

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INDUSTRIAS

ALIMENTARIAS



TESIS

**Evaluación del secado de café (*Coffea arábica* L.) en diferentes
prototipos de secadores solares y su efecto en el tiempo, calidad e
inocuidad, en condiciones de Selva Central**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero en Industrias Alimentarias

Autor: Bach. Shirley Mayhory MEJÍA GARCÍA

Asesor: Dra. Silvia María MURILLO BACA

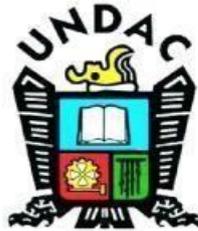
La Merced – Chanchamayo- Perú – 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INDUSTRIAS

ALIMENTARIAS



TESIS

**Evaluación del secado de café (*Coffea arábica* L.) en diferentes prototipos de
secadores solares y su efecto en el tiempo, calidad e inocuidad, en condiciones de
Selva Central**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Antonio OTAROLA GAMARRA
PRESIDENTE

Mg. Wuelber Joel TORRES SUAREZ
MIEMBRO

Ing. Hugo Rómulo BUENDIA PONCE
MIEMBRO

DEDICATORIA

A Dios por su bendición y fortaleza que me dio en los momentos difíciles para cumplir mis objetivos. De igual manera agradecer a mis padres Hiler MEJÍA FERNÁNDEZ y Carmela GARCÍA CAMPOS, por su apoyo y afecto que me brindaron en todo momento para alcanzar mi mayor logro de mi vida. A Masier y Jeynner por darme la fuerza necesaria para luchar con lo que haga falta a en esta vida , espero que les valga de ejemplo e incentivo para un porvenir mejor .

En este trabajo se encuentra mi esfuerzo, mis ganas de superación, el cumplimiento de uno de mis sueños y el nacimiento de nuevas metas a cumplir en el futuro.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, especialmente a la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias, por la oportunidad de la realización de mis estudios superiores y a su plana docente, por haber compartido sus sabias enseñanzas.
- A la Dra. Silvia María MURILLO BACA, por aceptar la dirección del presente trabajo de investigación y haberme orientado en esta tarea, mostrando un constante e inestimable apoyo incondicional, paciencia y entusiasmo.
- A los distinguidos miembros del jurado al Dr. Antonio OTAROLA GAMARRA, MSc. Wuelber Joel TORRES SUAREZ, Ing. Hugo Rómulo BUENDIA PONCE,
- por su contribución en los aspectos de aprobación del proyecto y revisión final de la tesis.
- A la Cooperativa Agropecuaria “Warmi Cunapa.” – CAWACU – PERENE – CHANCHAMAYO. y sus directivos por ofrecerme la oportunidad de realizar la tesis en la mencionada Cooperativa, en especial al MSc. Carlos Hugo ROMAN JERI, por haberme prestado una generosa ayuda en el desarrollo de este trabajo de investigación como Co-asesor.
- A los trabajadores de la Cooperativa Agraria Cafetalera Perené C.A.C., por las experiencias compartidas durante el desarrollo de la investigación.

RESUMEN

El tiempo de secado del café (*Coffe arábica*) se evaluó en diferentes variantes de un prototipo de secador solar tipo invernadero, el primero trabajó como invernadero, el segundo trabajó además con un extractor de aire con energía proveniente de un panel solar, el tercero similar al segundo con la adición de lámparas incandescentes como calefactores que funcionaban en la noche, comparándolos con el secado tradicional (piso de cemento). El café pergamino oreado por 6 horas con una humedad inicial de 48.8%, se secó tomando datos de pérdida de peso cada 2 horas, las curvas de secado muestran tiempos de 54, 58 horas (aproximadamente tres días) y 112 horas (aproximadamente 5 días) en el secador T3, T2 y T1 respectivamente, con temperatura de 50°C y humedad relativa de 63 - 60 %, el secado tradicional empleó 198 horas (más de 9 días), con temperatura de 40°C, humedad relativa de 75% aproximadamente. La calidad fisicoquímica del café pergamino seco fue: humedad de 11.59 – 11.84%, acidez de 1.19 -1.29% de ácido málico, pH de 5.9 – 6.25. La evaluación de catación se realizó según normativa de la (SCAA), el mejor tratamiento fue el obtenido en el secador tipo invernadero con extractor más calefactores con 84.25 puntos clasificada como “ejemplar regional plus”, seguido del secador con extractor con 83.50 y secador tipo invernadero con 82.00 puntos, clasificándose ambos como “especialidad” con una descripción de “muy bueno”, el secado tradicional alcanzó 80 puntos clasificado como “calidad usual buena” con descripción de “bueno”; microbiológicamente respecto a moho, levaduras, *Escheria Coli*, y ocratoxina A se obtuvo como resultados que no contienen carga microbiana que alteren la calidad sensorial del café.

Palabras clave: café pergamino, secadores tipo invernadero, tiempo.

ABSTRACT

The drying time of the coffee (Coffe arábica) was evaluated in different variants of a prototype of a greenhouse-type solar dryer, the first worked as a greenhouse, the second also worked with an air extractor with energy from a solar panel, the third similar to the second with the addition of incandescent lamps as heaters that worked at night, comparing them with traditional drying (cement floor). Parchment coffee aired for 6 hours with an initial humidity of 48.8%, was dried taking data on weight loss every 2 hours, the drying curves show a time of 54 and 58 hours (approximately three days), 112 hours (approximately 5 days) in T3, T2 y T1 respectively, with a temperature of 50 ° C and relative humidity of 63 – 60 %, the traditional drying used 198 hours (more than 9 days), with a temperature of 40 ° C, relative humidity of approximately 75 %. The physicochemical quality of the dry parchment coffee was: humidity of 11,59 –11,84 %, acidity of 1,19-1,29 % of malic acid, pH of 5,9 – 6,25. The cupping evaluation was carried out according to the regulations of the (SCAA), the best treatment was obtained in the greenhouse-type dryer with extractor plus heaters with 84,25 points classified as "regional plus exemplar", followed by the dryer with extractor with 83,50 and type dryer. greenhouse with 82,00 points, both being classified as "specialty" with a description of "very good", traditional drying reached 80 points classified as "usual good quality" with a description of "good"; Microbiologically, with respect to mold, yeast, Escheria Coli, and Ochratoxin A, results were obtained that do not contain microbial load that alter the sensory quality of coffee.

Keywords: Parchment coffee, greenhouse dryers, time, sensory analysis.

INTRODUCCIÓN

La producción de café (*Coffea arábica*) en el Perú es de gran importancia para la economía, convirtiéndose en uno de los principales productos de agro exportación, que genera divisas y fuente de empleo; actualmente se cultivan en Junín 107,904 ha, reconocidos por la producción de café de alta calidad en cuanto al perfil y de algunas características como: calidad de taza, acidez y sabor balanceado, que concuerda con los microclimas, temperaturas y altura (1400 - 1800 msnm), contribuyendo a incrementar las ventas al exterior, siendo los principales destinos de exportación EE.UU, Alemania, Bélgica, Suecia y Canadá (INEI, 2012).

El mecanismo de secado del grano de café es más complicado que el de cualquier otro grano, y la variable que influye en el proceso es el control de la temperatura durante el secado, ya que se han demostrado daños estructurales en la semilla cuando se utilizan temperaturas demasiado altas lo que lleva a un deterioro en la calidad del café en taza por salidas de lípidos que pueden oxidarse y causar sabores a rancio; a su vez cuando se utilizan temperaturas demasiado bajas pueden ocurrir sobre-fermentaciones indeseadas que generan sabores a sucio y a vinagre (Cruz, et al., 2010).

La forma tradicional del secado de café pergamino en la provincia de Chanchamayo es al aire libre sobre patios de cemento (64 %), mantada (24%), plásticos o calaminas (MINCETUR, 2016) exponiéndolos a la intemperie por lo que se ven afectados por polvo, sobrecalentamiento, degradación por radiación ultravioleta, llovizna y rehumidificación por sobre exposición durante varios días a los rayos directos del sol (Besora, 2017), indicando además que es necesario extraer aproximadamente entre 43% a 48% de agua en relación con su peso total, un grano con una humedad mayor al 12% favorece la germinación de hongos.

Durante los días lluviosos los productores amontonan y cubren con plásticos los granos de café pergamino dándole condiciones a los hongos de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* que producen (OTA) ocratoxina, micotoxinas que ocasionan graves peligros para la salud, estas se producen por las condiciones de la actividad del agua presentes en el café mojado (Peraica, et al., 1999).

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
INTRODUCCIÓN.....	v
ÍNDICE.....	vii
CAPÍTULO I.....	1
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	2
1.3. Formulación del problema.....	3
1.3.1. Problema general.....	3
1.3.2. Problemas específicos.....	3
1.4. Formulación de objetivos.....	3
1.4.1. objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. Justificación de la investigación.....	4
1.6. Limitaciones de la investigación.....	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes de estudio.....	6
2.2. Bases teóricas - científicas.....	10
2.3. Definición de términos básicos.....	39
2.4. Formulación de hipótesis.....	40
2.4.1. Hipótesis general.....	40

2.4.2. Hipótesis específicas.....	40
2.5. Identificación de variables	40
2.6. Definición operacional de variables e indicadores.....	42
CAPÍTULO III	43
METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	43
3.1. Tipo de investigación	43
3.2 Nivel de investigación	43
3.3. Métodos de investigación.....	44
3.4. Diseño de investigación	44
3.5. Población y muestra	46
3.6. Técnicas e instrumento de recolección de datos	47
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	48
3.8. Tratamiento estadístico	53
3.9. Orientación ética filosófica y epistémica	55
CAPÍTULO IV	56
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	56
4.1. Descripción del trabajo de campo	56
4.2. Presentación, análisis e interpretación de los resultados.....	57
4.3. Prueba de hipótesis.....	75
4.4. Discusión de resultados.....	75
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Producción de café en la provincia de Chanchamayo</i>	9
Tabla 2. <i>Requisitos generales del café pergamino</i>	14
Tabla 3. <i>Composición química del café pergamino</i>	15
Tabla 4. <i>Tamaño de granos según zarandas o tamices del 1264” a20/64”</i>	17
Tabla 5. <i>Clasificación de los granos de café según color</i>	18
Tabla 6. <i>Clasificación de los granos de café según grados de calidad</i>	23
Tabla 7. <i>Requisitos microbiológicos para frutos secos y semillas</i>	27
Tabla 8. <i>Operacionalización de variables e indicadores</i>	42
Tabla 9. <i>Características fisicoquímicas del grano de café oreado</i>	57
Tabla 10. <i>Parámetros de tiempo, temperatura y humedad relativa durante el proceso de secado</i>	59
Tabla 11. <i>Características fisicoquímicas del grano de café después del secado</i>	65
Tabla 12. <i>Rendimiento del grano de café oro verde</i>	66
Tabla 13. <i>Calidad física del grano seco de café en los diferentes secadores y en el secado tradicional</i>	68
Tabla 14. <i>Puntuación según norma SCAA de los granos de café secos en diferentes secadores y en el tradicional</i>	70
Tabla 15. <i>Promedio de puntuaciones de la calidad sensorial del grano seco de café en los diferentes secadores y en el tradicional</i>	71
Tabla 16. <i>Características microbiológicas en los granos de café secos</i>	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Partes de la semilla de café cereza	13
Figura 2 Ámbitos de temperatura – tiempo de exposición del café	35
Figura 3 Curva del secado	36
Figura 4 Velocidad de secado.....	37
Figura 5 Diagrama de descripción del secado de los granos de café pergamino	44
Figura 6 Diagrama de flujo de análisis físico	50
Figura 7 Curva de secado del grano de café en diferentes periodos para los diversos tipos de secadores en estudio	63
Figura 8 Curva de velocidad de secado del grano de café en diferentes periodos para los diversos tipos de secadores en estudio	64
Figura 9 Granulometría de los granos de café oro.....	67
Figura 10 Gráfico de tela de araña con los puntajes de la taza de café	72
Figura 11 Secado en piso de cemento (tradicional).....	78
Figura 12 Secador tipo invernadero utilizado en la investigación.....	79
Figura 13 Panel solar fotovoltaico para el funcionamiento de los calefactores y del extractor de aire del secador tipo invernadero.....	80

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

Mayormente el secado de los granos de café se realiza en forma tradicional exponiéndolo al sol, proceso que dura aproximadamente de 5 a 7 días en condiciones de sol regulares y en días lluviosos hasta 12 días, para lograr una humedad de 12,5 %; y las formas típicas y generalizados de este sistema consiste en el uso de tendales, tarimas sin techo, mantada, plásticos e incluso piso de cemento, condiciones que exponen a los granos a la contaminación por excretas de los animales, polvo, emisiones de humo, basura y los combustibles es decir, blanco de los agentes físicos y bióticos que va en desmedro de las condiciones inocuas del producto y la pérdida de la calidad del mismo y por ende de egresos.

Además, durante los días lluviosos los productores amontonan y cubren con plásticos los granos de café pergamino dándole condiciones a los hongos de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* que producen (OTA) ocratoxina, micotoxinas que estos ocasionan graves peligros para la salud. Estas se producen por las condiciones de la actividad del agua presentes en el café mojado (Peraica, et al., 1999).

Por lo tanto, el tipo de secado tradicional no garantiza la obtención de grandes lotes de café uniformes en calidad e inocuidad para el mercado exterior cada vez más exigente, frente a esta problemática se propone utilizar tecnologías innovadoras como son los diferentes prototipos de secadores solares que mejoren el procesamiento primario del café pergamino, en cuanto al tiempo de secado, manteniendo la calidad e inocuidad de los granos.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

Investigación realizada en el secador tipo invernadero ubicado en Marankiari – Perene y en el patio de cemento de la Cooperativa Agraria Cafetalera Perene, Provincia de Chanchamayo y Región Junín.

1.2.2. Delimitación temporal

La investigación se desarrolló durante los meses de abril del 2019 a diciembre del 2019.

1.2.3. Delimitación de contenido

La investigación se limita al uso de granos de café pergamino, su secado y evaluación de sus características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológico.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuáles serán los efectos de los diferentes prototipos de secadores solares sobre la calidad e inocuidad de los granos de café pergamino?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuánto será el tiempo de secado del café pergamino utilizando tres prototipos de secadores solares?
- ¿Cuáles serán las características físicas y sensoriales de los granos de café pergamino secados en los tres prototipos de secadores solares?
- ¿Qué microorganismos contaminantes se presentarán en los granos de café pergamino secado en los tres prototipos de secadores solares?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. objetivo general

Evaluar los efectos de los diferentes prototipos de secadores solares sobre la calidad e inocuidad de los granos de café pergamino.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar el tiempo de secado del café pergamino utilizando tres prototipos de secadores solares.
- Evaluar las características físicas y sensoriales de los granos de café pergamino secados en los prototipos de secadores solares.

- Determinar los microorganismos contaminantes presentes en los granos de café pergamino secado en los tres prototipos de secadores solares.

1.5. Justificación de la investigación

El sistema de secado del café en la provincia de Chanchamayo se realiza tradicionalmente en tendales de cemento (64 %), mantada (24%), plásticos o calaminas (MINCETUR, 2016) operación que resulta barato para los productores cafetaleros pero que al momento de vender su producto estos pasan por diversos análisis organolépticos, sensorial, calidad en taza y rendimiento en físico llegando de acuerdo a su control de calidad a un 78 % de puntaje en taza, y en rendimiento en físico en 76 %, estando por debajo del promedio de los cafés especiales, consiguiendo precios poco favorables y ocasionando desmotivación en los productores de café.

Por otro lado, al permanecer los granos dentro de los secadores solares se evitará durante los periodos de lluvias darle las condiciones adecuadas para la proliferación de microorganismos, es decir, además de secar los granos de café también se inhibiría el desarrollo de hongos que producen toxinas como la ocratoxina A (OTA) es la más importante dada su frecuencia y toxicidad (Peraica, et al., 1999).

Los prototipos de secadores tipo invernadero usaron calefactores internos con extractor de humedad para secar el café pergamino, utilizando para ello paneles solares fomentando el aprovechamiento de la radiación solar como energía limpia, y además la reducción del tiempo de secado contribuirá a que más productores se beneficien con este sistema y tengan mayor

disponibilidad de tiempo para otras actividades, además lograran lotes de café más uniformes, de mejor calidad e inocuidad, exigida por los mercados externos, con los que podrán obtener mejores precios por sus cafés.

1.6. Limitaciones de la investigación

Falta de catadores expertos para el análisis sensorial, sin embargo, estas limitaciones se superaron con el servicio de un catador profesional subvencionado por la CAC Perené.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Camacho y Ramírez (2015), en su trabajo de investigación “*Diseño de un secador para café mediante el calentamiento del aire en dos etapas utilizando energía solar*”, señalan que para comparar el secado del café con un café gourmet que destaque en el mercado internacional se tiene que evitar disminuir la calidad del grano durante el secado, usar energía renovable disminuyendo la huella ecológica, por lo que con el uso de una cámara de secado se puede aumentar la temperatura de secado y reducir la humedad relativa, lográndose un grano sin maltrato, sin contaminación del medio que los rodee, con disminución del espacio de secado, aumentando en un 58% la disponibilidad de energía. El sistema es capaz de procesar 24 000 kg de granos de café, disminuye el área de secado de 320 m² a 132 m² aumentando en un 60% de rendimiento de producción, reduciendo la humedad del café de 53% a 12% en base húmeda.

Henaó, Perdomo y Cuellar (2009), en su trabajo de investigación *“Diseño de un equipo para secado mecánico de café y su evaluación a partir de la construcción de un modelo a escala 1:5”* indican el equipo diseñado es de tipo silo, con este tipo de secador de café se tiene la ventaja que se necesita menor espacio, es desarmable, disminuye la mano de obra, mejora la calidad de los granos secos y utiliza menor tiempo de secado; el equipo tiene dos cámaras separadas por una compuerta, es manejable el flujo de aire a través de las cámaras para lograr la homogeneidad de la humedad del grano, la descarga de los granos secos es muy práctico ya que se puede inclinar las camas de secado hasta en 38°. El silo secador tiene una capacidad de 2340 kg., consta de un motor eléctrico monofásico de 2.5 HP, es capaz de reducir la humedad de los granos de 50.61 % a 10.09 %, la temperatura del aire de secado tiene un promedio de 46.67°C con un tiempo de secado de 28 horas, con un espesor de capa de grano de 40 cm.

Cruz et al. (2010), en la investigación titulada *“Guía técnica de construcción y funcionamiento de secadoras solares tipo domo”* indican que este documento cuenta con lineamientos para construir secadores solares de café tipo domo con utilización de los rayos solares como energía limpia, lográndose granos limpios, sin polvo ni contaminaciones y sin basura, además que protege a los granos de las lluvias que podrían afectar la calidad final con la aparición de características físicas y químicas indeseables; disminuye el trabajo físico en un 50 % y el tiempo de secado en un 40%. El tipo de material que se utiliza garantiza una vida útil de 8 años, pero que el nailon que se usa como cubierta se debe de cambiar cada 3 años, teniendo cuidado de evitar rayones o cortadas. Dentro del domo no se debe de interrumpir la circulación del aire, nunca se debe de cerrar por completo las

compuertas, se debe evitar la condensación para que no caigan gotas de agua sobre el café, el inconveniente es que depende directamente de las condiciones ambientales. Este tipo de secador puede ser utilizado para otras actividades como el secado de otro tipo de granos como maíz, frijol, semillas o deshidratar frutas.

Gonzales (2016) en la investigación “*Evaluación del desempeño de un secador operado con energía solar y biogás para remoción de humedad en granos de café*”, manifiesta que se modificó al secador solar incorporándole unos quemadores de bioagas que se ubicaron en la parte posterior y paralelo al colector solar de tal manera que se mantiene la temperatura constante todo el tiempo en que se realiza el secado de los granos de café; comparando ambos secadores, el híbrido que combina energía solar y utilizando cuando no hay energía solar suficiente los quemadores de biogás es el más eficiente, la temperatura alcanzada es de 66 °C a comparación del secador solar con solo 41 °C ya que está en función al clima y la radiación solar; estadísticamente se encontraron diferencias significativas entre ambos secadores en cuanto a la temperatura y la reducción de tiempo de secado es aproximadamente 50 horas, ya que el sin quemador utiliza entre 58 a 34 horas para el secado y el híbrido entre 6 a 4 horas, por lo que es más eficiente el secador híbrido por alcanzar mayor velocidad y menor tiempo de secado de los granos de café.

Sánchez y Gahona (2018) en la investigación “*Prototipo secado y volteo de cafés especiales aprovechando las energías renovables*”, indican que es posible ensamblar un prototipo de secador solar con un sistema de volteo “uña de volteo” para evitar pisar los cafés durante el volteo, evitando granos pelados,

resquebrajados, contaminados, aplastados; además para obtener mejores granos secos en menor tiempo se utiliza energía solar, este prototipo incluye tuberías de intercambiador de calor para la energía obtenida de biomasa que calienta el aire en las noches y el secador trabaje las 24 horas, además se incluyen ventiladores por lo que el secado es constante, controlado, lográndose una ganancia de tiempo y reducción de defectos en taza.

Roa y Ortega (2011), en su trabajo de investigación *“Diseño y construcción de un secador solar por convección de aire caliente automatizado de pequeña escala, para el secado de café para la Universidad Nacional de Loja”* señalan que el secado de los granos de café sobre el piso y exponiéndolos al sol hacen que se produzcan pérdidas y que la calidad del producto disminuya, la alternativa es usar un secador solar con aire caliente por convección lográndose un producto con mejores propiedades físicas y químicas. El secador solar consta de un colector solar de placa plana de aluminio de 1.5 m², un microcontrolador PIC16F877, que exporta los datos de los sensores cada 30 minutos y los visualiza en Excel mediante labvie, seca aproximadamente 12 kg de café húmedo, utiliza un monitoreo automatizado, está en función a la temperatura del medio ambiente y estado de la luminosidad del sol, con este equipo colector se consigue un incremento de temperatura de secado de 12 °C a comparación de secadores por convección forzada que solo logra un incremento de 4°C, utilizando un área de 1 m³ para la cámara de secado, se logra disminuir a 12 % la humedad del grano en 3 días.

Mamani (2015) en la investigación *“Determinación comparativa de tiempo de secado de café (Coffea arábica L.) en dos tipos de secadores solares en el Valle de*

Sandia- Puno” indica los tipos de secadores puestos a prueba es con colector solar y el otro sin colector, siendo el primero el que dio mejores resultados alcanzando temperaturas de hasta 51°C cuando se realizaba en días soleados reduciendo el tiempo de secado a tres días y además en este tipo de secador se logró el mejor puntaje en el perfil de taza de café con un puntaje en acidez de 8.58, pero en los otros atributos como aroma, sabor y cuerpo no hubo diferencia estadística.

Prada et al. (2019) en la investigación “*Efectividad de un Proceso de Secado de Café usando Secadores Solares con Sistema de Flujo de Aire Continuo Impulsado por Energía Fotovoltaica, en la Región San Martín, Perú*” indican que utilizaron un secador solar tipo invernadero con sistema de flujo de aire continua utilizando energía fotovoltaica, el secado de grano se redujo a cinco días, los granos de café son de buena calidad, el proceso consiste en captar y utilizar la energía solar captada por dos paneles solares de 150 WP; la velocidad del viento viene a ser una variable importante para este proceso, por lo que se utilizó un ventilador de 220 watt logrando una velocidad del viento de 0.29 m.s⁻¹ lográndose eliminar el vapor de agua mucho más rápido.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. Producción de café en Junín

Según MINCETUR (2016), el sector cafetalero de la selva central se ubica entre altitudes que van desde los 600 hasta los 2000 msnm. Cuenta con gran cantidad de cultivos como plátanos, cítricos piñas, café entre otros. En la siguiente tabla se detalla los principales distritos con la mayor cantidad de cultivos de café.

Tabla 1

Producción de café en la provincia de Chanchamayo

Departamento	Provincia	Distrito	Superficie de cultivo café (Ha)	Distribución porcentual
Junín	Satipo	Mazamari- Pangoa	23 223,30	<5,5%
Junín	Chanchamayo	Pichanaki	20 528,64	4,8%
Junín	Chanchamayo	Perené	18 593,15	4,4%
Junín	Satipo	Río Negro	9 385,91	2,2%
Junín	Satipo	Río Tambo	9 245,60	2,2%
Junín	Satipo	Satipo	9 180,56	2,2%
Junín	Chanchamayo	San Luis de Shuaro	3 990,63	0,9%

Fuente: MINCETUR (2016).

2.2.2. El café (*Coffea arábica L.*)

A. Origen y taxonomía

Coffea arábica L., es el nombre científico que recibe el árbol de café, se originaria del Lejano Oriente, Etiopía y Sudán, lugares donde todavía se encuentra áreas que muestran el estado semi-silvestre de esta planta, bajo sombra de vegetación arbórea, en tierras situadas por encima de los 1000 m de altitud. Al Perú se introdujo en 1838, resultando en el primer centro de producción de café a escala

comercial en el valle de Chanchamayo, en la Región de la Selva Central por el año 1876. Poco tiempo después se establecieron otros centros de producción cafetalera de menor extensión en los Valles de la Convención en Cusco y Chinchao en Huánuco (Figueroa, 1983).

Según Sotomayor (1993), el café *Coffea arábica L.* es ubicado en el siguiente orden taxonómico:

Reino	:	<i>Vegetal</i>
División	:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	:	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	:	<i>Rubiales</i>
Familia	:	<i>Rubiaceae</i>
Sub familia	:	<i>Ixoroideae</i>
Tribu	:	<i>Coffeae</i>
Género	:	<i>Coffea</i>
Especie	:	<i>C.arabica L.</i>

B. Características del fruto

El fruto del cafeto es una drupa que contiene 2 semillas, las que se encuentran separadas por el tabique interno del ovario. El color verde del fruto, según su maduración, cambia a verde amarillento y posteriormente a rojo vinoso. La cereza

o baya del café está formada por una piel (exocarpio), cuyo cambio en el color indica su evolución y que recubre la pulpa (mesocarpio) de naturaleza mucilaginosa, que encierra en ella normalmente dos semillas pegadas por su parte plana y recubiertas por una capa de coloración amarilla conocida como pergamino y finalmente está cubierto con una delgada membrana de tonalidad plateada (Prieto, 2002).

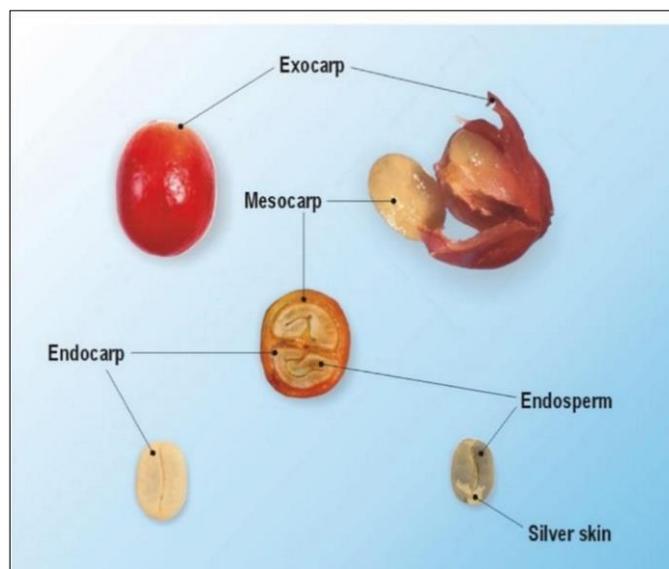


Figura 1 Partes de la semilla de café cereza

Fuente: Prieto (2002).

C. Descripción del café pergamino

Según el CENICAFE (1998), hace notar que una cáscara delgada de color amarillo pálido, el pergamino; rodea ligeramente a cada uno de los dos granos de café. A la cáscara apergamizada está adherida una capa gomosa, delgada y resistente, la

almendra está recubierta por una membrana plateada fina. En la siguiente tabla se presentan los requisitos generales del café pergamino.

Tabla 2

Requisitos generales del café pergamino

Requisitos	Parámetro
Humedad	10-12.5%
Granos defectuosos	Máximo 5.5%
Materia extraña y/o impurezas	Máximo 0.5%
Estado Sanitario	Libre de todo insecto vivo y/o muerto, hongos y contaminantes sensorialmente perceptibles.
Color	Debe presentar uniformidad de color característico de un café correctamente beneficiado.
Olor	Debe estar libre de olores extraños o de cualquier tipo contaminante. Debe tener olor fresco, característico, por lo tanto, no debe aceptarse el café con olores extraños, tales como: mohoso, terroso, avinagrado, productos derivados del petróleo, etc.
Prueba de taza	Debe tener sabor y aroma característico y estar libre de sabores extraños como: fermento, producto químico moho, guardado.

Fuente: NTP 209.310 (2008).

D. Composición química del grano de café

El café se compone químicamente de agua y materia seca, la materia seca de los granos de café almendra está constituida por minerales y por sustancias orgánicas que son los carbohidratos, los lípidos, las proteínas, los alcaloides como la cafeína y la trigonelina, así como, por ácidos carboxílicos y fenólicos y también por compuestos volátiles que dan el aroma al grano almendra (Puerta, 2011).

Tabla 3

Composición química del café pergamino

Contenidos	Cantidad
Agua (%)	12
Azúcares (%)	50
Grasa (%)	20
Proteínas (%)	11
Aminoácidos libres (%)	0.7
Minerales, vitaminas y ácidos (%)	5
Componentes no nutritivos (%)	1.30

Fuente: Córdor (2007).

E. Beneficio del café

Besora (2017), menciona que el beneficio es todo el proceso que se realiza para obtener cafés uniformes y de alta calidad, este proceso está conformado por varias etapas que se explica a continuación:

- **Cosecha:** Consiste en el recojo de los granos de café completamente maduros, haciendo uso de sacos o canastas para evitar dañar el producto. La temporada de cosecha se produce entre los meses de junio y agosto.
- **Rebalse:** Consiste en vaciar todos los granos de café cosechados a una tina llena de agua, de manera que los granos de café vacíos por dentro “rebalsen” o “floten” en el agua, para después separarlos y desecharlos.
- **Despulpado:** Consiste en separar la cáscara o pulpa del grano del café el mismo día de la cosecha (recomendado), haciendo uso de una máquina despulpadora.
- **Zarandeo:** Consiste en la separación de los granos de café no despulpados.
- **Fermentado:** Es un proceso por el cual se descompone el mucilago mediante la fermentación natural en la que actúan bacterias, Leboclaeros y Hasgocicle. Se realiza en tanques de cemento, en cajones de madera, o en sacos. El tiempo requerido para este proceso oscila entre 24 y 36 horas.
- **Lavado:** Consiste en extraer completamente el mucilago del grano y seleccionar los granos por densidad al momento del lavado, haciendo uso de agua limpia, ya que el uso de agua sucia o reciclada puede deteriorar la calidad en taza del café.
- **Secado:** Consiste en eliminar el contenido de agua del grano de café del 52% de humedad hasta llegar al 10% ó 12% de humedad. Esta etapa es una de las más importantes, ya que se requiere un buen secado para mantener la calidad del grano durante el tiempo que sea necesario, mientras se logra comercializar. Cabe resaltar que un café pergamino, haciendo uso de un método de secado artesanal al aire libre, tarda en secar 5 a 12 días, dependiendo de la radiación.
- **Almacenado y transporte a los centros de acopio:** En este proceso no se debe almacenar ni transportar el café junto a sustancias contaminantes, ya sean

abonos, gasolina, o algún tóxico; ya que el café absorbe todo lo que está a su alrededor.

2.2.3. Características de calidad del grano del café

A. Características físicas: granulometría

Entre las características físicas se encuentran: tamaño, aspecto del café en oro, color en oro y tostado, aspecto externo y abertura de la hendidura del grano. El tamaño de grano (granulometría) se determina utilizando tamices con diferentes diámetros.

Este se expresa en porcentaje de grano de oro por clase de tamiz (Geel, et al., 2005).

Tabla 4

Tamaño de granos según zarandas o tamices del 12/64" a 20/64"

Zaranda Número	Tamaño en Milímetros
20/64"	7.94
19/64"	7.54
18/64"	7.14
17/64"	6.75
16/64"	6.35
15/64"	5.95
14/64"	5.57
13/64"	5.16
12/64"	4.76

Fuente: Geel, et al. (2005).

B. Características físicas: clasificación según color

Consiste en seleccionar los granos de café después del secado, debe procurarse que los granos secos tengan un color verde azulado o verde claro, pues ello asegura la calidad con una humedad del 10% al 12%; por lo tanto, los demás deben ser descartados (Guerrero et al., 2012).

Tabla 5

Clasificación de los granos de café según color

Color	Calificativo
Verde grisáceo/azulado	Muy bueno
Verde claro	Bueno
Ligeramente pálido	Corriente
Blanquecino	bajo

Fuente: Guerrero et al. (2012).

C. Características físicas: Defectos del café

NTP N° 209.027 (2007), menciona que los defectos en los cafés especiales son producidos en el campo y debido a un deficiente proceso del grano de café maduro y mayormente se clasifican cualitativamente. NTP ISO 3509 (1998), describe a los defectos que se originan en el fruto de café:

- **Fragmento de cáscara (*husk fragment*):** fragmento de la envoltura exterior seca

(Pericarpio).
- **Fragmento de pergamino (*piece of parchment*):** fragmento del endocarpio seco

(Pergamino).
- **Concha (*Shell*):** grano deforme el cual presenta una cavidad. Nota: en el Perú se utiliza el término “oreja”
- **Fragmento de grano (*bean fragment*):** parte de un grano de café de un volumen inferior al medio grano.
- **Grano quebrado (*broken bean*):** parte de un grano de café de volumen igual o superior al de medio grano.
- **Grano deforme (*malformed bean*):** grano de café cuya forma anormal lo hace claramente distinguible.
- **Grano dañado por insectos:** grano de café dañado interior o exteriormente por el ataque de insectos.
- **Grano infestado por insectos vivos:** grano de café el cual contiene uno o más insectos vivos en cualquier estado de desarrollo.
- **Grano infestado por insectos muertos:** grano de café el cual contiene uno o más insectos muertos o fragmentos de insectos.
- **Cerezo seco (*dried cherry*):** fruto seco de la planta de café el cual comprende sus envolturas externas y uno o más granos.

- **Grano en pergamino (*bean in parchment*):** grano de café envuelto completamente o parcialmente en su pergamino (endocarpio) después del pilado.
- **Grano negro (*black bean*): Externamente e internamente:** más de la mitad de su superficie interior y exterior es de color negro; **Externamente:** grano de café que en más de la mitad de su superficie externa es de color negro.
- **Grano parcialmente negro (*partly black bean*):** Nota: El término “grano seminegro” se utiliza con frecuencia. **Externamente e internamente:** grano de café del cual la mitad o menos de la mitad de su superficie externa e interna es de color negro. **Exteriormente:** grano de café del cual la mitad o menos de la mitad de su superficie externa es de color negro.
- **Grano inmaduro (*immature bean; quaker bean*):** grano de café no maduro, el cual frecuentemente presenta una superficie rugosa.
- **Grano esponjoso (*spongy bean*):** grano de café de consistencia similar a la de un corcho, es decir, cuyos tejidos pueden hundirse por la presión de la uña, y generalmente es de color blancuzco. Nota: este tipo de grano no se considera defecto en el caso de un grano de café monzón.
- **Grano blanco ligero; grano flotante (*white low density bean; floater bean*):** grano de color blanco muy ligero y de una densidad bastante inferior a la de un grano sano. Nota: este tipo de grano no se considera defecto en el caso de un grano de café monzón.
- **Grano de café hediondo (*stinker bean*):** grano de café que, habiendo sido recientemente cosechado, despide un olor muy desagradable, puede tener un color marrón claro, rojizo interiormente y con un sabor agrio luego del tostado y de la infusión.

- **Grano agrio o fermentado (*sour bean*):** grano de café deteriorado por un exceso de fermentación, de color marrón claro, rojizo interiormente y con un sabor agrio luego del tostado y de la infusión.
- **Grano jaspeado (*blotchy bean; spotted bean*):** grano de café que presenta manchas irregulares de coloración verdosa, blanquecina o a veces, amarillenta.
- **Grano marchitado (*withered bean*):** grano de café con apariencia rugosa y de volumen ligero.
- **Grano mohoso (*mouldy bean*):** grano de café el cual presenta zonas mohosas o evidencias de ataque fungoso, visibles a simple vista.
- Grano mordido durante el despulpado (*pulper-nipped bean*): **grano de café** procesado por vía húmeda, cortado o magullado durante el despulpado, el cual muestra frecuentemente manchas marrones o negruzcas.

D. Características físico químicas del café pergamino

Mamani (2012) nos dice que las características que debe tener el café pergamino

son:

- Olor característico de un café pergamino fresco, libre de olores extraños o de cualquier otro tipo de impurezas.
- Color uniforme, característico de un café pergamino fresco correctamente beneficiado.
- Libre de todo insecto, hongos y contaminantes.
- Factor de rendimiento menos o igual a 120 kilos de pergamino por saco de 70 kilos de excelso libre de defectos, cisco e impurezas.

- Humedad entre el 10% y el 12%.
- Grano pelado: Se admite hasta el 2% en masa de granos pelados sin endocarpio, con base en pergamino.
- Café en cáscara o bola: Se admite hasta 3% en masa de café en cáscara o bola, con base en pergamino.
- Granos defectuosos: admite hasta el 5.5% de grano defectuoso en más, con base en café verde.
- Materia extraña: Se admite hasta el 0.5% en masa de materia extraña y/o impurezas.
- Estado sanitario: El café debe estar libre de todo insecto vivo y/o muerto, hongos y contaminantes sensoriales perceptibles.
- Color: El café pergamino debe presentar uniformidad de color característico de un café correctamente beneficiado.
- Olor: El café pergamino debe estar libre de olores extraños o de cualquier tipo de contaminante. El café debe tener un olor fresco característico, por lo tanto, no debe aceptarse el café con olores extraños, tales como: mohoso, terroso, avinagrado, productos derivados del petróleo.
- Prueba de taza: El café deberá tener sabor y aroma característicos y estar libre de sabores extraños como: fermento, producto químico, moho y guardado.

E. Clasificación de los granos de café por grados

Según la NTP 209.027 (2007), el estado sanitario del café verde debe estar libre de todo insecto vivo y/o muerto, y mohos y contaminantes sensorialmente perceptibles. Se establece la clasificación del café verde de acuerdo a los requisitos siguientes.

Tabla 6

Concepto	CLASIFICACIÓN				
	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	GRADO 4	GRADO 5
Descripción general	Compuestos por granos de café lavado de cosecha nueva, sumamente bien desarrollado, beneficiado y procesado. Café mantenido en buena forma, producido en una zona de estricta altura, de olor estrictamente fresco y color homogéneo. Bueno a excelente calidad de taza, cumpliendo con todos los requisitos específicos de sabor	Compuesto por granos de café lavado de cosecha actual. Café de altura, de olor fresco y color homogéneo. Buena calidad de taza. Sin embargo, no cumple con todos los requisitos de un café de grado 1. Ausencia de característica típica incapaz de caracterizar mezclas. Compuestos	Compuestos por granos de café lavado y/o natural de periodo de la cosecha actual. Calidad mediana de taza. Café cuya calidad original ha empezado a deteriorarse, por ejemplo, no siendo completamente fresco y/o no bien beneficiado o procesado. Café que hasta cierto punto le falta características de sabor básico (debido al tiempo de la cosecha o a café de zona baja) sin llegar a ser claramente defectuoso	Todos los cafés lavados y o naturales que han sido afectados por el deterioro de envejecimiento (cosecha vieja/pasada) o deterioro por mal beneficio o proceso, almacenamiento inadecuado y/o deficiencias en el transporte, mostrando sabor a madera o sabores similares no deseados a una magnitud moderada	Cafés lavados y naturales que exhiben defectos de sabor como, por ejemplo: sabor fermentado, mohoso, terroso, fenólico, sumamente viejo, etc. Cafés que exceden la máxima cantidad de defectos de taza permitida según las especificaciones.

Humedad	de 10-12.5%				
Granulometría	Mínimo: 50% encima de la malla; Máximo: 5% debajo de la malla 14				Ningún límite
Defectos	Máximo 15	Máximo 23	Máximo 30	Máximo 35	Máximo 40
Estado fitosanitario	El café debe estar libre de todo insecto vivo y/o muerto, mohos, y contaminantes sensorialmente perceptibles				
Prueba de taza	Acidez marcada. Aroma intenso y bueno/ típico. Absolutamente libre de fermento o cualquier otro sabor a madera. Buen cuerpo.	Acidez buena. Aroma bueno. Absolutamente libre de fermento o cualquier otro sabor indeseable, incluyendo el sabor a madera. Cuerpo medio.	Acidez media. Aroma mediano. Libre de fermento cualesquiera características sucias, mohosas, terrosas o características “verdes” muy fuertes. Cuerpo medio. Acidez	Acidez mediana. Libre de características de sabor mohoso, fermentado u otros defectos graves de taza (por ejemplo: fenólico).	Ningún requisito específico sobre acidez, aroma o cuerpo. La intensidad sensorial de los defectos no debe exceder un nivel fuerte.

Clasificación de los granos de café según grados de calidad

Fuente: NTP 209.027 (2007).

F. Evaluación organoléptica del café pergamino almacenado

Quipes (2011) menciona que para realizar la evaluación organoléptica de la calidad de taza de café los parámetros principales utilizados son los siguientes:

- **Fragancia/Aroma:** los aspectos aromáticos incluyen la fragancia (definida como el olor del café de la muestra molida cuando todavía está seca) y el aroma (el olor del café mezclado con agua caliente). El aroma del café es captado por los receptores olfáticos durante la catación. Estas características se deben a los aceites esenciales contenidos en la almendra. El aroma es catalogado tanto cuantitativa como cualitativamente. Un aroma delicado, fino, fragante y penetrante caracteriza un buen café.
- **Acidez:** Los sabores ácidos los percibimos principalmente en sustancias que son ácidas. Estos compuestos contienen átomos de hidrógeno, que son los principales responsables de dicho sabor. Cuando se mezcla la sustancia que contiene el ácido con agua (recuérdese que para que las papilas gustativas reaccionen, las sustancias tienen que estar húmedas), en general desprenden algunos de sus átomos de hidrógeno. Por ejemplo, el ácido cítrico que existe en la naranja, el limón, etc., tiene un sabor ácido muy pronunciado. Otro ejemplo es el caso del vinagre, que está compuesto de ácido acético.
- **Sabor:** El Sabor representa la característica principal de café, "las notas de medio alcance" las primeras impresiones dadas por la aroma y acidez a su resabio final. La cuenta dada al Sabor debe justificar la intensidad, la calidad y la complejidad de su sabor y el aroma combinados, que se

experimenta cuando el café es sorbido con ruido en la boca para implicar vigorosamente el paladar entero en la evaluación.

- **Cuerpo:** La calidad del Cuerpo se basa sobre la sensación táctil del líquido en la boca, especialmente como es percibido entre la lengua y el paladar. La mayoría de las muestras con cuerpo pesado pueden recibir una cuenta alta en términos de la calidad debido a la presencia de coloides (de infusión). Sin embargo; algunas muestras con el cuerpo más ligero pueden dar también una sensación agradable en la boca.
- **Postgusto:** Se refiere a la armonía de todos los aspectos de sabor, acidez y cuerpo de la muestra trabajando juntos y complementándose o contrastándose uno al otro. Si la muestra no tiene ciertos atributos de aroma o sabor o si algunos atributos se abruma u opacan, la cuenta del Postgusto y balance se reduciría.

G. Requisitos microbiológicos del café verde

El grano de café por su contenido en carbohidratos, proteínas, lípidos y algún micro elemento proporciona a los microorganismos los requerimientos nutritivos para su desarrollo. El café pergamino llega al sitio de almacenamiento con una carga microbiológica que ha adquirido durante el proceso de beneficio (Rivera, 2016).

Uno de los principales procesos en la obtención del café es el secado, la humedad influye en su almacenado. Muchos microorganismos atacan el grano si éste está excesivamente húmedo, lo dañan y deterioran su aspecto. El secado rápido del café recién recolectado evita el crecimiento de hongos y la producción de Ocratoxina A. Consiste básicamente en disminuir la humedad de valores alrededor del 55%, a valores próximos al 12%. Un buen secado dará características a los granos que afectan a la calidad del café, como pueden ser: apariencia en oro, uniformidad de color, peso justo y sabor (Besora, 2017).

Según NTS N° 071- MINSA/DIGESA (2008), establece parámetros microbiológicos para las semillas secas (castañas, maní, café, pecanas, nuez y almendras, otros). En la siguiente tabla se observan los requisitos microbiológicos para los frutos secos y semillas.

Tabla 7

Requisitos microbiológicos para frutos secos y semillas

Agente Microbiano	Categoría	Clase	n	C	Limite	or g
					p m	M
Mohos	3	3	5	1	10 ²	10 ³
Levaduras	3	3	5	1	10 ²	10 ³
Escherichia coli	5	3	5	2	10	10 ²

Fuente: NTS N°071-MINSA/DIGESA (2008).

- **Mohos:** Se emplea para describir ciertos hongos multicelulares que forman un entramado filamentosos conocido como micelio, se compone de filamentos individuales llamados hifas. Pueden crecer sumergidos en el alimento o superficialmente, en cuyo caso el crecimiento se caracteriza por su aspecto veloso o algodonoso (Rivera, 2016).
- **Levaduras:** La mayoría de las levaduras son hongos unicelulares microscópicos, que no forman micelio, se presentan como células simples, tienen formas redondeadas, ovoide o elongada, siendo relativamente constante para la misma especie (Rivera, 2016).
- **Escherichia:** es huésped constante del intestino del hombre y de los animales de sangre caliente. Por su especificidad está considerado como un buen índice de contaminación fecal. Tiene el inconveniente de vivir poco tiempo en el ambiente extraentérico, por lo que su presencia en alimentos indica contaminación reciente (Rivera, 2016).

2.2.4. Tipos de secado

CENICAFÉ (2004), señala que existen, básicamente muchas alternativas para realizar el secado del café:

- **Secado en forma natural artesanal:** Son simples y fáciles de construir; su costo es bajo y los materiales de construcción se encuentran fácilmente en la localidad.

La principal ventaja es su bajo costo, ya que no necesita instalaciones especiales (sólo la plataforma de secado o patios a base de cemento), y no utiliza combustibles ni electricidad. La principal desventaja es la pérdida de calidad en muchos productos, lo que puede tornarlos inservibles.

- **Secado natural con techo.** Son una forma muy práctica para utilizar la radiación solar y la energía del aire en el secado del café. Consiste en un techo plástico transparente y una estructura rustica en caña guayaquil de forma parabólica, la cual es construida con el de proteger el café de agentes externos frecuentes como la lluvia.
- **Secado en patios de cemento:** el uso de los patios de cemento para el secado del café es el sistema tradicional y el más conocido entre los productores de café, aunque también puede observarse en raras ocasiones, el secado sobre nylon de polietileno.
- **Secado en carros o silos:** son cajones montados en una estructura que puede ser de madera o de hierro.
- **Secado artificial o mecánico:** se utilizan corrientes de aire generadas con un ventilador, es decir, con ventilación forzada. Puede también, calentarse dicho aire para secar más rápidamente. Se debe tener en cuenta, como se ha comentado anteriormente, no superar nunca los 60 °C.
- **Secado en secador parabólico:** estas estructuras en la parte inferior tienen una plancha de cemento cubierta de un techo plástico, usada para pequeños caficultores.

A. Fases del secado del café

Besora (2017) nos dice que el procesamiento de secado se clasifica en diferentes

fases:

- **Oreado:** secado de la humedad superficial entre los granos y la superficie del pergamino. Se pasa del 55% de humedad a valores de 48%.

- **Presecado:** se evapora el agua que se encuentra entre el pergamino y el grano, y en los poros del grano, reduciendo la humedad hasta un 32%.
- **Secado:** se elimina el agua ligada al grano. Se llega a los valores de 12,5%. Esta fase a diferencia de las anteriores, no depende de las condiciones exteriores, como son la temperatura, el caudal de aire y la humedad relativa, sino que está determinada por el movimiento de humedad dentro del grano.

B. Secadores solares

Roa y Ortega (2011) indican que dos son los elementos básicos de un secador solar: el colector, donde la radiación calienta el aire y la cámara de secado, donde el producto es deshidratado por el aire caliente que la atraviesa. Dichos elementos pueden diseñarse de diferentes formas para integrarse a diferentes equipos de secado solar.

- **Secador indirecto:** En este tipo de secador, el colector y la cámara de secado están separados. El aire es calentado en el colector y la radiación no incide sobre el producto colocado en la cámara de secado. La cámara de secado no permite la entrada de la radiación solar. Este secador es esencialmente un secador convectivo convencional sobre el cual el sol actúa como fuente energética. Los secadores directos difieren de los indirectos en la transmisión de calor y la separación de vapor. Los secadores directos difieren de los indirectos en la transmisión de calor y la separación de vapor.
- **Secador solar directo:** En esta variedad de secador, el colector y la cámara de secado, pueden juntarse, en cuyo caso la cámara que contiene el producto también cumple la función de colector recibiendo la

radiación solar, la radiación solar es absorbida por el propio producto, resultando más efectivo el aprovechamiento de la energía para producir la evaporación del agua. Esto se debe a que la presión de vapor en la superficie del producto crece por la absorción de radiación solar. Por lo tanto, el gradiente de presiones de vapor entre producto y aire se hace mayor y se acelera el secado.

- **Secador mixto:** Son aquellos donde la colección de radiación se realiza tanto en el colector solar previo a la cámara de secado como en la misma cámara de secado, presenta varias ventajas; en primer lugar, el control del proceso es más simple (sobre todo en el caso de secadores con circulación forzada de aire). Es fácil de integrar una fuente auxiliar de energía para construir un sistema híbrido. El tener una cámara de secado separada de los colectores facilita la manipulación del producto y las labores de carga y descarga. Una desventaja de este tipo de secadores es el hecho de que, al añadir el colector previo a la cámara para recolectar energía solar, el tamaño del equipo y sus costos aumentan. Una segunda desventaja es que para evaporar la misma cantidad de agua se necesita mover más kilogramos de aire a mayor temperatura que en el caso de los secadores directos.

C. Secador solar tipo invernadero

Es una de las alternativas viables para el secado natural en zonas climáticas de alta precipitación. La implementación de esta tecnología busca reducir costos de producción, mantener la calidad e inocuidad del producto final, mejorar la apariencia y menos daño físico al café pergamino seco. Donde se controla la temperatura, la humedad y otros factores ambientales para

favorecer el proceso de secado de café, aprovechando el efecto producido por la radiación solar. Para realizar el manejo y el mantenimiento de las secadoras solares tipo invernadero se debe tener en consideración los siguientes aspectos:

- Colocar un termo higrómetro dentro de la secadora, esto nos permitirá monitorear constantemente las condiciones de temperatura y humedad relativa.
- Para un mejor aprovechamiento del calor dentro de la secadora mantenerla cerrada; para lograr una alta temperatura y baja humedad relativa, lo que permitirá reducir el tiempo de secado.
- El café deberá llegar a la secadora solar preferentemente oreado, ya sea en el patio o en secadora estática, esta práctica es muy importante ya que si no se cuenta con las condiciones de clima adecuadas la humedad superficial del grano provocará generación de moho, afectando la calidad e inocuidad del café.
- Es muy importante realizar movimientos al café por lo menos cada hora, lo cual permitirá un secado uniforme.
- Para realizar el movimiento del café en las parihuelas, se recomienda utilizar un rastrillo de madera con tapones de PVC en cada uno de los dientes, esto ayudará a no dañar la malla de las parihuelas.
- Al finalizar el proceso de secado se recomienda bajar la temperatura del grano, esto se logra al sacar las parihuelas de la secadora y ventilarlas antes de ser colocadas el café en los costales.

- La temperatura óptima del grano para su almacenamiento es de 25 grados centígrados, caso contrario el café mantiene alta temperatura dentro del saco lo

que provoca envejecimiento prematuro, afectando la calidad de taza (Sánchez y Zavala, 2013).

2.2.5. Secado de los alimentos

Son ampliamente conocidas las ventajas de los alimentos deshidratados ya que al reducir el contenido de humedad de ellos se previene el crecimiento de microorganismos y se minimizan las demás reacciones que los deterioran, también el secado de los alimentos reduce su volumen y peso lo que influye en una reducción importante de los costos de empaque, almacenamiento y transporte. Los productos secos además permiten ser almacenados a temperatura ambiente por largos períodos de tiempo. El agua se elimina de los alimentos por medio del proceso de difusión a través de la estructura interior del alimento sólido. El movimiento del agua líquida es seguido por la evaporación de la misma en algún punto del alimento, para lo cual es necesario el calor, por lo tanto, el proceso de secado es en sí un transporte simultáneo de masa y calor (Estrada y Luis, 2006).

A. Contenido de humedad en el grano

El secado de sólidos incluye dos procesos fundamentales y simultáneos: la transferencia de calor, que permite la evaporación del líquido, y la

transferencia de masa, que permite la difusión del líquido dentro del sólido y del vapor de la superficie al ambiente. Los factores que regulan las velocidades de este proceso determinan la rapidez o el índice de secado (Geankoplis, 1998). El procedimiento típico consiste en determinar el contenido de humedad (ecuación 1) y graficar este en función del tiempo; posteriormente, obtener valores del contenido de humedad con respecto al tiempo (dX/dt) y así calcular la velocidad de secado usando la ecuación 2.

$$x = \frac{W - W_s}{W_s}$$

$$nw = \frac{ws}{A} \frac{dx}{dt}$$

Donde:

X = contenido de humedad (gramos humedad/gramos sólido seco)

W = peso del sólido húmedo

Ws = peso del sólido seco,

nw = velocidad de secado (masa/tiempo x área)

A = área de la superficie expuesta al secado.

B. Curva de secado

IICA (2010) indica que el café puede tolerar altas temperaturas al inicio del secado dado que se encuentra muy húmedo y que el producto no se dañará.

A mayor cantidad de agua libre en los granos la temperatura debe ser baja,

debido a que la expulsión de agua por evaporación está en razón directa con la cantidad de calor dado al sistema de secado. El agua en el grano está ejerciendo una acción disolvente de las sustancias fácilmente solubles del mismo; al aplicarle calor a un grano demasiado húmedo, la temperatura del agua aumenta considerablemente y su acción de disolución se hace mayor; esta agua por translación sale hacia afuera con las sustancias disueltas en ella. A medida que el café va perdiendo su agua de capilaridad, el arrastre de sustancias fácilmente solubles en agua caliente va siendo menor, pudiéndose entonces elevar lentamente la temperatura de secado. Es importante indicar que la temperatura de secado (del aire de secado) no es igual a la temperatura del café. La primera corresponde al aire que pasa por el café y que ingresa a la cámara de secado y la segunda es la temperatura que alcanzan los granos en esta etapa. Esto es importante aclararlo, ya que la temperatura del café varía de un método de secado a otro, aun cuando se utilice la misma temperatura de secado. También hace referencia a una aproximación para los tiempos máximos que se puede dejar el café a diferentes temperaturas de secado.



Figura 2 Ámbitos de temperatura – tiempo de exposición del café

Fuente: IICA (2010).

Las curvas de secado son representaciones gráficas de cómo cambia la relación de humedad a través del tiempo, cuando el material es sometido a un procedimiento de secado. Las curvas de mayor interés en la descripción de cinética de secado son: la humedad libre vs tiempo y la velocidad de secado vs humedad libre (Akpinar, 2006).

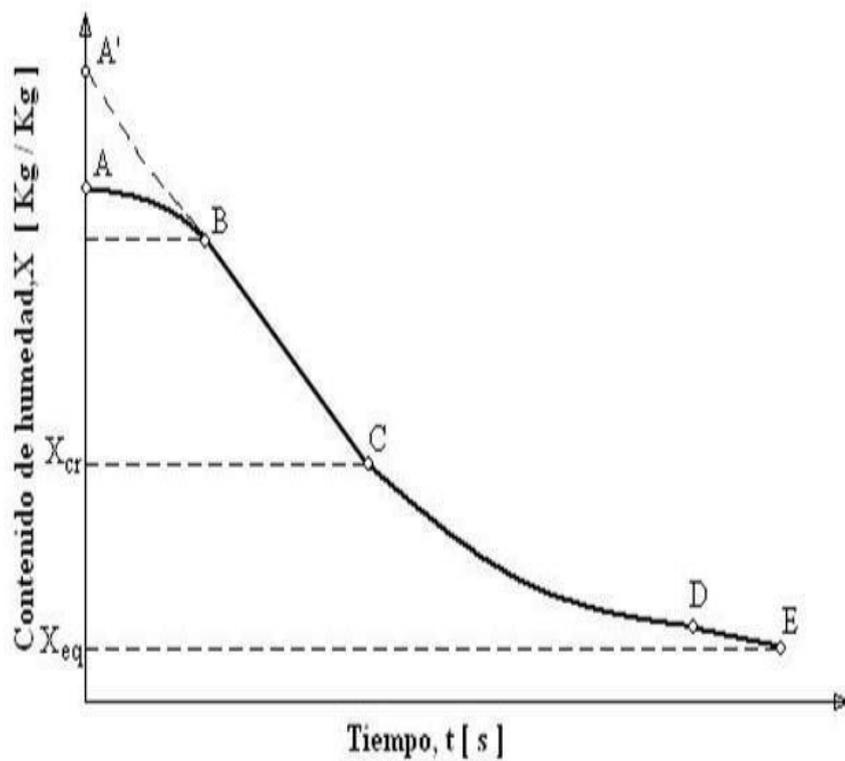


Figura 3 Curva del secado

Fuente: Akpinar (2006)

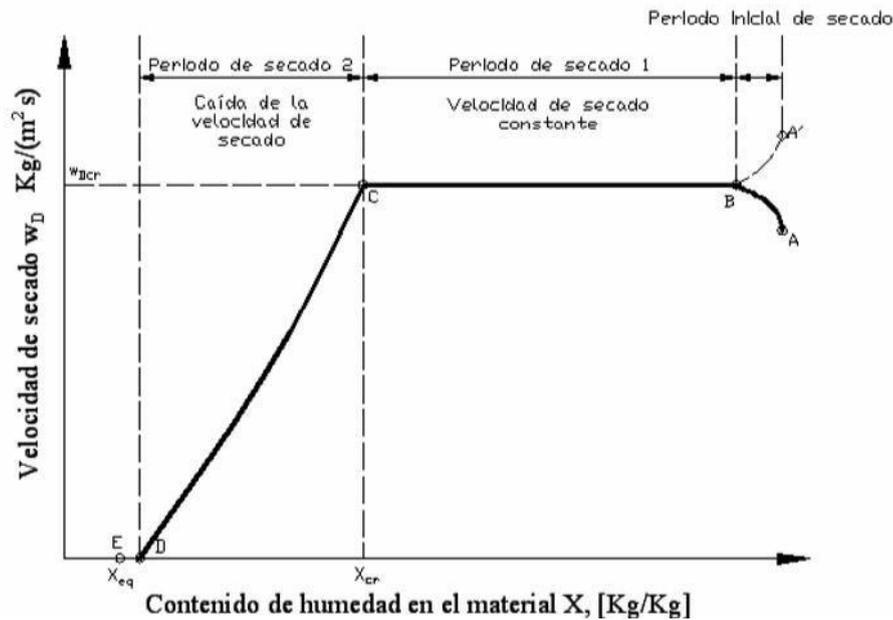


Figura 4 Velocidad de secado

Fuente: Treybal (1980).

Las curvas de secado mostradas incluyen los siguientes periodos de desecación (Treybal, 1980):

- **Etapa A-B:** es una etapa de calentamiento (o enfriamiento) inicial del sólido normalmente de poca duración en la cual la evaporación no es significativa por su intensidad ni por su cantidad.
- **Etapa B-C:** es el llamado primer periodo de secado o periodo de velocidad de secado constante, donde se evapora la humedad libre o no ligada del material y predominan las condiciones externas. En este periodo el sólido tiene un comportamiento no higroscópico.
- **Etapa C-D:** es el segundo periodo de secado decreciente, donde se evapora la humedad ligada del material y predominan las condiciones internas o las características internas y externas simultáneamente.

- **Etapa D-E:** en esta etapa la evaporación ocurre desde el interior del sólido y ocurre hasta que no existe secado adicional.

C. Velocidad de secado

En el proceso de secado, la velocidad de secado es de gran importancia porque está íntimamente relacionada con la calidad del producto final. Las variables que influyen en la velocidad de secado son:

- Naturaleza del material: Es indudable que los materiales de acuerdo a su composición interior presentan diferentes velocidades de secado y en consecuencia las curvas que describen en proceso de secado son diferentes.
- Temperatura del aire: Al aumentar la temperatura del aire de secado la velocidad de secado será mayor y la pendiente de las curvas aumentan, esto si no se modifica ninguna otra variable.
- Velocidad másica del aire: Al aumentar la velocidad del aire, la velocidad de secado aumenta, aunque nada tiene que ver la velocidad del aire sino su capacidad para transferir masa, función que es dependiente de la humedad relativa y la humedad absoluta.
- Humedad absoluta del aire: Al aumentar la humedad absoluta del aire disminuye la velocidad de secado.
- Tamaño de partícula del sólido: La velocidad de secado es inversamente proporcional al tamaño de las partículas, esto debido a que al ser las partículas más pequeñas el área que tiene contacto con el aire aumenta y aumenta así el calor que se transfiere (Akpinar, 2006).

2.3. Definición de términos básicos

- **Secado:** Es uno de los métodos más antiguos utilizados por el hombre para conservar alimentos y también con el propósito de disminuir el peso y el volumen de los mismos, lo que resulta en ahorro en costos de envase y transporte, requerimientos mínimos de almacenamiento y además los costos de distribución se reducen.
- **Secador solar:** son aparatos que aprovecha la energía solar para calentar aire, provocando por convección, una corriente de aire caliente que pasa entre los productos colocados en su camino, secándolos, y arrastrando la humedad al exterior por una chimenea.
- **Secadores tipo invernadero:** Es una de las alternativas viables para el secado natural en zonas climáticas de alta precipitación. La implementación de esta tecnología busca reducir costos de producción, mantener la calidad e inocuidad del producto final, mejorar la apariencia y menos daño físico al café pergamino seco. Donde se controla la temperatura, la humedad y otros factores ambientales para favorecer el proceso de secado de café, aprovechando el efecto producido por la radiación solar.
- **Calidad de granos de café:** La calidad de un café puede significar diferentes cosas para diferentes personas por ejemplo contenido de humedad, apariencia, presencia de materiales extraños, tamaño, color y el olor del grano en pergamino; y tostado, constituyen su calidad física; resultado del control que se haya logrado en el cultivo, la cosecha, el beneficio, la trilla y el secado para la comercialización y valoración del café.

- **Evaluación sensorial:** Se realiza a través de la prueba de catación, para descubrir las bondades y defectos organolépticos de una determinada muestra de café y consiste en la degustación del café, en la que se determinan propiedades, como la acidez, aroma, sabor, cuerpo y defecto en taza.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Los diferentes prototipos de secadores solares de café mejoran la calidad e inocuidad de los granos de café reduciendo el tiempo de secado.

2.4.2. Hipótesis específicas

- Es factible lograr un prototipo de secador óptimo que reduzca el tiempo de secado de los granos de café.
- Los prototipos de secadores solares mejoran las características sensoriales y propiedades físicas del café secado en los prototipos de secadores.
- Es posible mejorar las características microbiológicas de los granos de café secado en los prototipos de secadores solares.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variables Independientes

Prototipos de secadores solares

- Primer prototipo: consta de un secador tipo invernadero con respiraderos en la parte basal y superior cerrado con plástico transparente y resistente

a UV; en el interior se encuentran parihuelas tipo mesa de dos pisos donde se colocará los granos de café, con puertas automáticas.

- Segundo prototipo: Similar al primero con adaptación de un equipo tipo extractor de humedad, el movimiento de este extractor funciona con energía acumulada por paneles solares.
- Tercer prototipo: similar al segundo, pero acondicionando de un equipo tipo calefacción interno que son lámparas incandescentes que trabajaban en las noches, todos los equipos funcionaron con energía acumulado por paneles solares.
- Secado Tradicional: Piso de cemento.

2.5.2. Variables dependientes

- Tiempo de secado
- Calidad física de los granos de café
- Calidad sensorial y/o catación del café
- Calidad microbiológica

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 8

Operacionalización de variables e indicadores

VARIABLES INDICADORES Independiente

Prototipos de secadores solares

- | | |
|-----------------|---|
| - Prototipo (1) | Secador tipo invernadero con parihuelas tipo mesa de dos pisos. |
| - Prototipo (2) | Secador tipo invernadero más equipo tipo extractor de humedad. |
| - Prototipo (3) | Secador tipo invernadero en la que además del equipo extractor de humedad se adaptó lámparas incandescentes como equipo de calefacción. |

Dependiente

- | | |
|--|--|
| Tiempo de secado de los granos de café | Cada 2 horas (volteo y pesado), para calcular la pérdida de peso |
| Calidad física | Porcentaje de humedad, número de defectos según SCAA, granulometría de los granos seco |
| Calidad sensorial | Según norma SCAA |
| Calidad microbiológica | Numeración de mohos, numeración de levaduras, numeración de <i>Escherichia coli</i> , Ocratoxina |
-

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Aplicativo.

3.2 Nivel de investigación

La investigación es del nivel **correlacional**, “tienen como finalidad conocer la relación o grado de asociación que existen entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto particular” (Hernández-Sampiere & Mendoza, 2018, p. 109).

El **nivel relacional**, “no son estudios de causa y efecto; solo demuestra dependencia probabilística entre eventos” (Supo, 2012, p. 5).

3.3. Métodos de investigación

Investigación experimental: donde se manipula una o más variables para determinar cómo esta manipulación afecta el resultado, mientras se mantiene constante otras variables.

3.4. Diseño de investigación

Se evaluaron tres prototipos de secadores solares utilizándose granos de café pergamino escurrido y oreado que se colocaron en parihuelas tipo mesa, donde se evaluó el tiempo de secado y se comparó con el secado tradicional.

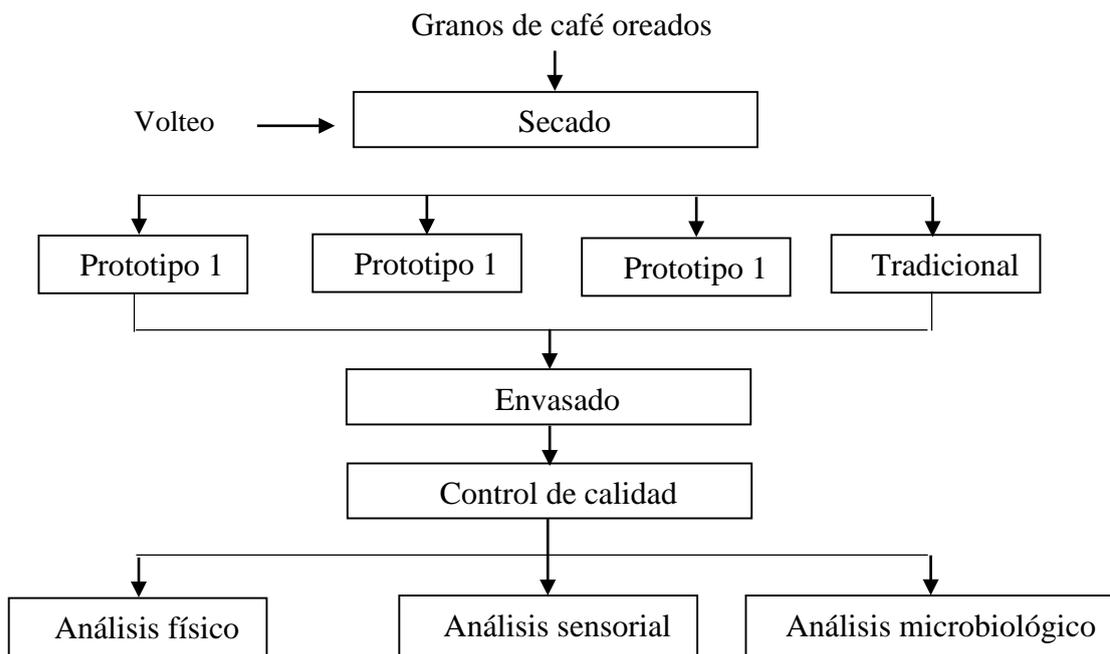


Figura 5 Diagrama de descripción del secado de los granos de café pergamino

Características de los secadores tipo invernadero

Los controles de secado de los granos de café pergamino húmedo, se llevaron a cabo en el prototipo tipo invernadero construido por la Cooperativa Agraria

Cafetalera “Perene” y fueron las esposas de los miembros de esta cooperativa la que realizaban el beneficio húmedo y lo enviaban a Marankiari donde se encuentra el secador, cuyas características se describen a continuación.

- **Primer prototipo:** secador tipo invernadero con respiraderos en la parte basal y superior cerrado con plástico transparente y resistente a los rayos UV; en el interior se encuentran parihuelas tipo mesa de dos pisos donde se colocaron los granos de café, con puertas automáticas.

Estructura de la secadora

- Forma: Ovalada
- Capacidad: 10 quintales de 60 Kg.
- Material: plásticos transparentes resistentes a UV de grado 10.
- Dimensiones del secador: Largo 8 m; Alto 4.5 m; Ancho 4 m.

Estructura de la parihuela

- Dimensiones de las parihuelas tipo mesa: 1.50 m de altura; Largo 8 m; Ancho 1.50 m, con estructura metálica de $\frac{1}{4}$.
 - 1 metro de altura de separación del primer piso, 50 cm de separación del segundo piso de las parihuelas.
 - Con espacio mínimo de 50 cm para división de las parihuelas.
 - Capacidad: en cada parihuela se colocan 30 kg de café pergamino húmedo, considerando dos niveles de parihuelas.
- **Segundo prototipo:** secador tipo invernadero similar al primero en la que se le adaptó un equipo tipo extractor de humedad en la parte superior del domo, el ingreso de aire y movimiento interno de todos los equipos funcionan con energía acumulada por los paneles solares.

- Sistema mecanizado
Conformado por un panel solar, regulador, batería y convertor que harán funcionar el extractor de aire y lámparas incandescentes gracias a la energía captada, según los requerimientos de la investigación.
- **Tercer prototipo:** secador tipo invernadero similar al segundo, con adaptación adicional de equipos tipo calefacción interno (lámparas incandescentes) que colgaban del techo del secador, funcionan con energía acumulada por los paneles solares.

B. Característica del secado tradicional

El piso de cemento de 15 m x 10 m, tiene una antigüedad de más 10 años, por lo que se encuentra gastada, se encuentra ubicada a los costados de las oficinas de la CAC Perene – Chanchamayo, como no cuenta con un techo se utilizó mantadas de plástico para tapar los granos durante las noches hasta alcanzar la humedad deseada.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Constituidos por los cafetales de los socios de la CAC Perené, cultivos ubicados entre los 1000 a 1200 msnm., distrito de Perené (Marankiari).

3.5.2. Muestra

Aproximadamente 180 kg de granos lavados y oreados (15 kg por 4 tratamientos y 3 repeticiones), se trabajó con la parihuela que se encuentra en la parte superior.

3.6. Técnicas e instrumento de recolección de datos

3.6.1. Técnica de recolección de datos

- Documentos de investigación y bibliografía.
- Laboratorio de análisis de alimentos, para análisis fisicoquímicos de materia prima y terminada
- Laboratorio de control de calidad de la CAC Perene, para análisis sensorial y físico de producto terminado.
- Cuaderno, lapiceros.

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos

- Equipo completo de panel solar y almacenador de energía
- Tres prototipos de secadores solares (con estructura metálica y tubos galvanizados).
- Parihuelas capacidad 30 kg.
- Sistema de calefacción, lámparas incandescentes de 24 voltios.
- Sistema con extractor de humedad, MXAMT-002, 5 HP, 15.2 amperios
- Termo higrómetro digital, mide niveles variables de la temperatura y humedad en ambiente interiores, rango de temperatura -30 a 65°C (interno), -40 a 125°C (externo); humedad relativa interno y externo de 0-100%; a pilas.
- Balanza digital capacidad 2.kg /0.01 g
- Balanza reloj cap. 10 kg/1 g

- Medidor de Humedad para grano de café. Marca Wile coffe/cocoa, Modelo G-600, calibración y ajuste automático por operación.
- Tostadora de café, Modelo ERT-15 Marca IMSA
- Trilladora de grano de café (Marca SIEMENS, tipo 1RF3 054-4YC31)
- Molino de café: Marca ZanESCO (Made in Germany)
- Selladora para bolsas (polipropileno, polietileno).
- Equipo de titulación de acidez, Cap. 500 ml/ 25 ml- Hidróxido de sodio 0.1 N
- Peachimetro, Checker Hanna, rango 0 -14 pH
- Clasificador granulométrico, mallas inox de 20 x 20 con marco de madera, de 7 tamices, rango de 5.57 a 7.94 mm.
- Cafetera, tazas, tetera, jarra eléctrica, cucharilla, etc.
- Mesa para catación - Vasos de precipitación.
- Vasos pírrex.
- Tablero de calificación

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.7.1. Materia prima: granos de café oreados

- Acidez: método de titulación visual con NaOH 0.1 N y expresada como porcentaje de ácido láctico.
- pH: método potencio métrico a través del uso del potenciómetro y lectura directa.
- Humedad: Método gravimétrico, según la técnica 934.06 de la AOAC (1990).

3.7.2. En el proceso de secado

- Tiempo de secado: con un cronómetro digital, cada dos hora - Temperatura de secado: con un termo hidrómetro.
- Humedad relativa de la cámara: con un termo hidrómetro.
- Humedad del grano: en un principio cuando los granos tienen alta humedad mediante método gravimétrico y posteriormente con equipo detector de humedad en granos.
- Curva de secado. Las curvas se hicieron con los datos de tiempo y pérdida de peso de los granos que se obtuvieron cada dos horas, contando para ello con una balanza 0.00 – 2.00 kg para ello se colocó en la parihuela de secado que estaban en los secadores tipo invernadero una bandeja hecha de malla de metal, una cantidad de 2 kg de granos oreados para todos los tratamientos.

3.7.3. En el producto final (grano seco).

A. Calidad fisicoquímica

- Acidez: método de titulación visual con NaOH 0.1 N y expresada como porcentaje de ácido málico.
- pH: método potencio métrico a través del uso del potenciómetro y lectura directa.
- Humedad: lectura directa con el equipo determinador de humedad marca WILE

COFFE.

B. Calidad física

Se expresa en grados según la Norma SCAA, para ello debe someterse a dos tipos de análisis: el físico y el sensorial, para ello se usaron las fichas que se muestra en el anexo 5.

- Calidad física:

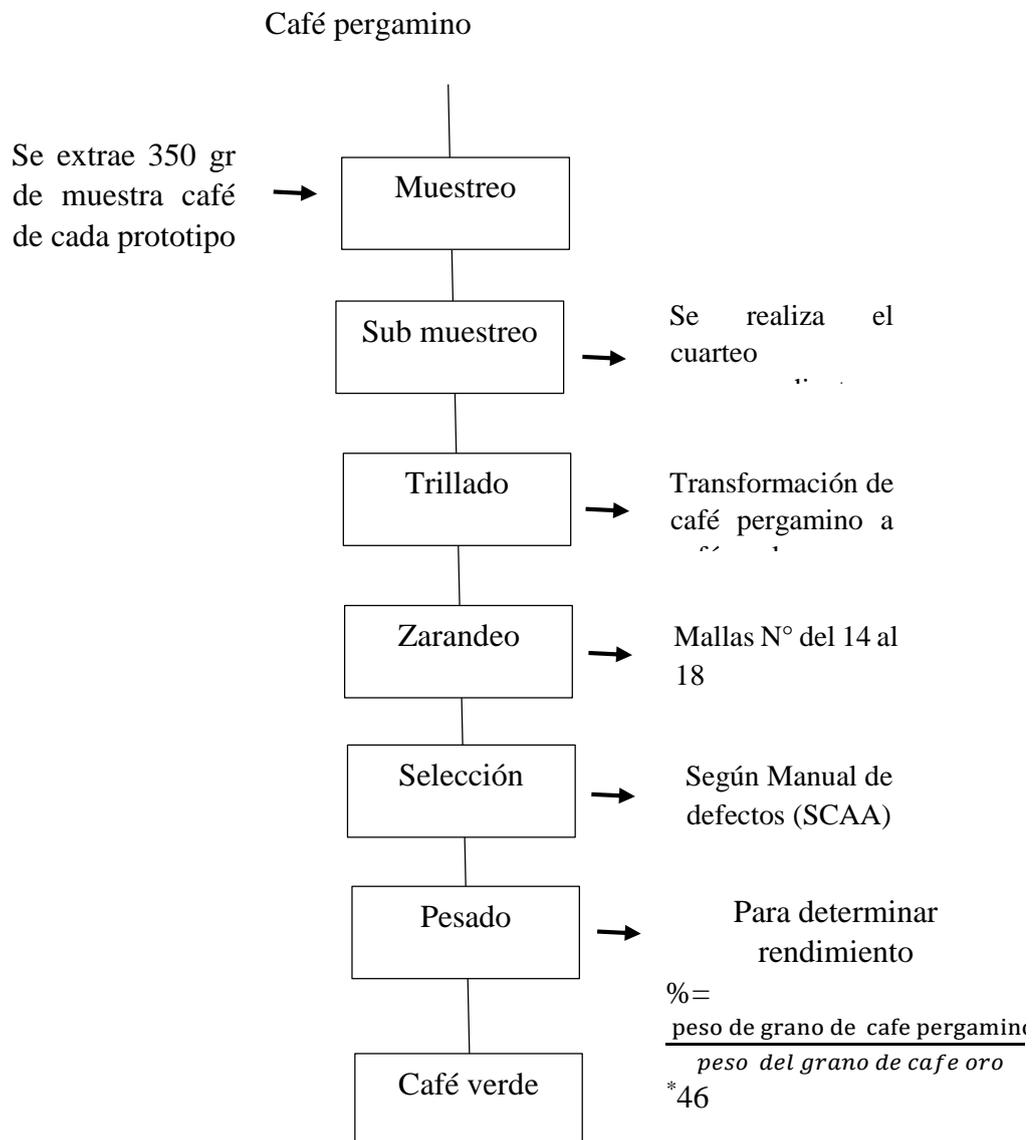


Figura 6 Diagrama de flujo de análisis físico

Descripción de las operaciones

- **Muestreo:** Se obtuvo de las muestras de café pergamino de cada tratamiento.
- **Sub muestreo (Cuarteo a mano):** Consistió en mezclar las muestras y extenderla sobre la mesa de trabajo dándole en cuanto sea posible una forma circular; luego con una regla de tamaño adecuado y bordes redondeados se divide en dos partes iguales y a continuación en cuatro, del cual se obtiene 350 gramos de café pergamino.
- **Trillado:** consistió en quitar la cáscara o pergamino del café sin triturlarla, obteniendo el café verde o café oro.
- **Zarandeo:** una vez obtenido el café verde se sometió a un zarandeo utilizando, las mallas N° 14 al 18, los granos que no pasan serán granos seleccionados para catación.
- **Selección:** se realizó con la finalidad de separar todos los defectos del 1er, 2^{do} grupo y brocados presentes en los granos de café pergamino como fueron grano negro total o parcial, decolorado reposado, decolorado ámbar o mantequilla, cardenillo, cristalizado, decolorado sobre secado, mordido o cortado, picado por insectos entre otros.
- **Pesado:** consistió en pesar los granos buenos que se quedaron en la zaranda y granos defectuosos, para poder determinar el porcentaje de rendimiento.
- **Café verde:** se realizó con la finalidad de obtener un café verde limpio sin defectos ni ninguna presencia de materia extraña, para realizar los diferentes análisis como:

rendimiento, granulometría y número de defectos, que se detallan a continuación:

B.1. Calidad física: rendimiento

- **Rendimiento:** El rendimiento, se determinó pesando 350 gramos de café pergamino, se trillaron y se separaron la cascarilla o cisco y se obtuvo el café verde oro, se pesó y se calculó por la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso de grano de café pergamino}}{\text{Peso de grano café oro}} \times 46 \dots\dots\dots (1)$$

Donde 46 (kg de café bueno oro) es el estándar nacional para un quintal de café oro (López, et al., 2016).

B.2. Calidad física: granulometría

- **Granulometría:** Se define como el procedimiento de partición de un lote de granos para la medición del tamaño del grano de café verde, se utilizan zarandas con perforaciones redondas con numeraciones consecutivas del 14 al 18. Tabla 4.

B.3. Calidad física: Número de defectos

- **Número de defectos:** Según el número de mallas se dividió en dos grupos, el primero cuyos granos quedaron en las mallas 18 al 15, y segundo grupo cuyos granos quedaron en las mallas por debajo de 14, en cada uno de ellos se realizó la numeración de defectos y se califica según tablas indicadas en el anexo 1 (1a y 1b).

C. Calidad sensorial

Se realizó a través de la prueba de catación, que consiste en la degustación del café; en un tiempo de 30 minutos exactamente, ésta es estrictamente controlada por los catadores. El catador nos informó que sigue las recomendaciones de catar en las primeras horas del día cuando el sentido del gusto esté libre de contaminantes, para apreciar y degustar con mayor claridad los atributos y/o defectos que el café posee. El objetivo de la catación es evaluar las características, atributos, defectos, contaminaciones, etc., en una taza de café, pero también ayuda a definir la limpieza de la misma. La forma de catar nos sirve para registrar los 10 atributos del sabor del café. Las variables a analizar y la calificación se observan en el anexo 2.

D. Calidad microbiológica de los granos

Se tuvo en cuenta la NTS N°071-MINSA/DIGESA (2008) quien establece parámetros microbiológicos para las semillas secas (castañas, maní, café, pecanas, nuez y almendras, otros). Tabla 7.

3.8. Tratamiento estadístico

Los resultados del secado se evaluaron mediante análisis de varianza ANVA con un nivel de confianza al 95% para determinar diferencias de tiempo entre tratamientos. El modelo estadístico utilizado fue:

$$Y_{ijk} = U + T_j + E_{ijk}$$

Y_{ijk} = Variable dependiente o respuesta individual

U = Media general

T_j = Prototipos de secadores ($j = 1, 2, 3, 4$)

E_{ijk} = Error experimental

Para el procesamiento de los resultados se utilizó la estadística descriptiva haciendo uso del programa Excel para presentar los resultados fisicoquímico, a fin de obtener promedios, construir las tablas y gráficos, para la elaboración de las curvas de secado se utilizó fórmulas matemáticas, como las siguientes:

Masa de agua = Peso inicial del grano húmedo/ peso final

% humedad en base húmeda = masa de agua x 100/ peso inicial

% humedad en base seca = masa de agua /peso inicial

Velocidad de secado = (peso inicial – peso final) / tiempo

Los datos de evaluación sensorial proporcionados por el catador profesional fueron promediados y consolidados en tablas y gráficos a fin de poder discutir los resultados de cada tratamiento.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

En el trabajo de investigación se comprobó la funcionalidad de tres prototipos de secadores solares para el proceso de secado del café pergamino para fines de comparación, no está sujeto restricciones de tipo ético, ambiental, aplicado a la manipulación de personas o animales en experimentación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

Los granos de café ya despulpados, fermentados y lavados son puestos en costales de plástico para ser transportados desde las parcelas procedente de las diferentes zonas altas del distrito de Perene que pertenecen de la Cooperativa Agropecuaria

Warmi Cunapa “Cawacu” hasta Marankiari donde se encuentra el prototipo que se va a experimentar; los granos pergamino húmedo (mote), cuyo tiempo promedio de oreo fue de 6 horas, fueron sometidos a diferentes tratamientos como: prototipo tipo invernadero, prototipo invernadero con extractor, prototipo invernadero con extractor y calefactores y un secado tradicional como testigo, se tomaron los datos de pérdida de peso de las muestras cada dos horas a una temperatura de entre 40 – 58°C realizando los volteados cada 2 horas al inicio y después cada 6 horas, con los datos se realizaron las curvas de secado a cada muestra se les realizaron análisis físico, sensoriales y

microbiológicos de acuerdo a los estándares y protocolos de calidad establecidos por la Specialty Coffee Association of América (SCAA) y Normas Técnicas Peruanas (NTP).

4.2. Presentación, análisis e interpretación de los resultados

4.2.1. Características fisicoquímicas de la materia prima

En la tabla 9 se muestra el promedio de los resultados de la acidez, pH y humedad del grano de café pergamino despulpado lavado y oreado.

Tabla 9

Características fisicoquímicas del grano de café oreado

Características fisicoquímicas	Valores
Acidez (% Ac. Láctico)	0.20
pH	4.5
Humedad	48.8 %

Fuente: Elaboración propia.

La acidez y pH de los granos fermentados y lavados presentan valores de 0.20 % expresado en ácido láctico y 4.5 respectivamente; valores que están en función a la clasificación y frescura de los granos, el despulpado y la fermentación. Durante la fermentación de los granos de café despulados el

pH disminuye rápido en las primeras horas por la generación de ácido láctico (Puerta, 2012) por lo que se determinó la acidez en función del ácido láctico; respecto a la humedad es de 48.8 % teniendo en cuenta que ya se encuentra oreado, debido al traslado realizado desde el lugar de fermentación y lavado hasta el lugar donde se realizó el secado.

4.2.2. Operaciones durante el proceso de secado

A. Tiempo, temperatura y humedad relativa durante el proceso

El tiempo, la temperatura y la humedad relativa promedio de secado de los granos de café estuvo en función al tipo de secado que fueron cuatro, secado en el secador tipo invernadero, en el secador tipo invernadero con extractor de aire, en el secador tipo invernadero con extractor de aire más calefactores y el secado tradicional en piso de cemento.

Tabla 10

Parámetros de tiempo, temperatura y humedad relativa durante el proceso de secado

Parámetros	Secador tipo invernadero	Secador con extractor de aire	Secador con Extractor y calefacción	Tradicional (piso de cemento)
Tiempo (horas)	112	58	54	124
Temperatura (°C)	58	50	50	40
Humedad relativa (%H)	67	63	60	75

Promedio de 3 repeticiones

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11

Análisis de varianza del tiempo de secado en los prototipos y secado tradicional

FV	GL	SC	CM	FC	Ft	Sig.
Tiempo de secado	3	11772.0	3924.0	872	4.07	*
Error	8	36.0	4.5			
Total	11	11808.0				

Promedio de 3 repeticiones. CV: 2.44

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11 se observa diferencias significativas ($F_c > F_t_{0.05}$) en tiempos de secado en los diferentes secadores utilizados durante la investigación.

Tabla 12

Promedios ordenados y significación de Tukey al 0.05 de tiempo de secado en los prototipos y secado tradicional

Secadores utilizados	Promedios ordenados	Significación
Secador con extractor y calefacción	54	a
Secador con extractor	58	a
Secador tipo invernadero	112	b
Secado tradicional	124	c

ALS(t)= 5.55

En los promedios ordenados (tabla 12), según la prueba de tukey al 0,05, no existen diferencias significativas en el tiempo de secado del secador con extractor más calefacción y secador con extractor, pero si con el tiempo de secado en los otros secadores.

El menor tiempo de secado se obtuvo del secador solar tipo invernadero con extracto de aire y con luminarias como calefactor con 54 horas, seguido del secador con extractor de aire con 58 horas, el secador tipo invernadero utilizo 112 horas para el secado, y el mayor tiempo lo obtuvo el secado tradicional con 124 horas; la temperatura alcanzada dentro del secador tipo invernadero fue de 50 °C el que se pudo controlar usando el extractor de aire, de 58 °C cuando se controlaba mediante la apertura de la puerta del secador y solo de 40 °C cuando se realizaba en piso de cemento; al mismo tiempo que se

controlaba la temperatura también se hacía lo mismo con la humedad que oscilaba entre 60 a 67 % cuando se trabajaba en el secador tipo invernadero, en cambio cuando se realizaba el secado en el piso de cemento fue de 75 % no se podía controlar y esta era la humedad del medio ambiente.

B. Pérdida de peso del grano durante el tiempo de secado

En las tablas mostradas en el anexo 3 se presenta la pérdida de peso de los granos de café pergamino (mote) oreados durante el proceso de secado.

Se determinó la pérdida de peso de los granos de café durante la prueba se secado a intervalos de dos horas, durante el proceso el café redujo su contenido de humedad promedio de 48.8 a 11.7 % en bh, tanto en los secadores solares tipo invernadero como en el secado tradicional.

C. Curva de secado

En la figura 7 se muestra las curvas de secado de cada tipo de secador, se observa que cuando al secador tipo invernadero utilizando el extractor de aire y además el sistema de calefactores proveniente del panel solar fotovoltaica es más corto en relación al tiempo que los demás secadores.

El proceso de secado del grano de café por el método tradicional tomo 9 días, haciendo un total aproximado de 124 horas, perdiendo aproximadamente 44.20 % de humedad, estando dentro del rango de pérdida de humedad indicada por Espinoza, Menjívar y Najarro (2018) de 43 a 48 % de agua en relación a su peso durante un periodo de entre a 8 y 15 días.

Comparación de reducción del tiempo de secado entre el tradicional y los prototipos:

$$9 \text{ días} \times 24 \text{ horas} = 216 \text{ horas}$$

$$T1 = \longrightarrow 216 \text{ } 100\%$$

$$\begin{array}{l} \longrightarrow \\ 112 \text{ X}; \quad X = 51.85 \text{ aprox. } 52\% \text{ reducción de tiempo es de } \\ 48\% \end{array}$$

$$T2 = (58 * 100) / 216 = 26.85; \text{ aprox. } 27\% \text{ reducción de tiempo es de } 73\%$$

$$T3 = (54 * 100) / 216 = 25; \text{ reducción de tiempo es de } 75\%$$

D. Curva de velocidad de secado

El cambio de humedad en el tiempo se puede observar en la figura 8, donde se observa la intensidad de evaporación del agua con respecto al tiempo, los datos se muestran en el anexo 3.

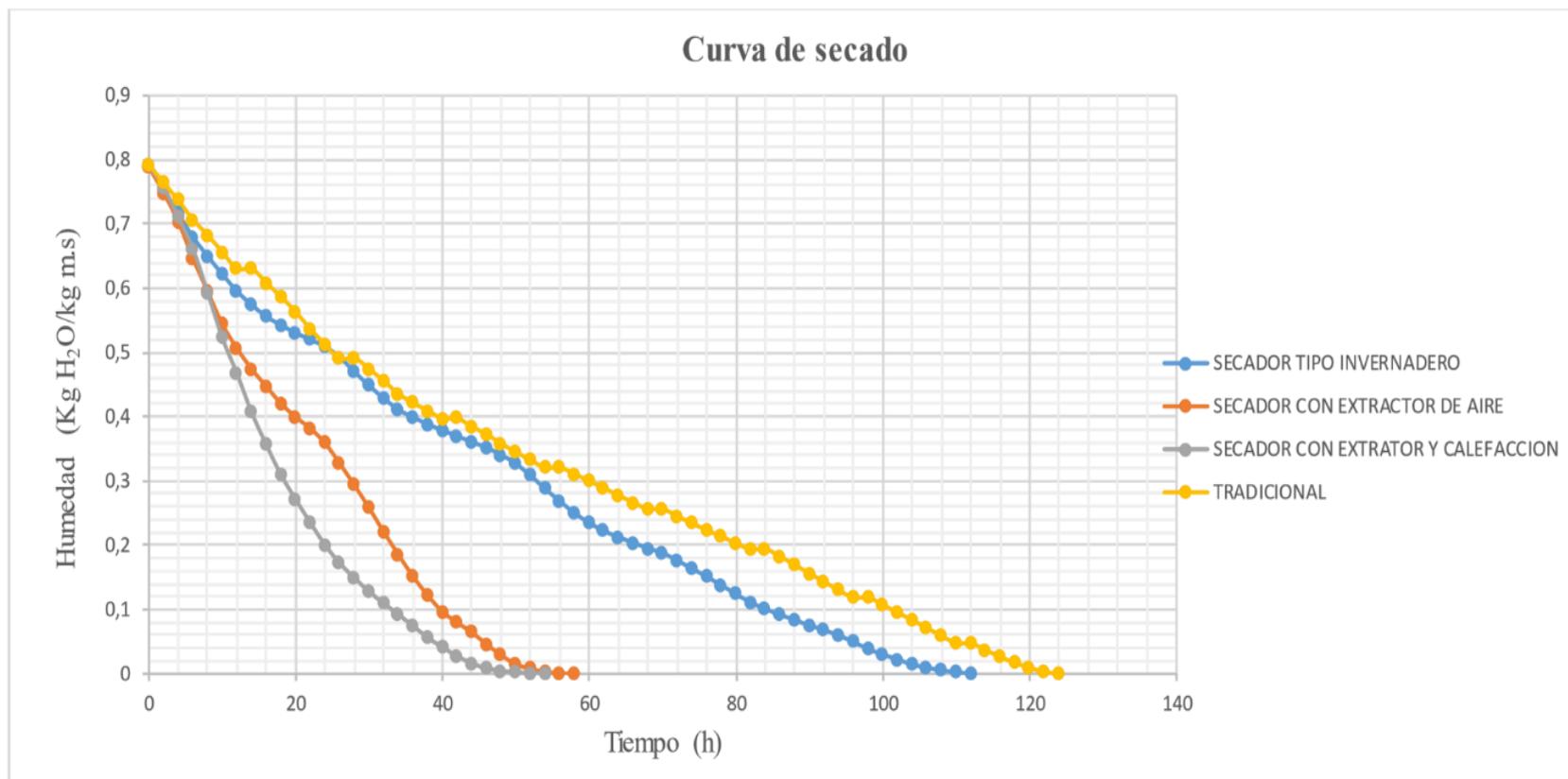


Figura 7 Curva de secado del grano de café en diferentes periodos para los diversos tipos de secadores en estudio

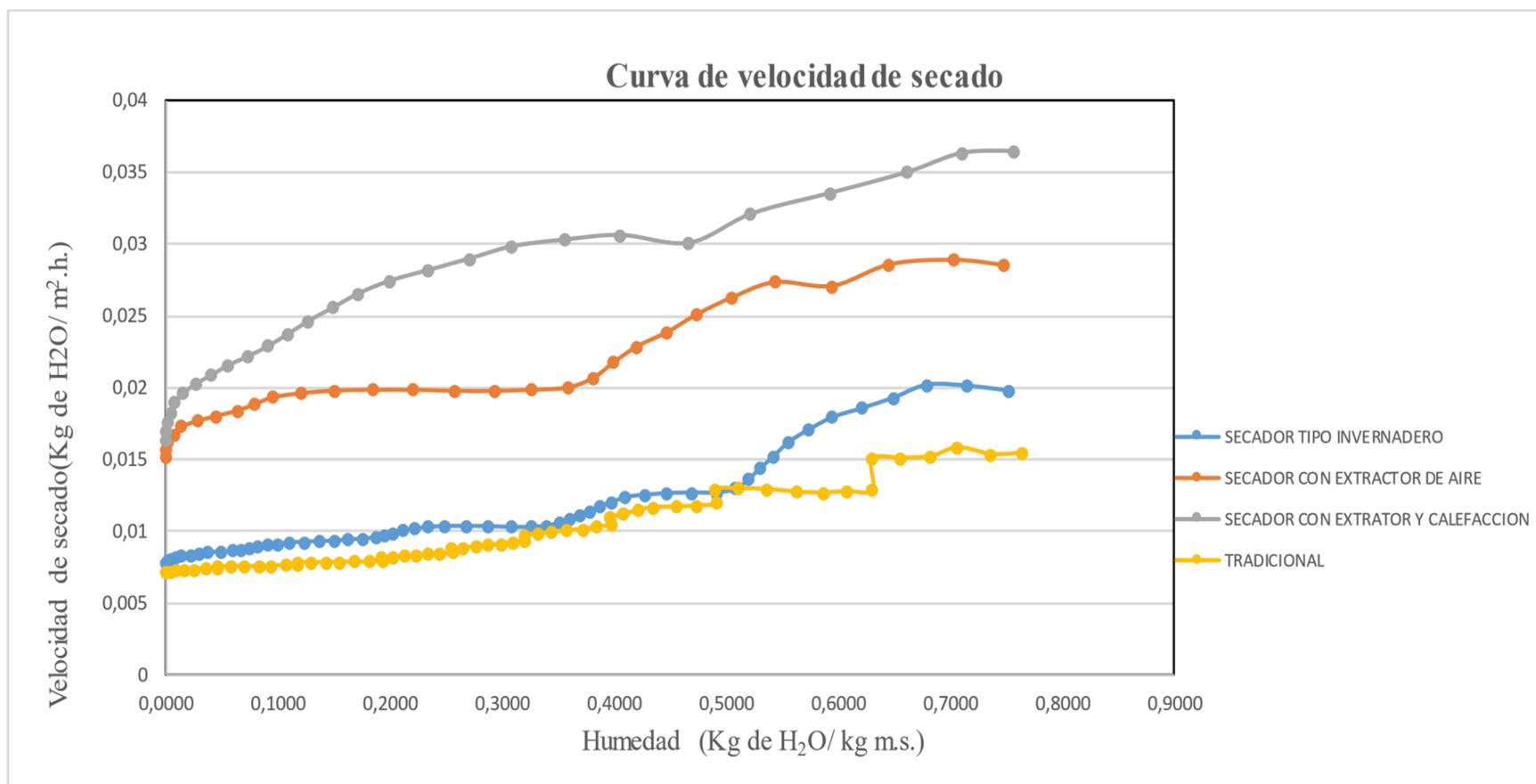


Figura 8 Curva de velocidad de secado del grano de café en diferentes periodos para los diversos tipos de secadores en estudio

4.2.3. En el producto final (grano seco)

A. Calidad fisicoquímica del grano seco de café

Es necesario evaluar las transformaciones que sufre el grano de café desde el estado de cereza madura hasta café pergamino seco para conocer sus características finales, en la tabla siguiente se muestra las características fisicoquímicas del grano de café después del secado.

Tabla 13

Características fisicoquímicas del grano de café después del secado

Características	Valores fisicoquímicas			
	Del secador con tipo invernadero	Del secador extractor de aire	Del secador con Extractor y calefacción	Del secado Tradicional (piso cemento)
Acidez (% ác. málico)	1.26	1.24	1.19	1.29
pH	6.19	5.21	6.25	5.98
Humedad %	11.84	11.79	11.69	11.59

Promedio de 3 repeticiones

Fuente: Elaboración propia.

A menor acidez el valor de pH es mayor, situación que se observa respecto a las características fisicoquímicas de los granos de café secos, presentando menor porcentaje de acidez los granos secados en el secador con extractor y los calefactores con 1.19 % expresado en ácido málico y 6.25 de pH, y con mayor

acidez los granos obtenidos del secado tradicional en piso de cemento con 1.29 con 5.98 de pH; respecto a la humedad todos los granos alcanzaron un promedio menor a 12%, siendo este el adecuado para evitar el deterioro y conservar su calidad.

B. Análisis físico: rendimiento

Se calculó el rendimiento en cada tratamiento, la cantidad de café pergamino usado para la determinación fue de 350 g, se utilizó la fórmula (1) de la sección materiales y métodos.

Tabla 14

Rendimiento del grano de café oro verde

Tipo de secador	Café exportable g	subproductos g	Factor de Rendimiento
Invernadero	280.70	13.47	57.36
Con extractor	281.97	13.80	57.10
Extractor y calefactores	291.33	8.67	55.26
Secado tradicional	275.50	19.50	58.44

Promedio de 3 repeticiones

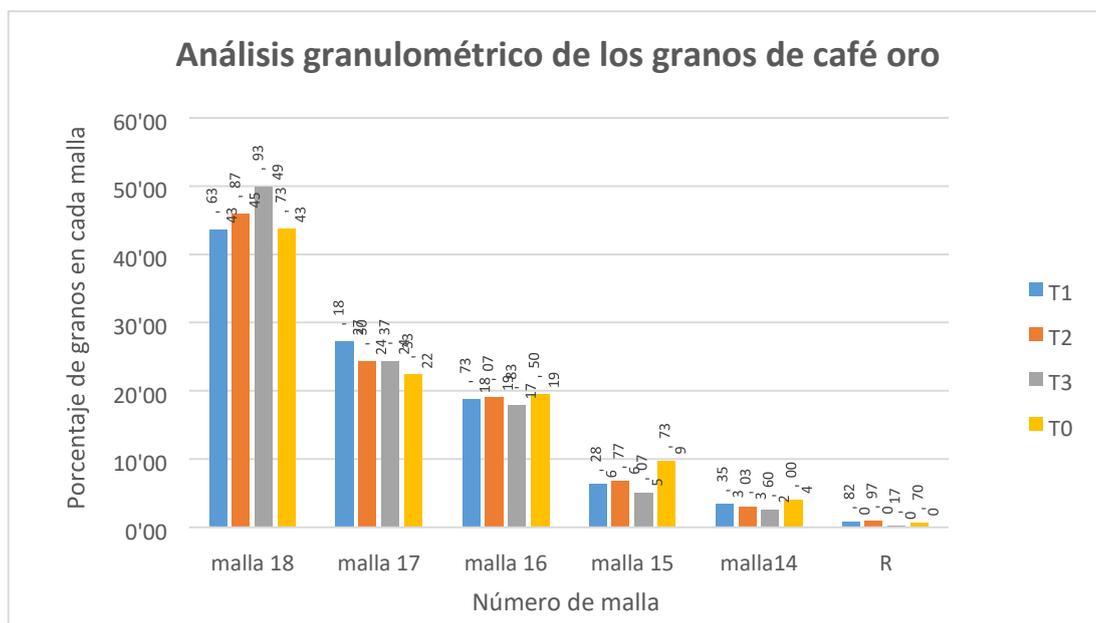
Fuente: Elaboración propia.

El mejor rendimiento según los valores adquiridos fue el de 55.26 obtenido del secador solar tipo invernadero con extractor y calefactores, seguidos de los rendimientos de 57.10 y 57.36 del secador solar con extractor y secador solar respectivamente, el más bajo rendimiento lo obtuvo el secado tradicional en piso de cemento con 58.44.

C. Análisis físico: granulometría

Para la determinación de las características del café verde se deben de someter a dos tipos de análisis, físico y sensorial, en el análisis físico además del contenido de humedad se determina el tamaño de los granos (granulometría) y los defectos Físicos.

En la figura 9 se muestra los resultados de granulometría comparados según el tipo de secador utilizado y de acuerdo al porcentaje se granos de café contenidos en cada malla.



Promedio de 3 repeticiones

Figura 9 Granulometría de los granos de café oro

El mayor porcentaje de granos de café oro quedaron retenidos en la malla 18 en todos los tratamientos, además se observa mayor cantidad de granos retenidos procedentes del secador solar T3, en la malla 17 mayor porcentaje de retención lo tuvo el secador solar T1, en la malla 15 el mayor porcentaje retenido fue los granos obtenidos del secado tradicional T0; finalmente los granos que quedaron retenidos en la malla 14 está dentro del rango de 2.6 para el secador T3 y de 4 % del secado tradicional T0 (anexo 4).

D. Análisis físico: defectos

El número de defectos encontrados en los granos de café trillados se muestran, en la tabla 15.

Tabla 15

Calidad física del grano seco de café en los diferentes secadores y en el secado tradicional

Tipo de defecto		Secador tipo invernadero	Secador con extractor de aire	Secador con extractor y calefactores	Secador tradicional
Primarios	Negro	0	0	0	0
	Parcial negro	0	0	0	0
	Agrios	0	0	0	0
	Parcial agrios 3 = 1	0	0	0	2
	Hongos	0	0	0	0
	Cereza seco	0	0	0	0
	Materia extraña	0	0	0	2
	Brocados severos	0	0	0	0
Secundarios	Flotadores 5 = 1	2	0	0	10
	Inmaduros 5 = 1	0	0	0	0
	Averaneados 5 = 1	0	0	0	0
	Conchas 5 = 1	0	0	0	0
	Partidos/mordidos/ Cortados 5 = 1	0	0	0	3
	Cascarilla o pulpa 5 = 1	0	0	0	0
	Pergamino 5 = 1	0	0	0	0
	Brocados leves 5 = 1	0	0	0	0
Total		02	00	00	17

Promedio de 3 repeticiones

Fuente: Fichas de control de calidad (anexo 5 y anexos 1a y 1b)

En el secador solar con extractor y calefactores y secador con extractor no se encontraron defectos, la totalidad de los defectos en granos de café oro en el secador tipo invernadero es de dos defectos, a diferencia que en secado tradicional se cuenta con defectos diecisiete defectos, encontrándose defectos primarios como parcialmente agrios 02 y materias extrañas 02 y defectos secundarios como 10 flotadores y 03 partidos.

E. Calidad sensorial

Los resultados del análisis sensorial realizado para interpretar las características de calidad de los granos de café se muestran en la tabla 14 y 15.

Tabla 16

Puntuación según norma SCAA de los granos de café secos en diferentes secadores y en el tradicional

Catación	Secador tipo invernadero	Secador con extractor de aire	Secador con Extractor y calefacción	Tradicional (piso de cemento)
Fragancia/ Aroma	7.50	7.75	7.75	6.00
Sabor	7.50	7.75	7.75	7.00
Sabor Residual	7.25	7.75	7.75	7.25
Acidez	7.50	7.75	7.75	7.25
Cuerpo	7.25	7.50	8.00	7.25
Balance	7.50	7.50	7.75	7.50
Uniformidad	10.00	10.00	10.00	10.00
Taza Limpia	10.00	10.00	10.00	10.00
Dulzor	10.00	10.00	10.00	10.00
Punto Catador	7.50	7.50	7.50	7.25
Promedios	82.00	83.5	84.25	79.50

Fuente: Fichas de control de calidad (anexo 2 y 5)

Los datos de las 10 características organolépticas, fueron evaluados de acuerdo a los protocolos de calidad establecidos por la Specialty Coffee Association of América con la normativa de la (SCAA), así como los promedios totales presentan que los mejores granos de excelente calidad se obtuvieron en el secador tipo invernadero con extractor de aire y calefactores el cual obtuvo un puntaje promedio de 84.25 puntos, seguido por 83.50 y 82.00 puntos los obtenidos de los secadores con extractor y solo invernadero respectivamente, siendo los granos que se secaron en el patio los que obtuvieron una calificación por debajo de 80 puntos.

Tabla 17

Promedio de puntuaciones de la calidad sensorial del grano seco de café en los diferentes secadores y en el tradicional

Tipo de secador	Promedio (%)
Invernadero	82.00
Con extractor	83.50
Extractor y calefacción	84.25
Secado tradicional	79.50

Fuente: Fichas de control de calidad (anexo 5)

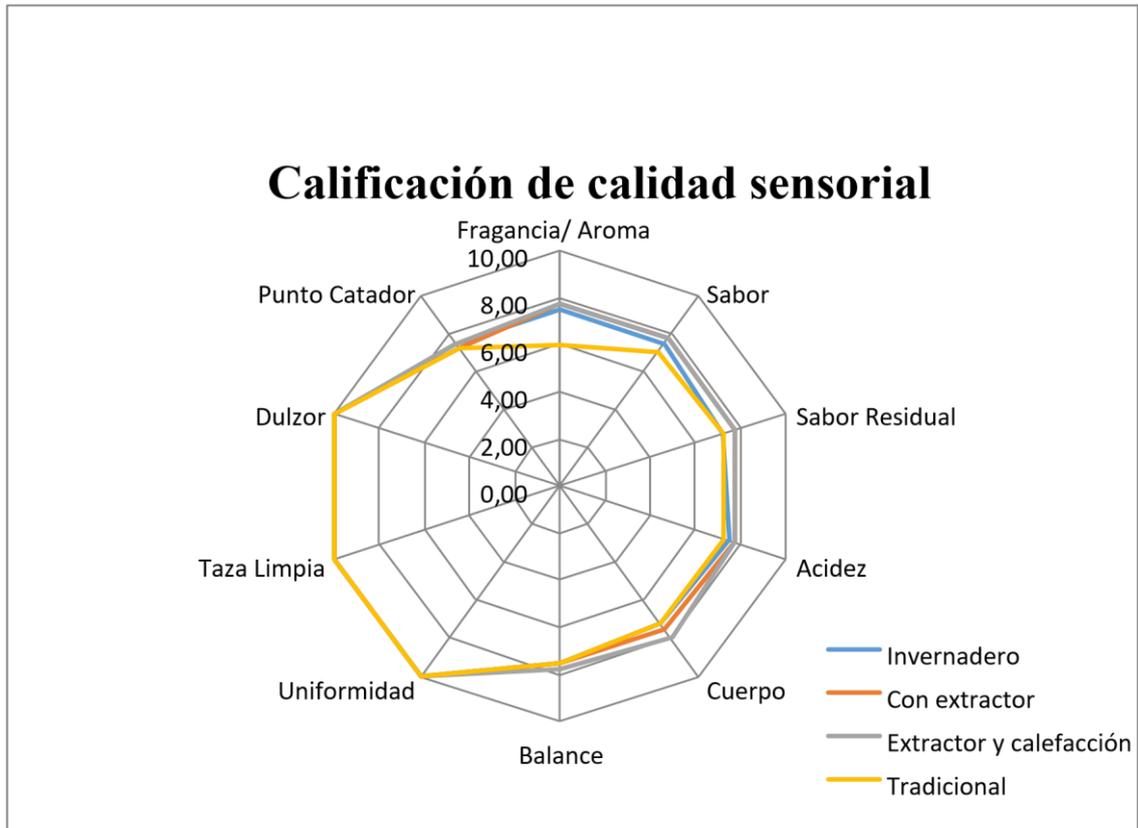


Figura 10 Gráfico de tela de araña con los puntajes de la taza de café

Tabla 18

Análisis de varianza de la calificación de calidad sensorial de los granos de café en los prototipos y secado tradicional

FV	GL	SC	CM	FC	Ft	Sig.
Calificación sensorial	3	39.51	13.17	120.43	4.07	*
Error	8	0.88	0.11			
Total	11	40.39				

Promedio de 3 repeticiones. CV: 0.40

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 18 se observa diferencias significativas ($F_c > F_{t 0.05}$) en la calificación sensorial de los granos de café obtenidos en los diferentes secadores utilizados durante la investigación.

Tabla 19

Promedios ordenados y significación de Tukey al 0.05 de calidad sensorial en los prototipos y secado tradicional

Calificación sensorial	Promedios ordenados	Significación
En el secador con extractor y calefacción	84.25	a
En el secador con extractor	83.50	a
En el secador tipo invernadero	82.00	b
En el secado tradicional	79.50	c

ALS(t)=

0.87

En los promedios ordenados (tabla 19), según la prueba de tukey al 0,05, no existen diferencias significativas en la calidad sensorial de los granos de café obtenidos en el secador con extractor más calefacción y secador con extractor, pero si con la calidad sensorial de los granos de café obtenidos en los otros secadores.

4.2.4. Calidad microbiológica de los granos de café

En la tabla 18 se muestra el resultado de los análisis microbiológicos realizados a los granos de café pergamino secados en los diferentes secadores tipo invernadero y tradicionalmente.

Tabla 20

Análisis realizado	Secador tipo invernadero		Secador con extractor de aire		Secador con Extractor y calefacción		Tradicional (piso de cemento)	
	Resultado	MINSA 2008	Resultado	MINSA 2008	Resultado	MINSA 2008	Resultado	MINSA 2008
Numeración de mohos	< 10 UFC/g	10 ² UFC/g	< 10 UFC/g	10 ² UFC/g	< 10 UFC/g	10 ² UFC/g	25 X 10 ³ UFC/g	10 ² UFC/g
Numeración de Levaduras	< 10 UFC/g	10 ² UFC/g	< 10 UFC/g	10 ² UFC/g	< 10 UFC/g	10 ² UFC/g	< 10 UFC/g	10 ² UFC/g
Numeración de <i>Escherichia coli</i>	< 3 NMP/g	10 NMP/g	< 3 NMP/g	10 NMP/g	< 3 NMP/g	10 NMP/g	< 3 NMP/g	10 NMP/g
*Ocratoxina A	---		---		---		N.D.	

Características microbiológicas en los granos de café secos

Fuente: Laboratorio de biología (UNDAC, 2019). * Laboratorio SENASA.

Respecto a la evaluación microbiológica la numeración de mohos, levaduras y de *Escheria coli*, se observa contenidos muy por debajo a la Norma Sanitaria

que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.

4.3. Prueba de hipótesis

Ha: Los diferentes prototipos de secadores solares de café mejoran la calidad e inocuidad de los granos de café reduciendo el tiempo de secado.

$$Ha: t_1 \neq t_2 \neq t_3 \neq t_4$$

Referente a la hipótesis alterna planteada, esta se confirma porque los secadores tipo invernadero cada uno con un complemento adicional disminuyeron el tiempo de secado en relación al secado tradicional, y se obtuvo puntuación de café de calidad, los cuales clasifican dentro del grupo de cafés especiales. Córdor (2007) indica que la calidad del café es un aspecto de mucha importancia, que tiene que ser considerado por el productor, ya que el mercado internacional tiene preferencia por granos que produzcan una bebida de mejor sabor y aroma, pagando por ellos mejores precios, lográndose toda una gama de beneficios al secar los granos de café en prototipos de secadores solares tipo invernadero.

4.4. Discusión de resultados

4.4.1. De la materia prima

La acidez de las muestras fue de 0.20% de ácido láctico; valores dentro del rango que indica Puerta (2012) de 0.16% a las 16 horas y de 0.24% de ácido láctico a las 42 horas de fermentación, además indica que los valores de acidez del café baba depende de la clasificación del fruto, del despulpado y del sistema de

fermentación, Córdoba y Guerrero (2016) indican que el ácido láctico es generado como un metabolito asociado al crecimiento bacteriano durante la fermentación que se incrementa paulatinamente; las sustancias formadas durante la fermentación van a contribuir en las características finales del café.

El pH de 4.5 que presentan los granos de café después de la fermentación y lavado es un valor similar al mostrado por Córdoba y Guerrero (2016) de 4.4 ± 0.34 quien indica que los ácidos que se pueden generar en la fermentación del café, el ácido láctico, junto con otros ácidos, es el responsable de la disminución del pH a medida que transcurre el tiempo de proceso; es importante el control de la fermentación en cuanto al tiempo y temperatura para obtener rangos de acidez y pH adecuados ya que al final repercuten en la bebida final.

Los granos de café escurrido que llegaron para su secado presentaron en promedio de 48.8% de humedad, valores parecidos a los encontrados por (Montilla et al., 2008) de 49.18 %, con un tiempo de escurrido de 3 horas, y de Jiménez (2010) con 48 %; quien además indica que el agua retenida entre los granos y en la superficie del pergamino es removida por la acción de un secado superficial muy rápido llamado «oreado»; el tiempo de escurrido de las muestras de esta investigación difieren porque después del lavado se pusieron en costales de rafia y se trasladaron a Marankiari donde se encuentra instalado el secador demorando de 5 a 6 horas en llegar, ocurriendo en ese lapso un escurrido de los granos lavados.

4.4.2. Durante el proceso

A. Del tiempo, temperatura y humedad relativa durante el proceso

El tiempo de secado de los granos de café pergamino (mote) dentro del secador tipo invernadero fue de 112 horas que corresponde aproximadamente a 5 días, la temperatura de 58 °C es elevada ya que los rayos solares incidían directamente sobre la estructura de plástico y no había circulación de aire por lo que la humedad relativa medida dentro del secador era de 67%.

El tiempo de secado en el secador tipo invernadero usando el extractor de aire ubicado en la parte superior del domo y cuando además del extractor se aplicó los calefactores con la utilización de focos cuya fuente de energía se obtuvieron mediante paneles solares, fueron de 58 y 54 horas respectivamente que corresponde a menos de 3 días con una diferencia de 4 horas; la temperatura fue de 50°C la que se pudo regular por el uso del extractor, las humedades relativas dentro de los dos tipos de secadores fueron muy parecidas de 63 y 60 % respectivamente, debido a la circulación del aire.

El tiempo para secar los granos de café por el secado tradicional, es decir en un piso de cemento, fue de 124 horas que corresponde a 9 días, tiempo largo debido a la temperatura que era aproximadamente de 40 °C; lo mismo sucede con la humedad relativa que fue variable, pero aproximadamente de 75 %; desventajas que se presentan cuando se hace el secado en patio de cemento, y según Cruz et al. (2010) las desventajas que ocurren cuando se secan en pisos de cemento es que la pérdida de humedad no siempre es constante, existe riesgo de

contaminación con polvo, basura y animales y durante la noche los granos muchas veces absorben humedad aunque estén resguardados; lo ocurrido durante el secado por este método.

El secado tradicional varía de los otros métodos debido a que en las noches se amontonaban los granos en una pila y se tapaba con un plástico y al día siguiente si es que no había llovido en la noche se volvía a expandir en el piso seco y limpio e iniciar otra vez con el secado; antes se tomaba la humedad y ocurría que aumentaba respecto a la humedad del día anterior; al respecto Henao (2015) indica que el tiempo de secado solar es aproximadamente de 177.60 ± 90.54 horas en patios y que se debe proteger en la noche para evitar el rehumedecimiento por las bajas temperaturas de la noche, de igual forma Cárdenas y Pardo (2014) indican que el tiempo requerido para secar el café en patios de cemento está entre 7 y 15 días, dependiendo de la temperatura del lugar y las lluvias, estando los resultados de tiempo de secado dentro de estos parámetros.



Figura 11 Secado en piso de cemento (tradicional).

El secado de granos de café en un secador tipo invernadero, demanda menos tiempo que el secado tradicional porque además de que la temperatura es más alta, aproximadamente 58 °C, la humedad relativa del aire es menor, y se controlaba este proceso abriendo la puerta corrediza del secador. Mamani (2015) indica que los secadores tipos invernaderos tienen más ventajas comparados con el secado del grano en patio por que las temperaturas son más elevadas y, en consecuencia, la humedad relativa interior menor esto trae como resultado un secado más rápido y CENICAFE (2009).) Indica que es una forma muy práctica (alta eficiencia física, bajos costos y fácil manejo del proceso) porque un techo transparente y una estructura rustica de forma parabólica, permite aprovechar mejor la radiación difusa, durante los días poco soleados o lluviosos y la radiación directa durante las horas de sol.



Figura 12 Secador tipo invernadero utilizado en la investigación

El tiempo de secado de 58 y 54 horas cuando se utilizó el extractor de aire ubicado en la parte superior del domo y cuando se utilizó la calefacción en la noche por focos ubicados cerca de los tendales de los granos respectivamente, son tiempos parecidos a los encontrados por Gonzales (2016) de 58 a 49 horas utilizando secador híbrido que combina la energía del colector solar en horas con alta irradiación y en horas de baja radiación solar mantiene las condiciones propicias utilizando quemadores de biogás. La disminución del tiempo de secado en ambos secadores a comparación del secado tradicional, además de ahorro de energía por el uso de paneles solares es una ganancia en el tiempo de secado que se convertiría en una ventaja competitiva en el mercado, además que reduce la posibilidad de defectos en taza (Sánchez y Gahona, 2018).



Figura 13 Panel solar fotovoltaico para el funcionamiento de los calefactores y del extractor de aire del secador tipo invernadero.

B. De la pérdida de peso del grano durante el tiempo de secado

El tiempo de secado en el prototipo con extractor más calefactores y el prototipo con extractor de aire, son los que presentan mejores tiempos no existiendo diferencias estadísticamente significativas entre ellos. Prada et al., (2019) indica

que el tiempo de secado se reduce cuando se usa secadores solares y usar prototipos evita el secado del grano del café sobre mantas de plástico, lonas u otros sobre la tierra, que hace que el café adquiera un sabor y olor sucio (café terroso) y es desagradable al gusto.

Los resultados en el secador con extractor de aire y calefactores presentan una pérdida de peso de 2000 a 1116.89 g en un tiempo de 54 horas seguido del secador con extractor de aire con una pérdida de peso de 2000 a 1117.93 g en 58 horas, para el secador tipo invernadero la pérdida de peso de 2000 a 1118.42 g se realizó en 112 horas, para el secado tradicional se utilizó más tiempo teniendo en cuenta que se empezaba a las 7.00 am recogiénose y tapando los granos de café a las 7.00 pm, logrando reducir su peso a 1115.96 g en 9 días; los resultados finales de humedad de los granos de promedio 11.7 % se encuentra dentro de los rangos señalados por Henao (2015) de un rango de 10 a 12% que evita la germinación de la semilla, reduce el contenido de humedad, inhibe el desarrollo de hongos, evita que el grano sufra daños en su aspecto físico, composición química y para obtener un producto estable que conserve su calidad por amplios periodos de tiempo.

Philipps (2017) considera que el secado es el método universal de acondicionar los granos del café por medio de la eliminación del agua hasta un nivel que permita su equilibrio con el aire ambiente, de tal forma que preserve su aspecto, sus características de alimentos, su calidad nutritiva y la viabilidad de la semilla, lo que se logró utilizando los cuatros métodos.

C. En la curva de secado

El proceso de secado del grano de café húmedo (mote) por el método tradicional tomo 9 días, haciendo un total aproximado de 124 horas, perdiendo aproximadamente 44.20 % de humedad, estando dentro del rango de pérdida de humedad indicada por Espinoza, Menjívar y Najarro (2018) de 43 a 48 % de agua en relación a su peso durante un periodo de entre a 8 y 15 días.

Respecto a los resultados de pérdida de humedad entre el secado tradicional y las tres diferentes formas de secado (tipo invernadero, tipo invernadero incluido el extractor de aire y tipo invernadero incluido el extractor más calefacción) se evidencia mucho más en los prototipos posiblemente por la mayor energía acumulada en su interior, reduciendo el tiempo de secado en hasta en un 48% en secador tipo invernadero, en un 73% en secador tipo invernadero con extractor y 75% con secador tipo invernadero con extractor y calefactores respecto al secador tradicional, en cuanto al tiempo de secado de los cuatro tratamientos fueron los siguientes para el T1 secador tipo invernadero tardó (112 horas) de secado, T2 secador con extractor de aire tardó (58 horas), T3 secador con extractor y calefactores tardó (54 horas) y el T4 siendo el secado tradicional en piso tardó (124 horas), respecto al tiempo de secado el T3 empleó menos horas a diferencia de los demás tratamientos, estos resultados son acordes a los reportados por Quintanar y Roa (2017) quien indica que usando un secador solar es posible reducir hasta en 40 -60 % el tiempo de secado respecto al secado tradicional en pulpa de café, resultando mayores los rendimientos por los equipos adicionales incluidos en los secadores utilizados.

Si se tiene en cuenta que la curva de secado describe el contenido de humedad respecto al tiempo de secado, lo se aprecia en la figura 7, el periodo inicial de secado se muestra en las primeras 4 horas (curva A - B), al finalizar este periodo el contenido de humedad disminuye de forma lineal (curva B – C) disminuyendo poco a poco la velocidad de secado (Curva C - D) terminando estos dos periodos a las 120 horas en el secado tradicional, a las 108 en el secador tipo invernadero, a las 54 horas en el secador tipo invernadero con extractor y a las 50 horas en el secador con extractor y calefactores hasta llegar al punto donde se forma una asíntota con el contenido de humedad de equilibrio (Curva D - E) correspondiendo estos puntos con los de humedad en equilibrio para el T0, T1, T2 y T3 respectivamente, teniendo las mejores velocidades de secado el prototipo con extractor y el prototipo con extractor y calefactores ya que según Martinello (2015) el uso de equipos que influyan en el calentamiento y en la humedad relativa del aire conduce a menores tiempos de secado y menor consumo de energía. Masías (2019) indica que el proceso de secado, generalmente, se puede describir por diagramas conocidos como curvas de secado pero depende de factores como el tipo de material a secar y de las condiciones del secado; la pérdida de humedad fue más rápida en el periodo B - C y C – D y casi no se distinguen unificándose entre sí, lo que guarda congruencia con lo que menciona Quintanar y Roa (2017) que la etapa inicial es rápida dado que el grano tiene mayor contenido de humedad y el agua presente es más fácil de remover volviéndose cada vez más difícil extraer la humedad al final del proceso de secado.

D. En la curva de velocidad de secado

Al observar las curvas obtenidas en las cuatro particularidades del secado, se aprecia que existe mucha diferencia entre el secado tipo invernadero con el secado tradicional, aunque las curvas guardan las características clásicas, existe un periodo de secado a velocidad constante y un secado a velocidad decreciente más pronunciado en el secado con extractor de aire y secador con extractor de aire más calefacción que en el secador solo tipo invernadero, apreciándose aún más la diferencia en la curva del secado tradicional por que se tiene que tener en cuenta que se secaba durante 12 horas diarias y luego se recogía y tapaba hasta el día siguiente; los granos de café comienza a perder humedad paulatinamente desde el inicio de la operación del secado, es decir, el periodo A-B que es un periodo de latencia que dura aproximadamente 4 horas, luego se presentan los dos periodos de velocidad decreciente llegando a una humedad final de 11.7% en promedio, la mayor velocidad de secado es de 20.6831g/h (peso final/tiempo) en el secador tipo invernadero con extractor de aire y calefactores, seguido del secador con extractor de aire con 19.96 g/h, secador tipo invernadero con 9.985 g/h, teniendo la velocidad más baja el secado tradicional con 8.99 g/h.

Espinoza et al. (2018) en el secado de granos de café indica que el tramo AB de la curva de secado fue despreciado ya que es un tiempo corto; Torres et al. (2016) durante el secado de granos de trigo, indica que durante el secado solo se presentan dos periodos a velocidad constante y velocidad decreciente mas no el de inducción, lo mismo que en el secado de láminas de yuca (Torregroza, et

al, 2014); apreciándose un comportamiento parecido en los periodos B-C y C-D en las curvas de velocidad de los granos de café.

4.4.3. Producto final

A. De la calidad fisicoquímica del grano seco de café

En promedio la humedad de los granos es de 11.7%, estando dentro del rango ya que el máximo es 12%, Oliveros et al. (2010) indica que el rango de comercialización es de 10 a 12% con el fin de obtener un producto estable, que conserve su calidad física, organoléptica e inocuidad por amplios periodos en condiciones naturales de almacenamiento, por lo que con el porcentaje de humedad alcanzado se puede atribuir un efecto positivo de almacenamiento.

Es necesario evaluar las transformaciones que sufre el grano de café desde el estado de cereza madura hasta café pergamino seco para conocer sus características finales, los resultados de los valores de pH y acidez titulable muestran una relación inversa, entre más ácido la muestra menos es el valor de pH, presentando mayor acidez de

1.29 % ácido málico los granos obtenidos en el secado tradicional con pH de 5.98 y menor acidez los granos secador tipo invernadero con extractor de aire y calefactores con 1.19 % ácido málico y 6.25 de pH, valores similares a encontrados por Pérez (2016) en granos de café seco con acidez de 0.82 – 1.32 % de ácido málico y con intervalos de pH de 5.8 a 6.38; Gareca et al. (2014) indican que la acidez está asociada a la presencia del ácido clorogénico, y que la cantidad de varía con el grado de maduración, la especie y otros factores asociados a la calidad del

café, tal como la altura y la presencia o ausencia de sombra e inclusive se les relaciona con la resistencia a algunas enfermedades. Estos ácidos son precursores del sabor y de los pigmentos del café tostado, por lo que con el porcentaje de acidez de los granos de café de los diferentes secadores se obtendría una buena taza de café.

B. Del análisis físico: rendimiento

Uno de los parámetros de calidad física en el grano de café pergamino seco es el rendimiento, que es la eficiencia de conversión de café pergamino a café oro, los obtenidos del prototipo tipo invernadero con extractor de aire y con calefactores fue el más eficiente con 55.26 kg necesarios para conformar un quintal de café oro, seguido de los demás tratamientos, llegándose a necesitar 58.44 kg de pergamino cuando se realiza el secado tradicional. Nuestros resultados se encuentran dentro del rango presentado por López, *et al.* (2016) que en diferentes variedades los rangos fueron de 54.7 kg el mejor (Colombia Brote verde) hasta 59.3 kg (Garnica) el que tuvo el peor rendimiento y además indica que los frutos más largos tienden a mejores rendimientos de café cereza a café oro; los granos de café proporcionados por las esposas de los socios de la CAP Perene, fueron granos grandes como lo demuestra el análisis de granulometría.

C. Del análisis físico: granulometría

Respecto a la calidad física en relación al análisis granulométrico se observa que los granos que quedaron por encima de la malla 15 representa más del 80% en todas las muestras; según Meza (2019), respecto a la uniformidad del tamaño indica que según la escala SCAA es máximo 5% arriba o abajo del tamaño

acordado entre el comprador y el vendedor y, Gómez (2019) indica que dependiendo de la malla en la que quede el mayor porcentaje de granos retenidos, se clasifica el café en los siguientes grupos: **“Premium”**: *Café sobre malla 18*; **“Supremo”**: *Café sobre malla 17*; **“Extra especial”**: *Café sobre malla 16* y **“Europa”**: *Café sobre malla 15*, y que para exportación al menos el 50% de granos retenidos deben estar por encima de la malla 15; por lo que se puede inferir que los granos de café tienen una calificación entre Premium y Supremo y que son exportables.

D. Del Análisis físico: defectos

El defecto primario parcialmente agrio es causado durante el beneficio por una larga espera entre la recolección y el despulpado, por fermentaciones demasiadas prolongadas o deficiencia de limpieza en tanques de fermentación y la presencia de materia extraña puede ocurrir durante cualquier etapa del proceso (Marín, 2013), la prueba del secado tradicional se ejecutó al final de la investigación y la superficie (piso de cemento) utilizada fue en la Cooperativa por lo que la presencia de estos defectos se deben al tiempo del final de la cosecha y de las condiciones del piso y al clima (aires) como consecuencia de la presencia de materias extrañas como pequeños palitos.

Respecto a los defectos secundarios se presentaron dos defectos flotadores en los granos de café del secador tipo invernadero y diez en el secado tradicional; cuya característica eran muy decolorados cuya causa es el secado inapropiado; también se observó defectos de conchas, pero por estar por debajo de 5 unidades

para ser considerado un defecto no se cuantifico, pero estos tipos de defectos tienen causas genéticas (Coopsol, 2010).

Según la clasificación por preparación, los granos de café oro obtenidos en los secadores tipo invernadero en sus tres modalidades se ubican dentro de *preparación Europea* que acepta de 5 a 8 imperfecciones completas, con tamaño de zaranda sobre 15, y los granos obtenidos del secado tradicional se ubican en *preparación Americana* que acepta hasta 23 imperfecciones completas, con tamaño de zarandas arriba de la 14 (Plataforma Nacional de café Sostenible, 2015), Lyk (2017) indica que la Asociación de Cafés Especiales de América establece que los granos verdes de especialidad pueden tener no más de 5 defectos en una muestra de 300 gr de café y ningún defecto primario; teniendo en cuenta que el café es un producto reconocido de nuestra zona y con los resultados obtenidos podemos asegurar que los compradores y tostadores estarían recibiendo granos de alta calidad.

E. Del análisis sensorial

SCAN (2015) indica que para la determinación del perfil del sabor se utiliza una escala numérica previamente determinada y un vocabulario descriptivo definido, el perfil se compone de las siguientes características: fragancia/aroma, sabor, retrogusto o sabor residual, acidez, cuerpo, dulzura, balance, uniformidad, limpieza, impresión general y defecto; y según el resultado final se tiene el puntaje de 84.25 y 83.50 en los granos obtenidos en el secador con extractor más calefactor y secador con extractor respectivamente están dentro

de la escala de especial a diferencia de los granos obtenidos en los otros secadores.

Los datos de las 10 características organolépticas, fueron evaluados de acuerdo a los protocolos de calidad establecidos por la Specialty Coffee Association of América con la normativa de la (SCAA, 2018), así como los promedios totales presentan que los mejores granos de excelente calidad se obtuvieron en el secador tipo invernadero con extractor de aire y calefactores el cual obtuvo un puntaje promedio de 84.25 puntos, seguido por 83.50 y 82.00 puntos los obtenidos de los secadores con extractor y solo invernadero respectivamente, siendo los granos que se secaron en el patio los que obtuvieron una calificación por debajo de 80 puntos. Según la Norma SCAA un puntaje total entre 80 – 84 tiene una clasificación de “especialidad” con una descripción de “muy bueno”, y de 75 a 79 clasificación de “calidad usual buena” con descripción de “bueno” (Gonzales, 2017).

Otra calificación que se le puede dar a los cafés son puntaje entre 84 y 89 clasificados como “ejemplar Regional plus+”, de 80 a 83 de “especialidad” y por debajo de 80 “corriente o comercial” (Gómez, 2019), por lo que los granos de café de los secadores tipo invernadero, en según la cata, cumplen con los requisitos de calidad para el mercado internacional, siendo el obtenido por secado tradicional de una calidad inferior teniendo influencia también los defectos encontrados en ellos.

El gráfico de tela de araña obtenido con cada una de las muestras analizadas se muestran en la figura 10, en donde se observa que los diferentes tratamientos evaluados para el secado del café afectaron el puntaje sensorial, pero en cuanto a dulzor, taza limpia y uniformidad para los cuatro tratamientos son iguales con 10 puntos, teniendo en cuenta que el dulzor es una característica en los cafés de altura, taza limpia que no encontró defectos y uniformidad con atributos positivos (SCCA, 2004), pero influye mucho el tipo de secado encontrándose mayor diferencia en el aspecto fragancia/aroma con 6 puntos en el secado tradicional y por arriba de 7.50 en los secadores tipos invernaderos, siendo este un parámetro importante porque se puede verificar presencia de olores extraños o diferentes antes de su preparación en la fragancia y la intensidad que emana el café líquido en el aroma después de preparado y respecto a los demás perfiles organolépticos no se evidencian diferencias comportándose de forma similar, (SCAA.2011), indica que todos los defectos de la taza son de carácter olfativo, por lo que se concluye que el secado tradicional influye en la calificación sensorial del café, además que le adiciona defectos físicos.

F. De la calidad microbiológica

Se observa que en el secado tradicional un contenido de mohos de 25×10^3 , valor elevado, por lo que se procedió a una evaluación de presencia de Acrotoxina A, cuyos resultados es No Detectado (N.D.), este contenido está relacionado con la humedad de los granos SCAN (2015) señala que granos almacenados con humedades mayores a 12% hacen que tengan un proceso

respiratorio rápido habiendo mayor producción de gas carbónico (CO₂) y que los granos dejan de ser organismos vivos y pasan a ser un sustrato alimenticio para los hongos, por lo que podemos inferir que los granos de café obtenidos de los diferentes tratamientos no tienen una carga microbiana capaz de modificar la calidad sensorial del café.

CONCLUSIONES

- El mejor tiempo de secado se obtuvo en el prototipo 3 que consta de un extractor de aire y calefactores con 54 horas (2 ¼ días), seguido del prototipo 2 con 58 horas (2 ½ días), en el prototipo 1 con un tiempo de 112 horas (4 ½ días), tiempos cortos comparado con en el secado tradicional que demora 124 horas con secados diarios de 7 am a 7 pm (9 días).
- Los resultados fisicoquímicos de pH y acidez titulable muestran una relación inversa, entre más ácido la muestra menos es el valor de pH, presentando valores de 1.29 a 1.19 % ácido málico y 5.98 a 6.25 de pH en los granos de café pergamino seco obtenidos en el prototipo 3 y en promedio la humedad de los granos fue de 11.7%, estando dentro del rango ya que el máximo es 12%, de acuerdo a la calidad sensorial, los granos de café oro del prototipo 3 obtuvo 84.25 puntos clasificándola como “ejemplar regional plus” seguido de 83.50 y 82.00 puntos de los otros prototipos clasificándose como “especialidad” y del secado tradicionalmente (piso) por debajo de los 80 puntos clasificándose como “calidad usual buena” con descripción de “bueno”.
- Los granos de café obtenidos de los diferentes tratamientos no tienen una carga microbiana capaz de modificar la calidad sensorial del café por que la numeración de mohos, levaduras y *Escherichia coli* están por debajo de la Norma sanitaria.

RECOMENDACIONES

- Instalar una balanza analítica digital dentro del prototipos para el respectivo pesado de los granos de café y mediante pesadas determinar el tiempo final de secado, evitando el traslado a otro lugar para el pesado exponiéndolos a corrientes de aire frio y que gane humedad.
- No permanecer demasiado tiempo adentro del prototipo secador solar ya que se puede sufrir de deshidratación. No exceder los 20 minutos en un día soleado.
- Realizar ensayos de secado en el prototipo secador solar tipo invernadero usando el extractor de aire más los calefactores con granos de café seleccionando variedades y altitudes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Akpınar, E. (2006). Determination of suitable thin layer drying curve model for some vegetables and fruits. *Journal Food Eng.* 2006;73(1):75-84.
- 2.- Besora, J. (2017). Secador solar de café. *Ingeniería sin fronteras*. Caritas Jaén. <https://esfcat.org/wp-content/uploads/2017/04/Informe-t%C3%A9cnico-secador-solar-decafe%C3%A9.pdf>
- 3.- CENICAFE (1998). Manual del catador. Centro de preparación de café. *Federación Nacional de Cafeteros de Colombia*. pp. 456.
- 4.- Córdoba, C., Guerrero, F. (2016). Caracterización de los procesos tradicionales de fermentación de café en el departamento de Nariño. *Revista de Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*. Vol 14, N° 2.
- 5.- Cruz D., López de Leon E., Pascual L. y Battaglia, M. (2010). Guía técnica de construcción y funcionamiento de secadoras solares tipo domo. *Journal of Agriculture and Environment for International Development*. 104 (3-4); 125 -138.
- 6.- Figueroa, R. (1983). *La Caficultura en el Perú*. Editorial Lima - PE. 202 p.
- 7.- Geel, L.; Kinnear, M.; y Kock, H. (2005). Relating consumer preferences to sensory attributes of instant coffee. *Food Quality and Preference* 16: 237-244.
- 8.- Mamani Limachi, M. (2012). *Evaluación del efecto de la humedad relativa, temperatura y tiempo en el almacenamiento de café pergamino (Coffea arabica), a 3826 m.s.n.m.* (Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano). <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3387>
- 9.- MINCETUR (Ministerio de comercio exterior y turismo). (2016). Análisis integral de logística en Perú. Parte 2b: Resultados por producto: café.

<http://minagri.gob.pe/portal/download/2017/pncafe/sector-cafeperu.pdf>. Prada et al. (2019) en la investigación “*Efectividad de un Proceso de Secado de Café usando Secadores Solares con Sistema de Flujo de Aire Continuo Impulsado por Energía Fotovoltaica, en la Región San Martín, Perú*”

10.- Peraica, M.; Radić, B.; Lucić, A.; y Pavlović, M. (1999). Efectos Tóxicos de las micotoxinas en humanos. *Boletín de la Organización Mundial de la salud*. 77: 754-766.

11.- Prieto, A. (2002). Caracterización física del café semi tostado. *Fundación Universidad de América*. Bogotá – Colombia.

12.- Sotomayor, I. (1993). Manual del cultivo del café. *Instituto Nacional autónomo de investigaciones agropecuarias*. Cooperación Técnica. Ecuador.

BIBLIOGRAFÍA

- Camacho, F. y Ramírez, H. (2015). *Diseño de un secador para café mediante el calentamiento del aire en dos etapas utilizando energía solar*. (Tesis de grado, Universidad de Costa Rica).
- <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/3125>
- Cárdenas, D. y Pardo, P. (2014). *Caracterización de las etapas de fermentación y secado de café la primavera*. (Tesis de grado, Escuela colombiana de ingeniería Julio Garavito). <http://infocafes.com/portal/biblioteca/caracterizacion-de-las-etapas-de-fermentacion-y-secado-del-cafe-la-primavera/>
- CENICAFÉ. (2009). Aprovechamiento eficiente de la energía en el secado mecánico del café. *Federación Nacional de Cafeteros de Colombia*.
- CENICAFÉ. (2004). Beneficio del café 1: despulpado remoción del mucilago y lavado. Cartilla 20. *Federación Nacional de Cafeteros de Colombia* http://www.cenicafe.org/es/publications/cartilla_20_beneficio_del_cafe.pdf.
- Cóndor, A. (2007). El café mueve al mundo. (Primera edición.). Editorial Lima-Perú.
- Coopsol, (2010). Manual de productores de examinación clasificación físicas y defectos del café. 2.2.5 Examinación y clasificación física de defectos | CoopSol (wordpress.com)
- Espinoza, M., Menjívar, M., y Najarro S. (2018). *Diseño, construcción y caracterización de secador de granos de café, utilizando la energía térmica contenidos en fluidos geotérmicos*. (Tesis de grado. Universidad de El Salvador).

- Estrada, V. y Luis, M. (2006). *Tipo de secado y características en algunos alimentos*. (Monografía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro).
- <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/360/59413.s.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Figueroa, R. (1983). *La Caficultura en el Perú*. Editorial Lima - PE. 202 p.
- Gareca, O., Brizuela L., Montilla G., Bianco H., López A. (2014). Evaluación de las características físico-químicas de calidad del café verde y molido. *INAPYMI portuguesa*. Venezuela.
- Geankoplis, C. (1998). *Procesos de transporte y operaciones unitarias* 3ª ed. México. Editorial Continental.
- Gómez P. (2019). ¿Cómo se determina la calidad del café? Artículo *quecafe.info*.
<https://quecafe.info/como-se-determina-la-calidad-del-cafe/>
- Gonzales T. (2017). *Influencia de la edad del cafeto (Coffea arabica L.) Var. catimor y tipo de beneficio en la calidad física y organoléptica en Villa Rica*. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María).
<http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1237>
- González, Z. (2016). *Evaluación del desempeño de un secador operado con energía solar y biogás para remoción de humedad en granos de café*. (Tesis de grado, Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano).
<http://hdl.handle.net/11036/5842>
- Guerrero, D., Díaz, B., Flores, E., Montes, P. Rodríguez, R., Valverde, M. (2013). *Análisis y diseño de un secador solar de café orgánico para el caserío de la*

capilla, distrito de San Miguel de El Faique, Huamcabamba. (tesis de grado, Universidad de Piura). <https://hdl.handle.net/11042/2336>

Henao, A. (2015). Evaluación del proceso de secado del café y su relación con las propiedades físicas, composición química y calidad en taza. (Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia).
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/56186>

Henao, C.; Perdomo, C. y Cuellar, P. (2009). *Diseño de un equipo para secado mecánico de café y su evaluación a partir de la construcción de un modelo a escala 1:5.* (Tesis de grado. Universidad Sur colombiana).
<https://doi.org/10.25054/22161325.813>

IICA (2010). Guía técnica para el beneficio del café protegido bajo una indicación geográfica o denominación de origen. *Representación Guatemala*
<https://repositorio.iica.int/handle/11324/14124>

INEI (2012). Instituto Nacional de Estadística e Informática. Sector del café el Perú.
<http://www.minagri.gob.pe/portal/download/2017/pncafe/sectorcafe-peru.pdf>.

Jiménez, R. (2010). Manual de buenas prácticas de manufactura en el beneficio bio café oro de Tarrazú S.A. (Empresa Consultora Consulsantos S.R.L.).
<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/Q02-2808.pdf>

LyK. (2017). Defectos de café verde que tostadores y productores deben reconocer.
Boletín perfect daily grind.

López-García, F., Escamilla-Prado, E., Zamarripa-Colmenero, A., Cruz-Castillo, G.

- (2016). Producción y calidad en variedades de café (*Coffea arabica* L.) en Veracruz, México. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 39 (3): 297-304.
- Mamani, V. (2015). *Determinación comparativa de tiempo de secado de café (Coffea arábica L.) en dos tipos de secadores solares en el Valle de Sandia-Puno.* (Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano).
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3315>
- Marín, C. (2013). Control de calidad del café. Manual técnico. Programa Selva Central. *Descos*. Lima. Perú. http://www.descos.org.pe/recursos/site/files/1019/calidadcafe_VF.pdf
- Martinello, M. (2015). *Modelado del secado de granos en lecho fijo a bajas temperaturas de aires.* (tesis doctoral, Universidad Nacional de la Plata).
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46980/Documento_completo_.pdf?sequence=4
- Masías, R. (2019). *Diseño de un secador solar directo de circulación natural tipo invernadero para cacao.* (Tesis de grado, Universidad de Piura).
<https://hdl.handle.net/11042/4234>
- Meza, C. (2019). *Factores que inciden en las características físicas y organolépticas del café fuera de grado comparadas al café especial.* Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria de la Selva). <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1496>
- MINSA/DIGESA (Ministerio de salud). (2008). Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para alimentos y bebidas de consumo humano. *R.M. N° 591-2008/MINSA*. Perú.

- Montilla, P.; Arcilla, P.; Aristizabal, L.; Montoya, R.; Puerta, Q.; Oliveros T.; Cadena, G. (2008). Caracterización de algunas propiedades físicas y factores de conversión del café durante el proceso de beneficio húmedo tradicional. *CENICAFÉ*, 59(2):120 – 142.
- NTP (Norma Técnica Peruana) ISO 3509. (1998). Café y sus derivados. Vocabulario. *Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI*. Primera Edición. Lima, Perú.
- NTP. (Norma Técnica Peruana). 209.027. (2007). Café verde. Requisitos. *Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales- INDECOPI*. Tercera Edición. Lima, Perú.
- NTP. (Norma Técnica Peruana). 209.310 (2008). Café pergamino. Requisitos. *Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales- INDECOPI*. Segunda Edición. Lima, Perú.
- Oliveros, T.; López, V.; Buitrago, C.; Moreno, C. (2010). Determinación del contenido de humedad del café durante el secado en silos. *Cenicafé*, 61 (2). Colombia.
- Pérez, O. (2016). *Compuestos fenólicos y perfil de ácidos grasos en granos de café (Coffea arabica L.) verde y tostado de variedades e híbridos cultivados en Coatepec, Veracruz*. (Tesis de maestría, Universidad Veracruzana). <https://www.uv.mx/mca/files/2018/01/I.-en-A.-Monica-Lilian-Perez-Ochoa.pdf>
- Philipps, P. (2017). *Sistema de postcosecha del café (Coffea arabica) en la región San Martín*. (Tesis de grado. Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto). <http://hdl.handle.net/11458/2543>

Plataforma Nacional de café Sostenible (2015). Evaluación sensorial del café.

Documento elaborado en el marco del Proyecto “Creación de Capacidades en Asistencia Técnica a Productores de Café en Guatemala”. Guatemala.

Prada, A., Vela, C., Bardález, G., Saavedra, J. (2019). Efectividad de un proceso de secado de café usando secadores solares con sistema de flujo de aire continuo impulsado por energía fotovoltaica, en la Región San Martín, Perú. *Revista Scielo. Información tecnológica*, 30(6), 85-92.

<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000600085>

Puerta, G. (2012). Factores, procesos y controles en la fermentación del café. *Avances técnicos Cenicafé*. Manizales, Caldas. Colombia.

<https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0422.pdf>

Quintanar, O., Roa D. (2017). Evaluación térmica y financiera del proceso de secado de grano de café en un secador solar activo tipo invernadero. Artículo. *Revista Mexicana Cienc. Agric.* Vol 8 N° 2.

Quispe, M. (2011). *Determinación comparativa de perfiles de taza en tres pisos altitudinales de café arábigo (coffea arábigo) en la cuenca del río Tambopata Sandia.* (Tesis de grado, Universidad Nacional del altiplano).

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3371>

Rivera, J. (2016). *Estimación del tiempo de vida útil del café verde y pergamino (coffea arábica) en diferentes empaques mediante pruebas aceleradas.* (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina).

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2638>

Roa, G. y Ortega, D. (2011). *Diseño y Construcción de un Secador Solar por Convección de Aire Caliente Automatizado de Pequeña Escala, para el*

Secado de café para la Universidad Nacional de Loja. (Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja).

<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/12368>

Sánchez P. y Gahona B. (2018). *Prototipo secado y volteo de cafés especiales aprovechando las energías renovables.* (Tesis de grado. Universidad Piloto de Colombia). <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00004673.pdf>

Sánchez, A., Zavala, J. (2013). Secadora solar tipo invernadero. Una alternativa para reducir costos de producción y resaltar la calidad del grano de café. Revista *El cafetal*. Colección 2013. Edición N^a 37. Asociación Nacional del café. https://www.anacafe.org/uploads/file/d875d9979c4a4f438c8c2a2b9835911a/El_Cafetal-12.pdf

SCAA (Specialty Coffee Association of America). (2004). Manual de defectos. *Comité técnico, S café verde* (ed.). Long Beach, California, E.E.U.U, Specialty Coffee Association of America. 50 p.

SCAA. (2011). Manual de defectos de cafés especiales. Sociedad Americana de Cafés Especiales. Estados Unidos.

SCAA (Specialty Coffee Association of America). (2018). Protocolo de Cata (en línea, sitio web). Disponible en <http://scaa.org/?page=resources&d=cupping-protocols>.

SCAN (Plataforma Nacional de Café sostenible- SCAN Guatemala. (2015). Guía de factores que inciden en la calidad del café. *Una alternativa para hacer el cafetal sostenible.*

https://issuu.com/revistaelcafetalero/docs/evaluacion_sensorial_del_cafe_por_s

- Torregroza, E.; Montes, M.; Ávila, G.; Remolina, L. (2014). Modelado de las cinéticas de secado de tres variedades de yuca industrial. *DYNA* Vol. 81, Núm. 186.
- Torres, C., Pérez, A.; Cruz, O. (2016). *Proceso de secado en lotes de granos de trigo en un sistema de lecho fluidizado*. (Tesis de grado, Universidad autónoma del estado de México Toluca). <http://hdl.handle.net/20.500.11799/65326>
- Treybal, R. (1980). Operaciones de transferencia de masa. 2da edición, editorial McGraw-Hill. México. pág. 736-741.

ANEXOS

Anexo 1. Instrumentos de recolección de datos

Tablas referenciales utilizadas para determinación de calidad física de los granos de café.

1a. Equivalencia de los defectos

Defectos de la categoría 1	Defectos Totales Equivalentes	Defectos de la categoría 2	Defectos Totales Equivalentes
Grano negro	1	Negro parcial	3
Grano agrio/vinagre	1	Agrio parcial	3
Cereza seca	1	Pergamino	5
Daño por hongos	1	Flotador	5
Materia extraña	5	Inmaduro	5
		Averanado/Arrugado	5
		Conchas	5
		Partidos/Molido/ Cortado	5
		Cáscara o pulpa seca	5
		Grano brocado leve	10

Fuente: SCAA, (2004).

1b. Características e identificación de los defectos físicos de los granos de café oro

Tipo de defecto	Características	Causas	Identificación
Negro total o parcial	Grano con coloración del pardo al negro. Encogido, arrugado, cara plana hundida hendidura muy abierta	Falta de agua durante desarrollo del fruto, fermentaciones prolongadas, cerezas sobre maduras recogidas del suelo, malos secados o rehumedecimiento	
Vinagre o parcialmente vinagre	Grano con coloración del crema al carmelito oscuro. Hendidura libre tegumentos, película plateada puede tender a coloraciones pardo rojizo.	Retraso entre la recolección y el despulpado, fermentación demasiado prolongadas, deficiente limpieza en los tanques de fermentación, uso de aguas contaminadas, sobrecalentamiento.	

Daño por hongos	Grano atacado por hongos, recubierto de	Fermentaciones prolongadas, interrupciones largas del	
-----------------	---	---	---

	polvillo amarillo o amarillo rojizo.	proceso de secado y almacenamiento húmedo.	
Grano flotador	Son extremadamente blancos y decolorados y al café verde una apariencia dispareja.	Mal secado, deficientes condiciones de almacenamiento.	
Grano concha	Son granos malformados que consisten de dos partes, que por fricción o golpes se separa.	Factores genéticos de la planta.	
Brocado	Son granos con pequeñas y oscuras perforaciones de (0,1 a 0,5 mm) en diámetro.	Estos granos presentan ataques severos de tres o más perforaciones.	
Materia extraña	Todo objeto no originario del café. Da al café un mal aspecto.	Se puede acumular en cualquiera de las etapas del proceso (ramas, Palitos, piedra, etc.)	

Cáscara o pulpa	Son fragmentos secos de cereza, de color rojo oscuro.	Mala calibración de la despulpadora, por falta de limpieza de las maquinarias.	
Cereza seca o grano bola	La pulpa seca generalmente cubre parte o todo el pergamino, algunas veces con presencia de manchas blancas, que son signo de formación de hongos.	Deficiente despulpado y eliminación de flotes, mal ajuste de la máquina, sequía y cosecha no selectiva.	

Inmaduro	Grano de color verdoso o gris claro, la cutícula no desprende, tamaño menor que el normal.	Recolección de granos verdes o pintones, mala nutrición y ataque de enfermedades.	
Decolorado reposado	Grano con alteraciones en su color normal.	Almacenamiento prolongado y malas condiciones de almacenamiento.	

<p>Decolorado ambar o mantequill o.</p>	<p>Grano de color amarillo traslucido.</p>	<p>Problemas de nutrientes en el suelo.</p>	
<p>Cardenillo</p>	<p>Grano atacado por hongos, recubierto polvillo amarillo amarillo rojizo.</p>	<p>Fermentaciones prolongadas, interrupciones largas del proceso de secado, almacenamiento húmedo del producto.</p>	
<p>Cristalizad o</p>	<p>Grano de color gris azuloso, frágil y quebradizo.</p>	<p>Altas temperaturas en el secado (más de 50 °c).</p>	
<p>Decolorado veteado</p>	<p>Grano con vetas blancas.</p>	<p>Rehumedecimiento después del proceso de secado.</p>	

<p>Decolorado sobre secado</p>	<p>Grano de color ámbar o ligeramente amarillento</p>	<p>Demasiado tiempo en el secado.</p>	
<p>Mordido o cortado</p>	<p>Grano con herida o cortada oxidado</p>	<p>Despulpado con maquina mal ajustada o camisa defectuosa, recolección de cerezas verdes.</p>	
<p>Picado por insectos</p>	<p>Grano con pequeños orificios.</p>	<p>Ataque de insectos como el gorgojo y la broca.</p>	
<p>Averanado o arrugada</p>	<p>Grano con estrías</p>	<p>Desarrollo pobre del cafeto por sequía y debilidad del cafeto.</p>	

Inmaduro o paloteado	Grano con color verdoso o gris claro. La cutícula no desprende. Superficie marchita, tamaño menor que el normal. En este grupo se incluye el grano del paloteo.	Recolección de granos verdes, pintones o inmaduros, falta de abono, roya y sequía.	
----------------------	---	--	---

Fuente: SCAA, (2004).

Tabla para determinar la calidad sensorial de los granos de café tostados

Variables del análisis sensorial de las pruebas de taza

Descripción y calificación	
Fragancia	Olor del café en seco. 0 a 10 (10 es el punto máximo).
Aroma	Olor del café una vez se adiciona el agua. 0 a 10 (10 es el punto máximo)
Sabor	Impresión combinada de todas las sensaciones gustativas. 0 a 10 (10 es el punto máximo)
Acidez	Sabor que queda en la boca después de probado el café. 0 a 10 (10 es el punto máximo)
Cuerpo	Contribuye a la vivacidad del café, dulzor y al carácter de fruta fresca. 0 a 10 (10 es el punto máximo)
Balance	Sensación táctil del líquido en la boca. 0 a 10 (10 es el punto máximo)

Taza limpia	Equilibrio entre acidez, cuerpo, sabor y dulzor. 0 a 10 (10 es el punto máximo)
Dulzor	Es la transparencia de la bebida, sin defectos. 2 puntos por taza
Puntuación del catador	Plenitud agradable del sabor en la boca. 2 puntos por taza.
Defectos	Sabores negativos. Se restan 2 puntos por taza si es ligero y 4 si es rechazo
Puntuación final	Es la suma de los atributos menos los defectos. Calificación Máxima 100 punto

Fuente: SCAA, (2018).

Resultados obtenidos durante el proceso de secado

Datos del prototipo secador tipo invernadero para curva de secado y curva de velocidad de secado de secado

INVERNADERO	Tiempo (hora)	masa de agua	% humedad base húmeda	(w) Humedad en base seca	velocidad de secado
Peso (Kg)	(h)	(Kg)	(Kg)	kg de H2O/kg m.s.	kg de agua/cm². h
2.0000	0	0.8816	44.0790	0.7882	
1.9604	2	0.8420	42.9488	0.7528	0.0198
1.9194	4	0.8010	41.7314	0.7162	0.0201
1.8786	6	0.7602	40.4662	0.6797	0.0202
1.8453	8	0.7269	39.3906	0.6499	0.0193
1.8139	10	0.6955	38.3431	0.6219	0.0186

1.7843	12	0.6659	37.3185	0.5954	0.0180
1.7605	14	0.6421	36.4704	0.5741	0.0171
1.7402	16	0.6218	35.7311	0.5560	0.0162
1.7253	18	0.6069	35.1757	0.5426	0.0153
1.7118	20	0.5933	34.6622	0.5305	0.0144
1.7001	22	0.5816	34.2125	0.5200	0.0136
1.6878	24	0.5694	33.7366	0.5091	0.0130
1.6694	26	0.5510	33.0039	0.4926	0.0127
1.6440	28	0.5256	31.9712	0.4700	0.0127
1.6197	30	0.5013	30.9481	0.4482	0.0127
1.5980	32	0.4795	30.0091	0.4288	0.0126
1.5780	34	0.4596	29.1247	0.4109	0.0124
1.5648	36	0.4464	28.5259	0.3991	0.0121
1.5526	38	0.4342	27.9656	0.3882	0.0118
1.5420	40	0.4236	27.4686	0.3787	0.0115
1.5318	42	0.4134	26.9866	0.3696	0.0111
1.5221	44	0.4037	26.5203	0.3609	0.0109
1.5118	46	0.3934	26.0197	0.3517	0.0106
1.4996	48	0.3812	25.4208	0.3409	0.0104
1.4839	50	0.3655	24.6287	0.3268	0.0103
1.4633	52	0.3449	23.5707	0.3084	0.0103
1.4400	54	0.3216	22.3325	0.2875	0.0104
1.4188	56	0.3003	21.1686	0.2685	0.0104
1.3977	58	0.2793	19.9831	0.2497	0.0104
1.3809	60	0.2624	19.0055	0.2347	0.0103
1.3668	62	0.2484	18.1712	0.2221	0.0102
1.3562	64	0.2377	17.5304	0.2126	0.0101
1.3464	66	0.2280	16.9313	0.2038	0.0099

1.3366	68	0.2182	16.3241	0.1951	0.0098
1.3286	70	0.2102	15.8178	0.1879	0.0096
1.3152	72	0.1968	14.9607	0.1759	0.0095
1.3014	74	0.1830	14.0583	0.1636	0.0094
1.2874	76	0.1689	13.1230	0.1511	0.0094
1.2723	78	0.1539	12.0926	0.1376	0.0093
1.2569	80	0.1385	11.0190	0.1238	0.0093
1.2423	82	0.1239	9.9740	0.1108	0.0092
1.2308	84	0.1124	9.1299	0.1005	0.0092
1.2212	86	0.1028	8.4178	0.0919	0.0091
1.2115	88	0.0931	7.6853	0.0833	0.0090
1.2029	90	0.0845	7.0238	0.0755	0.0089
1.1941	92	0.0757	6.3355	0.0676	0.0088
1.1850	94	0.0666	5.6202	0.0595	0.0087
1.1735	96	0.0551	4.6969	0.0493	0.0086
1.1613	98	0.0428	3.6883	0.0383	0.0086
1.1518	100	0.0334	2.8989	0.0299	0.0085
1.1433	102	0.0248	2.1727	0.0222	0.0084
1.1344	104	0.0160	1.4061	0.0143	0.0083
1.1289	106	0.0105	0.9275	0.0094	0.0082
1.1241	108	0.0057	0.5079	0.0051	0.0081
1.1206	110	0.0022	0.1972	0.0020	0.0080
1.1184	112	0.0000	0.0000	0.0000	0.0079

Datos del prototipo secador tipo invernadero más extractor de aire para curva de secado y curva de velocidad de secado de secado

EXTRACTOR	Tiempo (hora)	masa de agua	% humedad base humedad	(w) Humedad en base seca	velocidad de secado
Peso kg	(h)	kg	kg	kg de H2O/g m.s.	kg de agua/cm². h
2.000	0	0.8821	44.1035	0.7890	
1.955	2	0.8370	42.8143	0.7487	0.0225
1.904	4	0.7865	41.2985	0.7035	0.0239
1.840	6	0.7224	39.2545	0.6462	0.0266
1.783	8	0.6652	37.3059	0.5950	0.0271
1.726	10	0.6083	35.2400	0.5442	0.0274
1.684	12	0.5661	33.6145	0.5064	0.0263
1.648	14	0.5301	32.1661	0.4742	0.0251
1.618	16	0.5000	30.9034	0.4472	0.0239
1.588	18	0.4700	29.5992	0.4204	0.0229
1.565	20	0.4466	28.5456	0.3995	0.0218
1.544	22	0.4266	27.6179	0.3816	0.0207
1.519	24	0.4013	26.4155	0.3590	0.0200
1.484	26	0.3656	24.6431	0.3270	0.0199
1.446	28	0.3280	22.6838	0.2934	0.0198
1.406	30	0.2883	20.5020	0.2579	0.0198
1.364	32	0.2465	18.0648	0.2205	0.0199
1.325	34	0.2069	15.6139	0.1850	0.0199
1.287	36	0.1688	13.1190	0.1510	0.0198
1.254	38	0.1359	10.8407	0.1216	0.0196
1.226	40	0.1077	8.7878	0.0963	0.0194

1.207	42	0.0889	7.3695	0.0796	0.0189
1.190	44	0.0717	6.0245	0.0641	0.0184
1.169	46	0.0512	4.3771	0.0458	0.0181
1.150	48	0.0319	2.7780	0.0286	0.0177
1.134	50	0.0163	1.4394	0.0146	0.0173
1.126	52	0.0086	0.7602	0.0077	0.0168
1.121	54	0.0028	0.2528	0.0025	0.0163
1.118	56	0.0003	0.0289	0.0003	0.0157
1.118	58	0.0000	0.0000	0.0000	0.0152

Datos del prototipo secador tipo invernadero con extractor de aire y calefacción para curva de secado y curva de velocidad de secado

EXTRACTOR MAS CALEFACTOR	Tiempo (hora)	masa de agua	% humedad base humeda	(w) Humedad en base seca	velocidad de secado
Peso (kg)	(h)	(kg)	(kg)	kg de H2O/g m.s.	kg de agua/cm². h
2.000	0	0.883	44.156	0.791	
1.963	2	0.846	43.102	0.758	0.019
1.911	4	0.794	41.540	0.711	0.022
1.856	6	0.739	39.816	0.662	0.024
1.779	8	0.662	37.230	0.593	0.028
1.701	10	0.584	34.324	0.523	0.030
1.639	12	0.522	31.841	0.467	0.030
1.571	14	0.454	28.902	0.407	0.031
1.515	16	0.398	26.261	0.356	0.0303

1.462	18	0.345	23.623	0.309	0.0299
1.420	20	0.303	21.331	0.271	0.0290
1.379	22	0.262	19.010	0.235	0.0282
1.341	24	0.224	16.684	0.200	0.0275
1.309	26	0.192	14.664	0.172	0.0266
1.283	28	0.166	12.971	0.149	0.0256
1.259	30	0.143	11.318	0.128	0.0247
1.239	32	0.122	9.861	0.109	0.0238
1.220	34	0.103	8.420	0.092	0.0230
1.200	36	0.083	6.904	0.074	0.0222
1.179	38	0.063	5.299	0.056	0.0216
1.163	40	0.046	3.954	0.041	0.0209
1.147	42	0.030	2.645	0.027	0.0203
1.135	44	0.018	1.567	0.016	0.0197
1.126	46	0.009	0.837	0.008	0.0190
1.122	48	0.005	0.434	0.004	0.0183
1.119	50	0.002	0.197	0.002	0.0176
1.118	52	0.001	0.082	0.001	0.0170
1.117	54	0.000	0.000	0.000	0.0164

Datos del secado tradicional para curva de secado y curva de velocidad de secado de secado

TRADICIONAL	Tiempo (hora)	masa de agua	% humedad base húmeda	(w) Humedad en base seca	velocidad de secado
--------------------	----------------------	---------------------	------------------------------	---------------------------------	----------------------------

Peso (kg)	(h)	(kg)	(kg)	kg de H2O/g m.s.	kg de agua/cm². h
2.000000	0	0.884043	44.202	0.79	
1.969020	2	0.853063	43.324	0.76	0.01549
1.938413	4	0.822457	42.429	0.74	0.01540
1.904787	6	0.788830	41.413	0.71	0.01587
1.878023	8	0.762067	40.578	0.68	0.01525
1.848633	10	0.732677	39.633	0.66	0.01514
1.819277	12	0.703320	38.659	0.63	0.01506
1.819877	14	0.703920	38.680	0.63	0.01287
1.794890	16	0.678933	37.826	0.61	0.01282
1.770950	18	0.654993	36.985	0.59	0.01273
1.744610	20	0.628653	36.034	0.56	0.01277
1.714777	22	0.598820	34.921	0.54	0.01296
1.687673	24	0.571717	33.876	0.51	0.01301
1.663250	26	0.547293	32.905	0.49	0.01295
1.664610	28	0.548653	32.960	0.49	0.01198
1.645467	30	0.529510	32.180	0.47	0.01182
1.624680	32	0.508723	31.312	0.46	0.01173
1.602157	34	0.486200	30.347	0.44	0.01170
1.586353	36	0.470397	29.653	0.42	0.01149
1.572807	38	0.456850	29.047	0.41	0.01124
1.559240	40	0.443283	28.429	0.40	0.01102
1.559887	42	0.443930	28.459	0.40	0.01048
1.545033	44	0.429077	27.771	0.38	0.01034
1.531920	46	0.415963	27.153	0.37	0.01018
1.515633	48	0.399677	26.370	0.36	0.01009
1.500680	50	0.384723	25.637	0.34	0.00999

1.487273	52	0.371317	24.966	0.33	0.00986
1.473487	54	0.357530	24.264	0.32	0.00975
1.474377	56	0.358420	24.310	0.32	0.00939
1.462880	58	0.346923	23.715	0.31	0.00926
1.450367	60	0.334410	23.057	0.30	0.00916
1.438273	62	0.322317	22.410	0.29	0.00906
1.425487	64	0.309530	21.714	0.28	0.00898
1.413340	66	0.297383	21.041	0.27	0.00889

1.401647	68	0.285690	20.382	0.26	0.00880
1.402140	70	0.286183	20.410	0.26	0.00854
1.389397	72	0.273440	19.680	0.25	0.00848
1.377043	74	0.261087	18.960	0.23	0.00842
1.365317	76	0.249360	18.264	0.22	0.00835
1.354077	78	0.238120	17.585	0.21	0.00828
1.342783	80	0.226827	16.892	0.20	0.00822
1.33173	82	0.21577	16.202	0.19	0.00815
1.33264	84	0.21668	16.260	0.19	0.00794
1.31953	86	0.20357	15.428	0.18	0.00791
1.30514	88	0.18918	14.495	0.17	0.00790
1.28985	90	0.17389	13.481	0.16	0.00789
1.27580	92	0.15984	12.529	0.14	0.00787
1.26075	94	0.14479	11.484	0.13	0.00786
1.24777	96	0.13181	10.564	0.12	0.00784
1.24830	98	0.13235	10.602	0.12	0.00767
1.23556	100	0.11960	9.680	0.11	0.00764

1.22186	102	0.105907	8.668	0.09	0.00763
1.20940	104	0.093440	7.726	0.08	0.00760
1.19510	106	0.079140	6.622	0.07	0.00759
1.18152	108	0.065567	5.549	0.06	0.00758
1.16884	110	0.052887	4.525	0.05	0.00756
1.16843	112	0.052473	4.491	0.05	0.00742
1.15695	114	0.040993	3.543	0.04	0.00740
1.14482	116	0.028860	2.521	0.03	0.00737
1.13464	118	0.018687	1.647	0.02	0.00733
1.12628	120	0.010323	0.917	0.01	0.00728
1.12082	122	0.004860	0.434	0.00	0.00721
1.11596	124	0.000000	0.000	0.00	0.00713

Resultados de café oro verde para granulometría

malla 18		malla 17		malla 16		malla 15		malla14		R		Cascarilla	
%	peso	%	peso	%	peso	%	peso	%	peso	%	peso	%	peso
43.8	129	27.7	81.5	17.7	52	6.7	19.7	3.3	9.8	0.80	2.5	15.86	55.5
42.2	124.5	26.95	79.5	20	59	6.85	20.2	3.15	9.3	0.85	2.5	15.72	55
44.9	131.6	26.9	78.7	18.5	54.3	5.3	15.5	3.6	10.6	0.80	2.3	16.03	57
43.63	128.37	27.18	79.90	18.73	55.10	6.28	18.47	3.35	9.90	0.82	2.43	15.87	55.83

Invernadero

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

95.83 **281.83**

4.17 **12.33**

malla 18		malla 17		malla 16		malla 15		malla14		R		Cascarilla	
%	peso	%	peso	%	peso	%	peso	%	peso	%	peso	%	peso
47.9	141.5	23	68.1	16.2	48	7.3	21.5	4.4	12.9	1.2	3.5	15.57	54.5
42.9	126.9	25.9	76.5	22.1	65.3	6.1	18	2.4	7	0.7	2.2	15.46	54.1

Extractor

46.8	138.5	24	71.1	18.9	56	6.9	20.5	2.3	6.9	1	2.9	15.46	54.1
45.87	135.63	24.30	71.90	19.07	56.43	6.77	20.00	3.03	8.93	0.97	2.87	15.50	54.23

96.00 **283.97**

4.00 **11.80**

Extracto+ calefactores

malla 18		malla 17		malla 16		malla 15		malla14		R		Cascarilla	
%	peso	%	peso	%	peso	%	peso	%	peso	%	peso	%	peso
48.9	146.5	23.4	70.1	19.9	59.5	5.2	15.5	2.6	7.9	0		14.43	50.5
48.1	143.5	23.8	71.1	19.4	58	5.9	17.5	2.3	6.9	0.5	1.5	14.71	51.5
52.8	159.5	25.9	78.1	14.2	43	4.1	12.5	2.9	8.9	0		13.71	48
49.93	149.83	24.37	73.10	17.83	53.50	5.07	15.17	2.60	7.90	0.17	1.50	14.28	50.00

97.20 **291.60**

2.77 **9.40**

Tradicional

95.30

malla 18		malla 17		malla 16		malla 15		malla 14		R		Cascarilla	
%	peso	%	peso	%	peso	%	peso	%	peso	%	peso	%	peso
42.4	124.32	23.5	69.1	18.1	53	10.7	31.5	4.4	13.01	0.9	0.9	16.15	56.5
44.9	131.03	19.9	58.1	23.6	68.87	7.4	21.5	3.9		11.5	0.3	0.9	16.57
43.9	128.5	23.6	69.1	16.8	49	11.1	32.5	3.7	10.9	0.9		16.13	
43.73	127.95	22.33	65.43	19.50	56.96	9.73	28.50	4.00	11.80	0.70	0.93	16.28	57.00

278.84

12.74

4.70

Resultados del análisis físico y sensorial de las muestras experimentales en los prototipos

Ficha de análisis sensorial de café

La Asociación de cafés especiales de América Formulario de catación

Nombre: _____ Fecha: _____ Mesa: _____ Sesión: _____

Clasificación:	
6.00 - Bueno	7.00 - Muy Bueno
6.25	7.25
6.50	7.50
6.75	7.75
8.00 - Excelente	9.00 - Extraordinario
8.25	9.25
8.50	9.50
8.75	9.75

muestra # _____ Nivel de toraste: _____ Total: _____ Fragancia/Aroma: _____ Seco Cualidades: _____ Espuma: _____	Total: _____ Sabor: _____ Total: _____ Sabor Residual: _____	Total: _____ Acidez: _____ Intensidad Alto: _____ Intensidad Bajo: _____	Total: _____ Cuerpo: _____ Intensidad Alto: _____ Intensidad Bajo: _____	Total: _____ Uniformidad: _____ Balance Total: _____	Total: _____ Taza Limpia: _____ Dulzor Total: _____	Total: _____ Puntaje Catador: _____ Defectos (sustraer): _____ Ligeros=2 # Tazas Intensidad Rechazo=4 <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> = _____	Suma: _____
Notas: _____							Puntaje Final

muestra # _____ Nivel de toraste: _____ Total: _____ Fragancia/Aroma: _____ Seco Cualidades: _____ Espuma: _____	Total: _____ Sabor: _____ Total: _____ Sabor Residual: _____	Total: _____ Acidez: _____ Intensidad Alto: _____ Intensidad Bajo: _____	Total: _____ Cuerpo: _____ Intensidad Alto: _____ Intensidad Bajo: _____	Total: _____ Uniformidad: _____ Balance Total: _____	Total: _____ Taza Limpia: _____ Dulzor Total: _____	Total: _____ Puntaje Catador: _____ Defectos (sustraer): _____ Ligeros=2 # Tazas Intensidad Rechazo=4 <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> = _____	Suma: _____
Notas: _____							Puntaje Final

muestra # _____ Nivel de toraste: _____ Total: _____ Fragancia/Aroma: _____ Seco Cualidades: _____ Espuma: _____	Total: _____ Sabor: _____ Total: _____ Sabor Residual: _____	Total: _____ Acidez: _____ Intensidad Alto: _____ Intensidad Bajo: _____	Total: _____ Cuerpo: _____ Intensidad Alto: _____ Intensidad Bajo: _____	Total: _____ Uniformidad: _____ Balance Total: _____	Total: _____ Taza Limpia: _____ Dulzor Total: _____	Total: _____ Puntaje Catador: _____ Defectos (sustraer): _____ Ligeros=2 # Tazas Intensidad Rechazo=4 <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> = _____	Suma: _____
Notas: _____							Puntaje Final

muestra # _____ Nivel de toraste: _____ Total: _____ Fragancia/Aroma: _____ Seco Cualidades: _____ Espuma: _____	Total: _____ Sabor: _____ Total: _____ Sabor Residual: _____	Total: _____ Acidez: _____ Intensidad Alto: _____ Intensidad Bajo: _____	Total: _____ Cuerpo: _____ Intensidad Alto: _____ Intensidad Bajo: _____	Total: _____ Uniformidad: _____ Balance Total: _____	Total: _____ Taza Limpia: _____ Dulzor Total: _____	Total: _____ Puntaje Catador: _____ Defectos (sustraer): _____ Ligeros=2 # Tazas Intensidad Rechazo=4 <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> = _____	Suma: _____
Notas: _____							Puntaje Final

Anexo 02

Procedimiento de validez y confiabilidad

HOJA DE EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres del Informante: Dr. OTAROLAGAMARRA Antonio

Cargo o Institución donde labora: COORDINADOR DE POSTGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS -UNDAC

Nombre del Instrumento de Evaluación: Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias

Autor del instrumento: MEJÍA GARCÍA Shirley Mayhory

Título: Evaluación del secado de café (*Coffea arábica* L.) en diferentes prototipos de secadores solares y su efecto en el tiempo, calidad e inocuidad, en condiciones de Selva Central

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente				Regular				Bueno				Muy bueno				Excelente			
		0 - 20				21 – 40				41 - 60				61 - 80				81 - 100			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. TITULO	Hace referencia al problema mencionado en las variables															x					
2. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado															x					
3. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables															x					
4. ACTUALIDAD	Está acorde a los cambios en la Administración Moderna																x				
5. ORGANIZACIÓN	Existe una organización Lógica																	x			
6. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad															x					
7. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos de la gestión educativa																x				
8. CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos científicos.																x				
9. COHERENCIA	Entre los indicadores y las dimensiones															x					
10. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico																x				

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Es importante la tesis realizada, puesto que aborda el tema de secado del café en secadores con control de aire caliente a temperaturas controladas, aprovechando los rayos solares, esta operación es importante para lograr una buena calidad de café, donde cuajan las características sensoriales del café, por tal motivo esta tesis consolida estos preceptos en relación a la tecnología de secado del café, sobre un secado a temperatura ascendente hasta 50 °C, donde los compuestos aldehídos, cetonas y esterres no se pierden, potenciando el aroma, sabor y color de este grano; esta metodología se puede aplicar por cualquier caficultor en un secador solar que esta brindando el gobierno mediante los municipios, MIDAGRI y muchos que lo adquieren con recursos propios.

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

La calificación es **muy buena**, con un **puntaje de 76**, porque es una metodología de secado del café lavado, que aporta a la mejora de calidad sensorial del grano de café, por lo cual se puede acceder a mejores precios de venta, por lo tanto, a mejores beneficios para el caficultor.

Huancayo 01 de agosto del 2022	19811532	 Dr. ANTONIO OTÁROLA GAMARRA ING. EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS Reg. CIP N° 52676	996936262
Lugar y fecha	DNI Numero	Firma del experto	Teléfono N°

Resultados del análisis físico y evaluación sensorial de las muestras (café) experimenta en los secadores solares.



CONTROL DE CALIDAD

N° DE ORDEN DE ANALISIS DE CALIDAD: sep-19

Cliente &/o Productor:	MUESTRA DE TESISTAS (I)	Fecha:	16/09/19
Guía de Remisión:		Nota &/o Guía de Ingreso:	
Tipo de Café:	PERGAMINO	Origen:	LA MERCED
Calidad (Certificación):		Cosecha:	2019
Tipo de Envase:		Tipo Muestra:	
# Sacos recepcionado:		KB Recepcionado:	
# Sacos observado:	0	KN Liquidado:	

Café Verde	
Recepción Humedad (%)	0.00%
Análisis Humedad (%)	11.86%

ANÁLISIS DE PERGAMINO

Muestra	Gramos	%
Café Exportable	280.00	80.00
Sub productos	14.50	4.14
Bola		
Cascarilla	55.50	15.86
TOTAL	350.00	100.00

ANÁLISIS GRAVIMETRICO		
MALLAS	PESO GRANOS (gramos)	%
18	129.00	43.8
17	81.50	27.7
16	52.00	17.7
15	19.70	6.7
14	9.80	3.3
R	2.50	0.8
Total	294.50	100.00

ANÁLISIS VERDE

Defectos Primarios	PESO	%
Negro	0	0.0
Parcial Negro	0	0.0
Agrios	0	0.0
Parcial Agrios	0	0.0
Hongos	0	0.0
Cereza seco	0	0.0
Materia extraña	0	0.0
Brocados Severos	0	0.0
En 350 gramos - SCAA		0.0
0	0.00	

Defectos Secundarios	# de granos	# defectos
Plotadores	9	1.8
Inmaduros	0	0
Averaneados	0	0
Conchas	4	0.8
Partidos/Mordidos/Cortados	0	0
Cascarilla o Pulpa	0	0
Pergamino	0	0
Brocados Leves	0	0
	13	2.6

ANÁLISIS SENSORIAL

N° de Tazas: 5

CATACION	Puntaje
Frangancia/ Aroma	7.50
Sabor	7.75
Sabor Residual	7.25
Acidez	7.50
Cuerpo	7.25
Balance	7.50
Uniformidad	10.00
Taza Limpia	10.00
Dulzor	10.00
Punto Catador	7.50
	82.25
Defecto	
Puntaje Final	82.25



Observaciones/Comentarios

MUESTRA SECADO EN INVERNADERO M1

Pergamino: Café pergamino fresco

Verde: café granos flotadores y conchas.

Tazas :café con notas a chocolate dulces azucar,acidez citrica notas a toronjas,astringencia cuerpo ligero,limpio

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD

Edwin Porras Sandoval
EDWIN PORRAS SANDOVAL
LIC-Q-GRADER



CONTROL DE CALIDAD

N° DE ORDEN DE ANALISIS DE CALIDAD: sep-19

Cliente &/o Productor:	MUESTRA DE TESISISTAS (I)	Fecha:	16/09/19
Guía de Remisión:		Nota &/o Guía de Ingreso:	
Tipo de Café:	PERGAMINO	Origen:	LA MERCED
Calidad (Certificación):		Cosecha:	2019
Tipo de Envase:		Tipo Muestra:	
# Sacos recepcionado:		KB Recepcionado:	
# Sacos observado:	0	KN Liquidado:	

Café Verde	
Recepción Humedad (%)	0.00%
Análisis Humedad (%)	11.82%

ANALISIS DE PERGAMINO

Muestra

DETALLE	Gramos	%
Café Exportable	284.00	81.14
Sub productos	11.00	3.14
Bola		
Cascarilla	55.00	15.72
TOTAL	350.00	100.00

ANÁLISIS GRAVIMETRICO		
MALLAS	PESO GRANOS (gramos)	%
18	124.50	42.20
17	79.50	26.95
16	59.00	20.00
15	20.20	6.85
14	9.30	3.15
R	2.50	0.85
Total	295.00	100

ANALISIS VERDE

Defectos Primarios	PESO	%
Negro	0	0.0
Parcial Negro	0	0.0
Agrios	0	0.0
Parcial Agrios	0	0.0
Hongos	0	0.0
Cereza seco	0	0.0
Materia extraña	0	0.0
Brocados Severos	0	0.0
En 350 gramos - SCAA		0.0
	0	0.00

Defectos Secundarios	# de granos	# defectos
Flotadores	8	1.6
Inmaduros	0	0
Averaneados	0	0
Conchas	3	0.6
Partidos/Mordidos/Cortados	0	0
Cascarilla o Pulpa	0	0
Pergamino	0	0
Brocados Leves	0	0
	11	2.2

ANALISIS SENSORIAL

N° de Tazas: 5

CATACION	Puntaje
Frangancia/ Aroma	7.50
Sabor	7.50
Sabor Residual	7.25
Acidez	7.50
Cuerpo	7.25
Balance	7.50
Uniformidad	10.00
Taza Limpia	10.00
Dulzor	10.00
Punto Catador	7.50
	82.00
Defecto	
Puntaje Final	82.00



Observaciones/Comentarios

MUESTRA SECADO EN INVERNADERO M2

Pergamino: Café pergamino fresco

Verde: café granos flotadores y conchas.

Tazas :café con notas a chocolate dulces azucar,acidez citrica notas a toronjas,astringencia cuerpo ligero,limpio

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD

Edwin
EDWIN PORRAS SANDOVAL
LIC-Q-GRADER



CONTROL DE CALIDAD

N° DE ORDEN DE ANALISIS DE CALIDAD: sep-19

Cliente &/o Productor:	MUESTRA DE TESISTAS (I)	Fecha:	16/09/19
Guía de Remisión:		Nota &/o Guía de Ingreso:	
Tipo de Café:	PERGAMINO	Origen:	LA MERCED
Calidad (Certificación):		Cosecha:	2019
Tipo de Envase:		Tipo Muestra:	
# Sacos recepcionado:		KB Recepcionado:	
# Sacos observado:	0	KN Liquidado:	

Café Verde	
Recepción Humedad (%)	0.00%
Análisis Humedad (%)	11.84%

ANÁLISIS DE PERGAMINO

DETALLE	Gramos	%
Café Exportable	278.10	80.00
Sub productos	14.90	3.97
Bola		
Cascarilla	57.00	16.03
TOTAL	350.00	100.00

ANÁLISIS GRAVIMETRICO		
MAILLAS	PESO GRANOS (gramos)	%
18	131.60	44.9
17	78.70	26.9
16	54.30	18.5
15	15.50	5.3
14	10.60	3.6
R	2.30	0.8
Total	293.00	100

ANÁLISIS VERDE

Defectos Primarios	PESO	%
Negro	0	0.0
Parcial Negro	0	0.0
Agrios	0	0.0
Parcial Agrios	0	0.0
Hongos	0	0.0
Cereza seco	0	0.0
Materia extraña	0	0.0
Brocados Severos	0	0.0
En 350 gramos - SCAA		0.0
0		0.00

Defectos Secundarios	# de granos	# defectos
Flotadores	8	1.6
Inmaduros	0	0
Averaneados	0	0
Conchas	4	0.8
Partidos/Mordidos/Cortados	0	0
Cascarilla o Pulpa	0	0
Pergamino	0	0
Brocados Leves	0	0
	12	2.4

ANÁLISIS SENSORIAL

N° de Tazas: 5

CATACION	Puntaje
Frangancia/ Aroma	7.25
Sabor	7.50
Sabor Residual	7.25
Acidez	7.50
Cuerpo	7.25
Balance	7.50
Uniformidad	10.00
Taza Limpia	10.00
Dulzor	10.00
Punto Catador	7.50
	81.75
Defecto	
Puntaje Final	81.75



Observaciones/Comentarios

MUESTRA SECADO EN INVERNADERO M3

Pergamino: Café pergamino fresco

Verde: café granos flotadores y conchas.

Tazas :café con notas a chocolate dulces azucar,acidez citrica notas a toronjas,astringencia cuerpo ligero,limpio

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD

Edwin
EDWIN PORRAS SANDOVAL
LIC-Q-GRADER



CONTROL DE CALIDAD

N° DE ORDEN DE ANALISIS DE CALIDAD: sep-19

Cliente &/o Productor:	MUESTRA DE TESISTAS (E)	Fecha:	10/09/19
Guía de Remisión:		Nota &/o Guía de Ingreso:	
Tipo de Café:	PERGAMINO	Origen:	LA MERCED
Calidad (Certificación):		Cosecha:	2019
Tipo de Envase:		Tipo Muestra:	
# Sacos recepcionado:		KB Recepcionado:	
# Sacos observado:	0	KN Liquidado:	

Café Verde	
Recepción Humedad (%)	0.00%
Análisis Humedad (%)	11.75%

ANALISIS DE PERGAMINO

Muestra

DETALLE	Gramos	%
Café Exportable	281.00	80.29
Sub productos	14.50	4.14
Bola		
Cascarilla	54.50	15.57
TOTAL	350.00	100.00

ANÁLISIS GRÁVIMETRICO		
MALLAS	PESO GRANOS (gramos)	%
18	141.50	47.9
17	68.10	23.0
16	48.00	16.2
15	21.50	7.3
14	12.90	4.4
R	3.50	1.2
Total	295.50	100

ANALISIS VERDE

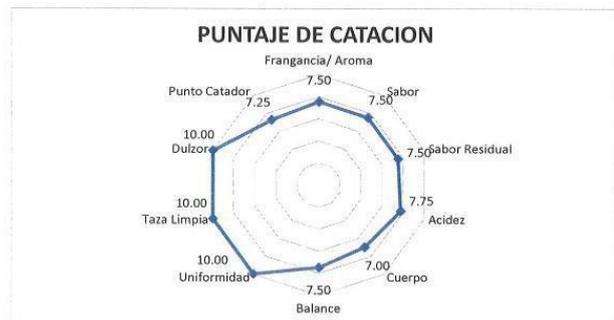
Defectos Primarios	PESO	%
Negro	0	0.0
Parcial Negro	0	0.0
Agrios	0	0.0
Parcial Agrios	0	0.0
Hongos	0	0.0
Cereza seco	0	0.0
Materia extraña	0	0.0
Brocados Severos	0	0.0
En 350 gramos - SCAA		0.0
0	0.00	

Defectos Secundarios	# de granos	# defectos
Flotadores	0	0
Inmaduros	0	0
Averaneados	0	0
Conchas	4	0.8
Partidos/Mordidos/Cortados	0	0
Cascarilla o Pulpa	0	0
Pergamino	0	0
Brocados Leves	0	0
	4	0.8

ANALISIS SENSORIAL

N° de Tazas: 5

CATACION	Puntaje
Frangancia/ Aroma	7.75
Sabor	7.75
Sabor Residual	7.75
Acidez	7.75
Cuerpo	7.50
Balance	7.50
Uniformidad	10.00
Taza Limpia	10.00
Dulzor	10.00
Punto Catador	7.50
	83.50
Defecto	
Puntaje Final	83.50



Observaciones/Comentarios

MUESTRA SECADO CON EXTRACTOR M1

Pergamino: Café pergamino fresco

Verde: café presencia de conchas.

Tazas :café con notas a chocolate dulces azucar,acidez citrica notas a toronjas,astringencia cuerpo ligero,limpio

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD

Edwin Porras Sandoval
EDWIN PORRAS SANDOVAL
LIC-Q-GRADER



CONTROL DE CALIDAD

N° DE ORDEN DE ANALISIS DE CALIDAD: sep-19

Cliente &/o Productor:	MUESTRA DE TESISITAS (E)	Fecha:	10/09/19
Guía de Remisión:		Nota &/o Guía de Ingreso:	
Tipo de Café:	PERGAMINO	Origen:	LA MERCED
Calidad (Certificación):		Cosecha:	2019
Tipo de Envase:		Tipo Muestra:	
# Sacos recepcionado:		KB Recepcionado:	
# Sacos observado:	0	KN Liquidado:	

Café Verde	
Recepción Humedad (%)	0.00%
Análisis Humedad (%)	11.82%

ANÁLISIS DE PERGAMINO

DETALLE	Gramos	%
Café Exportable	281.50	80.43
Sub productos	14.40	4.11
Bola		
Cascarilla	54.10	15.46
TOTAL	350.00	100.00

ANÁLISIS GRAVIMETRICO		
MALLAS	PESO GRANOS (gramos)	%
18	126.90	42.9
17	76.50	25.9
16	65.30	22.1
15	18.00	6.1
14	7.00	2.4
R	2.20	0.7
Total	295.90	100

ANÁLISIS VERDE

Defectos Primarios	PESO	%
Negro	0	0.0
Parcial Negro	0	0.0
Agrios	0	0.0
Parcial Agrios	0	0.0
Hongos	0	0.0
Cereza seco	0	0.0
Materia extraña	0	0.0
Brocados Severos	0	0.0
En 350 gramos - SCAA		0.0
	0	0.00

Defectos Secundarios	# de granos	# defectos
Plotadores	0	0
Inmaduros	0	0
Averaneados	0	0
Conchas	3	0.6
Partidos/Mordidos/Cortados	0	0
Cascarilla o Pulpa	0	0
Pergamino	0	0
Brocados Leves	0	0
	3	0.6

ANÁLISIS SENSORIAL

N° de Tazas: 5

CATACION	Puntaje
Frangancia/ Aroma	7.75
Sabor	8.00
Sabor Residual	7.75
Acidez	7.75
Cuerpo	7.50
Balance	7.50
Uniformidad	10.00
Taza Limpia	10.00
Dulzor	10.00
Punto Catador	7.50
	83.75
Defecto	
Puntaje Final	83.75



Observaciones/Comentarios

MUESTRA SECADO CON EXTRACTOR M2

Pergamino: Café pergamino fresco

Verde: café presencia de conchas.

Tazas :café con notas a chocolate dulces azucar,acidez citrica notas a toronjas,astringencia cuerpo ligero,limpio

Edwin Porras Sandoval
EDWIN PORRAS SANDOVAL
LIC-Q-GRADER

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD



CONTROL DE CALIDAD

N° DE ORDEN DE ANALISIS DE CALIDAD: sep-19

Cliete &/o Productor:	MUESTRA DE TESISTAS (E)	Fecha:	10/09/19
Guia de Remisión:		Nota &/o Guia de Ingreso:	
Tipo de Café:	PERGAMINO	Origen:	LA MERCED
Calidad (Certificación):		Cosecha:	2019
Tipo de Envase:		Tipo Muestra:	
# Sacos recepcionado:		KB Recepcionado:	
# Sacos observado:	0	KN Liquidado:	

Café Verde	
Recepción Humedad (%)	0.00%
Análisis Humedad (%)	11.80%

ANALISIS DE PERGAMINO

Muestra	Gramos	%
DETALLE		
Café Exportable	283.40	80.97
Sub productos	12.50	3.57
Bola		
Cascarilla	54.10	15.46
TOTAL	350.00	100.00

ANÁLISIS GRAVIMETRICO		
MALLAS	PESO GRANOS (gramos)	%
18	138.50	46.8
17	71.10	24.0
16	56.00	18.9
15	20.50	6.9
14	6.90	2.3
R	2.90	1.0
Total	295.90	100

ANALISIS VERDE

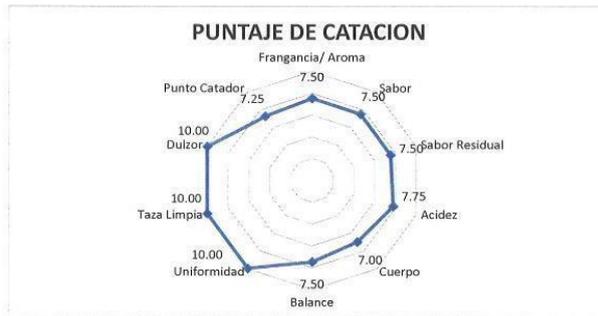
Defectos Primarios	PESO	%
Negro	0	0.0
Parcial Negro	0	0.0
Agrios	0	0.0
Parcial Agrios	0	0.0
Hongos	0	0.0
Cereza seco	0	0.0
Materia extraña	0	0.0
Brocados Severos	0	0.0
En 350 gramos - SCAA		0.0
0		0.00

Defectos Secundarios	# de granos	# defectos
Flotadores	0	0
Inmaduros	0	0
Averaneados	0	0
Conchas	4	0.8
Partidos/Mordidos/Cortados	0	0
Cascarilla o Pulpa	0	0
Pergamino	0	0
Brocados Leves	0	0
	4	0.8

ANALISIS SENSORIAL

N° de Tazas: 5

CATACION	Puntaje
Frangancia/ Aroma	7.50
Sabor	7.75
Sabor Residual	7.75
Acidez	7.75
Cuerpo	7.50
Balance	7.50
Uniformidad	10.00
Taza Limpia	10.00
Dulzor	10.00
Punto Catador	7.50
	83.25
Defecto	
Puntaje Final	83.25



Observaciones/Comentarios

MUESTRA SECADO CON EXTRACTOR M3

Pergamino: Café pergamino fresco

Verde: café presencia de conchas.

Tazas :café con notas a chocolate dulces azucar,acidez citrica notas a toronjas,astringencia cuerpo ligero,limpio

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD

Edwin Pórras Sandoval
EDWIN PÓRRAS SANDOVAL
LIC-Q-GRADER



CONTROL DE CALIDAD

N° DE ORDEN DE ANALISIS DE CALIDAD: sep-19

Cliente &/o Productor:	MUESTRA DE TESISITAS (EC)	Fecha:	14/09/19
Guía de Remisión:		Nota &/o Guía de Ingreso:	
Tipo de Café:	PERGAMINO	Origen:	LA MERCED
Calidad (Certificación):		Cosecha:	2019
Tipo de Envase:		Tipo Muestra:	
# Sacos recepcionado:		KB Recepcionado:	
# Sacos observado:	0	KN Liquidado:	

Café Verde	
Recepción Humedad (%)	0.00%
Análisis Humedad (%)	11.40%

ANÁLISIS DE PERGAMINO

DETALLE	Gramos	%
Café Exportable	292.00	83.43
Sub productos	7.50	2.14
Bola		
Cascarilla	50.50	14.43
TOTAL	350.00	100.00

ANÁLISIS GRAVIMETRICO		
MALLAS	PESO GRANOS (gramos)	%
18	146.50	48.9
17	70.10	23.4
16	59.50	19.9
15	15.50	5.2
14	7.90	2.6
R		-
Total	299.50	100

ANÁLISIS VERDE

Defectos Primarios	PESO	%
Negro	0	0.0
Parcial Negro	0	0.0
Agrios	0	0.0
Parcial Agrios	0	0.0
Ilargos	0	0.0
Cereza scco	0	0.0
Materia extraña	0	0.0
Brocados Severos	0	0.0
En 350 granos - SCAA		0.0
0	0.00	

Defectos Secundarios	# de granos	# defectos
Flotadores	0	0
Inmaduros	0	0
Averaneados	0	0
Conchas	4	0.8
Partidos/Mordidos/Cortados	0	0
Cascarilla o Pulpa	0	0
Pergamino	0	0
Brocados Leves	0	0
	4	0.8

ANÁLISIS SENSORIAL

N° de Tazas: 5

CATACION	Puntaje
Frangancia/ Aroma	7.50
Sabor	7.75
Sabor Residual	7.75
Acidez	7.75
Cuerpo	8.00
Balance	7.75
Uniformidad	10.00
Taza Limpia	10.00
Dulzor	10.00
Punto Catador	7.50
	84.00
Defecto	
Puntaje Final	84.00



Observaciones/Comentarios

MUESTRA SECADO CON EXTRACTOR Y CALEFACCION M1

Pergamino: Café pergamino fresco

Verde: presencia de conchas

Tazas :café con notas a chocolate dulces azucar,acidez citrica notas a toronjas,astringencia cuerpo ligero,limpio

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD

Edwin
EDWIN PORRAS SANDOVAL
LIC-Q-GRADER



CONTROL DE CALIDAD

N° DE ORDEN DE ANALISIS DE CALIDAD: sep-19

Cliente &/o Productor:	MUESTRA DE TESISTAS (EC)	Fecha:	14/09/19
Guía de Remisión:		Nota &/o Guía de Ingreso:	
Tipo de Café:	PERGAMINO	Origen:	LA MERCED
Calidad (Certificación):		Cosecha:	2019
Tipo de Envase:		Tipo Muestra:	
# Sacos recepcionado:		KB Recepcionado:	
# Sacos observado:	0	KN Liquidado:	

Café Verde	
Recepción Humedad (%)	0.00%
Análisis Humedad (%)	11.36%

ANALISIS DE PERGAMINO

Muestra	Gramos	%
DETALLE		
Café Exportable	290.00	82.86
Sub productos	8.50	2.43
Bola		
Cascarilla	51.50	14.71
TOTAL	350.00	100.00

ANÁLISIS GRAVIMETRICO		
MALLAS	PESO GRANOS (gramos)	%
18	143.50	48.1
17	71.10	23.8
16	58.00	19.4
15	17.50	5.9
14	6.90	2.3
R	1.50	0.5
Total	298.50	100

ANALISIS VERDE

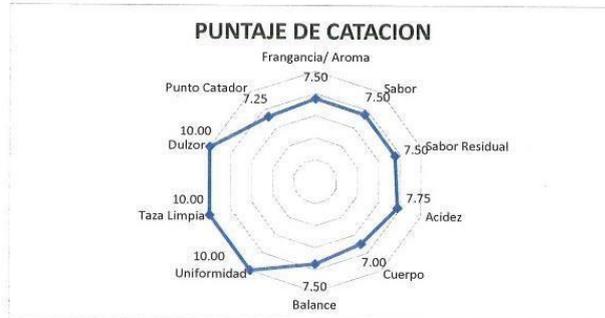
Defectos Primarios	PESO	%
Negro	0	0.0
Parcial Negro	0	0.0
Agrios	0	0.0
Parcial Agrios	0	0.0
Hongos	0	0.0
Cereza seco	0	0.0
Materia extraña	0	0.0
Brocados Severos	0	0.0
En 350 gramos - SCAA		0.0
Total	0	0.00

Defectos Secundarios	# de granos	# defectos
Flotadores	0	0
Inmaduros	0	0
Averancados	0	0
Conchas	4	0.8
Partidos/Mordidos/Cortados	0	0
Cascarilla o Pulpa	0	0
Pergamino	0	0
Brocados Leves	0	0
Total	4	0.8

ANALISIS SENSORIAL

N° de Tazas: 5

CATACION	Puntaje
Frangancia/ Aroma	7.75
Sabor	8.00
Sabor Residual	7.75
Acidez	7.75
Cuerpo	8.00
Balance	7.75
Uniformidad	10.00
Taza Limpia	10.00
Dulzor	10.00
Punto Catador	7.50
	84.50
Defecto	
Puntaje Final	84.50



Observaciones/Comentarios

MUESTRA SECADO CON EXTRACTOR Y CALEFACCION M2

Pergamino: Café pergamino fresco

Verde: presencia de conchas.

Tazas :café con notas a chocolate dulces azucar,acidez citrica notas a toronjas,astringencia cuerpo ligero,limpio

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD

Edwin Borrás Sandoval
EDWIN BORRÁS SANDOVAL
LIC-Q-GRADER



CONTROL DE CALIDAD

N° DE ORDEN DE ANALISIS DE CALIDAD: sep-19

Cliente &/o Productor:	MUESTRA DE TESISTAS (EC)	Fecha:	14/09/19
Guía de Remisión:		Nota &/o Guía de Ingreso:	
Tipo de Café:	PERGAMINO	Origen:	LA MERCED
Calidad (Certificación):		Cosecha:	2019
Tipo de Envase:		Tipo Muestra:	
# Sacos recepcionado:		KB Recepcionado:	
# Sacos observado:	0	KN Liquidado:	

Café Verde	
Recepción Humedad (%)	0.00%
Análisis Humedad (%)	11.38%

ANÁLISIS DE PERGAMINO

Muestra	Gramos	%
DETALLE		
Café Exportable	292.00	83.43
Sub productos	10.00	2.86
Bola		
Cascarilla	48.00	13.71
TOTAL	350.00	100.00

ANÁLISIS GRAVIMETRICO		
MALLAS	PESO GRANOS (gramos)	%
18	159.50	52.8
17	78.10	25.9
16	43.00	14.2
15	12.50	4.1
14	8.90	2.9
R	-	-
Total	302.00	100

ANÁLISIS VERDE

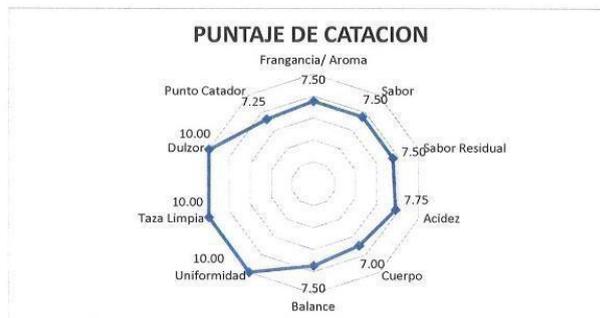
Defectos Primarios	PESO	%
Negro	0	0.0
Parcial Negro	0	0.0
Agrios	0	0.0
Parcial Agrios	0	0.0
Hongos	0	0.0
Cereza seco	0	0.0
Materia extraña	0	0.0
Brocados Severos	0	0.0
En 350 gramos - SCAA		0.0
	0	0.00

Defectos Secundarios	# de granos	# defectos
Flotadores	0	0
Inmaduros	0	0
Averaneados	0	0
Conchas	3	0.6
Partidos/Mordidos/Cortados	0	0
Cascarilla o Pulpa	0	0
Pergamino	0	0
Brocados Leves	0	0
	3	0.6

ANÁLISIS SENSORIAL

N° de Tazas: 5

CATACION	Puntaje
Frangancia/ Aroma	7.75
Sabor	7.75
Sabor Residual	7.75
Acidez	7.75
Cuerpo	8.00
Balance	7.75
Uniformidad	10.00
Taza Limpia	10.00
Dulzor	10.00
Punto Catador	7.50
	84.25
Defecto	
Puntaje Final	84.25



Observaciones/Comentarios

MUESTRA SECADO CON EXTRACTOR Y CALEFACCION M3
 Pergamino: Café pergamino fresco
 Verde: Presencia de conchas.
 Tazas :café con notas a chocolate dulces azucar,acidez citrica notas a toronjas,astringencia cuerpo ligero,limpio

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD

Edwin
 EDWIN PORRAS SANDOVAL
 LIC-Q-GRADER



CONTROL DE CALIDAD

N° DE ORDEN DE ANALISIS DE CALIDAD: sep-19

Cliente &/o Productor:	MUESTRA DE TESISTAS (T)	Fecha:	20/09/19
Guía de Remisión:		Nota &/o Guía de Ingreso:	
Tipo de Café:	PERGAMINO	Origen:	LA MERCED
Calidad (Certificación):		Cosecha:	2019
Tipo de Envase:		Tipo Muestra:	
# Sacos recepcionado:		KB Recepcionado:	
# Sacos observado:	0	KN Liquidado:	

Café Verde	
Recepción Humedad (%)	0.00%
Análisis Humedad (%)	11.57%

ANALISIS DE PERGAMINO

Muestra	DETALLE	Gramos	%
	Café Exportable	275.50	78.71
	Sub productos	18.00	5.14
	Bola		
	Cascarilla	56.50	16.15
	TOTAL	350.00	100.00

ANÁLISIS GRAVIMETRICO		
MALLAS	PESO GRANOS (gramos)	%
18	124.32	42.4
17	69.10	23.5
16	53.00	18.1
15	31.50	10.7
14	13.01	4.4
R	2.57	0.9
Total	293.50	100

ANALISIS VERDE

Defectos Primarios	PESO	%
Negro	0	0.0
Parcial Negro	0	0.0
Agrios	0	0.0
Parcial Agrios	1.5	1.5
Hongos	0	0.0
Cereza seco	0	0.0
Materia extraña	2	2.0
Brocados Severos	0	0.0
<i>En 350 gramos - SCAA</i>	3.5	3.50

Defectos Secundarios	# de granos	# defectos
Flotadores	40	8
Inmaduros	0	0
Averaneados	0	0
Conchas	4	0.8
Partidos/Mordidos/Cortados	15	3
Cascarilla o Pulpa	0	0
Pergamino	0	0
Brocados Leves	0	0
	59	11.8

ANALISIS SENSORIAL

N° de Tazas: 5

CATACION	Puntaje
Frangancia/ Aroma	6.00
Sabor	7.00
Sabor Residual	7.25
Acidez	7.25
Cuerpo	7.25
Balance	7.50
Uniformidad	10.00
Taza Limpia	10.00
Dulzor	10.00
Punto Catador	7.25
	79.50
Defecto	
Puntaje Final	79.50



Observaciones/Comentarios

MUESTRA SECADO TRADICIONAL M1

Pergamino: Café pergamino fresco

Verde: olor limpio, color azulado-verde y verde, materia extraña, parcialmente agrios, presencia flotadores y conchas.

Tazas :café con notas a chocolate dulces azucar,acidez citrica notas a toronjas,astringencia cuerpo ligero,limpio

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD

Edwin
EDWIN PORRAS SANDOVAL
LIC. Q GRADER



CONTROL DE CALIDAD

N° DE ORDEN DE ANALISIS DE CALIDAD: sep-19

Cliente &/o Productor:	MUESTRA DE TESISTAS (T)	Fecha:	20/09/19
Guía de Remisión:		Nota &/o Guía de Ingreso:	
Tipo de Café:	PERGAMINO	Origen:	LA MERCED
Calidad (Certificación):		Cosecha:	2019
Tipo de Envase:		Tipo Muestra:	
# Sacos recepcionado:		KB Recepcionado:	
# Sacos observado:	0	KN Liquidado:	

Café Verde	
Recepción Humedad (%)	0.00%
Análisis Humedad (%)	11.61%

ANÁLISIS DE PERGAMINO

Muestra	Gramos	%
DETALLE		
Café Exportable	276.00	78.86
Sub productos	22.00	6.29
Bola		
Cascarilla	52.00	14.85
TOTAL	350.00	100.00

ANÁLISIS GRAVIMETRICO		
MALLAS	PESO GRANOS (gramos)	%
18	131.03	44.0
17	62.10	20.8
16	69.87	23.4
15	21.50	7.2
14	11.50	3.9
R	2.00	0.7
Total	298.00	100

ANÁLISIS VERDE

Defectos Primarios	PESO	%
Negro	0	0.0
Parcial Negro	0	0.0
Agrios	0	0.0
Parcial Agrios	2	2.0
Hongos	0	0.0
Cereza seco	0	0.0
Materia extraña	2	2.0
Brocados Severos	0	0.0
En 350 gramos - SCAA		4.0
	4	4.00

Defectos Secundarios	# de granos	# defectos
Flotadores	50	10
Inmaduros	0	0
Averaneados	0	0
Conchas	5	1
Partidos/Mordidos/Cortados	12	2.4
Cascarilla o Pulpa	0	0
Pergamino	0	0
Brocados Leves	0	0
	67	13.4

ANÁLISIS SENSORIAL

N° de Tazas: 5

CATACION	Puntaje
Frangancia/ Aroma	6.00
Sabor	7.50
Sabor Residual	7.25
Acidez	7.25
Cuerpo	7.25
Balance	7.50
Uniformidad	10.00
Taza Limpia	10.00
Dulzor	10.00
Punto Catador	7.25
	80.00
Defecto	
Puntaje Final	80.00



Observaciones/Comentarios

MUESTRA SECADO TRADICIONAL M2

Pergamino: Café pergamino fresco

Verde: olor limpio, color azulado-verde y verde, materia extraña, parcialmente agrios, presencia de conchas y partidos.

Tazas :café con notas a chocolate dulces azucar,acidez citrica notas a toronjas,astringencia cuerpo ligero,limpio

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD

Eduepa
EDWIN PORRAS SANDOVAL
LIC-Q GRADER



CONTROL DE CALIDAD

N° DE ORDEN DE ANALISIS DE CALIDAD: sep-19

Cliente &/o Productor:	MUESTRA DE TESISITAS (T)	Fecha:	20/09/19
Guía de Remisión:		Nota &/o Guía de Ingreso:	
Tipo de Café:	PERGAMINO	Origen:	LA MERCED
Calidad (Certificación):		Cosecha:	2019
Tipo de Envase:		Tipo Muestra:	
# Sacos recepcionado:		KB Recepcionado:	
# Sacos observado:	0	KN Liquidado:	

Café Verde	
Recepción Humedad (%)	0.00%
Análisis Humedad (%)	11.59%

ANALISIS DE PERGAMINO

Muestra		
DETALLE	Gramos	%
Café Exportable	275.00	78.58
Sub productos	18.50	5.29
Bola		
Cascarilla	56.50	16.13
TOTAL	350.00	100.00

ANÁLISIS GRAVIMETRICO		
MALLAS	PESO GRANOS (gramos)	%
18	128.50	43.9
17	69.10	23.6
16	49.00	16.8
15	32.50	11.1
14	10.90	3.7
R	2.50	0.9
Total	292.50	100

ANALISIS VERDE

Defectos Primarios	PESO	%
Negro	0	0.0
Parcial Negro	0	0.0
Agrios	0	0.0
Parcial Agrios	1.5	1.5
Hongos	0	0.0
Cereza seco	0	0.0
Materia extraña	2	2.0
Brocados Severos	0	0.0
En 350 gramos - SCAA		3.5
	3.5	3.50

Defectos Secundarios	# de granos	# defectos
Flotadores	48	9.6
Inmaduros	0	0
Averaneados	0	0
Conchas	3	0.6
Partidos/Mordidos/Cortados	13	2.6
Cascarilla o Pulpa	0	0
Pergamino	0	0
Brocados Leves	0	0
	64	12.8

ANALISIS SENSORIAL

N° de Tazas: 5

CATACION	Puntaje
Frangancia/ Aroma	6.00
Sabor	7.00
Sabor Residual	7.00
Acidez	7.25
Cuerpo	7.00
Balance	7.50
Uniformidad	10.00
Taza Limpia	10.00
Dulzor	10.00
Punto Catador	7.25
	79.00
Defecto	
Puntaje Final	79.00



Observaciones/Comentarios

MUESTRA SECADO TRADICIONAL M3

Pergamino: Café pergamino fresco

Verde: olor limpio, color azulado-verde y verde, materia extraña, parcialmente agrios, presencia de brocados y partidos.

Tazas :café con notas a chocolate dulces azucar,acidez citrica notas a toronjas,astringencia cuerpo ligero,limpio

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD

Edwin Porras
EDWIN PORRAS SANDOVAL
LIC-Q-GRADER

Resultados del análisis microbiológico de las muestras en los prototipos



UNIVERSIDAD NACIONAL "DANIEL ALCIDES CARRIÓN"
 Filial La Merced
LABORATORIO DE BIOLOGIA
 Jr. Alomías Robles s/n Pampa del Carmen

E-mail: jibanezo@hotmail.com



191030-c - J10

INFORME DE ENSAYO No. 002c-2019-LB/UNDAC

El responsable del Laboratorio de Biología de la Universidad Nacional "Daniel Alcides Carrión" – Filial La Merced, informa haber recepcionado y efectuado los ensayos microbiológicos de una (01) muestra de granos de café pergamino (Muestra "C": Secado en invernadero), según detalles siguientes:

I. DATOS GENERALES

❖ SOLICITANTES	Shirley Mayhory MEJIA GARCIA y María de Jesús HUAMAN MURILLO
❖ DIRECCIÓN	ANEXO Quebrada "Santa Rosa" s/n. Cel. 945593952
❖ PRODUCTO	Granos café pergamino (secado en invernadero)
❖ MARCA	S/M
❖ ENVASE	Plástico (polietileno) transparente.
❖ TAMAÑO DE MUESTRA	01 muestra.
❖ CODIGO DE MUESTRA	Muestra "C"
❖ PESO DE MUESTRA	253 g.
❖ FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	30 octubre del 2019
❖ FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	06 noviembre del 2019.

II. RESULTADOS

SERVICIO	RESULTADOS DE ENSAYOS Muestra "C"	Límite Mínimo "m" (*)	MÉTODO DE ENSAYO
Numeración de Mohos	< 10 UFC/g	10 ² UFC/g	ICMSF (1983). Recuento de mohos y levaduras. Método de recuento de levaduras y mohos por siembra en placa en todo el medio.
Numeración de Levaduras	< 10 UFC/g	10 ² UFC/g	ICMSF (1978). Recuento de Coliformes Técnica del Numero más Probable (NMP). Determinación de coliformes de origen fecal. Pruebas de IMVIC.
Numeración de <i>Escherichia coli</i>	< 3 NMP/g	10 NMP/g	

(*) Referencia: Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano - Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA. Para *Frutos secos y semillas*.

NOTA:

- El suscrito se exime de la responsabilidad en la toma de muestra, debido a que no se participó en el protocolo de colección de las mismas, desconociéndose su origen, representatividad, manipulación y/o conservación.

ADVERTENCIA:

- El informe de ensayo tiene vigencia **ciento veinte (120) días** a partir de la fecha de su emisión y, solo es válido en original.
- La copia parcial o total, enmiendas y/o correcciones del informe de ensayo anula automáticamente su validez, constituyendo delito contra la fe pública
- El informe de ensayo es emitido en base a los resultados encontrados en laboratorio, valido únicamente para la muestra obtenida. No debe ser utilizado como Certificado de Conformidad.

.....
 Julio Ibañez Ojeda
 BIOLOGO
 CBP N° 2708

La Merced, 07 de noviembre del 2019.



191036-20

INFORME DE ENSAYO No. 002a-2019-LB/UNDMC

El responsable del Laboratorio de Biología de la Universidad Nacional "Daniel Alcides Carrión" – Filial La Merced, informa haber recepcionado y efectuado los ensayos microbiológicos de una (01) muestra de granos de café pergamino (Muestra "A"; Secado en invernadero + extractor), según detalles siguientes:

I. DATOS GENERALES

◆ SOLICITANTES	Shirley Mayhory MEJIA GARCIA y María de Jesús HUAMAN MURILLO
◆ DIRECCIÓN	ANEXO Quebrada "Santa Rosa" s/n. Cel. 945593952
◆ PRODUCTO	Granos de café pergamino (secado invernadero + extractor)
◆ MARCA	S/M
◆ ENVASE	Plástico (polietileno) transparente.
◆ TAMAÑO DE MUESTRA	01 muestra.
◆ CODIGO DE MUESTRA	Muestra "A"
◆ PESO DE MUESTRA	252 g.
◆ FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	30 octubre del 2019
◆ FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	06 noviembre del 2019.

II. RESULTADOS

SERVICIO	RESULTADOS DE ENSAYOS Muestra "A"	Límite Mínimo "m" (%)	MÉTODO DE ENSAYO
Numeración de Mohos	< 10 UFC/g	10 ⁶ UFC/g	ICMSF (1983). Recuento de mohos y levaduras. Método de recuento de levaduras y mohos por siembra en placa en todo el medio.
Numeración de Levaduras	< 10 UFC/g	10 ⁶ UFC/g	ICMSF (1983). Recuento de Coliformes. Técnica del Número más Probable (NMP). Determinación de coliformes de origen fecal. Pruebas de IMVIC.
Numeración de Escherichia coli	< 3 NMP/g	10 NMP/g	

(*) Referencia: Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano - Resolución Ministerial N° 061-2009/MINSA. Para Frutos secos y semillas.

NOTA:

- El suscrito se exonera de la responsabilidad en la toma de muestra, debido a que no se participó en el proceso de selección de las muestras, desconociendo su origen, representatividad, manipulación y conservación.

ADVERTENCIA:

- El informe de ensayo tiene vigencia ciento veinte (20) días a partir de la fecha de su emisión y, solo es válido en original.
- La copia parcial o total, anexo y/o correcciones del informe de ensayo anula automáticamente su validez, constituyendo delito contra la fe pública.
- El informe de ensayo es emitido en base a los resultados obtenidos en laboratorio, válido únicamente para la muestra obtenida. No debe ser utilizado como Certificado de Conformidad.


Julio Ibarra Oyón
BIOLOGO
CBP N° 2708

La Merced, 07 de noviembre del 2019.



UNIVERSIDAD NACIONAL "DANIEL ALCIDES CARRIÓN"
Filial La Merced
LABORATORIO DE BIOLOGIA

Jr. Alomías Robles s/n Pampa del Carmen

E-mail: jibanezo@hotmail.com



191030b - J10

INFORME DE ENSAYO No. 002b-2019-LB/UNDAC

El responsable del Laboratorio de Biología de la Universidad Nacional "Daniel Alcides Carrión" – Filial La Merced, informa haber recepcionado y efectuado los ensayos microbiológicos de una (01) muestra de granos de café pergamino (Muestra "B": Secado en invernadero + calefacción), según detalles siguientes:

I. DATOS GENERALES

❖ SOLICITANTES	Shirley Mayhory MEJIA GARCIA y María de Jesús HUAMAN MURILLO
❖ DIRECCIÓN	ANEXO Quebrada "Santa Rosa" s/n. Cel. 945593952
❖ PRODUCTO	Granos café pergamino (secado en invernadero + calefacción)
❖ MARCA	S/M
❖ ENVASE	Plástico (polietileno) transparente.
❖ TAMAÑO DE MUESTRA	01 muestra.
❖ CODIGO DE MUESTRA	Muestra "B"
❖ PESO DE MUESTRA	259 g.
❖ FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	30 octubre del 2019
❖ FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	06 noviembre del 2019.

II. RESULTADOS

SERVICIO	RESULTADOS DE ENSAYOS Muestra "B"	Limite Mínimo "m" (*)	MÉTODO DE ENSAYO
Numeración de Mohos	< 10 UFC/g	10 ² UFC/g	ICMSF (1983). Recuento de mohos y levaduras. Método de recuento de levaduras y mohos por siembra en placa en todo el medio.
Numeración de Levaduras	< 10 UFC/g	10 ² UFC/g	ICMSF (1983). Recuento de mohos y levaduras. Método de recuento de levaduras y mohos por siembra en placa en todo el medio.
Numeración de <i>Escherichia coli</i>	< 3 NMP/g	10 NMP/g	ICMSF (1978). Recuento de Coliformes Técnica del Numero más Probable (NMP). Determinación de coliformes de origen fecal. Pruebas de IMVIC.

(*) **Referencia:** Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano - Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA. Para **Frutos secos y semillas**.

NOTA:

- El suscrito se exime de la responsabilidad en la toma de muestra, debido a que no se participó en el protocolo de colección de las mismas, desconociéndose su origen, representatividad, manipulación y/o conservación.

ADVERTENCIA:

- El informe de ensayo tiene vigencia **cientos veinte (120) días** a partir de la fecha de su emisión y, solo es válido en original.
- La copia parcial o total, enmiendas y/o correcciones del informe de ensayo anula automáticamente su validez, constituyendo delito contra la fe pública
- El informe de ensayo es emitido en base a los resultados encontrados en laboratorio, valido únicamente para la muestra obtenida. No debe ser utilizado como Certificado de Conformidad.



Julio Bañez Ojeda
 BIOLOGO
 CBP N° 2708

La Merced, 07 de noviembre del 2019.



191030-d - J10

INFORME DE ENSAYO No. 002d-2019-LB/UNDAC

El responsable del Laboratorio de Biología de la Universidad Nacional "Daniel Alcides Carrión" – Filial La Merced, informa haber recepcionado y efectuado los ensayos microbiológicos de **una (01) muestra de granos de café pergamino (Muestra "D")**: secado tradicional - piso), según detalles siguientes:

I. DATOS GENERALES

❖ SOLICITANTES	Shirley Mayhory MEJIA GARCIA y María de Jesús HUAMAN MURILLO
❖ DIRECCIÓN	ANEXO Quebrada "Santa Rosa" s/n. Cel. 945593952
❖ PRODUCTO	Granos café pergamino (secado tradicional - piso)
❖ MARCA	S/M
❖ ENVASE	Plástico (polietileno) transparente.
❖ TAMAÑO DE MUESTRA	01 muestra.
❖ CODIGO DE MUESTRA	Muestra "D"
❖ PESO DE MUESTRA	253 g.
❖ FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	30 octubre del 2019
❖ FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	06 noviembre del 2019.

II. RESULTADOS

SERVICIO	RESULTADOS DE ENSAYOS Muestra "D"	Limite Mínimo "m" (*)	MÉTODO DE ENSAYO
Numeración de Mohos	25 x 10 ³ UFC/g	10 ² UFC/g	ICMSF (1983). Recuento de mohos y levaduras. Método de recuento de levaduras y mohos por siembra en placa en todo el medio.
Numeración de Levaduras	< 10 UFC/g	10 ² UFC/g	ICMSF (1978). Recuento de Coliformes Técnica del Numero más Probable (NMP). Determinación de coliformes de origen fecal. Pruebas de IMVIC.
Numeración de <i>Escherichia coli</i>	< 3 NMP/g	10 NMP/g	

(*) Referencia: Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano - Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA. Para *Frutos secos y semillas*.

NOTA:

- El suscrito se exime de la responsabilidad en la toma de muestra, debido a que no se participó en el protocolo de colección de las mismas, desconociéndose su origen, representatividad, manipulación y/o conservación.

ADVERTENCIA:

- El informe de ensayo tiene vigencia **ciento veinte (120) días** a partir de la fecha de su emisión y, solo es válido en original.
- La copia parcial o total, enmiendas y/o correcciones del informe de ensayo anula automáticamente su validez, constituyendo delito contra la fe pública
- El informe de ensayo es emitido en base a los resultados encontrados en laboratorio, valido únicamente para la muestra obtenida. No debe ser utilizado como Certificado de Conformidad.



Julio Ibañez Ojeda
 BIOLOGO
 CBP N° 2708

La Merced, 07 de noviembre del 2019.



SENASA
PERU

SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA

Centro de Control de Insumos y Residuos Tóxicos



AT-1824

Av. La Molina N° 1815, Lima 12 - La Molina, Perú. Teléfono: (051)-315- 3300 Anexo 1801 - 1848 Fax: (051)-3401488 Anexo 1801

Pag 1 de 2

INFORME DE ENSAYO N° 02919.001.2019-AG-SENASA-OCDP-UCCIRT

1 - Datos del Solicitante		N° Solicitud : 02919.2019	
Nombre o Razón Social :	MEJA GARCIA SHIRLEY MAYHORY	Motivo Análisis :	Servicio Terceros
Dirección :	NO CONSIGNA	Doc. Identificación :	DNI: 45228433
Lugar de Registro :	SENASA - NIVEL CENTRAL	Doc. Referencia :	
Componente :	NO APLICA		
Producto :	NO APLICA		
Mota :	NO APLICA		

2 - Datos de la Muestra:		Código de Muestra : 02919.001.2019	
Identificación Muestra :	CAFE PERGAMINO	Fecha de Muestra :	09/12/2019
Variedad :		Responsable Muestra :	USUARIO - SHIRLEY MAYHORY MEJA GARCIA
Cantidad recibida :	1 BOLSA S 500 g	Lugar Muestra :	LA UNDAC
Fabricante o Productor :	TESISTA	Procedencia :	JUNIN / CHANCHAMAYO / CHANCHAMAYO
Código Lugar de Producción :		Fundo o Predio :	CAMPO EXPERIMENTAL UNDAC
Fecha Fabricación :	15/07/2019	Fecha Recepción :	11/12/2019
Fecha Vencimiento :	15/07/2020	Fecha Inicio Análisis :	18/12/2019
N° Lote :	D	Fecha Conclusión Análisis :	24/12/2019
N° Registro SENASA :	NO APLICA		
Titular Registro :	NO APLICA		
Obs. en Recep. Muestra :			

3. Ensayo(s) Solicitado(s)		Referencia Interna	Análisis	Contenido Declarado
Col. Método	Ensayo(s)			
01-00001-001	DETERMINACION DE RESIDUOS DE AEROSOLIZANTES POR CROMATOGRAFIA LIQUIDA CON DETECTOR DE FLUORESCENCIA (HPLC-FLD)	01-UCCIRT/001-01	Juriscuara A	NO APLICA



Nombre y Firma del Director (Jefe Oficial)

La Molina, 26 de Diciembre del 2019

Los resultados mencionados en este informe de ensayo solo corresponden a la muestra entregada por el cliente.

- Los datos del solicitante y de la muestra consignados en este informe de ensayo constituyen una declaración y son de responsabilidad univariante del cliente.

- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

- Este informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente en la aprobación escrita del SENASA.

- El diseño del informe de ensayo puede variar sin afectar los resultados (PRO-UCCIRT-Lab-08).

CLUCAS: 26/12/2019 16:08

RG-UCCIRT-Lab-14

LuQ: Límite de Cuantificación; LuD: Límite de Detección.

N.D.: NO DETECTABLE; N/A: NO APLICA

102919.001.20191



SENASA
PERU

SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA

Centro de Control de Insumos y Residuos Tóxicos



AT-3824

Av. La Molina N° 1915, Lima 12 - La Molina, Perú. Teléfono: (0511)-313-3300 Anexo 1801 - 1846. Fax: (0511)-3401486 Anexo 1801

Pag 2 de 2

INFORME DE ENSAYO N° 02919.001.2019-AG-SENASA-OCDP-UCCIRT

4. Resultados							
Descripción Análisis	Método/Técnica	Resultados	LoD	LoQ	Incidumbre	Unidad	
MICOTOXINAS							
1	Ochratoxina A	LC-PLD	N.D.	0.5	1.7	N/A	µg/kg
Información Adicional Incidumbre de la medición: Factor de cobertura k=2 N.D. : No Detectable N/A : No Aplica					Especialista Responsable TORO VILCHEZ CRISTINA ELIZABETH		



Nombre y Firma del Director (Sello Oficial)

La Molina, 26 de Diciembre del 2019

- Los resultados mencionados en este informe de ensayo solo corresponden a la muestra entregada por el cliente.
- Los datos del solicitante y de la muestra consignados en este informe de ensayo constituyen una declaración y son de responsabilidad exclusiva del cliente.
- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Este informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente sin la aprobación escrita del SENASA.
- El diseño del informe de ensayo puede variar sin afectar los resultados (PRO-UCCIRT-Lab-04)

002335 - 26122019 16:08

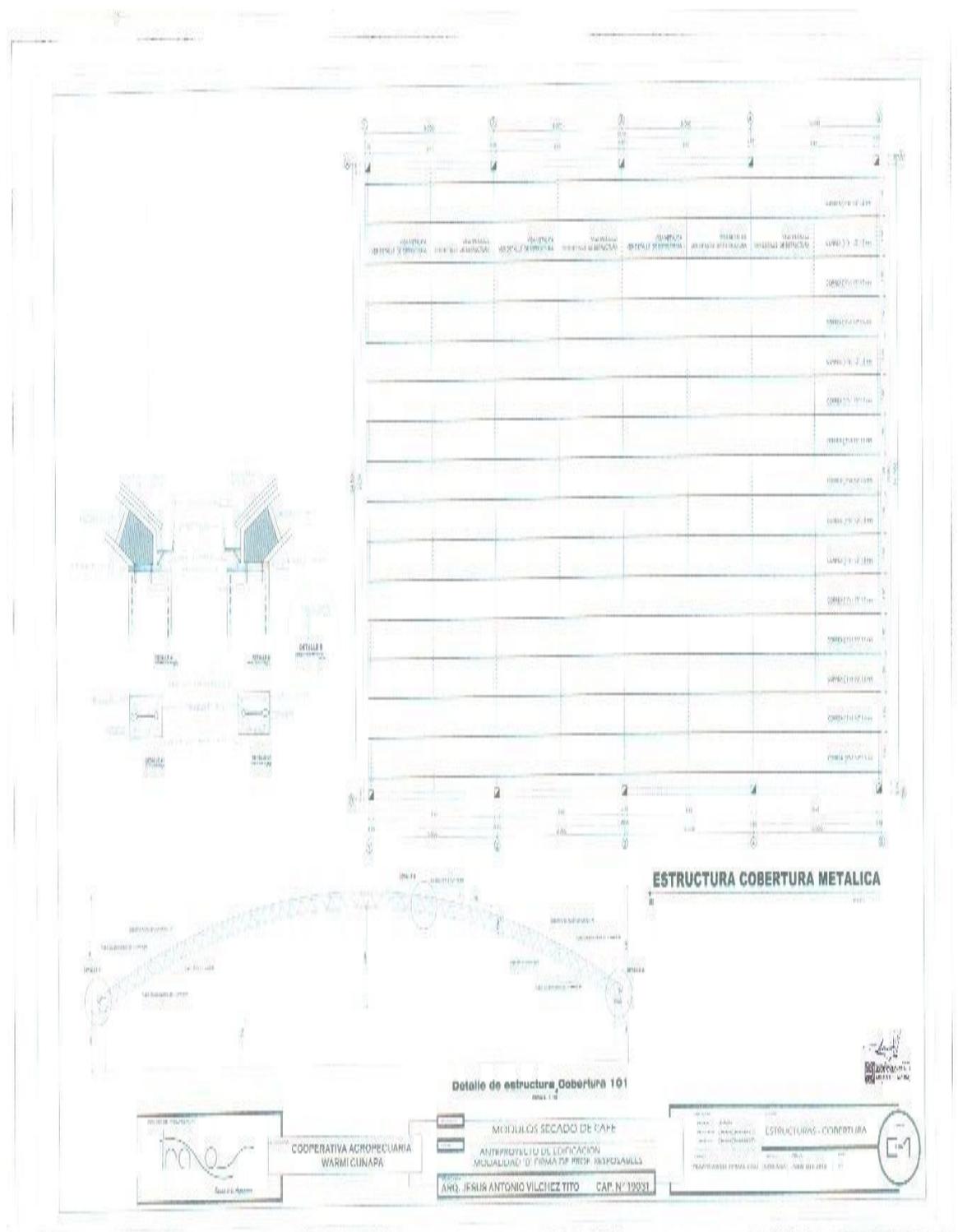
RRG-UCCIRT-Lab-14

LoD: Límite de Cuantificación; LoQ: Límite de Detección

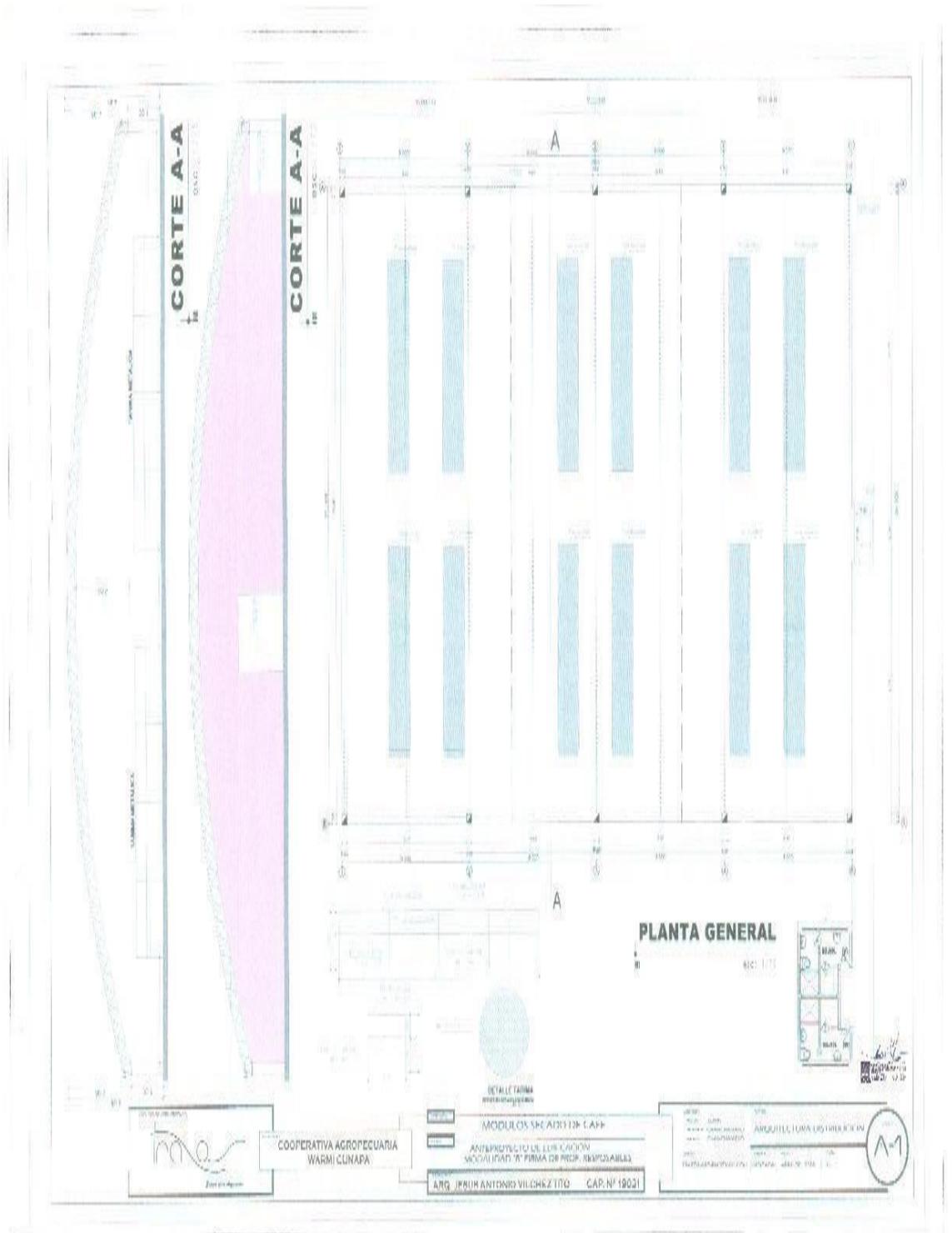
N.D.: NO DETECTABLE; N/A: NO APLICA

!02919.001.2019!

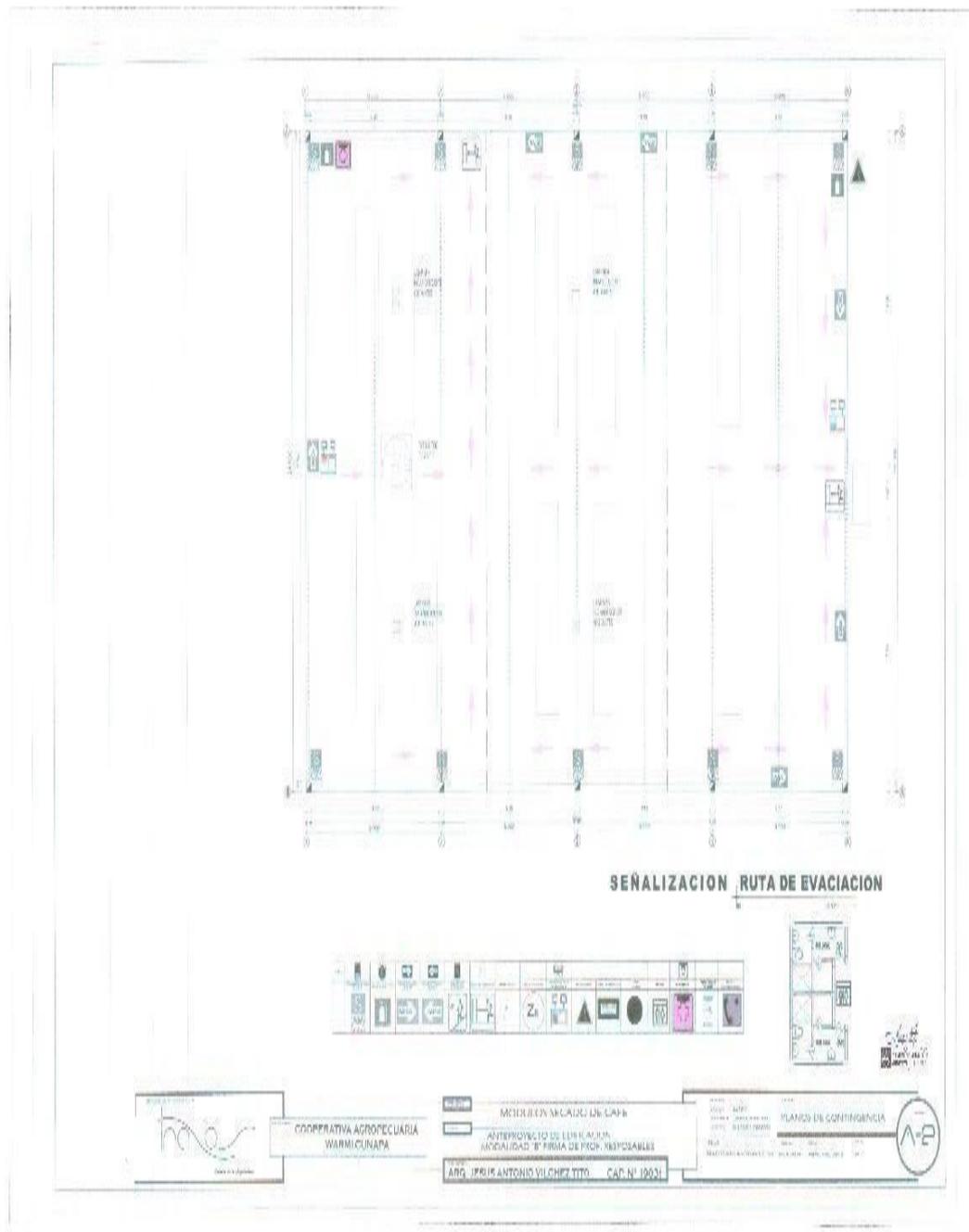
Planos de los prototipos de secadores solares



Estructura cobertura metálica



Planta general



Señalización rutas de evacuación

Anexo . Fotografías de las actividades de la tesis



FOTO 1: Armado de columnas



FOTO 2: Construcción del techo



FOTO 3: culminación de la infraestructura



FOTO 4: Culminación del secador



FOTO 5: Construcción de las parihuelas



FOTO 6: Instalación de los paneles solares



Foto 7. Transporte del café pergamino



Foto 8. Descarga del café



Foto 9. Café pergamino



Foto 10. Llenado del café en las parihuelas



Foto 11. Control de temperatura



Foto 12. Medidor de humedad



Foto 13. Parihuelas de dos pisos



Foto 14. Secado del café



Foto 15. Testigo en plástico negro



Foto 16. Medición de la temperatura



Foto 17. Trillado del café pergamino



Foto 18. Defectos del café oro



Foto 19. Retiro de granos con daños



Foto 20. Tostado del café en laboratorio



Foto 21. Molido del café tostado



Foto 22. Muestras listas para catación



Foto 23. Percepción de aroma/fragancia



Foto 24. Evaluación organoléptica del café