

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**IMPLEMENTACIÓN Y VALIDACIÓN DE METODOLOGÍAS DE BENEFICIADO
Y SECADO DE CACAO EN LA BIOSFERA TAWAHKA ASAGNI**

POR

LINCOLN LENIN OSEGUERA ACOSTA

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS C.A.

DICIEMBRE, 2013

**IMPLEMENTACIÓN Y VALIDACIÓN DE METODOLOGÍAS DE BENEFICIADO
Y SECADO DE CACAO EN LA BIOSFERA TAWAHKA ASAGNI**

POR

LINCOLN LENIN OSEGUERA ACOSTA

NORMAN LEONEL MERCADAL TEJADA, M.Sc.

Asesor principal UNA

**TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS C.A.

DICIEMBRE, 2013

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO

Sin su ayuda nada de esto hubiese sido posible y por darme las fuerzas necesarias para salir adelante y poder cumplir mis propósitos, brindándome la sabiduría y paciencia para enfrentar todos los obstáculos, sobre todo darme la salud y contar con el amor de mi familia. Por nunca dejarme de su mano.

A MIS PADRES

Virgilio Oseguera (QDDG), y **Virginia Acosta** por brindarme apoyo moral, económico en estos cuatro años, quienes han sido mi sustento y mis fuerzas para seguir adelante.

A MIS HERMANOS

Wilmer, Eliezer, Milagro, Keila, Adán, por brindarme apoyo moral y cariño en todo momento que lo necesité.

A MIS COMPAÑEROS DE LA CLASE “KAYROS”

Por formar parte de mi vida estudiantil y permitirme vivir momentos de felicidad junto a cada uno de ellos.

AGRADECIMIENTO

A DIOS TODOPODEROSO

Reconozco que nadie más pudo regalar y mostrarme su amor en todo momento, brindarme sabiduría, paciencia e inteligencia para alcanzar este gran sueño.

A MI MADRE

Virginia Acosta por mostrarme su amor y darme la guía en la vida que se convirtió en la ruta encaminándome hacia el éxito.

AI INSTITUTO PARA LA COOPERACIÓN Y AUTODESARROLLO (ICADE)

Por brindarme el apoyo técnico y financiero en el desarrollo del proceso investigativo.

AL M. Sc. NORMAN LEONEL MERCADAL

Por facilitarme las herramientas de formación necesarias y culminar de la mejor manera esta investigación.

AL M. Sc. OSCAR FERREIRA

Por formar parte y apoyarme en la realización del trabajo de investigación.

A LA ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE LA BIOSFERA LIMITADA (APROBIL)

Por apoyarme a nivel de campo y brindarme las herramientas necesarias para facilitar el desarrollo del trabajo investigativo.

CONTENIDO

	Pág.
ACTA DE SUSTENTACIÓN	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
LISTA DE CUADROS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABLAS	ix
LISTA DE ANEXOS	x
RESUMEN	ii
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	1
2.1. General.....	1
2.2. Específicos.....	1
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
4.1. Origen del cacao	3
4.2. Comportamiento del cacao	3
4.2.1. A nivel mundial.....	3
4.2.2. A nivel nacional	4
4.2.3. A nivel local.....	5
4.3. Importancia económica del cacao	6
4.4. Tipos genéticos de cacao	7
4.4.1. El cacao forastero	7
4.4.2. El cacao criollo	7
4.4.3. El cacao trinitario	8
4.5. Aspectos climatológicos y biofísicos.....	8
4.5.1. Precipitación.....	8
4.5.2. Suelos	9
4.6. Beneficiado del cacao	9

4.7. Cosecha o recolección de frutos	9
4.8. Madurez de las mazorcas a la cosecha.....	10
4.9. Corte de mazorcas.....	10
4.10. Almacenamiento de las mazorcas.....	10
4.11. Quiebra o partido de las mazorcas.....	11
4.12. Composición química de la pulpa de cacao.....	11
4.13. Fermentación	12
4.13.1. Importancia de la fermentación.....	12
4.14. Proceso de fermentación	12
4.14.1. Proceso bioquímico durante la fermentación	13
4.15. Tipos de fermentación.....	16
4.15.1. Fermentación anaeróbica	16
4.15.2. Fermentación aeróbica	16
4.15.3. Fermentación láctica	17
4.15.4. Fermentación butírica.....	17
4.16. Tiempo de fermentación	18
4.17. Requisitos para una buena fermentación	18
4.18. Métodos de fermentación	20
4.18.1. Fermentación en sacos	20
4.18.2. Fermentación en rumas o montones.....	20
4.18.3. Fermentación en cajones lineales.....	20
4.18.4. Fermentación en cajones tipo rohan.....	21
4.19. Secado del grano de cacao	21
4.20. Temperatura de secado	22
4.21. Tiempo de exposición.....	22
IV. MATERIALES Y MÉTODO	24
5.1. Descripción del área bajo estudio	24
5.2. Asociación de Productores de la Biósfera Limitada (APROBIL)	25
5.3. Materiales y equipo.....	25
5.4. Material genético	25
5.5. Recolecta de los frutos.....	26

5.6. Clasificación de los frutos	26
5.7. Partido de las mazorcas	27
5.8. Clasificación de la semilla	27
5.9. Métodos	28
5.9.1. Fermentación en cajones lineales	28
5.9.2. Fermentación en sacos.	29
5.10. Variables.....	29
5.10.1. Porcentaje de fermentación	29
5.10.2. Porcentaje de humedad en el grano seco.....	30
5.10.3. Variación de temperatura	30
5.10.4. Peso del grano	30
5.10.5. Granos violetas	31
5.10.6. Granos sobre fermentados.....	31
5.10.7. Moho interno.....	31
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
6.1. Variación de temperatura.....	32
6.2. Fermentación en el grano de cacao.....	34
6.3. Proceso de secado	37
VI. CONCLUSIONES.....	32
VII. RECOMENDACIONES	39
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	41
ANEXOS.....	45

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Fermentación en cajas lineales	34
Cuadro 2. Fermentación en sacos de yute.	35

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Principales cambios en la semilla de cacao durante la fermentación.	15
Figura 2. Mapa de la ubicación geográfica donde se realizó el estudio.	24
Figura 3. Corte de los frutos, frutos recolectados.....	26
Figura 4 Fruto pintón, fruto maduro, fruto sobre maduro y fruto dañados	26
Figura 5. . Extracción de la semilla de los frutos.	27
Figura 6. Semillas pre-germinada y semillas buenas.	27
Figura 7. Variación de temperatura en cajones lineales, en el estudio de validación de metodologías de fermento de cacao en la Biósfera Tawahka.....	32
Figura 8. Variación de temperatura en sacos de yute, en el estudio de validación de metodologías de fermento de cacao en la Biósfera Tawahka.....	33
Figura 9. Características de calidad de fermento en el grano de cacao realizadas en las pruebas de corte en los tratamientos de caja lineal y sacos de yute.	36
Figura 10. Características de calidad de fermento considerando el peso y la humedad en el grano de cacao en los tratamientos de caja lineal y sacos de yute.	37

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Media general en cajas lineales.....	34
Tabla 2. Media general en sacos de yute	36

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Etapas durante el proceso de fermentación.	46
Anexo 2. Cajones lineales.....	44
Anexo 3. Peso de cacao en baba.....	46
Anexo 4. Grano fermentado.....	45
Anexo 5. pre-secado del grano.....	47
Anexo 6. Secado del grano.....	45
Anexo 7. Humedad del grano.....	47
Anexo 8. Cuarteo del cacao fermentado.....	46
Anexo 9. Fermentación en sacos.....	48

OSEGUERA, L. 2013. Implementación y validación de metodologías de beneficiado y secado de cacao en la Biósfera Tawahka Asagni. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de Agricultura. 48 p.

RESUMEN

Para lograr la implementación y validación de las metodologías de beneficiado de cacao en la Biosfera Tawahka Asagni (BTA), fue necesario tomar los métodos más eficaces de acuerdo a las condiciones predominantes en la zona y las más eficientes con respecto al tiempo, para lograr un beneficiado óptimo; el método de fermento en cajas lineales de primer nivel y el método de fermento en sacos de yute, este último se utiliza principalmente cuando las producciones son bajas. La temperatura ambiental juega un papel importante en el desempeño del proceso fermentativo, empero fue necesario tomar en cuenta las remociones constantes para ayudar en el desarrollo de la actividad microbiana por levaduras y bacterias, que provocan junto a los azúcares del mucilago, cambios bioquímicos en el grano de cacao que generan las propiedades organolépticas de sabor y aroma característico del chocolate. El manejo en ambos métodos fue el mismo, así mismo las cantidades a fermentar, las remociones constantes cada 24 horas, en ambos métodos el fermento se inicia a partir de las 72 horas. El método más eficaz fue el de cajas lineales de primer nivel logrando un 77.75% de granos bien fermentados, mientras el método de fermentación en sacos de yute alcanzó el nivel mínimo de aceptabilidad con un 75.75%. El proceso de secado se inicia con la fase de pre-secado durante tres días, posteriormente se expone a la radiación directa del sol durante cuatro días y finalmente se deja cuatro días en el secador solar tipo túnel obteniendo 6.5% de humedad.

Palabras claves: Fermentación, Temperatura Ambiental, Levaduras, Bacterias, Humedad, Pre-secado.

I. INTRODUCCIÓN

La importancia del cacao como uno de los productos agrícolas más relevantes en la producción, es utilizado como materia prima para la obtención de diversos productos de la industria alimenticia, es la materia prima a partir de la cual se fabrica el chocolate, ya sea confitería, bebidas y la manteca de cacao, las semillas contienen gran cantidad de grasa, se utiliza en la fabricación de medicamentos, cosméticos, la farmacéutica y jabones.

Actualmente la producción de cacao en las zonas de la Biósfera del Río Plátano y Biósfera Tawahka Asagni son bajas, ya que hasta hace pocos años se ha venido implementando la cultura del cultivo de cacao con los productores de estas zonas, como medio de economía familiar y sustentable a la vez con el medio ambiente, a futuro se muestra una proyección ascendente de la producción, como medio económico es necesario dar un valor agregado al producto y se obtiene a través de un beneficiado consistente.

En un proceso de beneficiado para lograr calidad del producto para mercados exigentes se desarrolla labores de fermentado, pre-secado y secado, en busca del mejoramiento de las condiciones o propiedades organolépticas del grano, es de mucho cuidado tener en cuenta la relación entre la temperatura, la acción de los microorganismos y la presencia de oxígeno, con precisiones en la cantidad y el tiempo de las remociones.

La calidad final del grano fermentado es uno de los principales retos a los que tienen que enfrentarse los productores de cacao en la zona de la Biosfera Tawahka Asagni, necesario para dar un valor agregado a su producto, que impacten de manera directa sobre la economía familiar y local.

II. OBJETIVOS

2.1. General

Estudiar el proceso de validación e implementación de diferentes metodologías de fermentación y secado de cacao, que permita a los productores adoptar las más eficientes, de acuerdo a las condiciones de la Biósfera Tawahka Asagni.

2.2. Específicos

- a. Definir las metodologías de fermentación más prácticas y eficaces a utilizarse en la Biósfera Tawahka Asagni.
- b. Medir las variables de calidad en el grano de fermentado y secado en los diferentes métodos de fermentación evaluados.
- c. Determinar el tiempo propicio para realizar las remociones de la masa de cacao en el proceso de fermentación.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Origen del cacao

Su origen es americano y se cree que surgió de las cuencas del Amazonas y del Orinoco, por los extensos cacaotales encontrados principalmente en las regiones boscosas del Río Negro y del Alto Orinoco. Sin embargo, se encuentran especies diferentes de cacao en las Guayanas, Brasil, Colombia, México y Centroamérica (Miranda 2011).

4.2. Comportamiento del cacao

4.2.1. A nivel mundial

El cacao ocupa el tercer lugar después del azúcar y el café en el mercado mundial de materias primas. La producción principal de cacao se concentra en África del oeste y representa cerca del 70% de la producción mundial. En la actualidad en el mercado internacional de este producto se han presentado balances deficitarios puesto que ha sido mayor la demanda que la oferta, con las consecuencias que ello acarrea como lo es el incremento en el precio de las bolsas en que se lleva a cabo los negocios del producto en el mundo (Cruz 2012).

A nivel mundial, la mayor producción se concentra en ocho países: Costa de Marfil, Ghana, Indonesia, Brasil, Ecuador, Camerún, Nigeria y Malasia. Estos países tienen más del 90% del mercado mundial, siendo Costa de Marfil el país que aporta la mayor cantidad de cacao al mercado. Cabe mencionar que la producción es adquirida, principalmente, por los países

Europeos y Norte América, los cuales transforman el producto bruto o intermedio (semielaborados) en uno con valor agregado (CAMBio 2011).

4.2.2. A nivel nacional

La producción en Honduras se originó hace alrededor de cuatro siglos, cuando fue instalada en las selvas de la costa atlántica. El cacao es uno de los rubros que ha desarrollado la cadena agroalimentaria y por sus propios medios los productores se han organizado para desarrollar desde la producción, acopio, industrialización hasta el mercadeo internacional. La industrialización del cacao empezó en 1997 con la instalación de la planta procesadora de La Asociación de Productores de Cacao de Honduras (APROCACAHO) en Choloma (FIDE citado por Chavarría 2012).

El destino de la producción, sea en grano o procesado, es el mercado externo. En el 2008 Honduras produjo unas 700 toneladas de cacao, lo que representa entre un 5 y un 10% más que el año anterior. La APROCACAHO comercializa en su mayor parte con la industria de chocolates y de otros alimentos, 3% mercado nacional, 47% de la región centroamericana y el resto con otros países como 35% Estados Unidos, y 15 % Europa (Holanda, España e Italia, entre otros) (DESCA 2010).

A. Distribución de la producción en Honduras: Honduras fue hasta antes del Mitch el principal productor de cacao a nivel centroamericano, con una producción estimada de 5,000 toneladas métricas en un área aproximada de 7,000 hectáreas cultivadas en áreas diseminadas en la zona atlántica del país, como Cuyamel en Omoa, Guaymas en Cortes, Masica y Jutiapa en Atlántida, Wampusirpe en la Mosquitia (López 2008). Actualmente, se cuenta con plantaciones varias en la región de Olancho.

B. Situación actual: Hasta 1998 existían en Honduras unos 3,500 productores de cacao, con fincas menores a las 5 has; concentrados en un 85% a lo largo del litoral atlántico. Cifras oficiales revelan que la producción interna de cacao alcanzó cerca de 6,000 t.m. en 1998, pero decreció a 1,000 t.m. en el 2003 como consecuencias del daño a las fincas causadas por el huracán Mitch y el aparecimiento de una nueva enfermedad, la moniliasis y al abandono de fincas producto de los bajos precios del grano en el mercado internacional (FHIA 2009).

C. Zonas productivas en Honduras: Las zonas productoras de cacao en Honduras se encuentran en la costa atlántica, en los departamentos de Cortés, Yoro, Atlántida y Gracias a Dios, específicamente en: Cortés: Omoa, Cuyamel, Choloma, Tegucigalpa y Corinto; Yoro: la zona de mayor producción es Guaymas; en Atlántida: La Masica, Jutiapa, Tela, Arizona y Esparta; en Gracias a Dios: la zona de mayor producción es la Mosquitia. El sector cacaotero cuenta con una asociación de productores denominada, Asociación de Productores de Cacao en Honduras (APROCACHO) (SAG, 2009). Según Izaguirre (2013) en la región de Olancho se cuenta con asociaciones como APROSACAO, APROBIL, APROCAPAPAN, COCOA Biósfera, ACICAFOC.

4.2.3. A nivel local

En septiembre de 2007, se realizó la primera reunión de organizaciones interesadas en promover sistemas agroforestales con cacao y posicionar nuevamente a Honduras como un país exportador de cacao de calidad. En este mismo tiempo se creó la mesa nacional de cacao, desarrollándose eventos de capacitación de técnicos, un diagnóstico de material genético existente en el país con potencial de cacao fino y alianzas con instituciones gubernamentales y de cooperación (CAMBio citado por ICADE 2012).

En nuestro país la experiencia en el tema de fermentación es muy poca, apenas desde hace unos tres años se está hablando de definir una metodología de fermentación ha sido la FHIA quien ha iniciado esta idea con fines de lograr experiencia, pues en este sentido la demanda de los mercados nacionales e internacionales está creciendo en el tema compra de cacao fermentado. Sin embargo en la región de Olancho ya se están gestando iniciativas relacionadas al tema, es por ello que el presente trabajo busca diseñar mecanismos que contribuyan al éxito en fermentado de cacao.

Organizaciones como la APROBIL, no cuentan con este tipo de experiencias, sin embargo se están dando los primeros pasos para promover una cultura de fermentado de cacao, como medio de dar respuesta a un mercado que demanda de esta calidad. Además organizaciones de productores locales como la APROSACAO mediante alianzas con organismos de diferentes regiones nacionales y de la región centroamericana está haciendo acercamiento e iniciando a generar la experiencia en el tema. Aunque no se cuenta actualmente con infraestructura de fermentación y secado.

4.3. Importancia económica del cacao

En Honduras hay más de 1843 hectáreas sembradas manejadas, por mil 200 productores, el siete por ciento mujeres. Genera alrededor de 386 mil 405 dólares anuales en ingresos por ventas, en su mayoría se destina para suplir el mercado nacional, el mercado internacional está demandando cada vez más la descrita semilla, por la cual paga hasta tres mil dólares por tonelada. Según el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), entre 2005 y 2010 las exportaciones del grano de cacao han dejado un total de 1.5 millones de dólares en divisas al país, mientras que las exportaciones de procesados como pasta, manteca y polvo de cacao dejaron 14.4 millones de dólares. El cacao es un rubro con una demanda internacional creciente, cuyos precios tienen tendencia a la alza, representando una excelente oportunidad de mercado para productores de pequeña escala, ya que su manejo es poco tecnificado (INE 2013).

4.4. Tipos genéticos de cacao

El cacao como cualquier otra planta posee diversos tipos genéticos lo que influye en sus propiedades y que hace que los aromas varíen.

4.4.1. El cacao forastero

Se cultiva principalmente en: Perú, Ecuador, Colombia, Brasil, Guayanas e incluso Venezuela. Igualmente en Costa de Marfil, Ghana, Camerún y Santo Tomé. También hay plantaciones en el sudeste asiático.

Proporcionan el 80% de la producción mundial. Se llaman Amazónicos por encontrarse distribuidos en la cuenca del Río Amazonas y sus afluentes. Las mazorcas son verdes (en estado inmaduro) y amarillas (cuando están maduras), con una forma de pequeño cuello de botella en la base. Las almendras son aplanadas y pequeñas, con cotiledones de color morado. De este tipo de cacao se obtiene un chocolate con sabor básico de cacao. Indio Rojo Amelonado * material nacional (Izaguirre 2013).

4.4.2. El cacao criollo

Son árboles relativamente bajos y menos robustos respecto a otras variedades. Su copa es redonda con hojas pequeñas de forma ovalada, de color verde claro y gruesas. Las almendras son de color blanco marfil. Este tipo de cacao se caracteriza por tener mazorcas alargadas de colores verde y rojizo en estado inmaduro, tornándose amarillas y anaranjadas rojizas cuando están maduras, el chocolate obtenido de este cacao es apetecido por el sabor a nuez y fruta. Comercialmente se enmarca dentro de los cacaos finos. Se cultiva principalmente en Honduras, México, Guatemala y Nicaragua en pequeñas cantidades. Venezuela, Colombia, islas del Caribe, Trinidad, Jamaica e isla de Granada. En Madagascar, Java e Islas Comores.

4.4.3. El cacao trinitario

Es el resultado del cruce entre el cacao de tipo Criollo de Trinidad y Forastero multiplicado en la cuenca del río Orinoco. Su calidad es intermedia, fueron seleccionados en Trinidad y de ahí su nombre. Estos abastecen del 10 al 15% de la producción mundial. Es el cacao que más se cultiva en América.

4.5. Aspectos climatológicos y biofísicos

Según SEA (2002) el cultivo del cacao se desarrolla mejor en las regiones tropicales, en la faja comprendida entre 20° al norte y 20° al sur de la línea ecuatorial. Según la FHIA (1991) para las condiciones de Honduras los cacaotales se recomiendan a una altura máxima de 800 msnm, la temperatura ideal para su crecimiento está comprendida entre 18 y 32 grados centígrados y la humedad relativa de aproximadamente 80%.

El árbol de cacao puede crecer hasta 10 metros de altura cuando está a la sombra de forestales. El fruto o mazorca mide de 15 a 25cm de largo y contiene de 30 a 40 cm semillas que se convierten en el grano del cacao después de ser fermentadas y secadas. Las mazorcas brotan del tronco principal y de las ramas de la copa. El cacao inicia a producir comercialmente al cabo de tres a cinco años según el manejo y puede seguir produciendo por varios decenios.

4.5.1. Precipitación

La precipitación pluvial anual no deberá ser inferior a 1,000 mm ni superiores a 3,000 mm. En promedio anual de 1,200 mm bien distribuido para una producción óptima, el árbol debe de estar protegido de la luz solar directa y de los vientos excesivos (Escalmilla 2010).

4.5.2. Suelos

El árbol del cacao se adapta perfectamente a diferentes tipos de suelo. Un suelo se considera adecuado para el cultivo cuando tiene una buena capacidad de retención de humedad, buena aireación, buen drenaje, con un espacio radical de 1.0 m de profundidad en la capa superior donde las raíces se puedan desarrollar con toda normalidad, y un pH entre 5.5 a 6.5 (FHIA 1991).

4.6. Beneficiado del cacao

Según Braudeau (1970) el beneficiado del cacao es fundamental para alcanzar la calidad requerida por el consumidor, especialmente cuando el grano está destinado a mercados que están dispuestos a pagar un mejor precio por calidad. Según Gutiérrez, el manejo de post cosecha es el proceso final de la producción. Específicamente el proceso de beneficiado de cacao comprende las operaciones a que se somete el grano después de la cosecha. Sin embargo, por su importancia se incluye la etapa de cosecha, debido al gran impacto que esta tiene sobre el resultado final de la calidad de las almendras de cacao.

4.7. Cosecha o recolección de frutos

Esta consiste en el corte y recolección de las mazorcas maduras. Normalmente el intervalo recomendado entre cosecha y cosecha es de 12 a 15 días, si se extiende este intervalo, existe riesgo de pérdidas de frutos por diferentes causas (sobre madurez, plagas y enfermedades).

Para realizar la cosecha se usan las tijeras podadoras, cuchillas curvas y las picas-chuzas o media luna. Es indispensable que estas herramientas posean buen filo para facilitar la labor y no estropear el árbol. Se debe evitar el uso de machete que causa heridas a los cojinetes

florales y en los grano. Por ningún motivo se debe arrancar la mazorca con las manos, halándolas o retorciéndolas porque destruyen los puntos de producción (FHIA 2011).

4.8. Madurez de las mazorcas a la cosecha

La maduración óptima o completa del fruto se aprecia por el cambio de color de la cascara, la cual se alcanza entre los 5 a 6 meses después de formado el fruto dependiendo de la variedad y las condiciones climatológicas. Las mazorcas de color verde, cuando maduran cambian a un color amarillo y las de color morado o rojizo adquieren una coloración anaranjada. En algunos frutos la coloración se ve encubierta por una mancha cobriza provocadas por las excretas de chupadores, en este caso los corteros hacen un rasguño en la corteza para observar si hay cambio de coloración bajo esta mancha provocada por trips (FHIA 2011).

4.9. Corte de mazorcas

Al momento de cosechar deben cortarse únicamente los frutos maduros, los sobre maduros y los dañados. No cosechar mazorcas que aún no ha llegado a su punto de madurez. Cuando se llenan los sacos para su traslado hacia el sitio de partido, se descartan aquellos frutos dañados.

4.10. Almacenamiento de las mazorcas

Los frutos cosechados se pueden almacenar por un periodo de 3 a 4 días, no es aconsejable más tiempo.

4.11. Quiebra o partido de las mazorcas

Esto debe hacerse en un sitio de cemento o cubierto con un plástico de modo que aisle la tierra, arena o lodo que pueda adherirse a la cascara de la mazorca. Antes de partir los frutos, se deben clasificar o separar los sanos y maduros, de los sobre maduros, de los enfermos o dañados por plagas, por golpes en el transporte o heridos accidentalmente en la cosecha, para beneficiarlos aparte, evitando mezclar sus almendras con las obtenidas de frutos sanos y maduros. Si no se hace la clasificación hay un efecto negativo en el proceso de fermentación que afecta la calidad final del grano.

Es importante utilizar una herramienta que permita partir las mazorcas sin dañar las almendras, ya que si se introducen almendras heridas promueven el crecimiento de hongos durante la fermentación y secado. Es importante que durante la extracción de las almendras estas se separen unas de otras, y que los granos dañados se separen de los sanos. Una vez extraídas las almendras, deben trasladarse al sitio de fermentación o centro de acopio o beneficiado dentro de un tiempo máximo de 4 horas para evitar el proceso de pre-fermentación de los granos. Es importante usar recipientes sellados para evitar la pérdida de jugos durante el traslado de la masa fresca al local de beneficiado (FHIA 2011).

4.12. Composición química de la pulpa de cacao

La pulpa está compuesta por 80 a 90% de agua y 10 a 13 % de azúcares, además de pequeñas cantidades de ácido cítrico, proteínas y otros componentes con porcentajes menores MINIFIE (1989). La composición de la pulpa es importante porque es a partir de los azúcares contenidos en ella, se inicia el proceso fermentativo (López citado por Navia y Pazmiño 2012).

4.13. Fermentación

La fermentación del cacao, es sin duda una operación realmente indispensable para el desenvolvimiento apropiado de los precursores del aroma de chocolate. Durante esta etapa, la pulpa que envuelve las semillas son metabolizadas por microorganismos que producen compuestos como el etanol, el ácido acético y láctico formados en primera instancia, los cuales serán absorbidos por los cotiledones, promoviendo varios cambios físico-químicos, que tendrán notable influencia en el sabor final (Navia y Pazmiño 2012).

4.13.1. Importancia de la fermentación

Durante la etapa de fermentación se desarrolla los compuestos precursores del sabor y aroma a chocolate, no existe el sabor a chocolate en granos sin fermentar, además ofrece un valor agregado al producto al momento de venta.

Además a través del proceso de fermento se facilita el secado del grano al lograr la descomposición y eliminación de la pulpa, logrando que la semilla se hinche hasta parecerse a una almendra gruesa de color marrón (ProDeSoC-IPADE 2010).

4.14. Proceso de fermentación

Durante la fermentación se suceden numerosos cambios externos e internos que se relacionan con los siguientes aspectos:

- Se descompone y remueve la pulpa o mucilago, lo que facilitara posteriormente el secado de los granos.
- Se produce la muerte del embrión.
- Se estimula la generación de buen sabor y aroma.
- Se reduce el sabor astringente y desagradable.

- El color púrpura desaparece para ser reemplazado por un tono café o chocolate característico.
- Se trata de un proceso verdaderamente complejo que se encadena a una serie de interacciones entre cuerpos minúsculos como levaduras y bacterias.

En tales interacciones se puede advertir dos fases. A la primera se llama anaeróbica hidrolítica y en ella, prácticamente sin aire, abundan las levaduras que transforman el mucilago azucarado en alcohol, anhídrido carbónico durante las primeras 24 horas. Además ocurren muchas interacciones bioquímicas en la masa que se contamina de bacterias y produce ácido acético con elevación de temperatura hasta unos 45°C. En el transcurso de estas interacciones muere el embrión lo que representa un hecho muy importante en este proceso, porque se va generando el cambio de pigmentación púrpura de los cotiledones y el surgimiento posterior del sabor típico a chocolate (FHIA 2008).

La segunda fase es la de oxidación y puede ser posterior a la primera o simultánea con ella, incrementándose las reacciones que van equilibrando los principios de la buena calidad a base de la hinchazón, agrietamiento y separación de los cotiledones de la cutícula o cascarilla. La humedad sigue reduciéndose, así como el sabor amargo. Se entiende entonces que la penetración de aire favorece una mayor actividad para la buena fermentación.

4.14.1. Proceso bioquímico durante la fermentación

Cuando las semillas son retiradas del fruto, se exponen al ataque de los microorganismos del medio ambiente. El alto contenido de azúcares de la pulpa fresca que recubre las semillas, el bajo valor de pH (cerca de 3.6) y su bajo contenido de oxígeno favorecen el desenvolvimiento de levaduras (Schwan 1996).

En el primer día de fermentación, las levaduras en la ausencia de oxígeno, inician la conversión de los azúcares de la pulpa en etanol. Eso caracteriza la primera actividad

microbiológica de la fermentación del cacao, la fermentación alcohólica. Como resultado de la acción de los microorganismos, la temperatura de la masa de semillas aumenta la temperatura y la célula de la pulpa comienzan a romperse en las primeras 24 a 36 horas, causando el apareamiento de una exudación acuosa, que se dirige a los orificios del fondo de la caja de fermentación (López & Quesnel citado por Navia y Pazmiño 2012).

Las levaduras también tienen condiciones para metabolizar el ácido cítrico, principal ácido orgánico de la pulpa provocando un aumento del pH en las 48 horas iniciales de la fermentación. Por otro lado, el desenvolvimiento de bacterias lácticas, que son tolerantes a esas condiciones y a la baja concentración de oxígeno, va a tener su desenvolvimiento favorecido (Roelofsen 1959). De esa forma, para impedir el desenvolvimiento masivo de bacterias lácticas que afectan de forma negativa el desenvolvimiento de los precursores de sabor, cuando están presentes en gran cantidad, se debe realizar la oxigenación de la masa en fermentación por medio de su remoción.

A partir del tercer día de fermentación ocurre una reducción del número de bacterias formadoras de esporas, que se desenvuelven en temperaturas próximas en 50°C, lo que puede variar con el número y frecuencia de remociones, realizados en el transcurso del proceso fermentativo, provocando el apareamiento de metabolitos, que se difunden en el interior del cotiledón, pueden influenciar a la calidad del producto final (Schawn et al. citado por Navia y Pazmiño 2012).

El ácido acético de sus ésteres, cuando es absorbido en grandes cantidades por los cotiledones durante el beneficio primario de las semillas de cacao, transmiten al producto un sabor desagradable que lo deprecia (López & Mc Donald 1983). La semilla se hincha y tiene cambios físicos, y químicos. El aumento de la temperatura entre 45-50°C, y la difusión de alcohol y ácido acético al interior de la almendra inhibe la germinación, que es un prerequisite para el inicio de los cambios bioquímicos. Después de la muerte de la semilla se inician las reacciones enzimáticas, controladas por los cambios de temperatura y pH. Adicionalmente, los compuestos polifenólicos del cacao fueron divididos en tres

grupos según Forsyth & Quesnel, citado por Batista (2009): catequinas (37 %), antocianinas (4%) y leucocinidinas (58%). Forsyth & Quesnel (1957) describieron la importancia de la reacción de la hidrólisis enzimática de las antocianinas del cacao. Los cotiledones pierden su color violeta, adquiriendo una coloración más clara, pues la cianidina liberada adquiere la forma de pseudobase, incoloro en las condiciones existentes (Figura 1). Más adelante, durante la etapa del secado del cacao, esas cianidinas serán oxidadas bajo la acción de la polifenol oxidasa, desenvolviéndose la coloración típica del cacao (Navia y Pazmiño 2012). En las semillas de cacao, los compuestos polifenólicos están almacenados en las células de pigmentos de los cotiledones. Durante la fermentación de las almendras, esos compuestos se difunden a través del líquido celular, son oxidados y enseguida condensados en moléculas de elevado peso molecular, en gran parte taninos (Hansen 1998; Wollgast & Anklam 2000).

Después de la muerte del embrión, ocurren dos importantes reacciones; la que conduce a la formación de los precursores de aroma, en particular aminoácidos libres y monosacáridos, y las que provocan la disminución del amargor y de la astringencia. Drummond (1998) observó que la cantidad de proteínas de las almendras de cacao, durante la fermentación, decrece regularmente entre el segundo y quinto día (Martínez 2008).

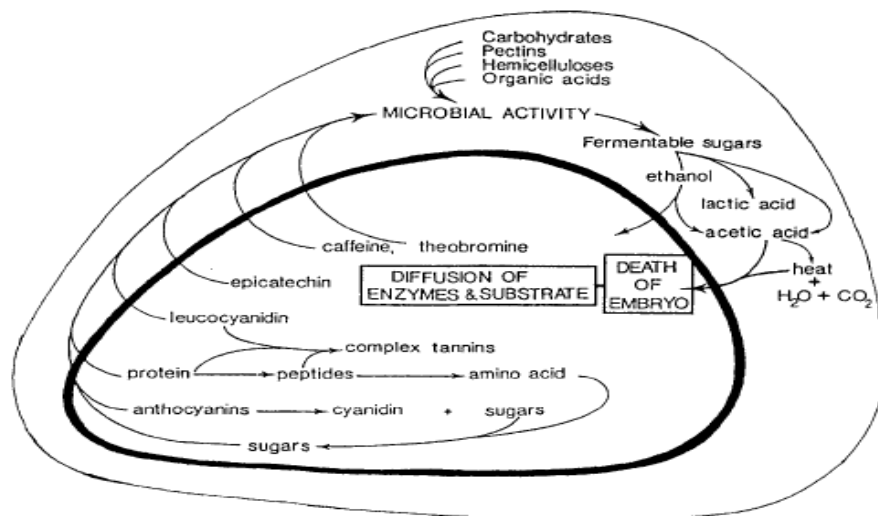


Figura 1. Principales cambios en la semilla de cacao durante la fermentación.

Fuente: López & Dimick 1996.

Algunos aminoácidos originados en la hidrólisis proteolítica, durante la fermentación, se complementa con sustituyentes fenólicos (quinonas). Esa combinación es la que disminuye el amargor y astringencia (Yoshiyama & Ito 1996). De acuerdo con Forsyth & Quesnel, citado por Navia y Pazmiño (2012) en el interior del cotiledón hay dos fases definidas y distintas de reacciones durante la fermentación, que son clasificadas en fase I, hidrólisis anaeróbica y fase II, condensación oxidativa.

4.15. Tipos de fermentación

4.15.1. Fermentación anaeróbica

La fermentación anaeróbica es la primera del proceso y se inicia luego de producir la quiebra de las mazorcas. En este proceso el azúcar presente en el mucílago es transformado en alcohol, o sea que la glucosa es transformada en etanol por medio de levaduras que actúan durante las primeras 24 a 48 horas, debido a que predomina un pH ácido, de 3 a 4, ya que la temperatura sube rápidamente alcanzando de 35 a 45 °C. A medida que la concentración de alcohol aumenta alrededor de un 12%, producto del consumo total de todo el azúcar presente en el mucílago, empieza a penetrar oxígeno en la masa, sube el pH, y se produce la muerte de las levaduras, dando por terminado esta primera fase del proceso (FHIA 2011).

4.15.2. Fermentación aeróbica

Esta segunda etapa de la fermentación es aeróbica, debido a que ocurre con la presencia del oxígeno en la masa de cacao. Automáticamente concluye la fermentación anaeróbica, se inicia la fermentación aeróbica, conocida también como fermentación acética, debido a que el etanol pasa por un proceso de oxidación con la consecuente producción de ácido acético. Este proceso coincide con la primera remoción del cacao que se efectúa 48 horas después

de depositar el cacao en las cajas y se prolonga por 48 horas más hasta cumplir 96 horas, que es cuando se efectúa las siguientes remociones (FHIA 2011).

Por la necesidad de la presencia de oxígeno en la segunda etapa, se efectúa la primera remoción a las 48 horas. El punto crítico de la temperatura para cacao está alrededor de los 45°C. Normalmente ocurre al final del segundo día o al inicio del tercer día, después de remover el cacao por primera vez. Durante este periodo se presenta un fuerte incremento de la temperatura, alcanzando los 45 a 50 °C, factores contribuyen a la muerte del embrión (ProDeSoC-IPADE 2010).

4.15.3. Fermentación láctica

Según FHIA (2008) cuando el cacao no recibe la remoción correspondiente a las 24 o 48 horas, no ocurre la fermentación aeróbica debido a la ausencia de oxígeno. Así los azúcares no son transformados en alcohol y en cambio se transforman en ácido láctico por la acción de la bacteria *Bacteriun lactis acidi*. El cacao resultante de este tipo de fermentación resulta de muy mala calidad, exhibiendo un olor y sabor a queso, lo cual es clasificado en la industria como defecto comercial.

4.15.4. Fermentación butírica

La fermentación butírica tiene lugar cuando el cacao en el proceso de fermentación permanece varios días sin recibir oxígeno, por no recibir remoción que permita la penetración de oxígeno. Se percibe un olor putrefacto, característico de la descomposición por la acción de bacterias y hongos. En la mayoría de los casos, los productores sólo hacen una sola remoción al tercer o cuarto día. Acebey y Rodríguez (2002) indican que 3 remociones sería lo correcto en la fermentación en montones o sacos, ya que hay poca masa en el proceso y sería necesario buscar la mayor homogeneidad posible, vaciando cada vez los sacos y llenándolos de nuevo cada 24 horas.

4.16. Tiempo de fermentación

El clima y la variedad genética del cacao tienen gran influencia en el tiempo que dura la fermentación, en los climas calientes se demora menos que en los climas de temperatura moderada. Por otra parte el cacao de variedad genética superior necesita menos tiempo para fermentar que el que es inferior, porque el mayor contenido de azúcar en el mucilago del superior acelera el proceso. Por esta razón el cacao criollo, que es el mejor, se fermenta generalmente en menor tiempo (FHIA 2011).

El grupo de los llamados forasteros superiores con cierta herencia del criollo, fermentan en tiempo intermedio en comparación con los forasteros inferiores que demoran mucho más tiempo en fermentar. Pero por lo común, con la mezcla de la semilla híbrida, que se está usando cada vez más, el tiempo promedio podrá ser de cuatro a cinco días, teniendo en cuenta también el método que se ponga en práctica y la cantidad por fermentar.

La fermentación termina cuando los granos se ven hinchados, el embrión ha muerto, el exceso de humedad se ha reducido considerablemente y la temperatura desciende a la del medio ambiente. Además, cortando con una navaja un grano fermentado se encuentra que su color interior ha cambiado de púrpura a morado pálido. El tamaño y la cantidad de los cajones para fermentar dependen del mayor volumen de cacao que produzca la finca en ciertos meses del año y de acuerdo con la extensión del cultivo (ProDeSoC-IPADE 2009).

4.17. Requisitos para una buena fermentación

Una buena fermentación será posible si se ponen en práctica los siguientes detalles:

- Usar depósitos o recipientes de madera

- Colocar los cajones bajo techo donde no circule corrientes de aire frío que altere el proceso de fermentación y donde predomine una humedad relativa más o menos estable.
- En el cuarto se pueden instalar los cajones a nivel o en escalera, o las bandejas del sistema rohan, o en sacos según lo prefiera el productor. Pero en una finca de abundante cosecha, es más funcional disponer de una combinación de estas metodologías.
- Todos los cajones y bandejas de fermentación deben disponer de suficientes agujeros o ranuras en el fondo para drenar el jugo o líquido que resulta al principio del proceso. Estas aberturas se deben limpiar periódicamente para que no se tapen.
- Los cajones no se deben llenar totalmente, sino que se le deja en la superficie un espacio libre de 5-10 centímetros (2-4 pulgadas) para facilitar la manipulación al voltear la masa.
- Los fermentadores deben quedar, como ya se mencionó, separados del suelo apoyados en patas o en cuartones de unos 10-20 centímetros (4-8 pulgadas) de luz.
- En todos los casos, la masa en fermentación se tapa con sacos, hojas de musáceas u otro material que ayude a mantener el calor.
- En el cajón que ya se tiene ocupado no se debe echar granos de mazorcas cosechadas después. Es preferible amontonar las mazorcas que se van cosechando, cuando son pocas, hasta tres días para abrirlas y poner a fermentar junto a los granos extraídos.
- Es conveniente aprovechar las mazorcas adecuadamente maduras y sanas, dejando aparte las defectuosas por enfermedad o insectos.
- Cada 24 horas se debe remover o voltear la masa que está en fermentación, la que se mantiene en los cajones los días que está en fermentación, la que se mantiene en los cajones los días que se considere necesarios.
- Es importante hacer periódicamente pruebas de fermentación, mediante un corte longitudinal que permite observar si el cotiledón del grano está abierto, de color pálido y si ya se ha separado de la cutícula (FHIA 2011).

4.18. Métodos de fermentación

4.18.1. Fermentación en sacos

Es un método rudimentario como la canasta y el montón. En este caso, el productor llena los sacos con el cacao fresco y los cuelga para que se escurra y fermente. También se acostumbra dejar los sacos amontonados sobre el piso (FHIA 1989).

4.18.2. Fermentación en rumas o montones

La fermentación en rumas o montones es bastante simple. Sobre el piso se dispone una capa de hojas de musáceas que sirve de base y facilita el drenaje del exudado. Las almendras son acondicionadas sobre estas hojas formando rumas que se cubren con hojas de musáceas y sacos de yute para evitar la fuga de calor que dará muerte al embrión de las semillas.

Estos montones deben estar expuestos directamente al sol y no bajo sombra con remociones a intervalos de 48, 72 y 96 horas que es el tiempo necesario para obtener un cacao bien fermentado por encima del 90 %. Por lo general, todo el proceso demora 5 días. Este método tiene la ventaja de fermentar cualquier volumen y no ocasiona costo alguno (FHIA 1989).

4.18.3. Fermentación en cajones lineales

Para este tipo de fermentación se colocan las almendras frescas dentro de cajones fermentadores por un período de 5 días. Para una buena fermentación, debe nivelarse uniformemente la masa de cacao en los cajones y cubrirlos con hojas de musáceas, costales de yute o plástico, a fin de mantener la humedad y conservar el calor desprendido por la fermentación alcohólica. La capa de granos frescos no debe superar los 70 centímetros. De

hacerlos se corre el riesgo que se compacten y reduzca la aireación de los granos además de dificultar el volteo obteniéndose una fermentación dispareja.

La razón de realizar los volteos es la de uniformizar el desarrollo de los procesos bioquímicos que se manifiestan en el curso de la fermentación. La acumulación de temperatura se inicia lentamente debido a la poca contaminación del mucílago fermentado que al airearse convenientemente, produce un efecto positivo directo.

El primer volteo se debe efectuar de las 24 a 48 horas de depositarse la masa de cacao, luego a las 72 y por último a las 96 horas, quedando apto para someterse al secado a las 120 horas (5 días). Luego de estos tres volteos las almendras tienen en promedio un 60 a 80% de humedad. Este procedimiento permitirá lograr una fermentación más uniforme si la comparamos con los métodos anteriores.

4.18.4. Fermentación en cajones tipo rohan

Es el método de gavetas, cada cajón con dimensiones 120x80x10 cm. El fondo de las gavetas está hecho de tablillas con un ancho de no menor de 5 y no mayor de 10 cm, separadas por 0.5 cm. Para permitir el desbabe. Para optimizar los resultados, se deben colocar un máximo de 5 bandejas unas sobre otras, y se cubren con sacos vacíos para disminuir la pérdida de calor. Al igual que las anteriores el volteo de la masa se tiene que dar cada dos días. Lo favorable de este método es que permite manipular con gran facilidad las gavetas.

4.19. Secado del grano de cacao

Según ProDeSoC-IPADE (2009) al terminar la fermentación, los granos de cacao todavía contienen de un 60 a un 70% de humedad, la cual debe ser reducida a un mínimo de 7%. Muchas veces el comportamiento del clima de las regiones cacaoteras, influye en gran

manera sobre el método de secado a aplicar, estos pueden ser: patios de cemento, patios de cemento con techos rodantes, gavetas rodantes con techo fijo, secadores tipo Samoa, secadores tipo Elba.

El secado más utilizado por pequeños productores es el de patio de cemento, en este se tiende el cacao en capas gruesas y se cubre para cubrirlo de la interperie. Se debe realizar periódicamente, un volteo del producto, ayudándose de rastrillos o paletas de madera.

Según Lanzas (2010) el secado necesita remociones más frecuentes que el fermentado, ya que el secado debe asegurar que se realice de manera más eficaz. Uno de los propósitos principales del secado del cacao es reducir el riesgo de ataques por hongos, permitiendo que el producto pueda ser almacenado por varios meses. El mejor secado es el de tipo natural, es decir por la acción del sol, ya que permite la pérdida de humedad de manera paulatina permitiendo que se favorezca el sabor y aroma a chocolate.

4.20. Temperatura de secado

Durante el secado ocurren ciertas reacciones que disminuyen la amargura y la astringencia del grano, la temperatura óptima para esta reacción es de 35°C, de un secado muy rápido se obtienen granos duros, aplastados y arrugados, producto de las altas temperaturas que pueden ser mayores a 65°C, favoreciendo que las reacciones que se dan en esta etapa se detengan y no se logre obtener un cacao de buena calidad.

4.21. Tiempo de exposición

El secado al sol dura lo que las condiciones del clima permitan, esta puede andar entre los 10 días en época de poco verano o poca lluvia y 15 días en épocas más lluviosas. Hasta el momento el secado al sol ha resultado muy eficiente en la época de verano pero se debe

tener cuidado cuando las horas sol son muy fuertes para levantar los faldones del secador y que entre el aire y tapar el cacao durante las horas más calientes ya que no se debe dejar muy expuesto el grano a tanto calor porque pierde calidad y queda ácido.

Si el secado lo vamos a realizar en horno de leña se deben repetir los primeros 4 a 5 días del proceso anterior y luego se pone a secar el cacao en el horno requiriendo 2 a 3 horas para secar cada lote. Durante el secado en horno se deben garantizar volteos continuos cada 15 minutos para lograr un secado uniforme. Se debe tener mucho cuidado y estar pendiente del tiempo para evitar que el grano se tueste.

IV. MATERIALES Y MÉTODO

5.1. Descripción del área bajo estudio

El estudio se realizó en el oriente de Honduras, municipio de Dulce Nombre de Culmí, específicamente en la comunidad de Monte Horeb Wampú, en la reserva de la Biósfera Tawahka, con su punto más alto situado a una altitud de 1,010 msnm. Se le ubica entre los municipios de Dulce Nombre de Culmí y Catacamas, pertenecientes al departamento de Olancho, entre Brus Laguna y Wampusirpe en Gracias a Dios. Se caracteriza por tener bosque tropical húmedo, es habitada por el pueblo indígena Tawahka (Figura 2).

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA INVESTIGACIÓN

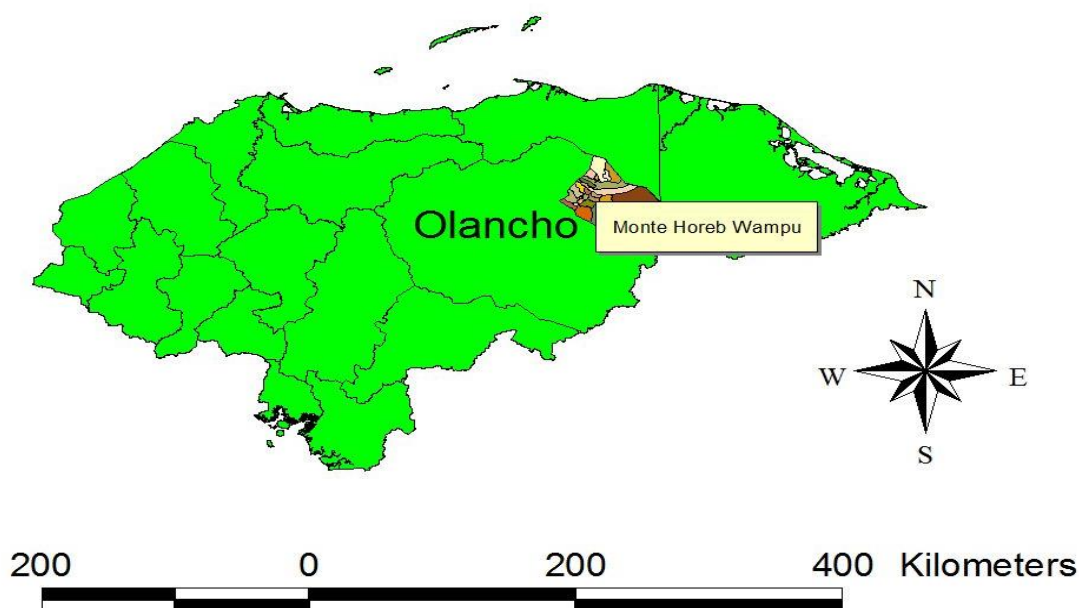


Figura 2. Mapa de la ubicación geográfica donde se realizó el estudio.

5.2. Asociación de Productores de la Biósfera Limitada (APROBIL)

Se estudiaron y se aprobaron dos metodologías de fermentación y secado del grano de cacao que beneficiarán a los miembros de la Asociación de Productores de la Biósfera Limitada (APROBIL), el propósito de esta asociación es la comercialización de productos agropecuarios.

5.3. Materiales y equipo

En la investigación realizada se necesitó una serie de materiales y equipo requeridos en las diferentes etapas del proceso. Para la cosecha de los frutos o mazorcas se precisó de: picas y tijeras. Desgrane de mazorca: un mazo o trozo de madera, en la recepción del producto: Balanza, papelería, balde. En la fermentación: cajones de fermentación (cajones lineales y sacos de yute), termómetro ambiental, tabla de muestreo, navaja, en el pre-secado se precisó de cajas de madera para el secado del grano, en el secado se utilizaron las cajas de madera y el secador solar tipo túnel, posteriormente se tomaron las muestras que fueron analizadas con el probador de humedad, además se utilizaron otras herramientas como los formatos de proceso de fermentación, lápiz, libretas, calculadora.

5.4. Material genético

En el estudio sobre la validación de metodologías de beneficiado de cacao en la Biosfera Tawahka Asagni (BTA), se realizó con el material vegetativo de cacao híbrido trinitario, que es predominante entre los cultivares de cacao en dicha zona.

5.5. Recolecta de los frutos

La recolección de los frutos se realizó a nivel de campo en cada finca, debido a que la plantación es joven, se utilizó únicamente tijeras para la cosecha de los frutos además se utilizaron sacos de polietileno, para transportar los frutos al punto de clasificación de los mismos (Figura 3 a y b).



Figura 3. a. Corte de los frutos.



b. Frutos recolectados.

5.6. Clasificación de los frutos

La clasificación de los frutos se realizó de acuerdo con los estándares de clasificación de los frutos, utilizados por la Fundación Hondureña de Investigación agrícola FHIA en Honduras, clasificados en frutos pintones (Figura 4 a), maduros (Figura 4 b), sobre maduros (Figura 4 c) y frutos dañados y enfermos (Figura 4 d).

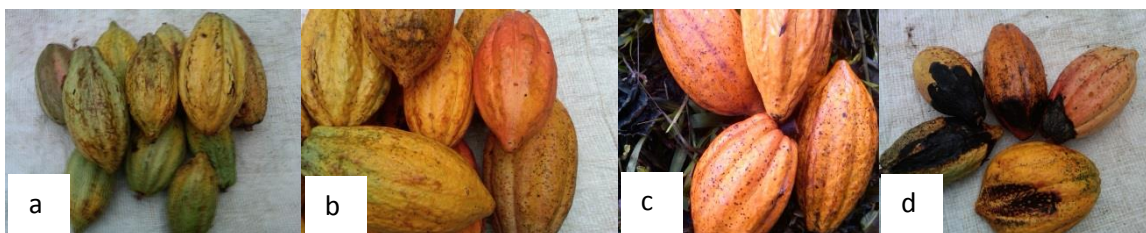


Figura 4 a. Fruto pintón b. Fruto maduro

c. Fruto sobre maduro

d. Fruto dañados

5.7. Partido de las mazorcas

Esta actividad se realizó quebrando las mazorcas con un trozo de madera, dejando expuestas al medio las semillas y el mucilago, se realizó sobre material plástico para evitar introducir partículas ajenas al cacao en el proceso de fermento (Figura 5).



Figura 5. . Extracción de la semilla de los frutos.

5.8. Clasificación de la semilla

Esta actividad se realizó de manera visual, identificando las semillas pre-germinadas y semillas dañadas, estas se aislaron del proceso de fermento, ya que su proceso de fermento es más acelerado y provocan pérdida en la calidad final del grano fermentado (Figura 6).



Figura 6. a. Semillas pre-germinada



b. Semillas buenas.

5.9. Métodos

Los métodos de fermentación en el grano de cacao utilizados, son los más comunes, de bajo costo y los más utilizados por los pequeños productores, ya que cuentan con las características de ser factibles y de fácil acceso para ellos, obteniendo los resultados deseados en la realización de esta actividad, es por ello que el estudio se realizó bajo esta misma temática.

5.9.1. Fermentación en cajones lineales

Este es uno de los métodos más utilizados ya que permite un fácil manejo de remoción de la masa de granos de cacao, se pesó la cantidad de 20 libras de cacao en baba para cada repetición para cada uno de los cajones, debido a la poca cantidad de cacao disponible se realizó un cuarteo de los cajones establecidos, con el fin de alcanzar la altura y homogeneidad necesaria para que se llevara a cabo el proceso de fermento (Anexo 2), una vez cuarteado cada uno de los cajones, se procedió al llenado de cada uno de ellos, se midió la temperatura ambiental y la temperatura del cacao expuesto al proceso de fermento, posteriormente se taparon con hojas de musáceas para alcanzar las temperaturas idóneas para llevar a cabo el proceso de fermentación, además estas proporcionan levaduras que ayudan en el proceso inicial del fermento, se realizó medición de la temperatura ambiental y de la masa en fermento cada 6 horas para observar el comportamiento de temperatura durante el día y la noche, así mismo como influyen las corrientes frías de la madrugada en el proceso de fermento provocando una interrupción en el proceso, ya que disminuye la temperatura en el cacao en fermento, disminuyendo la actividad enzimática del mismo provocada por la actividad de microorganismos tales como levaduras y bacterias, ya que estos necesitan de temperatura superiores a la temperatura ambiental para desarrollar sus actividades.

Las remociones se realizaron en intervalos de tiempo cada 24 horas, después de cada remoción se tomaron 25 semillas de cada repetición para ser muestreadas a través de la

prueba de corte en la tabla de muestreo, con el fin de conocer el desarrollo del grado de fermentación en cada intervalo de tiempo, la primera remoción se realizó 24 horas después de depositado el cacao en los cajones, la segunda remoción se realizó a las 48 horas, la tercera remoción a las 72 horas y la última remoción se realizó a las 96 horas, posteriormente a las 120 horas se retiró de los cajones el cacao para pasar al proceso de secado iniciando esta con la fase de pre-secado.

5.9.2. Fermentación en sacos.

La fermentación en sacos se realizó llenando cuatro sacos de yute con una masa total de 20 libras de cacao en baba cada uno, en este método la remoción es total ya que es necesario que la masa se mezcle de manera homogénea para una mejor fermentación (Anexo 9). La primer remoción se realizó a las 24 horas posteriores al depósito en cada uno de los sacos, se midió la temperatura ambiental y la temperatura del cacao a fermentar en el momento de depositado, la segunda remoción se realizó a las 48 horas posteriores al depósito, la tercera se realizó a las 72 horas y la cuarta remoción se realizó a las 96 horas, posteriormente se retiró de cada uno de los sacos a las 120 horas y se procedió a la fase de pre-secado y secado del cacao. Antes de cada remoción se tomó la temperatura ambiental, esta medición se realizó cada seis horas para conocer la influencia de la temperatura del ambiente sobre el proceso de fermento durante el día y durante la noche, así mismo se tomó la temperatura del cacao en fermento para conocer el comportamiento de la misma en las diferentes etapas del proceso y su relación con la actividad de los microorganismos sobre el cacao.

5.10. Variables

5.10.1. Porcentaje de fermentación

Se tomó una muestra significativa de un kilogramo aleatoriamente de cada repetición y se procedió al cuarteo de la misma (Anexo 8), se tomaron 100 granos de cada repetición para

realizar la prueba de corte con una navaja sobre la tabla de muestreo, la medición de esta variable se realizó en forma visual identificando los granos con características tales como el hinchamiento de los granos, arriñonamiento interno, color característico a chocolate, el corte se realizó posterior a cada remoción, encontrándose granos con características de fermento a partir de las 72 horas, el mayor número de granos fermentados se encontró a las 120 horas posteriores al depósito (Cuadro 1).

5.10.2. Porcentaje de humedad en el grano seco

Posterior al proceso de secado, se midió el porcentaje de humedad en el grano de cacao fermentado, se tomó una muestra significativa de cada uno de los métodos de fermento, estas muestras se cuartearon, se procedió a la prueba utilizando un probador de humedad digital, donde presenta el grado de humedad presente en la muestra de granos (Anexo 7).

5.10.3. Variación de temperatura

Esta variable se midió tomando lectura con un termómetro, la temperatura ambiental y la temperatura de la masa de granos de cacao en fermento, observando los cambios de temperatura esperados en la masa de cacao, a partir de los datos obtenidos en esta variable, se determina el momento propicio para realizar las remociones necesarias para evitar pérdidas en la calidad final del grano (Figura 7).

5.10.4. Peso del grano

Se tomó una muestra representativa de un kilogramo de cacao seco y se procedió al cuarteo de la misma, tomando 100 granos de cada método estudiado, el peso se realizó en forma individual, cada grano se pesó en una balanza digital, esta se realizó con el fin de conocer si el producto cumple con las normas de exigencia del mercado.

5.10.5. Granos violetas

Se determinó el porcentaje de granos violetas, cortando con la navaja el grano de cacao sobre la tabla de muestreo, dejando así expuesto a la vista los cotiledones del grano violeta, esta actividad se realizó posterior al cuarteo de la muestra tomada al azar dentro de cada metodología estudiada.

5.10.6. Granos sobre fermentados

Esta variable se determinó de manera visual en una muestra tomada al azar dentro de cada metodología, cajas lineales de primer nivel y sacos de yute, se cuarteó y se procedió al corte de las semillas sobre la tabla de muestreo, los granos encontrados con sobre fermento presentan características particulares, color es más oscuro acercándose al color negro, mientras que el color del grano bien fermentado es más claro y color chocolate.

5.10.7. Moho interno

Se tomó una muestra aleatoria para su posterior corte y de manera visual se reconoce el daño interno en el grano provocado por hongo, también es perceptible a la vista la estructura del hongo, con olor y sabor desagradable, en los resultados del estudio no se obtuvieron granos con daños de moho interno, ya que es considerado un problema de manejo durante las primeras fases del proceso de fermento, especialmente la clasificación de la semilla expuesta a la acción de los microorganismos que colaboran en el proceso de fermento.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Variación de temperatura

Para implementar nuevas tecnologías en el proceso de fermentación del grano de cacao es importante conocer la temperatura ambiental, ya que existe una relación directa entre la temperatura ambiental y la temperatura de la masa de cacao en fermento, a mayor temperatura ambiental más rápido es el proceso de fermento, si la temperatura ambiental es baja, la actividad de los microorganismos disminuye, por ende el fermento es más prolongado, en el estudio realizado en la Biosfera Tawahka Asagni (BTA), se encontró una variación ascendente de la temperatura en la masa de cacao y una tendencia constante de la temperatura ambiental durante el día, de 29 a 30 °C, la temperatura durante la noche disminuyó debido a las corrientes de aire frío en horas de la madrugada, oscilando entre 23 a 25 °C, provocando interrupciones en el proceso de fermento de manera no significativa para el estudio. Se alcanzó un pico máximo de temperatura de 45 °C a las 78 horas, disminuyendo gradualmente hasta las 120 horas, cuando ha concluido el proceso de fermento en el grano de cacao (Figura 7).

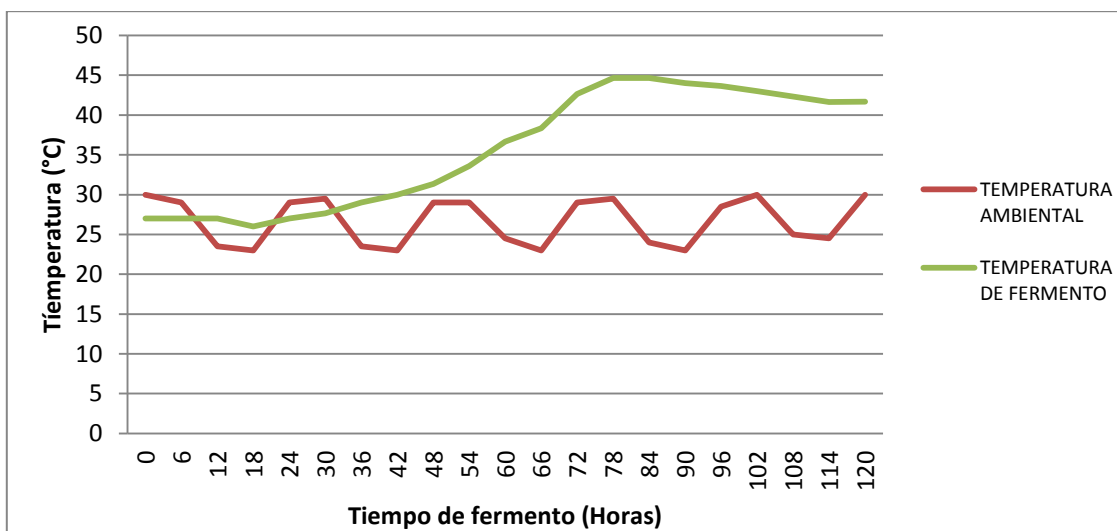


Figura 7. Variación de temperatura en cajones lineales, en el estudio de validación de metodologías de fermento de cacao en la Biósfera Tawahka.

La variación de temperatura en el método de fermento en sacos, fue similar a las variaciones presentadas en las cajas lineales de primer nivel, la temperatura de la masa en los sacos alcanzó su pico máximo a las 84 horas post-depósito, disminuyó en forma gradual hasta las 120 horas (Figura 8).

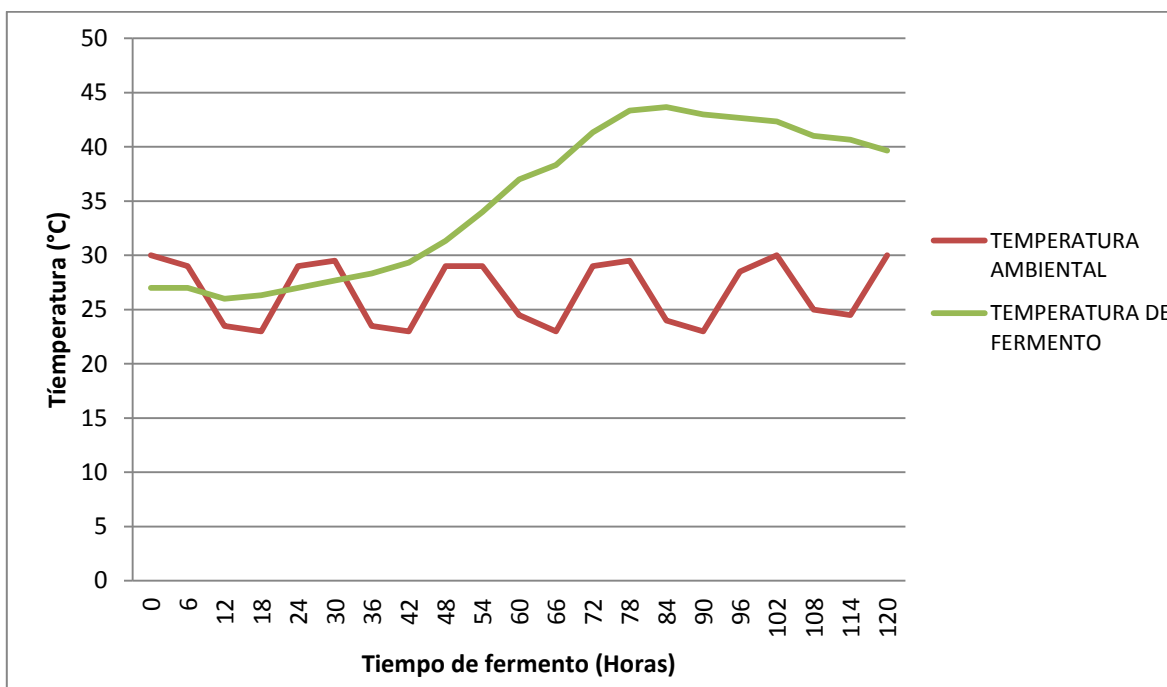


Figura 8. Variación de temperatura en sacos de yute, en el estudio de validación de metodologías de fermento de cacao en la Biósfera Tawahka.

En ambos métodos de fermento se encuentran una similitud en las fluctuaciones de temperatura, ya que están bajo las mismas condiciones ambientales, igual cantidad de cacao en fermento, en el método de fermento en sacos la temperatura máxima de logró seis horas después que la masa en las cajas de lineales presentaran su pico máximo a las 72 horas, en ambos métodos se mostró una descendencia de la temperatura en forma gradual.

Estudios realizados por la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), en Honduras los cambios de temperatura en la masa de cacao en fermento, son fluctuantes y similares a los encontrados en el estudio realizado en la Biosfera Tawahka Asagni.

6.2. Fermentación en el grano de cacao

La fermentación es el proceso más importante al momento de obtener las propiedades organolépticas en el grano de cacao, existen diversas metodologías para lograr un adecuado fermento que cumpla con los requisitos de exigencia demandantes por el mercado, una vez alcanzado el porcentaje mínimo de fermento se recomienda retirar el cacao para proceder a la fase de secado, ya que el rango de aceptabilidad de grano ligeramente violeta es más amplio con respecto al rango exigido de granos sobre fermentados, si se deja más tiempo en fermento estos granos pueden sobre fermentarse y por ende será rechazado en el mercado.

Para obtener un adecuado fermento es indispensable conocer el momento idóneo para realizar las remociones correspondientes al proceso, las remociones se realizaron cada 24 horas posteriores al depósito, siendo estos intervalos de tiempo efectivos en el estudio.

Cuadro 1. Fermentación en cajas lineales, en el estudio de validación de metodologías de fermento de cacao en la Biósfera Tawahka.

TRATAMIENTO	Peso Promedio por Grano (gramos)	Humedad %	PRUEBA DE CORTE				
			Bien Fermentado	Ligeramente Violeta	Violeta	Sobre fermentados	Moho Interno
ESPECIFICACIONES DE EXIGENCIA	1,05	Max.	Min.	Max.	Max.	Max.	Max.
	1,40	6,50%	75%	20%	8%	3%	1%
<u>RESULTADOS EN CADA REPETICIÓN:</u>							
R1	1.1	6.5	79%	12%	6%	1%	0%
R2	1.14	6.5	78%	15%	7%	0%	0%
R3	1.08	6.5	76%	17%	6%	1%	0%
R4	1.07	6.5	78%	15%	6%	1%	0%

Existe diferencia en cuanto al porcentaje de fermentación en las metodologías utilizadas, el porcentaje de fermento en los sacos de yute es de 75.75% menor que en el método de las cajas lineales que presentó un fermento de 77.75%, se considera de menor efectividad el

método de fermento en sacos de yute, aunque la calidad es similar por presentar fermento sobre el 75%.

Cuadro 2. Fermentación en sacos de yute, en el estudio de validación de metodologías de fermento de cacao en la Biósfera Tawahka.

TRATAMIENTO	Peso Promedio por Grano (gramos)	Humedad %	PRUEBA DE CORTE				
			Bien Fermentado	Ligeramente Violeta	Violeta	Sobre fermentados	Moho Interno
ESPECIFICACIONES DE EXIGENCIA	1,05	Max.	Min.	Max.	Max.	Max.	Max.
	1,40	6,50%	75%	20%	8%	3%	1%
RESULTADOS EN CADA REPETICIÓN:							
R1	1.1	6.5	77%	17%	6%	0%	0%
R2	1.14	6.5	76%	16%	8%	0%	0%
R3	1.08	6.5	74%	19%	7%	0%	0%
R4	1.07	6.5	76%	17%	7%	0%	0%

Según FUNDER (2013) los métodos más efectivo en el proceso de fermento el cacao son los cajones lineales y los cajones escalonados, ya que facilitan el manejo durante el proceso de fermento y por tanto se recomiendan en la instalación de los centro de acopio para el grano de cacao.

Según los datos obtenidos en el estudio realizado en la BTA, el método más efectivo para el proceso de fermento es el de cajones lineales de primer nivel con respecto a la fermentación en sacos, que presentó una disminución en el porcentaje de fermento, el procedimiento de manejo fue similar en ambos métodos (Tablas 1y 2).

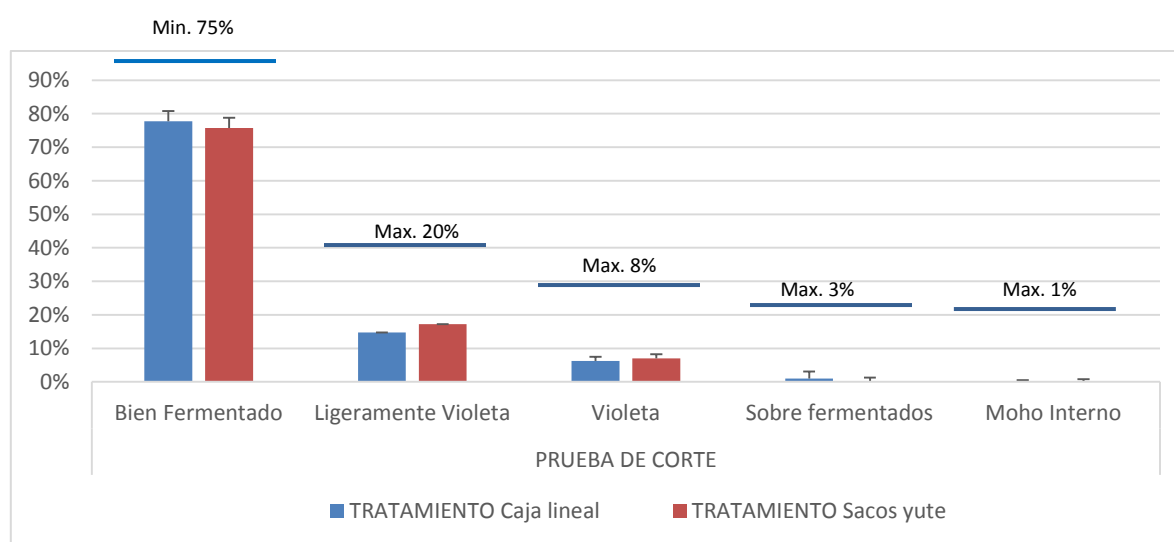
Tabla 1. Media general en cajas lineales

Variable	Media
Peso	1.10
Humedad	6.50
Bien fermentado	77.75
Ligero violeta	14.75
Violeta	6.25
sobrefermento	0.75
Moho interno	0.00

Tabla 2. Media general en sacos de yute

Variable	Media
Peso	1.10
Humedad	6.50
Bien fermentado	75.75
Ligero violeta	17.25
Violeta	7.00
sobrefermento	0.00
Moho interno	0.00

Las tablas muestran los porcentajes promedios de las diferentes características de calidad del grano de cacao fermentado, mientras el grafico muestra que existe una variación mínima entre las diferentes repeticiones de cada tratamiento, de acuerdo a con la desviación estándar presentada (Figura 9).

**Figura 9.** Características de calidad de fermento en el grano de cacao realizadas en las pruebas de corte en los tratamientos de caja lineal y sacos de yute.

Con los datos obtenidos a través de la desviación estándar para cada repetición, se observa que no existió diferencia entre las repeticiones de cada uno de los métodos evaluados en cuanto a peso del grano y el porcentaje de humedad presente en el mismo (Figura 10).

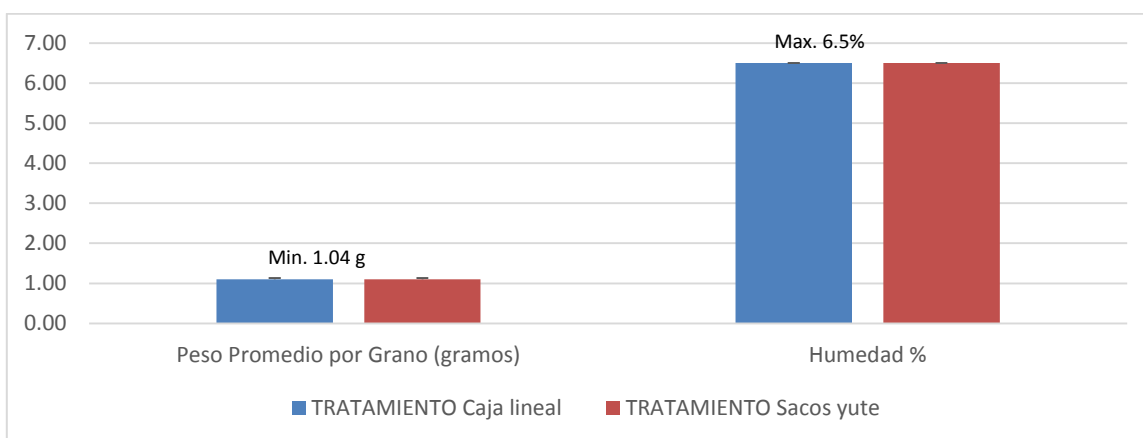


Figura 10. Características de calidad de fermento considerando el peso y la humedad en el grano de cacao en los tratamientos de caja lineal y sacos de yute.

6.3. Proceso de secado

El proceso de secado inicia con la fase de pre-secado que consistió en dejar expuesta la masa de cacao bajo sombra, con remociones constantes durante el día cada hora, durante tres días, posterior a estas actividades se procedió al secado directo al sol, durante cuatro días con remoción total de la masa de cacao cada dos horas, para disminuir gradualmente la humedad del grano, finalmente durante cuatro días se expuso la masa de cacao en el secador solar ultravioleta tipo túnel con remociones cada dos horas, obteniendo efectividad en el proceso, ya que se obtuvo un 6.5% de humedad especificada en las normas de calidad del grano de cacao.

Según FUNDER (2013), el proceso de secado en la Cooperativa San Fernando, Omoa, inicia con el proceso de pre-secado directo en el secador tipo túnel con ventilación natural, la masa de cacao se deposita en las parihuelas con una capa de 15 a 20 cm de espesor y se

tapa durante las horas de mayor temperatura, las remociones se realizan cada 30 minutos durante dos días, posteriormente se deja una capa de cinco centímetros durante los próximos siete días para obtener el grado de humedad requerida. Además la misma Cooperativa cuenta con secadores tipo horno, en épocas lluviosas se realiza el pre-secado en el secado tipo túnel y después pasan el cacao al secador de horno, hasta alcanzar el óptimo de humedad en el grano de cacao.

Según Arauz (2013) el secado inicia con la fase de pre-secado dejando expuesta la masa de cacao inmediatamente después de retirada de los recipientes fermentadores, en el secador tipo marquesina, con una capa gruesa de 20 cm, con remociones constantes cada 30 minutos, durante tres días, en esta fase se cubre la masa de cacao en horas cuando la temperatura es muy elevada, en horas de la mañana y por la tarde se deja expuesta al ambiente dentro de la marquesina, posteriormente se deja una capa de cinco centímetros durante ocho días, alcanzando un porcentaje mínimo de humedad hasta 6 % en el grano de cacao.

Con los datos obtenidos en el estudio se considera que el método de secado desarrollado es efectivo. Se evaluó un solo método de secado, ya que actualmente no se cuenta con infraestructura de secado en la Biosfera Tawahka Asagni, se utilizó la metodología más accesible y efectiva.

VI. CONCLUSIONES

- a. Los métodos utilizados (cajas lineales de primer nivel y sacos de yute) resultaron efectivos en el proceso de fermento, ya que se cumplió con los requisitos de exigencia y se aprueban las metodologías de fermento en cajas lineales de primer nivel y fermentación en sacos, se obtuvieron porcentajes arriba del 75%.
- b. Es importante tener conocimiento sobre las características visuales de los cambios que presenta el grano de cacao durante el fermento, para retirar el cacao en el momento adecuado, así evitar pérdidas en la calidad final del grano.
- c. La disminución de la temperatura en horas de la madrugada, disminuye la temperatura del cacao en fermento, por tanto desacelera la actividad de las levaduras y bacterias, prolongando el tiempo de fermento.
- d. Los volteos idóneos en el proceso de fermento para la Biosfera Tawahka Asagni (BTA), y sus condiciones climáticas, se debe realizar cada 24 horas, para homogenizar la masa en fermento y favorecer la entrada de oxígeno que es necesaria para ayudar en la actividad microbiana y bioquímica del grano de cacao en el proceso de fermento.
- e. El proceso de secado más efectivo para las condiciones climáticas de la Biosfera Tawahka Asagni, es el aprovechamiento de la energía solar, es de bajo costo y efectiva, iniciando este con la fase de pre-secado, secado hasta disminuir gradualmente la humedad del grano hasta debajo de un 7%.

VII. RECOMENDACIONES

- a. Debido a que el estudio se realizó en los meses de agosto y septiembre, se recomienda seguir realizando ensayos en diferentes épocas del año, ya que existe discrepancia en el tiempo de fermento influenciado por las condiciones climáticas y los datos pueden variar en otros meses.
- b. Uso de las metodologías validadas en este estudio, ya que resultaron eficaces en el proceso de fermento y secado del grano de cacao, para las condiciones ambientales predominantes de la Biosfera Tawahka Asagni.
- c. Fermentar el grano de cacao, así se tiene un valor agregado del producto en el mercado, si fuese posible aumentar la producción, el mercado internacional compra por calidad y cantidad el cacao fermentado.
- d. Clasificar el cacao a fermentar, este presenta desfases en el fermento y pérdida de calidad final cuando no se realiza una adecuada clasificación de las semillas al momento de introducirla en los recipientes fermentadores.
- e. Capacitar a los miembros productores de la APROBIL, en la Biosfera Tawahka Asagni (BTA), en el proceso de post-cosecha del grano de cacao.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

APPROCAP; GTZ. 2007. Manual Practicas de Calidad de Cacao en Centro de Acopio. (En línea) Consultado el 3 de jun. Del 2013. Disponible en <http://www.pdrs.org.pe>.

BRAUDEAU, J. 1970. El cacao. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. 1ª. ed. Barcelona, España. Editorial Blume. 282 P.

Cacao en el mundo s f. (en línea) Consultado el 14 de may. Del 2013. disponible en http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lri/andrade_a_cm/capitulo1.pdf

CAMBio 2010. Valoración de mercados verdes para el sector cacao. (En línea)_Consultado el 15 de may. Del 2013. Disponible <http://www.bcienegociosverdes.com/Almacenamiento/Biblioteca/248/248.pdf>

CHAVARRÍA HERRERA, S. 2012. Producción artesanal de chocolate en base al grano de cacao cultivado con los productores de las áreas protegidas del corredor biológico mesoamericano. Catacamas, Olancho, Honduras. Universidad Católica de Honduras. P 31.

El cacao en México. S.f. (en línea) Consultado el 3 de jun. Del 2013. Disponible en http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lri/andrade_a_cm/capitulo2.pdf.

ESCALMILLA, J. 2010. Mypimes. Colombia. Consultado el 23 de abr. 2013. (En línea). Disponible en <http://mypimes.blogspot.com/2010/05/i-introduccion-esta-alianza-tiene-como.html>

FHIA, 1989. Beneficio del cacao 29 p. La lima, cortes, Honduras. (En línea). Consultado el 27 de abr. 2013. Disponible en <http://books.google.hn>.

_____1990. Caracterización de la producción de cacao en Honduras. La Lima, Cortes, Honduras 85 p

_____ 1991. El cultivo de cacao regulación de sombra y nutrición. La Lima, Cortes, Honduras. 15 p.

_____2008. Sondeo de la cadena de valor de cacao para el oriente de Honduras: zona de Rio Patuca y Catacamas. (En línea) Consultado el 25 de may. Del 2013. Disponible en <http://www.docstoc.com/docs/118386495/FHIA-Parte01>

_____2011. Pasantía sobre fermentación del cacao. CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras. 33p.

_____2011. Manual de producción de cacao. La Lima, Cortés, Honduras. 208 p.

DESCA; GTZ; FIDE. 2010. Cacao y chocolate, ficha nº 6. (En línea), Consultado el 14 de may. Del 2013. Disponible en <http://www.minec.gob.sv/cajadeherramientasue/images/stories/fichas/honduras/hn-cacao-y-chocolate.pdf>

GUTIÉRREZ, M. s f. Experiencia de un sistema de fermentación trapezoidal como alternativa para el mejoramiento de calidad del grano de cacao (*theobroma cacao*,) en la asociación de pequeños productores de cacao de Piura – APPROCAP. Perú. 4p. (en línea). Consultado el 23 de abr. 2013. Disponible en http://www.approcap-peru.org/documentos/cajones_trapezoidalesuvs.pdf.

ICADE. 2012. Situación actual del establecimiento de sistemas agroforestales con cacao en el corredor biológico mesoamericano

ICADE; ICF. 2012. Plan de negocio para la productividad y comercialización de cacao: Proyecto de Desarrollo Económico Territorial Sistémico con Productores de Siete Comunidades de la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Biósfera Tawahka Asangni” con socios de APROBIL

LANZAS ESPINOZA, J. 2010. Análisis del beneficiado de cacao en fincas de productores de cacaonica, Waslala, Raan, Nicaragua. Informe de pasantía. P 48. Managua, Nicaragua. (En línea) Consultado el 3 de jun. De 2013.disponible en http://www.canacacao.org/uploads/smartsection/19_Beneficiado_de_cacao_en_Nicaragua_Jurgen_Lanzas_Tesista_2010.pdf

MARTÍNEZ, I. 2008. Diagnóstico sobre la situación actual. (En línea) Consultado el 14 de may. De 2013.disponible en <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/102/1/T2616.pdf>

MIRANDA, G. 2011. Evaluación del proceso de secado de granos de cacao fermentado, en un secador de bandejas con convección forzada de aire. Tesis ing. Químico. Barcelona, España, universidad de oriente. p. (en línea). Consultado el 23 de abr. 2013. Disponible en <http://webcache.googleusercontent.com.edu>.

NAVIA, A; PAZMIÑO, M. 2012. Mejoramiento de las características sensoriales del cacao CCN-51 a través de la adición de enzimas durante el proceso de fermentación. Tesis ing. alimentos. Guayaquil, Ecuador, Escuela superior politécnica del litoral. 135 p. (en línea). Consultado el 23 de abr. 2013. Disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec>

SEA. 2002. Perfil económico del cacao. República Dominicana. (En línea) consultado el 23 de abr. 2013. Disponible en <http://www.dominicanaexporta.gov.do>

ProDeSoC-IPADE, 2010. Cacao de calidad beneficiado en centro de acopio: manual paso a paso. P 23. (En línea) Consultado el 3 de jun. Del 2013. Disponible en <http://ipade.org.ni/docs/desarrollo/CacaoCalidad.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Etapas durante el proceso de fermentación.



Fuente: FHIA, 2011.



Anexo 2. Cajones lineales



Anexo 3. Peso de cacao en baba



Anexo 4. Grano fermentado



Anexo 5. pre-secado del grano



Anexo 6. Secado del grano



Anexo 7. Humedad del grano



Anexo 8. Cuarteo del cacao fermentado



Anexo 9. Fermentación en sacos