

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“TIPO DE EMPAQUE Y CONTENIDO DE HUMEDAD EN LA
CONSERVACION DE LA CALIDAD DE CAFÉS ESPECIALES”**

Presentada por:

DIANA CAROLINA DÍAZ SIMEÓN

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

Lima – Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“TIPO DE EMPAQUE Y CONTENIDO DE HUMEDAD EN LA
CONSERVACION DE LA CALIDAD DE CAFÉS ESPECIALES”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentada por:

DIANA CAROLINA DÍAZ SIMEÓN

Aprobado ante el siguiente jurado:

.....
Ing. Mg. Sc. Luis Beingolea Peña
PRESIDENTE

.....
Dr. Alberto Julca Otiniano
ASESOR

.....
Dr. Hugo Soplin Villacorta
MIEMBRO

.....
Dr. Américo Guevara Pérez
MIEMBRO

DEDICATORIA

A **Dios** por darme la vida, su bendición y fortaleza.

A mis padres **Alicia Lourdes Simeón Funegra** y **Wigberto Díaz Reátegui** por ser los pilares más importantes en mi formación profesional, por su amor infinito y apoyo incondicional.

A mis hermanos **Ramiro** y **Erick**, por todas las enseñanzas.

A toda mi **familia** gracias por el apoyo y la confianza

AGRADECIMIENTOS

A la empresa Agroindustrial Cafetalera Amazónica SAC – CAMSA, por darme la oportunidad y a su Gerente General el Sr. José Luis Ibarrola por la confianza y apoyo en el marco del desarrollo de la Investigación.

Al Ing. Johan Monteza por su orientación, paciencia y entusiasmo en la Investigación.

Al equipo del Laboratorio de Control de Calidad Café - CAMSA por todo el apoyo y colaboración en las evaluaciones.

A mi patrocinador, Dr. Alberto Juca por su asesoramiento.

A los miembros del jurado el Dr. Américo Guevara, Dr. Hugo Soplin y el Mg.SC. Luis Beingolea por su tiempo, recomendaciones y apoyo.

A todas aquellas personas que, de alguna u otra manera, han hecho posible la realización del presente trabajo de investigación.

INDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1.	EL CAFÉ	3
2.1.1.	Descripción.....	3
2.1.2.	Especies y variedades	3
2.1.3.	Taxonomía	4
2.1.4.	Producción nacional	4
2.1.5.	Exportación.....	6
2.2.	CAFÉ ESPECIALES	7
2.2.1.	Definición	7
2.2.2.	Categorías	8
2.3.	FACTORES QUE DETERMINAN LA CALIDAD DE UN CAFÉ ESPECIAL 10	
2.3.1.	Factores botánicos	10
2.3.2.	Factores climáticos	10
2.3.3.	Factores edáficos	11
2.3.4.	Factores humanos	12
2.3.5.	Influencia de factores de beneficio (cosecha).....	12
2.4.	ESTÁNDARES DE CALIDAD DE LOS CAFÉS ESPECIALES.....	14
2.4.1.	Café Pergamino	14
2.4.2.	Café Verde.....	15
2.4.3.	Café Tostado.....	18
2.4.4.	Evaluación Sensorial del Café.....	19
2.5.	ACIDEZ DEL CAFÉ.....	25
2.6.	ALMACENAMIENTO DE CAFÉS ESPECIALES	27
2.6.1.	Composición química del grano	27
2.6.2.	Proceso respiratorio	28
2.7.	FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PÉRDIDA DE LA CALIDAD DEL GRANO	29
2.7.1.	Temperatura y humedad relativa del ambiente.....	29
2.7.2.	Humedad del Grano.....	30
2.7.3.	Microorganismos	31

2.8.	RECOMENDACIONES PARA EL ALMACENAMIENTO ADECUADO DEL CAFÉ	32
2.8.1.	Empaques de Almacenamiento	33
2.8.2.	Requerimientos y funciones del empaque	33
2.9.	ENVENJECIMIENTO DEL CAFÉ DURANTE EL ALMACENAMIENTO ...	35
2.9.1.	Apariencia en verde	35
2.9.2.	Apariencia del tueste	35
2.9.3.	Calidad de la taza.....	35
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
3.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN.....	36
3.2.	MATERIA PRIMA.....	36
3.3.	MATERIALES Y EQUIPOS	38
3.3.1.	Materiales	38
3.3.2.	Equipos	38
3.4.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	39
3.4.1.	Fase de Campo.....	39
3.4.2.	Fase de Instalación.....	39
3.4.3.	Fase de Evaluación	45
3.5.	MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	48
3.5.1.	Análisis Físico del Café Verde	48
3.5.2.	Análisis Sensorial	48
3.5.3.	Análisis Químico	49
3.5.4.	Análisis Microbiológico	50
3.5.5.	Diseño Experimental	50
3.6.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	51
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	53
4.1.	RESULTADOS TEMPERATURA MEDIA MÁXIMA, MÍNIMA (T°) Y HUMEDAD RELATIVA (%HR).....	53
4.2.	RESULTADOS ANÁLISIS DE COLOR.....	54
4.3.	RESULTADOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS (Recuento de Coliformes totales).....	61
4.4.	RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICO (% humedad), SENSORIAL (puntaje SCAA), QUÍMICO (pH) Y MICROBIOLÓGICO (recuento de mohos y levaduras).....	62

4.4.1.	Café verde.....	62
4.4.2.	CAFÉ PERGAMINO	66
V.	CONCLUSIONES.....	79
VI.	RECOMENDACIONES	80
VIII.	ANEXOS	86

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Principales departamentos productores de café y sus rendimientos durante el 2015	5
Cuadro 2: Precio pagado al productor s/. /Kg.....	5
Cuadro 3 : Influencia del clima en la calidad del grano de café.....	11
Cuadro 4: Requisitos generales del café pergamino.....	14
Cuadro 5: Requisitos generales del café verde.....	16
Cuadro 6: Tabla de conversión de defectos.....	17
Cuadro 7: Requisitos microbiológicos para frutos secos y semillas.....	18
Cuadro 8: Requisitos del café tostado	18
Cuadro 9: Equipos necesarios para realizar la evaluación sensorial	19
Cuadro 10: Escala de Calidad.....	21
Cuadro 11: Clasificación de café por categorías	24
Cuadro 12: Correlación entre el pH y el Sabor.....	27
Cuadro 13: Composición del café verde.....	28
Cuadro 14: Rangos de humedad del café	31
Cuadro 15: Requisitos de los sacos de Yute para café tipo exportación	33
Cuadro 16: Certificado de calidad lote de café “especial”	37
Cuadro 17: Planificación de las evaluaciones físicas, sensoriales, químicas y microbiológicos bajo condiciones de almacenamiento en planta.....	45
Cuadro 18: Resultados de análisis microbiológicos (Recuento de coliformes totales) para el café verde.....	61

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Exportaciones peruanas de café 2007-2018.....	6
Figura 2: Flujo de operaciones del beneficio vía húmeda y vía seca	13
Figura 3: Escala de coloración del café verde	15
Figura 4: Relación del pH con el sabor del café.....	26
Figura 5: Acondicionamiento de tratamientos para café verde especial al 12% de humedad inicial en empaques Yute, GrainPro SGB más Yute y Ecotac más Yute	41
Figura 6: Acondicionamiento de tratamientos para café pergamino “especial” al 10%, 12% y 14% de humedad inicial en el empaque Yute.....	42
Figura 7: Acondicionamiento de tratamientos para café pergamino especial al 10%, 12% y 14% de humedad inicial en el empaque GrainPro SGB más Yute.....	43
Figura 8: Acondicionamiento de tratamientos para café pergamino especial al 10%, 12% y 14% de humedad inicial en el empaque Ecotac más Yute	44
Figura 9: Esquema del diseño experimental.....	52
Figura 10: Temperatura máxima, mínima y Humedad relativa de almacén durante la Investigación.....	53
Figura 11: Análisis de color T1 (café verde al 12% de humedad inicial en empaque de Yute).....	54
Figura 12: Análisis de color T2 (café verde al 12% de humedad inicial en empaque GrainPro SGB más Yute)	55
Figura 13 : Análisis de color T3 (café verde al 12% de humedad inicial en empaque Ecotac más Yute).....	55
Figura 14 : Análisis de color tratamiento 4 (café pergamino al 10% de humedad inicial en empaque Yute).....	56
Figura 15: Análisis de color tratamiento 5 (Café pergamino al 12% de humedad inicial en empaque Yute).....	57
Figura 16 : Análisis de color tratamiento 6 (Café pergamino al 14% de humedad inicial en empaque Yute).....	57
Figura 17: Análisis de color tratamiento 9 (Café pergamino al 14% de humedad inicial en empaque Ecotac).....	58
Figura 18: Análisis de color tratamiento 12 (Café pergamino al 14% de humedad inicial en empaque GrainPro SGB)	58
Figura 19: Análisis de color tratamiento 7 (Café pergamino al 10% de humedad inicial en empaque Ecotac).....	59
Figura 20: Análisis de color tratamiento 8 (Café pergamino al 12% de humedad inicial en empaque Ecotac).....	59
Figura 21 : Análisis de color tratamiento 10 (Café pergamino al 10% de humedad inicial en GrainPro SGB)	60
Figura 22: Análisis de color tratamiento 11 (Café pergamino al 12% de humedad inicial en empaque GrainPro SGB)	60

Figura 23 : Variación de la humedad del grano (%) en café verde al 12% de humedad inicial en los empaques de Yute, GrainPro SGB y Ecotac	63
Figura 24: Variación del puntaje de catación (SCAA) en café verde al 12% de humedad inicial en los empaques de Yute, GrainPro SGB y Ecotac	64
Figura 25: Variación del pH café verde al 12% de humedad inicial en los empaques de Yute, SuperGrainbag y Ecotac	65
Figura 26 : Variación en la cantidad de mohos y levaduras en café verde al 12% de humedad inicial en los empaques de Yute, GrainPro SGB y Ecotac	66
Figura 27: Variación de la humedad del grano (%) en café pergamino al 10% de humedad inicial en los empaques de Yute, GrainPro SGB y Ecotac	67
Figura 28: Variación del puntaje de catación (SCAA) en café pergamino al 10% de humedad inicial en los empaques de Yute, SuperGrainbag y Ecotac.....	68
Figura 29: Variación del pH café pergamino al 10% de humedad inicial en los empaques de Yute, SuperGrainbag y Ecotac.....	69
Figura 30: Variación en cantidad de mohos y levaduras (ufc/gr) en café pergamino al 10% de humedad inicial en los empaques de Yute, GrainPro SGB más Yute y Ecotac más Yute	70
Figura 31: Variación de la humedad del grano (%) en café pergamino al 12% de humedad inicial en los empaques de Yute, GrainPro SGB y Ecotac	71
Figura 32: Variación del puntaje de catación (SCAA) en café pergamino al 12% de humedad inicial en los empaques de Yute, GrainPro SGB y Ecotac	72
Figura 33: Variación del pH café pergamino al 12% de humedad inicial en los empaques de Yute, GrainPro SGB y Ecotac	73
Figura 34: Variación en la cantidad de mohos y levaduras (ufc/gr) en café pergamino al 12% de humedad inicial en los empaques de Yute, GrainPro SGB y Ecotac	74
Figura 35: Variación de la humedad del grano (%) en café pergamino al 14% de humedad inicial en los empaques de Yute, SuperGrainbag y Ecotac	75
Figura 36 : Variación del puntaje de catación (SCAA) en café pergamino al 12% de humedad inicial en los empaques de Yute, GrainPro SGB y Ecotac	76
Figura 37: Variación del pH café pergamino al 14% de humedad inicial en los empaques de Yute, SuperGrainbag y Ecotac.....	77
Figura 38: Variación Número de Mohos y levaduras (ufc/gr) en café pergamino al 14% de humedad inicial en los empaques de Yute, GrainPro SGB y Ecotac	78

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Empaque Grain Pro SGB.....	86
ANEXO 2: Empaque Ecotac 80	87
ANEXO 3: Evaluación Estadística del porcentaje de humedad del grano en café verde al 12% de humedad inicial	88
ANEXO 4: Evaluación Estadística del porcentaje de humedad del grano en café pergamino al 10% de humedad inicial.....	89
ANEXO 5: Evaluación Estadística porcentaje de humedad del grano en café pergamino al 12% de humedad inicial	90
ANEXO 6: Evaluación Estadística porcentaje de Humedad del grano en café pergamino al 14% de humedad inicial	90
ANEXO 7: Evaluación Estadística del pH en café verde al 12% de humedad inicial	92
ANEXO 8: Evaluación Estadística pH en café pergamino al 10% de humedad inicial.....	93
ANEXO 9: Evaluación Estadística pH en café pergamino al 12% de humedad inicial.....	94
ANEXO 10: Evaluación Estadística de pH en café pergamino al 12% de humedad inicial.....	95
ANEXO 11: Evaluación Estadística Sensorial (Puntaje SCAA) en café verde al 12% de humedad inicial.....	96
ANEXO 12: Evaluación Estadística Sensorial (Puntaje SCAA) en café pergamino al 10% de humedad inicial.....	97
ANEXO 13: Evaluación Estadística Sensorial (Puntaje SCAA) en café pergamino al 12% de humedad inicial.....	98
ANEXO 14: Evaluación Estadística Sensorial (Puntaje SCAA) en café pergamino al 14% de humedad inicial.....	99
ANEXO 15: Evaluación Estadística Microbiológica (Conteo de Mohos y Levaduras) en café verde al 12% de humedad inicial	100
Foto 1: Acondicionamiento de tratamientos para los Análisis Físicos, Sensoriales y Químicos (mes Junio 2017).....	104
Foto 2: Instalación de los Tratamientos a condiciones de Almacén.....	104
Foto 3: Acondicionamiento de muestras para Análisis Microbiológicos (Conteo de coliformes totales, conteo de mohos y levaduras)	105
Foto 4: Medición de la Humedad del grano de café con el Hidrómetro Gehaka Agri G 600	105
Foto 5: Análisis sensorial de los Tratamientos	106
Foto 6: Medición del pH durante la catación de café	107
Foto 7: Medición del Temperatura (C°) y Humedad relativa (%HR) en almacén durante la Investigación.....	107

LISTA DE SIGLAS

OIC:	Organización Internacional del Café
SCAA:	Asociación Americana de Cafés Especiales (Specialty Coffee Association of America)
CPC:	Cámara Peruana del Café
JNC:	Junta Nacional del Café
GCP:	Plataforma Global del Café (Global Coffee Platform)
RFA:	Cafés amigables con el medio ambiente (Rain Forrest Alliance)
BF:	Café amigable para las aves (Bird Friendly)
UTZ:	Café de producción responsable (Bird Friendly)
UTZ:	Café de producción responsable (Bird Friendly)
FT:	Cafés de sistema de comercio justo (Fair Trade)
SCAN:	Plataforma Nacional de Café Sostenible–SCAN Guatemala
ITC:	Centro de Comercio Internacional
IICA:	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
NTP:	Norma Técnica Peruana
MCM:	Machine Clean Mejorado
UFC:	Unidades Formadoras de Colonia

RESUMEN

La presente Investigación determinó el efecto del tipo de empaque y el contenido de humedad en la conservación de la calidad de cafés especiales durante el almacenamiento de un lote de café variedad Arábica, cosecha 2017, el cual fue seleccionado en el centro de acopio del departamento de La Merced, al cumplir todos los requisitos de un café “especial” donde se acondicionó a los tratamientos en verde al 12% de humedad inicial y en pergamino al 10%, 12% y 14% de humedad inicial, bajo tres diferentes empaques: el empaque convencional Yute, el empaque GrainPro SGB más Yute y el empaque Ecotac más Yute, donde se realizaron: análisis físicos (color, porcentaje de humedad del grano), químicos (pH), sensoriales y microbiológicos (recuento de mohos y levaduras y coliformes totales), durante los meses de Julio 2017 a Febrero 2018 bajo condiciones de almacenamiento en la planta de procesos de la empresa Agroindustrial Cafetalera Amazónica SAC– Lima.

Se obtuvo que, bajo las condiciones de temperatura y humedad relativa de almacén, se conservó la calidad de un “café de especialidad” en verde (u oro) al 12% de humedad inicial por 180 días en el empaque de GrainPro SGB más Yute, por 150 días en el empaque en Ecotac más Yute y por 60 días en el empaque de Yute. En el tratamiento en pergamino al 10% de humedad inicial, hasta por 210 días en el empaque de GrainPro SGB más Yute, por 180 días en el empaque de Ecotac más Yute y por 150 días en el empaque de Yute. En el tratamiento en pergamino al 12% de humedad inicial, hasta por 180 días tanto en el empaque de GrainPro SGB más Yute como en el empaque en Ecotac más Yute y por 120 días en el empaque en Yute. Por último, en el tratamiento en pergamino al 14% de humedad inicial, se mantuvo la calidad de un café “especial” sólo por 30 días, tanto para los empaques en GrainPro SGB más Yute, Ecotac más Yute y Yute.

Palabras clave: café especial, almacenamiento, calidad, empaque, contenido de humedad.

SUMMARY

The present investigation was designed to determine the effect of the type of packaging and the moisture content on the quality conservation of special coffees during the storage of a batch of coffee Arabic variety, 2017 crop, which was selected in the collection center of La Merced department, full filling all the requirements of a “special” coffee was conditioned the treatments on Green at 12% of initial humidity and in parchment at 10%, 12% and 14% of initial humidity, under three different packaging: conventional Jute, GrainPro SGB plus Jute and Ecotac plus Yute, where they performed physical (color, grain moisture percentage), chemicals (pH), microbiological (yeasts and moulds and total coliforms) and sensory (SCAA score) analyzes during the months of July 2017 to February 2018 under storage conditions in the plant of processes of the Agroindustrial Coffee Company Amázonica SAC - Lima.

It was obtained that, under the conditions of temperature and relative humidity of the warehouse, the quality of the “special” coffee was maintained for the treatment in green coffee at 12% of initial humidity up to 180 days in the GrainPro SGB plus Jute, 150 days in Ecotac plus Jute and 60 days in Jute. In the treatment of coffee in parchment at 10% of initial moisture up to 210 days in the package of GrainPro SGB plus Yute, 180 days in Ecotac plus Yute and 150 days in Yute packaging. In the treatment of parchment coffee at 12% of initial moisture, up to 180 days in GrainPro SGB plus Jute as well as in Ecotac plus Jute and 120 days in Yute. Finally, in the treatment in parchment coffee at 14% of initial moisture, the quality of a “special” coffee was maintained only for 30 days, for GrainPro SGB plus Jute, Ecotac plus Jute and Jute.

Key words: Special coffee, storage, quality, packaging, moisture content.

I. INTRODUCCIÓN

El mercado mundial del café está experimentando una paradoja. El mercado “comercial” está siendo afectado por el lento crecimiento en el consumo y está inundado de cafés de baja calidad, cuyos precios internacionales disminuyen a una tasa del 2% anual. (Del Esguerra y Mcallister 2013). Estas son malas noticias para los productores, pero no necesariamente para las grandes corporaciones que dominan el comercio de café tostado, las que han logrado un record en sus beneficios. Al mismo tiempo, la industria de cafés especiales tiene una seria escasez de calidad. Es decir, mientras existe una crisis en los países productores de café debido a los bajos precios internacionales, los tostadores de cafés especiales se pelean por encontrar cafés de buena calidad y a cualquier precio (Ponte, 2003).

Para la OIC, la “salvación” está en incrementar la producción y exportación de los llamados cafés especiales, pues estos se pagan a mejores precios frente al “grueso” del café exportado (Domínguez, 2013).

Se denominan cafés especiales a aquellos cafés que conservan una consistencia en sus características físicas (forma, tamaño, humedad, apariencia y defectos), sensoriales (olfativas, visuales y gustativas), prácticas culturales (recolección, lavado, secado) y en sus procesos finales (tostión, molienda y preparación); características que los distinguen de los cafés comunes y por las cuales los clientes están dispuestos a pagar un precio superior. Los cafés especiales, poseen un sabor en taza diferente que brinda al consumidor una experiencia muy especial para su paladar (SCAA, 2018).

Preservar los atributos sensoriales deseables, depende de las condiciones de conservación del café, y una gran parte del café que se produce, pasa a través de un periodo de almacenamiento. Debido a que el almacenamiento es uno de los pasos que sigue a la producción, pero precede a la comercialización, el almacenamiento es considerado uno de los pasos más importantes para el mantenimiento de la calidad del producto final. Dependiendo de las condiciones de almacenamiento, las características iniciales del café tienden a sufrir cambios físicos, químicos, sensoriales y microbiológicos (Ribeiro *et al* 2011). Por esta razón, el empaque utilizado durante el almacenamiento, tiene un rol

fundamental para mantener la calidad de un café especial en condiciones de almacén. También es importante el contenido de humedad inicial del grano más adecuado, para el almacenamiento. Por ello, el presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de conocer el efecto del tipo de empaque y el contenido de humedad en la conservación de la calidad de los cafés especiales.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. EL CAFÉ

2.1.1. Descripción

El cafeto es un arbusto que pertenece a la familia de las rubiáceas y al género *Coffea*. Son arbustos que pueden alcanzar entre los 10 y 12 metros de altura, pero para facilitar su manejo, se podan entre los 2 y 4 metros. El tronco es recto y liso, las hojas son verdes todo el año, perennes y con forma elíptica. Las flores son blancas, parecidas a las del jazmín y olorosas. Son plantas que requieren de climas y suelos subtropicales. Por lo que sólo es posible cultivarlo en la franja que hay entre el trópico de cáncer y el trópico de capricornio. Un arbusto de café suele dar sus frutos por primera vez a los dos años. Pero no es hasta después de los cuatro o cinco años cuando comienzan a recogerse las cosechas óptimas. El fruto del café tiene la apariencia de una cereza pequeña o “drupa”. Cuando nace es de un color verde, que cambia luego a amarillo hasta tomar un color rojo lo que significa que ha alcanzado su plena madurez. En el interior de cada cereza, hay dos semillas separadas por un surco y rodeadas de una pulpa amarilla. Son los granos de café. Estos granos están protegidos por una película plateada y recubiertos por una piel de color amarillo denominado el pergamino (Arcila *et al.* 2007).

2.1.2. Especies y variedades

La producción mundial de café del 2016 al 2017, se mantuvo estable y fue de 151,6 millones de sacos. Las dos especies más importantes de café, desde el punto de vista económico, son el café arábico (*Coffea arabica*) que supone el 70% de la producción mundial y donde solamente el 10% de esta tiene el grado de café especial y el café robusta (*Coffea canephora*) con el 30% de producción mundial (OIC, 2016).

a. Café arábico

Es la especie de café más delicada y sabrosa ya que ofrecen un aroma balanceado un sabor dulce y acidez brillante. Crecen en alturas entre 900 y 2000 msnm. Su contenido de cafeína es relativamente bajo (entre 0.9 por ciento y un 1.5 por ciento). Es genéticamente diferente de otras especies de café, puesto que tiene cuatro series de cromosomas en vez de dos. El

café arábico es a menudo susceptible a plagas y enfermedades, por lo cual la obtención de resistencia es una de los principales objetivos de los programas de mejora vegetal. Las variedades más conocidas son: Typica y Bourbon, pero a partir de éstas se han desarrollado muchas cepas y cultivares diferentes, como son el Caturra, Colombia (Brasil, Colombia), Mundo Novo, Catuai (Brasil), Pacamara (El Salvador), Catimor (Portugal), Geisha (Panamá), entre otros (OIC, 2016).

b. Café robusta

Es la especie más resistente al ataque de plagas y tienen un sabor más ordinario y cuerpo más pesado. Es un arbusto o pequeño árbol robusto, que puede crecer hasta alcanzar 10 metros de altura y tiene una raíz poco profunda. El fruto es redondeado y tarda hasta 11 meses en madurar; la semilla es de forma alargada y más pequeña que la del café arábica. El café Robusta se cultiva en África Central y Occidental, en todo el Sudeste de Asia y un poco en Brasil, donde se le llama Conillón (OIC, 2016).

2.1.3. Taxonomía

El café pertenece a la familia Rubiácea. La especie que se empleó en la presente investigación fue la *C. arabica*. Su clasificación taxonómica descrita por Alvarado (1994), citado por Escobar (2017) es:

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Orden: Rubiales
Familia: Rubiaceae
Género: Coffea
Especie: *Coffea arabica*

2.1.4. Producción nacional

La producción nacional de café pertenece exclusivamente a la especie *Coffea arabica*, predominando la variedad Typica, muy apreciada por su rusticidad y buena adaptación a condiciones agroecológicas, como también su aroma y sabor.

La producción nacional en el caño 2015 fue de 251 938 t. el principal productor fue el departamento de San Martín, seguido de Cajamarca y Junín, obteniendo estos últimos los mejores rendimientos a nivel nacional (Sifuentes *et al.*2015) (Cuadro 1).

Cuadro 1: Principales departamentos productores de café y sus rendimientos durante el 2015

REGIÓN	PRODUCCIÓN (t)	RENDIMIENTO (t/ha)
Nacional	251 938	0.7
San Martín	82 164	0.9
Cajamarca	46 083	0.9
Junín	39 275	0.5
Amazonas	35 101	0.7
Cuzco	18 413	0.3
Pasco	6 898	0.6
Puno	6 504	0.6
Huánuco	5 109	0.4

FUENTE: Sifuentes (2015)

Según avances del MINAGRI (2017), (Cuadro 2), los precios promedios pagados al productor por café pergamino se redujeron levemente durante el 2017. Estos resultados varían según la región mientras Amazonas, San Martín y Piura han mejorado 5% a 20%, otras regiones como Cajamarca, Junín y Pasco reducen sus precios hasta 5%.

Cuadro 2: Precio pagado al productor s/. /Kg

REGIÓN	2016	2017
Nacional	6.523	6.472
Amazonas	7.250	7.394
Puno	7.304	7.313
Piura	6.107	6.811
Cajamarca	7.032	6.777
Pasco	5.992	6.492
Junín	6.580	6.117
Cusco	5.703	5.586
San Martín	4.433	5.240

FUENTE: (2017)

2.1.5. Exportación

El potencial de exportación peruano es de 4.9 millones de sacos de café. El impacto de la roya en los años 2013 y 2014, contrajo esto a 3.1 millones. Cuatro años después, el potencial peruano de exportación de café se está recuperando. Sin embargo, las condiciones de mercado, los costos de financiamiento, acceso a servicios e incentivos limitan las decisiones y acciones de los productores.

En la Figura 1, se observa que para el año 2018, las exportaciones de café superarán los 3.9 millones de sacos, pudiendo mejorar, si la inversión y la atención en campo es oportuna.

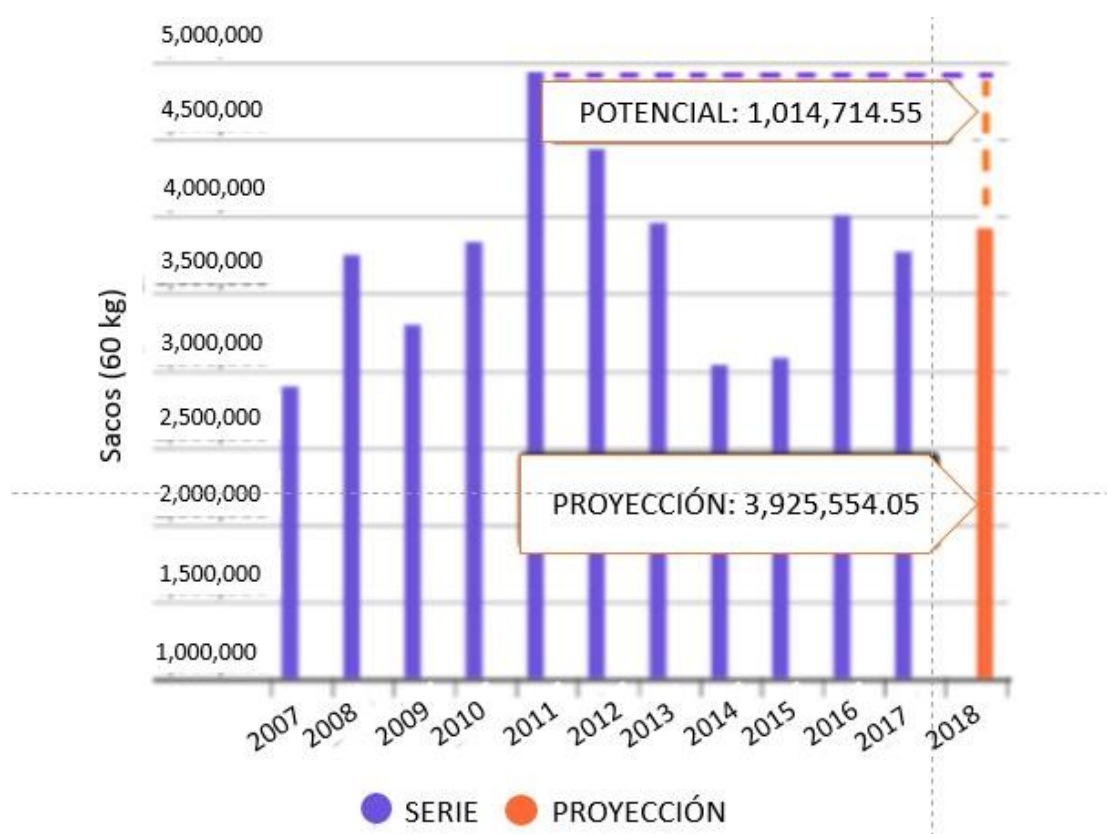


Figura 1: Exportaciones peruanas de café 2007-2018

FUENTE: CPC-JNC-GCP (2018)

Según la CPC-JNC-GCP (2018), el café peruano atiende tres demandas:

a. Café mainstream

Llamado también convencional o de la gran industria, representa el 80% de las exportaciones peruanas. Los principales compradores son Estados Unidos, Alemania, Bélgica y Corea.

Estas exportaciones son realizadas por empresas multinacionales y nacionales, no obstante, la participación de empresas cooperativas y asociaciones de productores se está incrementando.

b. Cafés certificados

El 17.5% de las exportaciones peruanas son certificadas, destacan los estándares Fair Trade, Organic, Rainforest y UTZ. A octubre del 2017 hemos exportado más de 550 mil sacos, siendo los principales destinos, Estados Unidos, Alemania, Bélgica y Canadá. Este segmento lo lideran empresas cooperativas que contribuyen con más del 65% y gozan de una posición en el mercado.

c. Cafés de nicho o de especialidad

Llamados también cafés de alta calidad o gourmet, representan el 2.5% de las exportaciones peruanas, son cafés con puntajes altos de catación SCAA. A octubre del 2017 se envió más de 60 mil sacos (unos 250 contenedores), siendo los principales destinos, Estados Unidos, Alemania, Bélgica y Francia. Este segmento es liderado por empresas cooperativas que exportan más del 60%.

2.2. CAFÉ ESPECIALES

2.2.1. Definición

El término “café especial”, es atribuido a la experta tostadora de café noruega, Erna Knutsen, quien usó por primera vez este término en un discurso para los delegados de la conferencia internacional de café, celebrada en Montreuil (Francia) en 1978. El concepto que ella introdujo, hace alusión a la geografía de microclimas, que permite la producción de granos de café con sabor único y de características peculiares que preservan su identidad. Por lo que, el café especial debe estar siempre bien preparado, recién tostado y apropiadamente elaborado (Ponte 2003).

La SCAA (2018), define los cafés de especialidad en su estado verde como el café que está libre de defectos de su materia prima, es de tamaño adecuado, se presenta en la taza libre de defectos y sabores y tiene atributos distintivos. En términos prácticos, esto significa que el café debe ser capaz de pasar los aspectos de clasificación y pruebas de catación.

2.2.2. Categorías

Jaimes (2013), señala que en términos generales se consideran cuatro categorías de cafés especiales: cafés de origen, cafés sostenibles, cafés con contenido social y cafés de preparación, estas categorías se combinan en muchos casos generando productos únicos para clientes que desean desarrollar productos altamente sofisticados.

d. Cafés de Origen

Son cafés que provienen de una región o finca, con cualidades únicas, debido a que crecen en lugares determinados. Los clientes los prefieren por sus especiales atributos en sabor y aroma. Dentro de los cafés de origen existen tres subcategorías:

- **Cafés regionales:** provienen de una región específica reconocida por sus cualidades particulares. Se ofrecen al consumidor final puros, sin mezclas.
- **Cafés exóticos:** cultivados en zonas determinadas bajo condiciones excepcionales; poseen características sensoriales y organolépticas que permiten obtener una taza de altísima calidad.
- **Cafés de finca:** producidos en una sola finca, tienen un beneficio centralizado y ofrecen un producto sobresaliente en calidad y consistente en el tiempo.

e. Cafés sostenibles

Los cafés especiales sostenibles son aquellos cultivados por comunidades que tienen un serio compromiso con la protección del medio ambiente a través de la producción limpia y la conservación del entorno natural. Con su cultivo promueve también el desarrollo social y económico de las familias cafeteras que lo producen. La producción sostenible obedece a los postulados del desarrollo sostenible que tiene tres ejes fundamentales: desarrollo humano, desarrollo económico y la protección ambiental. Existen tres subcategorías:

- **Cafés orgánicos:** Exige la eliminación de los fertilizantes y pesticidas químicos, asimismo contempla iniciativas para la conservación o mejora de las condiciones de conservación del suelo
- **Cafés amigables con el medio ambiente (RFA):** Cubre varios aspectos de la agricultura sostenible: medio ambiente, derechos y bienestar de los trabajadores y el interés de las comunidades locales. No prohíbe el uso de productos

agroquímicos, pero exige un control integrado de plagas, el mantenimiento de la cobertura arbórea y/o restauración de reservas de bosque nativo

- **Cafés amigables para las aves (BF):** Exige la producción orgánica y bajo sombra (a través de una cubierta forestal) para otorgar un hábitat favorable para las aves.

f. Cafés con contenido social

Entorno a un proyecto productivo, existen una serie de elementos de desarrollo social y cultural como el trabajo asociado de varios productores, el compromiso y la solidaridad, el mejoramiento de la calidad de vida y la protección del medio ambiente. Su comercialización implica mantener una relación entre el cliente y el productor a través de la institución para lograr trasladar al productor el mayor sobrepeso posible y los aportes del cliente, con el fin de mejorar sus condiciones de vida. Se dividen en dos subcategorías:

- **Cafés de producción responsable (UTZ):** Presenta un conjunto amplio de criterios que comprende prácticas agrícolas adecuadas para la producción de café y el bienestar de los trabajadores, incluyendo el acceso a la salud y a la educación.
- **Cafés de sistema de comercio justo (FT):** La certificación de comercio justo se ocupa del sistema de comercialización, asegurando que los productores reciban un precio mínimo por su café más un premio (prima) para inversiones en proyectos comunitarios.

g. Cafés de preparación

Son cafés con una apariencia especial por su tamaño y forma lo que los hace apetecidos en el mercado internacional. También pertenecen a esta categoría los cafés que se buscan de acuerdo a las preferencias de un cliente en particular y se acopian para ofrecer. Dentro de esta categoría destacamos:

- **Café caracolillo:** Son cafés cultivados en zonas de altura, de los cuales se seleccionan aquellos granos en forma de caracol que producen una taza única de alta acidez. Son apreciados por los compradores, pues su tamaño uniforme permite una tostión homogénea.

- **Café supremo:** Son cafés que se ofrecen de acuerdo a una clasificación.
- **Café premium:** Son los cafés que resultan de una cuidadosa selección, realizada por solicitud del cliente, siguiendo un protocolo definido.

2.3. FACTORES QUE DETERMINAN LA CALIDAD DE UN CAFÉ ESPECIAL

La calidad de un café especial es el resultado de un conjunto de procesos que permiten la expresión, desarrollo y conservación de las características físico químicas propias del café hasta el momento de su transformación y consumo. La calidad del café se define como el óptimo estado de este en la prueba de taza. En sí, la calidad del café es el conjunto de cualidades sensoriales que tiene el café (SCAN, 2015).

Podemos agrupar los factores que inciden en la calidad de la siguiente manera: Factores botánicos (especie y variedad), Factores geográficos (altitud, latitud), Factores climáticos (temperatura, lluvia, radiación solar, humedad relativa), Factores edáficos (suelo) y Factor humano (manejo del cultivo, tipo de proceso).

2.3.1. Factores botánicos

Los principales factores botánicos a considerar son la especie y la variedad. Las dos especies más importantes de café desde el punto de vista económico son el *Coffea arabica* (café arábico), que supone más del 70% de la producción mundial, y el *Coffea canephora* (café robusta). De estas dos especies el café arábico es el más delicado y sabroso, ofrece un aroma balanceado, un sabor dulce y una acidez brillante. Las notas ácidas se acentúan más en el arábico que en el robusta, con diferentes matices desde la ligereza de una uva roja hasta la intensidad de cítricos o bayas. Las notas aromáticas del arábico son más complejas entre frutas, flores, especias y dulces. Su calidad en la bebida es superior debido a una mayor concentración de carbohidratos (más azúcares), menor contenido de ácido clorogénico y un menor contenido de cafeína. A diferencia del café robusta que presenta acentuadas notas de madera, caucho y especias como la pimienta, suele ser muy fragante y aromático en intensidad, pero tiene una menor calidad en la bebida (SCAN 2015).

2.3.2. Factores climáticos

El café es un cultivo que requiere componentes climáticos primarios para obtener un grano de café de calidad como se indica en el Cuadro 3.

Cuadro 3 : Influencia del clima en la calidad del grano de café

Zonas Cafetaleras	Altitud (msnm)	Temperatura (18 a 24°C)	Lluvias 1200 a 2600 (mm/año)	Humedad relativa (70 a 85%)	Luminosidad 1600-1800 (horas luz/año)	Calidad del Café
Zona Alta	1200-2000	18 - 20°C	lluvias alta	Humedad alta	Luminosidad baja	Excelente calidad
Zona Media	900 - 1200	20 - 22°C	lluvias media	Humedad media	Luminosidad media	Buena calidad
Zona Baja	600 - 900	22 - 24°C	lluvias baja	Humedad baja	Luminosidad alta	Calidad estándar

FUENTE: Castañeda (2004)

Cualquier cultivo de café que se encuentra por fuera de estas condiciones puede tener problemas de producción y calidad del grano. Aunque los componentes del clima son influenciados en gran medida por factores de latitud y altitud; pues la altitud tiene una gran influencia sobre la distribución de las lluvias, temperatura, humedad relativa. Estos factores climáticos, hacen que ciertas propiedades organolépticas del café se acentúen a medida que se incrementa la altura. El café arábico de altura que se desarrollan en temperaturas más frías que el robusta, madura más despacio. La maduración lenta permite a los granos de café arábico desarrollar más sabor (Córdor, 2007).

2.3.3. Factores edáficos

Los mejores suelos para el cultivo del cafeto son los francos, de buena profundidad efectiva, con estructura granular, buena aireación y permeabilidad moderada. Los suelos buenos para café deben tener una acidez entre 5 y 5.5. Los elementos nutritivos que el cafeto requiere en mayor cantidad son: Nitrógeno, Fósforo y Potasio. El cafeto necesita en menor cantidad de Calcio, Magnesio, Azufre, Hierro, Zinc, Manganeso, Boro, Cobre. La carencia de alguno de estos nutrimentos afecta el normal crecimiento y desarrollo de la plantación al igual que su producción potencial, tanto en calidad como en cantidad de café. Los suelos buenos para cultivar café deben tener contenidos de materia orgánica mayores a 8% (SCAN, 2015).

2.3.4. Factores humanos

Estos son los factores en los que intervienen seres humanos, cuya motivación es un factor esencial para determinar la calidad final de una partida de café. En estas etapas, el compromiso del productor con la calidad se hace evidente. Incluye todas prácticas a realizar del manejo del cultivo: selección de semillas, manejo del vivero, instalación a campo definitivo, manejo de sombra, fertilización, poda, control de malezas y control de plagas y enfermedades. También de la cosecha, el beneficio, almacenamiento y exportación final.

2.3.5. Influencia de factores de beneficio (cosecha)

El beneficiado es el proceso mediante el cual se prepara el café para la exportación, comprende una serie de etapas o actividades para la estabilización de las cualidades del fruto; un buen beneficiado mantiene la calidad natural del café y un mal beneficiado la deteriora.

En el mundo cafetero se procesan las cerezas de café principalmente por dos vías: húmeda y seca. La vía húmeda produce los cafés "suaves" o "lavados" que se distinguen por su alta calidad de taza, siendo muy apetecidos en los países consumidores; este sistema utiliza agua en algunas etapas de preparación; por la vía seca se produce los cafés "naturales" los cuales son de inferior calidad y requieren mucha energía para secar el fruto (Jiménez, 2000).

a. Beneficio vía seca

Este método consiste en secar la cereza entera. Hay variaciones en cuanto a cómo se lleve a cabo el proceso, dependiendo del tamaño del cafetal, las instalaciones de que se disponga y la calidad final que se desee. Las tres etapas básicas de este método son: limpieza, secado y descascarillado.

b. Beneficio vía húmeda

Consiste en la eliminación mecánica, en presencia del agua, del exocarpio de las cerezas del café, la eliminación de todo el mesocarpio por fermentación y otros métodos y el lavado seguido del secado para obtener el café pergamino. Comprende las siguientes etapas: la recolección, recibo, despulpado, fermentación o desmucilaginado, lavado, clasificado y secado del café.

En la Figura 2 se muestra el flujo de operaciones para el beneficio vía seca y vía húmeda.

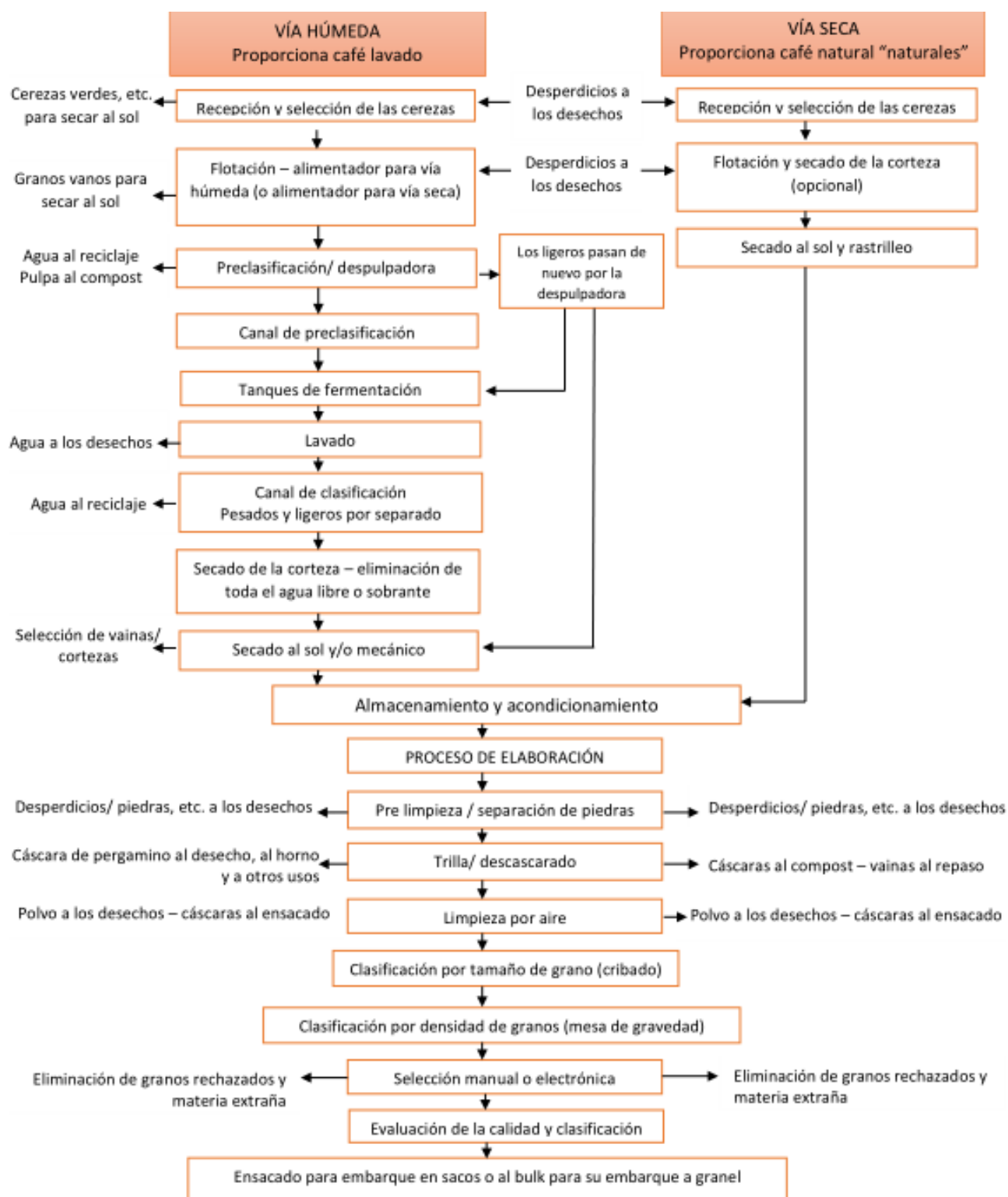


Figura 2: Flujo de operaciones del beneficio vía húmeda y vía seca

FUENTE: ITC (2010)

2.4. ESTÁNDARES DE CALIDAD DE LOS CAFÉS ESPECIALES

La SCAA, surge como una alternativa para el comercio de los cafés, cuya calidad de la bebida se diferencia por sus condiciones especiales. Desde su definición la SCAA presupone una asociación entre las características de suelo, clima y la producción del café de calidad especial. Este criterio tiene afinidad directa con el reconocimiento del café por su origen (IICA, 2010).

A continuación, se describen los estándares de calidad para que un café sea considerado de especialidad.

2.4.1. Café Pergamino

Luego del proceso de beneficiado sea vía húmeda o vía seca, explicado anteriormente, se obtiene el café pergamino el cual es almacenado en las bodegas para su posterior procesamiento y exportación.

En el Cuadro 4 se presentan los requisitos generales del café pergamino.

Cuadro 4: Requisitos generales del café pergamino

Requisitos	Parámetro
Humedad	10 - 12.5%
Granos defectuosos	Máximo 5.5%
Materia extraña y/o impureza	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 de contaminante. Debe de tener olor fresco, característico, por lo tanto, no debe aceptarse el café con olores extraños como: mohoso, terroso, avinagrado, etc.
Prueba de taza	Debe tener sabor y aroma característico y estar libre de sabores extraños como: fermento, producto químico, moho, guardado, etc.

FUENTE: NTP 209.310 (2014)

2.4.2. Café Verde

Es el resultado de someter la cereza madura al beneficio retirando primero el exocarpio, mesocarpio y luego, por medio de la trilla, el pericarpio o pergamino quedando únicamente la almendra (Prieto, 2002).

a. Color

Para la valoración del café oro el primer aspecto analizado es su apariencia en oro. La presentación del color de los granos habla por sí misma de la calidad del grano. El color verde azulado es muy apreciado y por sí solo valoriza al café (Brando, 2004).

Según la escala de coloración del café verde (SCAA 2004), los cafés arábigos lavados sin tostar presentan coloraciones que van desde el azul-verde, azulado-verde, verde, verdoso, verde-amarillo, amarillo pálido, amarillento hasta café; dependiendo del origen, proceso o tiempo de almacenamiento.

En la Figura 3 se muestra la escala de coloración para el café verde



Figura 3: Escala de coloración del café verde
FUENTE: SCAA (2004)

b. Defectos

Grano defectuoso es todo aquel que presenta algún tipo de alteración de las características organolépticas de su calidad, deseables y requeridas para ser utilizado como materia prima en los procesos de tostión y molienda. La presencia de granos defectuosos en una muestra de café oro es considerada causa directa de alteraciones de la bebida obtenida por la infusión del café tostado y molido preparado con esa muestra. Así la operación de separación de los granos defectuoso es una tarea básica entre las operaciones de preparación de café oro (SCAN, 2015).

Según la NTP 209.027 (2007), los defectos en los cafés especiales son producidos en el campo y debido a un deficiente proceso del grano de café maduro. También menciona que la mayoría de los defectos se clasifican cuantitativamente.

Los defectos se clasifican en:

- **Defectos primarios:** En estos se agrupan defectos que pueden causar daños graves en catación, como: negros, sobre fermentados, cerezas secas, daño severo de insectos y materias extrañas o ajenas al café.
- **Defectos secundarios:** En donde se agrupan los defectos cuyo impacto negativo en catación, puede ser menor.

Para el análisis físico se toma una muestra representativa de café verde del lote (350 gr.) y se evalúa de acuerdo a los parámetros expuestos en el Cuadro 5, donde se presentan los requisitos generales del café verde. El Cuadro 6 muestra la tabla de conversión de defectos.

Cuadro 5: Requisitos generales del café verde

Requisitos	Parámetro
Color	Verde uniforme
Olor	Libre de olores extraños
Humedad	Café lavado 10% a 12% Café natural 10% al 13%
Tamaño	No más del 5% de variación en las especificaciones del contrato, medido por la retención en las zarandas tradicionales de agujero redondo
Defectos	No más de 5 defectos secundarios completos. No se permiten defectos primarios
Muestreo	Café verde: 350 gramos de muestra

FUENTE: SCAA (2018)

Cuadro 6: Tabla de conversión de defectos

Cantidad de granos	Defecto Primario	Equivalencia a defectos completos
1	Grano Negro	1
1	Grano Agrio	1
1	Cereza Seca	1
1	Grano Mohoso	1
5	Granos Brocados Severos	1
1	Materia Extraña	1
Cantidad de granos	Defectos Secundario	Equivalencia a defectos completos
3	Granos parcialmente negros	1
3	Granos parcialmente agrios	1
5	Conchas	1
5	Flotadores	1
5	Quebrados/cortados/mordidos	1
5	Inmaduros	1
5	Cáscaras	1
5	Pergaminos	1
5	Averanados o arrugados	1
10	Granos Brocados Leves	1

FUENTE: SCAA (2018)

c. Requisitos microbiológicos del café verde

El grano de café por su contenido en carbohidratos, proteínas, lípidos y algunos microelementos proporciona a los microorganismos los requerimientos nutritivos para su desarrollo. La NTS N°071-MINSA/ DIGESA (2008) punto XIV, establece parámetros microbiológicos para frutos secos y semilla. En el cuadro 8 se observan los requisitos microbiológicos estableciendo para el recuento de mohos y levaduras un límite mínimo de 100 ufc/g y un límite máximo de 1000 ufc/g y para la prueba de *Escherichia coli* (recuento de coliformes totales) un límite mínimo de 10 ufc/g y máximo de 100 ufc/g.

Cuadro 7: Requisitos microbiológicos para frutos secos y semillas

Agente Microbiano	Categoría	Clase	n	C	Límite por g	
					m	M
Mohos	3	3	5	1	100	1000
Levaduras	3	3	5	1	100	1000
<i>Escherichia coli</i>	3	3	5	2	10	100

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

2.4.3. Café Tostado

El tostado del café se realiza en equipos que se calientan a una temperatura de 210 a 230°C, luego, se depositan en los tambores giratorios, los granos de café verde, así se inicia la desecación del grano y se desarrolla la caramelización de la sacarosa, la degradación de aminoácidos, la glaciación entre los azúcares reductores y los aminoácidos, la despolimerización de los carbohidratos y proteínas, las oxidaciones de los lípidos y de los ácidos fenólicos, la generación del color y la producción de compuestos volátiles y de las melanoidinas (Puerta, 2011).

En el Cuadro 8 se presentan los requisitos generales para el café tostado.

Cuadro 8: Requisitos del café tostado

Requisitos	Parámetros
Color	Uniforme. Agtron 55 (tueste medio)
Olor	Libre de olores extraños
Tueste	Grado especial: cero (0) quakers
	Q coffee: máximo tres (3) quakers
Muestreo	En base a 100 gramos de muestra
Tiempo de Tueste	Entre 8 y 12 minutos

FUENTE: SCAA (2018)

2.4.4. Evaluación Sensorial del Café

El método para evaluar sensorialmente la calidad de la bebida de un café especial es el método de la SCAA, basado en un análisis descriptivo y cuantitativo de la infusión, que es realizado por un equipo de 3 a 10 panelistas entrenados (catadores Q), realizando cinco repeticiones por muestra. De acuerdo a esta metodología, los granos de café son calificados de 0 a 10 puntos en la evaluación de los atributos primarios que comprenden el perfil sensorial del café. La suma de los puntajes individuales de los atributos constituyentes da el puntaje final, que representa la calidad general del café. Cafés con un puntaje superior a 80 puntos son considerados “cafés especiales” (Lingle, citado por Meira *et al.* 2013)

El comité técnico de la SCAA (2018), recomienda seguir los siguientes lineamientos que aseguran una evaluación más precisa de la calidad del café:

a. Equipo necesario

En el Cuadro 9 se presentan los equipos necesarios para la evaluación sensorial.

Cuadro 9: Equipos necesarios para realizar la evaluación sensorial

Preparación del tueste	Ambiente	Preparación de cata
Tostador de muestras	Buenas iluminación	Balanza
Agstron u otro dispositivo para medir el color	Limpio, libre de aromas que interfieren en la evaluación	Tazas de cata con tapa
Molino	Mesas de cata	Cucharas de cata
	Ambiente silencioso	Equipo de agua caliente
	Temperatura confortable	Formularios de cata
	Distracciones limitadas	Lápices y tableros

FUENTE: SCAA (2018)

b. Preparación de la Muestra

Tueste: La muestra se debe tostar con una antelación máxima de 24 horas a la sesión de cata y se le debe dejar reposar por lo menos 8 horas. El nivel de tueste para cata

de café debe ser medido en molino, entre 30 minutos a 4 horas después de haber sido tostado, usando la molienda estándar recomendable y midiéndola a temperatura ambiente.

Agtron Gourmet: 63.0

Agtron Comercial: 48.0

Colortrack: 62.0

La tosti3n debe llevarse a cabo en no menos de 8 minutos y en no m3s de 12 minutos. La muestra debe ser enfriada inmediatamente solo con aire. Cuando las muestras alcanzan la temperatura ambiente (aprox. 75°F o 20°C), se deben almacenar en envases herm3ticos o en bolsas no permeables hasta que se caten para reducir al m3nimo la exposici3n al aire y prevenir la contaminaci3n.

Establecimiento de medidas: La relaci3n 3ptima es de 8.25 gramos por 150 ml de agua.

Preparaci3n de la cataci3n: Las muestras se deben moler inmediatamente antes de catar, m3ximo 15 minutos antes de la infusi3n con agua. El tama3o de part3culas debe ser poco m3s grueso que el utilizado normalmente con filtro de papel en la infusi3n por goteo. Se deber preparar por lo menos 5 tazas de cada muestra para evaluar adecuadamente la uniformidad de cada muestra.

Infusi3n: El agua usada para catar debe ser limpia e inodora, pero no destilada ni blanda. Los s3lidos en suspensi3n totales ideales son 125-175PPM, pero no deben ser menos de 100 PPM ni m3s de 250PPM. El agua debe ser muy fresca, y haber alcanzado cerca de 200°F (93°C) cuando se vierte sobre el caf3 molido. El agua caliente se debe verter directamente sobre el caf3 medido en la tasa y debe permanecer en reposo durante 3 a 5 minutos antes de la evaluaci3n.

Evaluaci3n de la muestra: La prueba sensorial se realiza por tres razones: para determinar las diferencias actuales sensoriales entre las muestras, para describir el sabor de las muestras y para determinar la preferencia de los productos. Para la cataci3n se emplea el Formato de cataci3n de la SCAA, que nos sirve para registrar los 10 atributos del sabor del caf3 que son Fragancia/Aroma, Sabor, Resabio, Acidez, Cuerpo, Balance, Uniformidad, Taza limpia, Defectos y Total. Los atributos

específicos del sabor son calificaciones positivas de calidad determinados por la opinión del Catador mientras que los defectos son calificaciones negativas que representan sensaciones no agradables; el resultado final está basado en la experiencia del sabor, como apreciación personal del catador. Estos son evaluados en una escala de 16 puntos representado el nivel de calidad en una tabla entre 6 y 9 puntos (Cuadro 10).

Cuadro 10: Escala de Calidad

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

FUENTE: SCAA (2018)

Las muestras deben ser primero inspeccionadas visualmente para el color del tostado. Esto se apunta en la hoja de evaluación y puede ser utilizado como una referencia durante la calificación de cada atributo se basa en la percepción de los cambios de sabor causados por la disminución de la temperatura del café cuando está en proceso de enfriamiento:

Paso #1- Fragancia/ aroma.

- Dentro de los 15 minutos después de que las muestras hayan sido molidas, se debe evaluar la fragancia seca, levantando la taza y oliendo el café en seco.
- Después de aplicar el agua, la espuma se deja intacta por lo menos 3 minutos, pero no más de 5. Se rompe la espuma removiendo 3 veces; permita que la espuma pase por la parte trasera de cuchara mientras huele suavemente. La calificación de la Fragancia/Aroma se marca en base a su evaluación seca y mojada.

Paso #2- Sabor, resabio, acidez, cuerpo y balance.

- Cuando la muestra se ha enfriado a 160°F (70°C) entre 8 a 10 minutos después de la infusión, la evaluación del licor debe comenzar. El licor se aspira en la boca de tal manera de cubrir tanta área como sea posible, especialmente la lengua y

el paladar superior. Los vapores retronasales están en su intensidad máxima en esta temperatura elevadas y por esto el sabor y el sabor residual se valoran en este punto.

- Cuando el café continúa enfriándose (160°F- 140°F), la Acidez, el Cuerpo y el Balance se valoran. El Balance es determinado por el catador cuando se combinan armoniosamente el Sabor, el Sabor residual, Acidez y Cuerpo, en una combinación sinérgica.
- La preferencia del catador para los diferentes atributos se evalúa a varias temperaturas (2 o 3 veces) mientras se enfría la muestra. Para evaluar la muestra en la escala de 16 puntos marque la respuesta deseada en el formato de catación.

Paso #3- Dulzor, uniformidad y taza limpia

- Cuando la muestra se acerca a la temperatura ambiente (debajo de 100°F) el Dulzor, Uniformidad y Taza limpia se evalúan. Para estos atributos, el catador hace un juicio en cada taza individual, dando 2 puntos por taza por cada atributo (10 puntos máximo).
- La evaluación del licor debe cesar cuando la muestra alcanza 70°F (21°C) y la cuenta total es determinada por el catador y dada a la muestra como “puntos de catador”, basados en todos los atributos combinados.

Puntaje #4 – Puntaje

- Después de evaluar las muestras, todos los puntajes se suman.

Cada uno de los atributos se describe líneas abajo con más detalles:

Fragancia/ Aroma

Los aspectos aromáticos incluyen la fragancia (definida como el olor de la muestra molida de café cuando todavía está seca) y el aroma (el olor del café mezclado con agua caliente).

Sabor

Representa la característica principal del café. Es una impresión combinada de todas las sensaciones gustativas (papilas gustativas) y aromas retronasales que van de la boca a la nariz. La cuenta dada al sabor debe justificar la intensidad, la calidad y la

complejidad del sabor y el aroma combinados, que se experimenta cuando el café es sorbido en la boca vigorosamente para involucrar el paladar entero en la evaluación.

Sabor residual / resabio.

Es la permanencia del sabor en el paladar después de haber expulsado el café de la boca. Este puede ser agradable dejando un sabor dulce y refrescante o desagradable dejando un sabor amargo o áspero.

Acidez

La acidez a menudo se describe como brillante cuando es favorable o agria cuando es desfavorable. En su mejor forma la acidez contribuye a una vivacidad del café, el dulzor, y al carácter de fruta fresca y casi es experimentado inmediatamente y es evaluado cuando apenas el café es sorbido en la boca.

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 el cuerpo pesado pueden recibir un puntaje alto en términos de la calidad debido a la presencia de coloides (de infusión). Sin embargo; algunas muestras con el cuerpo más ligero, pueden dar una sensación agradable en la boca. Esto se debe principalmente al origen y destino del café en sí, pudiendo recibir puntajes de preferencia iguales, aunque sus grados de intensidad sean bastante diferentes.

Balance

Es la combinación de los atributos de acidez, cuerpo y sabor, cuando se presentan cafés limpios y sanos.

Dulzor

Se refiere a una plenitud agradable del sabor, y su percepción es resultado de la presencia de ciertos carbohidratos. El contrario del dulzor en este contexto es agrio, astringencia o los sabores “verdes”. Se otorga dos puntos para cada taza que muestra este atributo, para un puntaje máximo de 10 puntos si las cinco tazas son iguales.

Taza limpia

Se refiere a una falta de impresiones negativas en el sabor o en el sabor residual. Una taza transparente o cristalina. Al evaluar este atributo, se debe prestar atención a la experiencia total del sabor en relación al tiempo de enfriamiento y a la impresión final. Cualquier sabor o aroma sin características típicas del café descalificará una taza individual. Dos puntos se dan a cada taza para este atributo, con un máximo de 10 puntos si las 5 tazas son iguales.

Uniformidad

La uniformidad entre distintas tazas de una sola muestra, puede ser uniforme tanto por atributos y características, como en defectos y/o contaminaciones, el catador la puede catalogar como positiva o negativa.

Puntaje del catador

El aspecto “total” del puntaje se da para reflejar la calificación integrada de la muestra percibida por cada panelista. Una muestra con muchos aspectos sumamente agradables, pero que no llegue exactamente a “la medida” recibiría una valoración baja. Un café que cumple con las esperanzas en cuanto a su carácter y las calidades particulares del sabor de su origen recibirían un puntaje alto. Este es el paso donde los panelistas hacen su evaluación personal.

En el Cuadro 11 se presenta la clasificación de café de acuerdo a su categoría.

Cuadro 11: Clasificación de café por categorías

Clasificación de Calidad por Puntaje Total		
Extraordinarios	90 – 100	ESPECIAL
Especialidad	85 – 89	
Premium	80 – 84	
Comercial	60 – 79	NO ESPECIAL
Mala Calidad	0 – 59	

FUENTE: SCAA (2018)

2.5. ACIDEZ DEL CAFÉ

La percepción de la acidez es el resultado de la donación de protones de los ácidos a los receptores en la lengua humana. Esta característica del café es altamente valorada en las calidades especiales de Centroamérica y algunos cafés de África del este. El sabor agrio, sin embargo, es una acidez extrema y puede ser considerado como un defecto del sabor. La acidez está relacionada con la altitud del cultivo y el suelo volcánico rico en minerales. La percepción de la acidez depende del grado de tostado, del tipo de tostadora y el método de preparación de la bebida (Cañas *et al.* 2012).

A continuación, se detallan los principales ácidos que afectan el sabor del café.

a. Ácido cítrico

Es un ácido orgánico tricarbónico que está presente en la mayoría de las frutas, sobre todo en los cítricos como el limón, la naranja, limas o toronjas. Su fórmula química es $C_6H_8O_7$.

b. Ácido acético

Es un ácido que se encuentra en el vinagre, y que es el principal responsable de su sabor y olor agrios. Su fórmula es CH_3-COOH ($C_2H_4O_2$).

c. Ácido málico

El ácido málico o su forma ionizada, el malato ($C_4H_6O_5$), es uno de los ácidos más abundantes de la naturaleza y es fácilmente metabolizable por los microorganismos. El ácido málico es un compuesto orgánico que se encuentra en algunas frutas y verduras con sabor ácido como los membrillos, las uvas, manzanas y es el responsable del sabor verde y ácido de las mismas.

d. Ácido quínico

El ácido quínico ($C_7H_{12}O_6$), es un ácido cristalino que se obtiene de los granos de café y otras plantas como producto de la hidrólisis del ácido Clorogénico. Durante el proceso de tueste, el ácido Clorogénico se descompone en ácido cafeico y ácido quínico, este último responsable de muchos de los sabores agrios del café.

e. Ácido fosfórico

Es un compuesto químico de la fórmula H_3PO_4 . En el caso del café este ácido es transmitido a través de suelos ricos en fosfatos y le dan brillantez a la acidez en taza, especialmente en los cafés de Kenia.

Seah (2016), describe que las soluciones acuosas de ácidos tienen un pH menor a 7, entre menor es el pH, mayor es la acidez. El ácido está naturalmente presente en gran cantidad de alimentos como los limones, vinagre, el yogurt y hasta el café. Existen cientos de componentes ácidos en el café cuyos valores de acidez (pH) podemos relacionar y nombrar con la acidez de las frutas (Figura 4).

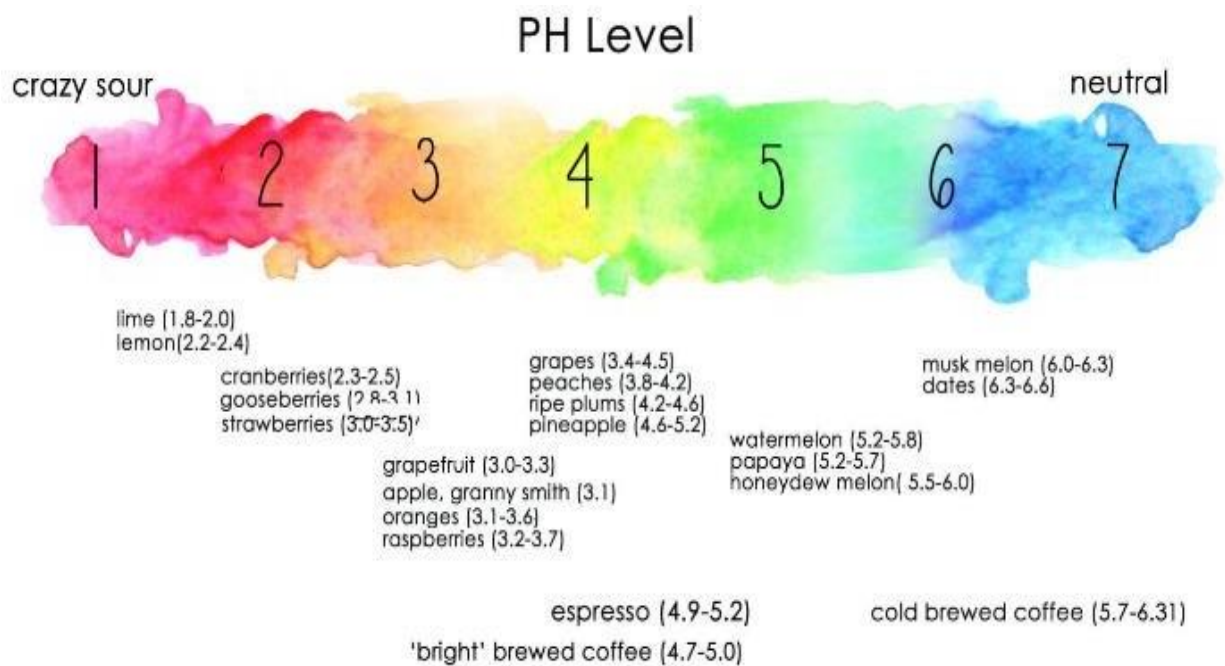


Figura 4: Relación del pH con el sabor del café

FUENTE: Seah (2016)

En el Cuadro 12, se presenta una correlación entre el sabor y el pH, descrita por Borack (2015), donde el Café Kenyan es conocida por su muy alta acidez ($pH=4.3$), el Café Sumatran es una región conocida por su muy baja acidez ($pH = 4.6$) y el Café Panamá se encuentra en un punto intermedio ($pH=4.5$)

Cuadro 12: Correlación entre el pH y el Sabor

SUBSTANCE	Ph
Whole Milk	6.9
NYC Tap Water	6.7
Sumatran Coffee (low acidity)	4.6
Panama Coffee (medium acidity)	4.5
Kenyan Coffee (high acidity)	4.3
Apple Juice	3.8
Grapefruit Juice	3.6
Blueberry Lemonade	2.9

FUENTE: Borack(2015)

2.6. ALMACENAMIENTO DE CAFÉS ESPECIALES

La preservación y conservación de las cosechas representan hoy en día una cuestión vital. Por lo tanto, el propósito del almacenamiento es preservar la calidad del café especial después de su cosecha, limpieza y secado. Además, nos permite homogenizar los contenidos de humedad de los diferentes granos por la transferencia de humedad de los más húmedos a los más secos. La producción de café es discontinua y periódica mientras que su consumo es permanente y no se interrumpe. Para conciliar estos dos aspectos es necesario almacenar la producción para atender la demanda que se presenta durante el período entre cosechas. Por ser organismos vivos, los granos requieren cuidados especiales para que sus cualidades se preserven durante el almacenamiento. El deterioro del grano no se puede evitar completamente, ya que por ser un organismo vivo respira como cualquier otro, consumiendo sus reservas y produciendo energía. El uso de técnicas adecuadas de producción, cosecha, secado, beneficio, almacenaje y manejo minimizan el deterioro (SCAN 2015).

2.6.1. Composición química del grano

Las principales sustancias almacenadas por los granos son los carbohidratos, los lípidos y las proteínas. El principal carbohidrato de reserva en los granos es el

almidón. Cuando el almidón es la sustancia de reserva predominante, el grano es denominado amilácea; es llamado oleaginoso cuando los lípidos son las sustancias de reserva predominantes; y proteico cuando éstas son las proteínas.

En el Cuadro 13 se evalúa la composición química del café.

Cuadro 13: Composición del café verde

Componente	A	B	c
Humedad (%)	10 – 11	-	9.2+- 0.014
Cenizas (%)	4 – 4.79	-	4 +- 0.057
Proteína (%)	13.6 – 14.83	8.5 – 12	14.3+-0.049
Carbohidratos (%)	49 – 53,78	-	60+-0.014
Grasa (%)	-	15 – 18	12.5+-0.021
Acidez(%) expresado en ácido Clorogénico	6.44 – 6.55	3 – 5.6	-
Cafeína (%)	1.12-1.22	0.8-1.4	-

^a García (1989), citado por Chocano y Gutiérrez 2001

^b Belitz *et al.* (2009)

^c Rivera (2016)

2.6.2. Proceso respiratorio

Después de cosechados, los granos continúan viviendo y como todos los organismos vivos, respiran. Según las reacciones presentadas, el proceso respiratorio va acompañado de una pérdida de sustancias nutritivas. Según la SCAN (2015), los principales factores que afectan la velocidad del proceso respiratorio son:

a. Temperatura

Al estudiar la influencia de la temperatura sobre el proceso respiratorio de los granos, diversos investigadores concluyeron que la respiración aumenta rápidamente cuando la temperatura se eleva de 30° a 40°C, y a partir de este punto se produce un acentuado descenso del proceso.

b. Nivel de humedad

El nivel de humedad de los granos influye directamente sobre su velocidad de respiración. Los granos almacenados con humedad de entre 10 y 12 por ciento tienen un proceso respiratorio lento. Sin embargo, si se aumenta el contenido de humedad, se acelera considerablemente la respiración y, en consecuencia, ocurre un deterioro.

c. Microorganismos

Recientes investigaciones concluyeron que una parte significativa del gas carbónico (CO₂) que se produce durante la respiración, se debe al metabolismo de los insectos presentes en los granos secos y a los microorganismos (sobre todo hongos) presentes en los granos húmedos. Cuando los hongos son los principales agentes responsables del aumento del proceso respiratorio se puede llegar a un punto en que los granos húmedos dejan de ser organismos vivos y pasan a ser un substrato alimenticio de los hongos, que siguen respirando y transformando la materia seca de los granos en gas carbónico, agua y calor.

d. Composición del aire ambiente

La composición del aire ambiente de almacenaje (relación entre gas carbónico y oxígeno) también afecta el proceso respiratorio de la masa de granos. Cuanto mayor sea la proporción de CO₂ y menor la de oxígeno menor será la intensidad respiratoria de los granos almacenados en una bodega o silo por esta razón es importante la buena circulación de aire.

2.7. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PÉRDIDA DE LA CALIDAD DEL GRANO

2.7.1. Temperatura y humedad relativa del ambiente

Las bajas temperaturas pueden compensar los efectos de un alto contenido de humedad y evitar el desarrollo de microorganismos, insectos y ácaros que atacan los granos almacenados (SCAN, 2015).

Un café almacenado en ambiente con humedad relativa menor de 65% pierde peso, pues el grano cede humedad al ambiente. Y un café almacenado en ambiente con humedad relativa superior al 70% gana humedad y se deteriora la calidad, provocan aumento en el porcentaje de humedad y aumenta la actividad hídrica produciendo la aparición y proliferación de hongos. Una vez almacenado el café seguirá secándose si el aire es más seco que el café (humedad relativa inferior a un 60%), pero si el medio ambiente es más húmedo que el café (humedad relativa de más del 70%), éste comenzará a absorber agua (SCAN, 2015).

El café pergamino seco de buena calidad con humedad del 10 al 12%, se conserva almacenado hasta por 6 meses en ambientes con temperatura inferior a 20°C y humedad relativa de 65 a 70%. A medida que aumentan el tiempo, la temperatura y la humedad relativa del ambiente de almacenamiento, la calidad del café se deteriora más rápidamente, el efecto puede no apreciarse en el pergamino, pero si en la almendra y en la bebida (Puerta, 2006).

Si el café pergamino se va a almacenar por cualquier período de tiempo con la mínima pérdida de calidad, debe ser, primeramente, secado correctamente y subsecuentemente mantenido en un ambiente frío y seco. (Temperatura menor a 20°C y humedad relativa menor a 60%) (Stirling, 1974).

2.7.2. Humedad del Grano

Si se almacena o se vende el café, con humedades mayores al 12%, se presentan ataques de hongos (micotoxinas) que causan daño al ser humano y deterioran la calidad del café, provocando defectos físicos como granos blanqueados o decolorados o granos partidos o aplastados y defectos en taza como sabor terroso o mohoso, con sabores a tierra húmeda, a piña sobremadura, a cebolla o a vinagre y que son rechazados por los compradores, llamándoles granos flojos. El café almacenado con menos del 12% de humedad, preserva mejor y por más tiempo su calidad (hasta por seis meses después de su elaboración). Al contrario, un café con contenido de humedad alto (mayores al 12%) pierde su calidad original rápidamente (alrededor de dos meses). Este secado inadecuado del café es el principal problema de taza en el Perú. Secar demasiado tiempo y con humedades menores al 10% también malogra la calidad del café, cristalizándolo al grano, que pierde su color original y adquiere un sabor a “madera” (insípido, sin acidez y aroma) (Castañeda 2004).

En el Cuadro 14, se presenta los rangos de humedad del café.

Cuadro 14: Rangos de humedad del café

% Humedad	Etapas	Características
> 55	Café mojado	Es aquel recién lavado
Entre 49 - 43	Café mote	Es un café que contiene agua retenida entre los granos y en la superficie del pergamino
Entre 42 - 35	Café oreado	Es un café que contiene agua libre en el espacio entre el pergamino y el grano, y en el interior de los poros del grano
Entre 11 - 12	Secado	Es un café que adquiere una condición latente; no pierde peso, ni puede deteriorarse por bacterias u hongos

FUENTE: Marín (2013)

Durante el almacén debido a que los granos de café son higroscópicos, es decir absorben o liberan humedad, dependiendo del ambiente donde se les coloque y su contenido de humedad final se estabiliza cuando se exponen a un ambiente particular por un período determinado. Ya sea que se pierda o que se gane humedad, resulta perjudicial que el medio ambiente induzca variaciones en la humedad del café. Porque en el caso de que el café pierda humedad por influencia de aire ambiental seco, entonces se reportan pérdidas de peso, que se traducen en pérdidas económicas porque son pérdidas de peso del café. Durante el almacenamiento se ha observado que el café trillado está más expuesto a deterioro que el café pergamino, ya que el pergamino y la película plateada son capas impermeables al agua que protegen la calidad del café almacenado (Puerta, 2006).

El contenido de humedad es el principal factor que influye en la calidad del producto almacenado. La prevención del crecimiento de los hongos sin emplear productos químicos, se puede llevar a cabo controlando el contenido de humedad de los granos, la temperatura y el medio ambiente del almacenamiento (Arias, 1993).

2.7.3. Microorganismos

Los hongos son los principales microorganismos de la microflora presentes en los granos almacenados y constituyen la más importante causa de pérdidas y deterioro durante el almacenamiento. Prefieren ambientes o sustratos con alto contenido de humedad y son los agentes responsables por el gran aumento de la respiración de los granos húmedos. Los

hongos del almacenamiento, se desarrollan después de la cosecha, cuando el contenido de humedad de los granos tiene con una humedad relativa superior al 65 o 70 %. Los hongos que proliferan con mayor frecuencia en los granos almacenados son algunas especies de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* (SCAN, 2015).

En el caso del café se ha identificado la Ocratoxina A, la cual es producida por *Aspergillus*. También se sabe que este hongo se desarrolla en condiciones ambientales cuando el café tiene contenido de humedad mayor a 16%, pero cuando el café se rehumedece en ambientes húmedos un contenido de humedad del 13% basta para que el hongo se desarrolle (Rodríguez y Solís, 2004).

Si el contenido de humedad de la semilla es alto, mayor que el de la humedad de equilibrio para un ambiente dado, la semilla liberará humedad al ambiente, si por el contrario es menor, entonces absorberá humedad del aire. Ya los investigadores han reportado la generación de problemas de crecimiento de mohos y detección de Ocratoxina A, cuando el café gana humedad hasta tan solo 13.5% por su exposición a condiciones ambientales de aire húmedo (aire ambiente a 80% HR) (Rodríguez y Solís, 2004).

2.8. RECOMENDACIONES PARA EL ALMACENAMIENTO ADECUADO DEL CAFÉ

No siempre se tendrán condiciones ambientales de aire frío y seco en las regiones cafetaleras, lo cual haría imposible efectuar el almacenamiento estando el café almacenado expuesto a la influencia del aire ambiental. Por ello es requisito que las estructuras para el almacenamiento deben estar construidas de modo que se garanticen condiciones de hermeticidad y aislamiento térmico para que no se alteren la humedad y temperatura del café pergamino almacenado en ellas, y por ende la calidad del café sea preservada de daños debidos a migraciones de humedad (IICA, 2010).

El diseño y la estructura de los almacenes contribuyen mucho a mantener seco y uniforme el café almacenado. El mejor almacén tiene techos altos y una amplia circulación del aire, piso de cemento con barrera de protección contra la humedad, no debe sufrir inundaciones ni siquiera cuando llueve mucho (SCAN, 2015).

El café almacenado no debe estar expuesto a la luz directa del sol ni debe situarse donde pudiera haber calefacción local capaz de producir variaciones de la temperatura y propiciar el paso de humedad (SCAN, 2015).

2.8.1. Empaques de Almacenamiento

Los granos de café son higroscópicos y absorben o liberan humedad, dependiendo del ambiente donde se les coloque y su contenido de humedad final se estabiliza cuando es mantenido en almacenaje (Arias, 1993).

En una masa de café almacenado el 60% del volumen es ocupado por aire. Si se provee un almacenaje hermético entonces todos los granos alcanzarán el equilibrio mutuo, promediando su humedad. Se genera una “atmósfera intergranaria cuya humedad corresponderá con el equilibrio entre todos los granos de café pergamino seco almacenados. (IICA, 2010).

2.8.2. Requerimientos y funciones del empaque

a. Yute

Según la RAE (2015), señala que el yute es el material textil que se obtiene del tejido o hilado de la corteza interior de una planta de la familia de las Tiliáceas.

En el Cuadro 15 se observan los requisitos de los sacos de yute para el café tipo exportación según la NTP 231.063 (1985).

Cuadro 15: Requisitos de los sacos de Yute para café tipo exportación

Sacos para café tipo exportación	Requisito
Dimensiones	71cm x 105 cm (28 pulgadas x 41,5 pulgadas)
Peso	608g
Capacidad aproximada	60 – 70 Kg

FUENTE: NTP 231.063 (1985)

b. GrainPro SGB

Grain Pro Inc (2016), menciona que la GrainPro SGB, actúa como barrera de humedad y gases, donde puede colocarse dentro de sacos convencionales de yute, polipropileno o papel para incrementar la protección física de la bolsa. Las propiedades únicas del plástico multilaminado utilizado en bolsas, permiten una inmejorable protección contra el ingreso de vapor de agua, favoreciendo y conservando altas concentraciones de dióxido de carbono y bajos niveles de oxígeno creados por el metabolismo de los insectos y la respiración de la semilla o el grano almacenado.

También, que el polietileno extruido posee un material multilaminado resistente, con una barrera de alta tecnología contra la humedad y los gases, entre dos capas de polietileno (PE) de 0.078 mm de espesor que la hace 60 veces más impermeable que otros materiales plásticos comunes del mismo calibre. El material pesa 150gr/m² (doble de capa) como se puede observar en la Figura 5; y tiene un rango de temperatura de operación de -18°C a 95°C.

c. Ecotac80

Ecotac (2017), señala que las bolsas ecológicas son sumamente resistentes y poseen una alta barrera contra el oxígeno y a la humedad, para mantener sellada la frescura del café a través de la cadena de suministro y almacenaje. Posee las siguientes características:

- Encierra el aroma. Protege los alimentos sensibles y el contenido de vitaminas
- Mantiene el sabor y las cualidades inherentes
- Está libre de hidrocarburos
- Tiene alta tolerancia a las temperaturas (entre -30°C a 90°C)
- Es reciclable y amigable con el medio ambiente
- Mantiene el grano en una temperatura favorable
- No necesita el uso de pesticidas o insecticidas

2.9. ENVENJECIMIENTO DEL CAFÉ DURANTE EL ALMACENAMIENTO

Los atributos de calidad pueden deteriorarse debido a un proceso de envejecimiento del grano. Para indicar que ha ocurrido este deterioro el café presenta características organolépticas reconocidas por los catadores como café viejo o “Cosecha vieja”, acompañado de rasgos físicos de deterioro como el aumento de volumen, y decoloración del grano.

Según Stirling (1974), el deterioro ocurre así:

2.9.1. Apariencia en verde

El color cambia de verde grisáceo-azulado hacia café y luego pálido. En casos extremos los granos en oro huelen hediondos, mohosos y también a pulpa putrefacta.

2.9.2. Apariencia del tueste

El color cambia de profundo café brillante a opaco, las hendiduras muestran tendencia a abrirse y una notable proporción de granos se vuelven suaves y pálidos.

2.9.3. Calidad de la taza

La acidez cambia de media a liviana. El cuerpo cambia de medio a malo. El sabor adquiere una mala presencia que inicialmente es detectada como ligeramente agrio, pero después se convierte en mohoso y madera, progresando eventualmente a totalmente inaceptable.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La Investigación se desarrolló durante los meses de julio 2017 a febrero del 2018. Se seleccionó un lote de café pergamino que cumpla los requisitos de un “café especial” en el centro de acopio de la Merced, en donde se realizó la primera evaluación, así como también el secado bajo sol en las diferentes humedades (10%, 12% y 14%) y el acondicionamiento en los empaques para su envío a la planta central en Lima.

Una vez instalado los tratamientos en Planta se realizaron los Análisis Físicos, Químicos y Sensoriales en el laboratorio de Calidad Café de la Empresa Agroindustrial Cafetalera Amazónica SAC ubicada en Puente Piedra – Lima, y se realizaron los Análisis Microbiológicos en los laboratorios de la Facultad de Industrias Alimentarias ubicada en la Molina – Lima.

3.2. MATERIA PRIMA

El lote de café seleccionado perteneció al agricultor Leoncio Leguía, con proceso de beneficiado en “húmedo”, certificación FTO (FairTradeOrganic) y conformado por las variedades:

- Caturra 30%,
- Catimor 50%
- Otros 20%


De la finca ubicada a 1600 msnm en el sector Santa Rosa – La Merced.

Obtuvo un rendimiento de exportación MCM de 80%, con un olor del café en pergamino fresco y color amarillo típico, cumpliendo con NTP 209.310:2014, y en café verde (café pilado), un olor fresco de color azul - verde; una calificación inicial del puntaje SCAA de 83 puntos, y no hubo presencia de granos quakers en tostado cumpliendo con los requisitos de café especial según la SCAA.

- Café pergamino. Café obtenido por vía húmeda al 10%, 12% y 14% de humedad del grano
- Café verde. Obtenido del pilado y pulido del café pergamino al 12% de humedad del grano

En el Cuadro 16 se presenta el Certificado de Calidad del lote de café “especial” utilizado durante la investigación.

Cuadro 16: Certificado de calidad lote de café “especial”

 COFFEE QUALITY INSTITUTE		CERTIFICADO DE CALIDAD				FECHA	19/07/2017	
CERTIFICACIÓN	FTO	SACOS	12	H%	14%	BOLA	0 gr	
PROVEDOR	LEONCIO LEGÚA - SANTA ROSA - LA MERCED							
TIPO	OFERTAS	INGRESOS	DESPACHOS	RESULTADOS DE RENDIMIENTO				
ANALISIS		X		CALIDAD	P(gr)	%		
CARACTERÍSTICAS				Exportación MCM %	240	80		
CAFÉ PERGAMINO		CAFÉ VERDE		Segunda Venta %	12	4		
OLOR	COLOR	OLOR	COLOR	Sucio Escojo %	3	1		
Fresco	X Normal	X Fresco	X Verde azulado	Descarte %	0.9	0.3		
Viejo	Disparejo	Viejo	Verde	Materia Extraña %				
Fermento	Manchado	Fermento	Verdoso	Cascara %	44.2	14.7		
Terroso	Negruczo	Terroso	Verde Amarillo	ANALISIS DE MALLAS				
Hierbas		Hierbas	Verde Palido	Description	P(gr)	%		
Moho		Moho	Amarillento	Screen 18	115,00	27,78		
Otros	Otros:	Otros	Otros	Screen 17	155,00	37,44		
Especifique		Especifique		Screen 16	87,00	21,01		
ANALISIS DE DEFECTOS				Screen 15	38,00	9,18		
Primarios	N° de granos	N° Defectos		Screen 14	12,00	2,90		
Grano negro				Screen 12	4,00	0,97		
Grano agrio/Vinagre				Below Screen 12	3,00	0,72		
Cereza seca				CALIFICACION SCAA				
Daño por hongos				Fragancia/Aroma	7,75			
Materia extraña				Sabor	7,50			
Segundarios	N° de granos	N° Defectos		Sabor Residual	7,50			
Negro parcial				Acidez	7,75			
Agrio parcial				Cuerpo	7,50			
Flotador/Blanqueado				Uniformidad	10,00			
Inmaduro	5	1		Balance	7,50			
Averanado o arrugado	3	0		Taza Limpia	10,00			
Conchas				Dulzer	10,00			
Partido/mordido/cortado	10	2		Puntaje Catador	7,50			
Grano brocado severo				Defectos				
Grano brocado leve	10	1		Total Calificacion	83,00			
Total defectos		4		Quaquers	0			
Comentarios:								
Frutos dulces a durazno, notas moras, bayas, acidez brillante, cuerpo meloso, limpio								

3.3. MATERIALES Y EQUIPOS

3.3.1. Materiales

a. Empaques

- GrainPro SGB
- Ecotac
- Yute

b. Materiales de Laboratorio

- Pírex de Catación
- Cucharitas de Catación
- Tazas de cata
- Bandejas
- Bowls de acero
- Juego de mallas

3.3.2. Equipos

- Balanza Analítica, marca: MIRAY, modelo: BMR-76
- Trilladora
- Tostador, marca: PROBAT, modelo: BRZ4 - 4 Tambores
- Molino, marca: SANTOS
- Medidor de Humedad (Hidrómetro), marca: GEHAKA AGRI, modelo: G600
- Hervidor (20L), marca: BOXA, modelo: GB – 20
- Potenciómetro digital (pH-02)
- Termohidrómetro, medidor de Temperatura y Humedad relativa del ambiente.

3.4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La Investigación se desarrolló mediante las siguientes Fases:

3.4.1. Fase de Campo

Integra las acciones realizadas para clasificar y seleccionar el lote en el centro de acopio de la Merced, cosecha 2017, que cumpla con los requisitos de un café de especialidad y secarlos bajo sol a los niveles de humedad del grano del 10%, 12% y 14%, para luego ser acondicionados en los empaques de Yute, GrainPro SGB y Ecotac

Se obtuvieron en total 12 sacos de café pergamino separados de la siguiente manera:

- 1 saco (35Kg) de café pergamino al 10% de humedad inicial en Yute.
- 1 saco (35Kg) de café pergamino al 10% de humedad inicial en GrainPro SGB más Yute.
- 1 saco (35Kg) de café pergamino al 10% de humedad inicial en Ecotac más Yute.
- 2 sacos (35Kg/ cu) de café pergamino al 12% de humedad inicial en Yute.
- 2 sacos (35Kg/ cu) de café pergamino al 12% de humedad inicial en GrainPro SGB más Yute.
- 2 sacos (35Kg/ cu) de café pergamino al 12% de humedad inicial en Ecotac más Yute.
- 1 saco (35Kg) de café pergamino al 14% de humedad inicial en Yute.
- 1 saco (35Kg) de café pergamino al 14% de humedad inicial en GrainPro SGB más Yute.
- 1 saco (35Kg) de café pergamino al 14% de humedad inicial en Ecotac más Yute.

Siendo transportados a la planta central en Lima.

3.4.2. Fase de Instalación

Una vez llegado el lote de café pergamino seleccionado a Planta-Lima, separado con los niveles de humedad y los empaques, se procedió a acondicionar los tratamientos para su instalación en almacén.

Para los tratamientos en café verde (T1, T2 y T3), se trillaron tres sacos de los empaques en Yute, GrainPro SGB con Yute y Ecotac con Yute de 35 kg/cu de café en pergamino al 12% de humedad inicial, para luego ser llenado en microlotes obteniendo:

- 7 microlotes de café verde al 12% de humedad inicial en Yute: T1Va1, T1Va2, T1Va3, T1Va4, T1Va5, T1Va6 y T1Va7. (Figura 7)
- 7 microlotes de café verde al 12% de humedad inicial en GrainPro SGB más Yute: T2Va1, T2Va2, T2Va3, T2Va4, T2Va5, T2Va6 y T2Va7. (Figura 7)
- 7 microlotes de café verde al 12% de humedad inicial en Ecotac más Yute: T3Va1, T3Va2, T3Va3, T3Va4, T3Va5, T3Va6 y T3Va7. (Figura 7)

Para los tratamientos en café pergamino (T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11 y T12), se separaron y llenaron en microlotes obteniendo:

- 7 microlotes de café pergamino al 10% de humedad inicial en Yute: T4Va1, T4Va2, T4Va3, T4Va4, T4Va5, T4Va6 y T4Va7. (Figura 8)
- 7 microlotes de café pergamino al 12% de humedad inicial en Yute: T5Va1, T5Va2, T5Va3, T5Va4, T5Va5, T5Va6 y T5Va7. (Figura 8)
- 7 microlotes de café pergamino al 14% de humedad inicial Yute: T6Va1, T6Va2, T6Va3, T6Va4, T6Va5, T6Va6 y T6Va7. (Figura 8)
- 7 microlotes de café pergamino al 10% de humedad inicial en GrainPro SGB más Yute: T7Va1, T7Va2, T7Va3, T7Va4, T7Va5, T7Va6 y T7Va7. (Figura 9)
- 7 microlotes de café pergamino al 12% de humedad inicial en GrainPro SGB más Yute: T8Va1, T8Va2, T8Va3, T8Va4, T8Va5, T8Va6 y T8Va7. (Figura 9)
- 7 microlotes de café pergamino al 14% de humedad inicial en GrainPro SGB más Yute: T9Va1, T9Va2, T9Va3, T9Va4, T9Va5, T9Va6 y T9Va7. (Figura 9)
- 7 microlotes de café pergamino al 10% de humedad inicial en Ecotac más Yute: T10Va1, T10Va2, T10Va3, T10Va4, T10Va5, T10Va6 y T10Va7. (Figura 10)
- 7 microlotes de café pergamino al 12% de humedad inicial en Ecotac más Yute: T11Va1, T11Va2, T11Va3, T11Va4, T11Va5, T11Va6 y T11Va7. (Figura 10)
- 7 microlotes de café pergamino al 14% de humedad inicial en Ecotac más Yute: T12Va1, T12Va2, T12Va3, T12Va4, T12Va5, T12Va6 y T12Va7. (Figura 10)

Se utilizó un microlote para cada 30 días de evaluación de cada tratamiento para realizar los análisis físicos (%humedad del grano, color), análisis químicos (pH) y microbiológicos (conteo de coliformes totales y conteo de mohos y levaduras).

En las Figura 5, 6, 7 y 8, se observan los tratamientos de la Investigación.

MICROLOTE	TRATAMIENTO	HUMEDAD
T1Va1 - Agosto	T1/Café Verde en Yute	12 %
T1Va2 – Setiembre		
T1Va3 – Octubre		
T1Va4 – Noviembre		
T1Va5 – Diciembre		
T1Va6 – Enero		
T1Va7 – Febrero		

MICROLOTE	TRATAMIENTO	HUMEDAD
T2Va1 - Agosto	T2/Café Verde en GrainPro SGB +Yute	12 %
T2Va2 - Setiembre		
T2Va3 - Octubre		
T2Va4 - Noviembre		
T2Va5 - Diciembre		
T2Va6 - Enero		
T2Va7 – Febrero		

MICROLOTE	TRATAMIENTO	HUMEDAD
T3Va1 - Agosto	T 3/Café Verde en Ecotac + Yute	12 %
T3Va2 - Setiembre		
T3Va3 - Octubre		
T3Va4 - Noviembre		
T3Va5 - Diciembre		
T3Va6 - Enero		
T3Va7 – Febrero		

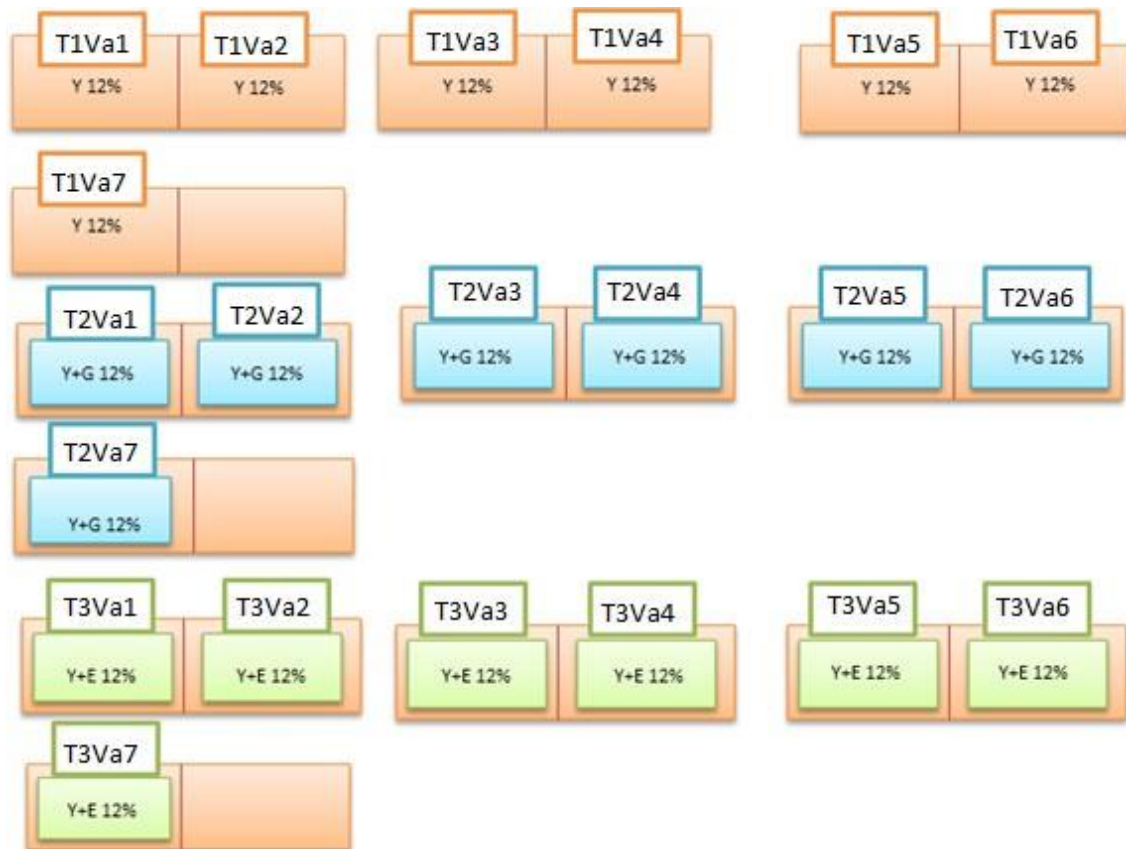


Figura 5: Acondicionamiento de tratamientos para café verde especial al 12% de humedad inicial en empaques Yute, GrainPro SGB más Yute y Ecotac más Yute.

MICROLOTE	TRATAMIENTO	HUMEDAD
T4Va1 - Agosto		10 %

T4Va2 – Setiembre	T4/Café Pergamino en Yute		MICROLOTE	TRATAMIENTO	HUMEDAD
T4Va3 – Octubre			T5Va1 - Agosto	T5/Café Pergamino en Yute	12 %
T4Va4 – Noviembre			T5Va2 - Setiembre		
T4Va5 – Diciembre			T5Va3 - Octubre		
T4Va6 – Enero			T5Va4 - Noviembre		
T4Va7 – Febrero			T5Va5 - Diciembre		
			T5Va6 - Enero		
	T5Va7 – Febrero				
	MICROLOTE	TRATAMIENTO	HUMEDAD		
	T6Va1 - Agosto	T6/Café Pergamino en Yute	14 %		
	T6Va2 - Setiembre				
	T6Va3 - Octubre				
	T6Va4 - Noviembre				
	T6Va5 - Diciembre				
	T6Va6 - Enero				
	T6Va7 – Febrero				

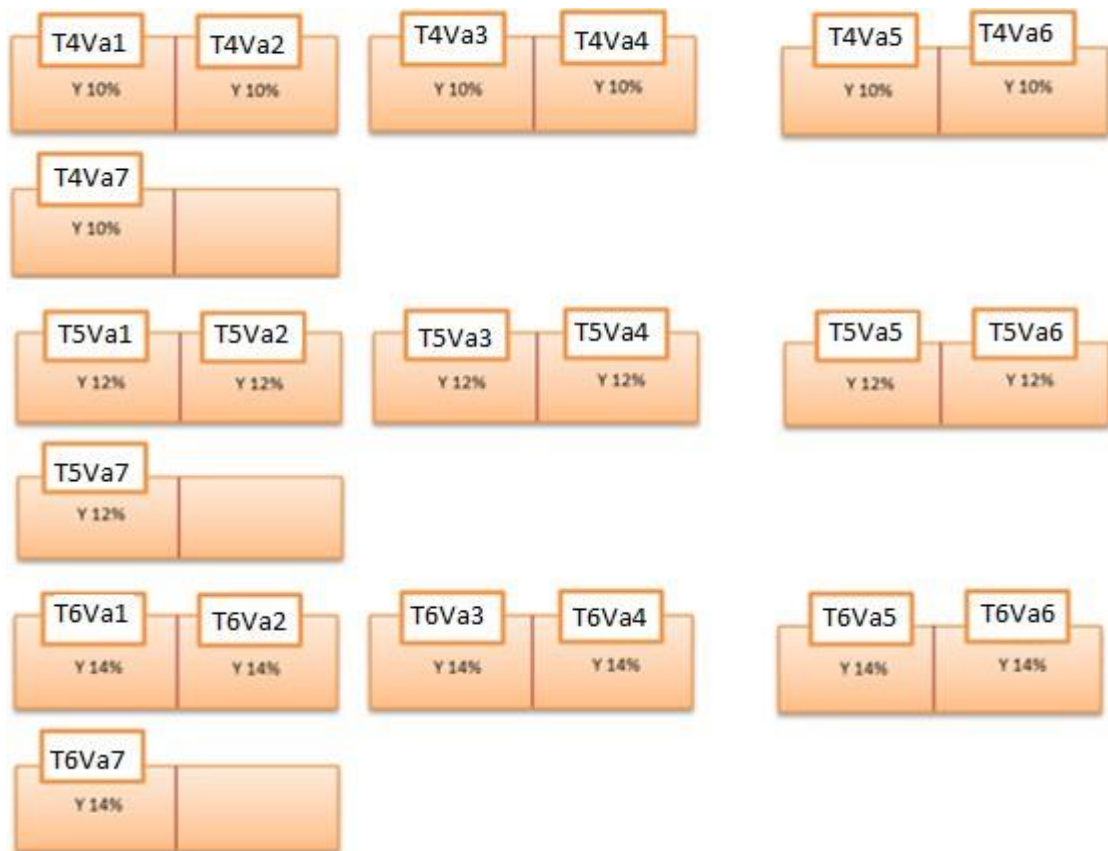


Figura 6: Acondicionamiento de tratamientos para café pergamino “especial” al 10%, 12% y 14% de humedad inicial en el empaque Yute.

MICROLOTE	TRATAMIENTO	HUMEDAD	MICROLOTE	TRATAMIENTO	HUMEDAD
T7Va1 - Agosto	T7/Café Pergamino SuperGrainbag + Yute	10 %	T8Va1 - Agosto	T8/Café Pergamino en SuperGrainbag + Yute	12 %
T7Va2 - Setiembre			T8Va2 - Setiembre		
T7Va3 - Octubre			T8Va3 - Octubre		
T7Va4 - Noviembre			T8Va4 - Noviembre		
T7Va5 - Diciembre			T8Va5 - Diciembre		
T7Va6 - Enero			T8Va6 - Enero		
T7Va7 - Febrero			T8Va7 - Febrero		

MICROLOTE	TRATAMIENTO	HUMEDAD
T9Va1 - Agosto	T9/Café Pergamino en SuperGrainbag + Yute	14 %
T9Va2 - Setiembre		
T9Va3 - Octubre		
T9Va4 - Noviembre		
T9Va5 - Diciembre		
T9Va6 - Enero		
T9Va7 - Febrero		

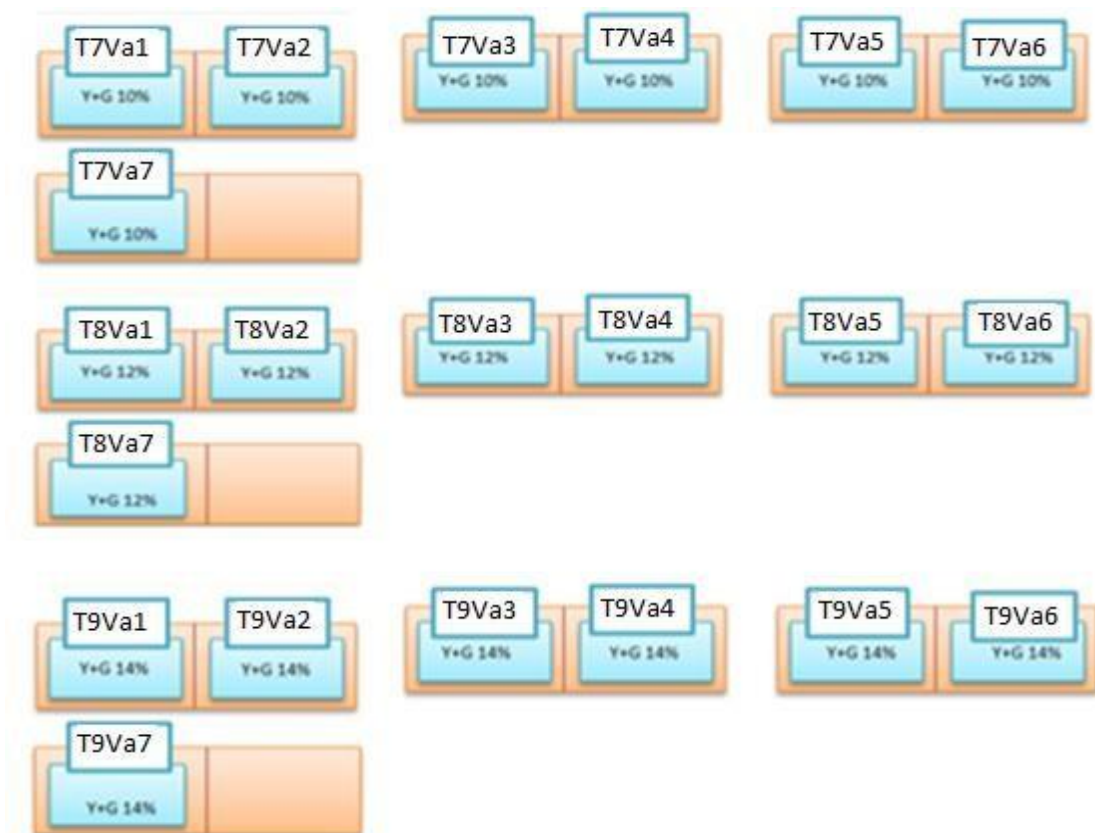


Figura 7: Acondicionamiento de tratamientos para café pergamino especial al 10%, 12% y 14% de humedad inicial en el empaque GrainPro SGB más Yute

MICROLOTE	TRATAMIENTO	HUMEDAD
T10Va1 - Agosto	T10/Café Pergamino en Ecotac + Yute	10 %
T10Va2 – Setiembre		
T10Va3 – Octubre		
T10Va4 – Noviembre		
T10Va5 – Diciembre		
T10Va6 – Enero		
T10Va7 – Febrero		

MICROLOTE	TRATAMIENTO	HUMEDAD
T11Va1 - Agosto	T11/Café Pergamino en Ecotac + Yute	12 %
T11Va2 – Setiembre		
T11Va3 - Octubre		
T11Va4 - Noviembre		
T11Va5 – Diciembre		
T11Va6 - Enero		
T11Va7 – Febrero		

MICROLOTE	TRATAMIENTO	HUMEDAD
T12Va1 - Agosto	T12/Café Pergamino en Ecotac + Yute	14 %
T12Va2 - Setiembre		
T12Va3 - Octubre		
T12Va4 – Noviembre		
T12Va5 - Diciembre		
T12Va6 - Enero		
T12Va7 – Febrero		

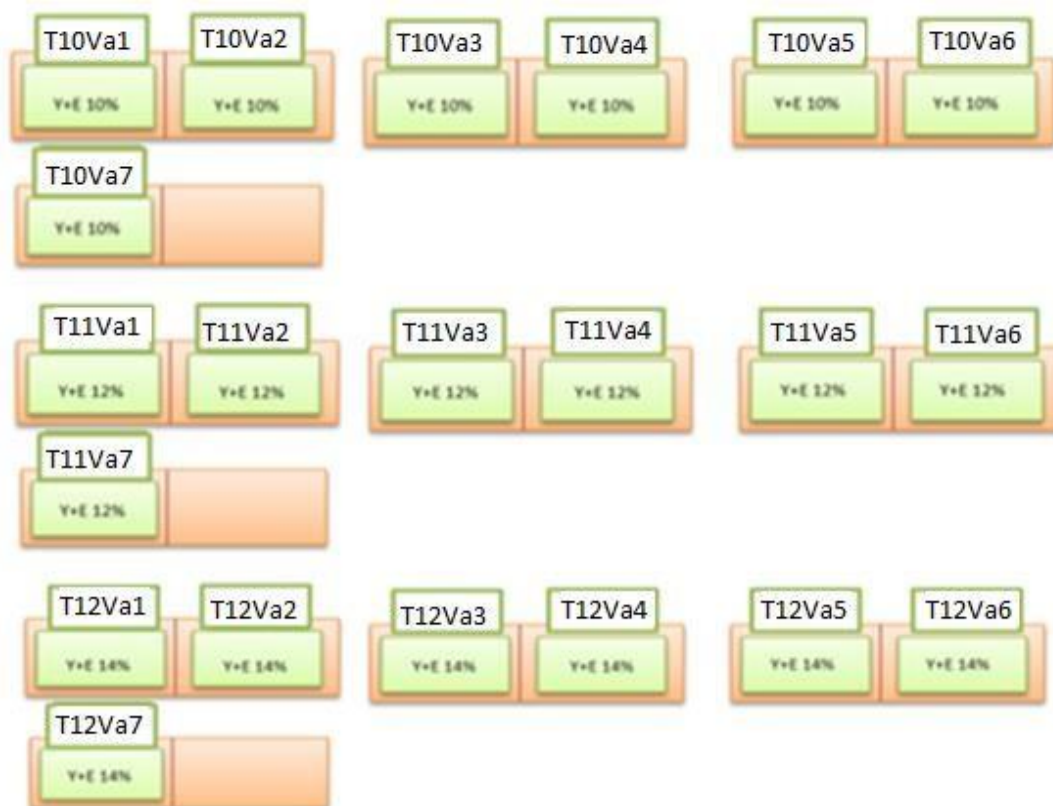


Figura 8: Acondicionamiento de tratamientos para café pergamino especial al 10%, 12% y 14% de humedad inicial en el empaque Ecotac más Yute

3.4.3. Fase de Evaluación

Incluyen todas las evaluaciones Físicas, Químicas, Sensoriales, Microbiológicos y los datos de Temperatura y Humedad Relativa en almacén desde el mes de agosto 2017 hasta el mes de febrero 2018.

Las evaluaciones Físicas (color, porcentaje de humedad), Químicas (pH) y Sensoriales (puntaje SCAA) se realizaron cada 30 días, obteniendo un total de siete análisis para cada evaluación durante el periodo de 7 meses.

Las evaluaciones Microbiológicas se mandaron a realizar cada 45 días, teniendo un total de cinco análisis, durante el periodo de 7 meses.

Los datos de la temperatura y humedad relativa de almacén fueron tomados diariamente, durante el periodo de 7 meses.

En el Cuadro 17 se presenta la planificación de las evaluaciones que se desarrollaron durante la investigación.

Cuadro 17: Planificación de las evaluaciones físicas, sensoriales, químicas y microbiológicas bajo condiciones de almacenamiento en planta.

Mes	Evaluación (días)/ Tratamientos	# Tratamientos	Tipo de Análisis
Agosto 2017	30/ T1Va1 30/ T2Va1 30/ T3Va1 30/ T4Va1 30/ T5Va1 30/ T6Va1 30/ T7Va1 30/ T8Va1 30/ T9Va1 30/ T10Va1 30/ T11Va1 30/ T12Va1	12	Análisis Físico, Sensorial, Químico y Microbiológico
	En almacén	31	Temperatura y Humedad Relativa

Setiembre 2017	60/ T1Va2 60/ T2Va2 60/ T3Va2 60/ T4Va2 60/ T5Va2 60/ T6Va2 60/ T7Va2 60/ T8Va2 60/ T9Va2 60/ T10Va2 60/ T11Va2 60/ T12Va2	12	Análisis Físico, Sensorial y Químico
	En almacén	30	Temperatura y Humedad Relativa
Octubre 2017	90/ T1Va3 90/ T2Va3 90/ T3Va3 90/ T4Va3 90/ T5Va3 90/ T6Va3 90/ T7Va3 90/ T8Va3 90/ T9Va3 90/ T10Va3 90/ T11Va3 90/ T12Va3	12	Análisis Físico, Sensorial, Químico y Microbiológico
	En almacén	31	Temperatura y Humedad Relativa
Noviembre 2017	120 – T1Va4 120 – T2Va4 120 – T3Va4 120 – T4Va4 120 – T5Va4 120 – T6Va4 120 – T7Va4 120 – T8Va4 120 – T9Va4 120 – T10Va4 120 – T11Va4 120 – T12Va4	12	Análisis Físico, Sensorial, Químico y Microbiológico
	En almacén	30	Temperatura y Humedad Relativa
Diciembre 2017	150 – T1Va5 150 – T2Va5 150 – T3Va5 150 – T4Va5 150 – T5Va5 150 – T6Va5 150 – T7Va5 150 – T8Va5	12	Análisis Físico, Químico, Sensorial y Microbiológico

	150 – T9Va5 150 – T10Va5 150 – T11Va5 150 – T12Va5		
	En almacén	31	Temperatura y Humedad Relativa del almacén
Enero 2018	180 – T1Va6 180 – T2Va6 180 – T3Va6 180 – T4Va6 180 – T5Va6 180 – T6Va6 180 – T7Va6 180 – T8Va6 180 – T9Va6 180 – T10Va6 180 – T11Va6 180 – T12Va6	12	Análisis Físico, Químico, Sensorial
	En almacén	31	Temperatura y Humedad Relativa del almacén
Febrero 2018	210 – T1Va7 210 – T2Va7 210 – T3Va7 210 – T4Va7 210 – T5Va7 210 – T6Va7 210 – T7Va7 210 – T8Va7 210 – T9Va7 210 – T10Va7 210 – T11Va7 210 – T12Va7	12	Análisis Físico, Químico, Sensorial y Microbiológico
	En almacén	28	Temperatura y Humedad Relativa del almacén

3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.5.1. Análisis Físico del Café Verde

a. Porcentaje de Humedad del Grano (%Humedad)

Para los tratamientos con café verde (T1, T2, T3) se tomó una parte representativa del microlote y se pesaron 142/g para determinar el porcentaje de humedad del grano mediante el empleo del Hidrómetro GEHAKA AGRI Modelo G600. Se realizaron tres repeticiones para cada tratamiento.

Para los tratamientos con café pergamino (T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11 y T12) se trilló una parte representativa del microlote y se pesaron 142/g de café verde (sin el pergamino) donde se obtuvo el porcentaje de humedad del grano mediante el empleo del Hidrómetro GEHAKA AGRI Modelo G600. Se realizaron tres repeticiones para cada tratamiento.

b. Color

Se tomaron fotografías del café verde (sin el pergamino) de todos los tratamientos para cada evaluación. Se utilizó la tabla de coloración de la SCAA dándole un valor porcentual del 100% al 0%, siendo dividido los porcentajes entre las siete escalas de color: azulado- verde (16.67%), verde (16.67%), verdoso (16.67%), verde amarillento (16.67%), amarillento pálido (16.67%) y amarillento (16.67%).

Se evaluó visualmente el color de café verde y se comparó con las escalas de color de la SCAA, definiendo el porcentaje de pérdida del color inicial.

3.5.2. Análisis Sensorial

La evaluación sensorial se realizó con tres catadores Q (catadores entrenados) proporcionados por la empresa Cafetalera Amazónica SAC. Se evaluó según los protocolos establecidos por la SCAA a través del puntaje en taza teniendo en cuenta el glosario de atributos sensoriales:

- Fragancia/Aromas
- Sabor total
- Sabor residual/resabio
- Acidez
- Cuerpo
- Balance
- Dulzor
- Taza limpia
- Uniformidad
- Puntaje Catador

Se promediaron los puntajes en Taza los tres catadores Q, para cada tratamiento.

3.5.3. Análisis Químico

El análisis químico (pH) se realizó durante las sesiones de catación, en la solución del café (tostado y molido) con el empleo del potenciómetro (pH-02), para cada tratamiento antes de que los catadores evalúen el sabor y demás atributos de catación.

Se siguió la siguiente operación:

- Retirar la tapa protectora
- Enjuagar el electrodo con agua destilada y secar con papel filtro.
- Encender el medidor pulsando la tecla ON/OFF
- Sumergir el electrodo medidor de pH en la solución
- Remover suavemente y esperar a que se estabilice la lectura
- Limpiar el electrodo con agua destilada y apagar el medidor con la tecla ON/OFF
- Volver a colocar la tapa protectora

Se realizaron tres repeticiones para cada tratamiento.

3.5.4. Análisis Microbiológico

Para los tratamientos con café verde (T1, T2, T3) se tomó una parte representativa del microlote y se pesaron 500/g para cada tratamiento.

Para los tratamientos con café en pergamino (T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11 y T12) se trilló una parte representativa del microlote y se pesaron se pesaron 500/g de café en verde.

Se rotularon los tratamientos y se enviaron a los Laboratorios de la Facultad de Industrias Alimentarias para los análisis microbiológicos:

a. Recuento de Mohos y Levaduras

El método utilizado fue ICMSF. 2000 microorganismos de alimento 1: su significado y métodos de evaluación. 2^{da} Ed. ACRIBA: Recuento de Mohos y Levaduras Pag 166.

b. Recuento de Coliformes Totales

El método utilizado fue ICMSF. 2000 microorganismos de alimento 1: su significado y métodos de evaluación. 2^{da} Ed. ACRIBA: Coliformes totales (Método 4), Pag 137.

3.5.5. Diseño Experimental

La investigación fue realizada mediante un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial. Los tres factores en estudio fueron: los tres tipos de empaque (GrainPro SGB, Ecotac y Yute), los siete meses de evaluación (agosto 2017 a febrero 2018) y el tipo de café (verde o pergamino).

Los análisis fueron divididos de acuerdo al porcentaje de humedad inicial del grano y al tipo del café (café verde al 12% de humedad inicial y café pergamino al 10%, 12% y 14%

En la Figura 9, se muestra el esquema del diseño experimental.

3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos durante las pruebas de almacenamiento según los análisis realizados para cada prueba (% humedad del grano, pH, puntaje SCAA y conteo de mohos y levaduras) se analizó estadísticamente con el apoyo del Programa Estadístico R versión 3.4.3.

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza ($p < 0.05$) y cuando se mostraron diferencias significativas se realizó el test de comparación de medias Tukey $p < 0.05$.

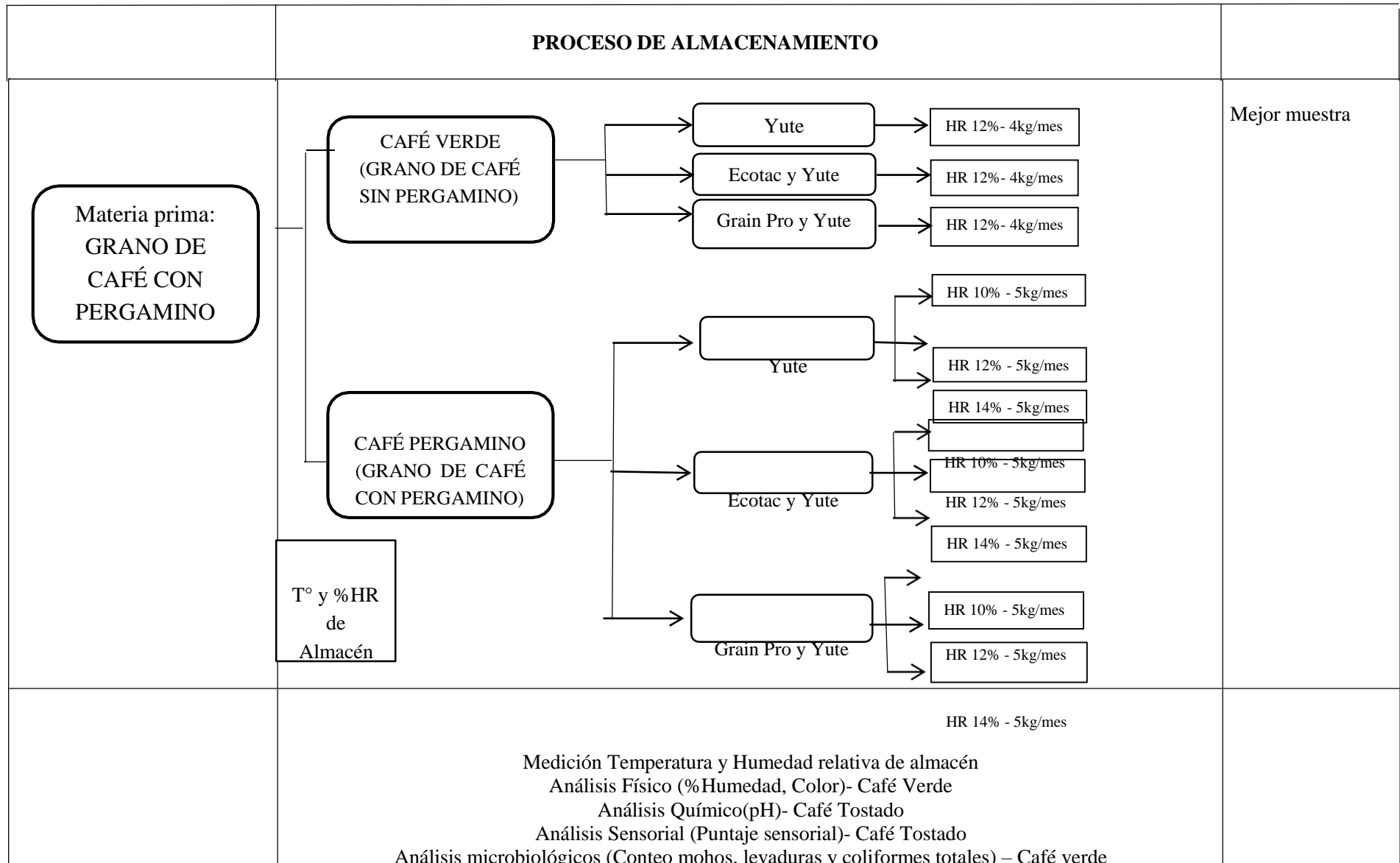


Figura 9: Esquema del diseño experimental

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS TEMPERATURA MEDIA MÁXIMA, MÍNIMA (T°) Y HUMEDAD RELATIVA (%HR)

En la Figura 10, se presentan los datos de la temperatura media y la humedad relativa media, durante el desarrollo de la investigación dentro del almacén, durante los meses de agosto 2017 a febrero del 2018. En los meses de agosto (14.6°C) y setiembre (14.8°C) fueron los meses con menores temperatura promedio y humedad relativa alta (83% y 84% respectivamente), conforme pasaba el tiempo la temperatura promedio fue aumentando siendo mayor en los meses de enero (26.2°C) y febrero (27°C) y una humedad relativa baja (59% y 58% respectivamente).

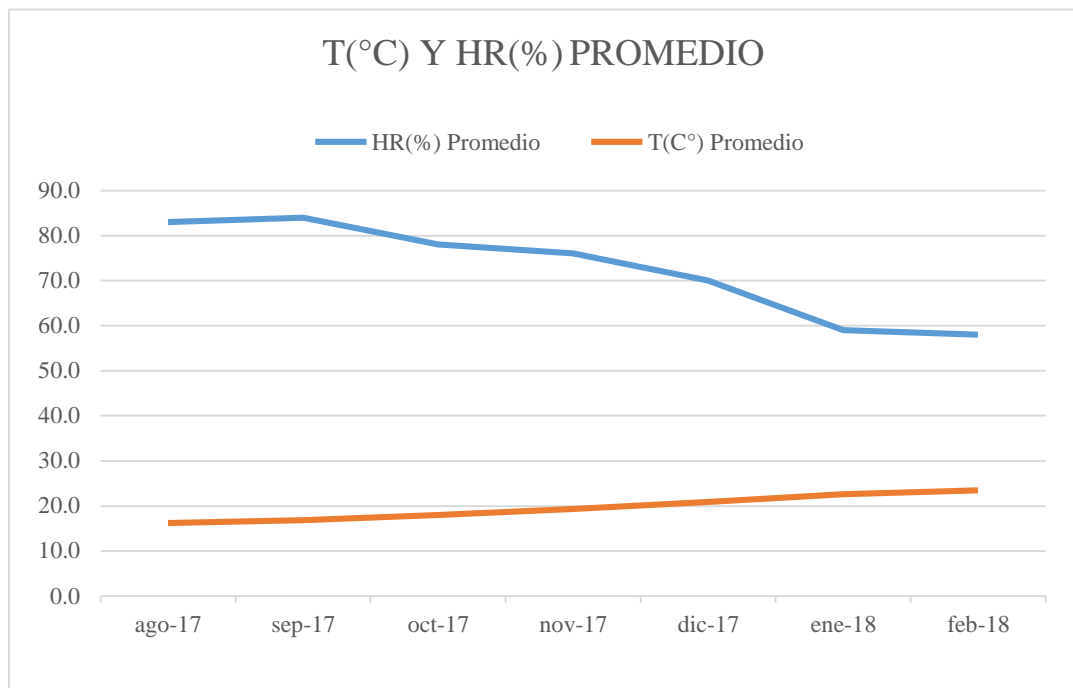


Figura 10: Temperatura máxima, mínima y Humedad relativa de almacén durante la Investigación

4.2. RESULTADOS ANÁLISIS DE COLOR

Para la valoración del café, el primer aspecto analizado es la apariencia en oro. Podemos observar que el color inicial (verde – azulado), el cual es muy apreciado y valorado según lo describe, Brando (2004), va perdiendo color hasta llegar a un verde amarillento, amarillo pálido y amarillento a los 210 días de evaluación en todos los tratamientos.

4.2.1. Resultados análisis de color en café verde

Los tratamientos en café verde, obtuvieron un 83.35% de pérdida de color inicial en el T1 (Yute al 12% de humedad inicial) (Figura 11), y un 66.68% de pérdida de color inicial en el T2 (GrainPro SGB al 12% de humedad inicial) (Figura 12) y T3 (Ecotac más Yute al 12% de humedad inicial) (Figura 13). El T1 presentó un mayor porcentaje de pérdida de color inicial debido a que fue almacenado en verde y en el empaque en Yute, concordando con Puerta (2016), que señala que un café en verde está más expuesto al deterioro que el café pergamino, ya que el pergamino y la película plateada son capas impermeables al agua que protegen la calidad del café almacenado. Si bien el T2 y T3 también fueron almacenados en verde, obtuvieron un menor porcentaje de pérdida de color, al recibir la protección de los empaques GrainPro SGB más Yute y Ecotac más Yute, respectivamente. Los cuales son impermeables al agua.

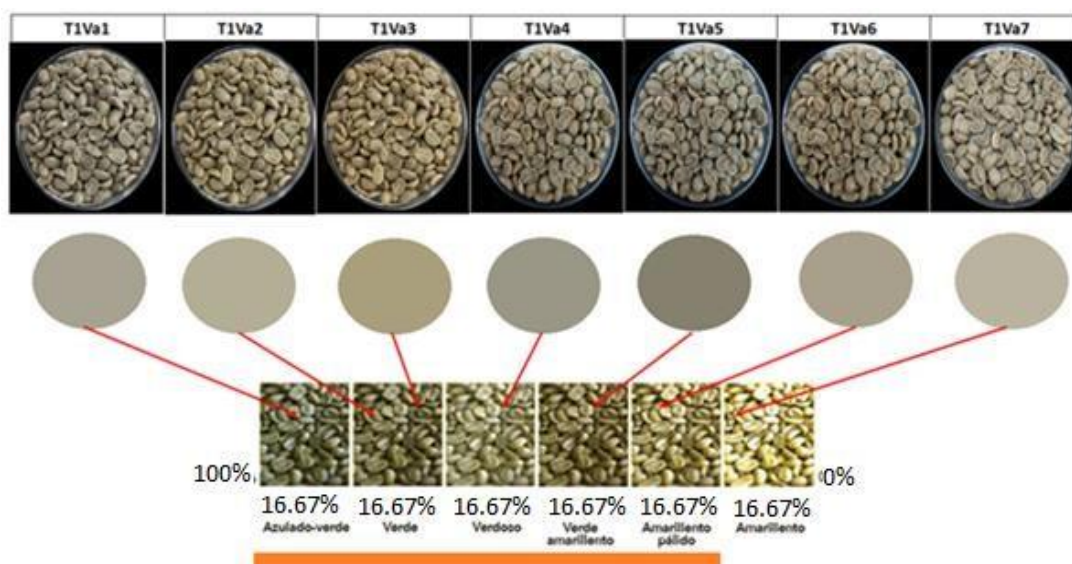


Figura 11: Análisis de color T1 (café verde al 12% de humedad inicial en empaque de Yute)

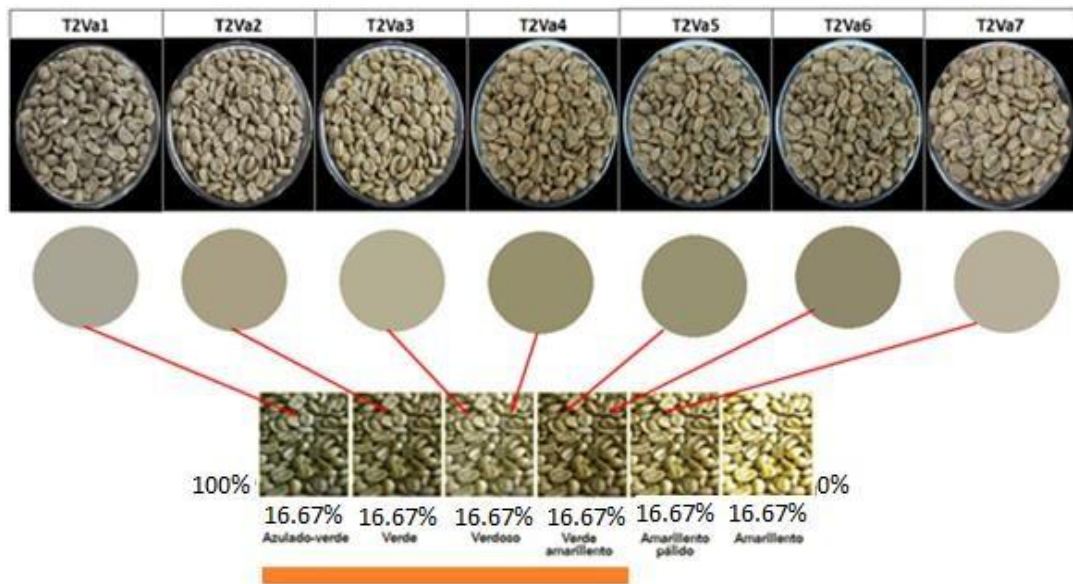


Figura 12: Análisis de color T2 (café verde al 12% de humedad inicial en empaque GrainPro SGB más Yute)

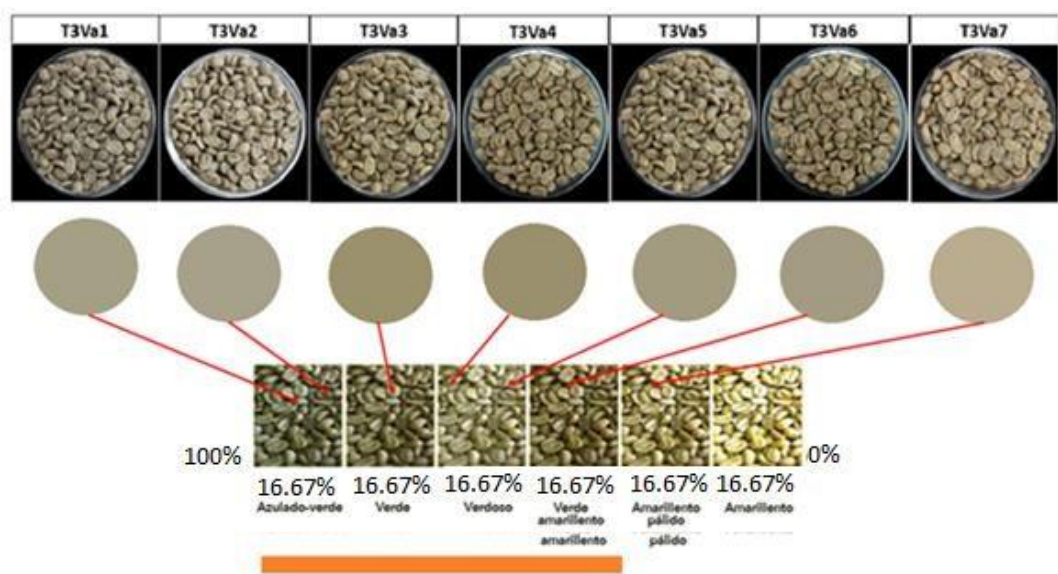


Figura 13 : Análisis de color T3 (café verde al 12% de humedad inicial en empaque Ecotac más Yute)

4.2.2. Resultados de análisis de color en café pergamino

Los tratamientos en café pergamino, obtuvieron un 66.68% de pérdida de color inicial en los tratamientos: T4 (Yute al 10% de humedad inicial) (Figura 14), T5 (Yute al 12% de humedad inicial) (Figura 15), T6 (Yute al 14% de humedad inicial) (Figura 16), T9 (GrainPro SGB más Yute al 14% de humedad inicial) (Figura 17) y T12 (Ecotac más Yute al 14% de

humedad inicial) (Figura 18). Se observa que en los tratamientos T4, T5 y T6 aun contando con la película plateada y el pergamino, estas capas no son suficientes para contrarrestar el porcentaje de pérdida del color inicial ya que el empaque en Yute no ofrece una protección impermeable al ingreso del agua. Los tratamientos T9 y T12, si bien cuentan con la protección de los empaques GrainPro SGB más Yute y Ecotac más Yute, estos fueron almacenados con porcentajes de humedad inicial del 14%, obteniendo el mismo porcentaje de pérdida de color inicial.

Por último, los tratamientos: T7 (GrainPro SGB más Yute al 10% de humedad inicial) (Figura 19), T8 (GrainPro SGB más Yute al 10% de humedad inicial) (Figura 20), T10 (Ecotac más Yute al 10% de humedad inicial) (Figura 21) y T11 (Ecotac más Yute al 12% de humedad inicial) (Figura 22), obtuvieron un menor porcentaje de pérdida de color inicial del 50.01% al tener la protección impermeable de la película plateada, el pergamino y los empaques. Además de ser almacenado a los niveles de humedad inicial del 10% y 12%.

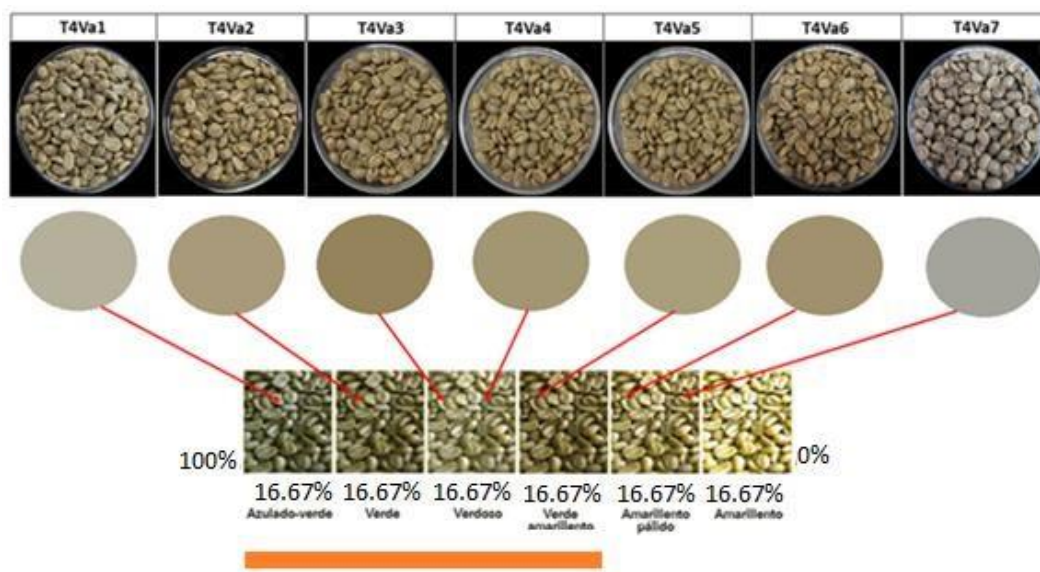


Figura 14 : Análisis de color tratamiento 4 (café pergamino al 10% de humedad inicial en empaque Yute)

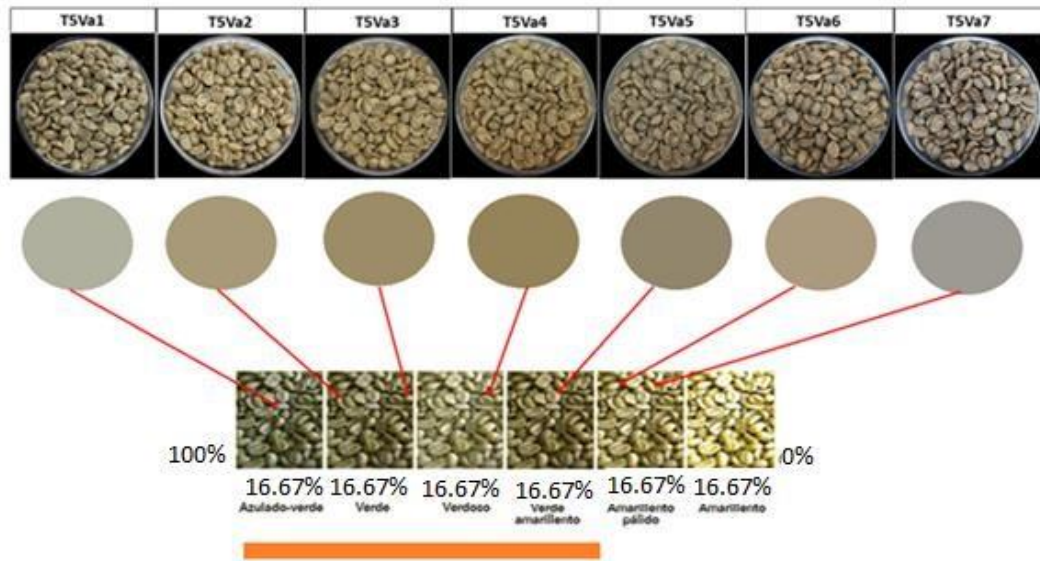


Figura 15: Análisis de color tratamiento 5 (Café pergamino al 12% de humedad inicial en empaque Yute)

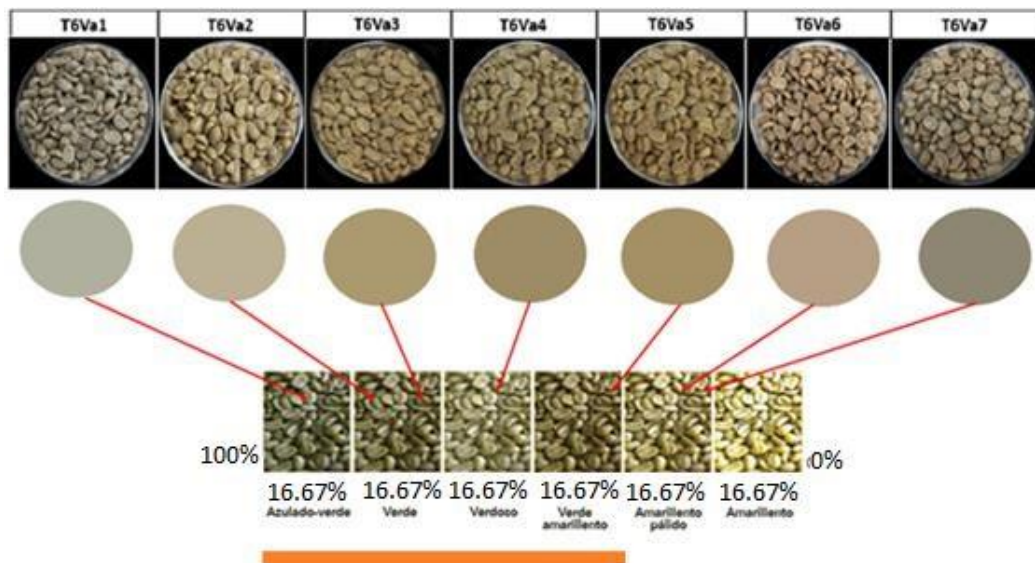


Figura 16 : Análisis de color tratamiento 6 (Café pergamino al 14% de humedad inicial en empaque Yute)

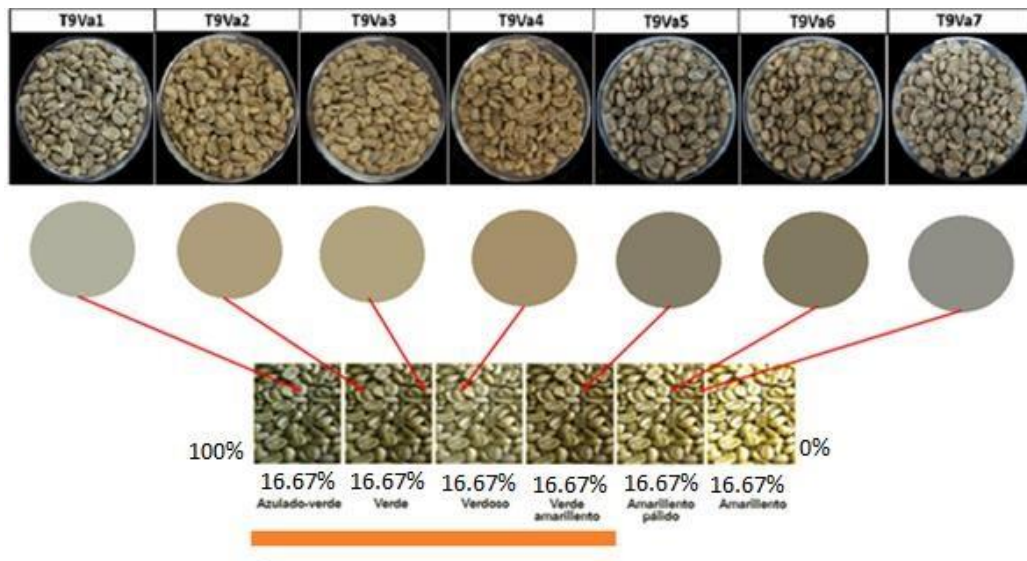


Figura 17: Análisis de color tratamiento 9 (Café pergamino al 14% de humedad inicial en empaque Ecotac)

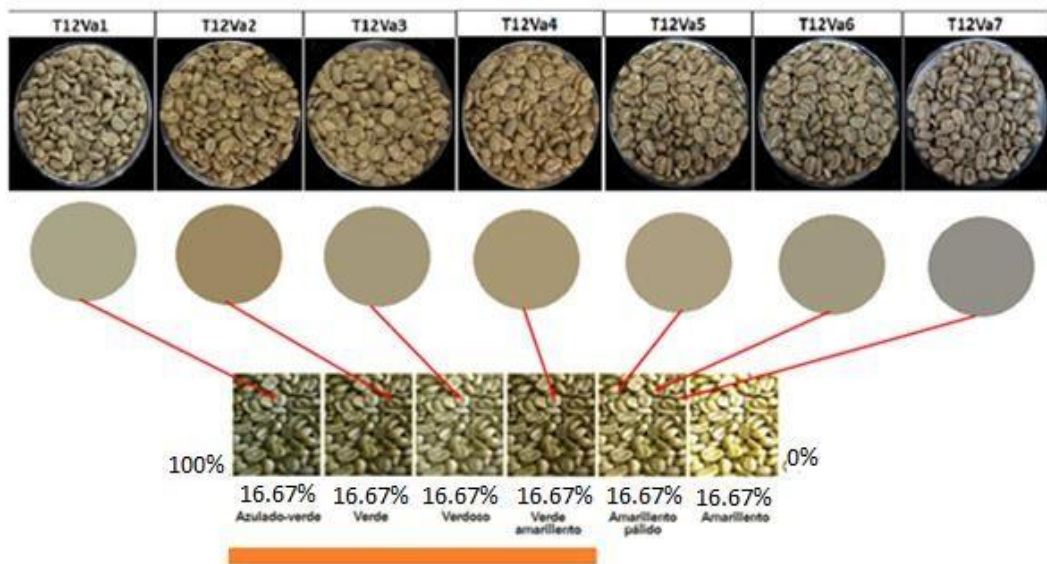


Figura 18: Análisis de color tratamiento 12 (Café pergamino al 14% de humedad inicial en empaque GrainPro SGB)

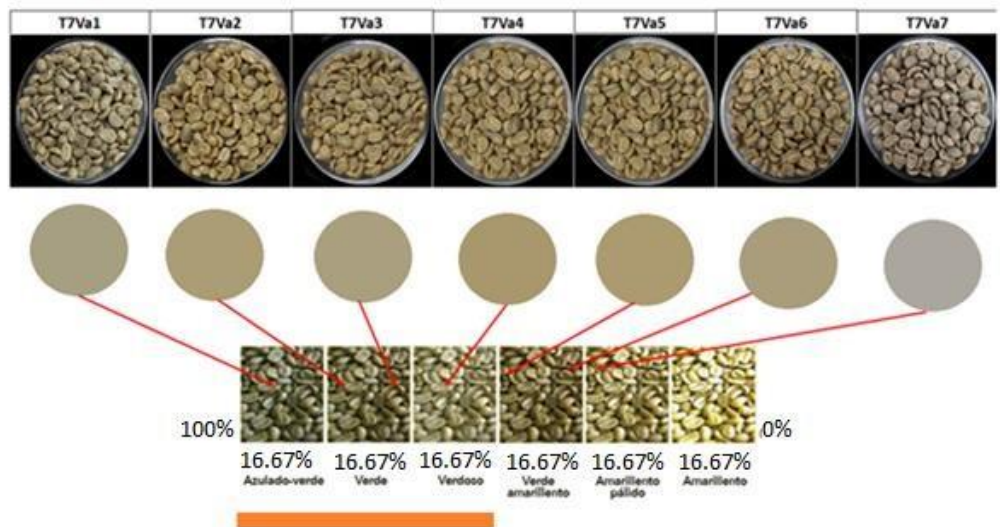


Figura 19: Análisis de color tratamiento 7 (Café pergamino al 10% de humedad inicial en empaque Ecotac)

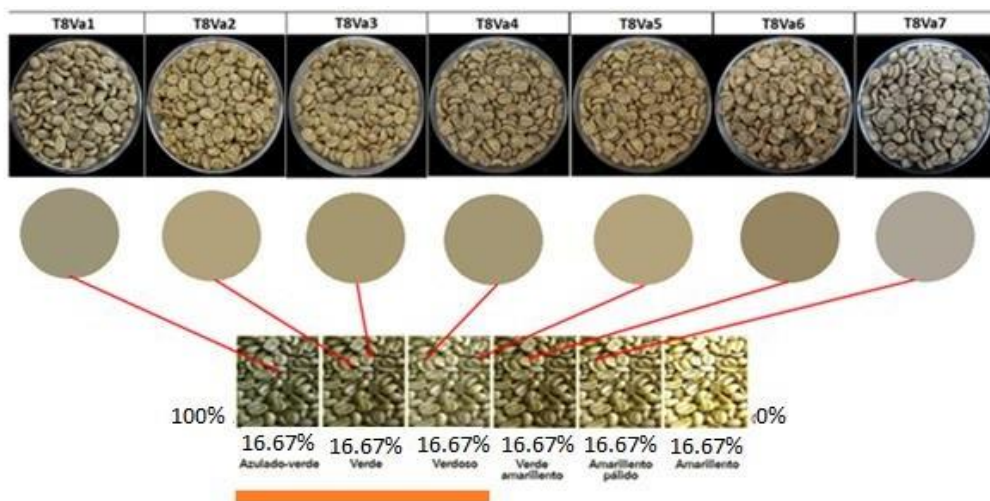


Figura 20: Análisis de color tratamiento 8 (Café pergamino al 12% de humedad inicial en empaque Ecotac)

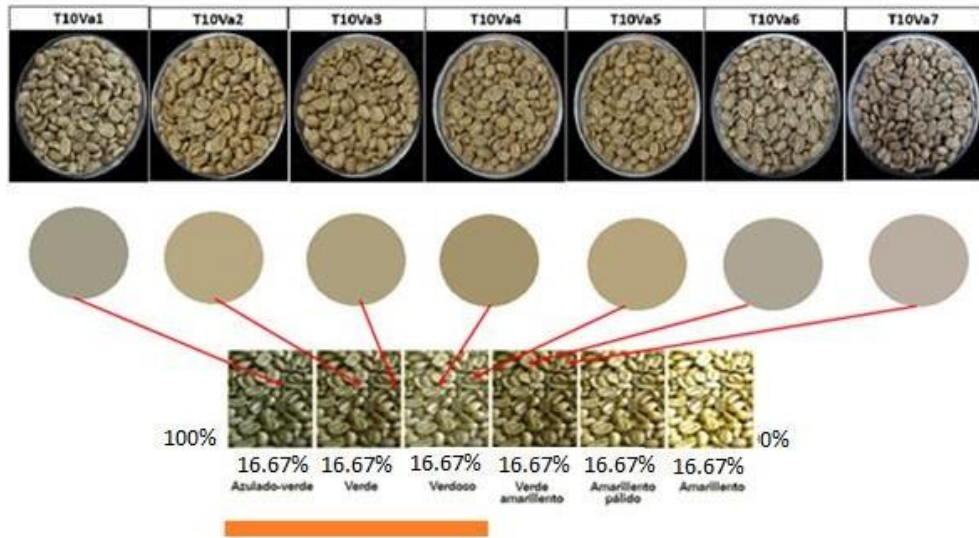


Figura 21 : Análisis de color tratamiento 10 (Café pergamino al 10% de humedad inicial en GrainPro SGB)

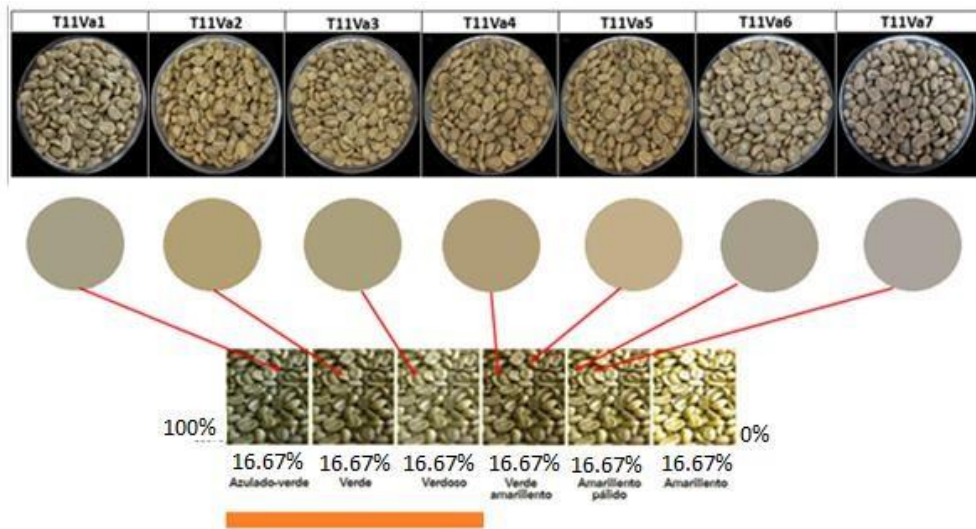


Figura 22: Análisis de color tratamiento 11 (Café pergamino al 12% de humedad inicial en empaque GrainPro SGB)

4.3. RESULTADOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS (Recuento de Coliformes totales)

Los resultados de análisis microbiológicos para el recuento de coliformes totales se presentan en el Cuadro 18. Según la NTS 071, para los frutos y semillas establece un límite aceptable de 10 ufc/gr y un límite inaceptable de 100 ufc/gr encontrándose los resultados dentro del límite aceptable durante el desarrollo de la Investigación.

Cuadro 18: Resultados de análisis microbiológicos (Recuento de coliformes totales) para el café verde

Empaque	Tratamiento	45 días #Coliformes totales (ufc/gr)	90 días #Coliformes totales (ufc/gr)	135 días #Coliformes totales (ufc/gr)	180 días #Coliformes totales (ufc/gr)	210 días #Coliformes totales (ufc/gr)
YUT	T1Va1 - 12%	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
GRP	T2Va1 - 12%	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
ICO	T3Va1 - 12%	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
YUT	T4Va1 - 10%	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
	T5Va1 - 12%	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
	T6Va1 - 14%	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
GRP	T7Va1 - 10%	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
	T8Va1 - 12%	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
	T9Va1 - 14%	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
ECO	T10va1 - 10%	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
	T11Va1 - 12%	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
	T12Va1 - 14%	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10

4.4. RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICO (% humedad), SENSORIAL (puntaje SCAA), QUÍMICO (pH) Y MICROBIOLÓGICO (recuento de mohos y levaduras)

4.4.1. Café verde

a. Al 12% de Humedad Inicial

a.1. Variación del porcentaje de humedad

El café verde al 12% de humedad inicial, en el empaque de Yute incrementó su humedad drásticamente a los 60 días (14.13%), manteniéndose hasta los 150 días, descendiendo drásticamente a los 180 (12.67%) y 210 días (12.04%). En los tratamientos con los empaques GrainPro SGB y Ecotac no sufrieron una variación significativa durante las evaluaciones obteniendo a los 210 días un 11.83% de humedad (Figura 23).

Arias (1993), señala que los granos de café son higroscópicos, es decir su contenido de humedad varía de acuerdo a las condiciones de temperatura y humedad relativa del aire. En consecuencia, pueden ganar (absorber) o perder (desorción) humedad durante su almacenamiento. Como se observa en la Figura 23, el empaque en Yute es más inestable en cuanto a la variación del porcentaje de humedad del grano, incrementándose exponencialmente, a los 30 y 60 días, coincidiendo con los meses de agosto y setiembre (bajas temperaturas y alta humedad relativa) para luego disminuir a los 180 y 210 días, coincidiendo con los meses de enero y febrero (altas temperaturas y baja humedad relativa). El empaque en Yute, al estar compuesto de fibras vegetales es permeable al ingreso del agua. Los empaques GrainPro SGB más Yute y Ecotac más Yute, tienen una mayor estabilidad en cuanto a la variación del porcentaje de humedad del grano ya que están compuestos polietileno, que le da cierta impermeabilidad al ingreso del agua. GrainPro Inc (2016), señala que el empaque GrainPro SGB posee una tasa de transmisión de vapor de 7.6 g/ m²día y Ecotac Inc (2017), señala que el empaque Ecotac, una tasa de, 8 g/ m²día.

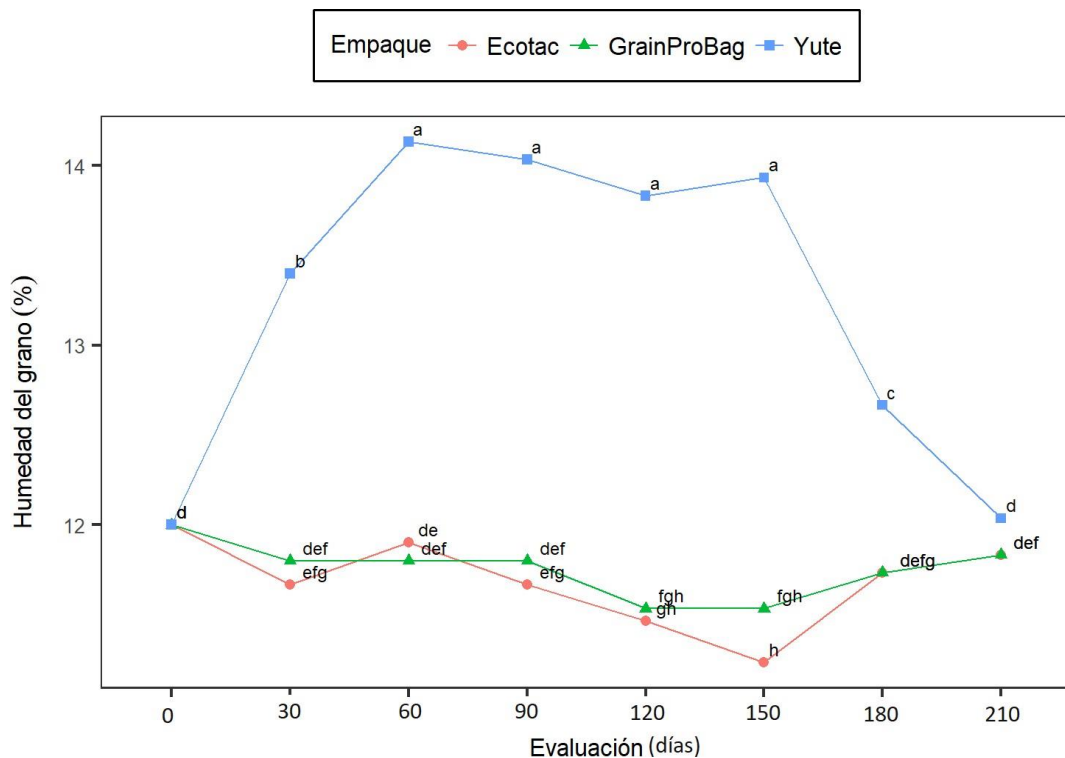


Figura 23 : Variación de la humedad del grano (%) en café verde al 12% de humedad inicial en los empaques de Yute, GrainPro SGB y Ecotac.

a.2. Variación del puntaje de catación (SCAA)

La variación del análisis sensorial (puntaje SCAA), se puede observar en la Figura 24. No existe una diferencia significativa entre los tres empaques GrainPro SGB más Yute, Ecotac más Yute y Yute, hasta los 60 días (82.5, 82.75 y 82.38 puntos, respectivamente). Pero a los 90 días, el empaque en Yute varió significativamente obteniendo un puntaje de 79.0 puntos, perdiendo la calidad de un café de especialidad, según los describe la SCAA (2018). En el empaque en Ecotac más Yute, se muestra una estabilidad significativa hasta los 150 días, cayendo su puntaje a los 180 días con 75.0 puntos; finalmente en el empaque en GrainPro SGB se muestra una mayor estabilidad hasta los 180 días, cayendo el puntaje a los 210 días con 77.62 puntos.

Puerta (2006), señala que bien se pierda o se gane humedad, resulta perjudicial que el medio ambiente induzca variaciones en la humedad del café. Como se observa en la Figura 24, el empaque Yute muestra una menor conservación de la calidad (60 días) a

diferencia de los empaques GrainPro SGB más Yute y Ecotac más Yute, que muestran una mayor conservación de la calidad, 150 y 180 días respectivamente.

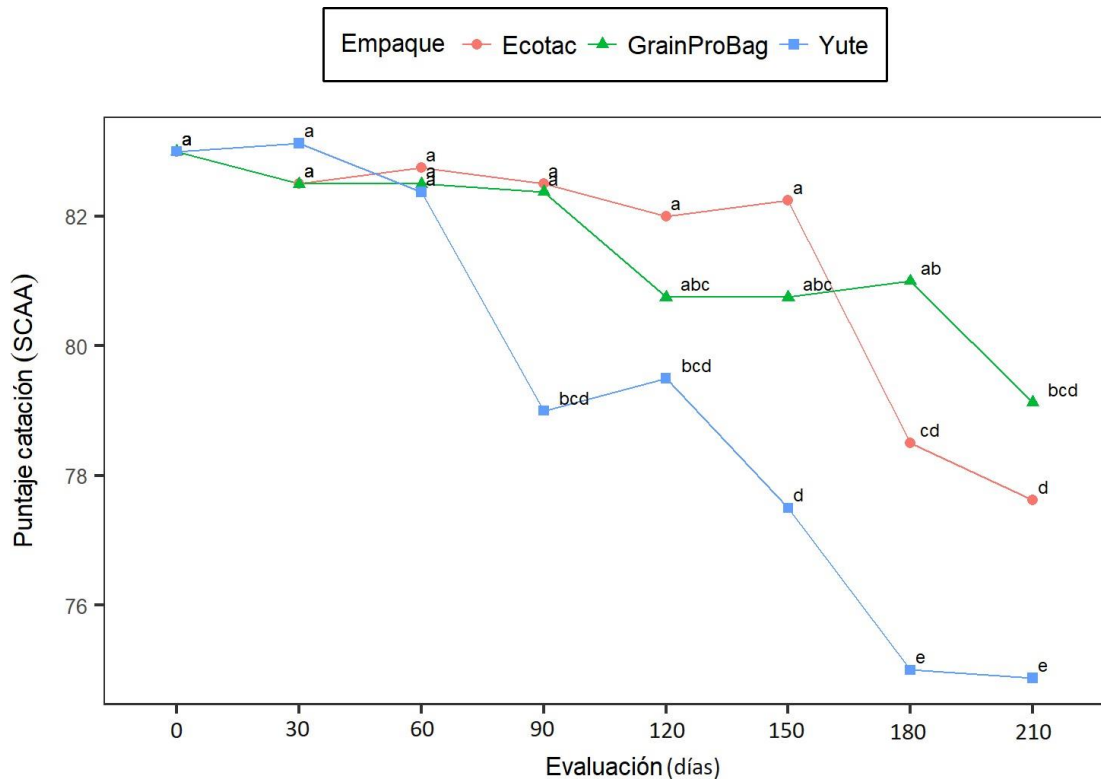


Figura 24: Variación del puntaje de catación (SCAA) en café verde al 12% de humedad inicial en los empaques de Yute, GrainPro SGB y Ecotac.

a.3. Variación del pH

En la Figura 25, se observa que las lecturas mayores de pH pertenecen al empaque en Yute teniendo un incremento hasta los 210 días, en el empaque GrainPro SGB y Ecotac presentaron un incremento significativo del pH a los 120 días de 4.8 y 4.85 respectivamente.

La evaluación inicial del pH fue de 4.7, la cual nos indica un café de acidez baja, como lo describe Borack (2015). Cañas *et al.* (2012), señala que la acidez es el resultado de la donación de protones de los ácidos a los receptores en la lengua humana, un menor pH nos indica una mayor acidez que es altamente valorada en la tabla de puntuación SCAA, por el contrario, un mayor pH nos indica una menor acidez obteniendo una menor puntuación SCAA. En las Figuras 24 y 25; se puede observar un contraste entre la

evaluación sensorial y el pH, teniendo un comportamiento inversamente proporcional. Con una lectura de pH menor la calidad sensorial aumenta y con una lectura de pH mayor la calidad sensorial disminuye.

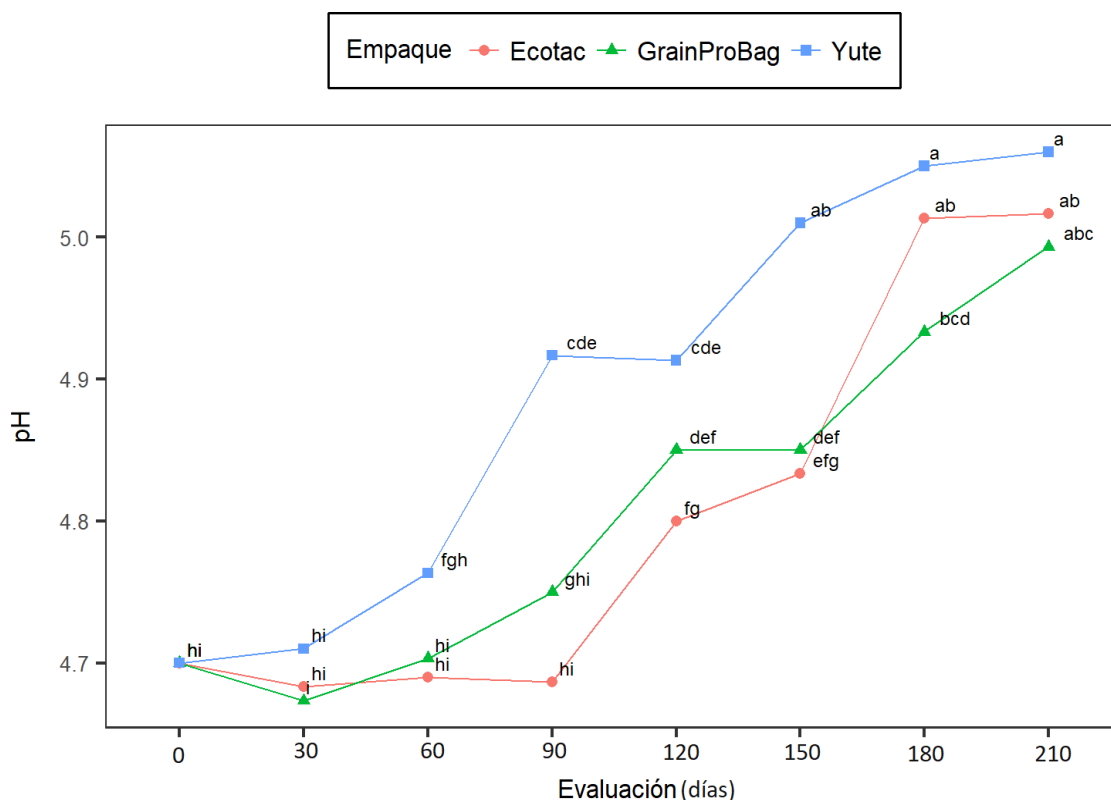


Figura 25: Variación del pH café verde al 12% de humedad inicial en los empaques de Yute, SuperGrainbag y Ecotac.

a.4. Variación de análisis microbiológicos (conteo de mohos y levaduras)

En la variación microbiológica (conteo de mohos y levaduras) se observa un crecimiento significativo a los 135 días, siendo en el empaque de GrainPro SGB: 61 000 ufc/gr, Yute: 50 000 ufc/gr y Ecotac: 48 000 ufc/gr, disminuyendo significativamente a los 180 días y 210 días. Obteniendo a los 210 días en el empaque GrainPro SGB más Yute: 7 500 ufc/gr, Ecotac más Yute 4 500 ufc/gr y Yute 2 300 ufc/gr (Figura 28).

La NTS N°071-MINSA/ DIGESA (2008) punto XIV, establece parámetros microbiológicos para frutos secos y semillas. Estableciendo para el recuento de mohos y levaduras un límite mínimo de 100 ufc/g y un límite máximo de 1000 ufc/g. Donde

todos los resultados superan el límite máximo permitido. Tanto en los empaques GrainPro SGB más Yute, Ecotac más Yute y Yute.

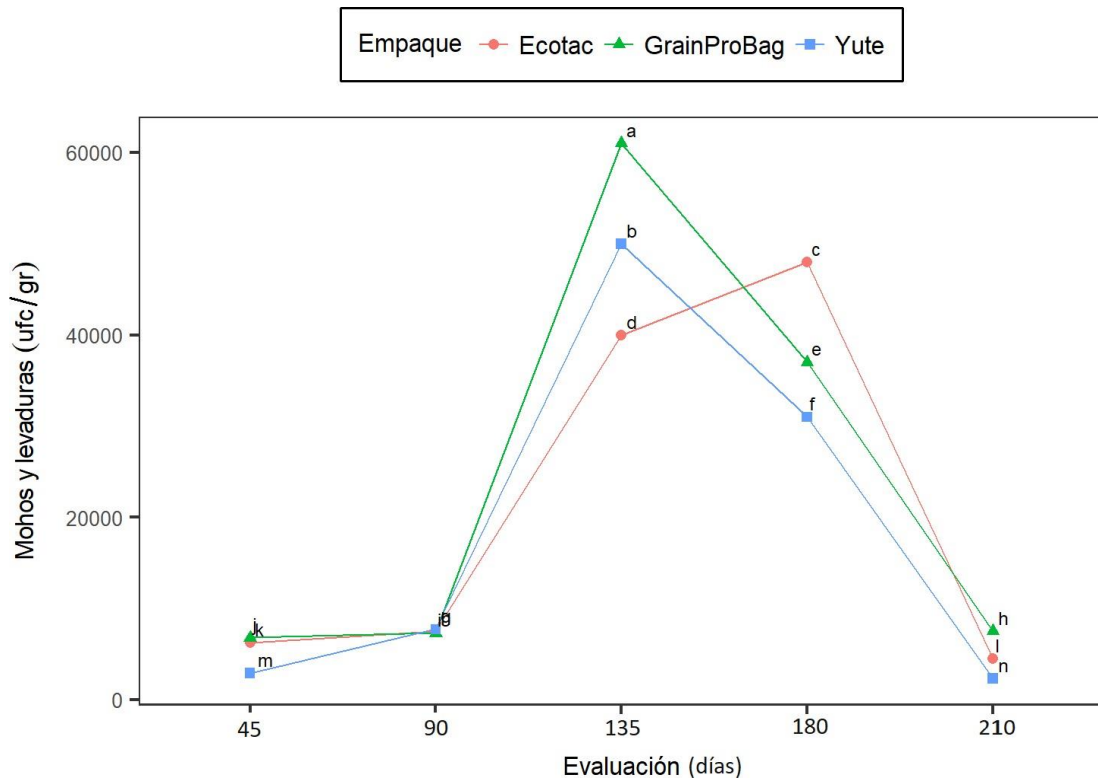


Figura 26 : Variación en la cantidad de mohos y levaduras en café verde al 12% de humedad inicial en los empaques de Yute, GrainPro SGB y Ecotac.

4.4.2. CAFÉ PERGAMINO

a. Al 10% de humedad inicial

a.1. Variación del porcentaje de humedad

El café en pergamino al 10% de humedad inicial, el empaque de Yute incrementó su humedad drásticamente a los 60 días (15.13%), manteniéndose hasta los 180 días (14.03%), descendiendo a los 210 días a 13.3% de humedad. Tanto en el empaque en GrainPro SGB y Ecotac se puede observar que no existen diferencias significativas en cuanto a la variación del porcentaje de humedad, obteniendo a los 210 días los valores en el empaque en Ecotac del 10.38% y en el empaque en GrainPro SGB del 10.73% de humedad (Figura 27).

Puerta 2006, señala que el pergamino y la película plateada son capas impermeables al agua que protegen la calidad del café almacenando. En la Figura 27, el empaque en Yute en café pergamino, muestra una mayor estabilidad en cuanto a la variación del porcentaje de humedad, a diferencia del empaque en Yute en café verde. Los empaques GrainPro SGB más Yute y Ecotac más Yute están compuestos por polietileno, que le otorga una impermeabilidad al ingreso del agua y una mayor estabilidad en cuanto a la variación del porcentaje de humedad inicial.

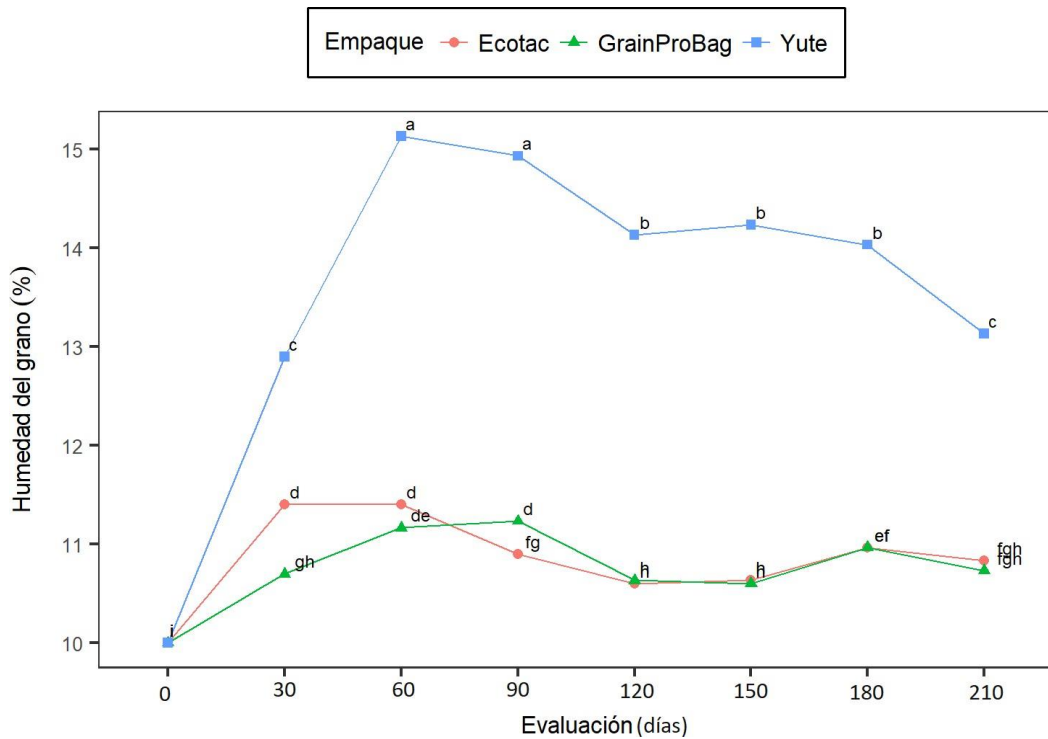


Figura 27: Variación de la humedad del grano (%) en café pergamino al 10% de humedad inicial en los empaques de Yute, GrainPro SGB y Ecotac.

a.2. Variación del puntaje de catación (SCAA)

En la variación del análisis sensorial (puntaje SCAA), se puede observar en la Figura 28, que hasta los 150 días la puntuación de los tres empaques no llega a estar por debajo de 80 puntos, lo que se considera una diferencia no significativa con el puntaje inicial. Pero a los 180 días, el empaque en Yute varió significativamente cayendo su puntaje a 77.5 puntos, perdiendo la calidad de un café de especialidad. En el empaque en Ecotac mantuvo la calidad de un café especial hasta los 180 días, cayendo su puntaje a los 210

días con 79.75 puntos; y finalmente en el empaque en GrainPro SGB mantuvo el puntaje de especialidad hasta los 210 días con 80.0 puntos.

Estos resultados se acercan a los de Puerta (2006), que señala que el café pergamino con humedad del grano inicial del 10 al 12% conserva su calidad hasta por 180 días en ambientes con temperatura inferior a 20°C y humedad relativa de 65 a 70%.

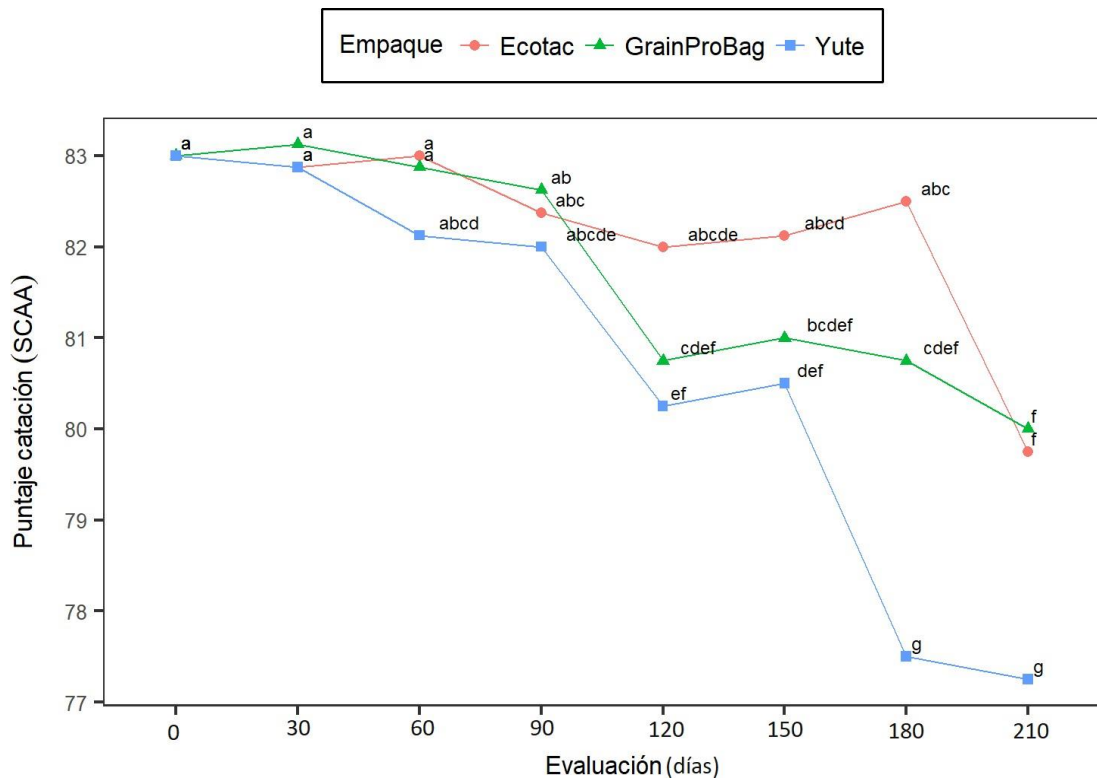


Figura 28: Variación del puntaje de catación (SCAA) en café pergamino al 10% de humedad inicial en los empaques de Yute, SuperGrainbag y Ecotac.

a.3. Variación del pH

En la variación del pH, se observa un contraste entre la lectura del pH y la evaluación sensorial teniendo un comportamiento inversamente proporcional. Siendo la variación de pH no significativa tanto para los empaques GrainPro SGB más Yute, Ecotac más Yute y Yute durante todas las evaluaciones (Figura 29).

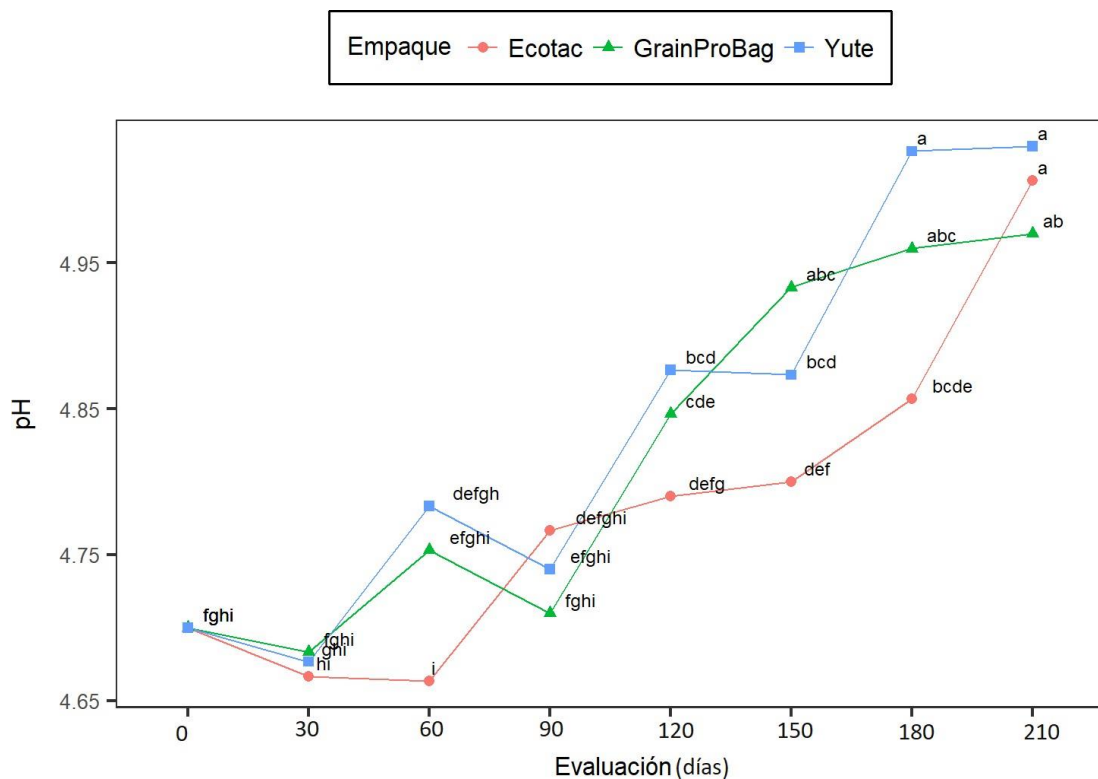


Figura 29: Variación del pH café pergamino al 10% de humedad inicial en los empaques de Yute, SuperGrainbag y Ecotac.

a.4. Variación de análisis microbiológicos (conteo de mohos y levaduras)

En cuanto a la evaluación microbiológica, se observa un incremento significativo a los 135 días en el empaque en Ecotac más Yute: 51 000 ufc/gr a diferencia de los empaques en Yute y GrainPro SGB más Yute cuyos valores se incrementan a los 180 días, donde finalmente a los 210 días, disminuyen el número de mohos y levaduras, en los tres empaques: Yute (20 000 ufc/gr), GrainPro SGB (4 300 ufc/gr) y Ecotac (3 500 ufc/gr) (Figura 30).

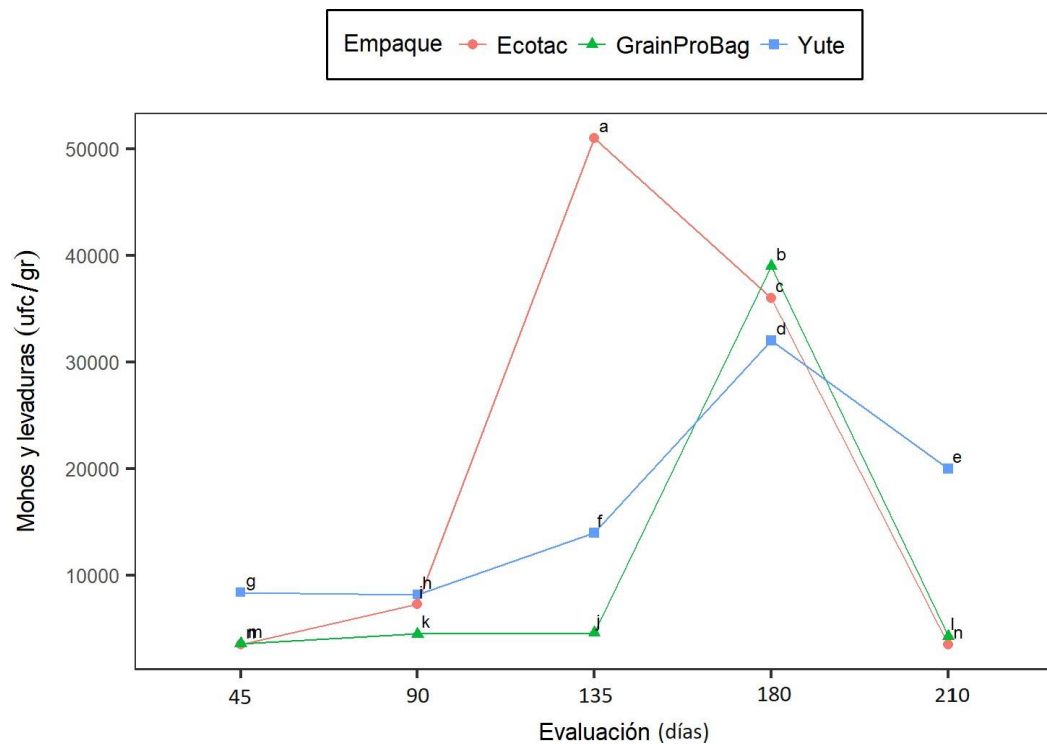


Figura 30: Variación en cantidad de mohos y levaduras (ufc/gr) en café pergamino al 10% de humedad inicial en los empaques de Yute, GrainPro SGB más Yute y Ecotac más Yute.

b. Al 12% de humedad inicial

b.1. Variación del Porcentaje de Humedad

En el café pergamino al 12% de humedad inicial, el empaque en Yute sufrió un incremento significativo a los 60 días (15.00%), manteniéndose hasta los 180 días (14.03%) y disminuyendo a los 210 días (13.10%). Tanto en los empaques GrainPro SGB y Ecotac se puede observar que no existen diferencias significativas en cuanto a la variación del porcentaje de humedad durante todas las evaluaciones, obteniendo a los 210 días un 10.38% de humedad en el empaque en Ecotac y un 10.73% de humedad en el empaque en GrainPro SGB (Figura 31). Siendo los resultados de la variación del porcentaje de humedad, parecidos a las Figuras 23 y 27.

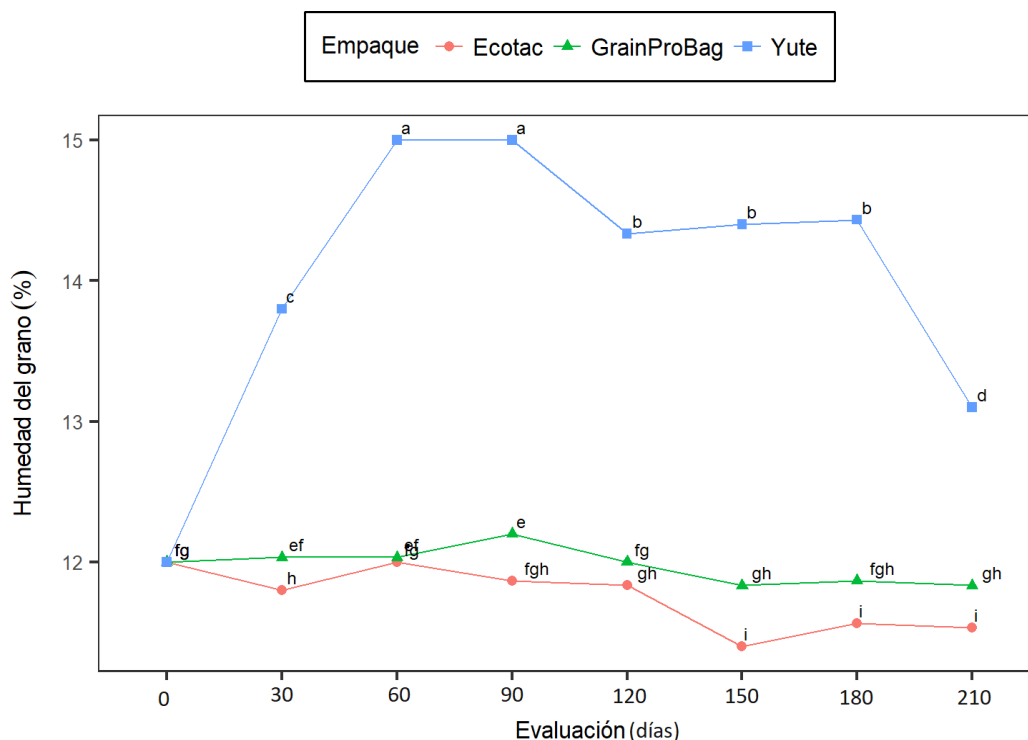


Figura 31: Variación de la humedad del grano (%) en café pergamino al 12% de humedad inicial en los empaques de Yute, GrainPro SGB y Ecotac.

b.2. Variación del puntaje de catación (SCAA)

En la variación del análisis sensorial (puntaje SCAA), se puede observar en la Figura 32, que no existe una diferencia significativa entre los empaques GrainPro SGB más Yute, Ecotac más Yute y Yute, hasta los 120 días obteniendo 82.38, 82.12 y 80.5 puntos, respectivamente. Pero a los 150 días, el empaque en Yute sufrió una variación significativa de 78.0 puntos, perdiendo la calidad de un café de especialidad. Tanto en los empaques de GrainPro SGB y Ecotac no hubo variaciones significativas en el puntaje SCAA, manteniendo la calidad hasta los 180 días, obteniendo puntajes por debajo de los 80 puntos a los 210 días, con 78.5 puntos en el empaque en GrainPro SGB y 79.38 puntos en el empaque en Ecotac. (Figura 32).

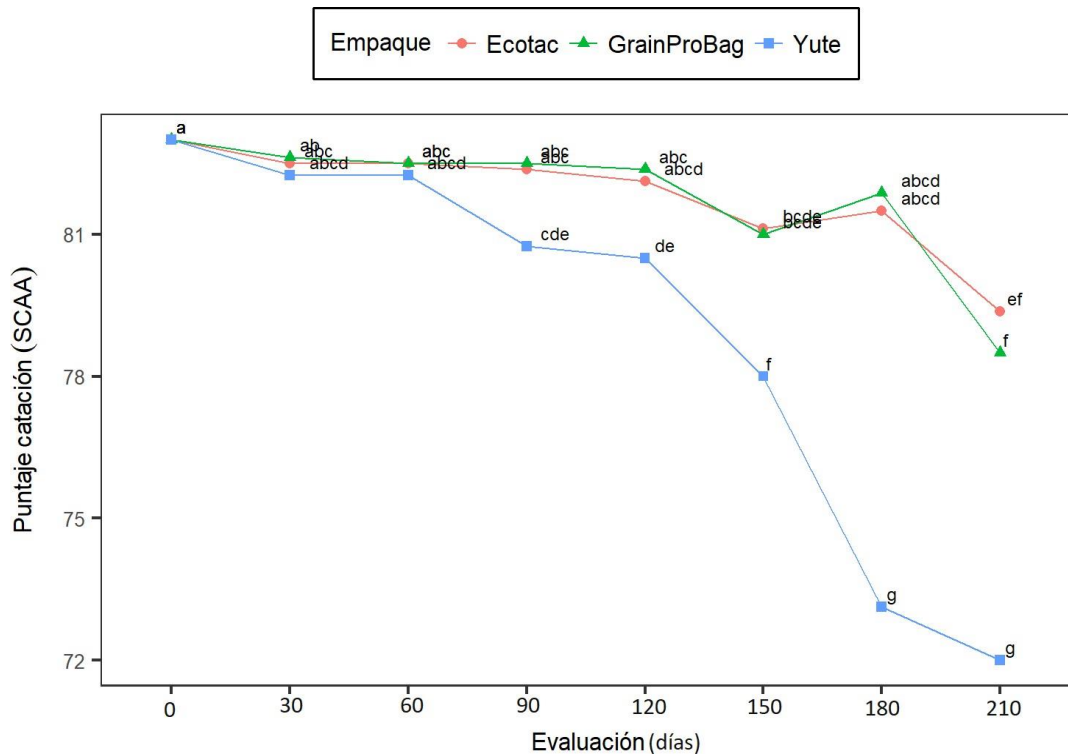


Figura 32: Variación del puntaje de catación (SCAA) en café pergamino al 12% de humedad inicial en los empaques de Yute, GrainPro SGB y Ecotac.

b.3. Variación del pH

En la variación del pH, se observa una relación inversamente proporcional entre la lectura del pH y la evaluación sensorial. En la Figura 33, se observa que las lecturas mayores de pH pertenecen al empaque en Yute siguiendo un incremento hasta los 210 días (5.0). Los empaques GrainPro SGB y Ecotac no presentan diferencias significativas en todas las evaluaciones (Figura 33).

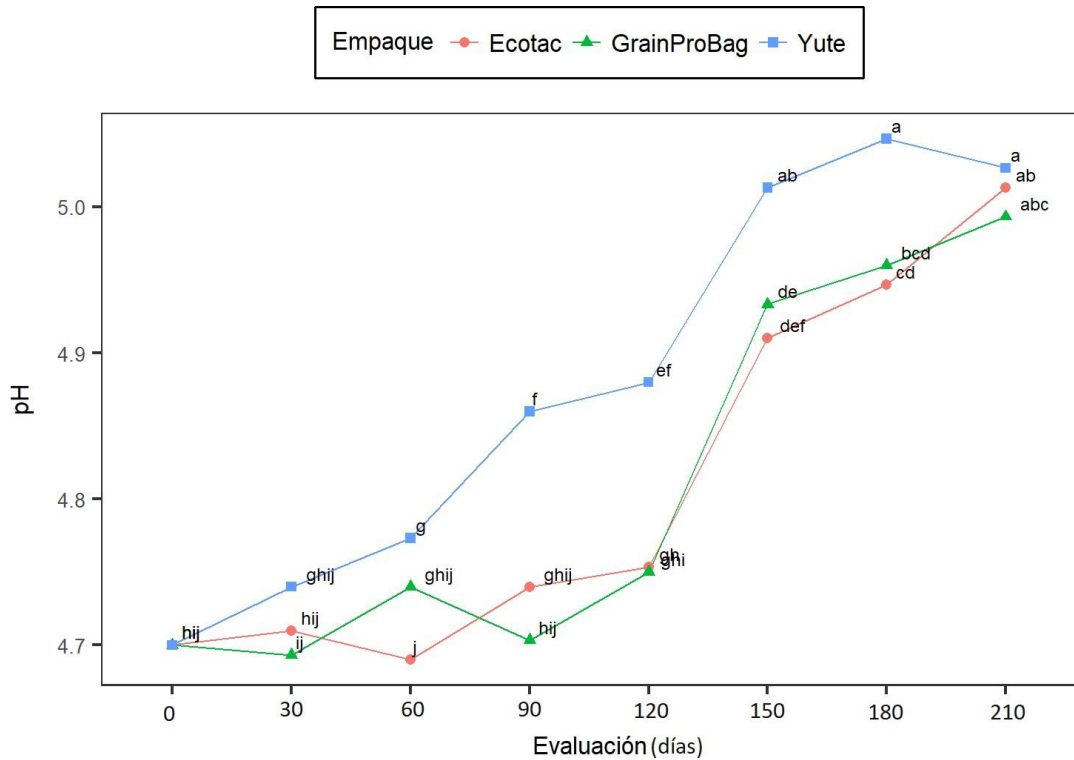


Figura 33: Variación del pH café pergamino al 12% de humedad inicial en los empaques de Yute, GrainPro SGB y Ecotac.

b.4. Variación de análisis microbiológicos (conteo de mohos y levaduras)

En cuanto a la evaluación microbiológica (conteo de mohos y levaduras), se observa un incremento significativo a los 135 días en el empaque en Yute (59 000 ufc/gr), disminuyendo a los 180 (23 000 ufc/gr) y 210 días (3 400 ufc/gr). En los empaques GrainPro SGB más Yute y Ecotac más Yute se observa un incremento exponencial a los 180 días, 40 000 ufc/gr y 32 000 ufc/gr, respectivamente. Disminuyendo a los 210 días, 3 200 ufc/gr en el empaque Ecotac más Yute y 1900 en el empaque GrainPro SGB más Yute (Figura 34).

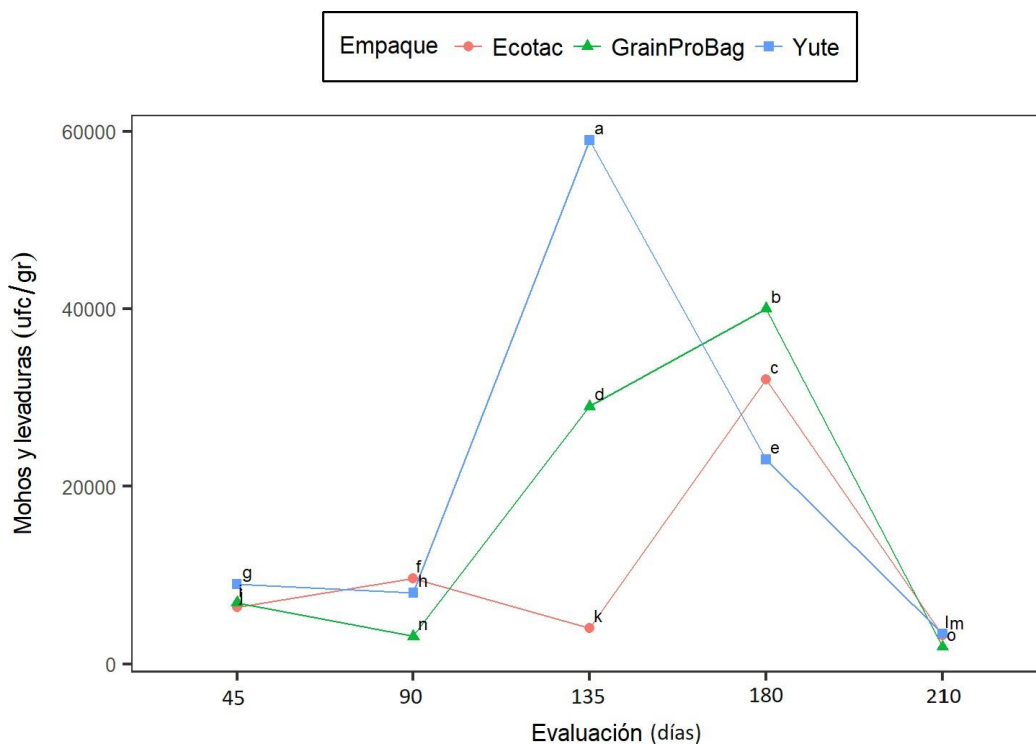


Figura 34: Variación en la cantidad de mohos y levaduras (ufc/gr) en café pergamino al 12% de humedad inicial en los empaques de Yute, GrainPro SGB y Ecotac.

c. Al 14% de humedad inicial

c.1. Variación del porcentaje de humedad

El café en pergamino al 14% de humedad inicial, el empaque de Yute incrementó su humedad significativamente a los 30 días (15.80%), manteniéndose hasta los 120 días (15.57%), donde los valores descendieron significativamente a los 210 días (13.03%). En los empaques GrainPro SGB más Yute y Ecotac más Yute se observa, al igual que el empaque en Yute, una inestabilidad en cuanto a la variación del porcentaje de humedad. Obteniendo a los 210 días un 14% de humedad en el empaque GrainPro SGB más Yute y un 14.03% de humedad en el empaque en Ecotac más Yute (Figura 35).

Se puede observar que a una humedad inicial del 14%, la variación en cuanto al porcentaje de humedad es inestable en los tres empaques: GrainPro más Yute, Ecotac más Yute y Ecotac.

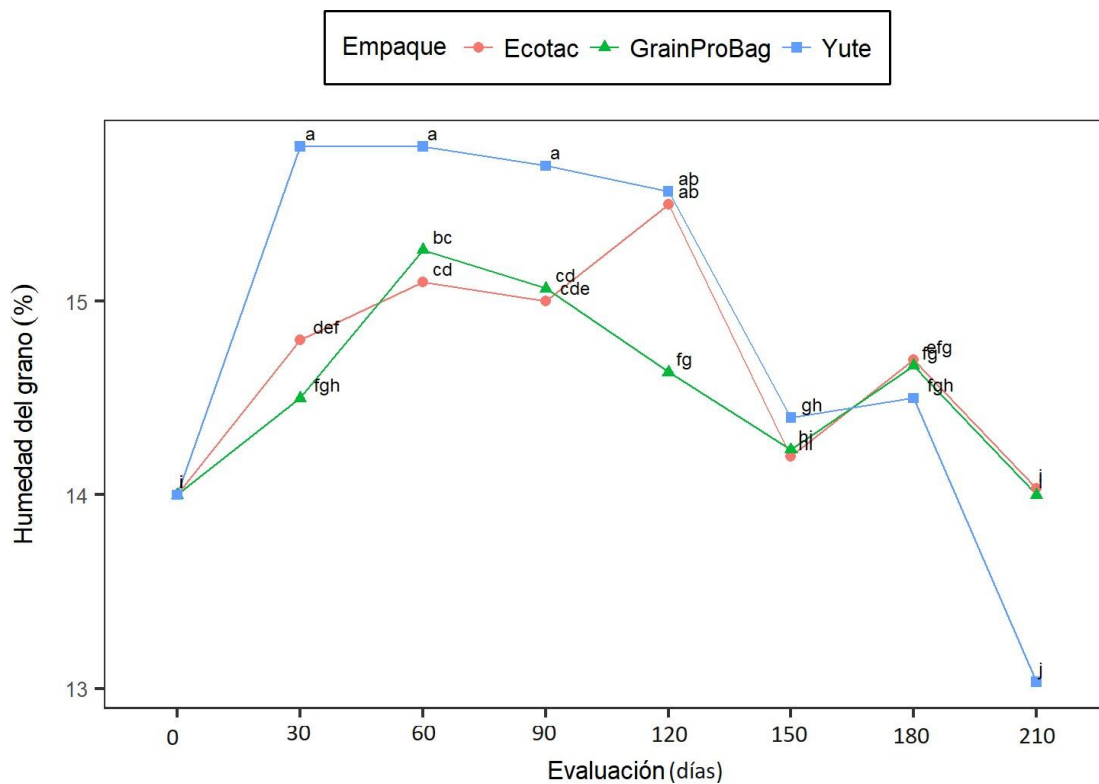


Figura 35: Variación de la humedad del grano (%) en café pergamino al 14% de humedad inicial en los empaques de Yute, SuperGrainbag y Ecotac.

c.2. Variación del puntaje de catación (SCAA)

En la variación del análisis sensorial (puntaje SCAA), se puede observar en la Figura 36, que a los 30 días se mantiene la calidad de un café especial en los tres empaques GrainPro SGB, Ecotac y Yute, obteniendo 81.88, 81.75 y 82.50 puntos, respectivamente. A los 60 días, se obtuvieron 79.75 puntos en el empaque en Ecotac más Yute, 79.25 puntos en Yute y 78.38 puntos en GrainPro SGB más Yute, perdiendo la calidad de un café especial, así el puntaje fue disminuyendo durante las siguientes evaluaciones obteniendo a los 210 días: 76.50 puntos en el empaque en Ecotac, 75.12 puntos en GrainPro SGB y 73.75 en Yute.

Estos resultados concuerdan con Castañeda (2004), que señala que si se almacena el café con humedades mayores al 12% pierde su calidad original rápidamente (alrededor de 60 días), provocando defectos físicos como granos blanqueados, decolorados, partidos y aplastados. Defectos en taza como sabor terroso o mohoso, con sabores a tierra húmeda

que son rechazados por los compradores. También presentan ataques de hongos (micotoxinas) que causan daño al ser humano y deterioran la calidad del café.

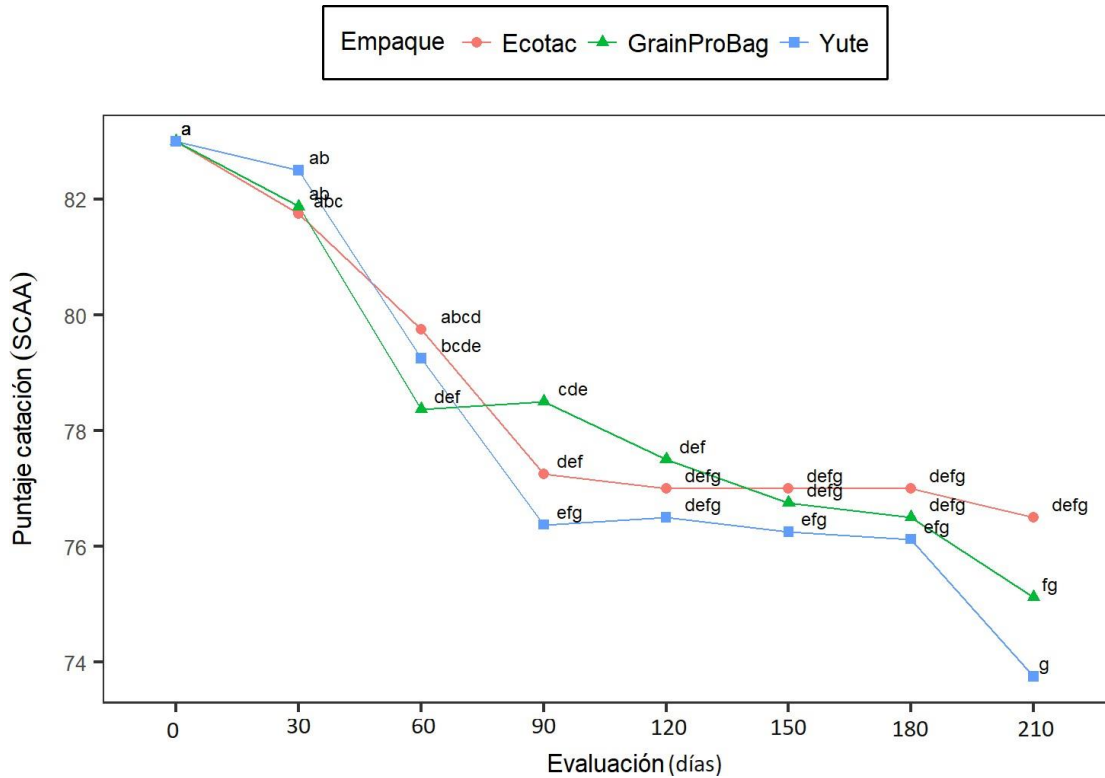


Figura 36 : Variación del puntaje de catación (SCAA) en café pergamino al 12% de humedad inicial en los empaques de Yute, GrainPro SGB y Ecotac.

c.3. Variación del pH

En la variación del pH, también se observa un comportamiento inversamente proporcional en relación al pH y el puntaje SCAA. En la figura 37, se observa un incremento del pH en relación con el tiempo de evaluación siendo no significativo en los tres empaques. Obteniendo a los 210 días los valores de pH en el empaque en GrainPro SGB (5.03), Ecotac (5.02) y Yute (5.00)

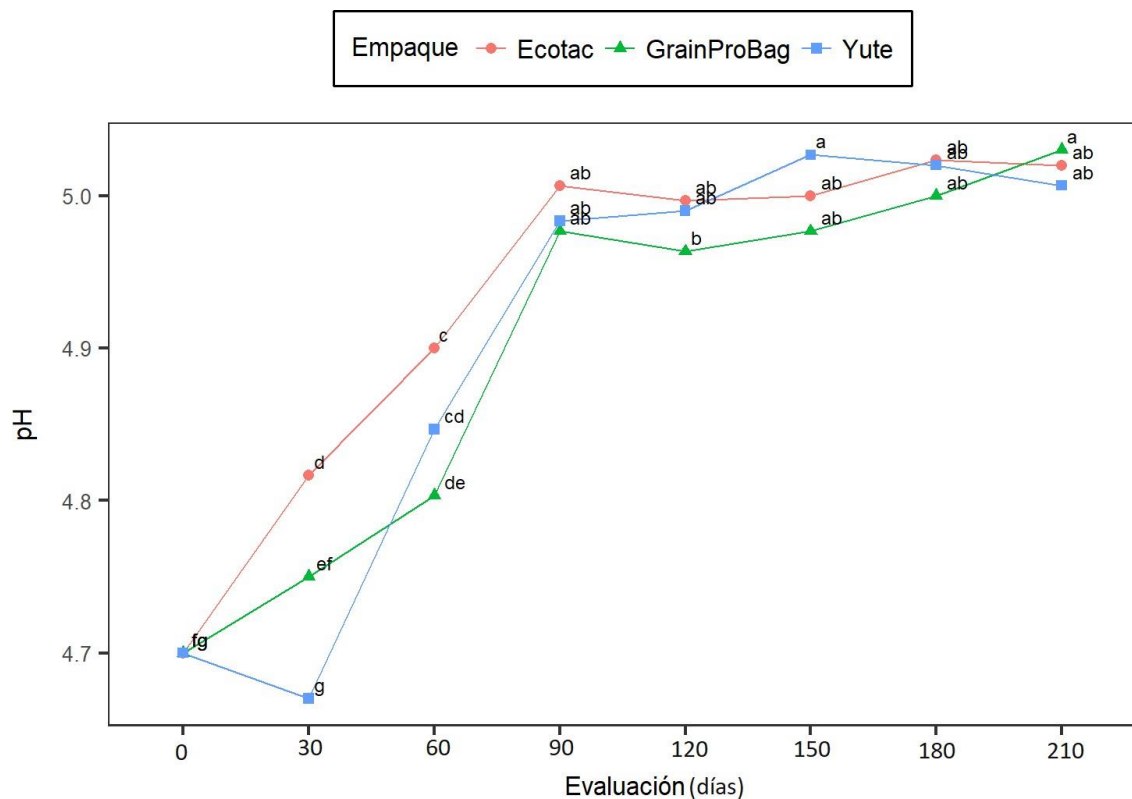


Figura 37: Variación del pH café pergamino al 14% de humedad inicial en los empaques de Yute, SuperGrainbag y Ecotac.

c.4. Variación de análisis microbiológicos (conteo de mohos y levaduras)

En cuanto a la evaluación microbiológica (conteo de mohos y levaduras), se observa un incremento significativo a los en los tres empaques, Yute (51 000 ufc/gr), GrainPro SGB (50 000 ufc/gr) y Ecotac (41 000 ufc/gr) a los 135 días, disminuyendo significativamente a los 180 y 210 días, siendo los valores a los 210 días: Yute (4 000 ufc/gr), Ecotac (3 600 ufc/gr) y GrainPro SGB (2 000 ufc/gr) (Figura 38).

Como lo menciona la SCAN (2015), los granos almacenados con humedades mayores al 12% tienen un proceso respiratorio más rápido, siendo producido en mayor parte el gas carbónico (CO₂) por los microorganismos (hongos en mayor medida). Llegando al punto en que los granos húmedos dejan de ser organismos vivos y pasan a ser un sustrato alimenticio para los hongos, así en las Figuras 37 y 40 se puede observar un contraste entre el porcentaje de humedad y el desarrollo de microorganismo, teniendo un mayor desarrollo, al tener un mayor porcentaje de humedad en grano.

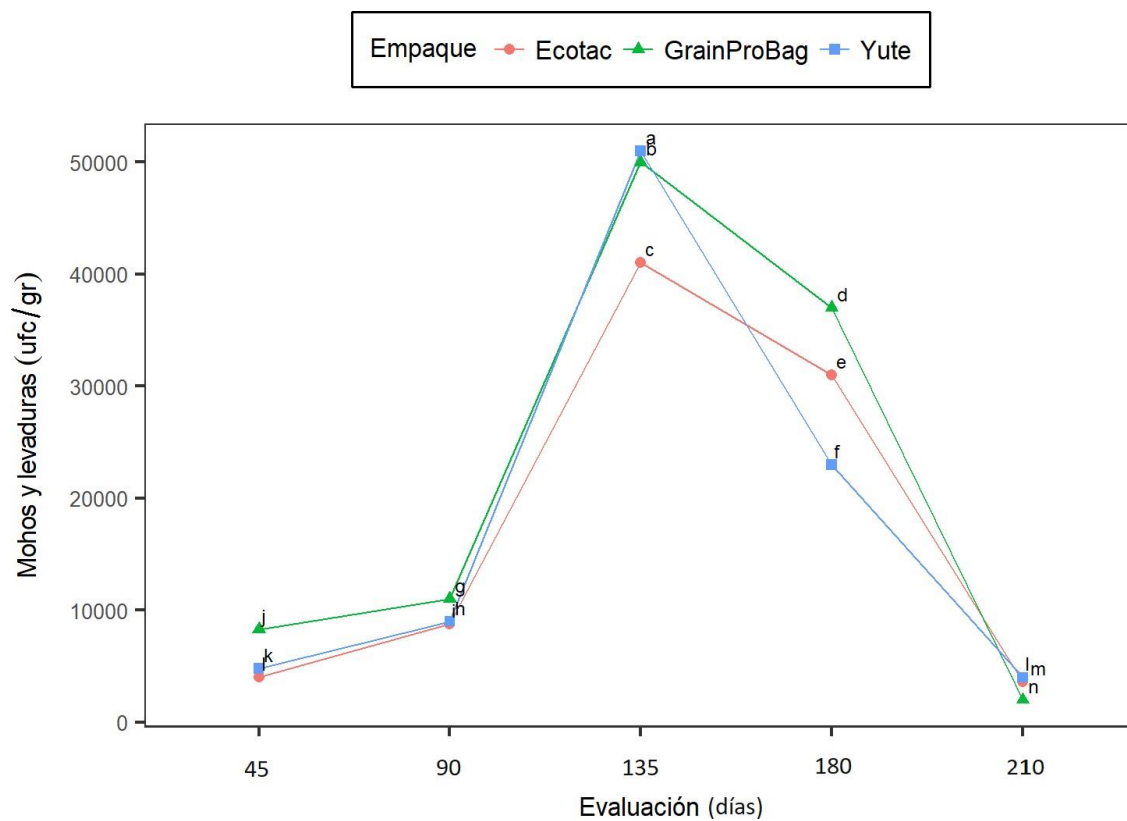


Figura 38: Variación Número de Mohos y levaduras (ufc/gr) en café pergamino al 14% de humedad inicial en los empaques de Yute, GrainPro SGB y Ecotac.

V. CONCLUSIONES

- El contenido de humedad es el factor que más influye en la pérdida de calidad del café almacenado. Pero también el tipo de café almacenado, el café pergamino mantiene la calidad por mayor tiempo que el café verde (u oro).
- Un “café de especialidad” en pergamino y con una humedad inicial del 10%, mantiene su calidad durante 150 días en el empaque de Yute, 180 días en el empaque de Ecotac más Yute y 210 días en el empaque GrainPro SGB más Yute.
- Un “café de especialidad” en pergamino y con una humedad inicial del 12%, mantiene su calidad durante 120 días en el empaque de Yute, y 180 días tanto en el empaque de Ecotac más Yute como en el de GrainPro SGB más Yute.
- Un “café de especialidad” en pergamino y con una humedad inicial del 14%, mantiene su calidad solamente durante 30 días en cualquiera de los empaques estudiados (Yute, Ecotac más Yute y GrainPro SGB más Yute).
- Un “café de especialidad” en verde (u oro) y con una humedad inicial del 12%, mantiene su calidad durante 60 días en el empaque de Yute, 150 días en el empaque de Ecotac más Yute y 180 días en el empaque GrainPro SGB más Yute.
- La actividad microbiana (coliformes totales, mohos y levaduras) es indiferente a la calidad sensorial del café.

VI. RECOMENDACIONES

- No almacenar el café con humedad mayor al 12,5%, porque sufre un rápido y mayor deterioro de la calidad a pesar de utilizar empaques como el GrainPro SGB más Yute y el Ecotac más Yute.
- Transportar el “café de especialidad” en pergamino al 10 y 12% de humedad inicial. Almacenar usando el empaque de Ecotac más Yute, ya que tiene un menor costo y una igual efectividad que el empaque GrainPro SGB.
- Desarrollar una Norma Técnica Peruana específica para el café, de límites permisibles máximo y mínimos para el número de microorganismos.
- Realizar pruebas de almacenamiento con café verde al 10% de humedad inicial.
- Probar nuevos empaques con mayor volumen para almacenar granos de café.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCILA, J; FARFÁN VALENCIA, F; MORENO BERROCAL, A; SALAZAR GUTIÉRREZ, LF; HINCAPIÉ GÓMEZ, E. 2007. Cafés especiales.309 p.
- ARIAS, C. 1993. Manual de manejo pos cosecha de granos a nivel rural. . Oficina. s.l., Oficial Regional de Servicios Agrícolas.
- BELITZ, H., GROSH, W., SCHIEREL, P. 2009. Química de los alimentos. 3era edición. ABRIBIA S.A. Zaragoza. España. 142 p.
- BORACK, J. 2015. Coffee Acidity – Flavor, pH, Acid Reflux, and Low-acid Coffee (en línea, sitio web). Disponible en <https://angelscup.com/blog/taste/coffee-acidity-flavor-ph-acid-reflux-and-low-acid-coffee/>.
- BRANDO, C. 2004. Nuevas tecnologías para el proceso de cafés especiales. Boletín PR. IICA-PROMECAFE (ed.). Guatemala, s.e. 80 p.
- CPC-JNC-PGC (Cámara Peruana Café - Junta Nacional del Café - Global Coffee Plataform). 2018. Perú, Lima. 1-4 p.
- CAÑAS, R.; DÁVILA, J.C.; FUNDES, G.; VILLA, M. 2012. Manual de catadores de cafés especiales. 1era edici. Lima, Perú, s.e. 60 p.
- CASTAÑEDA, PE. 2004. Bases potenciales: De la Chacra cafetalera diversificada y amigable con el medio ambiente. Editores TECNATROP SRL :176.
- CHOCANO M. Y GUTIERREZ R. 2001. Estudio de la prefactibilidad para la producción de café especial (Coffea arábica) en grano verde con fines de exportación. Proyecto para optar el título profesional. UNALM
- CONDOR, A. 2007. El café mueve al mundo, primera edición, Lima Perú. 1era ed. Lima Perú, s.e. 40 p.

- DOMÍNGUEZ, C. 2013. La solución está en los cafés especiales: OIC (en línea). s.l., s.e.; 21 dic.:1. Disponible en www.portafolio.co/economia/finanzas/solucion-cafes-especiales-oic-78356.

- DEL ESGUERRA, M; MCALLISTER, D. 2013. Capitulo 1. El mercado internacional del café verde, su evolución reciente y sus perspectivas 2013-2020 (en línea). :42. Disponible en <http://www.urosario.edu.co/Mision-Cafetera/Archivos/Mercado-Internacional-del-cafe-Esguerra-McAllister.pdf>.

- ECOTAC 2017. Especificaciones del Ecotac 80 (en línea). Disponible en: <http://www.ecotact.in/about-us.php?lang=es>

- ECHEVARRÍA, A. 2012. Comparativo en vivero de cinco variedades de café (*Coffea arabica* L.) en San Ramón, Chanchamayo. s.l., Universidad Nacional Agraria la Molina. 76 p.

- GRAIN PRO INC. 2016. Especificaciones de la SuperGrainbag (en línea). . Disponible en <http://grainpro.com/gpi/>.

- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) 2010. Guía Técnica para el beneficiado de café protegido bajo una indicación geográfica ó denominación de origen. Guatemala. 204 pp.

- ITC (Centro de Comercio Internacional) 2010. Guía del exportador del café. Tercera Edición. Ginebra, Suiza., s.e.

- JAIMES E., 2013. Generación de valor agregado a cafés especiales producidos en el sur de santander. 3er Simposio Internacional de Investigación en Ciencias Económicas, Administrativas y Contables - Sociedad y Desarrollo. Cartagena de Indias, Colombia. 29pp.

- JIMENEZ R., VR. 2000. Relaciones de humedad de equilibrio para café (*Coffea arabica*) de primera calidad en Costa Rica. Tecnología en marcha. Vol 13. Costa Rica, s.e.

- MARÍN CIRIACO, G. 2013. Control de calidad del café. Manual técnico. (en línea). Lima, s.e. 48 p. Disponible en <http://infocafes.com/descargas/biblioteca/257.pdf>.
- MEIRA, F.; CARMANINI, F.; PEREIRA, L.; SILVA, G.; APARECIDA, V.; PEDROZA, E. 2013. Evaluation of the sensory and color quality of coffee beans stored in hermetic packaging. Journal of Stored Products Research no. 52: 1-6.
- MINAGRI. 2017. Series Históricas de Producción Agrícola (en línea, sitio web). Disponible en <http://www.mincetur.gob.pe/comercio/>.
- MINSA (Ministerio de Salud, PE) - DIGESA (Dirección general de salud ambiental e inocuidad alimentaria, PE) 2008. NTS (Norma Técnica Sanitaria) N° 071. Norma sanitaria que establece los requisitos microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Lima, PE.
- NTP(Norma Técnica Peruana) 209.027. 2007. CAFÉ VERDE. Requisitos. 3era ed. INDECOPI, C de RT y C- (ed.). Lima Perú, s.e.
- NTP(Norma Técnica Peruana) 209.310:2014. s. f. CAFÉ PERGAMINO. Requisitos.
- NTP (Norma Técnica Peruana) 231.063: 1985. Sacos de Yute para café tipo exportación.
- OIC (Organización Internacional del Café). 2016. Informe del mercado de café, diciembre 2016 (en línea). La producción de café se mantendrá estable a pesar de la divergencia entre el Arábica y el Robusta :6. Disponible en <http://www.ico.org/documents/cy2016-17/cmr-1216-c.pdf>.
- PONTE, S. 2003. Estándares, comercio y equidad: Lecciones de la industria de los cafés especiales (en línea). Cenicafe :35. Disponible en <https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/2.estandarescomercioyequidad.pdf>.
- PRIETO, A. 2002. Caracterización física del café semitostado . Tesis Ing. Química. s.l., Colombia. 46p.

- PUERTA, G. 2006. La humedad controlada del grano preserva la calidad del café (en línea). Cenicafé352:1-8. Disponible en <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/418/1/avt0352.pdf>.
- PUERTA, G. R. 2011. Composición química del mucílago de café, según el tiempo de fermentación y refrigeración. Cenicafé 6:23-40.
- RAE (REAL ACADEMIA ESPAÑOLA). 2015. Diccionario de la lengua española (en línea). s.l., 22a Edición. Disponible en <http://www.rae.es/>.
- RIBEIRO, F.C., BORÉM, F.M., GIOMO, G.S., LIMA, R.R., MALTA, M.R., & FIGUEIREDO, L. 2011. Storage of Green coffee in hermetic packaging injected with CO₂. Journal of Stored Products :341-348.
- RODRÍGUEZ, A; SOLÍS, D. 2004. Mohos y mico toxinas: No permita que contaminen su café. s.l., Laboratorio Químico. ICAFE. 64 p.
- RIVERA J. 2016. Estimación del tiempo de vida útil del café verde ypergamino (*Coffea arabica*) en diferentes empaques mediante pruebas aceleradas. Tesis UNALM 192 pp.
- 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.100p.
- 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 (Specialty Coffee Association of America). 2018. Protocolo de Cata (en línea, sitio web). Disponible en <http://scaa.org/?page=resources&d=cupping-protocols>.
- SCAA (Specialty Coffee Association of America) 2018. What is specialty coffee? (en

línea, sitio web). Disponible en <http://scaa.org/?page=resources&d=what-is-specialty-coffee>.

- SIFUENTES E., ALBUJAR E., CONTRERAS S., MOREYRA J. 2015. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola y Ganadera. Ministerio de Agricultura y Riego. Lima, Perú. 302 p.
- SEAH, C. 2016. Ciencia del Café: ¿Qué es la acidez? (en línea, sitio web). Disponible en <https://www.perfectdailygrind.com/2016/10/ciencia-del-cafe-que-es-la-acidez/>.
- STIRLING, H. 1974. Los efectos de la temperatura y el contenido de humedad en la calidad del café pergamino arábica durante un ensayo de 12 meses de almacenamiento sellado. Kenya Coffee. Valerin :73-78.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: Empaque Grain Pro SGB



Tabla 1: Especificaciones de empaque GrainPro SGB

Propiedad	Valores
Material	Polietileno
Dimensiones	75cm x 130 cm
Espesor	0.082 +/- 2 mm
Resistencia a la tensión, MD	36 N/mm ²
Resistencia a la tensión, TD	34 N/mm ²
Elongación, MD	832.56%
Elongación, TD	899.44%
Tasa de transmisión de oxígeno 23°C	36 cc/(m ² día)
Tasa de transmisión de vapor 38°C, 90%HR	7.6g/(m ² dia)
Color	Transparente
Capacidad	80kg
Precio unitario	\$ 5.0

ANEXO 2: Empaque Ecotac 80



Tabla 2: Especificaciones de empaque GrainPro SGB

Parámetros	Valores
Material	Polietileno
Dimensiones	75cmx130cm
Espesor	0.078 +/- 2 mm
Resistencia a la tensión, MD	35 N/mm ²
Resistencia a la tensión, TD	30 N/mm ²
Elongación, MD	600%
Elongación, TD	600%
Tasa de transmisión de oxígeno 23°C	55cc/(m ² día)
Tasa de transmisión de vapor 38°C, 90%HR	8g/(m ² dia)
Color	Verde
Capacidad	69 kg
Precio unitario	\$ 4.0

ANEXO 3: Evaluación Estadística del porcentaje de humedad del grano en café verde al 12% de humedad inicial

Tabla 3: Análisis de variancia

	Df	Sum Sq	Mean Sq	Fvalue	Pr(>F)
eval	7	3.774	0.539	55.53	0
emp	2	37.692	18.846	1940.92	0
eval:emp	14	14.800	1.057	108.88	0
Residuals	48	0.466	0.010		

Tabla 4: Comparación de medias por el test de Tukey (p<0.05)

Eval (días)	Emp	mean	Min	Max	r	std	ste	sg
0	Ecotac	12.00	12.0	12.0	3	0.000	0.000	d
0	SuperGrainbag	12.00	12.0	12.0	3	0.000	0.000	d
0	Yute	12.00	12.0	12.0	3	0.000	0.000	d
30	Ecotac	11.67	11.6	11.8	3	0.115	0.067	efg
30	SuperGrainbag	11.80	11.7	11.9	3	0.100	0.058	def
30	Yute	13.40	13.4	13.4	3	0.000	0.000	b
60	Ecotac	11.90	11.8	12.0	3	0.100	0.058	de
60	SuperGrainbag	11.80	11.7	11.9	3	0.100	0.058	def
60	Yute	14.13	14.1	14.2	3	0.058	0.033	a
90	Ecotac	11.67	11.6	11.7	3	0.058	0.033	efg
90	SuperGrainbag	11.80	11.8	11.8	3	0.000	0.000	def
90	Yute	14.03	14.0	14.1	3	0.058	0.033	a
120	Ecotac	11.47	11.4	11.5	3	0.058	0.033	gh
120	SuperGrainbag	11.53	11.5	11.6	3	0.058	0.033	fgh
120	Yute	13.83	13.5	14.0	3	0.289	0.167	a
150	Ecotac	11.23	11.2	11.3	3	0.058	0.033	h
150	SuperGrainbag	11.53	11.5	11.6	3	0.058	0.033	fgh
150	Yute	13.93	13.9	14.0	3	0.058	0.033	a
180	Ecotac	11.73	11.7	11.8	3	0.058	0.033	defg
180	SuperGrainbag	11.73	11.7	11.8	3	0.058	0.033	defg
180	Yute	12.67	12.5	12.9	3	0.208	0.120	c
210	Ecotac	11.83	11.8	11.9	3	0.058	0.033	def
210	SuperGrainbag	11.83	11.8	11.9	3	0.058	0.033	def
210	Yute	12.04	11.9	12.2	3	0.152	0.088	d

**ANEXO 4: Evaluación Estadística del porcentaje de humedad del grano en café
pergamino al 10% de humedad inicial**

Tabla 5: Análisis de variancia

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
eval	7	37.737	5.391	882.2	0
emp	2	122.379	61.189	10012.8	0
eval:emp	14	25.764	1.840	301.1	0
Residuals	48	0.293	0.006		

Tabla 6: Comparación de medias por el test de Tukey (p<0.05)

eval	emp	mean	Min	max	r	std	ste	sg
0	Ecotac	10.00	10.0	10.0	3	0.000	0.000	i
0	SuperGrainbag	10.00	10.0	10.0	3	0.000	0.000	i
0	Yute	10.00	10.0	10.0	3	0.000	0.000	i
30	Ecotac	11.40	11.3	11.5	3	0.100	0.058	d
30	SuperGrainbag	10.70	10.7	10.7	3	0.000	0.000	gh
30	Yute	12.90	12.8	13.0	3	0.100	0.058	c
60	Ecotac	11.40	11.3	11.5	3	0.100	0.058	d
60	SuperGrainbag	11.17	11.1	11.3	3	0.115	0.067	de
60	Yute	15.13	15.1	15.2	3	0.058	0.033	a
90	Ecotac	10.90	10.9	10.9	3	0.000	0.000	fg
90	SuperGrainbag	11.23	11.2	11.3	3	0.058	0.033	d
90	Yute	14.93	14.9	15.0	3	0.058	0.033	a
120	Ecotac	10.60	10.6	10.6	3	0.000	0.000	h
120	SuperGrainbag	10.63	10.6	10.7	3	0.058	0.033	h
120	Yute	14.13	14.1	14.2	3	0.058	0.033	b
150	Ecotac	10.63	10.6	10.7	3	0.058	0.033	h
150	SuperGrainbag	10.60	10.6	10.6	3	0.000	0.000	h
150	Yute	14.23	14.0	14.5	3	0.252	0.145	b
180	Ecotac	10.97	10.9	11.0	3	0.058	0.033	ef
180	SuperGrainbag	10.97	10.9	11.0	3	0.058	0.033	ef
180	Yute	14.03	14.0	14.1	3	0.058	0.033	b
210	Ecotac	10.83	10.8	10.9	3	0.058	0.033	fgh
210	SuperGrainbag	10.73	10.7	10.8	3	0.058	0.033	fgh
210	Yute	13.13	13.1	13.2	3	0.058	0.033	c

ANEXO 5: Evaluación Estadística porcentaje de humedad del grano en café pergamino al 12% de humedad inicial

Tabla 7: Análisis de variancia

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
eval	7	8.302	1.186	371.3	0
emp	2	74.281	37.141	11626.6	0
eval:emp	14	15.008	1.072	335.6	0
Residuals	48	0.153	0.003		

Tabla 8: Tabla de comparación de medias por el test de Tukey (p<0.05)

eval	emp	mean	Min	max	r	std	ste	sg
0	Ecotac	12.00	12.0	12.0	3	0.000	0.000	fg
0	SuperGrainbag	12.00	12.0	12.0	3	0.000	0.000	fg
0	Yute	12.00	12.0	12.0	3	0.000	0.000	fg
30	Ecotac	11.80	11.7	11.9	3	0.100	0.058	h
30	SuperGrainbag	12.03	12.0	12.1	3	0.058	0.033	ef
30	Yute	13.80	13.7	13.9	3	0.100	0.058	c
60	Ecotac	12.00	12.0	12.0	3	0.000	0.000	fg
60	SuperGrainbag	12.03	12.0	12.1	3	0.058	0.033	ef
60	Yute	15.00	15.0	15.0	3	0.000	0.000	a
90	Ecotac	11.87	11.8	11.9	3	0.058	0.033	fgh
90	SuperGrainbag	12.20	12.1	12.3	3	0.100	0.058	e
90	Yute	15.00	15.0	15.0	3	0.000	0.000	a
120	Ecotac	11.83	11.8	11.9	3	0.058	0.033	gh
120	SuperGrainbag	12.00	12.0	12.0	3	0.000	0.000	fg
120	Yute	14.33	14.3	14.4	3	0.058	0.033	b
150	Ecotac	11.40	11.4	11.4	3	0.000	0.000	i
150	SuperGrainbag	11.83	11.8	11.9	3	0.058	0.033	gh
150	Yute	14.40	14.4	14.4	3	0.000	0.000	b
180	Ecotac	11.57	11.5	11.6	3	0.058	0.033	i
180	SuperGrainbag	11.87	11.8	11.9	3	0.058	0.033	fgh
180	Yute	14.43	14.4	14.5	3	0.058	0.033	b
210	Ecotac	11.53	11.5	11.6	3	0.058	0.033	i
210	SuperGrainbag	11.83	11.8	11.9	3	0.058	0.033	gh
210	Yute	13.10	13.0	13.2	3	0.100	0.058	d

ANEXO 6: Evaluación Estadística porcentaje de Humedad del grano en café pergamino al 14% de humedad inicial

Tabla 9: Análisis de variancia

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
eval	7	25.868	3.695	332.58	0
emp	2	1.126	0.563	50.66	0
eval:emp	14	7.052	0.504	45.33	0
Residuals	48	0.533	0.011		

Tabla 10: Comparación de medias por el test de Tukey (p<0.05)

eval	emp	mean	Min	max	r	std	ste	sg
0	Ecotac	14.00	14.0	14.0	3	0.000	0.000	i
0	SuperGrainbag	14.00	14.0	14.0	3	0.000	0.000	i
0	Yute	14.00	14.0	14.0	3	0.000	0.000	i
30	Ecotac	14.80	14.6	15.0	3	0.200	0.115	def
30	SuperGrainbag	14.50	14.4	14.6	3	0.100	0.058	fgh
30	Yute	15.80	15.7	15.9	3	0.100	0.058	a
60	Ecotac	15.10	15.0	15.2	3	0.100	0.058	cd
60	SuperGrainbag	15.27	15.2	15.3	3	0.058	0.033	bc
60	Yute	15.80	15.7	15.9	3	0.100	0.058	a
90	Ecotac	15.00	14.9	15.1	3	0.100	0.058	cde
90	SuperGrainbag	15.07	14.9	15.2	3	0.153	0.088	cd
90	Yute	15.70	15.7	15.7	3	0.000	0.000	a
120	Ecotac	15.50	15.5	15.5	3	0.000	0.000	ab
120	SuperGrainbag	14.63	14.6	14.7	3	0.058	0.033	fg
120	Yute	15.57	15.3	15.7	3	0.231	0.133	ab
150	Ecotac	14.20	14.2	14.2	3	0.000	0.000	hi
150	SuperGrainbag	14.23	14.2	14.3	3	0.058	0.033	hi
150	Yute	14.40	14.4	14.4	3	0.000	0.000	gh
180	Ecotac	14.70	14.5	14.9	3	0.200	0.115	efg
180	SuperGrainbag	14.67	14.6	14.7	3	0.058	0.033	fg
180	Yute	14.50	14.4	14.6	3	0.100	0.058	fgh
210	Ecotac	14.03	14.0	14.1	3	0.058	0.033	i
210	SuperGrainbag	14.00	13.9	14.1	3	0.100	0.058	i
210	Yute	13.03	12.9	13.2	3	0.153	0.088	j

ANEXO 7: Evaluación Estadística del pH en café verde al 12% de humedad inicial

Tabla 11: Análisis de variancia

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
eval	7	1.100	0.157	201.705	0
emp	2	0.117	0.059	75.385	0
eval:emp	14	0.083	0.006	7.626	0
Residuals	48	0.037	0.001		

Tabla 12: comparación de medias por el test de Tukey ($p < 0.05$)

eval	emp	mean	Min	max	r	std	ste	sg
0	Ecotac	4.700	4.70	4.70	3	0.000	0.000	hi
0	SuperGrainbag	4.700	4.70	4.70	3	0.000	0.000	hi
0	Yute	4.700	4.70	4.70	3	0.000	0.000	hi
30	Ecotac	4.683	4.63	4.73	3	0.050	0.029	hi
30	SuperGrainbag	4.673	4.67	4.68	3	0.006	0.003	i
30	Yute	4.710	4.70	4.72	3	0.010	0.006	hi
60	Ecotac	4.690	4.68	4.70	3	0.010	0.006	hi
60	SuperGrainbag	4.703	4.70	4.71	3	0.006	0.003	hi
60	Yute	4.763	4.75	4.78	3	0.015	0.009	fgh
90	Ecotac	4.687	4.67	4.70	3	0.015	0.009	hi
90	SuperGrainbag	4.750	4.74	4.76	3	0.010	0.006	ghi
90	Yute	4.917	4.90	4.93	3	0.015	0.009	cde
120	Ecotac	4.800	4.79	4.81	3	0.010	0.006	fg
120	SuperGrainbag	4.850	4.84	4.86	3	0.010	0.006	def
120	Yute	4.913	4.90	4.92	3	0.012	0.007	cde
150	Ecotac	4.833	4.82	4.85	3	0.015	0.009	efg
150	SuperGrainbag	4.850	4.72	4.93	3	0.114	0.066	def
150	Yute	5.010	5.00	5.02	3	0.010	0.006	ab
180	Ecotac	5.013	5.00	5.02	3	0.012	0.007	ab
180	SuperGrainbag	4.933	4.90	4.96	3	0.031	0.018	bcd
180	Yute	5.050	5.04	5.06	3	0.010	0.006	a
210	Ecotac	5.017	5.01	5.02	3	0.006	0.003	ab
210	SuperGrainbag	4.993	4.98	5.01	3	0.015	0.009	abc
210	Yute	5.060	5.05	5.07	3	0.010	0.006	a

ANEXO 8: Evaluación Estadística pH en café pergamino al 10% de humedad inicial

Tabla 13: Análisis de variancia

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
eval	7	0.911	0.130	90.872	0
emp	2	0.041	0.020	14.189	0
eval:emp	14	0.076	0.005	3.786	0
Residuals	48	0.069	0.001		

Tabla 14: comparación de medias por el test de Tukey (p<0.05)

eval	emp	mean	min	max	r	std	ste	sg
0	Ecotac	4.700	4.70	4.70	3	0.000	0.000	fghi
0	SuperGrainbag	4.700	4.70	4.70	3	0.000	0.000	fghi
0	Yute	4.700	4.70	4.70	3	0.000	0.000	fghi
30	Ecotac	4.667	4.64	4.69	3	0.025	0.015	hi
30	SuperGrainbag	4.683	4.66	4.70	3	0.021	0.012	fghi
30	Yute	4.677	4.65	4.70	3	0.025	0.015	ghi
60	Ecotac	4.663	4.64	4.68	3	0.021	0.012	i
60	SuperGrainbag	4.753	4.74	4.77	3	0.015	0.009	efghi
60	Yute	4.783	4.78	4.79	3	0.006	0.003	defgh
90	Ecotac	4.767	4.75	4.78	3	0.015	0.009	defghi
90	SuperGrainbag	4.710	4.70	4.72	3	0.010	0.006	fghi
90	Yute	4.740	4.73	4.75	3	0.010	0.006	efghi
120	Ecotac	4.790	4.78	4.80	3	0.010	0.006	defg
120	SuperGrainbag	4.847	4.84	4.85	3	0.006	0.003	cde
120	Yute	4.877	4.86	4.90	3	0.021	0.012	bcd
150	Ecotac	4.800	4.70	4.90	3	0.100	0.058	def
150	SuperGrainbag	4.933	4.92	4.95	3	0.015	0.009	abc
150	Yute	4.873	4.86	4.89	3	0.015	0.009	bcd
180	Ecotac	4.857	4.70	4.97	3	0.140	0.081	bcde
180	SuperGrainbag	4.960	4.95	4.97	3	0.010	0.006	abc
180	Yute	5.027	5.02	5.04	3	0.012	0.007	a
210	Ecotac	5.007	4.99	5.02	3	0.015	0.009	a
210	SuperGrainbag	4.970	4.96	4.98	3	0.010	0.006	ab
210	Yute	5.030	5.01	5.04	3	0.017	0.010	a

ANEXO 9: Evaluación Estadística pH en café pergamino al 12% de humedad inicial

Tabla 15: Análisis de variancia

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
eval	7	1.045	0.149	449.563	0
emp	2	0.082	0.041	123.092	0
eval:emp	14	0.042	0.003	9.132	0
Residuals	48	0.016	0.000		

Tabla 16: comparación de medias por el test de Tukey (p<0.05)

eval	emp	mean	Min	max	r	std	ste	sg
0	Ecotac	4.700	4.70	4.70	3	0.000	0.000	hij
0	SuperGrainbag	4.700	4.70	4.70	3	0.000	0.000	hij
0	Yute	4.700	4.70	4.70	3	0.000	0.000	hij
30	Ecotac	4.710	4.70	4.72	3	0.010	0.006	hij
30	SuperGrainbag	4.693	4.67	4.71	3	0.021	0.012	ij
30	Yute	4.740	4.70	4.78	3	0.040	0.023	ghij
60	Ecotac	4.690	4.68	4.70	3	0.010	0.006	j
60	SuperGrainbag	4.740	4.73	4.75	3	0.010	0.006	ghij
60	Yute	4.773	4.75	4.79	3	0.021	0.012	g
90	Ecotac	4.740	4.72	4.75	3	0.017	0.010	ghij
90	SuperGrainbag	4.703	4.70	4.71	3	0.006	0.003	hij
90	Yute	4.860	4.85	4.87	3	0.010	0.006	f
120	Ecotac	4.753	4.75	4.76	3	0.006	0.003	gh
120	SuperGrainbag	4.750	4.74	4.76	3	0.010	0.006	ghi
120	Yute	4.880	4.87	4.89	3	0.010	0.006	ef
150	Ecotac	4.910	4.90	4.92	3	0.010	0.006	def
150	SuperGrainbag	4.933	4.91	4.96	3	0.025	0.015	de
150	Yute	5.013	5.00	5.03	3	0.015	0.009	ab
180	Ecotac	4.947	4.90	4.98	3	0.042	0.024	cd
180	SuperGrainbag	4.960	4.95	4.97	3	0.010	0.006	bcd
180	Yute	5.047	5.02	5.07	3	0.025	0.015	a
210	Ecotac	5.013	4.99	5.04	3	0.025	0.015	ab
210	SuperGrainbag	4.993	4.98	5.01	3	0.015	0.009	abc
210	Yute	5.027	5.01	5.04	3	0.015	0.009	a

ANEXO 10: Evaluación Estadística de pH en café pergamino al 12% de humedad inicial

Tabla 17: Análisis de variancia

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
eval	7	1.056	0.151	377.190	0
emp	2	0.015	0.007	18.691	0
eval:emp	14	0.040	0.003	7.207	0
Residuals	48	0.019	0.000		

Tabla 18: Comparación de medias por el test de Tukey (p<0.05)

eval	Emp	mean	Min	max	r	std	ste	sg
0	Ecotac	4.700	4.70	4.70	3	0.000	0.000	fg
0	SuperGrainbag	4.700	4.70	4.70	3	0.000	0.000	fg
0	Yute	4.700	4.70	4.70	3	0.000	0.000	fg
30	Ecotac	4.817	4.81	4.82	3	0.006	0.003	d
30	SuperGrainbag	4.750	4.74	4.76	3	0.010	0.006	ef
30	Yute	4.670	4.63	4.73	3	0.053	0.031	g
60	Ecotac	4.900	4.85	4.93	3	0.044	0.025	c
60	SuperGrainbag	4.803	4.79	4.82	3	0.015	0.009	de
60	Yute	4.847	4.82	4.87	3	0.025	0.015	cd
90	Ecotac	5.007	4.99	5.02	3	0.015	0.009	ab
90	SuperGrainbag	4.977	4.96	4.99	3	0.015	0.009	ab
90	Yute	4.983	4.97	5.00	3	0.015	0.009	ab
120	Ecotac	4.997	4.98	5.01	3	0.015	0.009	ab
120	SuperGrainbag	4.963	4.95	4.98	3	0.015	0.009	b
120	Yute	4.990	4.98	5.00	3	0.010	0.006	ab
150	Ecotac	5.000	4.97	5.02	3	0.026	0.015	ab
150	SuperGrainbag	4.977	4.96	4.99	3	0.015	0.009	ab
150	Yute	5.027	5.02	5.03	3	0.006	0.003	a
180	Ecotac	5.023	5.01	5.03	3	0.012	0.007	ab
180	SuperGrainbag	5.000	4.99	5.01	3	0.010	0.006	ab
180	Yute	5.020	5.00	5.05	3	0.026	0.015	ab
210	Ecotac	5.020	5.01	5.03	3	0.010	0.006	ab
210	SuperGrainbag	5.030	5.01	5.05	3	0.020	0.012	a
210	Yute	5.007	4.99	5.02	3	0.015	0.009	ab

ANEXO 11: Evaluación Estadística Sensorial (Puntaje SCAA) en café verde al 12% de humedad inicial

Tabla 19: Análisis de variancia

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
eval	7	191.729	27.390	73.550	0
emp	2	49.331	24.665	66.234	0
eval:emp	14	51.857	3.704	9.947	0
Residuals	24	8.937	0.372		

Tabla 20: Comparación de medias por el test de Tukey (p<0.05)

eval	emp	mean	Min	max	r	std	ste	sg
0	Ecotac	83.00	83.00	83.00	2	0.000	0.000	a
0	SuperGrainbag	83.00	83.00	83.00	2	0.000	0.000	a
0	Yute	83.00	83.00	83.00	2	0.000	0.000	a
30	Ecotac	82.50	82.50	82.50	2	0.000	0.000	a
30	SuperGrainbag	82.50	82.00	83.00	2	0.707	0.500	a
30	Yute	83.12	83.00	83.25	2	0.177	0.125	a
60	Ecotac	82.75	82.50	83.00	2	0.354	0.250	a
60	SuperGrainbag	82.50	82.50	82.50	2	0.000	0.000	a
60	Yute	82.38	82.25	82.50	2	0.177	0.125	a
90	Ecotac	82.50	82.50	82.50	2	0.000	0.000	a
90	SuperGrainbag	82.38	82.00	82.75	2	0.530	0.375	a
90	Yute	79.00	79.00	79.00	2	0.000	0.000	bcd
120	Ecotac	82.00	82.00	82.00	2	0.000	0.000	a
120	SuperGrainbag	80.75	80.25	81.25	2	0.707	0.500	abc
120	Yute	79.50	79.50	79.50	2	0.000	0.000	bcd
150	Ecotac	82.25	82.25	82.25	2	0.000	0.000	a
150	SuperGrainbag	80.75	80.00	81.50	2	1.061	0.750	abc
150	Yute	77.50	77.00	78.00	2	0.707	0.500	d
180	Ecotac	78.50	78.00	79.00	2	0.707	0.500	cd
180	SuperGrainbag	81.00	80.50	81.50	2	0.707	0.500	ab
180	Yute	75.00	74.00	76.00	2	1.414	1.000	e
210	Ecotac	77.62	77.50	77.75	2	0.177	0.125	d
210	SuperGrainbag	79.12	78.75	79.50	2	0.530	0.375	bcd
210	Yute	74.88	73.75	76.00	2	1.591	1.125	e

ANEXO 12: Evaluación Estadística Sensorial (Puntaje SCAA) en café pergamino al 10% de humedad inicial

Tabla 2: Análisis de variancia

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
eval	7	87.349	12.478	61.432	0
emp	2	19.471	9.736	47.929	0
eval:emp	14	22.924	1.637	8.061	0
Residuals	24	4.875	0.203		

Tabla 3: Comparación de medias por el test de Tukey (p<0.05)

Eval	emp	mean	Min	max	r	std	ste	sg
0	Ecotac	83.00	83.00	83.00	2	0.000	0.000	a
0	SuperGrainbag	83.00	83.00	83.00	2	0.000	0.000	a
0	Yute	83.00	83.00	83.00	2	0.000	0.000	a
30	Ecotac	82.88	82.75	83.00	2	0.177	0.125	a
30	SuperGrainbag	83.12	83.00	83.25	2	0.177	0.125	a
30	Yute	82.88	82.75	83.00	2	0.177	0.125	a
60	Ecotac	83.00	83.00	83.00	2	0.000	0.000	a
60	SuperGrainbag	82.88	82.75	83.00	2	0.177	0.125	a
60	Yute	82.12	82.00	82.25	2	0.177	0.125	abcd
90	Ecotac	82.38	82.25	82.50	2	0.177	0.125	abc
90	SuperGrainbag	82.62	82.50	82.75	2	0.177	0.125	ab
90	Yute	82.00	82.00	82.00	2	0.000	0.000	abcde
120	Ecotac	82.00	81.75	82.25	2	0.354	0.250	abcde
120	SuperGrainbag	80.75	80.50	81.00	2	0.354	0.250	cdef
120	Yute	80.25	79.00	81.50	2	1.768	1.250	ef
150	Ecotac	82.12	82.00	82.25	2	0.177	0.125	abcd
150	SuperGrainbag	81.00	80.75	81.25	2	0.354	0.250	bcdef
150	Yute	80.50	80.50	80.50	2	0.000	0.000	def
180	Ecotac	82.50	82.25	82.75	2	0.354	0.250	abc
180	SuperGrainbag	80.75	80.50	81.00	2	0.354	0.250	cdef
180	Yute	77.50	77.00	78.00	2	0.707	0.500	g
210	Ecotac	79.75	79.50	80.00	2	0.354	0.250	f
210	SuperGrainbag	80.00	79.75	80.25	2	0.354	0.250	f
210	Yute	77.25	77.00	77.50	2	0.354	0.250	g

ANEXO 13: Evaluación Estadística Sensorial (Puntaje SCAA) en café pergamino al 12% de humedad inicial

Tabla 23: Análisis de variancia

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
eval	7	203.70	29.100	147.03	0
emp	2	84.85	42.423	214.35	0
eval:emp	14	98.69	7.050	35.62	0
Residuals	24	4.75	0.198		

Tabla 24: comparación de medias por el test de Tukey (p<0.05)

eval	emp	mean	Min	max	r	Std	ste	sg
0	Ecotac	83.00	83.00	83.00	2	0.000	0.000	a
0	SuperGrainbag	83.00	83.00	83.00	2	0.000	0.000	a
0	Yute	83.00	83.00	83.00	2	0.000	0.000	a
30	Ecotac	82.50	82.50	82.50	2	0.000	0.000	abc
30	SuperGrainbag	82.62	82.50	82.75	2	0.177	0.125	ab
30	Yute	82.25	82.00	82.50	2	0.354	0.250	abcd
60	Ecotac	82.50	82.50	82.50	2	0.000	0.000	abc
60	SuperGrainbag	82.50	82.50	82.50	2	0.000	0.000	abc
60	Yute	82.25	82.25	82.25	2	0.000	0.000	abcd
90	Ecotac	82.38	82.00	82.75	2	0.530	0.375	abc
90	SuperGrainbag	82.50	82.25	82.75	2	0.354	0.250	abc
90	Yute	80.75	80.75	80.75	2	0.000	0.000	cde
120	Ecotac	82.12	82.00	82.25	2	0.177	0.125	abcd
120	SuperGrainbag	82.38	82.00	82.75	2	0.530	0.375	abc
120	Yute	80.50	80.00	81.00	2	0.707	0.500	de
150	Ecotac	81.12	80.75	81.50	2	0.530	0.375	bcde
150	SuperGrainbag	81.00	81.00	81.00	2	0.000	0.000	bcde
150	Yute	78.00	77.00	79.00	2	1.414	1.000	f
180	Ecotac	81.50	81.25	81.75	2	0.354	0.250	abcd
180	SuperGrainbag	81.88	81.75	82.00	2	0.177	0.125	abcd
180	Yute	73.12	72.75	73.50	2	0.530	0.375	g
210	Ecotac	79.38	79.25	79.50	2	0.177	0.125	ef
210	SuperGrainbag	78.50	78.00	79.00	2	0.707	0.500	f
210	Yute	72.00	71.75	72.25	2	0.354	0.250	g

ANEXO 14: Evaluación Estadística Sensorial (Puntaje SCAA) en café pergamino al 14% de humedad inicial

Tabla 25: Análisis de Variancia

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
eval	7	330.770	47.253	71.297	0.000
emp	2	3.992	1.996	3.012	0.068
eval:emp	14	13.070	0.934	1.409	0.223
Residuals	24	15.906	0.663		

Tabla 26: Comparación de medias por el test de Tukey (p<0.05)

eval	emp	mean	min	max	r	Std	ste	sg
0	Ecotac	83.00	83.00	83.00	2	0.000	0.000	a
0	SuperGrainbag	83.00	83.00	83.00	2	0.000	0.000	a
0	Yute	83.00	83.00	83.00	2	0.000	0.000	a
30	Ecotac	81.75	81.75	81.75	2	0.000	0.000	abc
30	SuperGrainbag	81.88	81.75	82.00	2	0.177	0.125	ab
30	Yute	82.50	82.50	82.50	2	0.000	0.000	ab
60	Ecotac	79.75	79.50	80.00	2	0.354	0.250	abcd
60	SuperGrainbag	78.38	77.75	79.00	2	0.884	0.625	def
60	Yute	79.25	79.25	79.25	2	0.000	0.000	bcde
90	Ecotac	77.25	76.00	78.50	2	1.768	1.250	def
90	SuperGrainbag	78.50	78.00	79.00	2	0.707	0.500	cde
90	Yute	76.38	75.00	77.75	2	1.945	1.375	efg
120	Ecotac	77.00	77.00	77.00	2	0.000	0.000	defg
120	SuperGrainbag	77.50	77.00	78.00	2	0.707	0.500	def
120	Yute	76.50	76.00	77.00	2	0.707	0.500	defg
150	Ecotac	77.00	77.00	77.00	2	0.000	0.000	defg
150	SuperGrainbag	76.75	76.50	77.00	2	0.354	0.250	defg
150	Yute	76.25	76.25	76.25	2	0.000	0.000	efg
180	Ecotac	77.00	76.00	78.00	2	1.414	1.000	defg
180	SuperGrainbag	76.50	76.00	77.00	2	0.707	0.500	defg
180	Yute	76.12	75.75	76.50	2	0.530	0.375	efg
210	Ecotac	76.50	75.50	77.50	2	1.414	1.000	defg
210	SuperGrainbag	75.12	74.25	76.00	2	1.237	0.875	fg
210	Yute	73.75	73.50	74.00	2	0.354	0.250	g

**ANEXO 15: Evaluación Estadística Microbiológica (Conteo de Mohos y Levaduras)
en café verde al 12% de humedad inicial**

Tabla 27: Análisis de variancia

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
eval	4	1.678e+10	4.195e+09	7.594e+30	0
emp	2	1.983e+08	9.913e+07	1.795e+29	0
eval: emp	8	9.773e+08	1.222e+08	2.212e+29	0
Residuals	30	0.000e+00	0.000e+00		

Tabla 28: Comparación de medias por el test de Tukey (p<0.05)

Eval (días)	Emp	mean	min	max	r	std	ste	sg
45	Ecotac	6200	6200	6200	3	0	0	k
45	SuperGrainbag	6800	6800	6800	3	0	0	j
45	Yute	2900	2900	2900	3	0	0	m
90	Ecotac	7500	7500	7500	3	0	0	h
90	SuperGrainbag	7300	7300	7300	3	0	0	i
90	Yute	7700	7700	7700	3	0	0	g
135	Ecotac	40000	40000	40000	3	0	0	d
135	SuperGrainbag	61000	61000	61000	3	0	0	a
135	Yute	50000	50000	50000	3	0	0	b
180	Ecotac	48000	48000	48000	3	0	0	c
180	SuperGrainbag	37000	37000	37000	3	0	0	e
180	Yute	31000	31000	31000	3	0	0	f
210	Ecotac	4500	4500	4500	3	0	0	l
210	SuperGrainbag	7500	7500	7500	3	0	0	h
210	Yute	2300	2300	2300	3	0	0	n

**ANEXO 15: Evaluación Estadística Microbiológica (Conteo de Mohos y Levaduras)
en café pergamino al 10% de humedad inicial**

Tabla 29: Análisis de variancia

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
eval	4	6.196e+09	1.549e+09	3.903e+30	0
emp	2	6.219e+08	3.109e+08	7.834e+29	0
eval:emp	8	3.651e+09	4.564e+08	1.150e+30	0
Residuals	30	0.000e+00	0.000e+00		

Tabla 30: Comparación de medias por el test de Tukey (p<0.05)

eval	Emp	mean	min	max	r	std	ste	sg
45	Ecotac	3500	3500	3500	3	0	0	n
45	SuperGrainbag	3600	3600	3600	3	0	0	m
45	Yute	8400	8400	8400	3	0	0	g
90	Ecotac	7300	7300	7300	3	0	0	i
90	SuperGrainbag	4500	4500	4500	3	0	0	k
90	Yute	8200	8200	8200	3	0	0	h
135	Ecotac	51000	51000	51000	3	0	0	a
135	SuperGrainbag	4600	4600	4600	3	0	0	j
135	Yute	14000	14000	14000	3	0	0	f
180	Ecotac	36000	36000	36000	3	0	0	c
180	SuperGrainbag	39000	39000	39000	3	0	0	b
180	Yute	32000	32000	32000	3	0	0	d
210	Ecotac	3500	3500	3500	3	0	0	n
210	SuperGrainbag	4300	4300	4300	3	0	0	l
210	Yute	20000	20000	20000	3	0	0	e

**ANEXO 16: Evaluación Estadística Microbiológica (Conteo de Mohos y Levaduras)
en café pergamino al 12% de humedad inicial**

Tabla 4: Análisis de variancia

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
eval	4	7.111e+09	1.778e+09	5.731e+30	0
emp	2	6.701e+08	3.351e+08	1.080e+30	0
eval:emp	8	4.398e+09	5.498e+08	1.772e+30	0
Residuals	30	0.000e+00	0.000e+00		

Tabla 32. Comparación de medias por el test de Tukey (p<0.05)

Eval (días)	Emp	mean	min	max	r	std	ste	sg
45	Ecotac	6400	6400	6400	3	0	0	j
45	SuperGrainbag	6900	6900	6900	3	0	0	i
45	Yute	9000	9000	9000	3	0	0	g
90	Ecotac	9600	9600	9600	3	0	0	f
90	SuperGrainbag	3100	3100	3100	3	0	0	n
90	Yute	8000	8000	8000	3	0	0	h
135	Ecotac	4000	4000	4000	3	0	0	k
135	SuperGrainbag	29000	29000	29000	3	0	0	d
135	Yute	59000	59000	59000	3	0	0	a
180	Ecotac	32000	32000	32000	3	0	0	c
180	SuperGrainbag	40000	40000	40000	3	0	0	b
180	Yute	23000	23000	23000	3	0	0	e
210	Ecotac	3200	3200	3200	3	0	0	m
210	SuperGrainbag	1900	1900	1900	3	0	0	o
210	Yute	3400	3400	3400	3	0	0	l

**ANEXO 17: Evaluación Estadística Microbiológica (Conteo de Mohos y Levaduras)
en café pergamino al 14% de humedad inicial**

Tabla 33: Análisis de variancia

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
eval	4	1.301e+10	3.253e+09	4.385e+31	0
emp	2	1.360e+08	6.798e+07	9.164e+29	0
eval:emp	8	3.890e+08	4.863e+07	6.555e+29	0
Residuals	30	0.000e+00	0.000e+00		

Tabla 34: Comparación de medias por el test de Tukey (p<0.05)

Eval (días)	emp	mean	min	max	r	std	ste	sg
45	Ecotac	4000	4000	4000	3	0	0	l
45	SuperGrainbag	8300	8300	8300	3	0	0	j
45	Yute	4800	4800	4800	3	0	0	k
90	Ecotac	8800	8800	8800	3	0	0	i
90	SuperGrainbag	11000	11000	11000	3	0	0	g
90	Yute	9000	9000	9000	3	0	0	h
135	Ecotac	41000	41000	41000	3	0	0	c
135	SuperGrainbag	50000	50000	50000	3	0	0	b
135	Yute	51000	51000	51000	3	0	0	a
180	Ecotac	31000	31000	31000	3	0	0	e
180	SuperGrainbag	37000	37000	37000	3	0	0	d
180	Yute	23000	23000	23000	3	0	0	f
210	Ecotac	3600	3600	3600	3	0	0	m
210	SuperGrainbag	2000	2000	2000	3	0	0	n
210	Yute	4000	4000	4000	3	0	0	l

ANEXO 18. Fotografías de la Investigación



Foto 1: Acondicionamiento de tratamientos para los Análisis Físicos, Sensoriales y Químicos (mes Junio 2017)



Foto 2: Instalación de los Tratamientos a condiciones de Almacén



Foto 3: Acondicionamiento de muestras para Análisis Microbiológicos (Conteo de coliformes totales, conteo de mohos y levaduras)



Foto 4: Medición de la Humedad del grano de café con el Hidrómetro Gehaka Agri G 600



Foto 5: Análisis sensorial de los Tratamientos

1: Tueste de muestras, 2: Pesado en los pírex de catación, 3: Molido de muestras, 4: Medición de la Temperatura del agua, 5: Catación de tratamientos, 6: Evaluación del aroma, 7: Evaluación puntaje SCAA



Foto 6: Medición del pH durante la catación de café



Foto 7: Medición del Temperatura (C°) y Humedad relativa (%HR) en almacén durante la Investigación