



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y

VETERINARIA

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del examen de carácter Complexivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

TEMA:

Manejo poscosecha del fruto de cacao *Theobroma cacao* L.

AUTORA:

Ana María Villamar Pozo

TUTOR:

Ing. Roberto Medina Burbano, Msc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2024

RESUMEN

El siguiente documento trata sobre el manejo poscosecha del fruto de cacao *Theobroma cacao* L., las conclusiones determinan que La cosecha es la recolección de los frutos maduros del cacao, que suelen estar listos cinco a seis meses después de la fecundación de la flor. Es importante cosechar solo frutos maduros para obtener almendras de alta calidad. La fermentación de las almendras mejora su sabor y aroma para hacer chocolate de alta calidad. Durante esta etapa, se elimina el mucílago y la temperatura aumenta. Para una fermentación exitosa del cacao, se debe seleccionar el tipo y método adecuado, manejar los tiempos y procesos de volteo, ubicar los fermentadores estratégicamente y protegerlos de posibles fuentes de contaminación. Fermentadores comunes son cajones individuales, tipo escalera, sacos de cabuya, montones y refugios. Cada significado depende del contexto, las condiciones y la producción local. Se necesita un espacio ventilado y protegido del viento para fermentar. Este lugar solo debe usarse para procesar cacao, sin guardar otros materiales. La masa a fermentar debe ser al menos 60 kg de granos de cacao en pulpa, sin importar el fermentador utilizado. El secado complementa la fermentación al desarrollar precursores de sabor y aroma. La limpieza regular del lecho de secado es esencial para eliminar las impurezas retenidas. Es importante pasar las almendras por un colador antes de almacenar el cacao para asegurar la calidad. Asegurar esta área para prevenir daños de roedores e insectos. Se recomienda almacenar el cacao lejos de productos con olores o sabores fuertes. Es crucial mantener la temperatura del almacén igual a la temperatura ambiente. Las pérdidas poscosecha se deben a la falta de apoyo a los agricultores en todas las etapas de la producción, procesamiento y comercialización para mejorar la competitividad. La falta de recursos compromete la competitividad y reduce la producción de cacao.

Palabras claves: mucilago, fermentación, secado.

SUMMARY

The following document deals with the post-harvest management of the cocoa fruit *Theobroma cacao L.*, the conclusions determine that the harvest is the collection of the mature cocoa fruits, which are usually ready five to six months after the fertilization of the flower. It is important to harvest only ripe fruits to obtain high-quality almonds. Fermentation of almonds improves their flavor and aroma to make high-quality chocolate. During this stage, the mucilage is removed and the temperature increases. For successful cocoa fermentation, the appropriate type and method must be selected, the turning times and processes must be managed, the fermenters must be strategically located and protected from possible sources of contamination. Common fermenters are individual boxes, ladder type, rope bags, piles and shelters. Each meaning depends on context, conditions and local production. A ventilated space protected from the wind is needed to ferment. This place should only be used to process cocoa, without storing other materials. The mass to be fermented must be at least 60 kg of cocoa beans in pulp, regardless of the fermenter used. Drying complements fermentation by developing flavor and aroma precursors. Regular cleaning of the drying bed is essential to remove retained impurities. It is important to pass the almonds through a sieve before storing the cocoa to ensure quality. Secure this area to prevent damage from rodents and insects. It is recommended to store cocoa away from products with strong odors or flavors. It is crucial to keep the warehouse temperature equal to the ambient temperature. Post-harvest losses are due to lack of support to farmers at all stages of production, processing and marketing to improve competitiveness. The lack of resources compromises competitiveness and reduces cocoa production.

Keywords: mucilage, fermentation, drying

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	II
SUMMARY.....	III
1. CONTEXTUALIZACIÓN PROBLEMÁTICA.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1 Objetivo general.....	3
1.4.2 Objetivos específicos	3
1.5. Línea de investigación.....	4
2. DESARROLLO.....	5
2.1. Marco conceptual.....	5
2.1.1 Manejo de cosecha de cacao	5
2.1.2 Operaciones poscosecha del cacao.....	8
2.1.3 Fermentación.....	9
2.1.4 Secado.....	12
2.1.5 Estándar de calidad.....	16
2.1.6 Análisis económico de pérdidas poscosecha	17
2.2 Metodología	20
2.3 Resultados	20
2.4 Discusión de resultados.....	21
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	23
3.1. Conclusiones	23
3.2. Recomendaciones	25

4. REFERENCIAS Y ANEXOS	26
4.1. Referencias bibliograficas.....	26
4.2. Anexos	33

1. CONTEXTUALIZACIÓN PROBLEMATICA

1.1. Introducción

El cacao *Theobroma cacao L.* es un cultivo que predomina en Latino América y Ecuador no es la excepción, dado que tiene una gran producción de las variedades CCN51 y fino y aroma. En la década de 1860 el cultivo y exportación se intensificó, según la fundación económica del Ecuador y en 1920 fue identificada como “Pepa de oro”, por lo que se convierte en uno de los países exportaciones mundiales de cacao, lo cual crea prosperidad y proporciona una oportunidad para un crecimiento económico significativo (Badillo et al, 2023).

El cultivo de cacao en Ecuador rodea las 590 579 ha, con una producción promedio baja de 327 347 Tm, siendo Los Ríos la provincia con mayor producción con alrededor de 93 Tm. Ecuador se caracteriza por producir cacao fino de aroma, producto altamente apetecido por los mercados internacionales, sin embargo, la baja producción de este tipo de cacao ha llevado a los agricultores a optar por otras variedades de mayor rentabilidad, los bajos rendimientos del cacao nacional se atribuyen al uso de genotipos de origen genético desconocido, sin seleccionar, mezclados y de poca productividad (Ayala y Hernández, 2024).

En el periodo 2013-2022, Ecuador ha exportado en total USD 7.814.291.000 de los cuales USD1.988.500.000 fueron con destino a EEUU siendo una participación del total exportado en este periodo del 25,44% (Velásquez et al, 2023).

El secado de cacao en los agricultores de menor escala se realiza al aire libre en patio de cemento o en secadores construidos con madera. Con este tipo de secado puede haber contaminación con polvo, hongos y animales que afectan la inocuidad del grano seco. Las beneficiadoras de la región emplean gas como insumo para el secado artificial, lo cual incrementa el costo y la huella ecológica de producto obtenido. En la temporada seca el proceso de secado requiere hasta 3.5 días y pocos productores la realizan (López y Chávez, 2018).

En consecuencia, se pretende detallar las secuelas del mal manejo poscosecha, y para lograrlo se investigará el manejo adecuado e inadecuado poscosecha del cacao., se analizará las pérdidas económicas que se generan por el inadecuado manejo poscosecha del cacao y así determinar la utilidad que se obtiene con el correcto manejo poscosecha cacao en basado a fuentes fidedignas.

Los agricultores del sector de Febres Cordero no cuentan con una técnica de secado adecuada para el cacao, por lo que el secado que implementan es en un tendal o en veredas expensas del sol, pero cuando es tiempo de invierno los agricultores tienen dificultades para realizar el secado del cacao y se ven afectados (Chávez Betancourt et al, 2019).

1.2. Planteamiento del problema

Los productores han enfrentado desafíos para lograr granos de alta calidad con aroma y sabor deseables debido a la falta de familiaridad con las técnicas de producción adecuadas. Resulta significativo subrayar que los productores presentan deficiencias en cuanto al manejo poscosecha, al comercializar el cacao sin fermentación alguna y haberlo secado en condiciones precarias junto a la carretera. Esto conlleva a una contaminación cruzada, la cual incide negativamente en la calidad del producto y resulta en pérdidas económicas de hasta un 25%.

Actualmente, se observa que un alto porcentaje de agricultores, concretamente el 80%, no llevan a cabo los procesos de fermentación y secado, los cuales son esenciales para el desarrollo de las propiedades organolépticas en el cacao, tales como su aroma, color y sabor. La falta de información contribuye a la percepción de bajos ingresos por parte de los productores de cacao al momento de comercializar su producto, resultando en una recuperación insuficiente de la inversión inicial en el cultivo. Esta situación desalienta a los agricultores y fomenta la migración hacia entornos urbanos.

1.3. Justificación

La realización de esta investigación surge de la necesidad de identificar conocimientos significativos relacionados con el manejo y la aplicación de técnicas poscosecha para el cacao producido y comercializado en varias regiones del país.

El grano de cacao es un producto codiciado en los mercados internacionales y también tiene estrictos requisitos de calidad del producto. Es imperativo ofrecer un producto de cacao de alta calidad que presente excelentes características organolépticas y esté libre de sustancias nocivas para garantizar el bienestar de los consumidores.

Esta investigación se justifica por la ausencia de un protocolo estándar para el procesamiento y poscosecha del cacao *Theobroma cacao* L. Es imperativo desarrollar un documento de información técnica que pueda servir como una guía integral, adaptada a las necesidades específicas de la región, mejorando así el avance comercial y al mismo tiempo mitigando posibles pérdidas económicas y de productos. La calidad del cacao *Theobroma cacao* L está influenciada por numerosos factores, siendo el manejo poscosecha un determinante primario.

En consecuencia, es imperativo conocer las operaciones poscosecha realizadas en cacao *Theobroma cacao* L y delinear técnicas apropiadas para obtener granos de alta calidad que satisfagan las demandas del mercado, minimizando al mismo tiempo las pérdidas. Este enfoque tiene como objetivo lograr un equilibrio entre la calidad y el precio del cacao, garantizando así la satisfacción del mercado.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Establecer las características del manejo poscosecha del fruto de cacao *Theobroma cacao* L.

1.4.2 Objetivos específicos

- Describir el manejo adecuado de la poscosecha del fruto de cacao.
- Determinar las pérdidas económicas que se generan por el inadecuado manejo poscosecha del fruto de cacao.

1.5. Línea de investigación

Dominio: Recursos Agropecuarios, ambiente, biodiversidad y Biotecnología

Líneas: Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable.

Sublínea: Proceso agroindustriales

La temática de la presente investigación es: Manejo poscosecha cacao cultivado *Theobroma Cacao L.* En La Provincia De Los Ríos, en el cual se detallará que es importante Es importante conocer el manejo correcto de los productos agrícolas desde su siembra hasta su comercialización; describir aspectos técnicos permite decidir con precisión para ofrecer al consumidor un producto de calidad. Esta investigación se encuentra enfocada en la línea de investigación: Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable y en la Sublíneas de Proceso agroindustriales.

2. DESARROLLO

2.1. Marco conceptual

2.1.1 Manejo de cosecha de cacao

2.1.1.1 Grado de maduración en la cosecha del cacao

Antes de cosechar los frutos se debe mirar que estén maduros, evitando coger los verdes y pintones, pues estos no cuentan aún con los azúcares necesarios para la fermentación y darían sabores a frutas inmaduras y astringencia. Igualmente, aunque los frutos sobremaduros pueden tener el contenido de azúcar adecuado, estos frutos que avanzan más rápido en la fermentación pueden avinagrar (vinagre) la expresión sensorial de la partida de cacao (Bocanegra, 2023).

2.1.1.2 Contenido de Azúcar en la pulpa

El contenido de azúcar es fundamental para que los microorganismos especializados realicen la fermentación. El contenido mínimo para que ocurra una correcta fermentación es de 16°Brix. Por debajo de este valor es posible que no ocurra la fermentación. Hay variedades o materiales de cacao que pueden tener contenidos altos de azúcar y otros bajos, lo cual permite hacer una primera clasificación por este criterio (Orozco, 2021).

2.1.1.3 Corte de mazorcas

Al momento de cosechar los frutos se ha de tener cuidado de no dañar los cojines florales, ya que esto comprometería la producción de nuevos frutos. La cosecha se realiza con tijeras de podar, desinfectadas y bien afiladas, haciendo el corte en el pedúnculo hacia la parte más cercana posible del fruto. Si los frutos se encuentran en lo alto se puede usar una horquilla o podón, teniendo siempre cuidados con el cojín floral. Las mazorcas se van trasladando hasta el punto seleccionado para la partida y desgrane de las mismas (Gavilema y Rosillo, 2021).

2.1.1.4 Guarda de mazorcas

Esta variable corresponde al número máximo de días que se puede apilar las

mazorcas cosechadas en campo sin que se deteriore la calidad. Las otras variables o condiciones que determinan el tiempo de retención son:

- Un clima muy cálido.
- Un alto porcentaje de materiales con tendencia a germinación precoz.
- Exponer directamente el montón a la luz solar.
- Humedad relativa alta.

Cuando se presentan las anteriores variables en un nivel alto se recomienda que el tiempo de retención no sea mayor a un (1) día. Si las condiciones no son tan intensas se puede tener tiempos de retención de máximo tres (3) días (Orozco, 2021).

2.1.1.5 Clasificación de los granos

Criterios de clasificación del cacao en baba

- Color de la pulpa: Para una mazorca inmadura el color de la pulpa es blanco; para una sobremadura es café oscuro; para el punto óptimo es de color crema.
- Textura de la pulpa: Para una mazorca inmadura la textura es algodonosa, seca y firme; para una sobremadura es blanda y muy húmeda; para el punto óptimo la textura es blanda pero menos húmeda.
- Limpieza de los granos: Deben estar limpios de hongos, manchas o cualquier impureza, todo lo cual puede generar luego sabores a moho o no permitir la fermentación (Tituaña *et al*, 2021).

A partir de estas características se identifican las semillas enfermas, semillas germinadas, semillas inmaduras y semillas sobremaduras, ya que estas afectan la calidad de la fermentación (Cajo, 2021).

2.1.1.6 Almacenamiento de cacao fresco

El cacao fresco puede ser almacenado temporalmente sin que se afecten significativamente las condiciones que permiten la correcta fermentación y sin que se alteren su sabor y aroma finales. Se recomienda no exceder las 24 horas de almacenamiento temporal (Alvarado, 2021).

Se recomienda realizar el almacenamiento temporal en tanques plásticos con tapa, en los cuales el cacao fresco se deposita sin escurrir. El tanque debe estar muy limpio, lavado con un jabón neutro libre de aromas y enjuagado varias veces para que no queden residuos. Al momento de llenarlo y una vez lleno no debe caer en él ninguna sustancia extraña que pueda contaminarlo, de lo contrario se puede perder todo el cacao almacenado (Bellettini, 2024).

2.1.1.7 Empaque y transporte de cacao fresco

En todos los casos se debe asegurar que el cacao no esté en contacto con las distintas superficies y que los sacos o baldes se encuentren cerrados. Estas medidas son necesarias porque el cacao fresco adsorbe fácilmente los olores externos y debido al riesgo de contaminación cruzada (Soto, 2022).

Cuando el cacao fresco desgranado se coloca en canastos u otros utensilios que permiten drenar los líquidos en el sitio de la finca donde se quebraron, se recomienda no dejar más de 4 horas entre el desgranado, transporte y llenado del cajón fermentador. Lo anterior es fundamental cuando se entrega el cacao en puntos de compra de cacao fresco donde será almacenado temporalmente (Del Aguila, 2022).

2.1.1.8 Manejo poscosecha del cacao

"El proceso poscosecha comienza con la recolección de las mazorcas de cacao, seguida de su agregación en montones, iniciando así una serie de operaciones que incluyen craqueo, fermentación, secado, selección y almacenamiento". El manejo poscosecha se realiza con el objetivo de asegurar la producción de bienes de alta calidad, reduciendo así las pérdidas y manteniendo óptimas condiciones higiénicas, garantizando así la entrega de productos seguros a los consumidores (Angulo, 2023).

El proceso poscosecha del cacao influye significativamente en el desarrollo del sabor y aroma del chocolate, independientemente de su composición genética. Este proceso comprende dos etapas: fermentación y secado (Llerena y Uriña, 2020).

Proceso poscosecha tradicional

Una proporción significativa de productores de cacao participa en un proceso poscosecha incompleto, que implica cosechar, cortar y transportar el cacao omitiendo dos pasos cruciales: fermentación y secado. Estos pasos omitidos son esenciales para el desarrollo de las propiedades organolépticas de los granos de cacao (color, aroma, sabor). Además, la falta de una limpieza adecuada de los contenedores utilizados provoca contaminación cruzada. El carro de transporte utilizado también es inadecuado, lo que provoca una disminución de la calidad del grano y muchas veces provoca pérdidas que perjudican al agricultor (Bermúdez y Mendoza, 2021).

Proceso poscosecha mejorado

El procedimiento de postcosecha reviste una prominente relevancia, dado que la adecuada realización de las etapas de cosecha, desgrane, fermentación, secado, clasificación, almacenamiento, transporte y comercialización resultará en la obtención de un chocolate de excelencia, caracterizado por su exquisito sabor y aroma. De igual forma, no habrá pérdidas por contaminación ambiental o microbiana. En consecuencia, aumentará el rendimiento de la materia prima, lo que conducirá a una mejora de la rentabilidad para los productores (Abadía y Bartosik, 2019).

2.1.2 Operaciones poscosecha del cacao

2.1.2.1 Cosecha y selección de las mazorcas

Durante la etapa de recolección de las mazorcas de cacao, es fundamental verificar tanto su madurez como su estado de salud, ya que estos factores influyen directamente en la calidad del producto final. La inclusión de frutas afectadas por plagas o enfermedades podría generar contaminación cruzada y representar un riesgo para la integridad del lote completo, resultando en pérdidas económicas debido a la imposibilidad de utilizar dichos granos de cacao para su procesamiento. La recolección de las mazorcas de cacao implica el desprendimiento del pedúnculo (el tallo que conecta el fruto al árbol).

Las vainas ubicadas en las partes inferiores de la planta se cortan con tijeras de podar

o una hoja curva, mientras que las de las ramas más altas se cosechan con una herramienta de recolección de mango largo o un machete (Angulo, 2023).

2.1.2.2 Quiebra

El proceso de "quiebra" consiste en utilizar un pequeño machete para realizar una incisión longitudinal en la mazorca de cacao para extraer los granos de cacao. A continuación, se realiza una separación manual para comprobar la calidad de cada grano, lo que permite identificar y eliminar los granos afectados por enfermedades como la Monilia o la Escoba de Bruja. El mazo de madera se emplea habitualmente para la trilla ya que facilita la rotura de la mazorca sin dañar las almendras, lo que conlleva una mayor eficiencia y una mejor calidad del grano.

En situaciones donde no hay suficiente mano de obra o cuando la cantidad de producto cosechado es mínima, se recomienda almacenar las mazorcas hasta por cinco días. Este período de almacenamiento permite la concentración de los jugos dentro de las mazorcas, facilitando así la extracción de las almendras de la placenta (Yucra, 2020).

2.1.3 Fermentación

Este proceso es crucial ya que implica reacciones químicas hidrolíticas durante la fermentación que inducen alteraciones en la estructura interna de la mazorca de cacao y, en última instancia, contribuyen al desarrollo del sabor y aroma distintivos del grano de cacao. La fermentación se produce cuando se alcanza un rango de temperatura de 30 a 50°C, dando lugar a una reacción exotérmica. Este proceso suele durar un período que oscila entre 4 y 6 días (Angulo, 2023).

La etapa de fermentación juega un papel crucial. La fermentación se puede realizar mediante diversos métodos, siendo las prácticas más comunes en nuestro medio el uso de cajones de madera, sacos de yute, pilas y cobertizos. En este procedimiento es crucial el período de fermentación de 48 horas, seguido de agitación y un posterior período de reposo de otras 48 horas específico para el cacao nacional (Camino, 2019).

Se refiere al procedimiento al que se somete el cacao en fermentación, que implica la inactivación del embrión, la eliminación de la pulpa que envuelve los granos y la activación de los procesos bioquímicos que le brindan sus atributos de aroma, sabor y color distintivos. Es factible que, durante el proceso de postcosecha, los niveles de compuestos volátiles que se encuentran inicialmente presentes aumenten como consecuencia de las reacciones bioquímicas que tienen lugar en el cotiledón (Llerena y Uriña, 2020).

Una vez finalizado el proceso de fermentación del grano de cacao, es imprescindible someterlo al proceso de secado, que implica disminuir el contenido de humedad de la etapa de postfermentación del grano de cacao (aproximadamente 55%) hasta un contenido de humedad final máximo del 7%. Este nivel de humedad se considera adecuado para la fase de comercialización de los granos de cacao secos, ya que asegura la conservación de la calidad durante el almacenamiento y mitiga el riesgo de deterioro por hongos. Existen diversas variedades de agentes secantes, incluidos los naturales (calor solar) y los artificiales (Camino, 2019).

2.1.3.1 Tipos de fermentación

Fermentación de cajón

La fermentación de cajón se emplea en situaciones donde se tienen volúmenes significativos de almendras de cacao, permitiendo un proceso de fermentación eficaz en recipientes de madera que aseguran la producción de cacao de alta calidad, caracterizado por sus atributos sensoriales superiores en términos de aroma, color y sabor (Campoverde y Zambrano, 2019)

Este sistema de fermentación implica el uso de recipientes provistos de ranuras en el fondo, siendo el tamaño de hueco recomendado entre 5 cm y 10 cm para asegurar una adecuada circulación del aire. Las cajas resultan convenientes para su aplicación por parte de un productor de escala reducida. Al emplear estas cajas, la temperatura de las almendras puede alcanzar aproximadamente los 50°C (Gaitan, 2018).

Fermentación en sacos

Se realiza colocando el cacao en sacos de yute o polietileno, dejándolos reposar en el suelo durante todo el proceso de fermentación. Sin embargo, este método no es muy recomendable debido a su aireación limitada y su alto contenido de humedad (Dueñas, 2019).

Este método de fermentación consiste en colocar los granos de cacao en bolsas de polietileno o yute, que se cierran, se cuelgan y se dejan fermentar durante dos o tres días para ayudar en el drenaje del mucílago. Posteriormente se retiran los granos para su secado. Sin embargo, este método de fermentación produce un porcentaje bajo de granos fermentados adecuadamente debido a los desafíos en la eliminación del grano, lo que resulta en una alta proporción de producto degradado (Pava, 2016).

Fermentación en montón

En este tipo de fermentación, se coloca material vegetal, como hojas secas de plátano (Musaceae), en el suelo para que sirva de base para los granos de cacao. Es necesario taparlos para protegerlos de los efectos de la luz solar directa. Puede ser eliminado en periodos de 48, 72 y 96 horas (Peralta y Aldana, 2021).

Esta práctica implica apilar los granos de cacao frescos en una rejilla de secado típicamente hecha de materiales como caña, estera de guadua, madera u hormigón para permitir el drenaje adecuado del mucílago. Estas pilas apiladas se cubren con hojas de plátano para evitar la pérdida de calor". "Estas pilas en capas están revestidas con hojas de plátano para mitigar la disipación de calor. La cantidad mínima requerida para generar el calor necesario en el proceso de fermentación es de 80 libras.

El método de fermentación en montón requiere voltear los granos cada dos horas; de lo contrario, solo se fermentará la porción superficial, para luego cubrir los granos con hojas una vez más. Este método genera costos mínimos para el productor. La cantidad adecuada necesaria para generar calor es 36,36 kg de masa de cacao (Espin, 2019).

2.1.4 Secado

Las semillas de cacao deben pasar por un proceso de secado para que sean comercialmente viables como materia prima para empresas especializadas en el procesamiento y fabricación de diversos productos como chocolates, cacao en polvo y pasta de cacao (Angulo, 2023).

Esta es la etapa en la que las almendras completan el proceso de reducción de su exceso de humedad y quedan listas para su distribución comercial. Hay varios métodos disponibles para el secado, incluido el secado natural utilizando calor solar en rejillas de secado de madera o cemento, o el secado artificial en secadores mecánicos, lo que da como resultado el típico color marrón característico del secado adecuado (Quiñonez, 2017).

Este tipo de secado se logra mediante radiación solar, ya sea utilizando tendedores (madera/cemento) donde la luz solar incide directamente sobre la superficie, almacenándose el producto en pilas. Este método de secado requiere un período de tiempo más largo y un área considerable para su ejecución. Además, durante las temporadas de lluvias, el proceso puede detenerse, lo que genera un posible deterioro del producto y posteriores pérdidas en la producción (Orna et al, 2018).

2.1.4.1 Tipos de secado

Deshidratación natural de los granos de cacao consiste en exponerlos al aire libre, permitiendo que sean irradiados por la energía solar. Se emplean estructuras de secado, tales como tendales de madera o cemento, con el propósito de que los rayos solares incidan directamente sobre los granos de cacao. Este tipo de proceso de secado requiere de una mayor duración y una superficie considerable para realizarse de manera efectiva. Durante las temporadas de precipitaciones, es factible que este procedimiento se vea interrumpido y la mercancía tienda a experimentar un deterioro (Barrientos et al, 2019).

Secado artificial

Para implementar este método de secado, la utilización de maquinaria es esencial para minimizar el tiempo de secado y los requisitos de mano de obra. Se emplea comúnmente en regiones con baja incidencia solar para realizar el procedimiento de forma natural. Este método resulta en un aumento significativo en el contenido de humedad en comparación con el proceso de secado natural (Guamushig y Guanotasig, 2020).

Se ha desarrollado un extenso número de secadoras mecánicas, la mayor parte de las cuales emplean el método de insuflar aire seco y cálido a través del cacao. El proceso de secado artificial requiere una inversión sustancial en maquinaria e infraestructura. Además, el coste del combustible para el quemador incrementa el proceso de secado, a pesar de que requiere pocas horas de mano de obra (Bermúdez y Mendoza, 2021).

Este protocolo de secado es una medida esencial para disminuir el contenido de humedad del cacao en regiones caracterizadas por lluvias frecuentes, durante las temporadas de cosecha o en grandes plantaciones donde el secado natural de toda la producción es un desafío. El calor necesario para calentar el aire suele generarse mediante un quemador de gas. Para un uso óptimo de los secadores artificiales, se recomienda colocar la fuente de calor alejada de la superficie donde se encuentran las almendras, minimizando así el riesgo de contaminación del cacao con olores extraños, especialmente del combustible.

Se emplean métodos de secado artificial cuando hay precipitaciones constantes. Este método sirve para proteger los granos de las precipitaciones, lo que constituye una ventaja clave, ya que puede utilizarse durante todo el período de cosecha (Jimenez et al, 2014).

Máquinas de secado artificial

Las secadoras artificiales utilizadas presentan configuraciones rectangulares y cilíndricas (Angulo 2023).

Secado rectangular

Este tipo de maquinaria es ampliamente utilizada por los productores de cacao debido a su eficiencia de secado y capacidad de ahorro de energía. El desgranado se realiza de forma manual, mediante palas de madera o metálicas. El diseño de este secador es muy eficaz para facilitar la eliminación óptima de la humedad de los granos, mejorando así significativamente la productividad.

Esta máquina consta de una cámara de secado ubicada en su parte inferior, construida con acero inoxidable o material galvanizado para su montaje. Dada su naturaleza de producto alimenticio, también incorpora un regulador de temperatura. El tipo de combustible utilizado, ya sea GLP (Gas Licuado de Petróleo) o diésel, se complementa con compuertas diseñadas para la descarga y limpieza del producto (Chima, 2021).

Secado cilíndrico vertical

Esta máquina mejora el tiempo de secado, dando como resultado lograr de manera eficiente un producto de cacao seco en el menor tiempo posible. Este sistema opera de forma mecánica y, debido a sus características de diseño, puede alcanzar altos niveles de productividad sin comprometer la calidad. Consiste en una plataforma diseñada para optimizar la eficiencia en la utilización del calor, fabricada con materiales de acero inoxidable y con control de temperatura mediante un sistema electrónico (Nakhli, 2021).

Selección y clasificado

Para poder comercializar el cacao es imprescindible inspeccionar minuciosamente los granos en busca de impurezas como piedras, barro, moho, entre otros. Si están presentes, estos contaminantes deben eliminarse rápidamente para mitigar el riesgo de contaminación del producto (Angulo, 2023).

El proceso de selección se puede realizar de forma manual, mediante tamices, o alternativamente, con máquinas clasificadoras. Estas operaciones se realizan de forma simultánea para obtener granos sanos. Para comprobarlo se realiza una prueba de corte en la que se toma una pequeña muestra de los granos y se realiza un corte longitudinal con un bisturí o un cuchillo. Este corte divide los cotiledones en dos partes, permitiendo observar las características necesarias para su clasificación según las normas existentes.

El proceso de clasificación debe realizarse de forma continua en las fincas o lugares donde se produce el cacao, para abordar cualquier problema potencial que pueda surgir y así mejorar la calidad general del producto (Angulo, 2023).

Secado solar o natural (tendales)

Se aprovecha la temperatura generada por los rayos solares para secar gradualmente el cacao. Este método puede considerarse el más favorable debido al proceso de secado gradual, que permite que las almendras experimenten adecuadamente las transformaciones necesarias para lograr un desarrollo de sabor satisfactorio. Este proceso de secado se puede realizar mediante tendedores. Los materiales más utilizados en nuestro medio incluyen la madera, la caña de guadua y el cemento como superficies de secado (Camino, 2019).

Es fundamental evitar que los animales domésticos accedan a estas zonas de secado para mitigar cualquier posible contaminación. Según las condiciones climáticas, se requieren de 4 a 6 días para llevar a cabo el secado de los granos de cacao. Sin embargo, la prolongación de este período puede dar lugar a la formación de micotoxinas y al crecimiento de moho en el interior del grano, lo que resulta adverso en términos de sabor y aroma, otorgando un carácter de rancio o mohoso. Es esencial, por consiguiente, que el proceso de secado se realice de forma integral, logrando así reducir la humedad a un nivel comprendido entre el 6 % y 7 % (Soto et al, 2022).

El período de fermentación indujo modificaciones físicas y químicas que arrojaron diferencias estadísticamente significativas, con excepción del grano color pizarra y la cafeína. Se observó que a medida que aumentaron los días de fermentación, aumentó principalmente el porcentaje de granos fermentados, mientras que disminuyó el de granos morados. Las mejores características de calidad del cacao Nacional se lograron entre cuatro y cinco días de fermentación en cajas de madera (ANECACAO, 2023).

Consiste en la eliminación del exceso de mucílago que queda en el frijol, proceso que normalmente se realiza cuando hay abundante radiación solar. La mayoría de los productores realizan este procedimiento en una duración de dos días. El momento preciso para evaluar si los frijoles remojados están listos se puede identificar exprimiendo un puñado de frijoles parcialmente secos; si se separan al apretar, se consideran listos para la comercialización; por el contrario, si permanecen agrupados, es necesaria una mayor eliminación del mucílago (Espin, 2019).

Las repercusiones de una fermentación inadecuada o incompleta pueden manifestarse en forma de almendras que desarrollan olores pútridos y desagradables debido a una fermentación excesiva, lo que lleva a la producción de ácido butírico. Las almendras mohosas se forman a través de la fermentación de granos obtenidos de frutos enfermos, o cuando aparecen hongos en la masa de cacao durante el proceso de fermentación debido a la contaminación de las mismas cajas, montones o cestas donde se fermentan los granos (ANECACAO, 2023).

2.1.5 Estándar de calidad

La calidad del cacao estará influenciada por las tecnologías utilizadas durante el procesamiento y las condiciones de almacenamiento implementadas para evitar defectos. Se considera que la fermentación y el secado son procesos críticos en la producción de cacao, ya que contribuyen significativamente al desarrollo de los compuestos aromáticos y de sabor característicos. Estos compuestos se verán potenciados durante la etapa de tostado del grano, y su presencia y calidad

dependerán en gran medida de las condiciones de almacenamiento de los granos crudos (Angulo, 2023).

Se llevó a cabo un estudio en el que se desarrolló un modelo analítico transitorio, utilizando aire calentado a través de un colector solar de placa plana y un sistema de almacenamiento térmico para mantener el proceso de secado durante dos horas y media después del atardecer. El aire caliente pasa a través de la cámara de secado, protegiendo el cacao del ambiente externo y facilitando la insolación solar directa. El aire puede alcanzar una temperatura de 65°C y una humedad relativa del 10%. (Silva y Malpica, 2016).

2.1.6 Análisis económico de pérdidas poscosecha

El manejo inadecuado de los granos después de la cosecha puede provocar una rápida disminución de la calidad, desencadenando actividad microbiana y fúngica, lo que resulta en una reducción del valor nutricional y comercial y, en última instancia, provoca pérdidas económicas. Al disminuir el contenido de humedad del 60% al 8% en los granos de cacao mediante el proceso de secado, se inhibe la proliferación de mohos durante las etapas de transporte y almacenamiento. Es fundamental mantener la supervisión de las instalaciones de operación poscosecha y las herramientas utilizadas, ya que esta práctica ayudará a prevenir la contaminación y salvaguardar la calidad del producto (Talledo, 2019).

El tipo de método de secado que se empleará en una finca de cacao depende de los requisitos del producto que se seca, así como de las condiciones ambientales, sociales y económicas del productor. Estos factores dan lugar a variaciones en el diseño, costo y aspectos operativos de los dispositivos de secado (Cerón et al, 2021).

La recopilación de información reveló que las pérdidas no se deben a causas biológicas fisiológicas, ambientales o fitosanitarias, sino a causas físicas que provocan la pérdida del grano durante las operaciones de cosecha y poscosecha como clasificación y transporte, las cuales pueden ser atribuidas a los propietarios falta de interés (Alvarez, 2019).

El proceso poscosecha es crucial para garantizar la calidad del cacao al cumplir meticulosamente cada paso: cosecha, apertura de las mazorcas, fermentación, secado, selección, almacenamiento, transporte y comercialización. Este enfoque integral es esencial para lograr un producto de cacao de alta calidad con perfiles de sabor y aroma deseables. De manera similar, no habrá pérdidas debido a la contaminación ambiental o microbiana, lo que resultará en un mayor rendimiento de la materia prima y, en última instancia, mayores ganancias para los productores.

Si Ecuador muestra una sólida experiencia en la comercialización de este producto, mantiene una calidad distinguida en los mercados, brinda un servicio personalizado excepcional, gestiona eficazmente los costos de producción y demuestra talento para la innovación en el comercio, entonces los precios deberían reflejar debidamente las prácticas existentes en el país; a menos que existan otros factores económicos dentro de la cadena de producción del cacao que se pasen por alto o no se tengan en cuenta. La preocupación subyacente que impulsa el interés por el análisis con el propósito de desarrollar un plan detallado para los agricultores de cacao de pequeña escala (Meza, 2021).

El segmento de los productores de cacao de la variedad Nacional de escala reducida enfrenta desafíos significativos en términos socioeconómicos, principalmente derivados de la limitada productividad de sus cultivos. Esta situación es causada por la notable incidencia de enfermedades en las plantaciones y el rendimiento insuficiente de numerosas parcelas debido a factores genéticos y prácticas de manejo inadecuadas. Un tratamiento poscosecha inadecuado, como la mezcla o el almacenamiento con otros productos, puede provocar contaminación cruzada. Además, las inadecuadas oportunidades de financiación para los pequeños productores presentan otro desafío dentro de este sector (Vasallo, 2015).

Otro problema identificado en la industria del cacao surge durante el proceso de comercialización, como lo señala el citado autor, involucra una larga cadena de

intermediarios y una calidad deficiente. Esto se traduce en una reducción del precio, impactando directamente a los pequeños productores. Se observa una disparidad en los precios a lo largo de la cadena de suministro del cacao Nacional que afecta a los agricultores de pequeña escala.

Este fenómeno se refleja en un diferencial de 8 dólares por saco entre el intermediario en las fincas y el intermediario en los pueblos. Los intermediarios adquieren el cacao en las fincas a un precio entre 6 y 8 dólares por saco más bajo que si fuera vendido directamente a los mismos intermediarios en los pueblos cercanos, y considerablemente menos de lo que pagan los exportadores. El precio por saco de cacao recibido a través de cooperativas de comercialización es más alto que el precio recibido cuando se vende a intermediarios agrícolas y comerciantes locales (Intriago et al, 2019).

Las estimaciones de los expertos sobre hasta qué punto aumentaría el precio de la tonelada de cacao este año se quedaron cortas. El costo estableció un nuevo récord en 2024, alcanzando los 5.246 dólares por tonelada. Esto indica que en un año el precio aumentó un 92,72% (Abad et al, 2023).

De acuerdo con el análisis de especialistas se proyecta que el precio por tonelada de cacao por año, lo que beneficiaría a los productores, quienes ahora reciben un pago mejorado por su producto. Sin embargo, las empresas productoras de chocolates se ven afectadas por el aumento exorbitante en el costo de la materia prima (Vargas et al, 2021).

2.2 Metodología

En la elaboración de este documento, se recopilará información actualizada, proveniente de artículos científicos, sitios web y bibliotecas virtuales. Estas fuentes proporcionarán opiniones e ideas de expertos, permitiendo un análisis detenido del proceso de investigación que aborda la temática central:

Este trabajo se desarrollará siguiendo un enfoque de investigación no experimental y de naturaleza bibliográfica, utilizando técnicas de síntesis, análisis y resumen para organizar y presentar de manera coherente la información recopilada.

2.3 Resultados

Para una fermentación exitosa del cacao, considera el tipo y método, tiempo, volteos, ubicación segura y almacenamiento adecuado.

Los fermentadores comunes son cajones de madera, cajones escalera, sacos de cabuya, montones y marquesinas, seleccionados según las necesidades del agricultor y volumen de producción. El lugar para la fermentación del cacao debe ser especial, sin viento y solo para ese propósito. No almacenar otros materiales allí. La masa en fermentación debe tener al menos 60 kg de cacao en baba, sin importar el fermentador utilizado.

El secado complementa la fermentación para desarrollar sabor y aroma. El objetivo principal es reducir la humedad de la almendra al 7% para garantizar un buen almacenamiento. Secar el cacao se recomienda en tendales de cemento o entablillados, marquesinas y pisos de caña guadua, con un espesor de 5 a 7 centímetros, removiendo cada 2 o 3 horas con una paleta de madera. Es mejor secar con calor solar a menos de 60°C o con secado artificial con precaución. Los granos de cacao absorben olores debido a su alto contenido graso, por lo que se debe mantener el secadero limpio y libre de contaminantes para evitar impurezas.

Para almacenar el cacao, se debe pasar las almendras por la zaranda para quitar impurezas, residuos y granos en mal estado, lo que asegura la calidad del producto guardado o vendido. Se sugiere usar sacos de yute limpios y etiquetados colocados

en una tarima de madera para mejorar la ventilación. Este lugar debe cerrarse para evitar daños por plagas. El cacao no debe almacenarse con otros productos que puedan contaminarlo. La temperatura del almacén no debe superar la temperatura exterior.

Las pérdidas poscosecha se deben a la falta de apoyo a los agricultores en todas las etapas de producción, transformación y comercialización para ser competitivos en calidad y cantidad. La falta de recursos ha afectado la competitividad y la producción de cacao ha disminuido.

2.4 Discusión de resultados

Los fermentadores comunes varían según el tamaño de producción y las preferencias del agricultor. El sitio de fermentación del cacao debe ser exclusivo y protegido del viento. No almacenar nada más ahí. Morán y Bucaram (2020) indican que la fermentación de la masa de cacao debe tener al menos 60 kg de cacao en baba y es un proceso esencial en la producción de chocolate, influyendo en su calidad y valor económico y nutricional.

El secado complementa la fermentación para el desarrollo del sabor y el aroma. El objetivo principal es secar la almendra al 7% de humedad para un adecuado almacenamiento. Secar el cacao en tendales de cemento con espesor de 5 a 7 cm, removiendo cada 2-3 horas con una paleta de madera. Secar con calor solar a menos de 60°C o con secado artificial con precaución es mejor. Los granos de cacao absorben olores por su contenido graso, por eso es importante mantener el secadero limpio para evitar impurezas y completar el proceso de reducción de humedad según Quiñonez (2017).

Se utilizan varios métodos de secado, como el secado natural con calor solar o el secado artificial en secadores mecánicos, que producen el color marrón típico.

Para almacenar el cacao, es necesario cribar las almendras para eliminar impurezas y garantizar la calidad. Usar sacos de yute limpios y etiquetados en una tarima de madera mejora la ventilación. Este lugar tiene que cerrar para evitar daños por plagas.

No mezclar cacao con otros productos para evitar contaminación. La temperatura del almacén no debe ser mayor que la temperatura exterior, ya que esto puede afectar la calidad del cacao.

La fermentación y el secado del cacao influyen en el desarrollo de sus sabores y aromas. Los compuestos se fortalecen al tostar los granos; su calidad depende de cómo se almacenen los granos crudos. Las pérdidas poscosecha se deben a la falta de apoyo integral a los agricultores en todas las etapas de producción y comercialización. La falta de recursos impacta la producción de cacao en Ecuador, pero mejoras en la comercialización y calidad podrían elevar los precios, dependiendo de otros factores económicos. La preocupación subyacente es desarrollar un plan detallado para los agricultores de cacao de pequeña escala.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. Conclusiones

La fermentación es un procedimiento mediante el cual se someten las almendras a un proceso de limpieza, desaliento del embrión, induciendo así cambios físicos y químicos que contribuyen a su perfil de sabor y aroma característico para la posterior producción de chocolate de alta calidad, mientras se brinda también una presentación visual atractiva a las almendras. Durante esta fase, se produce la eliminación del mucílago y se registra un aumento en la temperatura.

Para lograr una fermentación exitosa, es fundamental tener en cuenta diversos elementos, entre los que se incluyen la selección adecuada del tipo y método de fermentación, la gestión de los tiempos y los procesos de volteo requeridos, la ubicación estratégica de los fermentadores para evitar la contaminación por animales, así como la necesidad de almacenarlos lejos de posibles fuentes de contaminación como combustibles, agroquímicos u otros materiales que puedan comprometer la calidad del cacao.

Los fermentadores más comunes empleados incluyen cajones de madera individuales, cajones tipo escalera, sacos de cabuya, montones y refugios. Cada uno tiene un significado correspondiente al contexto local, las condiciones de los agricultores y el volumen de producción. Para fines de fermentación, se requiere un espacio exclusivo, bien ventilado y protegido de las corrientes de viento. Este espacio debe ser exclusivo para el procesamiento del cacao y abstenerse de almacenar otros materiales. Además, independientemente del tipo de fermentador utilizado, la masa a fermentar no debe ser inferior a 60 kg de granos de cacao en pulpa.

El secado es una etapa que sirve como complemento al proceso de fermentación, ya que un adecuado secado permite el desarrollo continuo de precursores de sabor y aroma. El objetivo principal es reducir el contenido de humedad de la almendra al 7% para asegurar condiciones óptimas de almacenamiento. Es fundamental secar

adecuadamente los granos de cacao sobre rejillas de cemento o madera, debajo de cobertizos o sobre pisos de bambú, manteniendo un espesor de 5 a 7 centímetros. Es recomendable remover los frijoles cada 2 a 3 horas con una paleta de madera.

Las condiciones de secado más óptimas se logran mediante el uso de calor solar, que constituye una fuente adecuada y rentable; Se debe tener precaución al emplear métodos de secado artificiales para garantizar que la temperatura no exceda los 60°C. El alto contenido de grasa de los granos de cacao les permite absorber olores extraños. Por lo que se recomienda que la instalación de secado permanezca libre de contaminación externa como emisiones vehiculares, desechos industriales, excrementos animales, desechos agrícolas, entre otros. Además, la limpieza periódica del lecho de secado es fundamental para eliminar las impurezas retenidas en cada lote.

En cuanto al almacenamiento, antes de almacenar el cacao, es fundamental pasar las almendras por un colador para eliminar impurezas, residuos de cáscara y granos dañados, lo que permite seleccionar granos para el almacenamiento o comercialización de un producto de calidad superior. Para esta tarea se recomienda utilizar sacos de yute limpios y rotulados colocados sobre un pallet de madera para evitar que queden en el piso, favoreciendo así una adecuada ventilación. Este lugar debe estar cerrado para evitar daños causados por roedores o insectos. Alternativa: Se recomienda asegurar esta área para evitar daños causados por roedores o insectos.

Es recomendable almacenar el cacao por separado de otros productos que puedan impartirle olores o sabores no deseados. Es imperativo considerar que la temperatura dentro del almacén no supere la temperatura ambiente.

Las pérdidas poscosecha son atribuibles a un apoyo insuficiente brindado a los agricultores en la ejecución de cada uno de los componentes interrelacionados necesarios para la producción, el procesamiento y la comercialización exitosos del

producto, con un énfasis continuo en mejorar la competitividad en términos de calidad y cantidad. Debido a la insuficiencia de capital, créditos, tecnología y capacitación, la competitividad se ha visto comprometida y la producción de cacao ha ido disminuyendo.

3.2. Recomendaciones

Se recomienda que para la cosecha de cacao se debe considerar el grado de maduración en la cosecha del cacao, contenido de Azúcar en la pulpa, los corte de mazorcas y posteriormente guardarlas. Seguido de ellos clasificar y almacenar los granos, para luego de ellos realizar el empaque y transporte de cacao fresco y en el proceso de poscosecha efectuar el manejo de fermentacion y secado para obtener un buen valor agregado del producto.

Incentivar a los agricultores sobre la importancia de la fermentación y secado para mejorar la calidad del fruto de cacao en poscosecha que permite generar mayores beneficios económicos.

Promover investigaciones bibliográficas sobra cada uno de los procesos de poscosecha de cacao.

4. REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. Referencias bibliográficas

- Abad, A., Acuña, C., & Naranjo, E. 2023. El cacao en la Costa ecuatoriana: estudio de su dimensión cultural y económica. *Estudios de la Gestión: revista internacional de administración*, (7), 59-83. Disponible en <https://revistas.uasb.edu.ec/index.php/eg/article/view/1442>
- Abadía, B., & Bartosik, R. 2019. Manual de Buenas Prácticas en Poscosecha de Granos Hacia el agregado de valor en origen de la producción primaria. Obtenido de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_manual_de_buenas_practicas_en_poscosecha_de_granos_reglon_48-2.pdf
- Alvarado Marengo, P. (2021). Evaluación del efecto del tiempo de fermentación y condiciones de secado de cinco subvariedades de cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivadas en Upala, Costa Rica, sobre el perfil de ácidos orgánicos, compuestos volátiles y péptidos precursores de aromas claves para su calidad final. Disponible en <https://www.kerwa.ucr.ac.cr:8443/handle/10669/90940>
- Álvarez, C., Tovar, L., García, H., Morillo, F., Sánchez, P., Girón, C., & De Farias, A. 2019. Evaluación de la calidad comercial del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) usando dos tipos de fermentadores. *Revista científica UDO agrícola*, 10(1), 76-87. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3909942>
- ANECACAO. 2023. Asociación Nacional de Exportadores de Cacao). El cacao, uno de los más significativos símbolos de nuestro país. (En línea). Disponible en: <http://www.anecacao.com>
- Angulo Preciado, D. J. (2023). *Evaluación en el manejo poscosecha de cacao (theobroma cacao) de la variedad ccn-51 en la Parroquia Rocafuerte-Esmeraldas* (Bachelor's thesis, Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo). Disponible en <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10343>
- Ayala Páez, E. T., & Hernandez Llomitoa, A. S. (2024). Respuesta de la omisión de macronutrientes primarios sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) (Bachelor's thesis, Ecuador: La Maná: Universidad

- Técnica de Cotopaxi (UTC)). Disponible en <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/11681>
- Badillo-Lema, K., Teneda-Llerena, W. F., & Santamaría-Freire, E. J. (2023). El comportamiento de los precios de venta del cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Provincia de los Ríos-Ecuador. *593 digital Publisher CEIT*, 8(2), 5–17. <https://doi.org/10.33386/593dp.2023.2.1656>
- Barrientos, L. D. P., Oquendo, J. D. T., Garzón, M. A. G., & Álvarez, O. L. M. 2019. Effect of the solar drying process on the sensory and chemical quality of cocoa (*Theobroma cacao* L.) cultivated in Antioquia, Colombia. *Food research international* (Ottawa, Ont.), 115, 259–267. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.084>
- Bellettini Cedeño, B. (2024). Implementación y evaluación del saneamiento ecológico (sin agua) en una comunidad rural: un estudio de caso de Junin, Manabi, Ecuador. Disponible en <https://helvia.uco.es/handle/10396/27524>
- Bermúdez, K., & Mendoza, C. 2021. Post-cosecha y secado del grano del cacao nacional fino y de aroma para la determinación de perfiles físicos, bromatológicos y organolépticos. Obtenido de: <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/562/2/TAI116.pdf>
- Bocanegra Huamán, V. (2023). Tratamiento osmótico con diferentes concentraciones de zumo de cacao de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en cacao (*Theobroma cacao* L.) baba CCN-51, previo a la fermentación y su efecto en la calidad del grano seco. Disponible en <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/6807>
- Cajo Pinche, M. I. (2021). Control de calidad en chocolate. Disponible en <https://repositorio.unamad.edu.pe/handle/20.500.14070/705>
- Camino Castillo, C. E. 2019. *Estudio del contenido de grasa, alcaloides y polifenoles totales en almendras de cacao nacional fino de aroma en zonas del litoral ecuatoriano para comparar su calidad y facilitar su comercialización* (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Carrera de Ingeniería Bioquímica). Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/8460>
- Campoverde, N., & Zambrano, G. 2019. Optimización de la fermentación y secado de

cacao (*Theobroma cacao* L.) Variedad CCN-51 mediante la metodología de enfoque por procesos en la comunidad de ZHUCAY. Obtenido de: [https://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/4448/1/OPTIMIZACI%C3%93N%20DE%20LA%20FERMENTACI%C3%93N%20Y%20SECADO%20E%20CACAO%20\(Theobroma%20cacao%20L.\)%20VARIEDAD%20CCN51%20MEDIANTE%20L.pdf](https://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/4448/1/OPTIMIZACI%C3%93N%20DE%20LA%20FERMENTACI%C3%93N%20Y%20SECADO%20E%20CACAO%20(Theobroma%20cacao%20L.)%20VARIEDAD%20CCN51%20MEDIANTE%20L.pdf)

Castro, H. (2020). *EVALUACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DEL PRODUCTO EN EL MANEJO POSCOSECHA DEL CACAO*. <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/3367/3/ULEAM-AGRO-0121.pdf>

Cerón Salazar, I., García Muñoz, M., Cubillos Varela, A., López Hernández, M. 2021. Poscosecha del cacao. Disponible en https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/36668/Ver_documento_36668.pdf

Chávez Betancourt, R. X., Carbo Avellán, S. C., Lombeida García, E., & Cobos Mora, F. J. (2019). Estudio socio-económico del cultivo de cacao (*theobroma cacao* L.) en la parroquia Febres Cordero, Cantón Babahoyo Los Ríos-Ecuador. *Observatorio de La Economía Latinoamericana*, febrero.

Chima Chima, V. E. 2021. *Análisis y propuesta de mejora en el área de producción del tratamiento de cacao para incrementar la productividad en la Empresa Unocace* (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial.). Disponible en <https://repositorio.ug.edu.ec/items/6f47db4a-0d44-413f-8fed-c313b4da08f3>

Del Aguila Tello, W. L. (2022). Efecto del zumo de maracuyá (*Passiflora edulis*) como agregado en las características organolépticas durante el proceso de fermentación del cacao CCN51 (*Theobroma cacao* L.). Disponible en <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/5846>

Diana, W., Quimi, C., Berenice, M., Castro, A., Silvana, G., Risco, C., Karina, Y., & Cabezas, P. (2020). Evaluación socioeconómica del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la zona norte de la Provincia de los Ríos. *Journal of Business and Entrepreneurial Studie*, 4(2).

<https://doi.org/10.37956/JBES.V4I2.79>

Dueñas, S. 2019. Evaluación de la incidencia de la fermentación del grano de cacao. Obtenido de (Tesis de pregrado): <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/14635/>

Espin Vera, R. J. 2019. *Manejo post cosecha del cultivo de cacao (Theobroma cacao) en la finca Meza ubicada en el recinto Pueblo Nuevo, cantón Babahoyo* (Bachelor's thesis, BABAHOYO; UTB, 2019). Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6904/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000204.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gaitan, T. 2018. Cadena del cultivo del cacao con potencial exportador (en línea). Managua, Nicaragua, s.e. Consultado 19 ago. 2019. Disponible en <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/07/RENF01G144.pdf>.

Gavilema Orozco, J. W., & Rosillo Tutiven, C. P. (2021). *Implementación experimental de un secador híbrido para reducción del tiempo en el secado de cacao mejorado* (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi: UTC.). Disponible en <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8170>

Guamushig Piray, P. H., & Guanotasig Tamayo, L. E. 2020. *Diseño e implementación de un secador híbrido de cacao fino de aroma para la finca "Santa María" ubicada en la provincia de Esmeraldas cantón Quinindé en la parroquia La unión* (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi: UTC.). Disponible en <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8068>

Ibarra, A. (2019). *Análisis de la cadena de cacao en la provincia de los ríos, Ecuador*. <https://www.eumed.net/rev/oel/2019/11/cadena-cacao-ecuador.html>

Intriago, F. L. M., Zenteno, M. D. C., Neto, J. A. F., Galeas, M. M. P., Caicedo, W. R. B., & Moyano, M. N. A. (2019). Cadena de comercialización del cacao nacional en la provincia de Los Ríos, Ecuador. *Revista Ciencia y Tecnología*, 11(1), 63-69. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6550318>

Jimenez, J; Amores, F; Solorzano, E. 2014. Componentes de identidad para reconocer las diferencias del cacao que se produce en varias regiones del Ecuador (en línea). Quevedo, Ecuador, s.e. Consultado 19 ago. 2019. Disponible en

- <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3561/1/iniapeetp-BT-164.pdf>
- Llerena Arboleda, K. S., & Uriña Gómez, Z. B. 2020. *Uso de cultivos Iniciadores (Starter) en la Fermentación de Cacao Tipo Nacional Clon 103 y CCN51 en la Estación Pinchilingue Ubicado en Quevedo Provincia de los Ríos* (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química). Disponible en <https://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/28030>
- Llerena Arboleda, K. S., & Uriña Gómez, Z. B. 2020. *Uso de cultivos Iniciadores (Starter) en la Fermentación de Cacao Tipo Nacional Clon 103 y CCN51 en la Estación Pinchilingue Ubicado en Quevedo Provincia de los Ríos* (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química). Disponible en <https://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/28030>
- López, I., & Chávez, E. (2018). *Vista de Eficacia de secador solar tipo túnel con cacao (Theobroma Cacao L.) en Tabasco*. <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/1528/1849>
- Meza Moreira, I. D. 2021. *Análisis de la cadena de valor del cacao Theobroma cacao L. en el cantón Milagro, provincia del Guayas* (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil). Disponible en <https://repositorio.ug.edu.ec/items/76d49b1b-6453-44e0-b03f-4f5f361140e6>
- Morán, C., & Bucaram, M. (2020). *EL MISIONERO DEL AGRO*. http://archivo.uagraria.edu.ec/web/revistas_cientificas/revista_cientifica_21.pdf
- Nakhli Emhandi, N. 2021. Bioarquitectura y fabricación digital. Ecología material según la metodología de Neri Oxman. Disponible en <https://oa.upm.es/68406/>
- Naranjo, M., Moyano, R., Zamora, J., & Balseca, F. (2021). *Optimización del tiempo de secado a través del diseño de una secadora de cacao con movimiento rotatorio Optimization of drying time through the design of a rotary movement cocoa dryer Otimização do tempo de secagem através do projeto de um secador de cacau de movimento rotativo* *Ciencias técnicas y aplicadas Artículos de investigación*. 6(5), 864–878. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i5.2714>
- Orna, J; Chuquin, N; Saquina, L; Cueva, O. 2018. Diseño y construcción de una secadora automática para cacao a base de aire caliente tipo rotatorio para una

- capacidad de 500 kg (en línea). Enfoque UTE 9(2):159-174. DOI: <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v9n2.185>.
- Orozco Ortiz, Y. C. (2021). Caracterización de la Mezcla de Cacao Variedades CCN 51 (Colección Castro Naranjal) e ICS 39 (Imperial College Selections) Producido en la Finca García Ubicada en la Vereda Casiano del Municipio de Floridablanca. Disponible en <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/42565>
- Pava, D. 2016. Eficacia de los métodos de fermentación y secado para optimizar la calidad de las almendras de cacao (theobroma cacao l) (en línea). s.l., UTMACH. 1-23 p. Consultado 19 ago. 2019. Disponible en http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7607/1/DE00004_EXA_MENCOMPLEXIVO.pdf.
- Peralta, M. U., & Aldana, A. S. 2021. Innovación tecnológica en cacao andino Producto 6: Prototipo de fermentador portátil ecológico, optimización del proceso de fermentación. Disponible en https://www.fontagro.org/new/uploads/productos/16109_-_Producto_6.pdf
- Portilla, A. (2020). *Análisis causa-raíz de los problemas que afectan a la cadena productiva de Cacao-Chocolate 1 Cuarto producto liderado por el Ministerio de Agricultura y Riego*.
- Quiñonez, W. 2017. “Efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante ecocacao en la producción de cacao (theobroma cacao l.) en esmeraldas”. (en línea). Quevedo, Ecuador, s.e. Consultado 19 ago. 2019. Disponible en <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2404/1/T-UTEQ-0314.pdf>.
- Silva, T. D., & Malpica-Pérez, F. A. 2016. Desarrollo de un modelo matemático para dimensionar un deshidratador solar directo de cacao. *Ingeniería Mecánica*, 19(1), 30-39. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59442016000100005&script=sci_arttext
- Soto, E., Mendoza, P., & Aguilar, J. (2022). Manual de buenas prácticas agrícolas para el cultivo del cacao. Disponible en <https://repositorio.iica.int/handle/11324/21346>

- Soto, E., Mendoza, P., & Aguilar, J. 2022. Manual de buenas prácticas agrícolas para el cultivo del cacao. Disponible en <https://repositorio.iica.int/handle/11324/21346>
- Talledo Rodríguez, V. A. 2019. Evaluación del estándar de calidad en el manejo postcosecha del cacao (*Theobroma cacao*) en la comuna el bejuco del sitio hacha del cantón chone en el 2019 (Doctoral dissertation). Disponible en <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/2303>
- Tituaña Picuasi, L. L., Vera González, D. A., & Rincón Polo, G. (2021). *Diseño de un producto con potencial herbicida fungicida utilizando un desecho de la cosecha de cacao caracterizando químicamente y con su respectivo control de procesos económicamente factibles para la utilización en áreas de pequeños productores* (Doctoral dissertation, ESPOL. FCNM). Disponible en <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/52091>
- Vargas, E. Y. M., Molina, X. P. C., & Montúfar, G. H. V. 2021. Sistemas de producción del cacao vs recursos ambientales. Un reto estratégico actual. *RSocialium*, 5(2), 335-348. Disponible en <https://revistas.uncp.edu.pe/index.php/socialium/article/view/1009>
- Velásquez, A. I., Cedeño, H. M., Moncada, B. C., Santistevan, M. C. A., & Moreno, L. Z. (2023). Análisis de las exportaciones de cacao y sus elaborados hacia los EEUU. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 8(7), 1103-1116. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9234485>
- Yucra Castilla, R. 2020. Diseño y construcción de una máquina quebradora de mazorcas de cacao para optimizar la extracción del grano en el VRAEM Ayacucho. Disponible en <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3417>

4.2. Anexos



Figura 1. Actividad de poscosecha del cacao.



Figura 2. Recolección de cacao, para posterior fermentación y secado.



Figura 3. Proceso de secado de cacao.