

Evaluación del rendimiento máximo extraíble de mucílago para la calidad final del grano de cacao

Reinaldo Hernández
Priscilla Rojas
Alejandra Meza
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Universidad Central de Venezuela
bbha2006@gmail.com
Venezuela

Clímaco Alvarez
Laboratorio de Calidad y Manejo
Poscosecha
Instituto Nacional de Agricultura
bbha2006@gmail.com
Venezuela

Mary Lares
Escuela de Nutrición y Dietética
Facultad de Medicina
Universidad Central de Venezuela
bbha2006@gmail.com
Venezuela

Fecha de recepción: 12 - 10 - 2015 Fecha de aceptación: 27- 11- 2015

Resumen

La problemática crítica ambiental en los 14 municipios del estado Portuguesa, amerita el abordaje técnico, socio-comunitario e institucional dada la relevancia de su actividad agrícola y por su impacto en la seguridad alimentaria del país. Para tal fin se aplicó la metodología de la planificación estratégica, a un escenario deseable 2020. En la primera fase, se realizó la caracterización físico ambiental del ámbito regional en una

extensión de 15.200 km². Se precisaron cuatro zonas fisiográficas: montaña, piedemonte, llano alto y llano bajo, en la que predomina el relieve plano (70 %), con precipitación promedio anual de 1460 mm y temperaturas que oscilan entre 22 y 26 °C. La población estimada es de 900.000 habitantes, concentrada en un área urbana y rural de 65 y 35 % respectivamente. Entre los 17 problemas encontrados en los diversos municipios, prevalecen incumplimiento del plan de ordenación territorial, manejo

de los desechos sólidos, contaminación de los cuerpos de agua (ríos y embalses); degradación de los suelos y pérdida de la biodiversidad principalmente en las cuencas altas. Se concluye que el problema socio-ambiental más relevante es el desconocimiento de las autoridades en gestión ambiental, aunado a la ausencia de una conciencia ciudadana, que conlleve a una cultura ética y de corresponsabilidad en el manejo adecuado de los recursos naturales.

Palabras clave: Degradación ambiental; gestión ambiental; Portuguesa

Maximum Performance Assessment Mucilage Removable For Final Quality Cocoa Beans

Abstract

The cocoa mucilage is the pulp that surrounds the fresh cocoa beans and is of utmost importance as it helps the fermentation process of the beans. In this stage, a great part of the mucilage is lost by natural sloughing. Due to its usefulness and its high nutritional value, the partial extraction of this mucilaginous pulp was considered before the

processing, in order to use it as a by-product. It was necessary to evaluate the effect of this extraction on the benefited cocoa bean. The extraction of the mucilage was carried out in different proportions: 15, 30 and 45% (v/v). At the same time, a control sample of fresh almonds was submitted to the benefit process without mechanical deburring. It was carried out the physical and chemical characterization of all the samples of

benefited grains and they were compared with the control sample. It was determined the maximum extractable yield of mucilage that did not affect the final quality of the dry cocoa. Finally, it was concluded that the maximum extractable yield of mucilage was 30% (v/v) since no significant changes were observed in the final quality of cocoa beans.

Keywords: Cocoa; mucilage; pulp.

Introducción

En el proceso de beneficio de cacao, la fermentación juega un papel primordial sobre la calidad final del mismo. Durante este proceso, se pierde, en forma de desbabe, la pulpa que recubre la almendra y esta pulpa se desecha. La pulpa de cacao, conocida también como mucílago, tiene un alto valor nutricional y es utilizada de forma artesanal para la preparación de jugos, jaleas, jarabes, entre otros productos, es decir, posee un valor económico como materia prima para la preparación de diversos alimentos. Tomando en cuenta que para el proceso de fermentación es necesaria la presencia de la pulpa, se planteó estudiar el impacto que tendrá la cantidad de mucílago extraído antes del proceso de fermentación sobre la calidad final de la almendra para extraer y aprovechar la mayor cantidad posible.

Objetivos

- Evaluar del efecto que tiene la cantidad de mucílago extraído de la semilla sobre el proceso de beneficio, mediante la caracterización física y química de las almendras de cacao.
- Determinar el volumen máximo extraíble de mucílago considerando la calidad final de la almendra de cacao y del mucílago extraído en el proceso.

Materiales y métodos

Área de estudio

Campo Experimental de Padrón de INIA-Miranda ubicado en Caucagua, municipio Acevedo del estado Miranda.

Cosecha y preparación a la fermentación

Se recolectó un total de 560 frutos sanos y maduros de clones promisorios. Una vez cosechados y seleccionados los frutos según su tamaño, se lavaron y pesaron. Finalizado el pesaje, se procedió al desgrane de las mazorcas el mismo día de su cosecha, por lo que no hubo prefermentación o aguante de los frutos. Se pesaron las almendras cubiertas con mucílago. Esta masa de granos con baba mucilaginoso se distribuyó en cuatro porciones o lotes de aproximadamente 20 kg. Cada una de estas muestras se diferenció de acuerdo a la cantidad de granos a los que se le aplicó el desbabe.

La preparación de las almendras frescas consistió en la colocación de las mismas en cajones cuadrados hechos a partir de madera dulce con orificios en el fondo de la misma para facilitar el drenaje del exceso de mucílago que se encuentra adherido a la almendra.

Proporciones de almendras de cacao a desbabar

La primera muestra, identificada como muestra 1, se sometió al proceso de beneficio de acuerdo a la metodología de Álvarez *et al.*, 2010, sin ningún tipo de variación. Sirvió como la muestra control con la que se compararon los resultados obtenidos en el resto de las muestras. Del resto de las porciones de granos prefermentados se tomaron porcentajes en peso de almendras cubiertas con mucílago y fueron sometidas al proceso de desbabe para obtener la separación de la fase sólida (grano) y la líquida (mucílago). La tabla 1 presenta los códigos con los que

se identificó cada muestra y el porcentaje de masa de almendras desbadas por masa de almendras frescas totales.

Tabla 1. Porcentajes en peso de almendras frescas desbadas

Nombre de la muestra	Porcentaje (m/m) de almendras desbada [%]
Muestra 1	0
Muestra 2	15
Muestra 3	30
Muestra 4	45

Extracción del mucílago

Para la separación de la pulpa mucilaginoso de la almendra de cacao, una vez pesadas e identificadas, se utilizaron mallas de plástico como medio filtrante. Con la finalidad de ayudar al desbabe de los granos de cacao sin provocar ningún daño a las almendras, estos se masajearon cuidadosamente durante la extracción para ayudar a la separación del fluido. El proceso de separación tuvo una duración variable para cada caso (entre 5 y 20 minutos aproximadamente) y concluyó cuando se observó que ya no fluía mucílago a través del tamiz.

Fermentación de las muestras de almendras de cacao

La fermentación y secado de las muestras de cacao se realizó según la metodología de Álvarez *et al.* (2010), con el fin de obtener resultados ajustables y aplicables a la realidad del sector. Las muestras 1, 2, 3 y 4 fueron colocadas en cuatro fermentadores de madera con 25 kg de capacidad cada una. Estos cajones se cubrieron con hojas de plátano y láminas

plásticas de color negro, con el fin de aislar las almendras del aire y permitir el ataque anaeróbico de las bacterias. En esta etapa se realizaron dos remociones de la masa de granos en fermentación, uno a las 24 horas y otro a las 72 horas de iniciada la fermentación, a esto se le conoce como remoción de la masa. El proceso se completó a los 5 días.

La muestra 1 de almendras con mucílago no tuvo ninguna modificación a la que se describió anteriormente (muestra control). En el caso de las muestras 2, 3 y 4 se les aplicó la técnica de microfermentación en mallas. Cada una de las porciones de almendras desbabadas se colocaron en mallas diferentes, cada malla contuvo aproximadamente 1 kg de almendras sin mucílago. Esta colocación de las almendras desbabadas dentro de mallas permitió diferenciarlas luego del proceso fermentativo para el análisis posterior de calidad de las mismas. Las mallas fueron dispuestas dentro de la masa de fermentación de manera alternada (almendras sin desbabe-almendras desbabadas) con la finalidad de aprovechar el mucílago presente en las almendras a las que no se les extrajo el mucílago.

Secado de las muestras de almendras de cacao

El secado se realizó en el INIA empleando patios de secado, según la metodología de la zona, específicamente para cacao, en un tiempo de entre 5 y 6 días aproximadamente, dependiendo de las condiciones climáticas. Se colocaron las almendras distribuidas uniformemente (sin apilamiento) en los patios de cemento. El contenido de humedad se redujo hasta valores entre 6 % y 8 % para garantizar su almacenamiento en sacos de yute.

Calidad final de las almendras de cacao beneficiadas

Se analizaron las muestras de cacao secas en las proporciones extraídas de mucílago ya descritas y con ello se pudo analizar el efecto que tiene la cantidad de mucílago obtenido. La tabla 2 muestra la metodología empleada para los análisis fisicoquímicos de los granos de cacao.

Tabla 2. Métodos de análisis físicos y químicos de las almendras de cacao beneficiadas

Análisis	Método
Prueba de corte ponderada	COVENIN 442:1995
Porcentaje de humedad	COVENIN 374:1995
Porcentaje de proteína cruda	AOAC Official Method 955.04
Porcentaje de grasa cruda	AOAC Official Method 922.06
Porcentaje de cenizas	AOAC Official Method 920.181
Porcentaje de fibra cruda	AOAC Official Method 930.20
Porcentaje de otros carbohidratos	Por diferencia
pH	AOAC Official Method 945.27
Acidez total titulable	AOAC Official Method 942.15
Contenido de polifenoles totales	Metodología de Price y Buttler, 1977

Fuente: AOAC - Association of Official Analytical Chemist

Cantidad máxima extraíble de mucílago antes del beneficio La cantidad máxima extraíble estuvo determinada por la calidad final del cacao, es decir, se obtuvo el mayor porcentaje de mucílago sin disminuir en gran magnitud la calidad del cacao.

Análisis estadístico

Los análisis de las muestras se realizaron por triplicado. A los resultados se les aplicó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias de Tukey con el programa estadístico Infostat-Professional versión 1.1 (2002).

Resultados y discusión

Prueba de corte ponderada

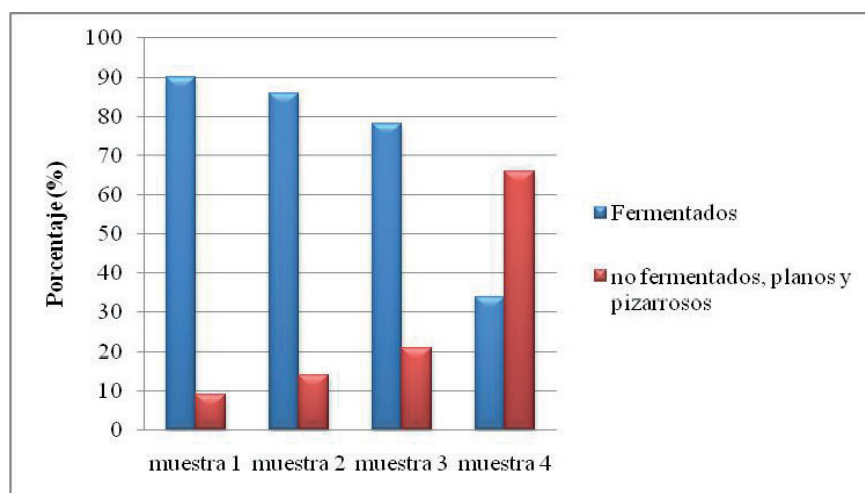
La tabla 3 representa los resultados obtenidos al realizar las pruebas de corte a las muestras 1, 2, 3 y 4 después del proceso de fermentación y secado. En la tabla se puede apreciar que la muestra a la cual no se le hizo extracción de mucílago previa al proceso de fermentación tiene una cantidad mayor de granos fermentados, y a medida que se aumentó la proporción de mucílago extraído disminuyó también esta cantidad de granos.

Tabla 3. Prueba de corte de almendras de cacao beneficiadas

Características externas	Muestras*			
	1	2	3	4
Granos mohosos (%)	0	0	0	0
Granos partidos y planos (%)	8	10	18	37
Granos germinados (%)	0	0	0	0
Granos dañados por insectos (%)	0	0	0	0
Granos pizarrosos (%)	0	0	0	1
Granos insuficientemente fermentados (%)	1	4	3	29
Granos múltiples (%)	1	0	1	0
Granos fermentados (%)	90	86	78	34
Clasificación comercial	F1	F1	F1	F2

* El promedio es el resultado de tres repeticiones

En la figura 3 se puede observar la distribución de los planos de las 4 muestras. La disminución de las almendras completamente fermentadas, a medida que se aumentaba el porcentaje de extracción del mucílago, se debe a que existe menos mucílago alrededor de la semilla desbabada y esto forma una mayor cantidad de granos violetas y pizarrosos, indicadores de una fermentación incompleta (Vargas *et al.*, 1989). Por otro lado, la ausencia de mucílago disminuye el índice de hinchamiento de las semillas en la fermentación, lo que da origen a las almendras planas o tipo pasilla, como se observa en el gráfico anterior, las cuales disminuyen la calidad del lote. También se puede observar en la tabla anterior la ausencia de granos mohosos; esto es un indicativo de que se aplicó un proceso de secado correcto.

Figura 1. Resultado de la prueba de corte a las muestras 1, 2, 3 y 4


Con respecto a la clasificación, se puede observar que las muestras 1, 2 y 3 entran en la clasificación comercial de cacao fino de primera según la norma COVENIN 50:1995 (1995), que es el cacao que se produce tradicionalmente en la zona; la muestra 4 entra en la clasificación de cacao corriente, lo que

demuestra que la cantidad de mucílago extraído antes del proceso de fermentación sí tiene importancia y que, para evitar obtener un cacao corriente como consecuencia de esta práctica, se debe realizar la extracción de mucílago hasta un máximo de 30 % en peso de la masa a fermentar.

Características químicas de las almendras de cacao beneficiadas

En la tabla 4 se observa el valor del pH, el grado de acidez y la cantidad de polifenoles presentes en las muestras de cacao fermentadas y secas.

Tabla 4. Algunas de las características químicas de las almendras de cacao beneficiadas

	Muestras			
	1	2	3	4
pH	5,66 ± 0,03 b	5,77 ± 0,03 b	5,38 ± 0,01 c	6,02 ± 0,01 a
Acidez (%)*	0,78 ± 0,11 b	0,73 ± 0,02 c	1,27 ± 0,08 a	0,73 ± 0,08 c
Polifenoles (%) **	0,93 ± 0,006 c	0,82 ± 0,009 c	1,21 ± 0,003 b	1,37 ± 0,009 a

Promedio seguido de letras diferentes en la misma fila son significativamente diferentes

*Expresado como porcentaje de ácido acético

**Expresado como porcentaje de ácido tánico en base seca

pH

El valor del pH y de la acidez total titulable en los granos de cacao es un factor determinante en la calidad de los mismos. El exceso de ácido acético, producido por una fermentación deficiente, influye de manera perjudicial en el sabor final de cualquiera de los productos derivados del cacao, bien sea licor o pasta de cacao. Amores *et al.* (2009) indicaron que un pH entre 5,0 y 5,5 es ideal para que el grano de cacao explote al máximo su naturaleza aromática. Asimismo, indicaron que un valor de pH mayor a 6 es un indicativo de sobrefermentación. Los resultados mostraron una variabilidad comprendida en el pH de 5,38 a 6,02 con menores valores en el porcentaje de acidez al incrementarse el valor de pH.

Contenido de polifenoles totales

La tabla 3 muestra que el contenido de polifenoles en los granos aumenta a medida que se incrementa la masa de mucílago extraída, esto se debe a que la ausencia del mucílago evita la degradación del azúcar en alcohol en la

etapa anaeróbica de la fermentación, y a su vez, la ausencia de alcohol impide la formación de ácido acético en la etapa aeróbica de esta reacción, el cual es componente clave en la descomposición de los compuestos polifenólicos. La disminución de estos compuestos contribuye a la reducción de astringencia en el grano, lo que aumenta la calidad aromática del mismo (De la Cruz *et al.*, s.f.). Al

efectuar el ANOVA se encontró que hay diferencias significativas en cuanto a este factor entre las muestras ($p < 0,05$).

Macronutrientes

Los análisis del contenido de macronutrientes de las muestras de cacao dieron los resultados presentados en la tabla 5:

Tabla 5. Macronutrientes presentes en las almendras de cacao beneficiadas

	Muestras			
	1	2	3	4
Macronutrientes				
Humedad (%)	5,57 ± 0,04 c	6,74 ± 0,50 b	8,16 ± 0,22 a	6,87 ± 0,17 b
Proteína cruda (%)*	12,68±0,16 c	12,88±0,10 b	12,88±0,10 b	13,00±0,11 a
Grasa cruda (%)*	49,74±0,83 a	47,37±1,01 b	42,15±0,73 c	41,04±0,05 d
Cenizas (%)*	3,19 ± 0,24 c	3,23 ± 0,05 c	3,39 ± 0,02 b	3,48 ± 0,01 a
Fibra cruda (%)*	12,89±0,31 d	13,61±0,35 c	17,80±0,05 b	23,63±0,25 a
Otros carbohidratos (%)*	15,92±1,03 b	16,17±0,96 a	15,61±0,41 b	11,98±0,40 c

Promedio seguido de letras diferentes en la misma fila son significativamente diferentes.

Porcentaje en base seca.

Humedad

La humedad obtenida al final del secado al sol deberá descender a valores comprendidos entre 6-8 %, si el valor baja de ese nivel exigido, las almendras son quebradizas con la manipulación, si por el contrario, está por encima, la tendencia de los granos a adquirir malos olores y de ser atacados por hongos e insectos se incrementará. Esto incidirá en la pérdida del valor comercial y de la calidad intrínseca del grano (Reyes y De Reyes, 2000). El ANOVA reveló diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en este parámetro, siendo el menor valor obtenido para la muestra control (5,57 %), lo que indica que el secado al sol es una variable que se debe controlar durante el proceso.

Proteína cruda

Los resultados obtenidos revelaron valores para este parámetro en base seca entre 12,68- 13,00- %, donde el valor más bajo le correspondió a la muestra control y el más alto a la muestra 4. Es posible que las diferencias halladas sean dependientes de los caracteres genéticos de las plantas de donde fueron cosechados los frutos de cacao y/o de la efectividad de las técnicas aplicadas durante el beneficio de los granos.

Grasa cruda

El contenido de grasa cruda disminuyó a medida que se aumentaba la cantidad de mucílago extraído. Esta disminución de la cantidad de grasa cruda en las muestras refleja un inadecuado proceso de beneficio (Pérez *et al.*, 2002). Al realizar el análisis de varianza

(ANOVA), se determinó que hay diferencias significativas en el contenido de grasa entre las muestras ($p < 0,05$). El contenido de grasa se encuentra debajo de la media reportada por la bibliografía para almendras de cacaos finos de aroma de diferentes orígenes, que está entre 50 % y 55 % en contenido (Leal *et al.*, 2000; Pérez *et al.*, 2002; Álvarez *et al.*, 2007; Amores *et al.*, 2009), por lo tanto, en cuanto al contenido de grasa, se puede decir que las muestras 1 y 2 se encuentran en valores cercanos al rango de aceptación comercial del cacao, cosa que no ocurre con las muestras 3 y 4.

Cenizas

De acuerdo con los resultados reportados, los valores de cenizas en base seca se hallaron entre 3,19- 3,48 %. La cifra más baja fue para la muestra control (3,19 %) y la más alta para la muestra 4 (3,48%). Al efectuar el ANOVA, se reflejó que hay diferencias significativas en cuanto a cenizas entre las muestras ($p < 0,05$).

Fibra cruda y otros carbohidratos

Existe un aumento de la cantidad de fibras al incrementarse la cantidad de mucílago extraído, debido a que disminuye la cantidad de enzimas necesarias para hidrolizar la fibra. Esto trae como consecuencia un producto de baja calidad, ya que comercialmente es un producto con menor calidad nutricional, puesto que la fibra es un nutriente que no participa directamente en procesos metabólicos básicos del organismo. Para ambos parámetros y mediante el análisis estadístico ANOVA, se encontraron

diferencias significativas entre las muestras ($p < 0,05$) para cada caso. El mayor contenido de fibra cruda (23,63 %) y bajo en otros carbohidratos (11,96 %) lo representó la muestra 4.

Conclusiones

La muestra 1 no se vio influenciada por la extracción del mucílago ya que es la muestra control. La muestra 2 es la muestra que refleja menos cambios con respecto a la muestra 1, ya que se vio afectada por la ausencia de mucílago (15 %) y no cambia significativamente sus características, a excepción del contenido de grasa que disminuyó. La muestra 3 refleja una influencia marcada sobre la cantidad de la grasa y la cantidad de fibra cruda. La muestra 4 también está influenciada negativamente y de manera más acentuada en las mismas características que la muestra 3, al igual que en el pH y en el contenido de polifenoles. La muestra 3, que representa la extracción del mucílago al 30 % en m/m, es la cantidad óptima de mucílago extraíble, de forma que esta tenga una influencia negativa poco significativa en la calidad final de los granos de cacao con respecto a los granos de cacao que sufren un proceso normal de fermentación.

Referencias bibliográficas

- Álvarez, C., Pérez, E. y Lares, M. (2007). Caracterización física y química de almendras de cacao fermentadas, secas y tostadas cultivadas en la región de Cuyagua, estado Aragua. *Agronomía Tropical*, 57 (4):249-256.
- Álvarez, C., Tovar, L., García, H., Morillo, F., Sánchez, P., Girón, C., y De Farías, A. (2010). Evaluación de la calidad comercial del grano de cacao (*Theobroma cacao L.*) usando dos tipos de fermentadores. *Revista Científica UDO Agrícola*, 10(1): 76-87.
- Amores, F., Palacios, A., Jiménez, J. y Zhang, D. (2009). Entorno ambiental, genético, atributos de calidad y singularización del cacao en el Nororiente de la provincia de Esmeraldas Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Tropical Pichilingüe. *Boletín* N° 135. Quevedo, Los Ríos, Ecuador.
- Association of Official Analytical Chemist A.O.A.C. (2000). *Official methods of analysis*. 18va edición. Estados Unidos. pp.1- 17.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). (1995). Granos de cacao, N° 50 (segunda revisión). Venezuela: Ministerio de Fomento.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). (1995). Granos de cacao, N° 442 (2da revisión). Prueba de corte. Venezuela: Ministerio de Fomento. Comisión Venezolana de Normas Industriales.
- (COVENIN).374-1995. 1995. Granos de cacao, N° 374 (2da revisión). Humedad del grano. Venezuela: Ministerio de Fomento. De la Cruz, P., Osorio, B., Viñas, B., Alamilla, G., Saltijeral, U. (s.f.) Evolución de compuestos no volátiles durante la fermentación del cacao. Recuperado de: http://www.smbb.com.mx/congresos%20smbb/puertovallarta03/TRABAJOS/AREA_VI/CARTEL/CVI-27.pdf
- Leal, F., Serra, A. y Valderrama, E.. (2000). El copoazú (*Theobroma grandiflorum*) *Esterculiácea*, pariente del cacao. Memorias del I Congreso Venezolano del Cacao y su Industria.268-274.
- Pérez, E., Álvarez, C. y Lares, M. (2002). Caracterización física y química de granos de cacao fermentado, seco y tostado de la región de Chuao. *Agronomía Tropical*. 52(2): 161-172.
- Price, M. y Butler, L. (1977). Rapid visual estimation and spectrophotometric determination of tannin content of sorghum grain. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 25: 1268- 1273.
- Reyes, H. y De Reyes, C. L. (2000). El cacao en Venezuela. Moderna Tecnología para su cultivo. Venezuela: Edit. Chocolates El Rey.
- Vargas, V., Soto, J. y Enríquez, G. (1989). Métodos de fermentación de cacao para pequeños productores en seis localidades de Costa Rica. Pruebas de calidad. En: Memoria seminario regional sobre tecnología poscosecha y calidad mejorada del cacao. Costa Rica: Red regional de generación y transferencia de tecnología en cacao (PROCACAO).