68	21,54
Cañas	Utilis	64,25	2,86	55,62	0,33	45,47	2,30	22,74	0,72	30,32	0,82	22,45
PROMEDIO*		63,30	1,65	56,62	1,58	44,93	0,92	20,66	1,38	28,34	1,60	23,98
Cañas	Diam 10	59,98	1,04	57,97	1,70	44,71	1,10	23,51	3,32	31,10	3,37	23,64
Río Frio	Diam 10	57,76	1,62	57,34	1,55	46,45	3,01	23,04	1,24	30,60	1,53	22,44
Guápiles	Diam 10	75,85	13,84	62,07	6,08	49,34	2,47	25,86	10,26	34,69	3,09	24,36
PROMEDIO*		64,53	6,90	59,13	1,98	46,83	1,68	24,14	1,96	32,13	1,66	23,48

* Tres muestras por zona, números promedio en negrita para una misma dimensión indican diferencias significativas entre cultivares ($p < 0,05$)

Cuadro 3. Promedio y error estándar para los rendimientos y pesos del palmito (*Bactris gasipaes*) de los cultivares Utilis y Diamantes-10 en diez zonas de Costa Rica

Lugar	Cultivar	Pesos (g)								Rendimiento (%)							
		Candela		Vainas		Palmito foliar		Brote foliar		Cáscara		Palmito caulinar		Palmito foliar		Internudo fibroso	
		Promedio	Error	Promedio	Error	Promedio	Error	Promedio	Error	Promedio	Error	Promedio	Error	Promedio	Error	Promedio	Error
Río Cuarto	Utilis	973,42	262,03	656,58	168,97	111,18	76,49	12,53	2,37	67,49	1,09	1,99	0,82	11,24	4,66	7,31	1,89
Aguas Zarcas	Utilis	1 101,14	170,14	633,71	159,02	116,02	28,68	13,37	3,38	57,42	5,33	3,68	1,36	10,64	4,32	14,89	3,45
La Tigra	Utilis	1 017,10	395,04	642,58	267,93	69,97	52,16	12,16	9,57	63,79	4,51	4,62	3,78	7,11	5,72	13,81	5,75
Upala	Utilis	1 126,28	278,54	723,03	138,29	68,32	23,52	10,15	3,31	64,25	10,19	4,11	3,22	6,12	0,43	15,36	12,39
Aguas Claras	Utilis	869,60	198,03	543,42	222,02	100,21	19,48	12,80	13,25	64,93	11,91	3,05	2,56	11,80	4,98	10,41	21,24
Río Frio	Utilis	987,86	70,34	674,16	82,77	85,40	6,85	11,16	2,01	68,32	4,83	3,44	7,02	8,53	0,89	10,18	2,00
Guácimo	Utilis	876,56	60,48	575,21	28,80	102,43	10,98	9,67	2,19	65,67	2,83	2,83	0,77	11,65	2,04	10,18	1,16
Puerto Jiménez	Utilis	1 064,47	228,10	650,62	159,86	88,92	3,49	8,34	1,94	61,05	4,44	4,58	1,29	8,37	2,47	17,66	2,50
Cañas	Utilis	961,13	96,72	637,10	18,59	105,77	13,33	12,46	4,50	64,18	4,03	3,39	1,11	11,00	2,32	8,97	1,18
PROMEDIO*		997,57	45,14	637,38	28,99	94,21	7,99	11,41	1,03	63,79	1,53	3,52	0,52	9,61	0,93	11,92	1,78
Cañas	Diam 10	906,81	47,82	557,43	63,15	111,01	33,36	12,67	3,13	61,10	6,64	4,01	0,35	12,42	2,68	9,79	1,78
Río Frio	Diam 10	1 012,49	66,11	673,10	103,88	103,21	21,67	10,12	4,90	66,46	6,64	2,89	0,81	10,19	2,42	10,34	1,34
Guápiles	Diam 10	1 465,58	503,08	891,30	188,88	142,87	68,82	11,15	3,69	60,74	7,73	5,50	4,13	9,74	1,68	12,87	6,19
PROMEDIO*		1 128,29	212,75	707,58	118,09	119,03	18,92	11,32	1,37	62,77	2,85	4,13	1,09	10,78	1,14	11,0	1,49

* Tres muestras por zona, no hubo diferencia significativa entre cultivares ($p > 0,05$)

En el Cuadro 4 se puede apreciar, para el cultivar Diamantes-10, que existe una correlación positiva ($p < 0,05$) entre los diámetros central (D_2) e inferior (D_1) de la candela, y entre estos dos y el largo (L_1). El diámetro inferior de la candela (D_1) tiene una correlación positiva ($p < 0,05$) con la longitud del palmito foliar (L_2). Es importante destacar que un palmito de diámetro inferior (D_1) mayor se asocia con un palmito foliar más largo (L_2), implicando un mayor rendimiento de palmito foliar por candela.

Masa y rendimientos

En el Cuadro 3 se muestran los promedios de los resultados de los rendimientos y pesos para los dos cultivares. Se puede observar que no hay diferencia significativa ($p > 0,05$) entre los rendimientos de los dos cultivares. La gran variabilidad que se presentó entre las muestras evaluadas (error estándar alto) hace que los rangos de cada variable analizada sean tan grandes que no se logren observar diferencias significativas, aun cuando se obtuvieron valores consistentemente superiores para Diamantes-10, especialmente en el aspecto más importante desde el punto de vista de industrialización como lo es el rendimiento de palmito foliar.

En promedio la candela del cultivar Utilis se cosecha con un peso de 997,60 g, valor más bajo del que reportan Calderón y Sancho (1993) de 1,5 kg por candela. Esta diferencia se puede deber a un cambio en las especificaciones de corta del palmito. En el Cuadro 4 se puede observar que el rendimiento del palmito caulinar se correlaciona inversamente ($p < 0,05$) con el peso de la candela. Lo que nos demuestra que una longitud mayor de candela (L_1) implica una candela de más peso, mientras que un diámetro de candela (D_1) de mayor tamaño se asocia con un rendimiento de palmito foliar menor, posiblemente porque el desarrollo del tallo, y por lo tanto el ensanchamiento de la misma, no conlleva a un aumento de la masa del palmito foliar, sino más bien de vainas externas.

Se puede observar una correlación en el cultivar Utilis, de los pesos de las vainas con el largo (L_2) y el diámetro superior (D_2) del palmito foliar, y en el Diamantes-10 se da una correlación entre los diámetros de la candela (D_1 y D_2) y el diámetro superior del palmito foliar (D_4). En ambos casos mientras mayores sean las dimensiones de la candela mayor es la masa de vainas que se obtiene. Estas vainas

afectan el rendimiento del pelado del palmito y pueden convertirse en un problema ambiental difícil de manejar para la unidad de procesamiento, aunque también ofrece una oportunidad para el desarrollo de productos derivados como el abono orgánico o el papel. Era de esperar una correlación entre el largo del corazón (L_2) y el peso del palmito foliar que se obtiene de la candela, lo cual se observa en los dos cultivares. Además, en el caso del Diamantes-10 se obtuvo una correlación de todas las dimensiones evaluadas con el peso del corazón. Se puede concluir, en el caso del Diamantes-10, que cuanto más grande sea la candela mayor será el peso del corazón que se obtenga.

Para el caso del cultivar Diamantes-10, en el Cuadro 4 se puede observar que el rendimiento de palmito foliar y de palmito caulinar se relacionan inversamente ($p < 0,05$) con el diámetro central de la candela (D_1). Por otra parte, el rendimiento de palmito caulinar se correlaciona inversamente ($p < 0,05$) con el rendimiento de las vainas, lo que implica que con un palmito de dimensiones mayores de diámetro inferior (D_1) y longitud (L_1) se obtiene un mayor rendimiento de palmito caulinar. El palmito caulinar puede ser de especial interés para aquellos procesos destinados a la deshidratación del palmito con miras a la producción de sopas o cremas ya que esta es la sección más utilizada para este fin (Pineda, 1999).

En el Cuadro 4 se puede observar, además que existe una correlación positiva ($p < 0,05$) entre el largo (L_1), el diámetro inferior (D_1) y superior (D_2) de la candela y el peso de la misma tanto para el cultivar Utilis como para el Diamantes-10, esto concuerda con lo establecido por Calderón y Sancho (1993) de que el factor determinante en el peso de la candela es el grosor.

Es de especial interés la relación del diámetro de la candela (D_1) con el peso y el rendimiento del palmito foliar, ya que este es el parámetro que se utiliza para la corta de la candela en el campo. En el Cuadro 4 se observa para el Diamantes-10, una correlación positiva del peso y el rendimiento del palmito foliar con el diámetro de la candela (D_1) y en Utilis del peso del palmito foliar con el diámetro de la candela (D_1). Los resultados muestran que conforme mayor sea el diámetro de corte de la candela, mayor será el peso del corazón de la candela para ambos cultivares.

Las dimensiones del palmito foliar y de su longitud son mayores ($p < 0,05$) en el cultivar Diamantes-10 que en el Utilis. El Utilis tiende a ser más cónico y de diámetros menores

que el Diamantes-10. Sin embargo, no se logró encontrar diferencias significativas ($p>0,05$) en cuanto peso o al rendimiento de las secciones del producto, ni en cuanto al parámetro de textura entre los cultivares, posiblemente debido a los valores tan altos de error involucrados en cada promedio ya que se contó con muestras de únicamente tres zonas para el caso del Diamantes-10.

Fuerza de corte

Al comparar los resultados de las fuerzas de corte para ambos cultivares, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$). Lo que indica que la fuerza de corte necesaria para cada cultivar es prácticamente la misma en promedio 26,23 kg/cm² para el cultivar Utilis y de 26,26 kg/cm² para el Diamantes-10. La fuerza de corte es de especial importancia ya que define en mucho la calidad del producto final que se obtenga a partir de palmito.

Cuadro 4. Correlación de Pearson para las características de dimensiones y los rendimientos del palmito (*Bactris gasipaes*) cultivar Utilis y Diamantes-10

Variable	Utilis						Diamantes-10					
	L ₁	D ₁	D ₂	L ₂	D ₃	D ₄	L ₁	D ₁	D ₂	L ₂	D ₃	D ₄
L ₁	0						0					
D ₁		0						0	+	+	+	
D ₂			0						0		+	
L ₂				0						0		
D ₃					0	-						0
Peso de candela	+	+	+		-		+	+	+	+	+	+
Peso de vainas		+	+				+	+	+	+	+	+
Peso de palmito foliar				+	+		+	+	+	+	+	+
Rendimiento ápice foliar						+						
Rendimiento cáscara	-											-
Rendimiento palmito caulinar					-		+	+		+		
Rendimiento del palmito foliar		-	+	+					-			
Rendimiento internudo fibroso		+			-		+	+	+	+		

Los valores (+) indican una correlación directa y los valores (-) indican una correlación inversa, el espacio vacío indica que no hay correlación ($p>0,05$), y el 0 que no aplica el contraste

Condiciones ambientales

En el Cuadro 5 se presentan los efectos de altitud, precipitación y temperatura sobre las diferentes características físicas del palmito del cultivar Utilis. Se determinó que existen diferencias significativas ($p<0,05$) en el diámetro inferior del palmito foliar (D₄) la masa del ápice foliar para las dos altitudes evaluadas. Cuando la altitud se encuentra entre 450 y 100 m se tiene un palmito caulinar más ancho y una masa del ápice foliar mayor.

La comparación entre los palmitos del cultivar Utilis, según la precipitación de la zona de cultivo, demuestra que existen diferencias significativas ($p<0,05$) para la longitud de la candela (L₁) y la masa del brote foliar, siendo mayor la longitud y el peso cuando la precipitación es menor.

Cuadro 5. Comparación de las características generales del palmito de pejobaye (*Bactris gasipaes*) cultivar Utilis según condiciones ambientales de las zonas de cultivo

Análisis	Variable	Altitud (m)		Precipitación (mm)		Temperatura (°C)	
		<100	>100	<2600	>2600	<25	>25
Dimensiones (mm)	L ₁	62,33	64,51	65,58	61,47	62,73	21,30
	D ₁	57,54	55,48	57,59	55,85	58,23	55,34
	D ₂	45,32	44,43	45,80	44,23	45,98	44,08
	L ₂	21,13	20,07	21,52	19,97	19,85	21,30
	D ₃	29,04	27,45	28,20	28,44	28,92	27,87
	D ₄	21,61	26,94	24,98	23,17	21,68	25,81
Masa (g)	Candela	1 003,26	990,47	1 040,49	963,24	1 034,93	967,68
	Palmito foliar	90,17	99,27	100,32	89,33	87,10	99,90
	Ápice foliar	10,36	12,72	12,13	10,83	10,53	12,11
Rendimiento (%)	Vainas	64,69	62,66	63,33	64,15	64,45	63,26
	Palmito caulinar	3,67	3,33	3,29	3,70	3,88	3,23
	Palmito foliar	9,13	10,20	9,75	9,49	8,51	10,49
Dureza (kg/cm ²)	Internudo fibroso	12,17	11,60	11,63	12,14	12,66	11,32
	Fuerza corte	24,22	27,38	26,05	25,29	24,25	26,72

Valores en negrita indican diferencias significativas ($p<0,05$) para una misma variable

En cuanto al efecto de la temperatura ambiental se encontró que existe diferencias significativas ($p<0,05$) en el diámetro central de la candela (D₂) y el diámetro superior del palmito foliar (D₄). A mayor temperatura, menor es el diámetro central de la candela (D₃) y mayor es el diámetro superior del palmito foliar (D₄). Se determinó que en el rendimiento del palmito foliar existen diferencias significativas ($p<0,05$) entre las dos temperaturas consideradas, siendo mayor a temperaturas altas. De acuerdo con los resultados el palmito del cultivar Utilis de mejores características se produce a una altitud superior a los 100 m, con una precipitación inferior a los 2600 mm y a una temperatura superior a los 25°C. Bajo estas condiciones se produce un producto con mayor longitud de candela, mayor diámetro y rendimiento del ápice foliar con una cantidad de desechos significativamente menor ($p<0,05$). De las zonas evaluadas estas condiciones se presentan en Aguas Zarcas y en Río Frío.

En el Cuadro 6 se pueden observar los resultados comparativos entre las condiciones ambientales para el cultivar Diamantes-10 y los parámetros estudiados. Es importante resaltar que de este cultivar se analizaron únicamente 3 zonas de producción, lo que limita las conclusiones del estudio. Se determinó que el diámetro inferior del palmito foliar (D₄) es significativamente mayor ($p<0,05$) para una

altitud superior a los 100 m, de igual forma la longitud de la candela (L_1), para esa altitud, es significativamente mayor ($p < 0,05$). Además se encontró que a altas precipitaciones y bajas temperaturas se obtiene una masa de candela mayor, lo que incide en valores de masa de cada una de las secciones del palmito, también mayores.

Cuadro 6. Comparación de las características generales del palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes*) cultivar Diamantes-10 según condiciones ambientales de la zona de cultivo

Análisis	Variable	Altitud (m)		Precipitación (mm)		Temperatura (°C)	
		<100	>100	<2600	>2600	<25	>25
Dimensiones (mm)	L_1	58,57	75,85	59,98	66,81	75,85	58,87
	D_1	57,66	62,07	57,97	59,71	62,07	57,66
	D_2	45,58	49,34	44,71	47,90	49,34	45,58
	L_2	23,28	25,86	23,51	24,44	25,86	23,78
	D_3	30,85	34,69	31,10	32,64	34,69	30,85
	D_4	23,04	24,36	23,64	23,40	24,36	23,04
Masa (g)	Candela	959,65	1.465,58	906,81	1239,03	1.465,58	959,65
	Palmito foliar	107,11	142,87	111,01	123,04	142,87	107,11
	Ápice foliar	11,40	11,15	12,67	10,64	11,15	11,40
	Vainas	63,78	60,74	61,09	63,60	60,74	63,78
Rendimiento (%)	Palmito caulinar	3,45	5,50	4,01	4,20	5,50	3,45
	Palmito foliar	11,31	9,74	12,42	9,96	9,74	11,31
	Internudo fibroso	10,07	12,87	9,79	11,60	12,87	10,07
Dureza (kg/cm^2)	Fuerza corte	25,85	27,07	26,57	26,10	27,07	25,85

Valores en negrita indican diferencias significativas ($p < 0,05$) para una misma variable

Los resultados señalan que el palmito del cultivar Diamantes-10 de mejores características se obtiene a una altitud superior a 100 m, con una temperatura superior a los 25°C y con precipitaciones superiores a los 2600 mm. Bajo estas condiciones el palmito tiene una mayor longitud de candela, una mayor masa de palmito foliar y caulinar y un rendimiento menor de vainas externas. De las zonas evaluadas, estas condiciones se presentan en Río Frio.

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento a la Fundación FITTACORI por su ayuda financiera, al Instituto Meteorológico Nacional por su apoyo en la definición de las condiciones ambientales y de ubicación de las zonas evaluadas y al Dr. Jorge Mora-Urpí por su asesoría a lo largo del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- Arroyo, C. y Mora-Urpí, J. 2002. Producción comparativa de palmito entre cuatro variedades de pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth). *Agronomía Mesoamericana* 13(2):135-140.
- Calderón, R. y Sancho, M. 1992. Rendimientos y coeficientes técnicos en las etapas de cosecha, poscosecha y procesamiento de palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes*) Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José.
- De la Asunción, R. 1991. Caracterización química del palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth). Tesis Lic. en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica, Escuela de Tecnología de Alimentos. San José.
- Instituto Meteorológico Nacional, 2000. Informe sobre condiciones ambientales en Costa Rica. San José.
- Mora-Urpí, J. 1999. Palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth) Boletín Informativo de Pejibaye extraordinario No. 5: 41-47.
- Mora-Urpí, J., Bogantes, A. y Arroyo, C. 1999. Cultivares de pejibaye para palmitos. In Mora-Urpí, J. y Gainza, J. eds. Palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth): su cultivo e industrialización. Editorial UCR, San José. pp. 225.
- Quirós, J.I. 2000. Exportaciones de Costa Rica, Boletín Palmito no. 2, año 5 CNP, San José.
- Salazar, J.J. 1998. Censo de palmito de la Región Huetar Norte, Consejo Nacional de la Producción, San José. pp. 25.
- Pineda, M.L. 1999. Industrialización del palmito de pejibaye. In Mora-Urpí, J. y Gainza, J. eds. Palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth): su cultivo e industrialización. Editorial UCR, San José. pp. 225.

EFFECTO DEL GRADO DE SUSTITUCIÓN DE HARINA DE TRIGO CON HARINA DE PEJIBAYE (*Bactris gasipaes* H.B.K.) SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL QUEQUE SECO

Hannia Ugalde¹, María Lourdes Pineda¹

ABSTRACT

EFFECT OF WHEAT FLOUR SUBSTITUTION GRADE WITH PALM PEACH (*Bactris gaseapaes* H.B.K.) FLOUR ON POUND CAKE SENSORY CHARACTERISTICS

The effect of wheat flour substitution with peach palm (*Bactris gasipaes*) flour at four levels (10%, 15%, 20% and 25%) on the intensity of several sensory cake properties was evaluated. The cakes were prepared using dry ingredients pre-mixtures. Characteristics assessed (color, flavor and hardness intensity, and grade of crumb) were defined with a group of experts, as well as the reference standards used to anchor the scales during the intensity evaluation. Sensory analysis was carried out with 25 semi-trained judges using a non structured 10 cm scale. An acceptance test was done with 50 cake consumers, who assessed the products using a nine points structured scale.

Results indicate significant differences in color, flavor and hardness ($p < 0,05$) among prepared cakes; no significant differences were found ($p > 0,05$) in grade of crumb among prepared cakes. Cake's color depended on peach palm flour concentration in the mixture. As peach palm flour increases orange color and flavor increases in the cakes. At least a 10% peach palm flour increase is required to find flavor differences. Texture was also affected by the amount of peach palm flour present; the cake with a 25% peach palm flour substitution resulted harder than cakes with lesser content. No significant differences were found ($p > 0,05$) in cake liking ratings, independently of the differences in color, flavor and texture. More than 55% of the consumers liked all formulations.

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la sustitución de harina de trigo con harina de pejibaye en cuatro niveles (10%, 15%, 20% y 25%) sobre la intensidad de varias propiedades sensoriales de un queque seco. Los queques se prepararon a partir de premezclas por combinación de los ingredientes secos. Con un grupo de expertos se definieron las características a evaluar: intensidades del color, del sabor y de la dureza y el grado de boronosidad. De la misma forma se definieron las muestras de referencia para anclar las escalas durante la evaluación. El análisis sensorial se realizó con un panel de 25 jueces semi-entrenados que utilizaron una escala no estructurada de 10 cm. Además se realizó una prueba de aceptación de los cuatro productos con 50 consumidores de queque seco, los cuales evaluaron los productos en una escala estructurada de nueve puntos.

Se determinó que existe diferencia significativa en el color, el sabor y la dureza ($p < 0,05$) pero no se encontró diferencia significativa en boronosidad entre los queques preparados. En cuanto al color, los cuatro queques resultaron diferentes entre sí, estableciéndose que el color depende del contenido de harina de pejibaye en la premezcla, presentándose queques más anaranjados conforme aumenta el contenido de harina de pejibaye. El sabor a pejibaye de los queques también es más pronunciado conforme aumenta el contenido de harina de pejibaye, pero se requiere incrementos de 10% en la sustitución para que los jueces noten esas diferencias. En cuanto a la textura, únicamente el queque con un 25% de sustitución resultó más duro que los queques con menor contenido de harina de pejibaye. No existe diferencia significativa ($p > 0,05$) en el agrado por los diferentes queques, independientemente de las diferencias en color, sabor y textura que hay entre ellos, y todas las formulaciones resultaron agradables para más del 55% de los consumidores.

¹Escuela de Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica

INTRODUCCIÓN

Los cereales siguen siendo la fuente de alimentación más importante del mundo. Sin embargo, los países en desarrollo dependerán, cada vez más, de la importación de cereales, carne y leche, ya que su producción no podrá satisfacer la demanda (FAO, 2002). Particularmente el trigo es difícil de producir en muchos países en desarrollo, pues no poseen las condiciones climáticas y de suelos idóneos para la producción de las variedades de trigo utilizadas para la panificación (Pinstrup-Andersen y Cohen, 1998). Como consecuencia, estos países gastan gran cantidad de divisas en la importación de trigo y/o de la harina necesaria para suplir su demanda interna, con la consiguiente desventaja en sus balanzas de pago (CITA, 1984; Ecuador, 2003).

En su mayoría, los países importadores de trigo gozan de buenas condiciones para el cultivo de cereales como arroz, maíz y sorgo; raíces y tubérculos como yuca, ñame y papa, así como pejibaye y otros productos. Por esta razón desde hace muchos años existe interés en la utilización de estas materias primas como sustitutos parciales de la harina de trigo en métodos de panificación y repostería (Arias, 1976).

Por otra parte, existen beneficios económicos y sociales que la dilución de la harina de trigo podría reportar, como son el ahorro de divisas, una menor dependencia del trigo, la generación de empleos y la utilización de materias primas locales; además podrían derivarse beneficios de índole nutricional (CITA, 1984). Estos últimos beneficios se pueden obtener al utilizar la harina de pejibaye como sucedáneo del trigo en panificación y repostería, porque además de tener características apropiadas para sustituir parcialmente la harina del trigo, la harina de pejibaye tiene un alto valor nutritivo.

La composición química del pejibaye se ha investigado a fondo y se ha determinado que representa una buena fuente de vitamina A, gracias a su alto contenido de carotenoides, además contiene pequeñas cantidades de tiamina, niacina, riboflavina y vitamina C (Gómez, 1997). Es un alimento de alta densidad energética, alto contenido de fibra dietética y su grasa posee alrededor de un 50% de ácidos grasos insaturados. El pejibaye posee todos los

aminoácidos esenciales y se considera una fuente excelente de proteína de calidad (Mora-Urpí *et al.*, 1997).

La harina de pejibaye puede llegar a formar parte importante de la dieta de los costarricenses, gracias a que es un producto estable, conserva gran parte del valor alimenticio del fruto fresco, se puede almacenar fácilmente y es muy versátil, ya que se puede emplear para elaborar productos tales como galletas, queques, panecillos, budín, tamales, cremas y otros. El proceso de elaboración de harina de pejibaye es simple y representa una buena alternativa, especialmente para aquellas empresas que procesen frutas secas y harinas, debido a que el costo de inversión sería mínimo, al contar con todo o la mayor parte del equipo necesario para su producción (Blanco *et al.*, 1992).

Debido a estas particularidades, en los últimos años varios investigadores han enfocado sus estudios al desarrollo de diversos productos a partir del pejibaye, como por ejemplo Gómez (1990), quien elaboró y evaluó un alimento infantil tipo colado, Alfaro (1988), quien estudió la producción de harina de pejibaye para consumo animal y Blanco *et al.*, (1992), quienes desarrollaron una serie de aplicaciones culinarias para el pejibaye y la harina de pejibaye. Todos estos estudios han generado nuevas oportunidades de desarrollo para el sector agroindustrial.

Sin embargo, se debe establecer el efecto que tiene la sustitución de la harina de trigo con harina de pejibaye en diversos productos de panificación y repostería, así como determinar los porcentajes máximos de sustitución que permitan obtener productos aceptables para el consumidor. El presente estudio tuvo como objetivo realizar este tipo de evaluaciones en un queque seco preparado con harina de trigo sustituida con varias concentraciones de harina de pejibaye.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el estudio se utilizaron pejibayes provenientes de la Zona Sur de Costa Rica. Para preparar la harina se utilizó materia prima con un máximo de un día de haber sido cosechado el racimo.

El proceso para obtener la harina fue el siguiente (Ugalde, 2002): los pejibayes se seleccionaron y se lavaron con agua, se cocinaron por 30 min en agua a ebullición en una marmita, se les eliminó la semilla manualmente, se trocearon en una rebanadora con un espesor de 0,25 cm, y

se secaron con aire caliente a una temperatura de 70°C, una velocidad de 3,5 m/s y una humedad de 12 g agua/kg aire seco, utilizando una carga en bandeja de 6,14 kg/m², hasta alcanzar una humedad final del 10 %, lo que tomó alrededor de 2 h y 20 min. El pejibaye deshidratado se molió en un molino de martillos utilizando una malla de 0,084 cm; la harina así obtenida se empacó en bolsas de polietileno metalizado y se almacenó a 5°C para minimizar su deterioro, especialmente la oxidación de las grasas. Se utilizó harina con máximo de una semana de haber sido preparada.

Elaboración de las premezclas

Se elaboraron cuatro formulaciones de premezclas usando la formulación base de un queque seco donde el único factor que se modificó fue la relación de harina de trigo y harina de pejibaye (Cuadro 1). Para obtener una premezcla homogénea los ingredientes se introdujeron en una bolsa plástica y se mezclaron de forma manual por volteo durante 10 min.

Cuadro 1. Formulaciones utilizadas en las pre-mezclas para la elaboración de queques con harina de pejibaye

Ingredientes	Fórmulas (%)				
	Base	1	2	3	4
Harina de trigo	56,52	50,81	47,95	45,09	42,39
Harina de pejibaye	0,00	5,71	8,57	11,43	14,13
Azúcar	37,53	37,53	37,53	37,53	37,53
Leche en polvo	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62
Fécula de maíz	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
Polvo de hornear	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78
Sal	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
Relación harina de pejibaye / harina de trigo	0/100	10/90	15/85	20/80	25/75

Preparación de los queques

En una batidora con aspas de globo se batieron 230 g de mantequilla a alta velocidad durante 5 min, hasta formar una pasta homogénea y cremosa. Cuando se logró esta consistencia, se disminuyó la velocidad de mezclado y se agregaron 6 huevos, uno a uno, hasta obtener una mezcla

lo más homogénea posible. Seguidamente, manteniendo la velocidad media, se agregaron poco a poco 647,5 g de la premezcla, alternando con agua (200 mL de agua en total). La mezcla se batió hasta obtener una masa uniforme esponjosa. La masa se colocó en moldes con teflón de 20 X 40 X 6 cm, previamente engrasados y enharinados, de manera que la altura del queque fuera constante. Se horneó a 350° C en un horno precalentado durante 25 min.

Análisis sensorial

Se realizaron tres paneles informales con la participación de tres especialistas para definir las variables a utilizar en el panel de caracterización y establecer las referencias máximas y mínimas para anclar las escalas de cada variable.

Se tomaron como variables de estudio la intensidad de color anaranjado, la intensidad del sabor a pejibaye, la dureza al morder con los dientes frontales y la boronosidad. Las referencias elegidas para cada uno de los descriptores se definen en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Referencias utilizadas para anclar las escalas de cada descriptor utilizado en la evaluación de queque seco elaborado con 4 porcentajes de sustitución de harina de pejibaye

Descriptor	Referencia menor	Referencia mayor
Color anaranjado	Queque base	Queque sustituido con un 35% de harina de pejibaye
Sabor a pejibaye	Queque base	Queque sustituido con un 35% de harina de pejibaye
Dureza	Queque esponjoso relleno con crema pastelera de un 50%	Queque base almacenado 2 días en refrigeración
Boronosidad	Queque sustituido con un 5% de harina pejibaye	Queque base almacenado 2 días en refrigeración

Para evaluar las características de los queques se estructuró un panel formal con 25 jueces semi-entrenados. Los panelistas no recibieron ningún entrenamiento previo, solamente una breve explicación del método a utilizar en cada prueba. Para la evaluación se empleó una escala no estructurada de 100 mm con los descriptores extremos (anclas) de las características a evaluar (Cuadro 2). Cada

juez evaluó las dos referencias de cada parámetro, inmediatamente antes de calificar las muestras.

Los queques se cortaron en piezas de 5 X 5 X 2,5 cm, tratando que todas las muestras presentaran una forma homogénea, por lo que se eliminó la corteza y únicamente se analizó la miga. A cada panelista se le presentaron las muestras en orden aleatorio, para evitar los fenómenos de error de tiempo y efecto de contraste. Cada muestra se colocó en cápsulas de papel blanco, codificadas con tres dígitos diferentes elegidos de forma aleatoria. Todas las pruebas, excepto la de intensidad del color anaranjado, se realizaron empleando la luz roja para evitar que las diferencias de color interfirieran con las decisiones de los jueces, al analizar las otras características.

A los resultados obtenidos se les aplicó un análisis de varianza. En los casos donde se encontró una diferencia estadísticamente significativa se aplicó un análisis de Tukey para determinar las diferencias existentes entre las muestras.

Se realizó una prueba de agrado general con 50 consumidores de queque (personas que consumen este tipo de producto por lo menos una vez cada dos semanas) a los cuales se les presentó queques elaborados con cada una de las cuatro formulaciones. Las cuatro muestras se presentaron en cápsulas de papel idénticas, cada una codificada con tres números diferentes escogidos al azar y colocadas en un orden de presentación aleatorio. Todas las muestras se mostraron al mismo tiempo, con la finalidad de simplificar la elaboración del panel y, a la vez, permitirle al consumidor realizar comparaciones entre las muestras y volver a probar las muestras si así lo deseaba.

A cada panelista se le solicitó evaluar cuánto le agradaba cada muestra, haciendo uso de una escala de nueve puntos para calificarla. La escala tenía los siguientes descriptores: "me disgusta mucho" en el primer punto, "ni me gusta ni me disgusta" en el quinto punto y "me gusta mucho" en el noveno punto. A los resultados se les aplicó un procedimiento de comparación múltiple para el análisis de datos ordenados (Newell y MacFarlane, 1987).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 3 se presentan los resultados del ANDEVA aplicado a los valores obtenidos en los paneles de caracterización de los queques con diferentes porcentajes de sustitución de harina de pejibaye. Hay diferencias

estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los queques producidos con diferentes grados de sustitución para las características de color anaranjado, sabor a pejibaye y dureza. Sin embargo, no se encontró diferencia significativa ($p > 0,05$) en el grado de boronosidad para los queques con diferente concentración de pejibaye en la premezcla.

Cuadro 3. Resultado del análisis de varianza de las características de los queques con diferentes porcentajes de harina de pejibaye

Característica	gl ¹	Valor F	Probabilidad asociada
Color	3	34,42	0,000 ²
Sabor	3	10,30	0,000 ²
Boronosidad	3	0,40	0,750
Dureza	3	5,00	0,033 ³

¹Grados de libertad

²Efecto significativo $p < 0,001$

³Efecto significativo $p < 0,05$

Al aplicar la prueba de Tukey el color fue la única variable que resultó diferente en las cuatro formulaciones (Cuadro 4), lo que demuestra que el color depende directamente del contenido de harina de pejibaye en la premezcla, de manera que la intensidad del color anaranjado aumenta al aumentar el contenido de harina de pejibaye. En el mismo cuadro se aprecia que no existen diferencias significativas de sabor entre las muestras con una diferencia de sustitución entre ellas de un 5% de harina de pejibaye, pero cuando la diferencia en la sustitución de harina alcanza un 10% se presentan diferencias significativas en el sabor.

Cuadro 4. Promedios de la evaluación sensorial¹ realizada a los queques con diferente grado de sustitución de harina de pejibaye y resultado de las pruebas de comparación de promedios de Tukey

Sustitución con harina de pejibaye (%)	Características ²			
	Intensidad de color (mm)	Intensidad de sabor (mm)	Intensidad de dureza (mm)	Grado de la boronosidad (mm)
10	42,86 ^a	40,34 ^a	31,32 ^a	37,08 ^a
15	52,76 ^b	53,06 ^{a, b}	34,40 ^a	29,56 ^a
20	64,24 ^c	56,44 ^{b, c}	35,76 ^a	31,68 ^a
25	75,68 ^d	69,44 ^c	50,56 ^b	32,32 ^a

¹ 25 jueces semientrenados, escala no estructurada de 100 mm con descriptores extremos

² Promedios con diferentes letras indican diferencia significativa ($p < 0,05$)

En este estudio los dos parámetros de textura que se analizaron fueron la consistencia boronosa y la dureza de los queques. Con respecto a la boronosidad, como se mencionó anteriormente, no se encontraron diferencias entre los cuatro queques analizados. Al definir la boronosidad como un parámetro sensorial importante en los queques preparados con harina de pejibaye se tomó en cuenta que una muestra de queque seco almacenado en refrigeración durante dos días, generaba una sensación de una masa compacta al consumirlo, por lo que se percibió como un queque poco boronoso, en tanto que un queque seco con 5% de sustitución con harina de pejibaye producía una miga poco compacta, que se desboronaba fácilmente, lo que se definió como una muestra más boronosa. Estas características, "queque compacto" y "queque boronoso", fueron explicadas a los panelistas pero no resultó un parámetro fácil de evaluar, lo que influyó en que los jueces no encontraran diferencias en la boronosidad de los queques.

Respecto a la dureza, tal como lo demostró el análisis de Tukey (Cuadro 4), no se encontró diferencias estadísticamente significativas entre los queques con sustituciones del 10, 15 y 20% de harina de pejibaye; solamente el queque con una sustitución del 25% fue diferente al resto de las muestras. Esto indica que sustituciones del 25% o superiores con harina de pejibaye van a presentar cambios importantes en la textura del queque. Este factor se debe de tomar en cuenta pues podría interferir en la aceptación del producto por parte del consumidor.

En el Cuadro 5 se presentan los resultados del estudio de aceptación general de los queques con diferentes sustituciones de harina de pejibaye, donde se aprecia que; al ser los rangos entre las diferentes muestras inferiores al rango crítico definido por Newell y MacFarlane (1987), que en este caso fue de 34 puntos, no existen diferencias significativas ($p > 0,05$) en el agrado de los queques. Además, en el Cuadro 5 se observa que las cuatro formulaciones resultaron agradables para más del 55% de los consumidores, lo que indica que existe un mercado potencial al cual se puede dirigir este tipo de producto.

Cuadro 5. Resultados de la evaluación de agrado¹ de los cuatro queques con distintos porcentajes de harina de pejibaye

Porcentaje de sustitución	Proporción de agrado %	Suma de calificaciones ²
10	56	334
15	62	331
20	62	326
25	58	342

¹50 consumidores, escala de 9 puntos

²Diferencia mínima entre las sumas de las calificaciones para indicar diferencia significativa ($p < 0,05$): 34 puntos (Newell y MacFarlane, 1987)

Con el contenido de harina de pejibaye más alto (25%) algunos consumidores (cerca del 10 %) detectaron una ligera sensación astringente residual en el queque, lo cual puede ser interesante analizar en estudios posteriores. Además, a pesar de ser éste el queque más duro, esto no afectó la aceptación, lo que indica que la textura no es el factor determinante en la aceptación de los queques con harina de pejibaye.

En un estudio realizado por Martínez (1983), en el que se sustituyó harina de trigo por harina de maíz en productos de panificación, se determinó que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos con 5% y 10% de harina de maíz. El mismo estudio incluyó la sustitución de harina de trigo por harina de soya, encontrándose diferencias significativas ($p < 0,01$) entre sustituciones del 3, 6 y 10%. Por otra parte, Herrera (1981) determinó que la galleta dulce popular en Costa Rica, sustituida hasta con un 30% de harina de arroz, tiene una buena aceptación por parte de los consumidores.

Los estudios mencionados demuestran que la harina de trigo puede ser sustituida en porcentajes relativamente altos por harinas de otras fuentes vegetales en productos de panificación y repostería, obteniéndose una buena aceptación por parte de los consumidores. La sustitución por harina de pejibaye de hasta un 25% en el queque, establecida en este trabajo representa una ventaja adicional para el consumidor si se toma en cuenta las excelentes propiedades nutricionales del pejibaye.

BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro, I. 1988. Elaboración de harina de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) para consumo animal. Tesis Lic. en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica, Carrera Interdisciplinaria en Tecnología de Alimentos. San José.
- Arias, L.F. 1976. Contribución al conocimiento del estado actual de las harinas compuestas en varios países Latinoamericanos. Universidad de Costa Rica, Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos. San José.
- Blanco, A., Montero, M.A., Lowery, M. y Mora-Urpí, J. 1992. Pejibaye: recetas, valor nutritivo, conservación e industrialización. Serie Informativa Tecnología Apropiaada No.22. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago.
- CITA. 1984. Utilización de harina de maíz en panificación. Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica. San José.
- Ecuador, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2003. Proyecciones mundiales de trigo para el año 2005. Servicio de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. Internet: <http://www.sica.gov.ec/cadenas/trigo/docs/trigo2001/mercado%20mundial/2005.htm> [21 de enero del 2004]
- FAO. 2002. Puntos destacados del informe "La agricultura en el mundo: hacia 2015/2030". Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO Sala de Prensa. Internet: <http://www.fao.org/spanish/newsroom/news/2002/7833-es.html> [22 de enero del 2004]
- Gómez, G. 1990. Desarrollo y evaluación de un alimento infantil a base de pejibaye (*Bactris gasipaes*). Tesis Lic. en Nutrición. Universidad de Costa Rica, Escuela de Nutrición. San José.
- Gómez, G. 1997. Factores antinutricionales del pejibaye (*Bactris gasipaes*). Efecto sobre el crecimiento y diferentes parámetros bioquímicos en ratas jóvenes. Tesis M.Sc. en Ciencias Biomédicas. Universidad de Costa Rica, Sistema de Estudios de Posgrado. San José.
- Herrera, V. 1981. Sustitución de la harina de trigo en la galleta dulce popular de Costa Rica. Tesis Lic. en Ingeniería Agronómica. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Escuela de Economía Agrícola. San José.
- Martínez, C.E. 1983. Utilización de harina de maíz, soya desgrasada, arroz y puntilla de arroz en panificación. Tesis Lic. en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica, Carrera Interdisciplinaria en Tecnología de Alimentos. San José.
- Mora-Urpí, J., Weber, J.C. y Clement, C.R. 1997. Peach palm. *Bactris gasipaes* Kunth. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 20. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome.
- Newell, G.J. y Macfarlane, J.D. 1987. Expanded tables for multiple comparison procedures in the analysis of ranked data. *Journal of Food Science* 52(6): 1721-1725.
- Pinstrup-Andersen, P. y Cohen, M.J. 1998. Ayuda a la agricultura en los países en desarrollo: Inversiones en la reducción de la pobreza y nuevas oportunidades de exportación. International Food Policy Research Institute (IFPRI). Vision 2020 [En línea]. Resumen 2020 No.56. Internet: <http://www.ifpri.org/spanish/2020/briefs/br56sp.htm> [22 de enero del 2004]
- Ugalde, H. 2002. Estudio de la deshidratación del pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) para la elaboración de harina y su utilización en la formulación de una premezcla para queques. Tesis Lic. en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica, Escuela de Tecnología de Alimentos. San José.

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento a Sandra Calderón V. del Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos y a Elba Cubero C. de la Escuela de Tecnología de Alimentos por su participación en el diseño de las pruebas sensoriales.

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD EN LA PULPA DE CAFÉ

Guillermo Vargas¹ y Beatriz Mazón²

ABSTRACT

MOISTURE CONTENT OF COFFEE PULP

The aim of this study was to adapt the forced convection oven method to determine % humidity of coffee pulp. A preliminary study was done to establish time necessary to stabilize the weight of 5,00g samples of a high humidity coffee pulp using 103°C in the oven. Time was established in 2 h.

Three coffee pulp lots with different humidities (low, intermediate, high) were studied. From each lot 36 5,00g samples were introduced in a pre-heated oven at 103°C, and every 10 min up to 2 h 3 samples were taken at random to determine humidity percent. Samples were analysed in duplicate, and simultaneously by the Bidwell-Sterling method used as reference. With data obtained humidity % curves were plotted, and correlation between results by both methods was studied. Humidity %, on wet basis, for the 3 coffee pulp lots were 17,6%, 33,6%, 64,6% for the oven method, and 17,5%, 34,2%, 64,55% for the Bidwell-Sterling method. Results correlated and showed a linear correspondence which adjusted to a high determination coefficient ($R^2 = 0,9991$).

Humidity percent curves showed that low humidity coffee pulp stabilizes in less time, but in all three cases minimum time was 1,5 h. When % standard deviation of data obtained at each 10 min interval was studied, it was found that using 3 repetitions per sample guarantees <0,05% standard deviation between the 3 samples after 1 h.

The method proposed has a strong correlation to the Bidwell-Sterling method and presents advantages to it in the amount of repetitions that can be done simultaneously, it is less laborious, it doesn't require specialized personnel, it is cheaper, and represents less environmental contamination.

RESUMEN

El propósito de este trabajo fue adaptar el método del horno de convección forzada para la determinación del contenido de humedad de la pulpa de café. Se realizó una prueba preliminar para establecer el tiempo necesario para estabilizar el peso de una muestra de alta humedad, utilizando una temperatura de 103°C y muestras de 5,00 g; el tiempo establecido fue de 2 h.

Se estudiaron 3 lotes de pulpa de café cada uno con un contenido de humedad diferente (bajo, intermedio y alto). De cada lote se pesaron 36 muestras de 5,00g, se colocaron en el horno a 103°C y cada 10 min por 2 h se sacaron 3 muestras al azar para determinar el porcentaje de humedad. Las muestras se analizaron por duplicado en diferentes ocasiones, y simultáneamente por el método de Bidwell-Sterling (destilación con tolueno) utilizado como método de referencia. Se desarrollaron curvas del % de humedad con los resultados obtenidos utilizando el método del horno, y además se estableció la correlación entre los resultados de ambos métodos.

Las humedades en base húmeda (bh) de los 3 lotes se establecieron en 17,6%, 33,6% y 64,6% respectivamente por el método del horno, y en 17,5%, 34,2% y 64,5% por el método de Bidwell-Sterling. Ambos resultados se correlacionaron y mostraron una correspondencia lineal que se ajustó con un coeficiente de determinación alto ($R^2 = 0,9991$).

Las curvas del porcentaje de humedad mostraron que la broza de humedad baja se estabiliza en menos tiempo pero en todos los casos el tiempo mínimo fue de 1,5 h. Un análisis de los datos demostró que utilizar 3 repeticiones por muestra garantiza una desviación estándar <0,5% entre ellos. Se concluye que los porcentajes de humedad de pulpa de café obtenidos con la adaptación propuesta tienen una alta correlación con los obtenidos por el método Bidwell-Sterling y presenta ventajas, respecto a este, en cuanto a la cantidad de repeticiones y la simultaneidad del análisis, además de ser menos laborioso, no requerir personal especializado, ser más barato y representar menor contaminación ambiental.

¹Centro de Investigaciones en Granos y Semillas, Universidad de Costa Rica

²Escuela de Ingeniería Agrícola, Universidad de Costa Rica

INTRODUCCIÓN

Debido a la creciente necesidad de utilizar combustibles que sean diferentes de los derivados del petróleo, en los últimos años se ha incrementado la utilización de residuos biomásicos, como fuente alternativa de energía para el secado de productos agrícolas, tanto para consumo humano como para consumo animal. Un producto del beneficiado de café es la cáscara del fruto, conocido como pulpa de café o broza, la cual se considera un residuo sólido de difícil manejo, ya que su acondicionamiento implica altos costos (manejo, transporte y tratamiento). Las alternativas para el uso de este subproducto como fuente de energía requieren de una reducción considerable en su contenido de humedad. Como parte de cualquier proceso para reducir la humedad de este material es indispensable poder determinar rápidamente y con exactitud el contenido de humedad para garantizar un proceso económico y técnicamente eficiente.

Los métodos para la determinación del contenido de humedad de un producto se dividen en dos grandes grupos: métodos directos e indirectos. Los métodos directos, basados en la medición de la pérdida de peso, el volumen extraído o por reacciones químicas del material, miden directamente la cantidad de agua presente en el producto; mientras que los indirectos se basan en la medición de propiedades mecánicas, eléctricas o térmicas del material, las cuales están directamente relacionadas con el contenido de humedad del producto (Broker *et al.*, 1974).

Entre los métodos directos se encuentran el del horno de convección forzada, el de destilación y el de secado por desecantes, los cuales son muy utilizados para calibrar equipos de medición de humedades indirectas en granos y semillas (Alizaga, 1981). Estos métodos son relativamente exactos, sin embargo los dos últimos consumen gran cantidad de tiempo, así como la utilización de equipo costoso y su ejecución debe de realizarse por personal calificado, como es el caso del método destilación con tolueno Bidwell-Sterling (AACC, 2000). En contraste con estos dos métodos, el horno es preciso, de fácil operación y de bajo costo, al ser los equipos y recipientes reutilizables. Sin embargo, a pesar de las desventajas, se considera que los métodos por destilación son ideales para determinar el porcentaje de humedad en alimentos con elementos constitutivos volátiles, ya que garantizan la extracción única del agua contenida en el material (Jamieson, 1974).

El objetivo de este trabajo fue adaptar el método del horno de convección forzada para determinar la humedad de la pulpa del café comparando los resultados con los obtenidos por el método de destilación con tolueno utilizado como método de referencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima

Se utilizó pulpa de café entera recogida inmediatamente después del despulpado en 2 beneficios de café en la Meseta Central durante la cosecha (octubre a enero) de los años 2001 y 2002. El material se recolectó en recipientes herméticos de 10 galones y se almacenó a 10-12°C hasta su análisis (no más de 6 meses).

Prueba preliminar

Se preparó una muestra de pulpa con aproximadamente 65% de humedad, secando una muestra de broza fresca, de 3 kg, en un secador entre 40-50°C. La muestra se sometió a un estudio con el fin de establecer el tiempo requerido en el horno de convección forzada, para estabilizar su peso. Se estableció una temperatura de 103°C tomando en cuenta la semejanza de las características físicas de la broza con la de otros productos en los que se recomienda usar esta temperatura, y el peso de la muestra a analizar se estableció en 5,00g. Para el estudio se colocaron 39 muestras en el horno y cada 10 min se sacaron 3 muestras al azar las cuales se dejaron enfriar por lo menos 15 min en un desecador antes de ser pesadas. Se analizó una muestra de respaldo a las 24 h.

La muestra se analizó, simultáneamente, por el método de destilación con tolueno (Bidwell-Sterling) como método de referencia.

Diseño experimental

Se prepararon 3 lotes de broza con diferentes niveles de humedad (alto, medio y bajo) siguiendo el procedimiento establecido para preparar la muestra preliminar. Las muestras se mantuvieron en recipientes herméticos en refrigeración (10-12°C) hasta su análisis. De cada lote se

analizaron 2 muestras, cada una se analizó independientemente y escogidas al azar (entre las 6 a analizar). Cada una se analizó simultáneamente siguiendo los 2 procedimientos descritos a continuación. Cada muestra se preparó en menos de 5 min de exposición al ambiente.

Método del horno de convección forzada

Se pesaron 36 recipientes metálicos en balanza analítica. La muestra se homogeneizó bien, se pesó 5,00g de la broza en cada recipiente, y éstos se colocaron en el horno estabilizado a 103°C. Se extrajeron muestras de forma triplicada y aleatoria cada 10 min durante el tiempo determinado en la prueba preliminar (2 h). Las muestras se dejaron enfriar en desecadores por lo menos 15 min antes de pesarlas. Se registró la pérdida de peso y el porcentaje de humedad, en base húmeda, se calculó usando la ecuación de Roth *et al.* (1981).

Método por destilación

Se usó el método oficial de Bidwell-Sterling que utiliza tolueno en la destilación (AACC, 2000). Se pesó 10,0 g de la pulpa de café, por duplicado, y se mezclaron cuidadosamente con 75 mL de tolueno (grado 95%) en un balón de 1000 mL, se destiló por 1 h y una vez que se enfrió el condensador y se hubo recuperado todo el líquido en el colector, se determinó el volumen de agua. El porcentaje de humedad se calculó utilizando la ecuación propuesta por Roth *et al.* (1981) dividiendo la masa de agua colectada entre la masa de pulpa utilizada, asumiendo que el peso del agua es de 1,0 g/mL.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se pueden observar los resultados de los porcentajes de humedad de las submuestras extraídas de la muestra de alta humedad utilizada en el estudio preliminar. Al cabo de 45 min de haber ingresado al horno, las muestras perdieron aproximadamente el 90% de su humedad y después de 1 h se obtuvo un contenido de humedad muy cercano al valor final de la muestra con una variación menor a 0,5% en base húmeda (bh).

En la Figura 1 pueden observarse dos comportamientos generales, una primera parte de forma creciente y otra de comportamiento constante. Se determinó que la curva de un polinomio de grado 4 con un coeficiente de correlación alto ($R^2 = 0,9991$), corresponde al mejor ajuste matemático para los valores encontrados.

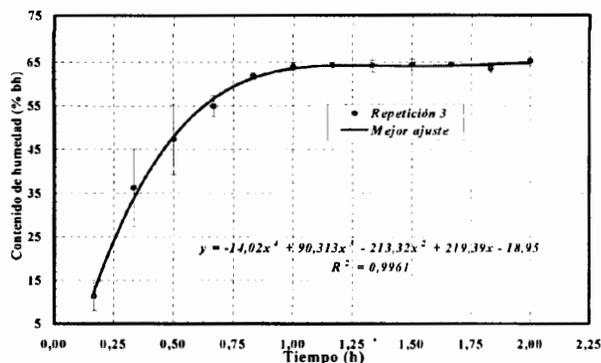


Figura 1. Contenidos de humedad (%bh) durante el proceso de secado de la muestra preliminar de pulpa de café utilizando el método del horno de convección forzada a 103°C y muestras de 5,00g por triplicado.

En las barras de la desviación estándar que se presentan en la Figura 2 se observa que conforme aumenta el tiempo de secado, la variación entre las repeticiones va disminuyendo, una de las razones para esto es que la deshidratación es heterogénea en las muestras al inicio, mientras que se vuelve más uniforme al final del estudio. Como se aprecia en la Figura 2 el porcentaje de error experimental es menor al 5% después de 1 h de secado.

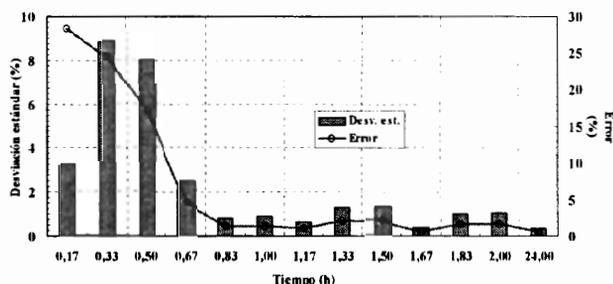


Figura 2. Comportamiento de la desviación estándar de los resultados de los contenidos de humedad obtenidos durante el proceso de secado de la muestra preliminar de pulpa de café utilizando el método del horno de convección forzada a 103°C y muestras de 5,00g por triplicado.

En la Figura 3 se pueden observar los datos obtenidos durante la destilación de la muestra preliminar. Debido a que el tolueno tiene una menor temperatura de ebullición las primeras lecturas obtenidas fueron de este. Por otra parte se puede observar que en una tercera parte del tiempo de análisis se extrajo más del 90% de la humedad contenida en el material. Utilizando la ecuación de Roth *et al.*, 1981 se obtuvo que la pulpa estudiada tenía un 64,0% (bh).

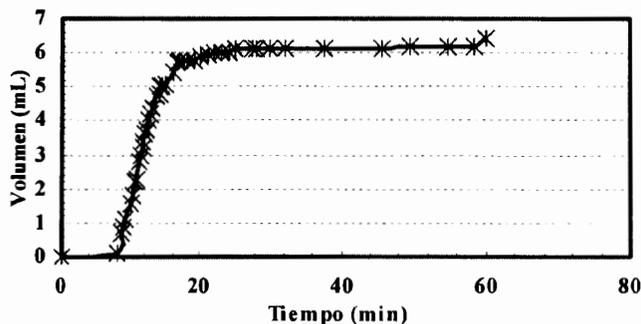


Figura 3. Velocidad de condensación del agua contenida en la muestra preliminar de pulpa de café con el método de destilación Bidwell-Sterling.

Con base en los resultados de este estudio preliminar se logró establecer que la broza de café es un material que libera fácilmente las moléculas de agua al exponerla al calor, y se estableció un tiempo de 2 h para realizar las pruebas con las pulpas de diferentes humedades en el horno de convección forzada.

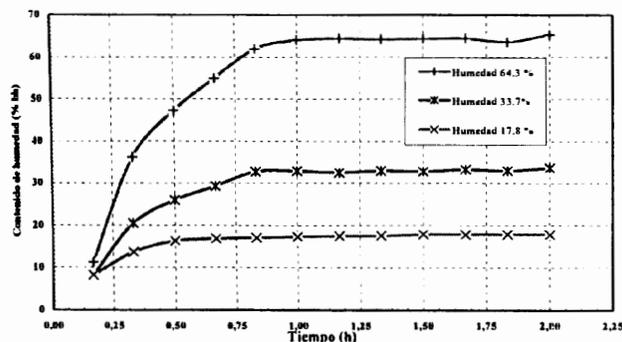


Figura 4. Contenidos de humedad (%bh) durante el secado de muestras de 3 lotes de pulpa de café utilizando el método del horno de convección forzada a 103°C durante 2 h. Cada punto representa el promedio de 3 valores.

En la Figura 4 se presentan los resultados de los porcentajes de humedad de las muestras de los 3 lotes analizados en el horno de convección forzada. Como se puede observar el tiempo requerido para que las muestras se estabilicen está relacionado directamente con el contenido de humedad de las muestras. Vargas (1999) observó un comportamiento similar en la nuez en concha de macadamia; al analizar varios lotes con tres humedades diferentes encontró que las muestras de menor humedad alcanzaron un peso constante a las 5 h, mientras que las de nivel intermedio lo alcanzaron en 14 h y las de humedad alta en 19 h. Asimismo se aprecia (Figura 4) claramente que las muestras de los 3 lotes analizados estabilizan su peso en un tiempo de 1,5 h, sin embargo se consideró proponer 2 h para garantizar que el tiempo mínimo de estabilización se cumple.

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de los porcentajes de humedad de los 3 lotes de pulpa obtenidos por el método del horno, donde se puede apreciar que las diferencias entre las humedades de las muestras de cada lote son muy pequeñas (<0,5%), esto a pesar de que las muestras no se analizaron simultáneamente, sino que al azar, lo que implicó, en algunos casos, tiempos mayores a 22 días entre ambas. Lo anterior demuestra que el sistema de almacenamiento de las muestras en frascos herméticos y en refrigeración es un buen método para conservar la humedad inicial. Por otra parte los resultados indican que utilizar una temperatura de 103 °C en el horno disminuye el riesgo de extraer otros componentes propios del material, lo que introduciría error en la determinación, y además se disminuye el consumo de energía el cual sería mayor si se empleara una temperatura más alta.

Cuadro 1. Humedad (%bh) de muestras de 3 lotes de pulpa de café con diferentes humedades utilizando el método del horno de convección forzada

Lote	Muestras	Humedad Promedio (%bh)*	Desv. Est.	Error
1	M ₁	17,4	0,28	1,61
	M ₂	17,8		
2	M ₃	33,5	0,14	0,42
	M ₄	33,7		
3	M ₅	64,9	0,42	0,66
	M ₆	64,3		

*Muestras de 5,00g a 103°C por 2h, promedio de 3 repeticiones con diferencias <0,2% entre ellas

En el Cuadro 2 se presentan los resultados obtenidos en las determinaciones de humedad utilizando el método de destilación con tolueno donde se puede apreciar que las diferencias entre los porcentajes de las muestras de un mismo lote son menores o iguales al 1%, lo cual corresponde exactamente a la incertidumbre del colector de agua, lo que indica que, para este método, dos repeticiones son suficientes. Además, cabe señalar que aunque las muestras del lote de mayor humedad presentan un % de humedad alrededor de tres veces mayor que las de menor humedad, la precisión del método es igual en ambas, lo que corrobora que la incertidumbre es inherente al método y por lo tanto independiente del % de humedad de la muestra.

Cuando se comparan los datos resultantes del análisis por ambos métodos (Cuadro 3) destaca que la mayor diferencia obtenida entre los datos fue de 1,0 en la muestra M3 y el resto presentó diferencias que resultan relativamente pequeñas si se toma en cuenta las grandes diferencias de humedad entre los 3 lotes estudiados.

Es interesante notar (Cuadro 3) que no se da un comportamiento predominante, de uno de los métodos, respecto a la cantidad de agua extraída, lo que se evidencia en que el % de humedad mayor en unas muestras se obtuvo por el método de destilación y en otras por el método del horno. Lo anterior confirma un comportamiento heterogéneo en variaciones menores al 1% entre los métodos.

Cuadro 2. Humedad (%bh) de muestras de 3 lotes de pulpa de café con diferentes humedades utilizando el método de Bidwell-Sterling

Lote	Muestras	Humedad (%bh)*	Promedio	Desv. Est.	Error
1	M ₁	18,0	17,5	0,71	4,04
	M ₂	17,0			
2	M ₃	34,5	34,2	0,35	1,03
	M ₄	34,0			
3	M ₅	65,0	64,5	0,71	1,10
	M ₆	64,0			

*AACC, 2000. Promedio de 2 repeticiones, muestras de 10,0g

Si se comparan los valores obtenidos para cada muestra, por ambos métodos, se observa (Cuadro 3) una mayor precisión en los determinados por el horno, lo que se debe a que cada muestra se analiza simultáneamente por

triplicado, obteniéndose una precisión de un decimal. En cuanto al error estándar, en el mismo cuadro se aprecia que este fue menor cuando se analizaron las muestras de alta humedad, y por el contrario fue mayor para las de menor humedad, no obstante en todos los casos el error fue menor al 5%. Al respecto cabe señalar que actualmente no se contempla el uso de la pulpa de café como alimento humano y no posee mayor interés comercial, por lo tanto es importante contar con un método que permita evaluar su contenido de agua para estudios técnicos referidos a su uso como fuente alternativa de energía.

Cuadro 3. Comparación de los resultados de la humedad (%bh) de muestras de 3 lotes de pulpa de café utilizando los métodos del horno de convección forzada y de Bidwell-Sterling

Lote	Muestras	Humedad (%bh)		Diferencia	Error ³
		Destilación ¹	Horno ²		
1	M ₁	18,0	17,4	0,6	3,33
	M ₂	17,0	17,8	-0,8	4,71
2	M ₃	34,5	33,5	1,0	2,90
	M ₄	34,0	33,7	0,3	0,88
3	M ₅	65,0	64,9	0,1	0,15
	M ₆	64,0	64,3	-0,3	0,47

¹Destilación con tolueno, muestras de 10,0g por duplicado (AACC, 2000)

²Muestras de 5,00g a 103°C por 2h, por triplicado

³Se considera el valor determinado por destilación como el valor teórico

Si se grafican los valores del Cuadro 3 se logra visualizar (Figura 5) la relación entre los resultados del % de humedad por los dos métodos estudiados. Es evidente la relación directamente proporcional entre ambos métodos siendo el coeficiente de correlación casi uno ($R^2=0,9991$), lo que demuestra que la temperatura de 103°C, por 2 h propuesta

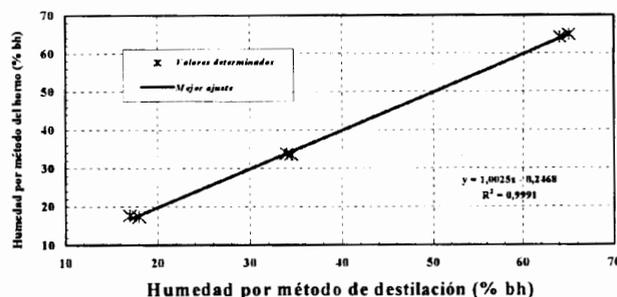


Figura 5. Línea de mejor ajuste para los resultados del % de humedad (bh) de muestras de 3 lotes de pulpa de café utilizando el método del horno de convección forzada y el de destilación con tolueno (Bidwell-Sterling).

en este estudio, garantiza que la pérdida de agua se debe a la evaporación del agua y no a otros materiales constitutivos de la pulpa de café. Si se toma en cuenta que el ámbito de humedad estudiado es característico de la pulpa de café, lo anterior permite concluir que el método propuesto es válido para determinar el porcentaje de humedad de cualquier muestra de pulpa de café.

Habiéndose comprobado que el método propuesto es preciso para determinar el % de humedad de la pulpa de café (considerando los alcances establecidos en este trabajo) cabe mencionar algunas ventajas que presenta el método del horno sobre el de Bidwell-Sterling el cual es considerado uno de los métodos más precisos, y utilizado como método de referencia en este estudio. (1)El método por destilación es más laborioso, requiere operaciones de limpieza de equipo, hermeticidad, estabilización del agua fría, etc., mientras que en el método del horno la parte más delicada es el pesado de las muestras que es un procedimiento sencillo y rápido. Por otro lado en el método por destilación existen riesgos para la salud de las personas lo que exige hermeticidad en el sistema y una eficiente extracción de aire. (2)Por el método de destilación las repeticiones simultáneas quedan limitadas a la capacidad y tamaño del laboratorio (2 en nuestro caso), mientras que el método del horno permite el análisis de un número grande de muestras, que en nuestro caso fue de 186 muestras simultáneas, lo que equivale al análisis de 62 muestras diferentes, cada una por triplicado. (3)El costo del método por destilación es más alto que el del horno debido a varios factores, entre ellos el costo de la cristalería, de los reactivos y el gasto energético. Además se requiere de filtros, bolsas plásticas y jabón especial para la cristalería entre otros. Un costo importante se refiere a la necesidad de contar con un equipo humano calificado para la realización de la prueba. (4)Desde el punto de vista de reutilización de los recursos, los materiales provenientes del horno son reciclables, mientras que los residuos del método por destilación son desechables y deben recibir un tratamiento especial para su eliminación, pues son contaminantes para el ambiente.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a José Castro, Jorge Vargas, Johanny Castro y Cristina Campos por su colaboración en la obtención de datos del horno, a Danilo Alvarado por su asesoría en el método de destilación y a Víctor Jiménez, William Mora, María E. Gómez y Adrián Mazón por sus recomendaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- AACC. 2000. Approved Methods of Analysis. 10 ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota.
- Alizaga, R. 1981. Medición del contenido de humedad en granos básicos con el determinador MOTOMCO modelo 919. Tesis Lic. en Fitotecnia. Universidad de Costa Rica, Escuela de Fitotecnia. San José.
- Asae, Y. 1979. Moisture measurement - forages. American Society of Agricultural Engineers. St. Joseph, Michigan.
- Broker, D., Bakker, F. y Hall, C. 1974. Drying cereal grains. AVI, Connecticut.
- Jamieson, M. 1974. Manejo de los alimentos; prevención de pérdidas. v. 3. Pax-México, México. p. 395 a 564
- Márquez, J. y Marcal, D. 1991. Principios de secado de granos: Psicrometría higroscópica. Tecnología Poscosecha n 8. Santiago, Chile: FAO
- Roth, L., Crow, F. y Mahoney, G. 1981. An introduction to agricultural engineering. Oklahoma State University. AVI, Connecticut. 356 p.
- Vargas, G. 1999. Análisis poscosecha y procesamiento de la nuez en concha de macadamia (*Macadamia integrifolia*) en la zona tropical húmeda de Costa Rica. Tesis Lic. en Ingeniería Agrícola. Escuela de Ingeniería Agrícola, Universidad de Costa Rica, San José.

OBTENCIÓN DE PREPARADOS ENZIMÁTICOS EN POLVO A PARTIR DE PANCREAS DE CERDO

Alberto González¹ y Carlos H. Herrera²

ABSTRACT

OBTENTION OF DRIED ENZYMATIC PREPARATION USING PORCINE PANCREAS

Two enzyme preparations (A and B) were obtained from porcine pancreas by different methods. In method A, the whole pancreas (free of fat and connective tissue) were homogenized, lyophilized and pulverized, obtaining a 25% (w/w) yield. Preparation B was obtained by homogenizing cleaned pancreas and extracting with a buffer solution (0,05 mol/L phosphates, pH 7,5). The extracted fraction was precipitated by the addition of acetone, followed by lyophilization, pulverization, obtaining a 15% (w/w) yield. Enzymatic activity (mmol min⁻¹/mg) was determined for A (0,791), B (0,995) and for a commercial porcine pancreatine (0,381) by measuring the amount of fatty acids by titration with a sodium hydroxide solution, using thymolphthalein as indicator. There was no significant difference ($p > 0,05$) between activity of preparations A and B. However, both preparations showed higher activity ($p < 0,05$) than the commercial pancreatine.

RESUMEN

Se obtuvieron dos preparados enzimáticos en polvo (A y B), a partir de páncreas de cerdos por métodos diferentes. En el método A, los páncreas se homogeneizaron, liofilizaron y luego se pulverizaron, obteniéndose un rendimiento de 25% (m/m). En el método B, los páncreas se homogeneizaron y se sometieron a una extracción con una disolución amortiguadora 0,05 mol/L en fosfatos y de pH 7,5. La proteína extraída se precipitó con acetona y se liofilizó y luego se pulverizó, obteniéndose un rendimiento de 15% (m/m). La actividad enzimática de A y B fue 0,791 y 0,995 mmol min⁻¹/mg de preparado enzimático respectivamente y se comparó con la actividad de una pancreatina comercial (0,381 mmol min⁻¹/mg). No se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre la actividad hidrolítica de A y B, pero su actividad enzimática fue significativamente mayor que en la pancreatina comercial.

INTRODUCCIÓN

La pancreatina es un preparado enzimático obtenido del páncreas de ganado bovino o porcino en cuya composición se incluyen diversas proteasas, amilasas, lipasas, fosfolipasas y otras enzimas. Su pH de acción oscila entre 7,5 y 8,0 y su temperatura óptima es de 37 °C. Las lipasas hidrolizan solamente los acil-lípidos emulsionados, a saber son activas solamente en la interfase agua-lípido. Se presentan en diversos alimentos, tales como la leche, semillas de oleaginosas, cereales, frutas y hortalizas y en el tracto digestivo (Belitz y Grosch, 1992).

La lipasa mejor estudiada es la de páncreas de cerdo: su peso molecular es de 48 kdalton, hidroliza con velocidad decreciente los triacilgliceroles, diacilgliceroles y monoacilgliceroles y posee alta especificidad de hidrólisis de los ácidos grasos esterificados con los grupos hidroxilo primarios de la glicerina (posiciones 1 y 3). La hidrólisis del grupo éster ubicado en la posición 2 de la glicerina, solamente puede llevarse a cabo por una reacción de

¹Escuela de Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica

²Escuela de Química, Universidad de Costa Rica

transesterificación del grupo acilo a la posición 1 ó 3 de la glicerina. La cabeza hidrófoba de la lipasa se fija en la fase oleosa mediante interacciones hidrofóbicas y el centro activo se orienta hacia el enlace éster de la molécula del sustrato. La hidrólisis del enlace éster ocurre con la participación de residuos de serina, histidina y aspartato ubicados en el sitio activo de la enzima (Hernández, 1991; Belitz y Grosch, 1992).

La determinación de la actividad enzimática de la lipasa pancreática implica la medición, en períodos de tiempo definidos, de la cantidad de ácidos grasos formados por la hidrólisis de los triacilgliceroles, a través de una titulación con una disolución de una base de concentración conocida (McGilvery y Goldstein, 1986; Herrera *et al.*, 2003).

En Costa Rica, según información suministrada por el matadero nacional de Coopemontecillos, R.L. (2003), el páncreas de cerdo constituye simplemente un desecho; por lo que se planteó como objetivo de esta investigación utilizar el páncreas de cerdo para la obtención de preparados enzimáticos con una actividad hidrolítica equivalente a las pancreatinas comerciales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de los preparados enzimáticos A y B

Los páncreas de cerdos fueron recolectados en el matadero Coopemontecillos, R.L. y almacenados a una temperatura de 0°C, hasta ser procesados dentro de las 6 h siguientes a su recolección; de otro modo su almacenamiento se realizó en congelación (Bier, 1955).

Método A: Previa remoción del tejido conectivo y grasa, los páncreas se homogeneizaron en una licuadora a alta velocidad hasta obtener un caldo homogéneo, el cual se colocó en bandejas de acero, se congeló a -30°C y se liofilizó (liofilizador Thermovac Industries Corporation, Modelo FDC-4) bajo las condiciones recomendadas por el fabricante del equipo. El producto obtenido se pulverizó, se empacó en bolsas de polietileno de alta densidad y se almacenó a 0°C.

Método B: Los páncreas limpios y parcialmente congelados se molieron en un molino de carne con orificios de salida de 4,8 mm. En forma consecutiva, se extrajo tres veces la proteína de los páncreas con una disolución

amortiguadora de fosfatos (0,05 mol/L, pH 7,5) previamente enfriada a 0°C. El extracto obtenido se precipitó por adición de acetona fría, el precipitado se congeló a -30°C y se liofilizó (liofilizador Labconco, Tray Dryer, Serie 166330) bajo las condiciones establecidas por el fabricante del equipo (Labconco Co., 1998). El liofilizado se pulverizó, se empacó en bolsas de polietileno de alta densidad y se almacenó a 0°C.

Determinación de la actividad lipásica

Se preparó una emulsión (1:1) de aceite refinado de coquito (obtenido de la palma aceitera *Elaeis guineensis*) en una disolución amortiguadora de fosfatos (0,05 mol/L, pH 8,0), utilizando gelatina al 1,5% (m/v) como agente emulsificante (Bier, 1955; Yang *et al.*, 1993).

Se pesaron muestras quintuplicadas de 25,00 g de la emulsión en erlenmeyers de 250 mL, se colocaron en un baño de agua a 37°C y se les adicionó una alícuota de 10,00 mL de una disolución (1,2 mg/mL) de los preparados enzimáticos (A, B y pancreatina Merck, Art. 107130). Se emplearon tiempos de hidrólisis de 0 (blanco) hasta 60 min, a intervalos de 5 min; al final de los cuales se inactivó la enzima por adición de 10 mL de etanol al 95% y se valoró la mezcla de reacción con una disolución valorada de hidróxido de sodio, utilizando timolftaleína como indicador (Herrera *et al.*, 2003). La actividad (mmol min⁻¹/mg) de los preparados enzimáticos se expresó como la cantidad de triacilgliceroles (mmol) hidrolizados por unidad de tiempo (min) y por unidad de masa (mg) del preparado enzimático o de la proteína contenida en cada uno de ellos.

El contenido de proteína de los preparados enzimáticos se determinó utilizando el método de Kjeldahl (AOAC, 1990).

Utilizando la prueba estadística de "Hipótesis de las medias de distribuciones normales con varianzas desconocidas" (Montgomery, 1991), se determinó la existencia o ausencia de diferencias significativas (95% de confianza) entre la actividad lipásica de los diferentes preparados enzimáticos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El manejo de la materia prima, incluyendo su procesamiento, a baja temperatura (cerca a los 0 °C), fue estrictamente necesario para evitar la rápida descomposición de los páncreas. Se observó, además, que con el producto semicongelado se facilitaba la eliminación del tejido conectivo y de la grasa (alrededor de 8-10% de la masa total del páncreas) y se evitaba la pérdida excesiva de fluidos (Bier, 1955). Con la técnica de liofilización se logró eliminar la humedad de los preparados enzimáticos, se evitó la desnaturalización de las proteínas y la eventual pérdida de su actividad enzimática (Belitz y Grosch, 1992).

En el método A se utilizó como materia prima el páncreas entero (libre de grasa y tejido conectivo), por lo cual el rendimiento del proceso fue de un 25% (m/m). En el método B; la extracción selectiva de las proteínas tipo albúmina y globulina, con una disolución amortiguadora y posterior precipitación con acetona, permitió obtener un producto con mayor grado de purificación, pero con un rendimiento menor (15% m/m) (Belitz y Grosch, 1992). Ambos preparados enzimáticos presentaron una apariencia muy similar, un polvo fino y seco de color beige claro.

En el Cuadro 1 se muestra el contenido de nitrógeno, de proteína total y la actividad lipásica de los diferentes preparados enzimáticos (A, B y pancreatina comercial). El contenido de nitrógeno fue significativamente diferente ($p < 0,05$) en los preparados enzimáticos A, B y en la pancreatina comercial. Por el origen del preparado A, su contenido de proteína total fue significativamente mayor ($p < 0,05$) que el del preparado B, lo cual contrasta con su actividad lipásica.

La pancreatina comercial presentó el menor contenido de nitrógeno y de proteína total, debido a la presencia de sustancias inertes o de materiales de relleno agregadas al preparado enzimático, las cuales tienen un efecto diluyente en la composición del producto y en su actividad enzimática. Los materiales de relleno más usuales son los agentes antiaglutinantes, que evitan la formación de grumos o la aglomeración del producto y los agentes dispersantes, que facilitan la dispersión del producto en el medio en que se aplica (Merck, 2003).

Cuadro 1. Contenido de nitrógeno total, proteína total y actividad lipásica de los preparados enzimáticos A, B y de la pancreatina comercial

Preparado	Nitrógeno (%, m/m)	Proteína (%, m/m)	Actividad lipásica ($\mu\text{mol min}^{-1}/\text{mg}$ de preparado)	Actividad lipásica ($\mu\text{mol min}^{-1}/\text{mg}$ de proteína)
A	10,8 ^a	67,5 ^a	0,791 ^a	1,17 ^a
B	9,7 ^b	60,6 ^b	0,995 ^a	1,64 ^b
Pancreatina	3,6 ^c	22,4 ^c	0,381 ^b	1,70 ^b

Superíndices diferentes en cada columna indican diferencia significativa ($p < 0,05$)

La actividad enzimática promedio ($\text{mmol min}^{-1}/\text{mg}$ de preparado enzimático) de A y B no presentó diferencias significativas (95% de confianza); sin embargo, la actividad lipásica de la pancreatina comercial fue significativamente menor ($p < 0,05$) que la de los preparados A y B, debido al

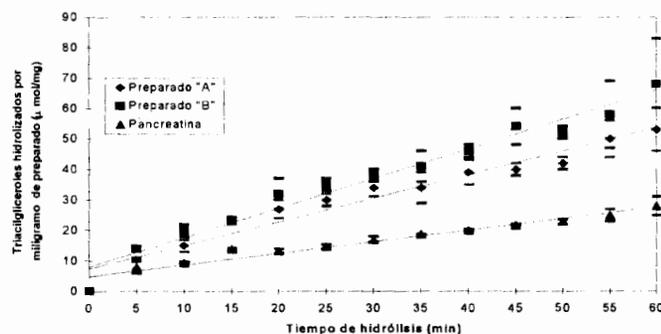


Figura 1. Comparación de la actividad lipásica promedio por unidad de masa (mg) de los preparados enzimáticos A, B y de la pancreatina comercial.

En la Figura 1 se presenta una comparación de la actividad lipásica ($\text{mmol min}^{-1}/\text{mg}$) de los diferentes preparados enzimáticos, mostrando para cada tiempo de hidrólisis (min), la actividad enzimática promedio y los valores máximo y mínimo obtenidos experimentalmente. Se puede observar que hay superposición de las gráficas de los preparados enzimáticos A y B, demostrando su igualdad a nivel estadístico ($p > 0,05$). La pancreatina comercial presentó siempre una velocidad de hidrólisis significativamente menor ($p < 0,05$) que la de los preparados A y B, sin superposición alguna de las gráficas correspondientes.

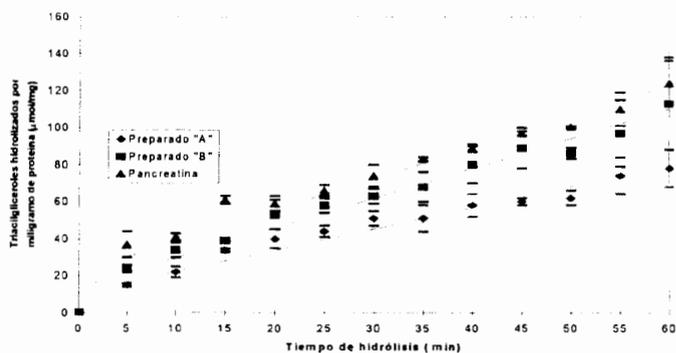


Figura 2. Comparación de la actividad lipásica promedio por unidad de masa (mg) de proteína contenida en los preparados enzimáticos A, B y en la pancreatina comercial.

La actividad lipásica promedio ($\text{mmol min}^{-1}/\text{mg}$ de proteína) de los diferentes preparados enzimáticos se presenta en el Cuadro 1 y en la Figura 2. En este caso, no se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre la actividad enzimática del preparado B y de la pancreatina comercial. Al expresar la actividad enzimática (mmol min^{-1}) por unidad de masa (mg) de proteína; no se está considerando el efecto diluyente de los materiales de relleno de la pancreatina comercial, por lo tanto su actividad enzimática se incrementó hasta igualar estadísticamente la actividad del preparado B. El preparado A, por su origen presentó el contenido de proteínas más elevado; sin embargo, mostró una actividad lipásica significativamente menor ($p < 0,05$) que la del preparado B y de la pancreatina comercial, debido a que una fracción de estas proteínas no tienen actividad lipolítica.

BIBLIOGRAFÍA

AOAC. 1990. Association of Official Analytical Chemists Official Methods of Analysis. 15 ed. Vol II. Arlington, Virginia.

Belitz, H.D. y Grosch, W. 1992. Química de los alimentos. 2 ed. Acirbia, Zaragoza.

Bier, M. 1955. Methods in enzymology: lipases. Vol. I. Academic Press, New York.

Hernández, M. 1991. Proteasas y lipasas de leche: enzimas termoresistentes de bacterias psicrotrófas y su efecto en leche y productos. Rev. Agroquim. Tecnol. Alim. 31(1): 5.

Herrera, C.; Bolaños, N. y Lutz, G. 2003. Química de alimentos: Manual de Laboratorio. EUCR. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio. San José.

Labconco Co. 1998. Tray dryer operation manual. Serie 166330. USA.

Merck Catalogue. 2003. Biochemical reagents. Pancreatine from hog pancreas (Art. 107130). Technical information.

McGilvery, R. y Goldstein, G. 1986. Bioquímica: Aplicaciones clínicas. 3 ed. Nueva Editorial Interamericana, México.

Montgomery, D.C. 1991. Control estadístico de la calidad. Editorial Iberoamérica, México, D.F.

Solís, E. 2003. Coopemontecillos R.L. Comunicación personal.

Thermovac Industries Corporation. 1998. Operation manual. Model FDC-4. USA.

Yang, B., Harper, W.J. y Parkin, K.L. 1993. Control of lipase-mediated glycerolysis reactions with butteroil in single liquid phase media with 2-methyl-2-propanol. J. Agric. Food Chem. 41(11): 1899-1900.

OBTENCIÓN DE UN EMULSIFICANTE TIPO ACILGLICEROL POR HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA DE ACEITE DE COQUITO CON UN PREPARADO DE LIPASA PANCREÁTICA PORCINA

Alberto González¹ y Carlos H. Herrera²

ABSTRACT

OBTENTION OF AN ACILGLICEROL TYPE EMULSIFIER BY ENZYMATIC HYDROLYSIS OF PALM KERNEL OIL USING A PORCINE PANCREATIC LIPASE

A mono-diglyceride-based emulsifier was obtained through hydrolysis of palm kernel oil (from African palm *Elaeis guineensis*), using a porcine pancreas lipase-active enzymatic preparation. Reaction conditions were: 25 g of the enzyme preparation (1,0 mmol min⁻¹/mg); 0,50 mol of palm kernel oil emulsified in a buffer solution (1,0 mol/L phosphates and pH 8,0) in a 40:60 relation, using 1,5% gelatin as emulsifier. The reaction was carried out at 37 °C during 20 min. After a proper extracting procedure, an opaque yellow-colored jellylike product was obtained. The analysis of emulsifier showed 11,5% of b-monoglycerides, 35% of a-monoglycerides, 34% of diglycerides and glycerol, and 19% of triglycerides. Fatty acid composition showed a significant decrease in the saturated fatty acid content along with an increase in the proportion of the unsaturated ones in comparison with the original palm kernel oil. Stable water/oil emulsions were obtained with oil contents ranging from 0 to 60%, at low emulsifying gel level (0,4%). Due to its composition, this emulsifying gel falls into the category of "mono-diacilglycerides", being an excellent oil-in-water type emulsifier.

RESUMEN

Se obtuvo un emulsificante tipo acilglicerol bajo las siguientes condiciones de hidrólisis: 25 g de preparado de lipasa pancreática porcina (1,0 mmol min⁻¹/mg); 0,50 mol de aceite de coquito del fruto de la palma africana (*Elaeis guineensis*) emulsificado con una disolución amortiguadora 1,0 mol/L en fosfatos y de pH 8,0 en una proporción 40:60 (v/v), utilizando gelatina al 1,5% (m/v), como emulsificante. La reacción se llevó a cabo a 37° C por un período de 20 min. Se obtuvo un producto "tipo gel", de color amarillo opaco, constituido por un 11,5% de b-monoacilgliceroles, 35% de a-monoacilgliceroles, 34,4% de diacilgliceroles y glicerina, y un 19% de triacilgliceroles. La composición de ácidos grasos del emulsificante mostró una disminución significativa en el contenido de ácidos grasos saturados y un aumento significativo en la proporción de ácidos grasos insaturados en comparación con el aceite de coquito. Por su composición, el emulsificante se clasificó en la categoría de "mono-diacilgliceroles", siendo un excelente agente emulsionante del tipo aceite en agua, con un porcentaje de incorporación de aceite hasta de 60%, a un nivel de uso de 0,4%.

INTRODUCCIÓN

El aceite de coquito es un producto obtenido en Costa Rica a partir de la palma aceitera (*Elaeis guineensis*). El coquito representa un 4,5% de la fruta de la palma africana y el rendimiento de obtención del aceite crudo es del 4% (Tan y Kuntom, 1994). Tiene poca aplicación en la industria alimentaria debido a su alto contenido de ácidos grasos saturados (Berger, 1986), por lo que se utiliza en la producción de jabones, cosméticos, entre otros.

Los mono y diacilgliceroles son sustancias de origen lipídico utilizados como emulsificantes. Son clasificados como productos GRAS (generalmente reconocidos como seguros) y a nivel industrial tienen innumerables aplicaciones en la elaboración de

¹Escuela de Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica.

²Escuela de Química, Universidad de Costa Rica.

margarinas y helados, entre otras (Boyle, 1997). Se pueden obtener por hidrólisis de triacilglicérols en medio alcalino (Boyle, 1997; Gross, 1991; Yang *et al.*, 1993a; González, 1989; Belitz y Grosch, 1992) y más recientemente por hidrólisis (Boyle, 1997; Yang *et al.*, 1993b). En los triacilglicérols de origen vegetal las posiciones 1 y 3 (α y α') de la glicerina se encuentran esterificadas mayoritariamente con ácidos grasos saturados; por lo tanto una hidrólisis enzimática con la lipasa pancreática permitiría obtener una mezcla de mono y diacilglicérols esterificados principalmente con ácidos grasos insaturados. Entre las ventajas de la hidrólisis enzimática se destacan la especificidad de la reacción, las condiciones moderadas de operación y su alta efectividad (IFT, 1991; Belitz y Grosch, 1992).

Un emulsificante debe presentar las siguientes características: facilidad de disolución y dilución, facilidad de formación de la emulsión, reducir la tensión superficial de las sustancias a emulsionar, presentar especificidad al tipo de emulsión que se desea obtener, no presentar un desequilibrio marcado entre los grupos polares y no polares; debe ser inodoro, incoloro e insípido, física y químicamente estable a las condiciones de manufactura, transporte y almacenamiento y de bajo costo (González, 1989).

En el año 2000, Costa Rica importó alrededor de 230 TM de agentes emulsificantes y estabilizantes, los cuales son mezclas de mono y diacilglicérols de composición variable (hasta 90% de monoacilglicérols), que pueden contener en forma adicional gomas vegetales, carragenina y carboximetilcelulosa y dextrosa, entre otros (Igoe, 1983; BCCR, 2000).

Por tal razón se propuso como objetivo de este estudio obtener un emulsificante de tipo acilglicérol, a través de la hidrólisis enzimática de los triacilglicérols del aceite de coquito con un preparado de lipasa pancreática porcina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó un preparado enzimático en polvo obtenido del páncreas de cerdo, con una actividad hidrolítica de 1,0 mmol min⁻¹/mg (González, 1998).

La masa del preparado enzimático (25 g) se calculó, considerando una cantidad de 0,50 mol de aceite de coquito y un tiempo de hidrólisis de 20 min. El aceite y la disolución amortiguadora (1,0 mol/L en fosfatos pH 8) se emulsificaron en una proporción 40:60 utilizando gelatina como agente emulsificante (1,5% m/v). Todos los ensayos se llevaron a cabo a un pH de 8,0 y a una temperatura de 37°C, condiciones bajo las cuales la lipasa pancreática muestra su máxima actividad (Yang *et al.*, 1993a).

La reacción de hidrólisis de los triacilglicérols se controló a través de la formación de los diferentes productos: monoacilglicérols, diacilglicérols y ácidos grasos libres, empleando la técnica de cromatografía de capa fina sobre gel de sílice, una mezcla de éter de petróleo:éter etílico:ácido acético (90:10:1) como fase móvil y vapores de yodo como agente revelador (Belitz y Grosch, 1992); o por titulación de los ácidos grasos formados durante la reacción, con una disolución valorada de hidróxido de sodio, utilizando timolftaleína como indicador (Herrera *et al.*, 2003).

Después de la hidrólisis, el producto obtenido se disolvió en 500 mL de etanol 95% y se adicionó 50 g de cloruro de calcio anhidro, para precipitar los fosfatos de la disolución amortiguadora. El precipitado se separó por centrifugación y se lavó en forma consecutiva con alcohol. Al extracto alcohólico se le agregó una disolución alcohólica de hidróxido de sodio 0,50 mol/L, para precipitar los ácidos grasos como sales de sodio. El precipitado formado se removió por centrifugación y el extracto alcohólico se evaporó a sequedad, a presión reducida y a una temperatura de 40°C. Se obtuvo un producto "tipo gel", de color amarillo opaco y la cromatografía de capa fina mostró que estaba constituido mayoritariamente por una mezcla de mono y diacilglicérols.

Se determinó los índices de yodo, saponificación y acidez del aceite de coquito refinado, siguiendo la metodología de la AOAC (1990) y la composición de ácidos grasos por la técnica de cromatografía de gases utilizando un cromatógrafo de gases Perkin Elmer (Autosystem), bajo las siguientes condiciones: columna capilar Supelcowax 10 (30 m largo, 0,25 mm diámetro), temperatura inicial de 180°C por 0 min,

temperatura final de 240 °C por 15 min, con un gradiente de 2°C/min. El inyector y el detector (FID) se encontraban a una temperatura de 220 y 260°C respectivamente. Las muestras de aceite fueron transesterificadas con hidróxido de tetrametilamonio al 25% en metanol, según el procedimiento descrito por Metcalfe y Wang (1981). Los diversos ácidos grasos fueron identificados utilizando patrones de la compañía Matreya Inc. (Qualmix M1135, Qualmix S1094, PUFA-1 1093 y PUFA-2 1081).

Al emulsificante se le determinó los índices de yodo, saponificación, acidez y la composición de los ácidos grasos utilizando la metodología descrita anteriormente. Se cuantificó la proporción de monoacilglicerol totales, α - y β -monoacilglicerol con los métodos Cd 11c-93 y Cd 11-57 de la AOCS (1998).

La capacidad de emulsificación del emulsificante obtenido se determinó a través de la medición del tiempo de los ensayos. Como control; se utilizó un emulsificante comercial (ITAL E 700-1, Nutriquím, S.A.), con 32-34% de α -monoacilglicerol; 0,3% de ácidos grasos libres, 4-7% de glicerina, con un índice de yodo entre 3,5 y 4,0 cg/g, un punto de fusión de 58-60°C, que actúa en la interfase agua-grasa y el nivel de uso recomendado oscila entre 0,1 y 0,4%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A través de la hidrólisis enzimática del aceite de coquito con el preparado enzimático de lipasa pancreática porcina se obtuvo un emulsificante "tipo gel", de color amarillo opaco, con un rendimiento del 60%. En el Cuadro 1 se presentan las características generales del aceite refinado de coquito y del emulsificante obtenido experimentalmente a través de la reacción de hidrólisis de los triacilglicerol con la lipasa pancreática.

Las características generales del aceite de coquito indican la presencia de triacilglicerol con una masa molar promedio de 680-690 g/mol, derivados mayoritariamente de ácidos grasos saturados. El emulsificante presentó un índice de saponificación significativamente menor ($p < 0,05$), debido a la

hidrólisis de las uniones éster de los triacilglicerol por la acción de la lipasa, infiriendo que el producto obtenido está formado por una mezcla de mono y diacilglicerol. Además, el emulsificante mostró un leve incremento en el índice de yodo, lo cual indica un enriquecimiento del mismo en ácidos grasos insaturados (Belitz y Grosch, 1992).

Cuadro 1. Características generales del aceite refinado de coquito y del emulsificante obtenido en la reacción de hidrólisis con lipasa pancreática porcina

Característica	Aceite de coquito	Emulsificante
Índice de yodo (cg I ₂ /g)	16 ± 1	20 ± 1
Índice de saponificación (mg KOH/g)	244 ± 3	128 ± 3
Índice de acidez (mg KOH/g)	3,80 ± 0,01	2,40 ± 0,01

En el Cuadro 2 se presenta la composición de los ácidos grasos del aceite de coquito y del emulsificante. El aceite de coquito contiene 85,2% de ácidos grasos saturados, destacándose el alto contenido de los ácidos láurico (12:0), mirístico (14:0) y palmítico (16:0); todos de reconocido potencial aterogénico. Una comparación en la composición de los ácidos grasos del aceite de coquito y del emulsificante obtenido permitió observar una disminución significativa ($p < 0,5$) de 16-18% en el contenido de ácidos grasos saturados y un aumento significativo de más del 100% en la proporción de

Cuadro 2. Composición porcentual de ácidos grasos del aceite de coquito y del emulsificante obtenido en la reacción de hidrólisis con lipasa pancreática porcina

Acido graso	Aceite de coquito	Emulsificante
6:0	0,6	---
8:0	4,6	2,0
10:0	3,9	2,2
12:0	51,3	44,6
14:0	15,4	12,6
16:0	7,4	5,9
18:0	2,0	1,8
18:1	12,8	16,8
18:2	2,0	10,3
18:3	---	3,0
No identificados	2,0	0,8
Total de saturados	83,2	69,1
Total de insaturados	14,8	30,1

ácidos grasos insaturados. Este comportamiento está acorde con la distribución de los ácidos grasos en la molécula del triacilglicerol (mayoritariamente saturados en las posiciones 1, 3 e insaturados en la posición 2) y con la acción de la lipasa pancreática, que hidroliza en forma selectiva y a mayor velocidad los grupos ésteres de las posiciones 1 y 3 (α y α^1) del triacilglicerol (Belitz y Grosch, 1992).

En el Cuadro 3 se muestra la composición del emulsificante en cuanto al contenido porcentual de triacilglicerol, diacilglicerol, monoacilglicerol y otros componentes polares. De acuerdo con la composición del emulsificante obtenido este se pudo clasificar en la categoría de "Mono-diacilglicerol" (Boyle, 1997).

Cuadro 3. Composición del emulsificante obtenido por hidrólisis de aceite de coquito con lipasa pancreática porcina

Componente	Contenido % (m/m)
α -Monoacilglicerol	35,0
β -Monoacilglicerol	11,5
Diacilglicerol y glicerina	34,4
Triacilglicerol	19,0

Debido a la acción hidrolítica selectiva de la lipasa pancreática sobre los grupos éster ubicados en las posiciones 1 y 3 (α y α^1) de la molécula de triacilglicerol; era esperable una mayor proporción de β -monoacilglicerol que de α -monoacilglicerol, contrario a lo obtenido experimentalmente. Esta situación tan particular, pudo ser explicada a través de la reacción de transesterificación del isómero β -en el α -monoacilglicerol correspondiente, la cual es catalizada en medio básico. La reacción de hidrólisis se llevó a cabo en una disolución amortiguadora de pH 8,0; por lo que existía en el medio suficiente ión hidróxido para promover la interconversión de los β -monoacilglicerol en α -monoacilglicerol (Gross, 1991; Belitz y Grosch, 1992; O'Connor y Barton, 1998).

En el Cuadro 4 se muestra la capacidad emulsificante del producto obtenido y de un emulsificante comercial (ITAL E 700-1) escogido como control.

Cuadro 4. Tiempos de coalescencia de emulsiones agua-aceite utilizando 0,4% m/v del emulsificante obtenido experimentalmente y del ITAL E 700-1

Proporción agua:aceite (% v/v)	Tiempo de coalescencia de las fases	
	ITAL E 700-1 (min)	Emulsificante (h)
90:10	Inmediata ¹	Mayor de 27 h ²
80:20	Inmediata ¹	Mayor de 27 h ²
70:30	5	Mayor de 27 h ²
60:40	5	Mayor de 27 h ²
50:50	5	Mayor de 27 h ²
40:60	4	Mayor de 27 h ²
30:70	11	Inmediata ¹
20:80	12	Inmediata ¹
10:90	135	Inmediata ¹

¹ La emulsión obtenida después del tiempo de homogeneización (3 min) no fue uniforme y se observó una separación de fases inmediata.

² Después de 27 h no se observó rompimiento de la emulsión, ni separación de fases, por lo cual se dejó de observar su comportamiento y se dio por concluida la prueba.

Se estableció que el ITAL E 700-1 actúa mejor en emulsiones de agua en aceite. No fue posible incorporar más de un 10% (v/v) de agua, pues la ruptura de la emulsión se daba en menos de 15 min, incluso con sólo un 10% de agua tardó solamente 135 min en presentar indicios de separación de fases. El emulsificante obtenido presentó una excelente capacidad de emulsificación en una emulsión de aceite en agua, con un porcentaje de incorporación de aceite hasta del 60%. Esto se evidenció claramente en las pruebas de coalescencia, ya que después de 27 h de preparada la emulsión, las emulsiones aún no daban indicios de separación.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15 ed. Vol II. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia.
- AOCS. 1996. Official methods and recommended practices. 4 ed. Vol I. American Oil Chemists Society. USA.

- BCCR, 2000. Oficina de importaciones, Banco Central de Costa Rica. Comunicación personal.
- Belitz, H.D. y Grosch, W. 1992. Química de los alimentos. 2 ed. ACRIBIA. Zaragoza,
- Berger, K. 1986. Palm oil products: why and how to use them. *Food Technol.* 40(9): 72, 74-79.
- Boyle, E. 1997. Monoglycerides in food systems: current and future uses. *Food Technol.* 51(8): 52-59.
- González, A. 1998. Obtención de un emulsificante a base de monoglicéridos a partir de aceite de coquito refinado utilizando un preparado de lipasa pancreática porcina. Tesis Lic. en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica, Escuela de Tecnología de Alimentos. San José.
- Gross, A. 1991. Enzymatic catalysis in the production of novel food ingredients. *Food Technol.* 45(1): 96, 97.
- Herrera, C., Bolaños, N. y Lutz, G. 2003. Química de alimentos: Manual de Laboratorio. EUCR. Universidad de Costa Rica, Escuela de Química. San José.
- Igoe, R. 1983. Dictionary of food ingredients. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Institute of Food Technologists. 1991. Enzymes: catalysts for food processes. *Food Technol.* 45(1): 78.
- Metcalfe, L.D. y Wang, C.N. 1981. Rapid preparation of fatty acid methyl esters using organic base-catalyzed transesterification. *J. Chromat. Sci.* 19: 530-534.
- O'Connor, C.J. & Barto, R.H. 1998. Acyl transfer isomerization of glycerol 1,2-dibutyrate and propane-1,2-diol 1-butyrate. *Australian J. Chem.* 51: 455-459.
- Tan, Y. y Kuntom, A. 1994. Hydrocarbons in crude palm kernel oil. *J. AOAC* 77(1): 67, 68.
- Yang, B., Harper, W.J. y Parkin, K.L. 1993a. Control of lipase-mediated glycerolysis reactions with butteroil in single liquid phase media with 2-methyl-2-propanol. *J. Agric. Food Chem.* 41(11): 1899-1900.
- Yang, B., Harper, W.J. y Parkin, K.L. 1993b. Control of lipase-mediated glycerolysis reactions with butteroil in dual liquid phase devoid of organic solvent. *J. Agric. Food Chem.* 41(11): 1905-1909.

EFECTO DE LA ADICIÓN DE PECTINESTERASA SOBRE LA FIRMEZA DE FRESAS (*Fragaria ananassa* c.v. El Santa) PROCESADAS COMO MERMELADA

Patricia Esquivel¹, Ingrun Münscher², Oliver Maier², Reinhold Carle²

ABSTRACT

EFFECT OF PECTINESTERASE TREATMENT ON FRUIT FIRMNESS OF STRAWBERRIES (*Fragaria ananassa* c.v. El Santa) PROCESSED AS MARMALADE

The effect of the addition of a pectinesterase and calcium over the firmness of strawberries with 3 different ripening grades (unripe, semi-ripe, ripe) processed as a marmalade to be used in yogurt was evaluated. When unripe strawberries, showing a higher firmness than those that had already started the ripening process, were employed as raw material in the presence of pectinesterase and calcium, an increase in firmness was observed ($p < 0,05$). On the contrary, no effect was observed when strawberries that showed some progress in their ripening were used. None of the different ripening stages evaluated, showed significant differences ($p > 0,5$) in firmness of fresh fruits when compared with processed fruits in the absence of pectinesterase and calcium. Unexpectedly, the addition of pectinesterase and calcium in the strawberry preparation did not improve firmness of ripe strawberries studied. It is suspected that the addition of ingredients in the fruit preparation, such as starch, due to its gelling capacity, may be the reason for the absence in reduction of firmness after processing without addition of the enzyme and calcium, and also for the absence of a positive effect of the enzyme on the firmness of ripe strawberries. As observed, depending on the process, ingredients used, ripening stage, and desired firmness, the use of enzymes to increase firmness of strawberries processed as marmalade could not be necessary.

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la adición de una pectinesterasa y calcio, utilizando fresas con 3 diferentes grados de madurez (inmadura, semi-madura, madura) sobre la firmeza de éstas procesadas en forma de mermelada para yogur. Al utilizarse fresas inmaduras, cuya firmeza es mayor con respecto a las fresas donde se ha iniciado el proceso de maduración, se observó un incremento en la firmeza ($p < 0,05$) al adicionarse una pectinesterasa y calcio en la preparación, lo que no se observó en los casos donde se utilizaron fresas con cierto grado de maduración. En fresas semi-maduras y maduras, no se observó un efecto negativo ($p > 0,05$) sobre la firmeza de las frutas después de elaborada la mermelada sin la adición de pectinesterasa y calcio. Contrario a lo esperado, la utilización de la pectinesterasa y calcio en la elaboración de mermelada a partir de fresas maduras no representó ninguna ventaja en relación con la firmeza de las frutas frescas. Se considera que la presencia de almidón, debido a su capacidad gelificante, puede tener un efecto positivo sobre la textura, razón por la que no se observó un efecto negativo durante el procesamiento sin la adición de la pectinesterasa y calcio, ni un incremento evidente al adicionarlos. Se considera que dependiendo del proceso, los ingredientes utilizados, el grado de maduración y el nivel de firmeza deseado, se podría prescindir del uso de enzimas para mejorar la firmeza de las fresas procesadas en forma de mermelada.

INTRODUCCIÓN

Una firmeza adecuada es un atributo de alto valor en los productos procesados a partir de fresa madura (Carle *et al.*, 2001). Así, por ejemplo, la presencia de trozos firmes de esta fruta en las mermeladas utilizadas para la elaboración de derivados lácteos, tales como el yogur, es un aspecto de calidad importante (Carle, 1997). Durante la maduración de frutos ocurre una pérdida de firmeza natural, producto de la degradación parcial de los

¹ Escuela de Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica

² Institute of Food Technology, Universidad de Hohenheim, Stuttgart, Alemania

polisacáridos pécticos, con la consiguiente solubilización de la pectina y la liberación de ácidos urónicos, galactosa y arabinosa (D'Amour *et al.*, 1993). Por otra parte, durante el procesamiento, la principal causa de pérdida de firmeza es el tratamiento térmico. Los cambios estructurales que se presentan durante el calentamiento incluyen pérdida de turgencia, liberación del aire ocluido, y degradación de los polisacáridos de la pared celular y la lamela media. Sin embargo, el principal efecto del calentamiento sobre la textura se da por la separación de células debido a la degradación de la pectina presente en la lamela media (Stanley *et al.*, 1995). Una alternativa para la elaboración de mermeladas, con trozos de frutos con mayor firmeza, puede ser la utilización de frutos con grados menores de madurez como materia prima. Las deficiencias que presentan estas frutas se pueden solventar con la adición de aromas y colorantes naturales (Carle, 1999).

Las pectinas son polisacáridos compuestos básicamente por ésteres de metilo del ácido galacturónico, con interrupciones ocasionales de la cadena mediante ramnosas y cadenas laterales de arabinosa y galactosa. Como se mencionó anteriormente, estos carbohidratos contribuyen considerablemente en la textura de frutas y vegetales, tanto frescos como procesados, debido a su localización en la pared celular y entre las células, actuando como pegamento intercelular. Varios aspectos pueden afectar la fuerza de unión que la pectina ejerce, entre los cuales son de gran importancia las actividades de ciertas enzimas, tales como la pectinesterasa, la pectato hidrolasa, y la liasa presentes en los tejidos. De las anteriores, la pectinesterasa y la pectato hidrolasa son, posiblemente, las de mayor importancia (Adams, 1991).

La pectinesterasa ejerce su acción catalizando la desesterificación de la pectina en pectatos y metanol. Los iones divalentes, particularmente los iones de calcio, forman enlaces cruzados con bloques de los grupos carboxilo de los pectatos de la cadena pectídica, formándose un gel de pectato de calcio, el cual aumenta la firmeza (Neal, 1965).

Se han seguido dos estrategias para aprovechar la acción de las pectinesterasas para mejorar la textura de frutas procesadas. Por un lado, está la adición de enzimas de origen microbiano (Grassin y Fauquembergue, 1993) y, más recientemente, la activación de una pectinesterasa

endógena (Carle *et al.*, 2001). La pectinesterasa originaria del tejido vegetal, actúa en forma de bloques, a lo largo de la cadena de pectina, favoreciendo la formación de bloques libres de grupos carboxilo lo que da como resultado una estructura sensible al calcio, no así en el caso de las enzimas microbianas, a excepción de la producida por el hongo *Trichoderma reesei*, donde la desesterificación se da de forma aleatoria (Walter, 1991).

En estudios previos se ha observado un incremento en la firmeza de algunas frutas enlatadas (manzanas, melocotones y tomates) relacionado con la actividad enzimática de la pectinesterasa (Adams, 1991). En la actualidad empresas tales como Gist-Brocades y Novoenzymes comercializan diferentes tipos de pectinesterasas para ser utilizadas en el mejoramiento de la textura de frutas y vegetales procesados. Carle *et al.*, 2001 describen el aumento de firmeza en fresas enlatadas mediante la activación de una pectinesterasa endógena y un almacenamiento a bajas temperaturas. Por otro lado se observó que el contenido de calcio agregado en el procesamiento de vainicas se correlaciona con la firmeza (Chang *et al.*, 1996).

Debido a la importancia que la adición de pectinesterasa ha demostrado tener sobre la textura de otros frutos procesados, en este trabajo se pretendió evaluar el efecto de su adición, en conjunto con un suplemento de calcio, sobre la firmeza de fresas con diferentes grados de maduración, preparadas como mermelada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron frutos de fresa (*Fragaria ananassa* Duch. cv. El Santa) con tres grados de maduración: maduras (coloración roja completa), medianamente maduras (coloración roja incompleta) e inmaduras (coloración verde). Los frutos se lavaron con agua, se les eliminó el pedúnculo de forma manual y se congelaron en nitrógeno líquido para su uso posterior.

Las fresas (1,5 kg de cada uno de los 3 grados de maduración) se llevaron a una temperatura de 45°C bajo agitación en una marmita. Se adicionó 375 g de agua, 240 g de sacarosa, 2,0 g de citrato de sodio y 3,66 g de cloruro de calcio. Posteriormente se agregó la enzima (1 ppm, Rapidase FP Super, Gist Brocades) junto con 1000 ppm de Ca⁺² en forma de cloruro de calcio, en aquellos tratamien-

tos que así lo requerían. La mezcla se mantuvo en agitación (10 rpm) a 45°C durante 30 min. En este punto la temperatura se incrementó a 65°C. Se adicionó sirope de glucosa (280 g), pectina de manzana con alto grado de esterificación (12,0 g) y almidón (40 g) (previamente mezclados utilizando un Ultraturrax). La mezcla se calentó a 96°C con agitación durante 6 min, e inmediatamente la mermelada se envasó en frascos de vidrio los cuales se sellaron.

Los análisis de textura en fresas frescas y procesadas se realizaron a 20°C utilizando un Instron Testing Machine, modelo 4301 (Instron Corp., Canton, USA) equipado con una celda Kramer. La velocidad de compresión fue de 10 mm min⁻¹ hasta alcanzar una fuerza de 0,5 N, momento en el cual se cambió la velocidad a 200 mm min⁻¹ para el segundo nivel y 25 mm de desplazamiento. Para la extrusión, se utilizaron 100 ± 1 g de fruta. Se determinaron las fuerzas máximas de compresión para evaluar la firmeza de los frutos para cada grado de madurez, con y sin tratamiento.

Utilizando 5 repeticiones de cada tratamiento para los diferentes grados de madurez, se realizó un ANDEVA unifactorial para determinar el efecto de los tratamientos y la madurez sobre la firmeza de los frutos. Utilizando el programa Statistica for Windows (Statsoft Inc. Tulsa, Oklahoma, USA), se aplicó la prueba de Tukey (Spjotvoll-Stoline) para determinar diferencias significativas entre tratamientos (p<0,05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como era de esperar, se observó una disminución en la firmeza de las frutas frescas de acuerdo con el avance en la maduración (Cuadro 1). Este comportamiento se ha relacionado con la degradación de la pared celular en diferentes frutos, mediante la actividad de una poligalacturonasa (Seymour y Gross, 1996) la cual en las fresas tiene una actividad baja o está ausente del todo (Huber, 1984). Carpita y Gibeaut (1993) señalan que la pérdida de firmeza durante la maduración de las fresas podría explicarse principalmente por la acción de la pectato liasa. Esto se ve apoyado por un estudio realizado con plantas de fresa a las cuales se les suprimió la actividad de esta enzima mediante

transformación genética. Estas plantas poseían frutos más firmes durante la maduración que sus contrapartes no transformadas (Jiménez *et al.*, 2002).

En el Cuadro 1 se observa el incremento obtenido en la firmeza de las fresas inmaduras procesadas con la adición de pectinesterasa y calcio, en comparación con las frutas sin procesar y con las procesadas sin la adición de la enzima y calcio. Esto no ocurrió en el caso de las fresas semimaduras y maduras, donde la firmeza no se vió afectada por el procesamiento ni por la adición de pectinesterasa y calcio.

Cuadro 1. Efecto de la adición de pectinesterasa y calcio sobre la firmeza de fresas frescas y procesadas como mermelada con diferentes grados de maduración

Grado de maduración	Fresas frescas ¹	Fresas procesadas como mermelada ¹	
		Sin adición de pectinesterasa y calcio	Con adición de pectinesterasa y calcio ²
Inmaduras	341 ± 57,65 b ³	375,98 ± 22,60 b	497,40 ± 78,23 a
Semi-maduras	182,32 ± 22,98 a	229,7 ± 28,06 a	295,46 ± 14,88 a
Maduras	158,24 ± 11,05 a	174,14 ± 17,84 a	204,38 ± 17,15 a

¹Fuerza máxima de extrusión Instron f (N), promedio de 5 repeticiones

²1 ppm, Rapidase FP Super, Gist Brocades, 1000 ppm Ca⁺²

³Letras diferentes indican diferencia significativa (p>0,05) para cada línea

A pesar de que no se sabe con certeza la causa de la pérdida de firmeza de las fresas durante la maduración, la depolimerización de la pectina es aparentemente el aspecto de mayor importancia en la reducción de la firmeza de sus tejidos (Huber *et al.*, 2001). En condiciones adecuadas se ha observado que la acción de una pectinesterasa en presencia de calcio en las frutas y vegetales permite la formación de un gel de pectato de calcio con el consecuente aumento en la firmeza (Grassin y Fauquembergue, 1993). Al evaluarse el efecto de la adición de pectinesterasa y calcio en fresas inmaduras preparadas como mermelada en este trabajo, se observó un incremento en la textura, lo que no se observó con las fresas maduras y semi-maduras. Es posible que con la maduración, al aumentar el grado de depolimerización de la pectina, el incremento en la firmeza debido a la formación del quelato no sea significativo.

Contrario a lo esperado, la utilización de una pectinesterasa y calcio en la elaboración de la mermelada a partir de fresas maduras no representó ninguna ventaja en relación con la firmeza de las frutas. De igual manera, aunque se esperaba un efecto negativo de la cocción por sí sola sobre la firmeza de los frutos (Chang *et al.*, 1993), esto no ocurrió. Al respecto, se debe considerar que en la formulación de la mermelada se incluyeron otros carbohidratos tales como sacarosa, jarabe de glucosa y almidón, los cuales debido a su capacidad de hidratación, pueden tener un efecto sobre la textura de la fresa, pudiendo propiciar una compensación en su firmeza. Especialmente a considerar es el efecto del almidón, que tiene la capacidad de gelificar y por lo tanto podría dar un efecto positivo sobre la firmeza (Belitz y Grosch, 1997). Lo anterior nos muestra que dependiendo del proceso, los ingredientes utilizados, el grado de maduración y el nivel de firmeza deseado, se puede prescindir del uso de enzimas para mejorar la firmeza de las fresas procesadas en forma de mermelada.

BIBLIOGRAFÍA

- Adams, J.B. 1991. Review: Enzyme inactivation during heat processing of food stuffs. *Intl. J. Food Sci. Tech.* 26:1-20.
- Belitz, H.D. y Grosch, W. 1997. *Química de los alimentos*. 2 ed. Acribia. Zaragoza. 1087 p.
- Carle, R. 1997. Fruchtzubereitungen –Möglichkeiten und Grenzen der Diversifikation für die Fruchtsaftindustrie. *Flüssiges Obst* 6:289-294.
- Carle, R. 1999. Neues Verfahren zur Herstellung texturverbesserter Früchte und Fruchtprodukte. *Forschungskreis der Ernährungsindustrie*, 57. Diskusstagung 9/10.2.1999, Berichtsband S.17-40.
- Carle, R., Borzych, P., Dubb, P., Silihia, H. y Maier, O. 2001. A new process for firmer canned cherries and strawberries. *Food Australia* 53:343-348.
- Carpita, N.C. y Gibeaut, D.M. 1993. Structural models of primary cell walls in flowering plants: consistency of molecular structure with the physical properties of the walls during growth. *Plant J.* 3: 1-30.
- Chang, C.Y., Tsai, Y.R. y Chang, W.H. 1993. Models for the interactions between pectin molecules and other cell-wall constituents in vegetable tissues. *Food Chem.* 48:145-157.
- Chang, C.Y., Liao, H.J. y Wu, T.P. 1996. Relationships between the textural changes and the contents of calcium, magnesium ions and non-freezing water in the alcohol-insoluble solids of snap bean pods during cooking processes. *Food Chem.* 55:49-53.
- D'Amour, J., Gosselin, C., Arul, J., Castaigne, F. y Willemot, C. 1993. Gamma-radiation affects cell wall composition of strawberries. *J. Food Sci.* 58:182-185.
- Grassin, C.M.T. y Fauquemberg, P.C.L. 1993. Use of pectinesterase in the treatment of fruit and vegetables. *Eur. Pat. Appl.* 0624 062.
- Huber, D.J. 1984. Strawberry fruit softening: the potential roles of polyuronides and hemicelluloses. *J. Food Sci.* 47:1310-1315.
- Huber, D.J., Karakurt, Y. y Jeong, J. 2001. Pectin degradation in ripening and wounded fruits. *Rev. Bras. Fisiol. Veg.* 13(2):224-241.
- Jiménez, S., Redondo, J., Muñoz, J., Caballero, J.L., López, J.M., Valpuesta, V., Pliego, F., Quesada, M.A. y Mercado, J.A. 2002. Manipulation of strawberry fruit softening by antisense expression of a pectate lyase gene. *Plant Physiol.* 128: 751-759.
- Neal, G.E. 1965. Changes occurring in the cell walls of strawberries during ripening. *J. Food Agric.* 16:604.

Seymour, G.B. y Gross, K.C. 1996. Cell wall disassembly and fruit softening. Post. News Infor. 7, 45N-52N.

Stanley, D.W., Bourne, M.C., Stone, A.P. y Wismer, W. 1995. Low temperature blanching effects on chemistry, firmness and structure of canned green beans and carrots. J. Food Sci. 60:327-333.

Walter, R.H. 1991. The chemistry and technology of pectin. Academic Press, San Diego.

CARACTERIZACIÓN DE PALMITO DE PEJIBAYE (*Bactris gasipaes* Kunth) PRODUCIDO EN COSTA RICA: II. COMPONENTES QUÍMICOS Y DEL COLOR

Juan de Dios Pereira¹, Carmela Velázquez², Mónica Lois²

ABSTRACT

CHEMICAL AND COLOR CHARACTERIZATION OF HEART OF PALM (*Bactris gasipaes* Kunth) PRODUCED IN COSTA RICA

Chemical characteristics and color of heart of palm (*Bactris gasipaes* Kunth) for Utilis-Tucurrique and Diamantes-10 cultivars were determined in 10 production areas in Costa Rica. In each area three samples, each one consisting of 15 candles (heart of palm with external foliar cover) were taken. Heart of palm color measured by Hunter Lab, acidity and pH, total solids, ashes, sugars, protein, and fat content, of the two cultivars were evaluated. Results were compared between cultivars and related to climatic conditions of production areas. Water, total solids, protein content and acidity were higher for Utilis ($p < 0,05$). Heart of palm from both cultivars, produced below 100 m altitude was higher in water content, and above 100 m higher in protein content. Independently of the cultivar, the production at $< 25^{\circ}\text{C}$ and > 100 m correlated to a lighter white color (greater L value). Also, at higher altitudes (> 100 m) and precipitation (> 2600 mm) more acidic ($p < 0,05$) heart of palm was obtained. Utilis heart of palm with better characteristics (higher protein, lower water content and lighter yellow color) was produced at altitudes ranging from 100 to 450 m, with a precipitation between 1500 and 2600 mm and an average yearly temperature of $25,0^{\circ}\text{C}$ - $27,5^{\circ}\text{C}$. Diamantes-10 with better characteristics was obtained at an altitude below 100 m, with precipitation above 2600 mm and a yearly temperature between $24,6^{\circ}\text{C}$ and $25,0^{\circ}\text{C}$. These climatic conditions were found in Río Cuarto de Grecia for Utilis and in Guácimo for Diamantes-10.

RESUMEN

Se evaluaron las características químicas y el color de los cultivares Utilis-Tucurrique y Diamantes-10 de la especie *Bactris gasipaes* Kunth del palmito de pejibaye en 10 áreas de producción en Costa Rica. En cada lugar se tomaron tres muestras de 15 candelas (palmito con vainas foliares externas que lo envuelven) y se analizaron, el color medido con el Hunter Lab, los porcentajes de sólidos, cenizas, azúcares, proteína y grasa, el pH y la acidez. Los resultados se compararon entre los dos cultivares y se relacionaron con las características climáticas de las zonas de procedencia de la muestra. Se determinó que la humedad, los sólidos, la proteína y la acidez fueron mayores en Utilis ($p < 0,05$). El corazón de palmito, independientemente del cultivar producido a < 100 m presentó mayor humedad y el producido a > 100 m presentó mayor proteína. El producto de ambos cultivares obtenido en lugares con temperaturas $< 25,0^{\circ}\text{C}$ y altitud > 100 m, fue más blanco (parámetro L mayor). Además, el producto obtenido a altitudes mayores a 100 m con alta precipitación (> 2600 mm) fue más ácido ($p < 0,05$). El Utilis con mejores características (mayor contenido de proteína, menor contenido de humedad y color menos amarillo) se produjo a una altitud entre 100 y 450 m, una precipitación entre 1500 y 2600 mm y a una temperatura entre $25,0^{\circ}\text{C}$ y $27,5^{\circ}\text{C}$. El Diamantes-10 con mejores características se produjo a una altura entre 15 y 100 m, con una precipitación > 2600 mm y a una temperatura entre $24,6^{\circ}\text{C}$ y $25,0^{\circ}\text{C}$. Estas condiciones climáticas se presentaron en Río Cuarto de Grecia para el Utilis y en Guácimo para el Diamantes-10.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la palma de pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth) para la producción de corazón de palmito es un actividad originada en Costa Rica que ha permitido obtener un producto de alta calidad (Mora-Urpí, 1999). Durante los años 1994 a 1997 se produjo un auge en los precios y la demanda internacional que propiciaron un aumento del área sembrada en el país llegando a alcanzar 13 000 ha en 1998

¹ Verde 2000 S.A., Costa Rica

² Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica

(Salazar, 1998). Esto implicó utilizar otras zonas además de las tradicionales (Guápiles y Guácimo, zona Huetar Atlántica del país) y aprovechar lugares con mayor altitud y menor precipitación anual como lo son las cercanas al Pacífico y de las regiones Brunca y Chorotega en lugares como Cañas, Upala y La Tigra de Sarapiquí. Esta diversificación de las zonas de cultivo además implicó modificaciones en cuanto a las características de siembra y del manejo de la plantación (Mora-Urpí *et al.*, 1999).

El país, a través de sus agencias de promoción de cultivos, el Consejo Nacional de la Producción y el Ministerio de Agricultura y Ganadería, incentivó la siembra e industrialización del corazón de palmito de pejibaye, lográndose así una mejora en las condiciones de manejo a nivel de campo y de productividad por hectárea sembrada. Estas modificaciones aunadas a la apertura de los programas nacionales sectoriales y específicamente del Programa Nacional de Palmito de Pejibaye en 1989, impulsados por el Ministerio de Agricultura fortalecieron al sector palmitero nacional. La Corporación Bananera Nacional, CORBANA, determinó en el año 1988 que las zonas del país que reunían la mejores condiciones para el cultivo eran la Región Huetar Atlántica y la Región Huetar Norte (Zamora, 1990).

En Costa Rica el cultivar que se difundió inicialmente fue el Utilis-Tucurrique desarrollado por CORBANA y a través de los años se ha trabajado con otros cultivares, siendo el más promisorio el cultivar Diamantes-10 desarrollado en la Estación Experimental de la Universidad de Costa Rica, Los Diamantes en Guápiles. En un estudio comparativo realizado con respecto a calidad y productividad entre 9 cultivares centroamericanos y amazónicos, Mora-Urpí *et al.* (1999) en Los Diamantes, reportan que el cultivar Yurimaguas (Diamantes-10) presentaba un mejor resultado en cuanto a producción por hectárea, velocidad de desarrollo y rendimiento industrial. Además este cultivar se produce sin espinas lo que favorece el manejo en el campo y en el nivel industrial.

En la literatura se reporta que el palmito es rico en proteínas y que contiene cerca de 17 aminoácidos. Por ser un meristemo inmaduro, además de lo anterior es un producto bajo en grasa y azúcares, una excelente fuente de fibra dietética y una moderada fuente de calcio, vitaminas y minerales (Mexzón, 1999). De la Asunción (1991) realizó un estudio comparativo entre el Utilis-Tucurrique y el Putumayo-Yurimaguas, producido en Guápiles, determinando que en general la porción comestible del cultivar Utilis presenta mayores valores de ceniza, proteína y acidez que el

Yurimaguas, y a su vez éste último presenta mayor contenido de humedad, ácido ascórbico, azúcares totales y reductores, notándose un dulzor mayor que en el Utilis.

A la fecha todos los estudios reportados se han efectuado con el palmito producido en Guápiles, por lo que resultan insuficientes para conocer las características que reúne este producto en las distintas zonas del país, debidas a las diferencias climáticas y a las prácticas de cultivo adaptadas a cada zona (Quirós, 2000). El presente estudio se diseñó con el objetivo de evaluar las características químicas del corazón de palmito de los dos cultivares de mayor importancia en el país (Utilis y Diamantes-10) considerando las diferencias entre ellos y la relación del perfil químico con las condiciones climáticas de la zona donde se cultivó.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo

Este estudio se llevó a cabo utilizando las mismas muestras que se obtuvieron para realizar la primera parte de este estudio (Caracterización de las dimensiones, rendimientos y fuerza de corte del palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes*, Kunth) producido en Costa Rica). En el Cuadro 1 se indican las zonas muestreadas con sus características climáticas, según datos suministrados por el Instituto Meteorológico Nacional (2000). Se obtuvieron muestras del cultivar Utilis en 9 zonas y del Diamante-10 en tres. Se tomaron tres muestras de palmito por lugar y por variedad de acuerdo a las zonas de mayor producción según Censo del Consejo Nacional de la Producción de 1998 (Salazar, 1998). La unidad estadística experimental fue de 15 palmitos.

Cuadro 1. Lugares muestreados y sus características climáticas

	Lugar	Altitud (m.s.n.m.)	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
Huetar Norte	Aguas Zarcas	150	25,5	3 038
	Río Frío *	90	26,7	3 603
	Aguas Claras de Upala	450	26,1	3 169
	Upala	46	26,1	2 514
	Río Cuarto de Grecia	250	25,5	2 077
Huetar Atlántica	La Tigra	300	25,3	3 539
	Guápiles **	249	24,6	4 467
Brunca	Guácimo	60	24,6	4 467
	Puerto Jiménez	30	26,2	4 094
Chorotega	Cañas *	15	27,2	1 558

Fuente: Instituto Meteorológico Nacional (2000)

(*) zonas muestreadas con los dos cultivares

(**) zona muestreada únicamente con Diamantes-10

Características químicas

Los análisis del color, el pH, la acidez y la humedad se hicieron sobre la muestra fresca por triplicado. Las muestras se secaron utilizando el método 942.15 del AOAC (1990), luego se molieron en un molino (Knifeter 1095, Simple Mill Foss Tecator) y se almacenaron en bolsas de polietileno de alta densidad en refrigeración para posteriormente realizar los análisis de proteína, cenizas, grasa y azúcares por duplicado.

Los métodos utilizados fueron los siguientes:

Color: Se utilizó el colorímetro Hunter Lab DP-9000 (lámpara de halógeno de 8 a 10 voltios) exponiendo la superficie externa del corazón de palmito cortado longitudinalmente de manera que tapara completamente la placa de petri, evitando así espacios vacíos.

pH: Se midió el pH en un pHímetro Orion Research, modelo 601 A. La muestra se cortó fino y se homogeneizó mecánicamente con una picadora Hobart. Se pesaron 10 g y se colocaron en un beaker de 50 mL en una proporción 1:1 con agua destilada en agitación. Se hizo la lectura después de 5 min (Lois y Torres, 1996). Para la caracterización físico química se utilizaron los siguientes métodos:

Acidez: 942.15 del AOAC (1990) modificado por Lois y Torres (1996).

Sólidos totales: 920.151 del AOAC (1990)

Cenizas: 923.03 del AOAC (1990)

Carbohidratos: Se determinó por diferencia de 100-(humedad + sólidos + proteína + grasa + cenizas)

Proteínas: 50.033 (b) del AOAC (1990)

Grasa: 920.87 del AOAC (1990)

Azúcares: AQCITA M006 (Lois y Torres, 1996) por HPLC con una columna Aminex HPX 87C que permitió cuantificar glucosa, sacarosa, fructuosa y maltosa. El total reportado corresponde a la sumatoria de todos los azúcares considerados.

Análisis estadísticos

La caracterización de los cultivares se hizo calculando el intervalo de confianza al 95% para estimar la media de cada una de las dimensiones estudiadas. Para la comparación entre los dos cultivares se utilizó la prueba de t de Student con un nivel de significancia del 5% para cada una de las variables. Para comparar las medias entre dos categorías de altitud, precipitación y temperatura se usó la prueba t de Student con un nivel de significancia del 5%. Se

utilizó la prueba de correlaciones de Pearson para medir la asociación entre dos pares de medias para cada uno de los parámetros de la caracterización química. Se consideró que existe correlación cuando $p < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Color

En el Cuadro 2 se muestran los parámetros de luminosidad y tonalidad para los dos cultivares. Al comparar los promedios generales para ambos cultivares no se observan diferencias significativas ($p > 0,05$). La luminosidad (parámetro L: 0 = negro, 100 = blanco) del cultivar Utilis es de 77,91 en promedio, el cual es un valor alto que indica la alta luminosidad del palmito de pejibaye fresco. El resultado se encuentra dentro del rango que reportan Calderón y Sancho (1992) entre 75,7 y 82,2 y Córdoba (1999) de 79,04, quien indica además, que a valores menores a 75,9 el corazón de palmito del cultivar Utilis empieza a perder el brillo característico de un producto de alta calidad. El parámetro b se reporta como el de mayor importancia para el palmito fresco, ya que define cómo cambia el color del palmito con el tiempo de almacenamiento y el cambio de un color "blanco marfil" a un tono "crema amarillento" (Córdoba, 1999). En este último estudio se indica un valor aceptable entre 12 y 13, ambos cultivares están dentro de este rango, 12,98 y 13,02 para el Utilis y el Diamantes-10 respectivamente. Finalmente el parámetro a tiene poca importancia en la

Cuadro 2. Valores de luminosidad (L), factor a y factor b del color del palmito (*Bactris gasipaes*) cultivares Utilis y Diamantes-10

Lugar ¹	Cultivar	Factor L		Factor a		Factor b	
		Promedio	Error estándar	Promedio	Error estándar	Promedio	Error estándar
Río Cuarto	Utilis	75,27	5,85	-1,12	0,56	13,43	2,74
Aguas Zarcas	Utilis	78,05	0,59	-1,51	0,76	14,28	2,23
La Tigra	Utilis	78,45	2,88	-1,55	-0,81	13,31	3,00
Upala	Utilis	79,40	8,74	-0,59	0,42	11,53	1,33
Aguas Claras	Utilis	78,30	1,10	-1,00	1,20	14,92	1,86
Río Frío	Utilis	77,77	0,16	-0,89	0,88	12,60	3,25
Guácimo	Utilis	78,57	0,52	-1,08	0,75	13,15	1,87
Puerto Jiménez	Utilis	76,51	0,69	-0,75	0,02	12,31	1,30
Cañas	Utilis	78,89	1,52	-0,34	0,54	11,29	1,75
PRÓMEDIO ²		77,91	0,58	-0,98	0,18	12,98	0,54
Cañas	Diamantes-10	79,20	1,42	-0,19	0,16	12,25	1,91
Río Frío	Diamantes-10	78,05	2,58	-0,87	0,37	12,08	3,00
Guápiles	Diamantes-10	78,28	0,71	-1,39	0,53	14,73	2,18
PRÓMEDIO ²		78,51	0,62	-0,82	0,41	13,02	1,18

¹ Tres muestras por zona

² No hay diferencia significativa entre promedios ($p > 0,05$) para un mismo factor

Cuadro 3. Promedio y error estándar para las características químicas del palmito (*Bactris gasipaes*) de los cultivares Utilis y Diamantes-10 en diez zonas de Costa Rica

Lugar	(% m/m)												
	Humedad		Sólidos		Cenizas		Carbohidratos		Proteína		Grasa		
	Promedio	Error Estándar	Promedio	Error Estándar	Promedio	Error Estándar	Promedio	Error Estándar	Promedio	Error Estándar	Promedio	Error Estándar	
UTILIS													
Río Cuarto	87,85	25,20	12,15	2,03	1,20	0,29	6,87	3,41	3,88	0,96	0,19	0,10	
Aguas Zarcas	88,20	0,05	11,80	0,05	1,07	0,07	6,94	0,40	3,43	0,42	0,35	0,02	
La Tigra	87,35	2,89	12,65	2,89	1,29	0,48	8,34	2,48	2,71	0,10	0,30	0,04	
Upala	89,17	1,67	10,75	1,53	1,15	0,06	6,34	1,03	3,04	0,33	0,22	0,13	
Aguas Claras	89,77	0,93	10,23	0,93	1,19	0,38	5,66	0,54	3,12	0,37	0,27	0,06	
Río Frío	89,36	1,28	10,64	1,28	1,10	0,17	5,97	1,07	3,23	0,19	0,34	0,10	
Guácimo	90,27	0,75	9,73	0,75	1,07	0,09	5,93	1,07	2,44	0,42	0,29	0,13	
Puerto Jiménez	88,70	0,13	11,30	0,13	1,14	0,05	7,03	0,49	2,80	0,40	0,32	0,04	
Cañas	88,73	2,32	11,27	2,32	1,42	0,09	6,76	2,15	2,75	0,36	0,34	0,08	
PROMEDIO*	88,82	0,41	11,17	0,41	1,18	0,05	6,65	0,35	3,04	0,17	0,29	0,02	
DIAMAN-10													
Cañas	89,17	0,54	10,83	0,55	1,22	0,10	6,94	0,78	2,42	0,28	0,24	0,05	
Río Frío	89,71	1,40	10,29	1,40	1,14	0,19	5,85	1,06	2,99	0,67	0,32	0,18	
Guápiles	89,93	1,55	10,07	1,55	1,03	0,37	6,56	1,22	2,22	0,18	0,26	0,05	
PROMEDIO*	89,60	0,42	10,40	0,43	1,13	0,09	6,45	0,46	2,54	0,29	0,28	0,04	

* Tres muestras por zona, números promedio en negrita para una misma característica indican diferencias significativas entre cultivares ($p < 0,05$)

Cuadro 4. Promedio y error estándar de acidez, pH y azúcares del palmito (*Bactris gasipaes*) de los cultivares Utilis y Diamantes-10 en diez zonas de Costa Rica

Lugar	(% m/m)													
	pH		Acidez (mg/100g)		Glucosa		Sacarosa		Fructuosa		Maltosa		Totales	
	Promedio	Error Estándar	Promedio	Error Estándar	Promedio	Error Estándar	Promedio	Error Estándar	Promedio	Error Estándar	Promedio	Error Estándar	Promedio	Error Estándar
UTILIS														
Río Cuarto	6,31	0,07	0,066	0,02	0,15	0,04	0,59	0,60	0,22	0,03	0,076	0,13	1,04	0,80
Aguas Zarcas	6,41	0,34	0,083	0,042	0,55	0,12	1,17	0,28	0,48	0,16	0,057	0,024	2,26	0,58
La Tigra	6,12	0,13	0,054	0,024	0,51	0,15	1,77	1,58	0,52	0,14	0,091	0,097	2,89	1,97
Upala	6,29	0,35	0,044	0,003	0,27	0,08	1,09	0,51	0,35	0,14	0,11	0,01	1,82	0,74
Aguas Claras	6,04	0,03	0,057	0,001	0,033	0,074	0,86	0,75	0,13	0,15	0,098	0,041	1,12	1,02
Río Frío	6,24	0,13	0,052	0,006	0,037	0,095	1,10	0,43	0,052	0,054	0,27	0,04	1,46	0,62
Guácimo	6,38	0,36	0,064	0,027	0,19	0,24	0,87	0,26	0,34	0,29	0,047	0,022	1,45	0,81
Puerto Jiménez	6,40	0,22	0,066	0,023	0,53	0,32	0,76	0,94	0,52	0,31	0,061	0,014	1,87	1,58
Cañas	6,38	0,12	0,059	0,019	0,72	1,62	0,092	0,33	0,48	0,92	0,079	0,19	1,37	3,06
PROMEDIO*	6,29	0,06	0,061	0,005	0,33	0,12	0,92	0,20	0,34	0,08	0,071	0,02	1,67	0,71
DIAMAN-10														
Cañas	6,50	0,05	0,050	0,003	0,16	0,05	1,26	0,13	0,22	0,05	0,061	0,024	1,70	0,25
Río Frío	6,36	0,10	0,050	0,015	0,0079	0,023	0,88	0,57	0,13	0,054	0,061	0,017	1,08	0,66
Guápiles	6,24	0,38	0,042	0,010	0,36	0,08	0,98	0,21	0,40	0,05	0,081	0,024	1,82	0,36
PROMEDIO*	6,37	0,11	0,048	0,004	0,18	0,12	1,04	0,17	0,25	0,10	0,068	0,010	1,53	0,35

* Tres muestras por zona, los números promedio en negrita para una misma característica indican diferencias significativas entre cultivares ($p < 0,05$)

definición del color del palmito recién pelado, ya que este parámetro cobra interés cuando los palmitos se deterioran presentando zonas "amarillo-fosforescentes" (valores más bajos) o "rojizas" (valores más altos). El cultivar Utilis, con un valor promedio del parámetro a de -0,98 se encuentra dentro del rango reportado por Calderón y Sancho (1992) de -1,20 a -0,06. El cultivar Diamantes-10 presentó un valor promedio de -0,82. Al analizar estadísticamente no se encontró una diferencia significativa ($p > 0,05$) entre los promedios de los cultivares en ninguno de los parámetros evaluados (Cuadro 2).

Características químicas

En el Cuadro 3 se puede observar que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los promedios de los porcentajes de humedad, de sólidos totales y de proteína de los cultivares, siendo mayores los valores promedio en el cultivar Utilis para los promedios de sólidos totales y proteína que para el Diamantes-10.

En el Cuadro 4 se presentan los resultados de acidez, pH y azúcares donde se puede observar que hay diferencias significativas ($p < 0,05$) para los promedios de los cultivares únicamente en la acidez, siendo el cultivar Utilis más ácido que el Diamantes-10. Al respecto De la Asunción (1991) también encontró que el cultivar Utilis es más ácido que el Diamantes-10. En este estudio no se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en el contenido de azúcares totales de ambos cultivares como sí lo determinó De la Asunción (1991). En ambos cultivares, se determinaron valores mayores de sacarosa que de los azúcares invertidos (fructuosa y glucosa) o de maltosa pero no se encontraron diferencias significativas entre cultivares ($p > 0,05$).

En el Cuadro 5 se aprecia que los sólidos totales correlacionan positivamente, en ambos cultivares, con los carbohidratos y las cenizas ($p < 0,05$), esto implica que un palmito con alta cantidad de sólidos tiene más cantidad de cenizas y de carbohidratos. Por otro lado, en el caso del cultivar Utilis, la grasa correlaciona negativamente ($p < 0,05$) con los carbohidratos y positivamente ($p < 0,05$) con la proteína. Para el cultivar Utilis, el corazón de palmito que presenta un contenido de grasa mayor que Diamantes-10, tiende a tener un contenido de carbohidratos menor y de proteína mayor. Entre los azúcares se encontró una correlación positiva entre los contenidos de humedad, sólidos, cenizas y carbohidratos con la cantidad de glucosa en el cultivar Utilis. De igual manera al aumentar la humedad, los

sólidos y los carbohidratos, se aumenta el contenido de fructuosa. Esta situación es inversa en el caso del Diamantes-10, donde la única correlación significativa que se encontró al aumentar el contenido de proteína es una disminución en el contenido de glucosa y fructuosa.

Cuadro 5. Correlación de Pearson para las características químicas del palmito (*Bactris gasipaes*) cultivares Utilis y Diamantes-10

Variable	Utilis					Diamantes-10						
	HU	ST	CE	CA	PR	GR	HU	ST	CE	CA	PR	GR
Humedad (HU)	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-
Sólidos totales (ST)		0	+	+			0	+	+			
Cenizas (CE)			0	+				0				
Carbohidratos (CA)				0					0			
Proteína (PR)					0						0	
Acidez												
pH												
Glucosa		+	+	+	+							-
Sacarosa					+							
Fructuosa		+	+		+							-
Maltosa												-

Los valores (+) indican una correlación directa ($p < 0,05$) y los valores (-) indican una correlación inversa ($p < 0,05$), el espacio vacío indica que no hay correlación ($p > 0,05$), y los 0 que no se aplica el contraste

Al correlacionar estos resultados con los de la primera parte de este estudio se encontró una correlación negativa entre la fuerza de corte y el pH. Esta es la única correlación, al 5% de significancia, que se presentó entre la fuerza de corte y los parámetros químicos evaluados. Esto implica que conforme aumenta el pH del producto se obtiene un corazón de palmito más suave.

Condiciones ambientales

Como se observa en el Cuadro 6, las características químicas de porcentaje de humedad, sólidos totales y porcentaje de proteína del cultivar Utilis presentan diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los lugares de donde se obtuvieron. El palmito de este cultivar con mayor porcentaje de humedad se siembra a una altitud < 100 m, que coincide con las zonas de Río Frío, Upala, Guácimo, Puerto Jiménez y Cañas. El cultivar Utilis presenta mayor contenido de proteína a mayor altitud (> 100 m) y con menor precipitación (< 2600 mm). Estas condiciones climáticas se presentan en la zona de Río Cuarto de Grecia. Sin embargo, como se puede observar en el Cuadro 7, para el cultivar Diamantes-10, el mayor contenido proteico se presenta a precipitaciones mayores (> 2600 mm), pero siempre en altitudes mayores a 100 m. Además, a diferencia del cultivar Utilis, el Diamantes-10 presenta un contenido de humedad mayor a una mayor altitud (> 100 m).

En lo que respecta al color, en ambos cultivares se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la tonalidad del parámetro b, indicando que los palmitos cultivados a una altitud >100 m serán más amarillos que si se cultiva a altitudes <100 m (Cuadros 6 y 7). Sin embargo, los resultados de color muestran diferencias significativas en el parámetro b al considerar la temperatura de la zona de cultivo, de tal forma que a temperaturas superiores a $25,0^{\circ}\text{C}$ el corazón de palmito es más amarillo en el caso del cultivar Utilis (Cuadro 6) y menos amarillo para el cultivar Diamantes-10 (Cuadro 7). Esto puede ser un aspecto importante de considerar para el producto que se pretende comercializar como fresco, ya que el consumidor prefiere un palmito blanco en esta presentación. Para obtener un corazón de palmito más blanco del cultivar Utilis se recomienda el cultivo en zonas donde las temperaturas sean inferiores a 25°C y con una altitud <100 m, la zona de Guácimo presenta estas condiciones. Para el caso del cultivar Diamantes-10, se recomienda también una altitud <100 m pero a temperaturas $>25^{\circ}\text{C}$, como es el caso de las zonas de Río Frío y Cañas.

Cuadro 6. Comparación de las características químicas del palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes*) cultivar Utilis de acuerdo con las condiciones ambientales

		Altitud (m)		Precipitación (mm)		Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	
Análisis	Variable	<100	>100	<2600	>2600	<25	>25
	Factor L	78,23	77,52	77,90	77,92	78,14	77,73
Color	Factor a	-0,73	-1,29	-0,89	-1,05	-0,64	-1,25
	Factor b	12,18	13,99	12,63	13,26	11,93	13,82
	Humedad	89,25	88,29	88,45	89,09	88,99	88,69
	Sólidos	10,74	11,71	11,49	10,91	10,99	11,31
Proximal (%)	Cenizas	1,18	1,19	1,21	1,16	1,20	1,16
	Carbohidratos	6,41	6,95	6,73	6,59	6,52	6,75
	Proteína	2,85	3,29	3,28	2,86	2,96	3,12
	Grasa	0,30	0,28	0,27	0,31	0,30	0,28
Acidez	Acidez (mL/100g)	0,057	0,065	0,063	0,059	0,055	0,065
	pH	6,34	6,22	6,35	6,24	6,33	6,25
	Fructuosa	0,35	0,34	0,38	0,31	0,35	0,34
	Glucosa	0,35	0,31	0,42	0,26	0,39	0,29
Azúcares	Maltosa	0,064	0,080	0,079	0,065	0,068	0,074
	Sacarosa	0,78	1,10	0,73	1,07	0,76	1,05
	Totales	1,54	1,83	1,61	1,71	1,57	1,75

* Mediciones en Hunter Lab DP-9000

Valores en negrita indican diferencias significativas $p < 0,05$ para una misma variable

El pH del corazón de palmito de ambos cultivares (Cuadros 6 y 7) presenta valores significativamente inferiores ($p < 0,05\%$) al cultivarse a altitudes >100 m y con precipitaciones >2600 mm, lo cual podría incidir en un producto

más estable al deterioro y a un ahorro en costos de industrialización al tener que agregar una menor cantidad de ácido para lograr el pH necesario para la estabilidad del producto final. El corazón de palmito de ambos cultivares obtenido en las zonas de Aguas Zarcas, Aguas Claras de Upala, La Tigra y Guápiles presentó valores de pH inferiores a los obtenidos en las otras zonas evaluadas.

Cuadro 7. Comparación de las características químicas del palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes*) cultivar Diamantes-10 de acuerdo con las condiciones ambientales

		Altitud (m)		Precipitación (mm)		Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	
Análisis	Variable	<100	>100	<2600	>2600	<25	>25
	Factor L	78,62	78,28	79,20	78,17	78,28	78,62
Color	Factor a	-0,53	-1,39	-0,19	-1,13	-1,39	-0,53
	Factor b	12,16	14,73	12,25	13,40	14,73	12,16
	Humedad	89,44	89,93	89,17	89,82	89,93	89,44
	Sólidos	10,59	10,07	10,83	10,18	10,07	10,56
Proximal (%)	Cenizas	1,18	1,03	1,22	1,08	1,03	1,18
	Carbohidrat	6,40	6,56	6,94	6,20	6,56	6,40
	Proteína	2,70	2,22	2,42	2,60	2,22	2,70
	Grasa	0,28	0,26	0,24	0,29	0,26	0,28
Acidez	Acidez (mL/100g)	0,050	0,042	0,050	0,046	0,042	0,050
	pH	6,43	6,24	6,50	6,30	6,23	6,43
	Fructuosa	0,18	0,40	0,22	0,27	0,40	0,17
	Glucosa	0,086	0,35	0,16	0,18	0,36	0,086
Azúcares	Maltosa	0,061	0,081	0,061	0,071	0,081	0,061
	Sacarosa	1,07	0,98	1,26	0,93	0,98	1,07
	Totales	1,40	1,81	1,70	1,45	1,82	1,39

* Mediciones en Hunter Lab DP-9000

Valores en negrita indican diferencias significativas $p < 0,05$ para una misma variable

Se concluye que las condiciones más apropiadas para la producción de corazón de palmito del cultivar Utilis son: una altitud >100 m con una precipitación <2600 mm y a una temperatura $>25,0^{\circ}\text{C}$ debido a que tiene comparativamente más proteína, menor humedad y un color más blanco. Asimismo se obtendrá un corazón de palmito del cultivar Diamantes-10, con las características mencionadas, a una altitud <100 m con una temperatura $<25,0^{\circ}\text{C}$ y una precipitación >2600 mm. Los lugares que presentan las características ambientales señaladas corresponden a Río Cuarto de Grecia para el cultivar Utilis, y Guácimo para el Diamantes-10. Estas zonas coinciden en las señaladas en la primera parte de este trabajo, como las que producen el palmito con mejores dimensiones y rendimientos para cada cultivar.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. 1990. Methods of analysis for nutritional labeling. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Calderón, R. y Sancho, M. 1992. Rendimientos y coeficientes técnicos en las etapas de cosecha, poscosecha y procesamiento del palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes*). Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. San José.
- Córdoba, I. 1995. Estudio sobre el efecto del empaque y la inmersión en la conservación del palmito fresco. Tesis Lic. en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica, Escuela de Tecnología de Alimentos. San José.
- De la Asunción, R. 1991. Caracterización química del palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth). Tesis Lic. en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. Escuela de Tecnología de Alimentos. San José.
- Instituto Meteorológico Nacional. 2000. Registro de condiciones climáticas de Costa Rica. IMN. San José.
- Lois, M. y Torres, M. 1996. Métodos de análisis de alimentos. Manual de prácticas. Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. San José.
- Mexzón, R.G. 1999. Manejo integrado de los antrópodos perjudiciales. In Mora-Urpí, J. y Gainza, J. eds. Palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth): su cultivo e industrialización. Editorial UCR, San José.
- Mora-Urpí, J. 1999. Mercado Internacional de palmito y futuro de la explotación salvaje versus cultivado. Boletín Técnico Pejibaye (3):6-27.
- Mora-Urpí, J., Bogantes, A. y Arroyo, C. 1999. Cultivares de pejibaye para palmitos. In Mora-Urpí, J. y Gainza, J. Palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth): su cultivo e industrialización. Editorial UCR, San José.
- Quirós, J. I. 2000. Exportaciones de Costa Rica. Boletín Palmito. no. 2, año 5. CNP, San José.
- Salazar, J. J. 1998. Censo de palmito de la región Huetar Norte. CNP, San José.
- Zamora, C. 1990. Programa nacional de palmito de pejibaye (PNP). ASBANA (14): 34-38.

AGRADECIMIENTO

Al Instituto Meteorológico Nacional por su apoyo en la definición de las condiciones ambientales y la ubicación de las zonas evaluadas, a la Fundación para la Transferencia de Tecnología (FITTACORI) por su apoyo financiero y al Dr. Jorge Mora-Urpí por su colaboración en el análisis de los resultados.

CONTENIDO DE VITAMINA C Y FIBRA DIETÉTICA DEL PALMITO DE PEJIBAYE (*Bactris gasipaes* Kunth) PRODUCIDO EN COSTA RICA

Mónica Lois¹, María de los Ángeles Torres¹ y Marisol Ledezma²

ABSTRACT

VITAMIN C AND DIETARY FIBER CONTENT IN HEART OF PALM (*Bactris gasipaes* Kunth) PRODUCED IN COSTA RICA

Vitamin C content was determined for heart, and dietary fiber content for heart and base of peach palm (*Bactris gasipaes*) cultivar Utilis-Turrique produced in Costa Rica, to obtain information needed to establish Rule for the Origin Denomination.

Samples were taken in 2 areas: Guápiles and North Zone, and each one was divided in 2 sub-areas, Horquetas and Guácimo, and Aguas Claras and Guatuso respectively. Representative samples (15 candles) were taken from 3 different producers in each sub-area. Each sample was homogenized and analyzed immediately for vitamin C to avoid its loss; the rest of the sample was lyophilized to perform dietary fiber content.

Heart of palm mean value for vitamin C, in all areas studied was 29,91 mg/100g; 16,34 mg/100g corresponding to ascorbic acid (AA), and 13,57 mg/100g to dehydroascorbic acid (DHAA). Both, AA and DHAA values do not differ significantly in the different production areas ($p=0,823$ and $p=0,324$ respectively). Total dietary fiber (TDF) content did not differ significantly in heart of palm produced in studied areas ($p=0,754$ and $p=0,3119$ respectively), but there is a significant difference in %TDF between the base and heart ($p=0,001$). Mean values for TDF for all areas studied were 2,77% and 2,25% for base and heart respectively.

RESUMEN

Se analizó el contenido de vitamina C en corazón de palmito y fibra dietética en corazón y en la base de palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth), cultivar Utilis-Turrique, cultivado en Costa Rica, con el objetivo de completar su caracterización físico química, que aporte información para el establecimiento de una Norma de Denominación de Origen del Palmito Costarricense. Se tomaron muestras de dos zonas: Guápiles y la Zona Norte y cada una se dividió en dos subzonas, correspondientes a Horquetas y Guácimo y Aguas Claras y Guatuso, respectivamente. En cada subzona se tomaron muestras representativas (15 candelas) de 3 productores diferentes. Cada muestra fue homogeneizada y analizada inmediatamente para evitar pérdidas de la vitamina C, y liofilizada para analizar la fibra dietética. El valor promedio de vitamina C en el corazón de palmito de pejibaye para las zonas analizadas es de 29,91 mg/100g, siendo 16,34 mg/100g de ácido ascórbico (AA) y 13,57 mg/100g de ácido dehidroascórbico (DHAA). Tanto el contenido de AA como de DHAA, no difieren significativamente entre las diferentes zonas de producción ($p=0,823$ y $p=0,324$ respectivamente). En el caso de la fibra dietética total (FDT), no es significativa la diferencia entre las distintas zonas de producción ni para el corazón de palmito ni para la base ($p=0,754$ y $p=0,3119$ respectivamente), pero si es apreciable la diferencia en el %FDT entre base y corazón ($p=0,001$), obteniéndose valores promedio de todas las zonas de producción de 2,77 % y 2,25 % respectivamente.

¹ Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica
² Escuela de Química, Universidad de Costa Rica

INTRODUCCIÓN

Costa Rica es el creador original del cultivo de pejibaye para producción sostenible de palmito y reúne una serie de condiciones ecológicas y de tradición que hacen que su producto sea de una calidad única (Pereira, 2002; Mora-Urpí, 1999).

Las áreas sembradas de palmito de pejibaye han aumentado considerablemente y las inversiones en plantas de proceso han excedido la cantidad de material disponible. El auge de precios y de demanda del producto en los años 94-97 produjo un aumento en el área sembrada, pasando de aproximadamente 3926 ha en 1994 a 13000 ha en 1998, lo que representa un incremento de 222% (Salazar, 2000).

La producción de palmito de pejibaye significó desde su inicio una fuente importante de divisas para el país. Por este motivo instituciones como el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Consejo Nacional de Producción (CNP) promovieron el cultivo y la comercialización principalmente a través de asesoramiento y préstamos para agricultores. Esta inversión de recursos ha permitido aumentar las hectáreas sembradas y obtener un mayor rendimiento de los cultivos, pero, consecuentemente ha causado variaciones en las características físicas y químicas conocidas hasta el momento (Pereira, 2002). El palmito de los cultivares Utilis-Tucurrique y Putumayo-Yurimaguas producido en la finca experimental Los Diamantes en Guápiles, fue evaluado por De la Asunción (1991), quien obtuvo una caracterización físico-química del corazón y otras partes (internudos, brotes foliares y capas externas). Actualmente, con la gran cantidad de zonas de producción y modificaciones tan importantes que se han desarrollado en las prácticas de cultivo, sería difícil predecir las características físico-químicas del palmito de pejibaye producido en el país. Pereira (2002) desarrolló el perfil físico-químico del palmito de pejibaye producido en el país, con el objetivo de producir información para el establecimiento de una Norma de Denominación de Origen del Palmito Costarricense. Con el fin de complementar la información antes mencionada, este trabajo analizó el contenido de vitamina C en corazón, y fibra dietética en corazón y base de palmito de pejibaye del cultivar Utilis-Tucurrique producido en 2 zonas de Costa Rica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las zonas de producción para la toma de muestras se definieron teniendo en cuenta aquellas que abarcan la mayor parte de la producción nacional (80%) y fueron Guápiles y la Zona Norte. Estas zonas se dividieron en 2 subzonas: Horquetas y Guácimo y Aguas Claras y Guatuso respectivamente. En cada una de las subzonas se tomaron muestras representativas (15 candelas) de 3 productores diferentes.

El método empleado para la determinación de fibra dietética total fue el método enzimático N° 985.29 de la AOAC (1999). El análisis se realizó con 4 réplicas.

El método fue evaluado periódicamente bajo las condiciones de trabajo del laboratorio, en cuanto a su exactitud y precisión. Para la evaluación de la exactitud se participó en comparaciones interlaboratorios a nivel nacional y regional. La precisión del método se estimó como reproducibilidad (σ_R), calculada como la raíz cuadrada de la media de las varianzas (s^2) de cada serie de 4 réplicas, habiéndose obtenido un valor de $\sigma_R=0,0631$ (en base húmeda), lo que corresponde a un RSD (desviación estándar relativa) = 2,8%.

El análisis de vitamina C se realizó por duplicado, utilizando un método desarrollado en nuestro laboratorio, a partir de la adaptación de varios métodos. Consiste en la extracción del ácido ascórbico (AA) y el dehidroascórbico (DHAA) con reactivos y condiciones que eviten al máximo su deterioro (con disolución extractora de ácido metafosfórico y EDTA). El extracto se analizó por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) donde los dos compuestos se separan y cuantifican simultáneamente. Se utilizó una columna Econosphaera C₁₈, marca Alltech de 5 mm, de 250 x 4,6 mm eluída con una fase móvil buffer de fosfatos ajustado a un pH de 2,50. El ácido ascórbico se detectó y cuantificó por espectrofotometría ultravioleta a 254 nm mientras que el dehidroascórbico se cuantificó por la formación de un derivado post-columna que se detectó por fluorescencia a una longitud de onda de emisión de 430 nm y de excitación de 250 nm. El método fue validado en el laboratorio para evaluar linealidad, límites de detección y cuantificación, exactitud y precisión, obteniéndose resultados satisfactorios. La exactitud del método se evaluó

periódicamente a través de la adición de un estándar de AA y de DHAA a las muestras, obteniéndose valores de % recuperación de 103% y 96,5% respectivamente. La repetibilidad del método (σ), obtenida para muestras de frutas frescas es de $\sigma = 0,29$ para AA y $\sigma = 0,35$ para DHAA. Se trabajó en un ámbito de 10 - 200 mg/L de ácido ascórbico y de dehidroascórbico.

El análisis estadístico de los resultados se realizó aplicando análisis de varianza con un 95% de confianza, en todos los casos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se observan en el Cuadro 1, los resultados de AA y DHAA no presentan diferencias significativas entre las diferentes zonas de producción ($p=0,823$ y $p=0,324$ respectivamente). Esto significa que la variabilidad entre diferentes zonas no es mayor que la que existe entre diferentes productores de la misma zona. Obsérvese que las desviaciones presentadas

Cuadro 1. Contenido de vitamina C (mg/100g) en el corazón de palmito (*Bactris gasipaes*) producido en 4 subzonas de Costa Rica

Subzona ¹	mg/100 g muestra (de) ²		
	AA ^{3,5}	DHAA ^{4,5}	Vitamina C total
Guatuso	15,22 (6,2)	15,63 (4,9)	30,85 (3,1)
Aguas Claras	14,83 (1,0)	15,17 (2,6)	30,00 (3,4)
Horquetas	16,59 (7,6)	13,16 (4,1)	29,75 (6,6)
Guácimo	18,63 (2,4)	10,46 (0,8)	29,09 (3,1)
Promedio	16,34 (5,4)	13,73 (3,6)	30,06 (4,6)

¹ 15 candelas, de 3 productores diferentes

² desviación estándar

³ ácido ascórbico

⁴ ácido dehidroascórbico

⁵ No hubo diferencia significativa entre subzonas ($p > 0,05$)

son altas, obteniéndose coeficientes de variación (CV) de hasta 45% en el contenido de AA. En el contenido de vitamina C total dentro de cada zona las variaciones son menores (CV hasta 21%), por lo que puede deducirse que si bien la forma en que se encuentra la vitamina varía mucho entre muestras, la suma de AA y DHAA presenta menor variación entre productores y entre zonas. Esto puede deberse a la manipulación propia de las muestras a la hora de analizar, ya que es muy fácil que se produzca la oxidación del AA a DHAA.

Los resultados de la fibra dietética total se pueden observar en el Cuadro 2, donde se puede apreciar que el método empleado es más reproducible que el de vitamina C, lo cual permite detectar mejor las posibles diferencias entre las zonas.

Cuadro 2. Fibra dietética (%) en el corazón y la base de palmito (*Bactris gasipaes*) producido en 4 subzonas de Costa Rica

Subzona ¹	% de Fibra dietética (bh) ² (de) ³	
	Corazón	Base
Guatuso	2,27 (0,31)	2,65 (0,38)
Aguas Claras	2,31 (0,24)	2,92 (0,35)
Horquetas	2,25 (0,05)	3,05 (0,42)
Guácimo	2,15 (0,04)	2,37 (0,68)
Promedio⁴	2,25^a (0,19)	2,77^b (0,47)

¹ 15 candelas, de 3 productores diferentes

² base húmeda

³ desviación estándar

⁴ letras diferentes indican diferencia significativa ($p < 0,05$)

Los resultados indican que no hay diferencia significativa entre la FDT de los palmitos provenientes de diferentes zonas, ya sea en los corazones o en las bases ($p=0,754$ y $p=0,3119$ respectivamente). Sí se encontró que existe diferencia significativa ($p=0,001$) entre el contenido de FDT de las bases (2,77%), y los corazones (2,25%), cuando se compara el promedio de los datos de todas las zonas evaluadas.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC, 1999. Official methods of analysis. 16 ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Araya, W. 1986. Estudio de factibilidad para la instalación en Costa Rica de una planta procesadora de palmito de pejibaye para la exportación a terceros mercados. Tesis Lic. Administración de Negocios. Universidad de Costa Rica, Escuela de Administración de Negocios. San José.
- De la Asunción, R. 1991. Caracterización química del palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth). Tesis Lic. Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica, Escuela de Tecnología de Alimentos. San José.
- Mora-Urpí, J. 1999. Mercado Internacional de palmito y futuro de la explotación salvaje versus cultivado. Boletín Técnico Pejibaye (3): 6-27.
- Pereira, J. 2002. Perfil físico-químico del palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth) producido en Costa Rica. Tesis Lic. Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica, Escuela de Tecnología de Alimentos. San José.
- Salazar, J. J., 2000. Noticias y comercio internacional: CNP. Palmito Boletín 2, año 5. San José.