



unl

Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería Agrícola

Evaluación de la calidad del café (*Coffea arabica*) en tres estados para el almacenamiento en silos metálicos, cantón El Pangui, provincia de Zamora

Chinchi

Trabajo de Integración Curricular
previo a la obtención del título de
Ingeniera Agrícola.

AUTORA:

Irene Elizabeth Granda Gonzalez

DIRECTOR:

Ing. Víctor Ramiro Castillo Bermeo, Mg. Sc.

Loja - Ecuador

2023

Certificación

Loja, 17 de agosto de 2022

Víctor Ramiro Castillo Bermeo, Mg. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de la elaboración de Trabajo de Integración Curricular denominado: **Evaluación de la calidad del café (*Coffea arabica*) en tres estados para el almacenamiento en silos metálicos, cantón El Pangui, provincia de Zamora Chinchipe** de autoría de la estudiante **Irene Elizabeth Granda Gonzalez**, con cédula de identidad Nro. **2300524184**, previa a la obtención del título de **Ingeniera Agrícola**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Nacional de Loja, apruebo y autorizo su presentación para trámites de titulación.

Mg. Sc. Víctor Ramiro Castillo Bermeo

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, **Irene Elizabeth Granda Gonzalez**, declaro ser autora del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma



Cédula de identidad: 2300524184

Fecha: 05/06/2023

Correo electrónico: irene.granda@unl.edu.ec

Teléfono: 0968674953

Carta de autorización por parte de la autora para consulta de reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del trabajo de integración curricular.

Yo, **Irene Elizabeth Granda Gonzalez** declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular denominada: **Evaluación de la calidad del café (*Coffea arabica*) en tres estados para el almacenamiento en silos metálicos, cantón El Pangui, provincia de Zamora Chinchipe**, como requisito para optar el título de **Ingeniera Agrícola**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los cinco días del mes de Junio del dos mil veintitrés

Firma:



Autor: **Irene Elizabeth Granda Gonzalez**

Cédula: **2300524184**

Dirección: La Argelia, calles: James Watt y Torricelli – casa 168-11

Correo electrónico: irene.granda@unl.edu.ec

Teléfono celular: 0968674953

DATOS COPLEMENTARIOS

Director del Trabajo Integración Curricular: Ing. Víctor Ramiro Castillo Bermeo, Mg. Sc.

Dedicatoria

La constancia, sacrificio y perseverancia que antepuse para la realización de una de mis metas trazadas, obtener el título de Ingeniera Agrícola, finalmente se ha hecho realidad, se lo debo a quienes de una u otra manera estuvieron a mi lado en este largo trajinar y se lo dedico muy especialmente a:

A mi familia, de manera especial a mis padres Jairo Granda y Norma Gonzalez, quienes con tanto esfuerzo me apoyaron económicamente y lo más importante con sus sabios consejos invirtieron su tiempo para educarme con amor y valores.

A mis hermanos Yenner, Lucia y Viviana por brindarme su cariño y ofrecerme esa mano solidaria cada instante de mi vida. A mis abuelitos que me supieron guiar y ayudar económicamente y por sus consejos.

A mi querido ingeniero Omar Maldonado por brindarme su apoyo incondicional, por su motivación día a día y por estar pendiente en cada paso que daba en lo académico y personal. Finalmente, dedico mi trabajo a todos los docentes que aportaron con sus conocimientos y me formaron como una profesional tanto en valores como académicamente con una visión distinta para solucionar múltiples problemas que se presentan en el sector social, sobre todo en el campo agrícola donde están concentrados la mayor parte de gente de nuestra provincia y el país, garantizando así su calidad de vida con sustento económico y soberanía alimentaria de calidad.

Irene Elizabeth Granda Gonzalez

Agradecimiento

Agradezco a Dios por haberme permitido cumplir con éxitos esta etapa de vida universitaria. A la Universidad Nacional de Loja, a la Carrera de Ingeniería Agrícola e ingenieros.

A mi director de tesis Ing. Ramiro Castillo, por su confianza, amistad y sobre todo por brindarme su tiempo y conocimientos necesarios para elaborar con éxito mi trabajo de investigación.

A mi querido ingeniero Omar Maldonado gracias por su confianza, motivación, tiempo y espacio en su prestigiosa Empresa “Aromaz S.A.S.”, en la cual me permitió cumplir sin problemas mi trabajo de investigación y gracias a sus conocimientos necesarios que me sirvieron de mucho.

Finalmente, agradezco a los moradores del cantón El Pangui, quienes con su disposición me acompañaron en el talleres y socialización de la presente investigación y también a mis compañeros y amigos de la Carrera de Ingeniería Agrícola que me brindaron su apoyo con sus conocimientos y nuevas ideas para poder salir adelante.

Irene Elizabeth Granda Gonzalez

Índice de contenido

| | |
|--|------------|
| Portada | i |
| Certificación | ii |
| Autoría | iii |
| Carta de autorización | iv |
| Dedicatoria | v |
| Agradecimiento | vi |
| Índice de contenido | vii |
| Índice de tablas: | x |
| Índice de figuras..... | xi |
| Índice de anexos:..... | xii |
| 1. Título | 1 |
| 2. Resumen | 2 |
| 2.1. Abstract | 2 |
| 3. Introducción | 3 |
| 4. Marco Teórico | 5 |
| 4.1. Café a Nivel mundial | 5 |
| 4.2. Café a Nivel Nacional..... | 5 |
| 4.3. Importancia económica del café en Ecuador | 6 |
| 4.3.1. Botánica del Cafeto..... | 6 |
| 4.3.2. Elementos del Clima | 7 |
| 4.3.3. Especies y Variedades..... | 7 |
| 4.4. Café Arábigo | 8 |
| 4.5. Productividad y Calidad del Café | 10 |
| 4.5.1. Calidad del café..... | 10 |
| 4.5.2. Características físicas del café en grano | 10 |
| 4.5.2.1. El color. | 10 |
| 4.5.2.2. Olor | 10 |
| 4.5.2.3. Humedad del grano | 10 |
| 4.5.2.4. Densidad del café..... | 10 |

| | |
|---|-----------|
| 4.5.3. Manejo del cultivo | 10 |
| 4.5.4. Cosecha del Café..... | 11 |
| 4.6. Métodos de Beneficio | 12 |
| 4.6.1. Beneficio por la Vía Seca | 12 |
| 4.6.2. Beneficio por la vía Húmeda | 13 |
| 4.7. Tipos de Café Comercializados | 15 |
| 4.7.1. Café en cáscara (bola)..... | 15 |
| 4.7.2. Café pergamino..... | 15 |
| 4.7.3. Café verde | 15 |
| 4.8. Consideraciones generales en Almacenamiento..... | 15 |
| 4.9. Almacenamiento en Silos Metálicos..... | 15 |
| 4.9.1. Café almacenado en pergamino | 16 |
| 4.9.2. Café almacenado en verde “oro” | 17 |
| 5. Metodología | 18 |
| 5.1. Ubicación Geográfica | 18 |
| 5.2. Materiales..... | 19 |
| 5.3. Método Estadístico..... | 20 |
| 5.4. Segmentación..... | 21 |
| 5.5. Metodología por objetivos | 21 |
| 5.5.1. Metodología para el primer objetivo..... | 21 |
| 5.5.2. Metodología para el segundo objetivo | 22 |
| 6. Resultados..... | 27 |
| 6.1. Caracterización del Proceso de Preparación del Café (<i>Coffea arabica</i>) para el Almacenamiento. | 27 |
| 6.1.1. Resultados de Información obtenida de entrevistas..... | 27 |
| 6.1.1.1.Cosecha | 27 |
| 6.1.1.2.Boyado | 27 |
| 6.1.1.3.Despulpado para la obtención del café pergamino | 27 |
| 6.1.1.4.Fermentación del pergamino..... | 28 |
| 6.1.1.5.Selección del café pergamino | 28 |
| 6.1.1.6.Secado | 28 |

| | |
|--|-----------|
| 6.1.1.7.Trillado | 28 |
| 6.1.1.8.Almacenamiento | 28 |
| 6.1.2. Resultados obtenidos mediante las encuestas realizadas | 28 |
| 6.1.2.1.Tipo de café producido | 28 |
| 6.2. Evaluar la calidad del café (<i>coffea arabica</i>) en tres estados para el almacenamiento en silos metálicos. | 34 |
| 7. Discusión | 40 |
| 8. Conclusiones..... | 43 |
| 9. Recomendaciones..... | 44 |
| 10. Bibliografía..... | 45 |
| 11. Anexos | 49 |

Índice de tablas:

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Características fenotípicas y genéticas del café arábigo. | 8 |
| Tabla 2. Relación entre métodos de beneficio y tipos de café. | 12 |
| Tabla 3. Características generales bioclimáticas de la zona de trabajo. | 19 |
| Tabla 4. Medidas del diseño de los silos metálicos | 34 |
| Tabla 5. Porcentaje de calidad física del café verde | 35 |
| Tabla 6. Porcentaje de calidad física del café bola | 35 |
| Tabla 7. Porcentaje de calidad física del café pergamino. | 36 |
| Tabla 8. Resultados del promedio y cantidad de grano a almacenar | 36 |
| Tabla 9. Datos promedios de temperatura en los tres estados de café | 37 |
| Tabla 10. Resultados del promedio y cantidad de grano a almacenar | 37 |
| Tabla 11. Datos promedios de temperatura en los tres estados de café | 38 |
| Tabla 12. Humedad del grano almacenado en los tres estados | 38 |
| Tabla 13. Porcentaje de calidad física del café verde | 38 |
| Tabla 14. Porcentaje de calidad física del café bola | 39 |
| Tabla 15. Porcentaje de calidad física del café pergamino | 39 |

Índice de figuras

| | | |
|-------------------|---|----|
| Figura 1. | Cafetal con cerezas de café | 9 |
| Figura 2. | Esquema del proceso de beneficio por vía seca | 13 |
| Figura 3. | Esquema del proceso de beneficio por la vía húmeda..... | 14 |
| Figura 4. | Ubicación del Cantón El Pangui. Provincia de Zamora Chinchipe. | 18 |
| Figura 5. | Visita a productores y encuestados | 21 |
| Figura 6. | Secado del café pergamino..... | 22 |
| Figura 7. | Construcción y adecuación de 3 silos metálicos | 23 |
| Figura 8. | Determinación de la calidad física del grano | 24 |
| Figura 9. | Control del peso específico | 24 |
| Figura 10. | Ubicación de los silos..... | 25 |
| Figura 11. | Espacio de aireación y ensayo listo..... | 25 |
| Figura 12. | Socialización de resultados. | 26 |
| Figura 13. | Flujograma del proceso cosecha y pos cosecha del café bola, pergamino y verde ... | 27 |
| Figura 14. | Porcentaje del tipo de café producido | 29 |
| Figura 15. | Porcentaje de variedades de cafetal arábigo producido..... | 29 |
| Figura 16. | Porcentaje del personal responsable en la cosecha | 30 |
| Figura 17. | Porcentaje de la forma de secado del café..... | 31 |
| Figura 18. | Porcentaje del método de secado del café..... | 31 |
| Figura 19. | Tipo de almacenamiento para café..... | 32 |
| Figura 20. | Tiempo de Almacenamiento del café..... | 33 |

Índice de anexos:

| | |
|--|----|
| Anexo 1. Construcción de silos metálicos..... | 49 |
| Anexo 2. Medición de temperatura y humedad del grano..... | 50 |
| Anexo 3. Análisis de calidad del café verde, bola y pergamino..... | 50 |
| Anexo 4. Encuesta a los productores de café del Cantón el Pangui..... | 53 |
| Anexo 5. Preguntas básicas de entrevista..... | 55 |
| Anexo 6. Listado de productores cafetaleros..... | 56 |
| Anexo 7. Certificado de traducción Asbtrac..... | 57 |

1. Título

Evaluación de la calidad del café (*Coffea arabica*) en tres estados para el almacenamiento en silos metálicos, cantón El Pangui, provincia de Zamora Chinchipe

2. Resumen

En el sector cafetalero de la provincia de Zamora Chinchipe y específicamente en el Cantón el Pangui se produce pérdidas de un 3,5 % al momento de realizar el almacenamiento del producto; en tal situación se plantea la presente investigación en este Cantón con el objetivo de: Contribuir al mantenimiento de la calidad del café (*Coffea arabica*) para el almacenamiento en silos, misma que se realizó en la empresa AROMAZ. La recolección de información base, se realizó mediante entrevistas y encuestas a los 21 productores. En las fincas cafetaleras, mediante una segmentación se escogió a 3 productores para obtener aproximadamente 1 quintal de café en cada uno de los estados (bola, pergamino y verde), teniendo en cuenta la especie de café, método de almacenamiento, tipo de secado que realizan, cantidad de café que obtenían y porcentaje de humedad del grano, estabilizándolo del 10 al 12 %. En el proceso del análisis de calidad física del café al ingreso y al final, se utilizó la norma INEN 285 con una muestra de 300 gramos, se construyó 3 silos metálicos con una capacidad de un quintal cada uno. Los resultados revelan que los productores cafetaleros no controlan la temperatura y humedad del grano para el almacenamiento, utilizan materiales como sacos de nylon o yute exponiendo al grano a una serie de condiciones desfavorables como puede ser el clima y su contaminación por la presencia de plagas. La calidad del café (*Coffea arabica*) en tres estados, registran datos que no difieren en la calidad del producto, por lo tanto, se asume que, el uso de los silos metálicos para el almacenamiento de café es una buena alternativa para los productores cafetaleros y otros agentes de la cadena productiva del café.

Palabras clave:

Café Pergamino, café bola, café verde, tecnología alternativa, temperatura, humedad relativa, producto

2.1. Abstract

In the coffee sector of the province of Zamora Chinchipe and specifically in the Canton El Pangui there are losses of 3.5% at the time of storage of the product; in such a situation, the present research is proposed in this Canton with the aim of: Contributing to the maintenance of the quality of coffee (*Coffea arabica*) for storage in silos, the same that was carried out in AROMAZ company. The collection of basic information was carried out through interviews and surveys to the 21 producers. In the coffee farms, by means of a segmentation, 3 producers were chosen to obtain approximately 1 quintal of coffee in each of the states (bola, pergamino and verde), taking into account the species of coffee, storage method, type of drying they perform, amount of coffee they obtained and percentage of moisture of the bean, stabilizing it from 10 to 12%. In the process of the physical quality analysis of the coffee at the entrance and at the end, the INEN 285 standard was used with a sample of 300 grams, 3 metal silos were built with a capacity of one quintal each. The results reveal that coffee producers do not control the temperature and humidity of the grain for storage, they use materials such as nylon or jute bags exposing the grain to a series of unfavorable conditions such as the climate and its contamination by the presence of pests. The quality of coffee (*Coffea arabica*) in three states, they record data that do not differ in the quality of the product, therefore, it is assumed that the use of metal silos for coffee storage is a good alternative for coffee producers and other agents of the coffee production chain.

Keywords:

Parchment coffee, ball coffee, green coffee, alternative technology, temperature, relative humidity, producer.

3. Introducción

El café es el primer producto más comercializado a nivel mundial; se cultiva en más de 50 países, debido a que es un producto muy apreciado. La especie más resaltante es el *coffea arabica*, que representa un aproximado entre 80 y 90 % de la producción mundial (Pilozo, et al., 2022).

La provincia de Zamora Chinchipe tiene una participación del 1,39 % a nivel nacional, es decir, cuenta con 3.800 ha de café cultivadas con rendimientos promedios de 10 qq/ha, similares a la región Costa con un promedio de 12 qq/ha (Duvois, Belduma, & Vasquéz, 2018).

El sector cafetalero en el Ecuador, especialmente en zonas de producción cafetalera como lo es la provincia de Zamora Chinchipe y específicamente en los sectores productivos del Cantón El Pangui se produce pérdidas de un 3,5 %, al momento de realizar el almacenamiento del producto. Que como consecuencia es venderlo al precio impuesto (intermediarios), sin tener la posibilidad de tener un mejor precio al momento de saber almacenarlo y por ende mantener su calidad (Duicela, 2011).

Para la obtención del café pergamino se realiza la labor de despulpado, desmucilaginado, secado al 12% y en esas condiciones es preferentemente almacenarlo. Las condiciones de las formas de almacenamiento tradicional dan lugar a experimentar pérdidas como se mencionó anteriormente por cuanto el café en las condiciones anotadas es más vulnerable a las condiciones ambientales (Duicela, 2011).

El problema de almacenar café durante el periodo de post cosecha, especialmente los países que producen este producto y que poseen ambientes cálidos- húmedos ha estado sin dar solución. Aun cuando el café ha sido secado de forma adecuada, después de un periodo de tiempo, los granos absorben humedad ambiental, dando como resultado el deterioro de la calidad de café.

El almacenamiento establece una parte principal en el proceso para la conservación del producto, sin embargo, hay factores diversos como la temperatura, humedad relativa del ambiente en el lugar del almacenamiento que inducen a un gran impacto en la calidad del café si no se verifica apropiadamente (González & Urbina, 2014).

El MAG asevera que, además que en nuestro país Ecuador, no hay el servicio de almacenamiento para el café grano o pergamino, por lo que es ejecutado por mayores comerciantes y exportadores ya que cuentan con los recursos que se necesita para este plan. En

nuestro medio los productores de café para el almacenamiento, se proveen de sacos de yute, baldes, lonas y construyen tendales y bodegas para las labores de cosecha (Ortega, 2003).

En base a lo antes mencionado, se planteó como una de las estrategias para solucionar esta problemática, la utilización de los silos metálicos a fin de evitar pérdidas en el almacenamiento. Sus resultados se orientan a contribuir y beneficiar la zona de El Pangui y a las organizaciones cafetaleras y productores del cantón y provincia de Zamora Chinchipe.

Cabe indicar que la presente propuesta de Trabajo de Integración Curricular se encuentra dentro de la línea de investigación del manejo pos cosecha de los productos agrícolas que actualmente tiene la carrera de Ingeniería Agrícola en su diseño curricular.

Para llevar a cabo la presente investigación se planteó los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Contribuir al mantenimiento de la calidad del café (*Coffea arabica*) para el almacenamiento en silos.

Objetivos específicos

- Caracterizar el proceso de preparación del café (*Coffea arabica*) para el almacenamiento.
- Evaluar la calidad del café (*Coffea arabica*) en tres estados para el almacenamiento en silos metálicos.

4. Marco Teórico

4.1. Café a Nivel mundial

A nivel mundial el volumen de producción de café a aumentado de un 73% entre 1980 y 2014. El café robusto tiene menor porcentaje que el café arábigo, representa un 45%, y el arábigo un 55% a nivel mundial. En la década de los ochenta, el café arábigo llegó a constituir el 80% de toda la producción total, aumentado más que la de robusta. Alrededor de los 70 % de la producción mundial de café se da de las familias con menos de 10 ha y el 30 % de estas se cultiva menos de 5 ha. La producción de café se da en un número reducido de países. A nivel mundial, se estima que para el ciclo 2014 y 2015 del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) de café arábigo y robusta, un total de 8.9 millones de toneladas. Brasil tiene un 33%, Vietnam el 20%, Colombia el 8% e Indonesia 6% y se tiene previsto que México tenga un 2.6%, producción mundial para el ciclo 2014/15, para ubicarse como el décimo productor (CEDRSSA, 2014).

4.2. Café a Nivel Nacional

El cultivo de café, está distribuido en 23 de las 24 provincias existentes en el Ecuador, por lo que está en relación con lo social. El café arábigo con nombre científico *arabica*, es el mejor en calidad, la provincia de mayor producción se encuentra en Manabí (Jipijapa), Loja y en la cordillera de los Andes. Sin embargo el café robusta se da la producción en su mayoría en la Amazonia: Sucumbíos y Orellana (Ponce et al., 2018).

Duicela et al.,(2016) según su investigación. En diciembre del 2014, la situación de la caficultura se resume en los siguientes datos recolectados: superficie cosechada 140.000 ha, área de cafetales viejos 100 000 ha, productividad del café arábigo 231.8 kg/ha, productividad del café robusta 250 kg/ha;150 000 unidades de producción de cafetal; producción nacional de 500 000 sacos de 60 kilos, consumo interno 200.000 sacos de 60 kilos, requerimiento de la industria 1´200 000 sacos de 60 kilos, capacidad instalada para exportar lo que es café en grano 500 00 sacos de 60 kilos. Esto da como resultado a una necesidad de 1´900 000 sacos de 60 kilos, por tanto, el déficit de este producto sería de 1´400.000 sacos de 60 kilos.

Según la Organización Internacional de café (ICO), en el año 2015, Ecuador es uno de los países que producen café a nivel mundial, para el año 2017. Ecuador se encuentra en el puesto

19 del total de 20 países, con un porcentaje de participación de 0.49% a nivel mundial en la producción dando 42.000 kilos, siendo Brasil y Colombia los países que ocupan el primero y segundo lugar (Sánchez et al., 2018).

En Ecuador, según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, existen una cantidad total de 842.882 unidades de producción agropecuarias (UPAS), de las que 105 271 UPAS tienen al cultivo de café dentro de la estructura agrícola; por lo tanto el 12.5 % de las UPAS nacional se encuentran vinculadas con la actividad de café (Ponce et al., 2018).

4.3. Importancia económica del café en Ecuador

El café es un cultivo de gran importancia económica a nivel mundial como nacional, ya que se da un total de 199.215 ha cultivadas, el 32% es del *coffea canephora* o café robusta y el 68% del área corresponde a *Coffea arábica* (PRO ECUADOR, 2013).

El cultivo de café tiene principal valor en lo siguiente: económico, social, ambiental y salud humana. En la economía es una fuente de monedas para el país e ingresos para los agricultores y otros que se incluyen en la cadena, ya que en el 2015 simbolizó un total de 145'354.370,31, dato publicado por la estadística del MAGAP en el Ecuador. En lo social el café abarca a casi todas las etnias como kichwas, shuaras y Tsáchilas. En ambiental el café se involucra o cultiva en sistemas agroforestales. En la salud el café al consumirlo se tiene correlación inversa al riesgo de diabetes y entre otras enfermedades (Guambi et al., 2016).

4.3.1. Botánica del Cafeto

Cafeto es el nombre que identifica a las plantas del género *coffea* que está constituido por más de 80 especies. El origen de todas estas especies es el continente africano y la región de Madagascar (Eskes, 1989).

Según el INEN, el café es la palabra que se le da al fruto o granos que son provenientes de las plantas del género *coffea*, así también de los productos del proceso del grano que son destinados al consumo humano.

4.3.2. Elementos del Clima

4.3.2.1. Temperatura

Las temperaturas altas inhiben el crecimiento del cafeto, porque a los 24 °C, la fotosíntesis comienza a decrecer y se hace casi imperceptible a los 34°C. Sin embargo, en algunos lugares existen cafetales, el promedio de temperatura varía de 17.5 a 25.3°C y en otras de 20 a 25°C (Duicela et al., 2003).

Las temperaturas bastante elevadas a las óptimas para el café arábigo, se tiene un rápido crecimiento, sobrecarga en las ramas jóvenes, agotamiento prematuro y marchitez. Y Cuando sucede lo contrario el café se va a desarrollar lento, se presentan ennegrecimiento, distorsión y marchitez de los brotes tiernos en las puntas (Duicela et al., 2003).

De acuerdo a un estudio del COFENAC, la relación entre temperatura y altitud es diferenciada por regiones (Duicela et al., 2003).

4.3.2.2. Humedad relativa

Es un parámetro climático que establece el grado de saturación de la atmósfera y está definida por la relación existente entre la tensión de vapor actual y la tensión de vapor saturada a una temperatura específica (INAMHI, 2011).

La humedad relativa del cafeto varía dependiendo de la especie y variedad. El café arábigo se adapta a ambientes que tengan el 70% a 95% de humedad (Vera, 2012). Especies y Variedades

Icca (2017), indica que hay dos principales especies de café las cuales son:

a) Coffea arábica: Es aquella especie que se cultiva a mayor escala a nivel mundial se diferencia por ser un arbusto pequeño.

b) Coffea robusta: Es originaria de los bosques ecuatoriales de África. Es un árbol grande y vigoroso y gran capacidad de producir

Según la Asociación Nacional de café Anacafé (2019) en la especie Arábica se tiene las siguientes variedades:

- **Catuaí:** Es el cruce de variedades como el mundo novo y caturra realizado en Brazil. Se adecua excelente a rangos de 600 a 1 370 m.s.n.m. Se tiene productos rojos y amarillos.

- **Catimor:** Variedad que es muy productiva y se tiene que dar un buen manejo agronómico. Se puede obtener cantidades de 50 a 70 quintales por 20 ha. Las características que lo diferencia es el color de fruto rojo, grande, alargado y ancho.
- **Típica:** Esta variedad fue la base de la caficultura en América, su fruto es alargado, grande y de color vino. Es de ma baja producción y susceptible a la roya.
- **Café típico:** Es una variedad de porte alto con ramas laterales que forman un ángulo de 50° a 70° grados. De esta variedad se han derivado más cultivares como: sumatra, Villalobos, entre otros (Doucela, 2011).
- **Caturra:** Es de tamaño pequeño, las ramas laterales tienen a formar un ángulo de 45° grados. Descubierta por el estado de minas Gerais, Brasil (Doucela, 2011).
- **Pacas:** Lo similar a la caturra, descrito anteriormente el color de los brotes tiernos es verde. El color de los frutos en estado de madurez es rojo. Es susceptible a la roya del cafeto (Doucela, 2011). Entre otras variedades.

4.4. Café Arábigo

La variedad de café arábigo, este tipo de café se siembra y cultiva entre 500 y 2000 m de altitud. Tiene un total de cafeína del 1 al 2 % del grano respectivamente, constituye el 70% de la producción mundial (Moreta, 2008).

El café arábigo reúne un conjunto de características fenotípicas y genéticas que lo distinguen de las demás especies de café.

Tabla 1.
Características fenotípicas y genéticas del café arábigo.

| Características | Café Arábigo |
|-----------------|---|
| Tipo de planta | Arbusto |
| Copa | Piramidal abierta o compacta |
| Sistema radical | Raíz pivotante con raíces laterales y raicillas |
| Tallo | Eje ortotrópico monocaule y a veces multicaule. |
| Hojas | Elípticas, oblongas y a veces lanceoladas |

| | |
|---|---|
| Fruto | Drupa elipsoidal, formada por el epicarpio (cáscara), mesocarpio, endocarpio (pergamino) y endosperma (semilla) |
| Contenido de cafeína (en % de materia seca) | 0.60 – 1.80 |

Fuente: (Inglés, 2010).

El Ecuador es reconocido mundialmente como el país productor tradicional de café arábigo, lavado y natural. En tiempos de cosecha del café arábigo en el país Ecuador se diferencia del lugar de cultivo. En la provincia de Zamora Chinchipe el tiempo de cosecha está entre el mes de abril a agosto. El tiempo que dura desde la floración hasta la maduración del fruto es de 210 a 240 días (Moreta, 2008).

La importancia social y económica del café se basa en la obtención de empleo para más de mil familias de productores (agricultores); así como para 700 000 familias que se adicionan a los procesos de comercialización, transporte y otros (Venegas, Orellana, & Pérez, 2018).

Figura 1.
Cafetal con cerezas de café



Fuente: Adoptado de *Revistafactorverde*(<https://revistafactorverde.net/don-cafe-beneficia-a-caficultores-ecuatorianos/>)

4.5. Productividad y Calidad del Café

4.5.1. Calidad del café

La calidad del café, depende y es más importante las características sensoriales que su valor nutritivo. Se tiene en cuenta aspectos como la apariencia, el color y olor, humedad, tamaño y densidad del grano de café pergamino almendra y café verde y así mismo el tostado, y cualidades organolépticas en la bebida (Puerta, 2018).

4.5.2. Características físicas del café en grano

4.5.2.1. **El color.** - De los granos permite conocer la altura de la zona de dicho cultivo. Un café de altura y de estricta altura tiende a tener un color verde gris-azulado, mientras que un café de zona baja tiende a un color verde pálido.

4.5.2.2. **Olor.** - Un café limpio, bueno y fresco tiene un olor intenso y agradable. Todos los olores ajenos a lo característico del café son indicio de pérdida de calidad. El olor puede cambiar en el momento del almacenamiento o transporte con productos que contaminan.

4.5.2.3. **Humedad del grano.** - El contenido de humedad del grano de café está del 10% al 12.5%, se controla con un determinador de humedad. La Humedad del grano va a depender del contenido de humedad del ambiente donde se encuentra almacenado. Cuando se tiene el ambiente muy húmedo el grano absorbe humedad y provoca la presencia de hongos, en ambiente secos el café va a liberar humedad en forma de vapor. En ambos casos provocan el cambio o alteración del color del grano.

4.5.2.4. **Densidad del café.** - La densidad del café se determina en base de los granos contenidos en la medida de un litro. El café de “cosecha actual” tiene como características una estructura del grano más densa comparado el café de “cosecha vieja”. Las densidades de masa que sobrepasan los 650 gramos/litro, representan una alta densidad de los granos.

4.5.3. Manejo del cultivo

El manejo es la capacidad, habilidad y destreza de los agricultores para aprovechar las potencialidades de los materiales genéticos y aplicar las buenas prácticas. Algunos aspectos que se toman en cuenta para la calidad de granos y a la calidad de la bebida son:

- Las enfermedades
- La incidencia de broca
- La deficiencia de macro y micro nutrientes
- Uso inapropiado de agroquímicos
- En el pos cosecha hay aspectos como la calidad: madurez al momento de la cosecha, calibración de la despulpadora, punto de fermentación, condiciones de secado, transporte y almacenamiento (Duicela, Guaman, & Farfán, 2015).

4.5.4. Cosecha del Café

Consiste en recolectar solo frutos en estado de madurez, uno por uno sin despegar el peciolo de las ramas. Realizando este tipo de cosecha beneficia la calidez del café y proporciona las labores de post cosecha (Cuya, 2013).

Según López et al.,(2016) manifiestan, que la mayor parte de las variedades de café arábica a nivel mundial son semejantes en genética, y mientras tanto morfológicamente presentan diferencias notorias y en lo que son sus frutos contrastan en la calidez de la pos cosecha y la pre cosecha que se les da.

- a) Procedimiento de una cosecha selectiva:
 - Se debe tener los implementos necesarios.
 - Determinar el estado de madurez de los frutos.
 - Realizar las recolecciones de los frutos.
 - Arrancar los frutos uno por uno, sosteniendo el fruto entre el pulgar y dedo índice.
 - Evitar que los frutos cosechados entren en contacto con el suelo por el riesgo de contaminaciones físicas y biológicas.
 - Se debe colocar los frutos en sacos de yute u otros para que sean trasladados para su acopio.

Se procede a separar manualmente los frutos en estado verde, pintones, sobremaduros y secos (Duicela, Guaman, & Farfán, 2015).

4.6. Métodos de Beneficio

Se tiene cinco métodos de beneficio del café, las cuales se presentan en el cuadro 1. El beneficio por la vía seca se tiene al final el “café natural”. También se tiene el beneficio por vía húmeda está el húmedo enzimático y ecológico que al final dan como resultado los “café lavados” o café bola. Con el beneficio semihúmedo se tiene el “café semilavado” (Duicela, Guaman, & Farfán, 2015).

Tabla 2.
Relación entre métodos de beneficio y tipos de café.

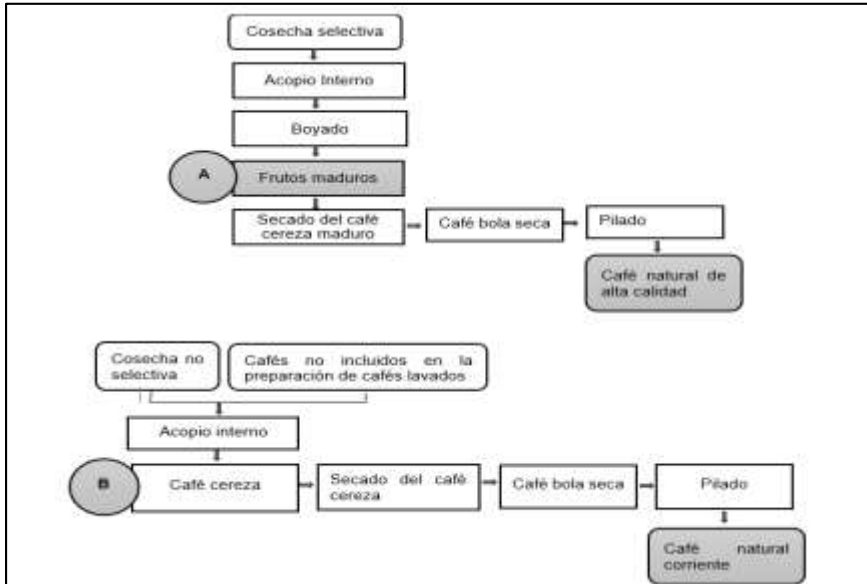
| | Métodos de beneficio | | | | |
|---------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------------|
| | Vía seca | Vía Húmeda | Ecológico o subhúmedo | Húmedo enzimático | Semihúmedo |
| Producto intermedio | Café “bola seca” | Café pergamino seco | Café pergamino seco | Café pergamino seco | Café pergamino seco “con miel” |
| Producto final: | Café Natural | Café lavado | Café lavado | Café lavado | Café semilavado |

4.6.1. Beneficio por la Vía Seca

Este método se basa en la deshidratación de los frutos del café, hasta tener un contenido de humedad del 10 al 12%

Con el secado del café cereza se obtiene el café bola, llamado también bola seca. seguidamente del secado se obtiene el café natural esto debido a que se elimina con una máquina piladora la envoltura. Se debe verificar la humedad y si aún no alcanzado el rango de secado se lo volvería a secar (Duicela, Guaman, & Farfán, 2015).

Figura 2.
Esquema del proceso de beneficio por vía seca



4.6.1.1. Secado del café cereza.

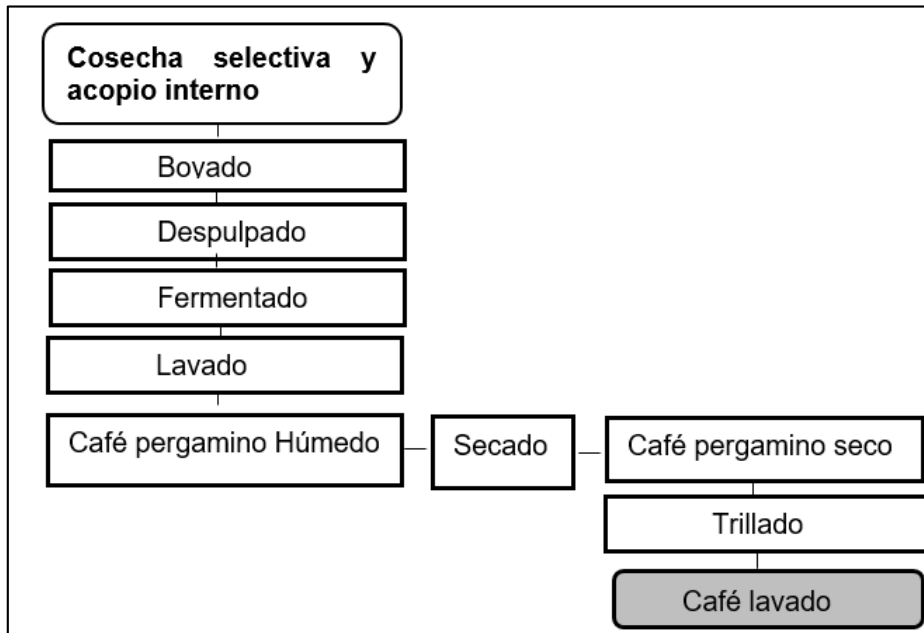
En este proceso el deshidratar las cerezas hasta un rango de humedad del 10 al 12,5 por ciento. Se debe usar tendales de cemento, secadores artificiales o secadores solares (marquesinas). La infraestructura debe estar limpia y protegida de contaminantes. El café “bola seca” es el producto resultante de este proceso (Duicela, Guaman, & Farfán, 2015).

4.6.2. Beneficio por la vía Húmeda

El beneficio húmedo convencional es un proceso de transformación del café cereza maduro a café pergamino húmedo que involucra el boyado, despulpado, la fermentación y el lavado (figura 3). El café pergamino húmedo luego del secado y trillado, da como como producto final el café lavado (Duicela, Guaman, & Farfán, 2015).

Figura 3.

Esquema del proceso de beneficio por la vía húmeda.



4.6.2.1. Secado del Café Pergamino Húmedo

Tiene el propósito de disminuir el contenido de humedad del grano hasta un rango de 10 al 12.5 por ciento. Para el secado se recomienda lo siguiente:

- Usar tendales de cemento, marquesinas, secadores solares entre otros.
- Los tendales deben estar libres de probables contaminantes.
- No mezclar granos con distintos estados de humedad.
- Proteger los granos en caso de lluvia y de noche.
- Evitar el re humedecimiento de los granos de café durante el secado, ya que provoca la aparición de hongos.
 - El secado debe hacerse esparciendo los granos en capas delgadas de 5centímetros y removiendo de 3 a 4 veces al día.
 - El tiempo del secado al sol depende de las condiciones climáticas.
 - El café pergamino seco es el producto resultante de este proceso.

4.7. Tipos de Café Comercializados

4.7.1. *Café en cáscara (bola)*

Son aquellos cafés de cerezas secadas con toda su envoltura, al sol o en secado artificial (INEN, 2006).

4.7.2. *Café pergamino*

Es aquel grano de café que aun presenta una envoltura llamado cascarilla en su endocarpio (Gamboa et al., 2015)

4.7.3. *Café verde*

Es un producto del mercado a nivel mundial por lo que su precio se basa en sus características sensoriales; no obstante estos atributos cambian durante su almacenamiento (Pazmiño et al., 2019).

4.8. Consideraciones generales en Almacenamiento

Es esencial que se tenga un lugar propicio para almacenar o guardar el grano que ha sido secado correctamente hasta el contenido de humedad deseado (11-12%).

Se manifiesta esto porque el café es estacional y no se utiliza inmediatamente y en algunos casos se lo guarda para la comercialización de acuerdo con la comodidad de los precios y de la necesidad de quien lo desee comprar.

Existen varios tipos de instalaciones que se pueden utilizar para almacenar el café pergamino seco, las cuales se describen seguidamente: sacos, trincheras, silos planos o bodegas y hasta lo que es silos metálicos para diversos volúmenes, tamaño y tipos de construcción. Lo más esenciales son en sacos o silos metálicos (Castellano & Montoya, 2016).

4.9. Almacenamiento en Silos Metálicos

El silo metálico es una estructura cilíndrica con la parte superior y el fondo planos. En la parte superior se encuentra una cobertura con tapa que sirve para introducir el grano y en la parte inferior del cilindro, tiene una abertura lateral con tapa que sirve para sacar con facilidad el producto. El capacitador indicará que las dimensiones del granero pueden variar de acuerdo con las necesidades de cada familia y de ciertas características técnicas en su construcción que se señalan más adelante (MAG-FAO, 1998).

Los silos o bodegas se le debe dar mayor importancia en los siguientes casos como: limpieza, mantenerlos libre de infiltraciones de la humedad. No se debe almacenar café húmedo, preferible un café con ras máximo del 12%, o solamente al 11% si el tiempo de guardado va ser más de un mes. En el momento de llenado al silo hacerlo parejo para aprovechar su capacidad. Antes de eso verificar que esté limpio de polvo, objetos extraños entre otros (Castellano & Montoya, 2016).

Según Borja (2001), la investigación realizada sobre el fríjol en almacenamiento en silos metálicos y en almacenamiento tradicional en sacos. Encontraron diferencias en ambas, y también el daño causado por calentamiento, este último fue lo que hubo mayores pérdidas en el almacenamiento. No se encontraron diferencias significativas entre el daño causado por factores como insectos, hongos, humedad entre otros.

El almacenamiento del fríjol en silos se experimentó menores pérdidas físicas y monetarias durante el almacenaje. Las pérdidas de este producto se dieron principalmente en el manejo que le daban el agricultor en la post cosecha. Recomienda que bajo estas dos condiciones de almacenar sea más factible el uso de silos metálicos, porque su uso va a disminuir las pérdidas en almacenaje y va a tener mayores ingresos.

Otra investigación realizada en el grano de maíz según (Blanco et al., 2016).comprobaron el comportamiento de la temperatura y humedad relativa del maíz en silos metálicos en el almacenaje. Realizaron en dos recipientes uno con grano virgen y el otro por el grano procesado por un secador, comprobaron la eficacia del grano procesado por el secador. Cabe recalcar que también les permitió estimar las pérdidas y daños que pueden causar en el proceso de almacenamiento a largo plazo. Si no se da una buena preparación de los granos antes de almacenar. Comprobaron en la investigación que los granos de maíz tratados tenían menor temperatura y humedad relativa lo que percutió en el menor porcentaje de granos dañados al ser tratados previo al almacenaje repercutiendo en la menor pérdida económica con el tratamiento utilizado.

4.9.1. *Café almacenado en pergamino*

Según Puerta (2018), indica que, si se llega a almacenar el café pergamino bajo condiciones de humedad relativa elevadas al 70% y humedad superior al 12%, temperaturas por encima de 20°C, se va a dar el deterioro prolongado del producto en este caso el café, dando resultados

como sabores a reposo, viejo y fenol. La apariencia del grano pergamino puede estar normal o sucia, el cambio en el color de la almendra se va a notar decolorado y blanqueado. Ocasionalmente ocasionando un deterioro. Al tener humedades del medio inferiores al 65% se mantendrá en igualdad o equilibrio el agua del grano con la humedad del medio. Teniendo en consideración que al encontrarse el grano de café en con humedad del 11% almacenado al 30 °C.

Al encontrarse con humedad relativa del sitio de almacenamiento mayor al 74% se han encontrado hongos según investigaciones, de los géneros *Aspergillus* sp *Penicillium* sp. y *Rhizopus* sp. El hongo como *Aspergillus* y *Penicillium* son productores de micotoxinas y llegan a afectar el bienestar de quien consume (Puerta, 2018).

4.9.2. *Café almacenado en verde “oro”*

Un buen almacenamiento tiene referencia a mantener la calidad y la cantidad del grano. Esto nos da entender tener una infraestructura que esté protegida del riguroso clima así mismo de los hongos y otros microorganismos, de la humedad de la elevada temperatura, insectos, malos olores y la contaminación (Perez, 2012).

Según Corrado (2005), en el almacenamiento de café se deben tomar en cuenta unos parámetros : la humedad promedio para almacenar el café es entre 10.5 a 12% en grano oro. Se debe mantener una temperatura ambiente de 26 grados centígrados y una humedad ambiente que oscile entre 63%-65%. La bodega donde se van ubicar debe estar limpia o libre de cualquier mal olor ya que el grano llega absorber dichos olores lo mas esencial es utilizar tarimas o pallets para evitar la humedad del piso y que este afecte al grano almacenado. Separado de la pared a 50cm para evitar la humedad.

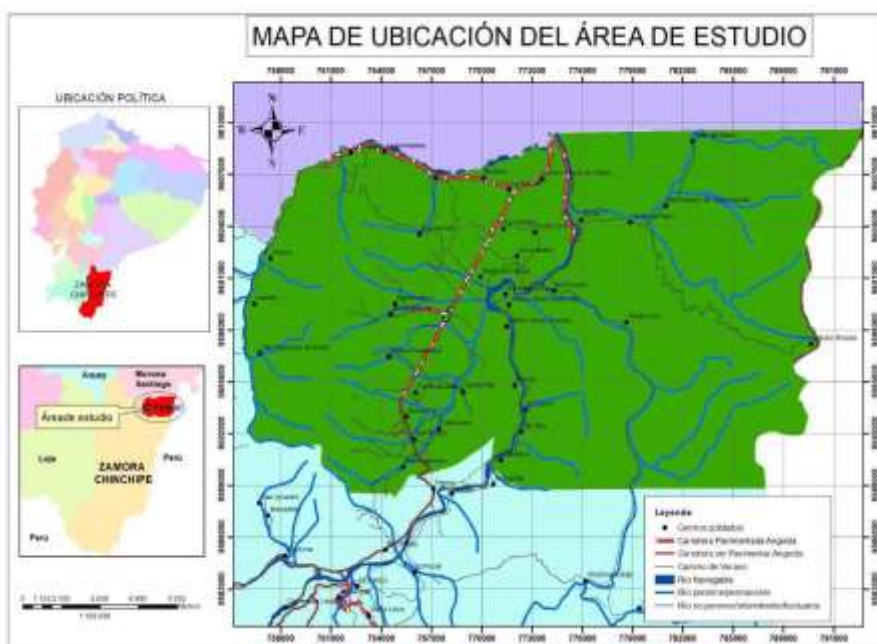
5. Metodología

5.1. Ubicación Geográfica

El trabajo de investigación se realizó en el cantón el Pangui, perteneciente a la provincia de Zamora Chinchipe, donde es la zona de mayor importancia productiva de café, con una extensión de 604.77 km², población de 8.619 habitantes, altitud de 850 hasta hasta 1.800 m.s.n.m y, a una distancia de 80 km de la ciudad de Zamora. Se ubica en la parte occidental de la cordillera de El Cóndor e integra la zona noroccidental de la gran cuenca hidrográfica del río Zamora.

Figura 4.

Ubicación del Cantón El Pangui. Provincia de Zamora Chinchipe.



Fuente: CIT, UNL

Elaboración: El autor

5.1.1. Ubicación geográfica

El lugar de estudio corresponde a las siguientes coordenadas UTM: (WGS84, zona 17s).

- Latitud Norte: 9599883 m
- Longitud Este: 765950 m

Tabla 3.

Características generales bioclimáticas de la zona de trabajo.

| Características bioclimáticas de la zona | |
|---|-------------------------------------|
| Zona de vida | Bosque Húmedo Premontano (Holdrige) |
| Temperatura media anual | 25°C |
| Precipitación anual | 1.848 mm / ha /2014 |
| Humedad relativa | 60 - 80 % |

Elaboración: El autor

5.2.Materiales

De campo

- Cámara fotográfica
- Balanza
- Medidor de humedad portátil
- Silos metálicos
- Libreta de campo
- Café en cáscara (bola)
- Café en pergamino
- Café verde (oro)
- Pallets
- Termo higrómetro

De oficina

- Computadora portátil
- Calculadora
- Material de impresión
- Bibliografía especializada
- Esferográficos

De laboratorio

- Termómetro
- Balanza electrónica

Equipos

- Medidor de Humedad GEHAKA AGRI G600

5.3. Método Estadístico

Para determinar el número de muestras para la presente investigación de acuerdo a la población, se aplicó el método de muestreo probabilístico (permite determinar muestras pequeñas de población), en el cual se utilizó la ecuación del muestreo.

$$n = \frac{N \cdot Z\alpha^2 \cdot p \cdot q}{E^2 \cdot (N - 1) + Z\alpha^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

n = tamaño de muestra

N= Población total

Z α = 1,645 al cuadrado (seguridad es del 90 %)

p = proporción esperada 50 % (0,5)

q = 1-p(en este caso 1- 0,5 = (0,5)

E = error (10 %) = 0,10

$$n = \frac{N(1,645)^2 (0,5 \cdot 0,5)}{0,10^2(N - 1) + 1,645^2 \cdot (0,5 \cdot 0,5)}$$

$$n = \frac{30 \cdot (1,645)^2 \cdot (0,5 \cdot 0,5)}{0,10^2 \cdot (30 - 1) + 1,645^2 \cdot (0,5 \cdot 0,5)}$$

$$n = \frac{20,29}{0,966}$$

$$n = 21$$

5.4. Segmentación

Para llevar a cabo la aplicación de las encuestas se tomó a 21 productores cafetaleros, donde se visitó a los productores y se pudo analizar el proceso de almacenamiento en las tres zonas (Tundayme, Pangui y Guisime). La segmentación para la toma de muestra y realizar el análisis de café (bola, pergamino y verde) en los silos metálicos, se tomó en función de los agricultores más representativos del cantón el Pangui, en este caso se seleccionó a 3 productores de acuerdo a la especie de café, ya que son los que mantienen cultivos en la parte baja del cantón el Pangui (850 m.s.n.m.), las primeras cosechas y los primeros granos almacenados. Así mismo se seleccionó a los 3 agricultores de acuerdo a el método de almacenamiento, tipo de secado que realizan y la cantidad de café que obtienen

5.5. Metodología por objetivos

5.5.1. Metodología para el primer objetivo

Caracterizar el proceso de preparación del café (*Coffea arabica*) para el almacenamiento.

Para dar cumplimiento a este objetivo se procedió a realizar entrevistas y encuestas a los 21 productores como indica el anexo 6, de las principales zonas de producción de café arábigo del cantón el Pangui (Pangui, Tundayme y Guisime), donde se obtuvieron datos importantes sobre el proceso de cosecha y post cosecha del café (figura5). Finalmente se realizó un flujograma y la tabulación de la información donde se corrobora el proceso de la cosecha hasta el almacenamiento del café en los tres estados (bola, pergamino y verde).

Figura 5.
Visita a productores y encuestados



Se seleccionó a 3 de los agricultores más representativos de las zonas de El Pangui, Tundayme y Guisme, información otorgadas por la empresa AROMAZ, para la obtención del café bola, pergamino y verde, de acuerdo a la especie de café, método de almacenamiento, tipo de secado que realizan y la cantidad de café que obtenían, adquiriéndolo al café con una humedad del 14%, estabilizándolo de forma natural utilizando como infraestructura una marquesina (figura 6), durante un tiempo de 3 días haciendo remociones del grano para obtener un secado homogéneo, llegando a un contenido de humedad del grano alrededor del 10 al 12% para su posterior almacenamiento en los silos metálicos.

Figura 6.
Secado del café pergamino



En el caso del café verde (oro) se procedió al trillado donde ya fue adquirido y estabilizado. Finalmente se procedió a seleccionar el sitio del ensayo bajo techo (empresa Aromaz), donde serán colocados los silos metálicos considerando que el mismo tenga condiciones adecuadas: aireación, limpieza, acceso y condiciones higiénicas.

El periodo de evaluación y de almacenamiento tuvo una duración de tres meses.

5.5.2. Metodología para el segundo objetivo

Evaluar la calidad del café (*coffea arábica*) en tres estados para el almacenamiento en silos metálicos.

Para dar cumplimiento a este objetivo primeramente se construyó tres silos metálicos como se observa en la figura 7 para los tres estados de café arábica, la construcción se la realizó en el

lugar de investigación en el cantón el Pangui – empresa AROMAZ S.A.S. Se utilizó materiales y herramientas alternativas para la construcción de los silos.

Figura 7.
Construcción y adecuación de 3 silos metálicos



Según la norma INEN 285 nos menciona, “análisis físico del café”; donde especifica que son 300 gramos de café (bola, pergamino y verde), determinando varios parámetros físicos como para café verde: grano sano, grano moho, granos quebrados, impurezas, grano brocado; en café pergamino parámetros como: café en pergamino y pergamino; en café bola parámetros como: bola seca, cáscara e impurezas.

Una vez analizada la norma se procedió a la obtención de los 300 g de peso de cada estado de café, separando sus defectos físicos, ver figura 8, finalmente se pesó obteniendo porcentajes de cada uno de los defectos del café en sus tres estados como se muestra en la figura 21, 22 y 23. Cabe recalcar que este mismo procedimiento también se realizó al final de la investigación para ver la variabilidad, estado del café y comprobar si la tecnología de silos funciona.

Figura 8.

Determinación de la calidad física del grano



Además, se hizo el control de peso específico para la obtención del total en libras a almacenar como indica la figura 9, utilizando un recipiente de volumen conocido, obteniendo una media mediante tres repeticiones a cada estado de café, luego en la balanza se pesó el recipiente y se encerró para luego pesar el recipiente con granos de café. El volumen del envase fue de un litro, obteniendo el peso específico en unidad de gramos por litro(gr/l).

Figura 9.

Control del peso específico



Para el almacenamiento de los granos de café se procedió a limpiar los silos, colocándolos sobre pallets y separados de la pared y el suelo con el objetivo de que el silo no esté directamente en contacto, con la finalidad de evitar la humedad siendo este un factor importante que afecta al grano almacenado como indica la figura 10.

Figura 10.
Ubicación de los silos



Al momento del almacenamiento del café en los silos metálicos se dejó un espacio de aproximadamente 10 cm evitando el llenado, esto para dejar airear el grano y que tenga oxígeno como indica la figura 11. Posterior con ayuda de termómetros se ubica dentro de los silos en los tres estados para luego recolectar datos de temperatura en tres horarios al día: 8:00am; 1:00pm y 18:00 pm.

Figura 11.
Espacio de aireación y ensayo listo



Así mismo, se realizó la medida del contenido de humedad de los granos en tres horarios al día, antes mencionados; usando el medidor portátil (gehaka agri g600) obtenemos la humedad de forma rápida, esto es fundamental al momento del almacenamiento del grano a los silos. Finalmente, con los datos obtenidos del grano se realizó un promedio y se procedió a obtener la variabilidad de la temperatura, humedad del grano y calidad física del grano durante el proceso de investigación en sus tres estados de almacenamiento.

En la figura 12, se muestra el segundo momento donde se realizó un taller de socialización con los productores de café interesados en el tema. Efectuándose en la empresa “AROMAZ S.A.S”. La finalidad de este taller fue dar a conocer lo importante de utilizar los silos metálicos en esta zona, ya que el problema que tienen los agricultores al momento del almacenamiento de café es utilizar sacos de yute o nylon, produciéndoles contables daños en los granos de café, producidos por roedores o corren el riesgo de ser atacados por hongos principalmente, entre otros defectos. Indicándoles que la alternativa de los silos sería una buena opción para el almacenamiento de café, y principalmente guardando en periodos cortos y largos para que realicen luego su proceso de comercialización entregando un café no dañado.

Figura 12.

Socialización de resultados.



6. Resultados.

6.1. Caracterización del Proceso de Preparación del Café (*Coffea arabica*) para el Almacenamiento.

6.1.1. Resultados de Información obtenida de entrevistas

Una vez obtenida la información en las entrevistas se procedió a realizar un flujograma como se mencionó en metodología:

Figura 13.

Flujograma del proceso cosecha y pos cosecha del café bola, pergamino y verde



6.1.1.1. Cosecha

La cosecha de café arábigo en las zonas del Pangui, Tundayme y Guismi se realiza de manera manual, iniciándose desde el mes de mayo en las zonas bajas (800m.s.n.m) hasta octubre en las zonas altas (1250 m.s.n.m.). Cuando el producto a alcanzado su madurez fisiológica.

6.1.1.2. Boyado

La forma del boyado del café cereza se lo realiza, separando los frutos maduros de: hojas, pedazos de ramas y frutos tiernos, vanos y secos, utilizando recipientes de agua limpia.

6.1.1.3. Despulpado para la obtención del café pergamino

Para obtener café pergamino los productores realizan el despulpado del café cereza, utilizando una despulpadora, esta se encarga de eliminar la cáscara.

6.1.1.4. Fermentación del pergamino

Se realiza de forma natural, se deposita en baba en recipientes como tinajas de cemento, madera o plástico. El proceso de fermentación, su conclusión, se realiza mediante prácticas de tacto. Es decir, se frota una cantidad de granos en las manos, si se sienten ásperos y al friccionarlos se siente un sonido a cascajo, ha concluido este proceso.

6.1.1.5. Selección del café pergamino

Una vez culminado el proceso de fermentación se traslada el producto a los tendales de secado (marquesina), manteniéndolo por espacio aproximado de 72 horas, dependiendo de las condiciones ambientales. Seguidamente se procede al escogimiento de los granos defectuosos. La cantidad de granos con defectos depende principalmente de la calibración de la máquina despulpadora

6.1.1.6. Secado

Para el secado del café cereza y pergamino se utiliza preferentemente marquesinas. Este método contribuye a la inocuidad del café. Se esparce en capas de 3 a 5cm haciendo remociones cada 2 horas, dependiendo de las condiciones ambientales.

6.1.1.7. Trillado

Se utilizan máquinas piladoras o trilladoras para el café bola, pergamino.

6.1.1.8. Almacenamiento

Generalmente se utilizan los sacos de Yute y Nailon, exponiendo el grano a una serie de condiciones desfavorables como puede ser el clima y su contaminación por la presencia de plagas. La tecnología de uso y manejo de silos metálicos se presenta como una alternativa a estos problemas.

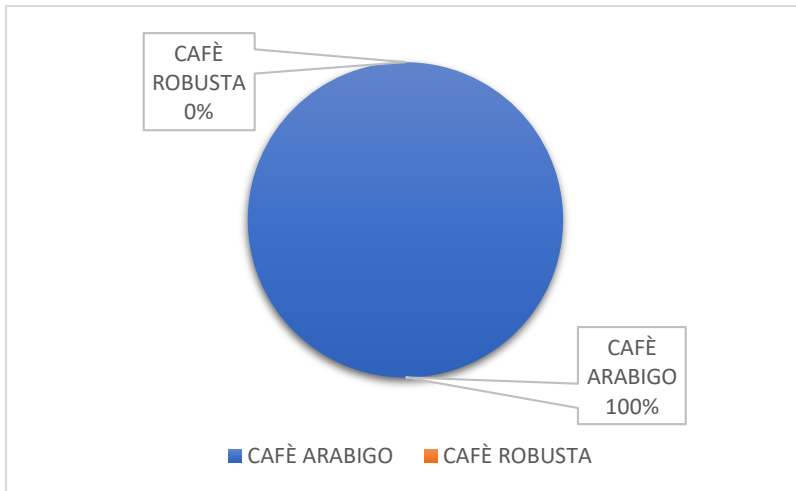
6.1.2. Resultados obtenidos mediante las encuestas realizadas

De acuerdo con el análisis de las encuestas realizadas a los productores para conocer el proceso de cosecha y pos cosecha que le dan al café se detalla a continuación:

6.1.2.1. Tipo de café producido

En la figura 14, se presenta los resultados del cultivo de café más producido, teniendo un total del 100% de café arábigo, quedando fuera el cultivo del café robusta.

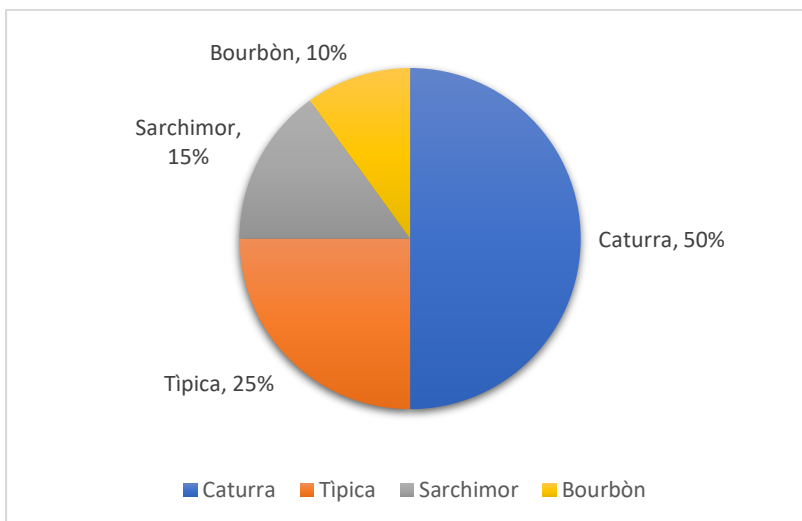
Figura 14.
Porcentaje del tipo de café producido



6.1.2.2. Variedad Producida

En la figura 15, se observa las variedades producidas en estas zonas de las cuales existe más producción de la variedad de caturra con 50% siguiéndole la típica con un 25% por consiguiente el sarchimor con un 15% y bourbòn 10%.

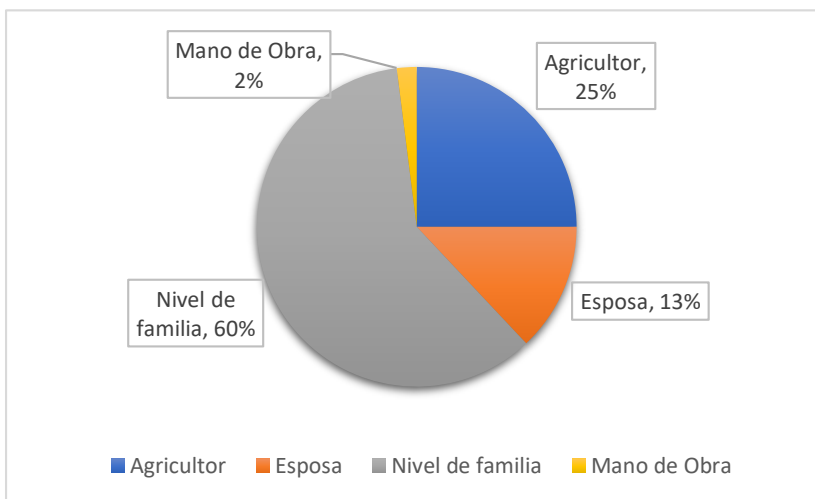
Figura 15.
Porcentaje de variedades de cafetal arábigo producido



6.1.2.3. Personas responsables de la cosecha

Según los resultados que muestra en la figura 16, representa un mayor porcentaje en que los agricultores cosechan el café a nivel de familia con un 60%, un 25% solo realiza la cosecha el agricultor, mientras que el 13 % le acompaña en las labores su esposa y el 2% restante utilizan mano de obra, este valor es debido a que la mayoría de las personas se dedica a la minería centralizada que existe en el cantón el Pangui.

Figura 16.
Porcentaje del personal responsable en la cosecha



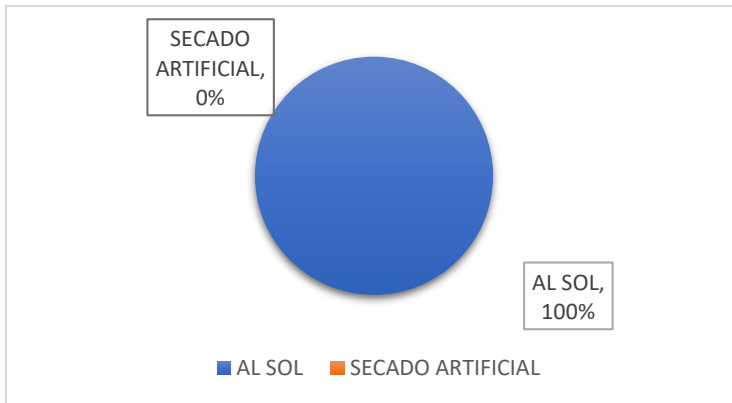
6.1.2.4. ¿Cómo realiza el proceso de cosecha y porque lo realiza de esa forma?

Según los resultados, los productores no realizan una cosecha selectiva es decir no llegan a separar de acuerdo a los grados de madurez, color, tamaño principalmente, debido a la falta de guías instructivas del mismo.

6.1.2.5. Secado del café

La producción en un 100% se somete al proceso de secado a la radiación solar ya que el clima es favorable y por las condiciones económicas no abastecen hacerlo de otra forma, de manera artificial.

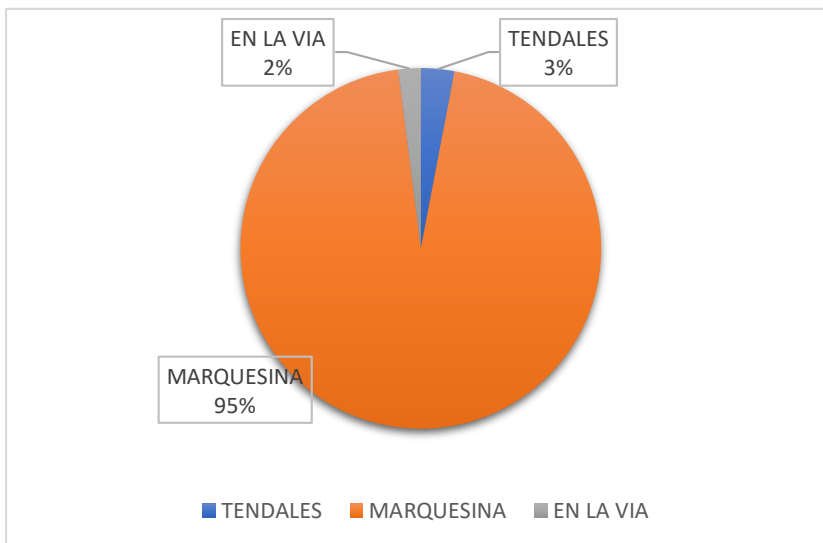
Figura 17.
Porcentaje de la forma de secado del café



6.1.2.6. Método de secado

En la figura 18, los resultados arrojan que el método de secado lo realizan con mayor porcentaje en marquesina con un 95%, y en menor porcentaje en tendales con un 3%, por último, en las vías de transporte con un 2%.

Figura 18.
Porcentaje del método de secado del café



6.1.2.7. ¿Cuántos días toma el secado del café?

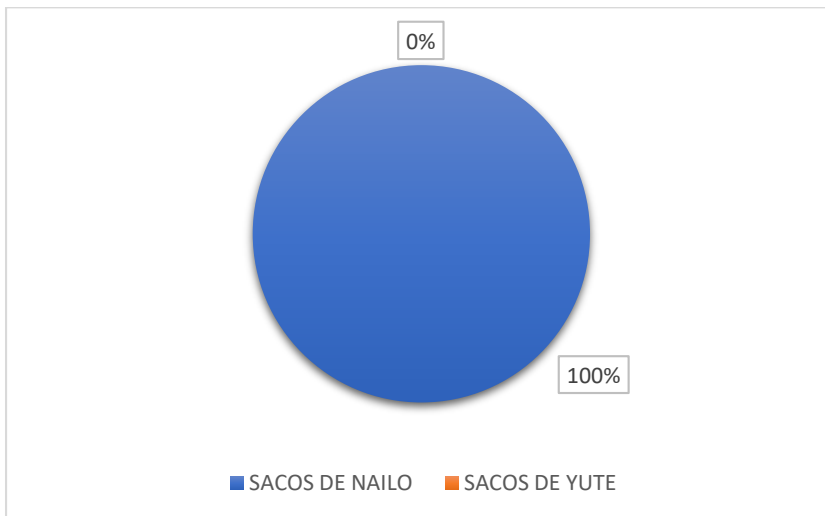
En el Cantón el Pangui las temperaturas oscilan desde los 18°C hasta los 32°C por tal razón los productores supieron manifestar que cuando existen temperaturas altas, el tiempo de secado dura hasta 7 días en café pergamino para obtenerlo al 12% de humedad mientras que el café bola o natural el tiempo de secado es de 12 días consecutivos.

Para días con menos temperaturas el tiempo de secado se prolonga como en el caso del pergamino que dura 12 días y el bola 16 días hasta llegar a su humedad establecida que es del 12%.

6.1.2.8. Tipo de almacenamiento

En la figura 19, se evidencia que el 98% los productores almacenan el café en sacos de nylon y el 2% es almacenado en sacos de yute, ellos mencionan que lo almacenan con el objeto de esperar el mejor precio del mercado.

Figura 19.
Tipo de almacenamiento para café



6.1.2.9. Tiempo de Almacenamiento

Según la figura 20, indica que el 100% representa el tiempo de almacenamiento del café de 6 meses, por lo tanto, no se tiene un mayor tiempo de almacenamiento a partir de 6 meses debido a que el café es consumido o vendido en el mercado local, ya que el productor aún no cuenta con tecnologías para almacenamiento del grano de café y lograr almacenar y venderlo a un mejor precio.

Figura 20.
Tiempo de Almacenamiento del café



6.1.2.10. Control de humedad en el almacenamiento

De los productores encuestados el 100% mencionan que no realizan un control de temperatura y humedad del grano más lo hacen de forma manual colocando el café en el suelo presionándolo con el pie o con algún material duro sobre el suelo, otro método manual que realizan para verificar es mediante mordidas del grano.

6.1.2.11. Quintales de café lavado o bola(natural) y pergamino que cosechan por ha

Según el diálogo y reuniones que se mantuvo con los productores manifestaron que el rendimiento por ha es de 24 qq de café bola, 15 qq de café pergamino y 12 qq de café verde, secos al 12% de humedad del grano.

6.1.2.12. Pérdida en almacenamiento en sacos de Nylon y Yute

La mayor parte de los productores mencionaron que pierden de 3 a 3.5 libras por quintal por diversos factores, ya que almacenan en sacos de nylon o café brocado.

6.2. Evaluar la calidad del café (*coffea arabica*) en tres estados para el almacenamiento en silos metálicos.

El diseño de las estructuras empleadas en el presente estudio aparte de los materiales utilizados, se orientó específicamente al tamaño y por ende a la cantidad a guardar. Consideramos que, para la comprobación del comportamiento del grano en lapsos de tiempo cortos y medianos, la tecnología se presta. Por las razones expuestas se procedió a diseñar y construir 3 silos metálicos de capacidad aproximada de 1 qq. Cada silo se llenó con café en estado: bola, pergamino y verde u oro.

En la tabla 4 se presentan los datos de la altura y diámetro del diseño de los silos metálicos. Como se puede observar se diseñó el silo para capacidad de almacenamiento de aproximadamente 1 qq equivalente a 45.45kg, definiendo la altura de 80 y diámetro 40 cm. Se construyó tres silos metálicos con similares medidas para los tres estados de café (bola, pergamino y verde).

Tabla 4.
Medidas del diseño de los silos metálicos

| Muestra | Peso específico kg/m ³ | Volumen m ³ | Altura cm | Diámetro cm |
|---------|--------------------------------------|------------------------|--------------|----------------|
| Café | 430 | 0.072 | 80 | 40 |

Análisis de calidad física del café al momento de ingresar al sistema de almacenamiento. Se realizó mediante la muestra correspondiente, en referencia a la norma INEN 285, cuyos resultados se muestran:

En tabla 5, nos indican el análisis de calidad del café verde determinado esto se realizó antes de ingresar el grano a los silos, del 100% de granos de café verde existe un total de 79.8% de granos sanos, granos mohosos el 0.55%.

Tabla 5.
Porcentaje de calidad física del café verde

| Defectos | Porcentaje % |
|-----------------|---------------------|
| Grano sano | 79,80 |
| Grano moho | 0,55 |
| Grano quebrado | 17 |
| Impurezas | 1,80 |
| Grano brocado | 0,85 |

En la tabla 6, nos muestra los resultados del análisis de café en bola según la Norma INEN 285, indicando que existen mayor cantidad de bola seca en buen estado 99.75%, obteniendo cáscara con un porcentaje de 0.20%.

Tabla 6.
Porcentaje de calidad física del café bola

| Defectos | Porcentaje % |
|-----------------|---------------------|
| Café bola | 99,75 |
| Cáscara | 0,20 |
| Impurezas | 0,05 |

En la tabla 7, nos muestra los resultados del análisis de café en pergamino según la Norma INEN 285, se evidencio un mayor porcentaje de café pergamino sano 99.75 % y poca presencia de solo pergamino.

Tabla 7.
Porcentaje de calidad física del café pergamino.

| Defectos | Porcentaje % |
|-----------------|---------------------|
| Café pergamino | 96,75 |
| pergamino | 3,25 |

La presente tabla 8, muestra los tipos de café a almacenar. Se hizo el control del peso específico mediante tres repeticiones y luego calculando un promedio. Posterior mediante el cálculo del diseño del silo se determinó el volumen mediante la fórmula correspondiente para posterior obtener la cantidad en libras de cada estado de café.

Tabla 8.
Resultados del promedio y cantidad de grano a almacenar

| Estados del café | Nro. muestras | Peso Específico g/l | Prom. (g/l) | Volumen m³ silo | Total de libras a almacenar |
|-------------------------|----------------------|----------------------------|--------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| Café Verde | 1 | 750 | 739 | 0.072 | 117 |
| | 2 | 730 | | | |
| | 3 | 737 | | | |
| Café Bola | 1 | 428 | 428 | 0.072 | 68 |
| | 2 | 421 | | | |
| | 3 | 436 | | | |
| Café pergamino | 1 | 443 | 432 | 0.072 | 68 |
| | 2 | 427 | | | |
| | 3 | 426 | | | |

*prom: Peso Específico promedio.

6.2.1. Temperatura

En la tabla 9, nos da entender el promedio de temperaturas tomadas durante el tiempo de investigación en tres horarios, lo cual nos da una variabilidad de temperatura es mayor en el horario de 13:00.

Los datos diarios se representan en promedio, como se indica:

Tabla 9.*Datos promedios de temperatura en los tres estados de café*

| ESTADO | CAFÈ VERDE | CAFÉ BOLA | CAFÉ PERGAMINO |
|----------------|-------------------|------------------|-----------------------|
| Horario | T. °C | T. °C | T. °C |
| 08:00 | 22,6 | 22,5 | 22,5 |
| 13:00 | 23,0 | 22,9 | 22,8 |
| 18:00 | 22,8 | 22,6 | 22,6 |

La presente tabla 10, muestra los tipos de café a almacenar. Se hizo el control del peso específico mediante tres repeticiones y luego calculando un promedio. Posterior mediante el cálculo del diseño del silo se determinó el volumen mediante la fórmula correspondiente para posterior obtener la cantidad en libras de cada estado de café.

Tabla 10.*Resultados del promedio y cantidad de grano a almacenar*

| Estados del café | Nro. muestras | Peso Específico g/l | Prom. (g/l) | Volumen m³ silo | Total de libras a almacenar |
|-------------------------|----------------------|----------------------------|--------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| Café Verde | 1 | 750 | 739 | 0.072 | 117 |
| | 2 | 730 | | | |
| | 3 | 737 | | | |
| Café Bola | 1 | 428 | 428 | 0.072 | 68 |
| | 2 | 421 | | | |
| | 3 | 436 | | | |
| Café pergamino | 1 | 443 | 432 | 0.072 | 68 |
| | 2 | 427 | | | |
| | 3 | 426 | | | |

*prom: Peso Específico promedio.

6.2.2. Temperatura

En la tabla 11, nos da entender el promedio de temperaturas tomadas durante el tiempo de investigación en tres horarios, lo cual nos da una variabilidad de temperatura es mayor en el horario de 13:00.

Los datos diarios se representan en promedio, como se indica:

Tabla 11.*Datos promedios de temperatura en los tres estados de café*

| ESTADO Horario | CAFÈ VERDE T. °C | CAFÉ BOLA T. °C | CAFÉ PERGAMINO T. °C |
|---------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| 08:00 | 22,6 | 22,5 | 22,5 |
| 13:00 | 23,0 | 22,9 | 22,8 |
| 18:00 | 22,8 | 22,6 | 22,6 |

6.2.3. Contenido de Humedad del grano

En la tabla 12, nos representa la humedad del grano almacenado en los tres estados de café: bola, pergamino y verde posterior a los 90 días de almacenamiento. Un promedio de 12,13% señala el café verde, café pergamino 10% y café bola 12%.

Tabla 12.*Humedad del grano almacenado en los tres estados*

| ESTADO Horario | CAFÈ VERDE H/ del Grano % | CAFÉ BOLA H/ del Grano % | CAFÉ PERGAMINO H/ del Grano % |
|---------------------------------|--|---|--|
| 08:00 | 12,12 | 12 | 11 |
| 13:00 | 12,12 | 12 | 11 |
| 18:00 | 12,12 | 12 | 11 |

Es importante señalar que el contenido de humedad al ingreso del sistema de almacenamiento promedio de un 12% CH en café verde, café pergamino 11% y café, bola 10%.

6.1.3. Análisis de calidad física del café en los tres estados.

Los presentes análisis de calidad física del grano corresponden al final del ensayo.

En la tabla 13, nos muestra los resultados del análisis de café en verde según la Norma INEN 285, indicando que existen mayor cantidad de grano sano con un 79 %, granos mohosos el 0.46%.

Tabla 13.*Porcentaje de calidad física del café verde*

| Defectos | Porcentaje % |
|-----------------|---------------------|
| Grano sano | 79 |
| Grano moho | 0,46 |
| Grano quebrado | 16 |
| Impurezas | 2,1 |
| Grano brocado | 1,96 |

En la tabla 14, nos muestra los resultados del análisis de café en bola según la Norma INEN 285, indicando que existen mayor cantidad de bola seca en buen estado 99.66%, obteniendo cáscaras con un porcentaje de 0.3%.

Tabla 14.
Porcentaje de calidad física del café bola

| Defectos | Porcentaje % |
|-----------------|---------------------|
| Café bola | 99,66 |
| Cáscara | 0,3 |
| Impurezas | 0,036 |

En la tabla 15, nos muestra los resultados del análisis de café en pergamino según la Norma INEN 285 se evidencio un mayor porcentaje de café pergamino sano 99.66 % y poca presencia de solo pergamino.

Tabla 15.
Porcentaje de calidad física del café pergamino

| Defectos | Porcentaje % |
|-----------------|---------------------|
| Café pergamino | 96, 66 |
| pergamino | 3,34 |

7. Discusión

7.1. Caracterización del Proceso de Preparación del Café (*Coffea arabica*) para el Almacenamiento.

De acuerdo al análisis realizado y expuesto por los productores de las zonas del Pangui, Tundayme y Guisne el 100%, de especie de café que utilizan es arábigo y no robusta, debido a las características organolépticas que presenta el arábigo son más apetecidas por el consumidor. Un estudio casi similar de Jumbo, (2022); en la caracterización de fincas cafetaleras en Chaguarpamba donde se aprecia que la asociación se dedica a la producción de café arábigo.

Todos los productores realizan el mismo proceso de cosecha y pos cosecha del café con igualdad en el tipo de secado, los días del secado y en donde el almacenamiento lo hacen utilizando sacos de yute o Nylon similar estudio al de Duvois, Belduma, & Vasquéz, (2018), en su publicación de caracterización del circuito producción-consumo del café parroquia Guayzimi, cantón Nangaritza, provincia de Zamora Chinchipe donde menciona. Los agricultores guardan el producto seco en cereza seca, en sacos de yute o de material sintético (77 %), fundas plásticas (12 %) y tanques plásticos (11 %).

Así mismo los agricultores no cuentan con medidores de humedad del grano, al momento del almacenamiento, donde los contenidos de humedad lo analizan de forma empírica. Algunas empresas en el Cantón el Pangui dedicadas al café sugieren que la humedad del grano sea de un 10 al 12 %. El mismo criterio lo comparte Corrado (2005), quien afirma que el almacenamiento de café debe estar a una humedad de 10.5 al 12% al ser superior el porcentaje del grano está propenso a la propagación de hongos y bacterias llevando a la pérdida del grano y reduciendo significativamente la calidad principalmente en el almacenamiento y su comercialización.

En el estudio efectuado en los productores cuentan con un porcentaje de pérdida de un 3% por qq, debido a diversos factores ya que son almacenados en sacos de nylon o café brocado. Estudios que corroboran con Duicela (2011) se produce pérdidas de un 3,5 %, al momento de realizar el almacenamiento del producto.

7.2. Evaluar la calidad del café (*coffea arabica*) en tres estados para el almacenamiento en silos metálicos.

De acuerdo con los resultados de la calidad física del café sano en verde, pergamino y bola tanto al inicio como al final nos da un valor promedio de 79.40% en café verde, pergamino 96.70% y en café bola el 99.70% estos resultados obtenidos en el tiempo de experimentación de 3 meses, donde existe una mayor calidad del café, información que corrobora con Osorio, (2021) donde menciona que el porcentaje de almendra sana se refiere a la cantidad de granos sanos, sin defectos, presente en una cantidad determinada de café. El valor promedio se estima en 74%, y valores superiores indican una mejor calidad física. Los cambios de humedad del grano del café verde en los tres horarios (08:00, 13:00, 18:00), no se ha experimentado cambios exagerados en la humedad interna del grano, manteniéndose así con una media o promedio del 12,12%, teniendo en cuenta que el ingreso a los silos metálicos al inicio del proyecto fue de 12%. En el caso del café bola con un promedio de 12%, existen cambios de 2 grados, esta diferencia se considera que al ingreso al silo metálico fue del 10%. Y por último el café pergamino en los tres horarios antes mencionados no se ha experimentado cambios exagerados en la humedad interna del grano con un promedio de 11% manteniéndose, teniendo en cuenta que al ingreso del silo fue del 11%, lo cual se corrobora con Osorio, (2021) donde menciona que los granos cereales con contenidos de humedad inferiores al 13% son poco susceptibles al ataque de microorganismos en cualquier medio. El contenido de humedad del café debe encontrarse en un rango del 10% al 12%.

En referente a la temperatura interna de los granos en los silos metálicos en tres horarios antes mencionados y obteniendo datos promedios en café verde, bola y pergamino existe una temperatura mayor en horarios de 13:00pm del día, con 23°C en café verde, 22,9°C café bola y 22,8 °C en pergamino.

La tecnología de los silos metálicos nos brinda la suficiente y necesaria convicción de que la tecnología aplicada funciona en el producto anotado ya que no existe un elevado porcentaje de pérdidas. La estabilidad demostrada del café durante el tiempo de almacenamiento (30 - 90) días comprobada mediante el control de la temperatura interna del grano, el análisis de calidad realizado periódicamente nos da la suficiente confianza que coincide con la investigación de Borja, (2001) donde realiza la prueba de almacenaje de fríjol (*Phaseolus vulgaris*) en silos metálicos y sacos. Habiendo mayores pérdidas en los sacos y se experimentó menores pérdidas físicas y monetarias durante el almacenaje en silos metálicos.

También otra investigación realizada por Blanco et al., (2016) sobre el maíz (*Zea mays*) recalca que también les permitió estimar las pérdidas y daños que pueden causar en el proceso de almacenamiento a largo plazo cuando no se da una buena preparación de los granos antes de almacenar.

8. Conclusiones

Luego de desarrollar la investigación en el Cantón el Panguí, se concluye lo siguiente:

- Los procesos de cosecha y pos cosecha del café que realizan los agricultores en estas zonas del Panguí, Tundayme y Guisne realizan el mismo proceso sin alguna guía instructiva en el caso de la cosecha del café y para el almacenamiento utilizan sacos de yute y Nylon.
- Mediante el análisis de calidad física del café en los tres estados se comprobó que no existía mayor porcentaje de café en mal estado.
- La tecnología de los silos metálicos es una alternativa para el almacenamiento de granos como el café, debido a que las variables de temperatura y humedad del grano se mantuvieron durante el tiempo de duración del ensayo.

9. Recomendaciones

Luego de desarrollar la investigación en el Cantón el Pangui, se recomienda lo siguiente:

- Se recomienda a futuros proyectos de investigación considerar otros aspectos para el análisis de calidad del café mediante variables como calidad de taza (evaluación sensorial mediante cataciones) y proceso tecnológico para determinar la calidad del café.
- Se recomienda a futuros proyectos de investigación considerar la construcción de silos metálicos mayor a 1 qq.
- Desarrollar programas de capacitación a productores, en relación a la construcción de infraestructura para almacenamiento de granos como café, cacao y otros productos, utilizando la tecnología de silos metálicos como del manejo a la entrada de los granos almacenados.
- Fomentar la participación de entidades gubernamentales relacionada con el desarrollo agrícola a fin de que lideren programas de capacitación en torno a la capacitación y enseñanza de alternativas de manejo pos cosecha.

10. Bibliografía

- Duvois, M., Belduma, J., & Vasquéz, R. (2018). Caracterización del circuito producción-consumo del café en la parroquia Guayzimi, cantón Nangaritza, provincia de Zamora Chinchipe. *CEDAMAZ*, 1-8.
- Osorio, V.(2021). <https://biblioteca.cenicafe.org>. Obtenido de <https://biblioteca.cenicafe.org>: .
https://doi.org/10.38141/10791/0014_12
- Castellano, J., & Montoya, N. (2016). *repositorio.unan.edu.ni*. Obtenido de Evaluación de las seco Sajonia Estate Coffee, S.A de Matagalpa, durante el segundo semestre de 2015.
- Gamboa, P. Y., Mosquera, S. A., & Paz, I. E. (2015). Caracterización física de café especial (Coffea Arabica) en el municipio de Chachagüí (Nariño, Colombia). *Revista Lasallista de Investigación*, 12(1), 90-98.
- CEDRSSA. (Noviembre de 2014). *Producción y mercado de café en el mundo y en México*. Obtenido de de Reporte del CEDRSSAR:
http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/39Reporte_Producci%C3%B3n_y_mercado_de_caf%C3%A9_-_Cedrssa_2014.pdf
- Corrado. (2005). *Buenas Prácticas Agrícolas en la Caficultura*. Ecuatoriana: Primera Edición.
- Cuya, E. (2013). *Agrobanco*. Obtenido de Asistencia técnica dirigida en "cosecha y post cosecha en el cultivo de café": <http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/011-r-cafe.pdf>
- Doucela, L. (2011). Manejo Sostenible de fincas cafetaleras, COFENAC. En L. Doucela, *Buenas prácticas en la producción de café arábigo y gestión de la calidad en las organizaciones de productores* (págs. 13 -308). Za.
- Duicela, G., Corral, C., Talledo, F., Cedeño, G., Ponce, P., Sanchez, O., & Sotomayor, V. (2003). *Caracterización física y organolépticas de cafés arábigos en los principales agroecosistemas del Ecuador, COFENAC*.
- Duicela, L., Guaman, J., & Farfán, D. (2015). Productividad y calidad del café. En *Poscosecha y calidad del café* (págs. 3-13).
- Eskes, A. (1989). Disponibilidad de variabilidad genética en café. San Pedro Sula: In VII Reunión regional de Mejoramiento del café.

- Blanco, Y., Durañona, H., & Acosta, R. (2016). Efecto de la temperatura y la humedad en la conservación de granos de maíz en silos metálicos refrigerados. *Cultivos Tropicales*, 37(4), 105-114. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.13900.21127>
- González, U., & Urbina, C. (2014). *repositorio*. Obtenido de Diagnóstico de situación actual de los procesos productivos en las empresas para la implementación de técnicas orientadas al mejoramiento del proceso (BPM, HCCP, Otros): <https://repositorio.unan.edu.ni/6024/1/6237.pdf>
- Duicela, L., Ubaque, C., Ortiz, S., Valdéz, M., Vallejo, F., Pérez, M., Johanna Frutos, Pérez, C., Angulo, F., Méndez, C., Esker, P., García, R., Ventura, M., Menéndez, A., Caicedo, J., & Rivadaneira, J. (2016). *VII Congreso Latinoamericano de Agronomía: Artículos in extenso*. 4, 94.
- Vera, M. L. O. (2012). *FENOLOGÍA E INCIDENCIA DE PROBLEMAS FITOSANITARIOS EN CINCO VARIEDADES DE CAFÉ (Coffea arabica L.) EN EL CANTÓN PICHINCHA, PROVINCIA DE MANABÍ*. 117.
- Hernández, J. (1998). Manejo y uso del silo metálico. En J. Hernández, *Tecnologías Apropriadas para el almacenamiento y conservación de granos en pequeñas fincas*. Santacafé de bogotá.
- INEN. (2006). *globalización*. Obtenido de *globalización*: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/285.pdf>
- MAG-FAO. (1998). que es el granero metálico y para qué sirve. *El granero metálico*. Quito, Ecuador.
- Moreta, J. (2008). *Microsoft Word, dspace.espol*. Obtenido de Microsoft Word, dspace.espol: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10560/1/D-42716.pdf>
- Ortega, J. (2003). *microsoft word*. Obtenido de Análisis sectorial del café: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Apuntes/ae40.pdf>
- Perez, K. (2012). Obtenido de *bdigital2*: <http://bdigital2.ula.ve:8080/xmlui/bitstream/handle/654321/5498/perezkaren.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pilozo, W., Indacochea, B., Castro, A., Vera, M., & Ortega, G. (2022). PRINCIPALES ENFERMEDADES CAUSANTES DE LA PÉRDIDA DE RENDIMIENTOS DE LOS CULTIVOS DE CAFÉ ARÁBIGO (Coffea arabica L.) EN LA ZONA SUR DE MANABÍ, ECUADOR. *Revista Científica Multidisciplinaria*, 6(2), 117-134. Obtenido de <https://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unesumciencias/article/view/632/531>

- Ponce, L. A., Orellana, K. D., Acuña, I. R., Alfonso, J. L., & Fuentes, T. (2018). Situación de la caficultura ecuatoriana: Perspectivas. *Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 6(1), 307-325.
- PRO ECUADOR. (2013). Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones. En *Análisis Sectorial de Café* (pág. 52). Ecuador.
- Puerta. (2018). Calidad del café. En Puerta.
- Puerta. (2018). El almacenamiento del café pergamino. En Puerto, *Calidad del café* (págs. 17-27).
- Corrado. (2005). *Buenas Prácticas Agrícolas en la Caficultura*. Ecuatoriana: Primera Edición.
- Borja, M. (2001). *ZAMORANO Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria Evaluación de pérdidas físicas " monetarias en dos sistemas de almacenamiento de frijol en la región Centro-Oriental , Honduras*.
- Sánchez, S., Bueno, D., & Jara, P. (2018). La realidad Ecuatoriana en la producción de café. *RECIMUNDO*, 2(2), 24-44. [https://doi.org/10.26820/recimundo/2.\(2\).2018.24-44](https://doi.org/10.26820/recimundo/2.(2).2018.24-44)
- Guambi, L. A. D., Talledo, D. S. F., & Ávila, E. L. G. (2016). Calidad organoléptica del café (*Coffea arabica* L.) en las zonas centro y sur de la provincia de Manabí, Ecuador. *Revista española de estudios agrosociales y pesqueros*, 244, 15-34.
- Venegas, S., Orellana, D., & Pérez, P. (2018). La realidad Ecuatoriana en la producción de café. *recimundo (Revista Científica de Investigación actualización del mundo de las Ciencias)*, 2(2), 72-91. doi:10.26820/recimundo/2.(2).2018.24-44
- Julca, A., Blas, R., Bello, S., Anahui, J., & Talaverano, D. (2010). Informe de colecta de germoplasma de café en el Perú. *UNALM-FDA-Café Perú-FINCYT*. Lima,, 38.
- Jumbo, N. (2022). <https://repositorio.lamolina.edu.pe/>. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5233/jumbo-benitez-nohemi-del-carmen.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Anacafé. (2019). *Guía de Variedades de café*. Guatemala.
- INAMHI. (2011). *Anuario Meteorológico*. fdocuments.es. <https://fdocuments.es/document/anuario-meteorologico-magnitud-fsica-que-caracteriza-el-movimiento-aleatorio.html>
- López, F., Escamilla, E., Zamarripa, A., & Cruz, G. (2016, septiembre). *Producción y calidad en variedades de café (Coffea arabica L.) en Veracruz, México*. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802016000300297

Pazmiño, J. D., Gallardo, C., Ruiz, A. F., Hernández, Y. M., & Pérez, Y. L. (2019). Estudio de estabilidad acelerado en café verde: Una aproximación sensorial1. *Revista Lasallista de Investigación*, 16(1), 93-102.

11. Anexos

Anexo 1. Construcción de silos metálicos



Anexo 2. Medición de temperatura y humedad del grano



Anexo 3. Análisis de calidad del café verde, bola y pergamino



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN
Quito-Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 285: 2006
Primera revisión

1. OBJETO

Esta norma tiene por objeto establecer la clasificación y los requisitos del café verde en grano.

2. Defectos físicos del grano

La norma técnica para café en grano: clasificación y requisitos, clasifica a los defectos como primarios y secundarios de acuerdo a su valoración.

| DEFECTOS PRIMARIOS | DEFECTOS SECUNDARIOS |
|---|--|
| Grano ámbar Grano negro o parcialmente negro Grano fermentado o pestilente Grano mohoso Materias extrañas | Grano vano Grano inmaduro Grano anormal o deforme Grano cristalizado o vídrioso Grano veteado Grano opaco Grano manchado Grano pálido o semipálido Grano brocado o picado Grano aplastado Grano mordido Grano partido Grano quebrado Orejas o conchas Bola seca (cereza seca) Cáscara Grano con pergamino Pergamino |

2.1. defectos primarios

Se considera defectos primarios a los granos cuyas características inciden notablemente en el deterioro de la calidad física y de taza.

2.2. Defectos secundarios

Son cuyas características no influyen gravemente sobre los atributos físicos y de taza.



Anexo 4. Encuesta a los productores de café del Cantón el Panguí



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
Facultad Agropecuaria y de recursos Naturales Renovables
Carrera de Ingeniería Agrícola

NOMBRE DEL ENCUESTADOR:

1. INFORMACIÓN GENERAL

- Fecha:
- Nombre del encuestado:
- ¿Qué especie de café cultivan?
Arábica ()
Robusta ()
- ¿Qué variedad cultivan?
Sarchimor ()
Bourbón ()
Típica ()
Caturra ()

2. POSCOSECHA

2.1. Cosecha

- ¿Personas responsables de la cosecha?
Agricultor ()
Esposa ()
A nivel de Familia ()
Mano de obra ()

- ¿Cómo lo realiza el proceso de la cosecha?
.....
- ¿Por qué lo realiza de esa forma?

2.2.Secado

- ¿Cómo realiza el secado?
Al sol ()
Energía artificial ()

En caso afirmativo:

- ¿Qué método de secado utiliza?
Tendales ()
Marquesinas ()
En la vía ()
- ¿Cuántos días toma el secado del café?
.....
.....

2.3.Almacenamiento

- ¿Tipo de Almacenamiento?
Sacos de Nailo
Sacos de Yute
- ¿Qué tiempo lo tiene Almacenado?
0 - 6 meses
6 - 1 año

- ¿Está controlada la temperatura en el almacenamiento?
.....
- Cuantos quintales de café lavado o bola(natural) y pergamino cosechan por ha
.....
- Cuantas libras pierden de café almacenados en sacos de nylon y Yute
.....



Anexo 5. Preguntas básicas de entrevista

PREGUNTAS DE ESTREVISTA

- ¿Qué especie de café y variedad cultivan?
- ¿Cómo realiza la cosecha del café?
- ¿De qué forma realizan la cosecha manual o maquinaria?
- ¿Cómo realizan el boyado del café?
- ¿Cómo realizan el despulpado del café?
- ¿Qué utilizan para realizar el secado del café?
- ¿Utilizan maquinaria para el trillado?
- ¿Controlan o no la humedad del grano para almacenar?
- ¿En que almacenan su producto?
- ¿Qué tiempo(días) almacenan su producto?
- ¿Cuántos quintales producen por ha y cuanto es la pérdida en almacenamiento?

Anexo 6. Listado de productores cafetaleros

| Sector/barrio | Nombre | Número de cédula |
|----------------------|---------------------------|-------------------------|
| Tundayme | Sixto Arévalo Loja | 0700746571 |
| El Pangui | Rodrigo Maldonado | 1900100080 |
| El pangui | Angel Benigno Zari | 0702367004 |
| Tundayme | Miguel Angel Condoy | 1101454138 |
| Tundayme | Juan Ernesto Nuninga | 1900357185 |
| Tundayme | Rosa Borja Martín | 1900112028 |
| El pangui | Carlos Vicente Loja | 0100478841 |
| Guisme | Manuel Eliseo Morocho | 0100802354 |
| Guisme | Efren Chamba Prado | 1900248681 |
| El Pangui | José German Castro | 1707719124 |
| Pangui | Felix Antonio Sarango | 1900212919 |
| Tundayme | Ángel Ramón Fernandez | 1900444637 |
| El Pangui | Geovanny Vera Oviedo | 1717907305 |
| El Pangui | José Miguel Lozano | 1900189083 |
| Guisme | Manuel Tacuri | 1900401405 |
| Guisme | Lester Lapo | 1900363696 |
| Tundayme | Enma Lapo | 0103903845 |
| Tundayme | Angel Vicente Lapo | 1900075258 |
| El Pangui | Omar Maldonado | 1104168859 |
| El Pangui | Colegio Ecuador Amazonico | 1102749940 |
| Guisme | Victor Pogllo | 0101501138 |

Anexo 7. Certificado de traducción Asbtrac

Loja, 13 de julio del 2023

Lic.

Gabriela Elizabeth Montaña Ponce

DOCENTE DE LA ESCUELA DE E.G.B. "MEDARDO ANGEL SILVA"

CERTIFICA:

Que el documento aquí compuesto es fiel traducción del idioma español al idioma inglés del Trabajo de Integración Curricular denominado "**Evaluación de la calidad del café (*Coffea arabica*) en tres estados para el almacenamiento en silos metálicos, cantón El Pangui, provincia de Zamora Chinchipe**", de autoría de la estudiante Irene Elizabeth Granda Gonzalez con cédula de ciudadanía No. 2300524184, egresada de la carrera de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional de Loja.

Lo certifico en honor a la verdad y autorizo al interesado hacer uso del presente en lo que a sus intereses convenga.



Lic. Gabriela Elizabeth Montaña Ponce

CI: 1106067604

Número de registro: 1008-2016-1720167