



CUBA – SEPTIEMBRE 2015

**ALTERNATIVAS PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL BENEFICIO DE
CACAO PROCESADO EN LA EMPRESA AGROPECUARIA DE IMÍAS,
CUBA**

Ing. Joelvis Osorio Osorio

Profesor Universidad de Guantánamo

E-mail: joelvis oo@cug.co.cu

MsC. Orbeidy Moreira Gainza

Profesor Universidad de Guantánamo

E- mail:orbeydi@cug.co.cu

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Unidad de Beneficio de café y cacao perteneciente al municipio Imías, provincia Guantánamo, durante los meses entre noviembre de 2014 y diciembre 2014. El objetivo fue determinar el periodo de fermentación del cacao más adecuado para mejorar las propiedades físicas en las condiciones del Centro de beneficio de Imías. El experimento se realizó con dos tipos de cacao (UF 650 y cacao Híbrido) procedente de dos localidades (Jobo arriba y Las Vegas). Para ambas localidades los tratamientos utilizados se obtuvieron de las combinaciones de los factores en estudios (A: Periodo de fermentación y B: Tipo de cacao). Para el procesamiento de los datos se procedió mediante un análisis de varianza y una comparación de medias por la prueba de rangos múltiples de Duncan, mediante el paquete estadístico Stagraphic 5.1. El periodo de fermentación de 10 días constituyó el más eficiente, con valores superiores al 40 % de las

ganancias obtenidas en periodos de 7 y 8 días de fermentación; se determinó que en las condiciones edafoclimáticas de Imías el periodo de fermentación del cacao debe extenderse al menos, 10 días para lograr mayor calidad en los indicadores físicos.

Palabras claves: Fermentación – Cacao (*Theobroma cacao L.*) – tipos de cacao –localidad – propiedades físicas.

ABSTRACT.

The present work was carried out in the Unit of Benefit of coffee and cocoa belonging to the municipality Imías, county Guantánamo, during the months between November of 2013 and December 2013. The objective was to determine the period of fermentation of the most appropriate cocoa to improve the physical properties under the conditions of the Center of benefit of Imías. The experiment was carried out with two types of cocoa (UF 650 and Hybrid cocoa) coming from two towns (Jobo Arriba and Las Vegas). For both towns the used treatments were obtained of the combinations of the factors in studies (A: Period of fermentation and B: Type of cocoa). For the prosecution of the data it proceeded by means of a variance analysis and a comparison of stockings for the test of multiple ranges by means of the statistical of Duncan, package Stagraphic 5.1. The period of fermentation of 10 days constituted the most efficient, with values superiors to 40% of the earnings obtained in periods of 7 and 8 days of fermentation; it was determined that under the conditions edafoclimáticas of Imías the period of fermentation of the cocoa should extend at least, 10 days to achieve bigger quality in the physical indicators.

Key words: Fermentation – Cocoa (*Theobroma cocoa L.*) – types of cocoa – town – physical properties.

I. INTRODUCCIÓN

A partir del siglo XIX con el desarrollo en Europa de la industria del chocolate, es cuando la producción de cacao se incrementa a un ritmo acelerado. En función de esto Brasil y Ecuador se convierten en países productores según (Ramírez 2006).[1]

El cacao es un cultivo importante porque de él surge el chocolate, con un alto contenido calórico y con uso en la medicina, un producto de mucho consumo en los países fríos Márquez y Aguirre, (2005)[2]. Como cultivo es una fuente de sustento para los pobladores de los países del trópico en 4 continentes. El chocolate y sus derivados son también fuentes de sustentos de muchos trabajadores de la industria y el comercio (Márquez y Aguirre, 2006)[3].

El cultivo y uso del cacao (*Theobroma cacao L.*) ha estado presente a lo largo de la historia de América Latina. Aún antes de la llegada de los conquistadores, el cacao tiene importancia para las comunidades indígenas. En Brasil su cultivo continúa siendo importante en los ecosistemas tropicales húmedos. En Mezo América ya no tiene la importancia económica y cultural de antaño. Sin embargo, aún constituye un cultivo importante en determinadas regiones y comunidades, tales como Boca del Toro (Panamá), Salamanca (Costa Rica) y la costa norte de Honduras (Beer ,1999)[4].

Dugama, Gockowski y Bakala (1999)[5] destacaron que el cacao es uno de los cultivos comerciales más importantes y que 80% de su producción corresponde a los pequeños agricultores. Estos autores señalan que en 1900, la contribución de África a la producción mundial fue solamente de 17%; para 1996 la producción total de los cuatro países mayores productores africanos correspondió al 65% de la producción mundial y que al realizar la comparación con la producción agrícola, el cacao se mostró como el líder en el crecimiento económico y desarrollo de estos países.

Nosti (1970)[6] citó que por las valiosas propiedades del cacao, se desarrolló una poderosa industria de la cual se obtienen varios derivados, entre ellos, el cacao en polvo, la manteca de cacao, los jabones, las pastas, etc.

Agüero (1977)[7] destacó que la situación en el mercado mundial y la producción deficitaria que se tiene en el país, convierten al cacao en una de las inversiones más atractiva y segura en el sector agropecuario; indica que para la economía nacional constituye una de las perspectivas de mayor rentabilidad.

El Ministerio de la Agricultura (Cuba, 1985)[8] plantea que el cacao tiene gran importancia económica por su valor alimenticio y por constituir un renglón exportable de la economía nacional. Las plantaciones de cacao se encuentran

distribuidas fundamentalmente en la precordillera de los macizos montañosos Nipe-Sagua-Baracoa y Sierra Maestra, además del creciente desarrollo en la zona Central y Occidental de nuestro país. Siendo parte del sustento de más de 4000 familias dedicadas a este cultivo (Caro, 2005[9]; Márquez y Aguirre, 2006; Matos y Ochoa, 2008)[2].

Según Márquez *et al.* (2008) el porcentaje mayor de las plantaciones de cacao del país se concentra en la región oriental, fundamentalmente en la provincia Guantánamo. Baracoa posee el mayor porcentaje de las áreas, 52% (4 425 ha) y el 75 % de la producción nacional. Chávez y Masilla (2004)[10], señalan que el beneficio del cacao es un proceso que obedece a los principios básicos de conservación de alimentos y se hace con la finalidad de mejorar la calidad del grano.

En Cuba se han realizados estudios científicos, de los métodos de la fermentación del cacao de la variedad Cacao tradicional y Clon UF-650 y su comportamiento durante todo el proceso fermentativo; cabe resaltar que los estudios realizados principalmente en la en la zonas más húmedas, cuenta con condiciones climáticas diferentes a las de la costa sur por ende se ha visto la necesidad de realizar un estudio minucioso de los métodos de fermentación, para poder recomendar un método efectivo en las condiciones climáticas de Imías (Chávez y Masilla 2004)[10].

La calidad del cacao se manifiesta a través de las características físicas (tamaño, peso, grosor de cáscara, color, contenido de grasa) y las características organolépticas de las almendras. El sabor, determinado por el gusto y el aroma, refleja los efectos combinados del genotipo, de los factores edafoclimáticos, del manejo agronómico recibido en la plantación y de la tecnología poscosecha utilizada. Cinco son los factores determinantes de la calidad de la almendra de cacao: el genotipo, el clima imperante, los suelos donde se cultiva, el manejo agronómico y fitosanitario que se ofrezca a las plantas y la tecnología poscosecha beneficio que se utilice (Chávez y Masilla 2004)[10].

Planteamiento del problema:

¿Cómo mejorar las propiedades físicas del cacao fermentado en piso en el Centro de beneficio de la Empresa Agropecuaria de Imías?

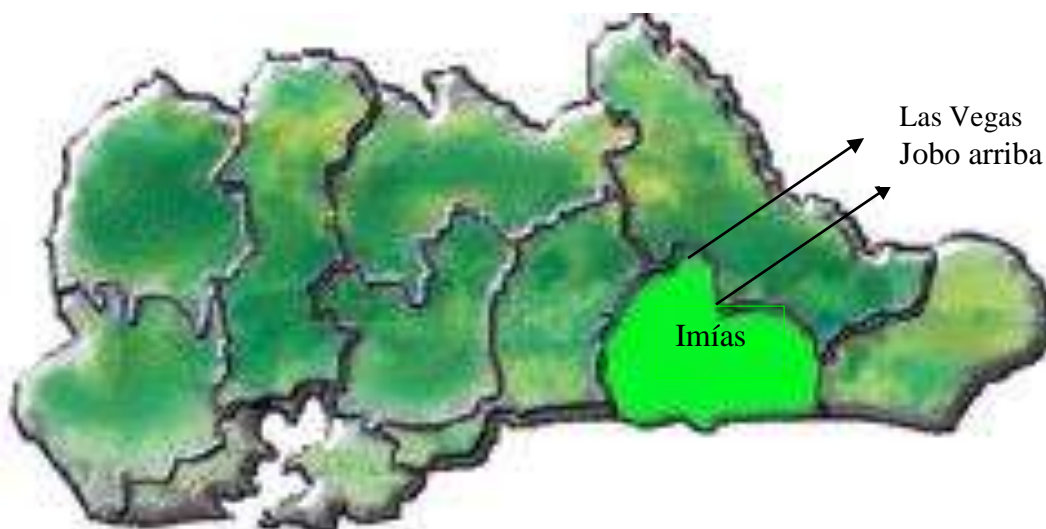
Objetivo general.

Determinar el periodo de fermentación de cacao más adecuado para mejorar las propiedades físicas en las condiciones del Centro de beneficio de Imías.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. UBICACIÓN

El trabajo se desarrolló en el centro de beneficio del municipio de Imías que es un territorio con características costeras y montañoso, ubicado hacia los extremos Sur y Este de la provincia Guantánamo, tiene como límite físico – geográficos los siguientes: al Norte el Municipio Baracoa, al Este el Municipio Maisí, al Sur el Mar Caribe y al Oeste Municipio San Antonio del Sur.



Relieve

Imías es un territorio netamente montañoso con más del 90% de su geografía representada por las montañas, formando parte del macizo Nipe – Sagua – Baracoa, destacándose las montañas de la Sierra del Purial y la Sierra de Imías, en esta última se localizan las dos elevaciones más alta de la provincia: Pico el

gato, con 1176,5 MSNM y Pico vista alegre con 1186,5 msnm, esta última es conocida como techo de la provincia, se destacan dentro de la geomorfología de Imías también por su altura, loma la colorada y alto de Pabano.

2.2. CARACTERÍSTICA DEL CENTRO DE BENEFICIO

El centro de beneficio está enclavado en la misma cabecera del municipio y posee un área de secadero natural de 1600 m², tres almacenes (piezas de repuesto, víveres y almacenamiento de café y cacao), y su superficie total es de 2800 m².

El mencionado centro tiene como objeto Social: comprar, beneficiar y comercializar las producciones de Café y Cacao del municipio con el mayor grado de calidad posible, que permita resultados satisfactorios en este proceso. El método de secado que se utiliza es el natural y específicamente el promedio de cacao que se beneficia es de 170,0 toneladas en el año.

2.3. CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE LA ZONA CACAOTERA

La región septentrional del municipio recibe la influencia más directa de los Alisios del noreste provocando que en dicha región los valores pluviométricos sean superiores que en el sur oscilando entre los 1600 – 1800 mm como promedio anual y se desarrollen temperaturas inferiores a la franja costera, jugando un papel importante en esta característica climática el efecto de la altura sobre el nivel del mar.

Las condiciones climáticas de Imías muestran notables diferencias entre la región meridional y la septentrional, la región meridional está comprendida dentro del semidesierto cubano (franja costera sur), ecosistema muy frágil dado por la

escasez de precipitaciones y elevadas temperaturas, esta franja costera está comprendida dentro de la subregión climática de Cuba Oriental caracterizada por la influencia de los vientos Alisios con gran diferenciación en el humedecimiento entre las vertientes de barlovento (lluvioso) y sotavento (seco).

Tabla.1 Variaciones en las variables climáticas fundamentales de la zona en el periodo experimental.

Variables del clima	O	N	D	E	F	Media
Temperatura media (°C)	23,8	22,6	23,5	23,7	24,1	23,54
Precipitaciones (mm)	16,8	28,9	3,6	40,2	96,6	37,22
Humedad Relativa (%)	71	70	68	66	72	69,4

2.3.1 SUELOS PREDOMINANTES EN LA ZONA

En la zona de Jobo Arriba el suelo que predomina es el Ferralítico rojo y en Las Vegas es Fersialítico Rojo Parduzco son aquellos que se utilizan fundamentalmente para el cultivo permanente Café, Cacao, Frutales y las especies forestales que abundan en las zonas pre -montañosas y montañosas del municipio. Por las condiciones del relieve y las precipitaciones es necesaria la aplicación de medidas de mejoramiento y conservación de los suelos.

2.4. ATENCIONES REALIZADAS AL CULTIVO DE CACAO

Las atenciones culturales que se realiza al cultivo del cacao en nuestro municipio son los siguientes aspectos.

- Limpia manual, dos al año.
- Poda al cultivo, una al año.
- Regulación de sombra, una al año.
- Cosecha de cacao, todo el año.

- Deshije de cacao, tres al año.
- Desratización cacao, dos al año.
- Fertilización nitrogenada una al año.
- Barrera muerta.
- Barrera viva.

2.5. FACTORES Y TRATAMIENTOS UTILIZADOS EN EL EXPERIMENTO

El experimento se realizó con el cacao procedente de dos localidades (Jobo Arriba y Las Vegas). Para ambas localidades los tratamientos utilizados se obtuvieron de las combinaciones de los factores en estudios (A: Periodo de fermentación y B: Tipo de cacao) que se relacionan a continuación:

Factor A:

Periodo de fermentación

- Niveles: 1. 7 días
2. 8 días
3. 9 días
4. 10 días

Factor B: Tipo de cacao

- Niveles: 1. UF 650
2. Híbrido.

Tratamientos derivados de las combinaciones

T1. UF 650 con 7 días de fermentación

T2. UF 650 con 8 días de fermentación

T3. UF 650 con 9 días de fermentación

T4. UF 650 con 10 días de fermentación

T5. Híbrido con 7 días de fermentación

T6. Híbrido con 8 días de fermentación

T7. Híbrido con 9 días de fermentación

T 8. Híbrido con 10 días de fermentación

2.6. TOMA DE MUESTRAS

Para la toma de muestras se tuvieron en cuenta los factores que influyen desde las condiciones de campo hasta el proceso de beneficio con énfasis en el proceso de fermentación.

2.6.1. CONDICIONES DE CAMPO

Las zonas seleccionadas para el experimento constituyen los sitios fundamentales y más representativos en la producción del cacao del municipio, donde se produce el 90% de la producción total de cacao.

Los tipos de cacaos seleccionados también son los predominantes en la zona, con aproximadamente el 80% de tipicidad, distribuido en un 35% de Híbridos y 45% correspondiente al tipo UF 650.

2.6.2. CONDICIONES DEL BENEFICIO

La fermentación de los lotes de los dos tipos de cacaos fue realizada según el periodo de días designados para cada tratamiento (Graziani de Fariñas *et al.* 2003)[11].

Para garantizar la adecuada fermentación se utilizó el método de fermentación en pilones y se estableció que cada pilón tuviera una altura de 70 cm, un ancho de 2 m y largo de 1,5 m para facilitar también el correcto tapado y el volteo de los mismos. Los pilones se cubrieron con mantas de polietileno, que permitieron conservar el calor y que no se afectara el proceso de fermentación por la humedad. El volteo se realizó cada 24 horas, echando la masa de los extremos en la parte central del pilón, con ellos se uniformó la fermentación en todos los granos y se evitó el enmohecimiento de la masa de esos extremos.

Para el control de la fermentación se midió la temperatura de los pilones cada 24 horas y se mantuvo por encima de los 55 °C.

Para el análisis de las variables evaluadas se tomaron 3 muestras por cada pilón y los pilones de cada uno de los tratamientos se repitieron 4 veces para garantizar la precisión de los datos obtenidos.

2.6.3. VARIABLES EVALUADAS

1. Porcentaje de granos con moho: para saber la calidad que contiene el producto se realiza de la siguiente manera: se extraen 100 granos de la muestra, luego se abre el grano de cacao que en su parte interna se detecta visualmente la presencia de mohos.
2. Porcentaje de granos Pizarrosos: grano de cacao que al ser cortado longitudinalmente la superficie expuesta es compacta y de color gris oscuro (color Pizarro), método descrito en la Nc-150 111.
3. Porcentaje de granos Violetas: grano que al ser cortado longitudinalmente, la superficie expuesta presenta un color violeta.
4. Porcentaje de granos planos: grano de cacao cuyos cotiledones son demasiados delgados para cortarlo de modo que se obtenga una superficie de un cotiledón.
5. Porcentaje total de defectos: El total de defecto se obtiene por el resultado total de muestra que luego terminada se cuenta los granos defectuosos y se determina a que calidad corresponde.
6. Humedad: Este producto debe tener en los parámetros de 6,5 – 7,5% de humedad al no obtener este parámetro pierde calidad.
7. Cantidad de granos en 100 gramos: Para realizar este muestro se pesa 100 gramos de ellos se cuentan y según la cantidad que obtiene es el resultado pero entre menos granos obtenga es el de mayor rendimiento.

8. Porcentaje de cáscara del grano: para realizar este muestreo se coge 100 g de cacao con cáscara y se le quita cáscara pesando la misma, luego aplicamos la regla de tres.

100 g-----100%

Cáscara ---- x

2.3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza simple con arreglo bifactorial y para diferenciar las medias de los factores o tratamientos se utilizó la prueba de comparación de rangos múltiples de Duncan (1956), mediante el paquete estadístico Stagraphic 5.1.

2.8. ANÁLISIS ECONÓMICOS

La valoración económica de los resultados tuvo en cuenta las ganancias derivadas de una tonelada beneficiada según el rendimiento neto y la calidad del producto final (I, II, III) según las normas de calidad establecida y se ajustó a la producción de una tonelada, aunque como promedio son beneficiadas en este centro de beneficio 170 toneladas de cacao.

El precio de la tonelada de cacao fermentado según su calidad de relacionan a continuación:

I- Calidad = \$ 13650,00

II- Calidad = \$ 12285,00

III- Calidad = \$ 9895,00

El rendimiento neto se determinó mediante el descuento en cada tratamiento del porcentaje de granos defectuosos en tratamiento.

Para la evaluación de la calidad del cacao fermentado se consideró lo establecido en las normas de calidad NC M3 38-05-02 del MINAGRI (2012). Aplicadas en las empresas del Ministerio de la Agricultura con énfasis en el porcentaje de granos violetas como se presenta en la tabla 2.

Los porcentajes expresados son máximos, verificándose con la prueba cuantitativa.

Cuando los granos presentan un defecto severo, este se clasificará en una categoría solamente por ejemplo la menos favorable. El orden decreciente de gravedad fue de la forma siguiente:

- Granos mohosos
- Granos violetas
- Granos dañados por insectos, granos germinados, granos planos

Tabla 2. Relación de las categorías de calidad establecidas en la norma de calidad NC M3 38-05-02.

Características	Categoría Extraña	Categoría I	Categoría II	Categoría III
Granos mohosos	-	3	4	7
Granos violetas	5	11	15	20
Granos dañados por insectos germinados y planos	2	3	5	7
Granos pizarros	3	3	6	6
Total defectos (incluyendo los violetas)	10	20	30	40
Humedad %	6-7,5	6-7,5	6-7,5	6-7,5
Cáscara %	11-12	11-14	11-14	11-16

2.8.1. RELACIÓN DE LAS ACTIVIDADES FUNDAMENTALES QUE DETERMINARON EL COSTO POR TONELADA DE CACAO BENEFICIADA (MN).

- Compra – 2530 kg de pulpa x 3,56 \$ = 9006,0 \$
- Flete mulo – 1,50 promedio x 46 kg = 2530 x 1,50 = 82,50 \$

• Recibido en despulpadora	2530 kg x 1,20 – 1,40	=	77,00 \$
• Traslado en camión	2530 kg x 0,60	=	33,00 \$
• Flete del camión	4 horas x 16,00	=	64,00 \$
• Fermentación.	2530 kg de pulpa x (0,60)	=	44,00 \$
• Secado	24 x 2,25)	=	52,80 \$
• Traslado del almacén	– 24 x 0,09	=	1,98 \$
• Estiba en almacén	22 x 0,07	=	1,54 \$
• Transporte del almacén al carro	– 22 x 0,07	=	1,54 \$
• Carga	22 x 0,07	=	1,54 \$
• Transportación para la venta	- 6 x 16,00	=	96,00 \$

Costo total	\$ 9 461,90
-------------	-------------

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN DOS FACTORES EN ESTUDIOS

En los análisis estadísticos no se encontró interacción entre los factores estudiados (periodo de fermentación y tipos de cacao, lo que obligó a realizar los resultados por factores independientes.

3.2. PORCENTAJE DE GRANOS CON MOHO Y PORCENTAJE DE CÁSCARAS

En la tabla 3 se observa que en la variable granos con moho se encontró diferencia significativa entre los diferentes periodos (Factor A) en la localidad de Jobo arriba, donde a los 7 y 8 días se encontró mayor porcentaje de granos con moho, lo que demostró que el proceso de fermentación no se completó y que fue necesario la aplicación de un mayor periodo de fermentación para mejorar la calidad del cacao.

Cuando se analizó la influencia del tipo de cacao (factor B) sobre esta variable para la localidad de Jobo arriba, se demostró que para el caso del cacao híbrido la cantidad de granos con moho fue superior, lo que pudo estar relacionado con el

proceso de secado, que es un proceso tan importante como la fermentación, ya que son determinantes para lograr una buena calidad. Si el secado es excesivo la cáscara se vuelve muy quebradiza y los granos se parten y si queda muy húmedo existe el peligro de que se desarrollen mohos durante el proceso.

Sobre el secado se han realizado estudios que señalan que los cambios que se producen en la fermentación afectan las características del grano seco, al continuar las reacciones iniciadas en el proceso fermentativo (Cros y Jeanjean, 1995)[12].

En la localidad Las Vegas no se encontró diferencias significativas para el porcentaje de granos con moho. Este fenómeno puede estar ocurriendo debido al buen proceso de fermentación y adecuados contenidos de humedad que evita que durante el proceso de fermentación aparezcan hongos sobre la masa de cacao en fermentación, provenientes de diferentes fuentes de contaminación.

El porcentaje de cáscaras en ambas localidades tuvo la misma tendencia y no se obtuvo cambio significativo en los diferentes periodos de fermentación, sin embargo el tipo de cacao fue un factor determinante en los cambios encontrados y los mayores porcentajes correspondieron al cacao UF 650, influido en lo fundamental por las características genéticas de cada tipo de cacao.

Zambrano *et al.*(2010)[13] encontraron que el porcentaje de cascarilla varió significativamente entre los tipos de cacao examinados, siendo bajo para los tipos Guasare y CMSJ, intermedio para ICS-1 y alto para IMC-67xOC-61 y Porcelana.

Sukha *et al.* (2002)[14] señalaron que el porcentaje de cascarilla varía de acuerdo con el genotipo del cacao, desde 6 hasta 16%, y tiene gran significación para la calidad del producto ya que es un desecho del proceso industrial.

Tabla 3. Análisis de los Granos con moho y porcentaje de cáscaras en los periodos de fermentación y tipos de cacao.

Variables	Granos con moho en 100 granos	% de cáscara
-----------	----------------------------------	--------------

Localidad	Jobo Arriba	Las Vegas	Jobo Arriba	Las Vegas
Interacción	ns		ns	
Factor A: Periodo de fermentación				
7 días	2,0 a	1,01	13,5	13,4
8 días	1,83 a	1,0	13,1	13,1
9 días	1,3 b	1,02	13,3	13,3
10 días	1,0 b	1,0	13,15	13,2
EE	0,29*	ns	0,02 ns	0,12 ns
Factor B: Tipos de cacao				
UF 650	1,0 b	1,0	13,3 a	13,4 a
Híbridos	2,1a	1,0	12,8 b	12,48 b
EE	0,27*	ns	0,10*	0,099*

3.2. ANÁLISIS DEL PORCENTAJE DE GRANOS VIOLETAS

En la figura 2 se observa los efectos de los tratamientos (hubo interacción entre los factores (A x B) en el porcentaje de granos violetas en la localidad de Jobo, el mismo muestra que con el incremento de los días al proceso de fermentación se disminuyó significativamente el porcentaje de granos violetas, con valores más reducidos cuando el periodo de la fermentación fue al menos, de nueve días, lo que mejora considerablemente la calidad del cacao.

Se demuestra además, que en ambos tipo de cacao la tendencia general de esta variable es la misma, aunque con valores más altos en los tipos híbridos, de ahí la importancia del mejoramiento de los factores que influyen en los procesos fermentativos para reducir los altos valores de este indicador en la localidad. Se ha

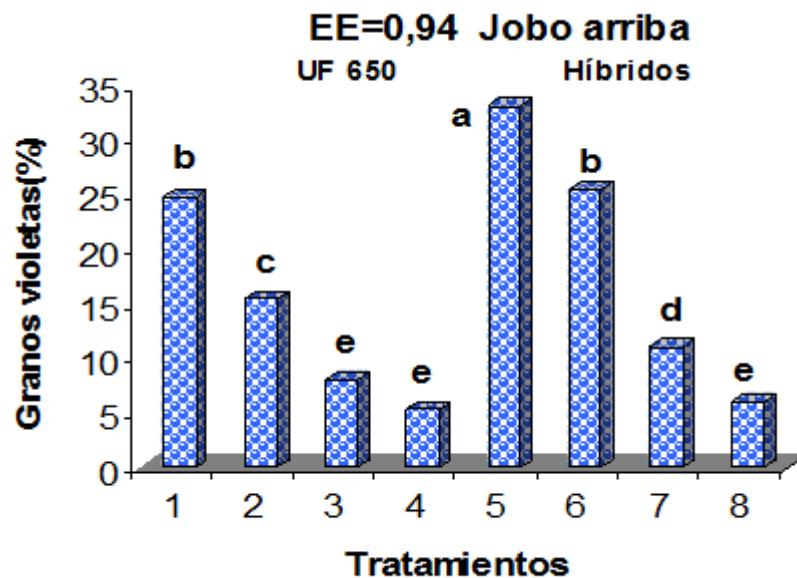


Figura 1. Efectos de los tratamientos en el porcentaje de granos violetas en la localidad de Jobo arriba.

T1; UF 650 con 7 días de fermentación, T2; UF 650 con 8 días de fermentación, T3; UF 650 con 9 días de fermentación, T4; UF 650 con 10 días de fermentación, T5; Híbrido con 7 días de fermentación, T6; Híbrido con 8 días de fermentación, T7; Híbrido con 9 días de fermentación, T8; Híbrido con 10 días de fermentación. Letras iguales indican que no existe diferencia para $p \geq 0,05$

observado en el municipio de Imías, que en el cacao híbrido la pulpa tiene menor humedad y pocas mieles, esto influye negativamente en el proceso de fermentación porque retarda el mismo y crea las condiciones para el mayor índice de grano violeta. Sin embargo, el cacao UF 650 produce muchas mieles y pulpas abundantes lo que permite un correcto proceso de fermentación y con ello, la disminución de los granos violetas que afecta la calidad del cacao. Se ha encontrado concentraciones de taninos que varían en la fermentación por su participación en las reacciones que ocurren en el proceso, siendo el comportamiento distinto entre los tipos de cacao (Graziani de Fariñas *et al.*, 2003[11]; Torres *et al.*, 2004)[15].

En la figura 3 se observan los efectos de los tratamientos en el porcentaje de granos violetas en la localidad Las Vegas con resultados similares a la localidad de Jobo Arriba, es decir, se mantiene la tendencia a la disminución de este indicador cuando se aumentaron los días de fermentación. Sin embargo, el valor del indicador cuando se aplicó el periodo de fermentación a los 8 días fue superior en el tipo de cacao híbrido que en el UF 650.

Este resultado parece ratificar la hipótesis de la influencia de la cantidad de pulpas y de mieles en la velocidad de los procesos fermentativos en las condiciones de la localidad de Imías.

Jorge *et al.* (2007)[16] afirmó que los índices físicos de calidad de los granos secos se relacionan con el grado de madurez de los frutos, ya que observaron que mazorcas con maduración incompletas dan origen a granos insuficientemente fermentados, violáceos y pizarrosos, ya que carecen de suficiente cantidad de azúcar para una adecuada fermentación.

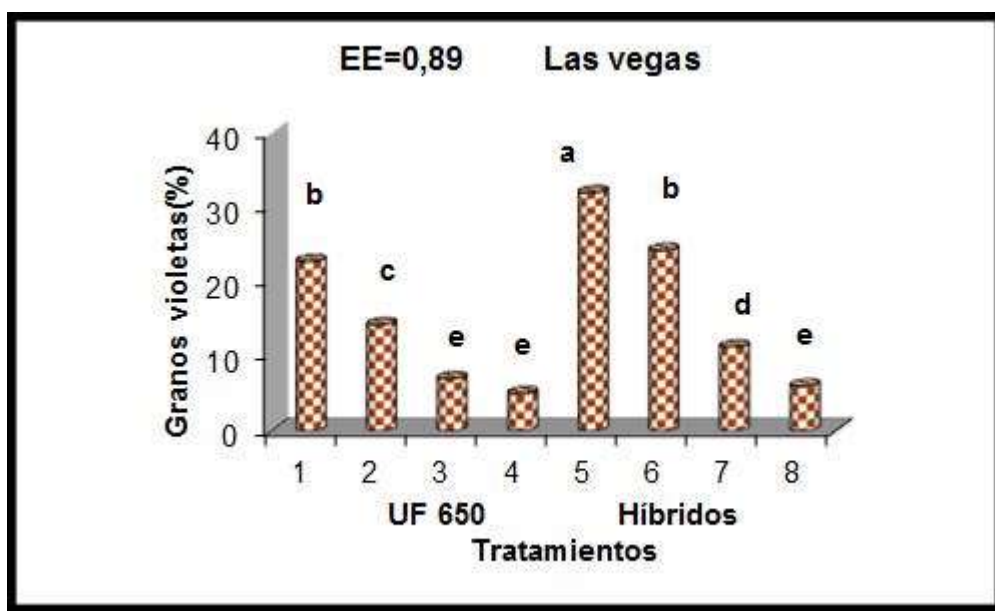


Figura 2. Efectos de los tratamientos en el porcentaje de granos violetas en la localidad de Vega del jobo.

T1; UF 650 con 7 días de fermentación, T2; UF 650 con 8 días de fermentación, T3; UF 650 con 9 días de fermentación, T4; UF 650 con 10 días de fermentación, T5; Híbrido con 7 días de fermentación, T6; Híbrido con 8 días de fermentación, T7; Híbrido con 9 días de fermentación, T8; Híbrido con 10 días de fermentación. Letras iguales indican que no existe diferencia para $p \geq 0,05$

3.3. COMPORTAMIENTO DEL PORCENTAJE DE GRANOS PLANOS Y CANTIDAD DE GRANOS EN 100 GRANOS EN LOS PERIODOS DE FERMENTACIÓN Y TIPOS DE CACAO

En la tabla 4 se muestra los indicadores físicos de la calidad (granos planos, cantidad de granos en 100 gramos según el periodo de fermentación y tipos de cacao en ambas zona. Se demostró que los granos planos tuvieron afectaciones solo por el periodo de fermentación en la zona y aumentaron con la disminución del periodo de fermentación. Las diferencias en el tipo de cacao no condujeron a cambios en el porcentaje de granos planos, lo que indica la necesidad de mejorar el proceso de fermentación independientemente de material de cacao utilizado.

La cantidad de granos en 100 gramos fue bastante uniforme en los diferentes periodos de fermentación, pero el tipo de cacao tuvo una marcada influencia en

esta variable, elemento que se debe tener en cuenta para la mezcla de granos que se realizan durante el acopio y fermentación en piso de cemento.

El tamaño del grano está determinado por las condiciones climáticas, la estación del año y otros factores. La variedad de tamaños en el grano crea un problema en el tostado. Cuando las condiciones de tostado se establecen para el tamaño medio del grano, los más pequeños tienden a quemarse, mientras que en los granos más grandes, no lo hacen completamente en el centro porque temperatura no llega hasta el centro del mismo, impidiendo una transformación completa de todos los precursores de aroma, por lo que el sabor del chocolate será de menor calidad. En el caso contrario (grano pequeño) se forman compuestos adicionales por el excesivo tostado y que pueden alterar negativamente el sabor (Amores, 2004[17]; Jorge *et al.*, 2007)[16].

Estos autores concluyeron que las almendras fermentadas y secas cuyos pesos varían entre 1,0 g a 1,5 g poseen un menor contenido de cáscara entre el 10,0% y el 12,0%) y aquellas almendras con pesos comprendidos entre 0,5 g y 1,0 g poseen un contenido de cáscara entre el 12,0% y el 14,0%. Sin embargo podemos observar que los valores obtenidos en este trabajo cumplen con esa tendencia o relación, ya que para los cuatro periodo de fermentación, aunque presentaban pesos superiores a 1,0 g el peso de la cascarilla fue superior, los cuales no son comparables a los resultados obtenidos por Gutiérrez y Pérez (2013) quienes reportaron valores superiores a 14,21% en almendras de cacao beneficiados en dos procesos post cosecha del cacao de Barlovento.

Los resultados obtenidos en este trabajo coinciden con los encontrados por Zambrano *et al.* (2010)[13] en un estudio con diferentes materiales de cacao, quienes reportaron valores para la cantidad de semillas en 100 gramos entre 65 y 78 unidades.

Tabla 4. Resultados los de indicadores físicos de la calidad (Granos planos y Cantidad de granos en 100 gramos) según el periodo de fermentación y tipos de cacao en las zonas de Jobo Arriba y Las Vegas.

Factores en estudio	Granos planos		Cantidad de granos en 100 g	
Localidad	Jobo Arriba	Las Vegas	Jobo Arriba	Las Vegas
Interacción (AxB)	ns		ns	
Factor A: Periodo de fermentación				
7 días	3,16 a b	2,62	67,66	66,25
8 días	3,33 a	2,37	65,83	65,20
9 días	2,25 bc	2,25	65,83	65,34
10 días	2,0 c	2,12	65,66	65,45
EE	0,30*	0,47 ns	1,35 ns	0,466 ns
Factor B: Tipos de cacao				
UF 650	2,9	2,25	70,62 a	70,5 a
Híbridos	2,5	2,43	62,0 b	61,75b
EE	0,429 ns	0,33 ns	1,21*	0,32*

3.4. ANÁLISIS DE LOS GRANOS PIZARROS Y HUMEDAD DEL GRANO

En la tabla 5 se muestran los valores correspondientes a la cantidad de granos pizarros y se observa que solo disminuyeron significativamente después los nueve días de fermentación para ambas localidades, lo que demuestra que en las condiciones de Imías, se debe alargar el periodo fermentativo para disminuir esta importante indicador. No obstante, los valores alcanzados cuando se aplicó periodos de fermentación de 9 y 10 se lograron que los valores del indicador disminuyeran hasta el rango de buena calidad.

El tipo de cacao parece no haber influido en los resultados de los granos pizarros, sin embargo en la localidad Las Vegas los valores son algo superiores, posiblemente por el grado diferente de humedad del cacao al llegar al proceso de fermentación.

Los resultados relacionados con el tipo de cacao no coinciden con los reportados por Ortiz de Bertorelli *et al.* (2009) [18] que encontraron que el tipo de cacao influyó

sobre el porcentaje de granos pizarrosos, mostrando la menor cantidad en el cacao de tipo criollo.

Los resultados de la humedad del grano (tabla 5) fueron similares para todos los periodos de fermentación y tipos de cacao, con valores dentro los rangos exigidos por las normas de calidad establecidas en el país e internacionalmente. Los resultados presentados indican buenas condiciones para este proceso, posible razón que condiciona las demandas de otras zonas productoras de este renglón agrícola a secarlos en Imías.

En el proceso de secado se logra disminuir el porcentaje de humedad de 55 - 60% a

6-7%, siempre por debajo del 8% para asegurar buenas condiciones de almacenamiento, evitándose el crecimiento de hongos y el ataque de los insectos. Es muy importante que la humedad disminuya lentamente, es decir, entre el lapso de 5 a 7 días, para favorecer que se completen los cambios químicos (reacciones de oxidación) responsables del sabor y aroma del cacao, de lo contrario, se corre el riesgo de inactivar a las enzimas antes de que se hayan completado los cambios químicos esenciales, lo cual ocurre por las altas temperaturas.

Los resultados de humedad se corresponden con lo encontrado por el investigador Zambrano *et al.* (2010)[13] que reportaron valores similares para diferentes tipos de cacao, con valores promedios cercanos a 7,5.

Respecto a la humedad, se consiguió valores muy superiores a los obtenidos por el investigador Álvarez *et al.* (2007)[19] tanto en muestras comerciales como en sus ensayos realizados. Dicha diferencia puede estar asociada tanto al tipo de cacao evaluado como las condiciones ambientales, no obstante, el cacao presenta un adecuado contenido de humedad, ya que todos los tratamientos estuvieron por debajo de 8%.

Tabla 5. Resultados de los indicadores físicos de la calidad (granos pizarros y humedad del grano) según el periodo de fermentación y tipos de cacao en la zona de Las Vegas.

Variables	Granos pizarros		Humedad del grano (%)	
Factores en estudio	Jobo Arriba	Las Vegas	Jobo Arriba	Las Vegas
Interacción	ns		ns	
Factor A: Periodo de fermentación				
7 días	4,66 a	6,25 a	7,4	7,5
8 días	3,66 a	5,12 a	7,5	7,5
9 días	3,0 a	3,25 b	7,4	7.6
10 días	1,6 b	1,5 c	7,5	7,4
EE	0,7*	0,49 *	0,01ns	0,019ns
Factor B: Tipos de cacao				
UF 650	3,58	4,0	7,4	7,5
Híbridos	2,91	4,06	7,5	7,5
EE	0,49ns	0,34 ns	0,01ns	0,01ns

3.5. TOTAL DE GRANOS DEFECTUOSOS EN AMBAS LOCALIDADES

En la figura 4 se observa, los efectos del periodo de fermentación y el tipo de cacao sobre el total de granos defectuosos en la localidad Las Vegas indicando que referido al periodo de fermentación existe diferencia significativa en los 4 niveles, con una clara tendencia a la disminución del total de granos defectuoso con el aumento del periodo de fermentación, elemento que se ha explicado en lo individual para cada defecto, a través de todo el desarrollo explicativo de los resultados.

Se observó además, que el tipo de cacao influyó en los resultados del total de defectos y se encontró que el cacao híbrido alcanzó valores superiores en el total de defectos.

Generalmente se le atribuye mayor importancia al manejo agronómico y a las condiciones edafoclimáticas, que al papel que juega el genotipo sobre la calidad. Esto es posible porque anteriormente no se habían realizado técnicas que permitiesen evaluar el comportamiento de un determinado material vegetal, proveniente de diferentes zonas cacaoteras, pero manejado en forma similar agronómicamente, en relación con la calidad de la almendra o de genotipos de distintos orígenes bajo manejo agronómico y tecnología pos cosecha similares.

Actualmente, estudios enfocados bajo estas técnicas han permitido establecer las bases utilizadas para definir cuales variedades de cacao deben utilizarse y bajo qué condiciones para producir la materia prima que la industria exige (ICCO 1991). Este indicador es muy importante porque muestra en qué medida aumenta o disminuye el valor de los granos bien fermentados, que en ese sentido, se logró valores superiores al 85% en los mejores periodos de fermentación. Por otra parte, aunque el sistema de clasificación por calidades depende de los valores individuales de los defectos, el rendimiento industrial depende del valor que se obtenga en el total de defectos.

Sabor del cacao: Este se relaciona mucho con el proceso de tostado de las almendras, debido a que allí se da el gusto y el aroma. Estos parámetros van de acuerdo a los requerimientos del chocolatero, quien demanda el tipo de almendra de acuerdo con el tipo de producto que elabora. El sabor, además de estar influenciado por el genotipo, depende de la tecnología postcosecha que se utilice. Pruebas recientes Clapperton (1994), han demostrado que la denominada prefermentación, que consiste en almacenar los frutos durante varios días después de cosechados (cinco a diez días), origina dentro del fruto una serie de procesos bioquímicos, alguno de los cuales permiten mejorar el sabor de las almendras luego que éstas sufren el proceso de fermentación (Sukha *et al.*, 2002)[14].

Si bien es cierto, el material genético es un factor determinante de la calidad organoléptica, también existen otros estándares internacionales de calidad considerados por los compradores, como granos mohosos, granos pizarrosos, granos dañados por plagas e insectos, planos, germinados, etc., que dependen únicamente del manejo postcosecha o beneficio y es allí exactamente donde

ciertos países dejan de percibir ingresos económicos, por la exportación de cacao sin fermentar (Roche *et al.*, 2007)[20].

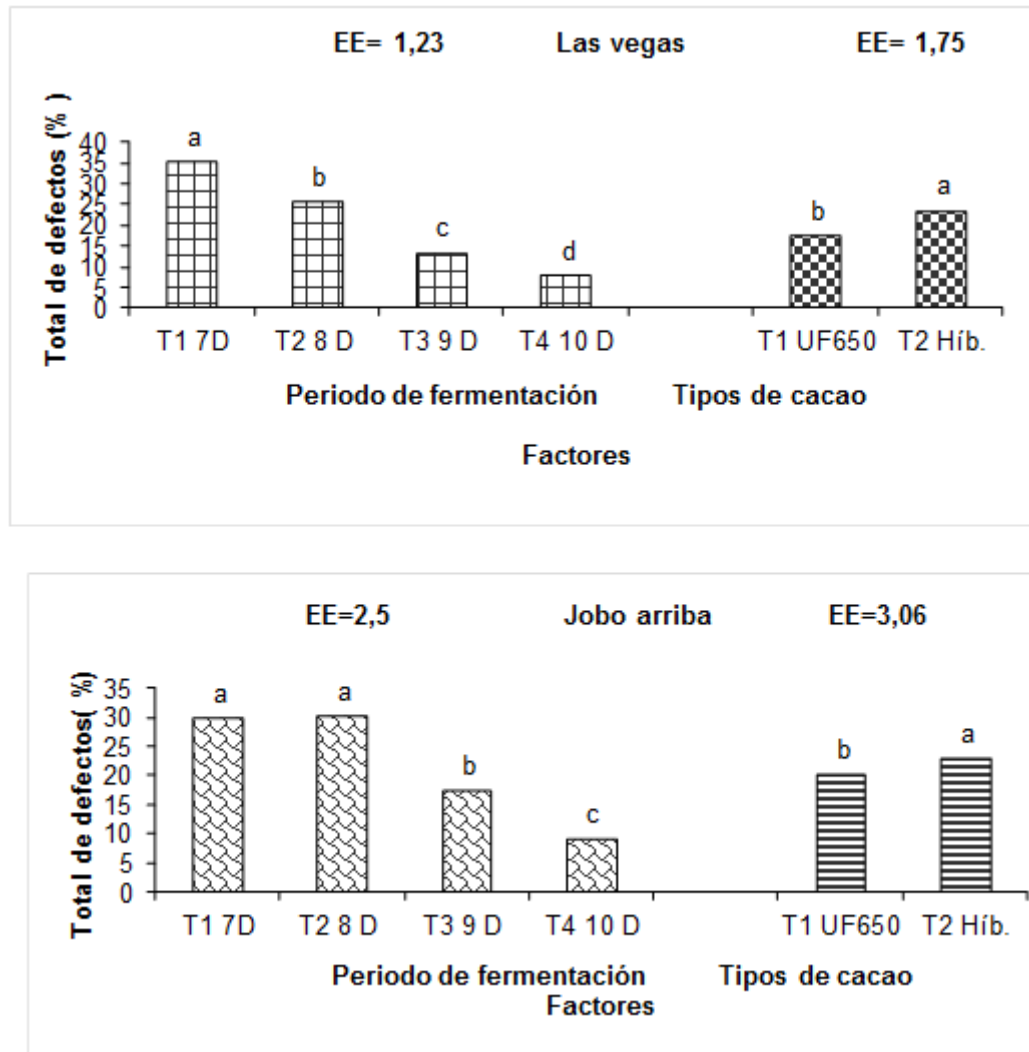


Fig.3 Efectos del periodo de fermentación y el tipo de cacao sobre el total de granos defectuosos en las localidades de Las Vegas y Jobo arriba.
 9T1 7D ; Fermentación a los 7 días, T2 8D ; Fermentación a los 8 días, T3 0D ; Fermentación a los 9 días, T4 10 D; Fermentación a los 10 días, T1 UF650; Tipo de cacao (UF 650), T2 Hib; Tipo de cacao (Híbridos) **Letras iguales indican que no existe diferencia para $p \geq 0,05$**

Este proceso puede estar afectado por el origen genético del cacao, intervalos entre cosechas, cantidad de cacao a fermentar, cantidad de pulpa en la semilla, método de fermentación y las condiciones del medio donde se realiza el proceso de fermentación.

3.6. ANÁLISIS DE LAS GANANCIAS EN LAS DIFERENTES VARIANTES

En la tabla 7 se muestra los resultados económicos de diferentes periodos de fermentación y tipos de cacao, en la cual se observa que el periodo de fermentación de 10 días se logró rendimientos netos y mayores proporciones en el cacao de primera calidad. Estos indicadores propiciaron que en este periodo de fermentación y en ambos tipos de cacao se logaran ganancias superiores a los 3 975 pesos por cada tonelada de cacao beneficiada.

Se muestra además, que existe una gran diferencia en cuanto a las ganancias obtenidas entre el periodo de fermentación de 10 y 7 días, que superan los 3 100,00 pesos por cada tonelada (superior en más del 70%), sin tener en cuenta los aportes en moneda libremente convertible que reporta para la economía de la provincia y el país.

Tabla 6. Resultados económicos de diferentes periodos de fermentación y tipos de cacao con datos promedios de ambas localidades.

Periodos de fermentación	Rendimientos Neto. (t)	Calidad	Costo de producción (\$. t ⁻¹)	Ganancia (\$. t ⁻¹)
7 días UF650	0,7	III	6018,5	876,5
8 días UF650	0,7	II	6018,5	876,5
9 días UF650	0,82	I	7393,1	3799,9
10 días UF650	0,9	I	8309,5	3975,5
7 días Híbrido	0,65	III	6445,75	643,5
8 días Híbrido	0,75	III	6591,25	830
9 días Híbrido	0,87	I	7965,85	3909,65
10 días Híbrido	0,9	I	8309,5	3975,5

IV. CONCLUSIONES

1. Se determinó que en las condiciones edafoclimáticas de Imías el periodo de fermentación del cacao debe extenderse al menos, 9 días para lograr mayor calidad en los indicadores físicos en ambos tipos de cacao.
2. Los indicadores físicos mostraron una superior calidad en el tipo de cacao UF 650.
3. El periodo de fermentación de 10 días constituyó el más eficiente, con valores superiores al 70 % de las ganancias obtenidas en periodos de 7 y 8 días de fermentación.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ramírez, P., Estructura y Dinámica De La Cadena De Cacao En El Ecuador. 2006, Ecuador.
2. Márquez, J.J.M.G.O.P.L.W.S.F.M.Y., Lineamientos para el establecimiento de la política varietal del cacao en Cuba. 2005, III Frente, Santiago de Cuba.
3. Márquez, J.J.M.B.A., Manual Técnico de Propagación del Cacao. 2006, La Habana, Cuba: Producciones Gráficas MINREX.
4. Beer, J., Theobroma cacao: un cultivo Agroforestal. Agroforestería en las Américas 1999.
5. Bakala, B.D.J.G.J., Desafíos biológicos y oportunidades para el cultivo sostenible de cacao (Theobroma cacao Lin.) en sistemas agroforestales de África Occidental y Central. 1999.
6. Nosti, J., Café y Cacao. 1970, La Habana.
7. Agüero, A.M., Divulgación y formato. 1997.
8. Ministerio de la Agricultura, C., Conferencia impartida sobre el Beneficio del Cacao. 1985.
9. Caro, P., La experiencia cubana en el cultivo del cacao orgánico. . 2005.
10. A. Chávez, J.M., Manual de cultivo de cacao. 2004.

11. L., L.G.d.F.L.O.d.B.N.Á.y.A.T.d., Fermentación del cacao en dos diseños de cajas de madera. *Agronomía Trop.* . 2003.
12. Jeanjean, E.C.N., Cocoa quality: effect of fermentation and drying. *Plantations, recherche, développement.* 1995.
13. Zambrano A, G.A.R., G., Romero C, La cruz C. y Rivas E, Caracterización de parámetros físicos de calidad en almendras de cacao criollo, trinitario y forastero durante el proceso de secado 2010.
14. Sukha, D.B., SM; Straker, SS; Butler, DR., A holistic approach to cocoa(*Theobroma cacao* L.) quality assessment. In *Annual Report of Cocoa* 2002, The University of the West Indies, St Agustin.
15. Torres O, L.G.d.F., L. Ortiz de Bertorelli y A. Trujillo, Efecto del tiempo transcurrido entre la cosecha y el desgrane de la mazorca del cacao tipo forastero de Cuyagua sobre características del grano en fermentación. 2004.
16. C.Brito, M.J.L.C.Y.B.G.Y., Incidencia de la tecnología wafa (sistema completo) en las características reológicas y texturales del chocolate. Vol. *Ciencia y Tecnología de Alimentos.* 2007.
17. Amores, F., Cacaos finos y ordinarios. *Taller Internacional de Calidad Integral de cacao Teoría y Práctica* 2004.
18. Ortiz de Bertorelli, L.L.G.d.F.y.R.L.G., Evaluación de varios factores sobre características químicas del grano de cacao en fermentación. 2009.
19. Lares, E.P.C.Á.y.M.C., Caracterización física y química de almendras de cacao fermentadas, secas y tostadas cultivadas en la región de Cuyagua, estado Aragua. *Agronomía Trop.* 2007.
20. D., R., Centro del Comercio Internacional. UNCTAD/OMC. 2007: Guayaquil, Ecuador.