

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

TINGO MARIA

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

DEPARTAMENTO ACADEMICO DE CIENCIAS, TECNOLOGIA E

INGENIERIA DE ALIMENTOS



**OBTENCIÓN DE LA ESENCIA DE CAFÉ (*Coffea arabica*) var. *typica* Y SU
CONSERVACIÓN EN ENVASES FLEXIBLES"**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO DE :

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTADO POR :

ROBERTS JHON SALAS RODRÍGUEZ

TINGO MARÍA - PERÚ

2,000



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Av. Universitaria S/N. Apartado Posta 156 Fax: (064) 561156 Telef. (064)561385
(065)562341 Anexo 254 E-mail: fia@unas.edu.pe Tingo María - Perú

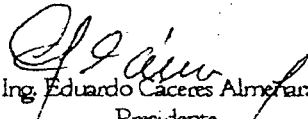
ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público el miércoles, 24 de mayo del 2000 a horas 9:00 a.m., en la sala de gados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Ubicada en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco. Para calificar la tesis presentada por el Bachiller en Ciencias Industrias Alimentarias: **Roberts Jhon SALAS RODRÍGUEZ**

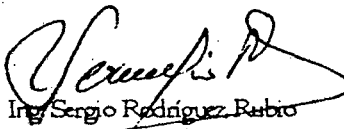
"Obtención de la Esencia de Cafe (*Coffea arabica*) Var. typica y su Conservación en Envases Flexibles"

Después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas Formuladas, la declaran aprobada con el calificativo de **BUENO** en consecuencia el Bachiller: **Roberts Jhon SALAS RODRÍGUEZ**, queda apto para Recibir el Título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias** del Consejo Universitario, de conformidad con el Art. 22° de la Ley Orgánica de la Universidad Peruana 23733; con los artículos 43° y 45° del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva; con los artículos 95° y 96° del Reglamento General de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María 25 de mayo del 2000


Ing. Eduardo Cáceres Almeyda
Presidente




Ing. Sergio Rodríguez Rubio
Vocal


Ing. Jorge Castro Gacey
Patrocinador

Carmen B.

DEDICATORIA

A **Dios**. Por ser la luz que me ilumina cada día y por ser la verdad, amor y sabiduría.

Con mucho cariño y amor a:

Mi madre, **Amada** quien con tanto sacrificio hizo de mi un profesional.

A mis hermanos: **Héctor**, **Amada**, a mi sobrino **Branco** como ejemplo para ellos, que sigan adelante.

AGRADECIMIENTO

- Al Ing. Jorge Castro Gracey, patrocinador del presente trabajo de investigación, por su asesoramiento y apoyo en la ejecución del estudio realizado.
- A la Ing. Elizabeth Ordóñez por su apoyo en los análisis respectivos.
- Al Ing. Eduardo Cáceres Almenara, por su valiosa contribución como presidente del jurado y facilidades brindadas para realizar los análisis microbiológicos.
- Al Ing. Vicente Pocomucha Poma, profesor de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, por su apoyo en la parte estadística del presente trabajo.
- A mis profesores de la Facultad de Industrias Alimentarias por las enseñanzas recibidas en el transcurso de mi formación profesional.
- A la Srta. Nelva Asencios Tarazona, por su incondicional apoyo para efectuar el presente trabajo.
- A la Biblioteca UNAS y a la Biblioteca Especializada de la FIA.
- Finalmente quiero agradecer a todos aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la ejecución del presente estudio.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en los laboratorios de Análisis de alimentos, Microbiología, Química, Análisis Sensorial, laboratorio de Espectrofotometría y laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, de la ciudad de Tingo María; utilizándose como materia prima el grano verde de café (*Coffea arábica*), de la variedad típica, procedente de la zona de Afilador, provincia de Leoncio Prado y departamento de Huánuco.

El objetivo general fue la obtención y conservación de la esencia de café, utilizando el grano de café, cuyo porcentaje de humedad fue de 12,19 %.

Para la obtención de esencia se hizo un tostado a 187,5 °C/ 15 min. Interaccionando este con (0,18 g/ml, 0,20 g/ml y 0,22 g/ml) de extracción en masa, y esto a la vez interacciono con los conservantes (0,005% de sorbato de potasio, 0,01% de metabisulfito de potasio y 0,015% de adición), obteniendo como el óptimo 0,18 g/ml. Con 0,01% de metabisulfito de potasio, con un porcentaje de cafeína de 0,53% y pH de 5,1, durante los 90 días de almacenamiento. En el análisis sensorial se determino que la muestra conservada con metabisulfito de potasio y en envases laminados tiene buena preferencia en bebidas.

En el análisis microbiológico del producto se hizo los análisis de: Enumeración de mesófilos aerobios viables (10 ufc/g), numeración de coliformes totales (< 3 ufc/ml) y recuento de Mohos y levaduras (< 3×10^2 ufc/g). De acuerdo a la naturaleza del producto se puede apreciar que los resultados están dentro de los límites microbiológicos especificados para este tipo de producto.

INDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	2
A. ASPECTOS GENERALES DEL CAFÉ	2
1. Clasificación botánica	3
2. Características botánicas	3
3. Variedades	4
4. Clima, suelo y cosecha	4
5. Estructura del grano de café	5
6. Composición química del grano de café	6
B. PROCESADO DEL GRANO DE CAFÉ	7
1. Procesado en húmedo del café	7
C. TRANSFORMACIÓN DEL GRANO DE CAFÉ EN BEBIDA	8
1. Tostado	8
2. Molienda	11
3. Extracción en masa	12
D. EL CAFÉ COMO BEBIDA	13
1. Características de la bebida	13
2. Efecto del agua sobre la bebida del café	14
E. OTROS PRODUCTOS DEL CAFÉ	14
1. Extractos especiales	14
2. Extractos con ingredientes adicionales	15
3. Esencia de café	15
4. Café embotellado para su consumo en frío	17
F. SUCEDÁNEOS DEL CAFÉ	17
1. Ingredientes adicionales	17
G. CONSERVADORES	18
1. Utilización en los alimentos	18
2. Condiciones que deben tener los conservadores	19
3. Acción de los conservadores	19
4. Aspectos sanitarios y legales	22
5. El calor y los conservadores químicos	22
6. Relación sustrato – actividad de los conservadores	23
7. Conservación de la esencia de café mediante conservadores	23
H. ACCIÓN DE MICROORGANISMOS EN EXTRACTOS LÍQUIDOS	26
1. Acción de los mohos	26
2. Acción de levaduras	26
3. Acción de bacterias	27
I. ENVASES PARA ALIMENTOS	27
1. Materiales plásticos	28
2. Laminados	28
III. MATERIALES Y MÉTODOS	30

A. MATERIA PRIMA E INSUMOS	30
1. Materia prima	30
2. Insumos	30
B. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS	31
1. Equipos de laboratorio y proceso	31
2. Materiales de laboratorio	32
3. Reactivos y soluciones	33
C. MÉTODOS DE ANÁLISIS	33
1. Caracterización del café	33
2. Análisis químico del grano de café	33
3. Evaluación de la esencia de café en almacenamiento	34
4. Análisis fisicoquímico de la esencia de café	34
5. Evaluación sensorial	34
6. Análisis microbiológico	34
D. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	35
1. Obtención del grano de café	35
2. Obtención de esencia de café	38
E. DISEÑO EXPERIMENTAL	41
1. Evaluación del grado de tostado, extracción en masa y conservantes	41
F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	42
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
A. DE LA OBTENCIÓN DEL GRANO DE CAFÉ	43
1. Flujograma de procesamiento	43
B. CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICO DEL CAFÉ	45
1. Determinaciones físicas	45
2. Del grano de café	46
C. DE LA OBTENCIÓN DE LA ESENCIA DE CAFÉ	47
1. Flujograma de procesamiento	47
2. Balance de materia y rendimiento	50
D. DE LA EVALUACIÓN DE LA ESENCIA DE CAFÉ EN ALMACENAMIENTO	51
1. Del pH	51
2. De la determinación del porcentaje de cafeína	56
E. EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA ESENCIA DE CAFÉ	61
1. Del atributo sabor	61
2. Del atributo aroma	63
3. Del atributo color	64
4. Del atributo amargor	65
5. Del atributo apariencia general	66
F. CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICO DE LA ESENCIA DE CAFÉ	66
1. Análisis fisicoquímico	66
G. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA ESENCIA DE CAFÉ	67
V. CONCLUSIONES	68
VI. RECOMENDACIONES	69
VII. BIBLIOGRAFÍA	70
VIII. ANEXOS	74

I. INTRODUCCIÓN

El café (*Coffea arábica*), es un cultivo de las regiones tropicales de selva alta o casi tropical que se encuentra difundido en el Perú. El café se consume por sus cualidades agradables y debido a su contenido de cafeína, que al ser ingerido produce efectos estimulantes, para ello se procesa el grano, a fin de obtener su esencia y ser mejor utilizado.

La esencia de café, es una forma tradicional de consumo en algunos lugares del Perú, sin embargo existe la necesidad de preservar sus atributos de aroma, sabor, para que en esta forma no se deteriore fácilmente, preservando la naturaleza de sus componentes.

Los Estados Unidos de Norteamérica consume aproximadamente la mitad de la producción mundial de café el consumo de este constituye una bebida favorita. En escala mundial el consumo de café es mayor que el de té . En nuestro país el consumo de café como bebida es bajo comparado con otros países del continente.

En nuestra zona es posible obtener esencia de café para lo cual es necesario realizar un proceso por vía húmeda, obteniéndose un producto de buena calidad y poder ser así usada en bebidas, conservando su aroma agradable. Además la esencia obtenida puede ser utilizado en la preparación de cócteles, pastelería, entre otros.

En el presente trabajo de investigación se plantean los siguientes objetivos:

- Determinar los parámetros tecnológicos para la obtención de la esencia del café.
- Evaluar las condiciones fisicoquímico, organoléptico y microbiológico de la esencia del café, luego de ser conservada en envases flexibles.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A. ASPECTOS GENERALES DEL CAFE.

En Abisinia es donde se empezó a tomar el café, como bebida, narran que los abisinios no permitían sacar el café verde para evitar que otros países disfrutaran también de este placer. A Europa llegó el primer envío por Venecia en 1615. En el siglo XVII el café comenzó a ser popular en algunos países europeos abriendo los famosos CAFES. En cuanto al cultivo en América parece ser que fue la isla de Martinica el primer lugar donde se plantó por el año 1720. Esta plantación se llevó a cabo mediante un joven árbol que fue regalado por los irlandeses al Rey Luis XIV de Francia y este lo envió a las colonias francesas.

En Colombia fueron unos misioneros españoles los que organizaron las primeras plantaciones en las riberas del Orinoco, por los años 30 del siglo XVIII. Su expansión en este país fue prodigiosa, encontrando el clima propicio. Aunque al principio el café, contó con algunos detractores, a partir del siglo XVII, se extendieron por toda Europa los famosos cafés, donde se reunían toda clase de intelectuales.

Hoy más de 20 millones de personas en el mundo viven de este producto, la mayor parte cultivando y preparando el grano de café en los países consumidores (Ranken,1993).

1. Clasificación botánica .

Ranken (1993), clasifica al grano de café de la siguiente forma :

Reyno : Vegetal

Familia : Rubiáceas

Genero : Coffea

Especie : Arábica

Al café se le conoce como coffea arábica y robusta ambas tienen importancia en el mercado mundial (**Ranken,1993**).

2. Características botánicas

El árbol de café pertenece a la familia de las rubiáceas según la especie, alcanza alturas de 3 a 12 metros. Para facilitar la recolección se suele dirigir su desarrollo de manera que adopte la forma de arbusto de 2 a 2,5 m tiene hojas correosas de color siempre verde y corto pecíolo; sus flores son blancas de olor parecido al jazmín y a partir de los cuales se forman bayas en drupa semejantes a cerezas de 1,5 cm de diámetro aproximadamente (**Egan, 1987**).

A medida que el fruto madura, se enrojece conociéndole entonces como bayas, y cuando la maduración llega a su término se le cosecha a mano, cada cafeto produce como promedio unas 2000 bayas cada año. Cada baya contiene solo dos granos de café y estos darían 4000 granos en total.

3. Variedades

La plantación de los árboles se hace por semillas o por arbolitos desarrollados en el vivero. El cultivo se realiza en un árbol tropical de la familia rubiáceas.

Hay muchos tipos de plantas o especies, pero solamente dos tienen importancia en el mercado mundial, y los clasifica en dos grupos diferentes :

3.1. Coffea arábica, Esta planta crece en zonas de altitudes entre los 600 y 2000 metros, y requiere temperaturas entre 15 y 25 grados centígrados, iluminación abundante, vientos moderados y lluvias frecuentes. Esta especie representa casi el 70% de la producción mundial.

3.2. Coffea robusta, Esta planta es más resistente que la primera y crece en altitudes inferiores a 600 metros, el árbol puede alcanzar hasta 7 metros, aunque normalmente se procura que no pase de 3 metros.

La planta de la variedad robusta es más alta que la arábica, la diferencia entre los granos arábico y robusta es notable, tanto en su apariencia como en el sabor que aportan a la taza, los granos arábigos tienen normalmente un tono más verdoso y los robustos un tono marrón y verde.

La variedad dentro de cada grupo es enorme, tanto por la calidad de la especie como por la zona de cultivo, climatología, tratamiento y preparación final en los países productores (Ranken, 1993).

4. Clima, suelo y cosecha

Ambos se cultivan en regiones de clima tropical o casi tropical, para los que constituyen importante producto de exportación, los cafetos se desarrollan a

partir de semillas en viveros y luego se transfieren al suelo de los cafetales. Después de unos cinco años producen bayas maduras (Nickerson, 1978).

La cosecha se realiza siempre a mano, pues no existe todavía ninguna maquina capaz de realizarla en condiciones aceptables, las bayas se separan de las ramas uno a uno y se colocan en recipientes diversos, cestas, sacos, recipientes de hoja de lata etc. se aconseja proporcionar a los obreros dos recipientes uno para las bayas maduras y sanas y el otro para las bayas enfermas, manchadas y secas (Coste, 1969).

5. Estructura del grano de café

El grano de café está constituida por un albumen córneo cuyos tejidos contienen almidón, sustancias grasas, azúcares, sacarosa, taninos, cafeína, etc. en un extremo se encuentra el embrión de la raicilla cónica y cotiledones, cordiformes. Reciben el albumen dos envolturas, la primera en el endocarpio (Parche), del fruto (drupa) y la segunda muy fina es el tegumento seminal (Película). (Coste, 1969)

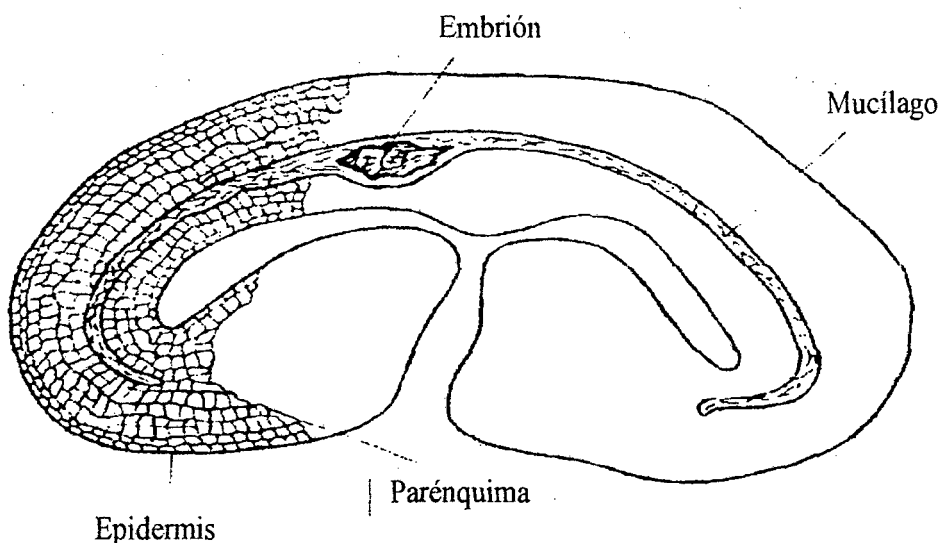


Figura 1. Estructura del grano de café

6. Composición química del grano de café

La composición de los granos de café se resume en el Cuadro 1. un 25% de la materia seca es soluble en agua, incluyendo a todos los azúcares simples, a los ácidos orgánicos, a los alcaloides y a una pequeña parte de las proteínas y de los polisacáridos, (Ranken, 1993). Así mismo en el Cuadro 2, se muestra la composición proximal del café tostado en porcentaje.

Cuadro 1. Composición proximal de los granos de café y porcentaje

Componentes	Arábica (%)
Carbohidratos	
Azúcares Reductores	1
Sacarosa	7
Pectinas	2
Pentosanos y Almidones	15
Celulosas y Ligninas	30-35
Proteínas(N x 6,25)	10-15
Ácidos Orgánicos	
Ácidos Clorogénicos	7
Otros Ácidos (Málico, Cítrico, Tartárico, etc)	1
Alcaloides	
Cafeína	1
Trigonelina	1
Lípidos	
Aceite de Café	14
Minerales	
Cenizas	4

Fuente: Ranken (1993).

B. PROCESADO DEL GRANO DE CAFÉ

1. Procesado en húmedo del grano de café

En general, con el procesado en húmedo se consigue un café de mayor calidad.

A este tipo de procesado sólo deben someterse bayas maduras (Varnam, 1997) la clasificación también es necesaria para organizar las bayas en función del tamaño, lo cual permitirá un rendimiento eficaz de las máquinas despulpadoras. El sistema de clasificación más práctico lo constituye la flotación que consta como mínimo de dos etapas. En una primera etapa se eliminan las piedras y la tierra, y en la segunda etapa se clasifican las bayas.

El despulpado consiste en la separación de la piel de la baya de café y de la porción blanda de la pulpa y se considera que es la etapa más importante del proceso húmedo del café. Es esencial realizar el despulpado lo antes posible para evitar la aparición de fermentaciones y el consiguiente desarrollo de malos aromas y sabores. El proceso debe realizarse en las 12-24 h siguientes a la recolección, pero de no ser viables las bayas deben conservarse sumergidas en agua.

En la fermentación se elimina todo fragmento de pulpa todavía adherido a los granos y la capa mucilaginoso, dejando los granos con sólo la cubierta apergaminada.

Los principales cambios que acontecen en la fermentación están producidos por las enzimas degradadoras de pectina por diversas enzimas hidrolíticas. La duración de la fermentación depende de la temperatura y en condiciones extremas puede variar desde 6 hasta 80 h. Sin embargo, en la mayoría de los casos la fermentación se realiza en unas 24 h. Tras la fermentación los granos se lavan en un Tambor giratorio (Varnam, 1997).

Tras la etapa de fermentación, el café consiste en granos rodeados de una cubierta húmeda apergaminada. Antes de eliminar esta cubierta es necesario secar el café, ya sea mediante un secado al sol, con aire caliente, o combinando ambos métodos. La humedad del café apergaminado es relativamente constante, alrededor de 57%, y un secado al sol suele durar 8-10 días hasta alcanzar un contenido en humedad 12% o menor.

Una creencia muy generalizada es que un periodo de exposición al componente ultravioleta de la radiación solar mejora el color del grano (Varnam, 1997).

Para liberar el grano de café es necesario eliminar la cutícula apergaminada superficial.

Al igual que el descascarillado del café procesado en seco, esta operación se suele realizar en plantas centralizadas. Para ello, se emplean dos clases de máquinas; la más común consiste en un tornillo helicoidal rotatorio alargado, cuyo paso rosca aumenta según se avanza hacia la zona de descarga. El segundo tipo de máquina, menos frecuente, se basa en el molino de impacto, en el que la capa apergaminada se rompe físicamente antes de su eliminación (Varnam, 1997).

C. TRANSFORMACIÓN DEL GRANO DE CAFÉ EN BEBIDA

En la transformación del grano café en una bebida están implicadas varias etapas. De todas ellas, sólo la primera etapa, el tostado, se lleva a cabo invariablemente en un lugar centralizado. El resto de las etapas se pueden efectuar, bien en un lugar centralizado, o bien en un lugar de consumo, incluido el hogar.

1. Tostado

la primera etapa del tostado consiste en la eliminación de la humedad. El tostado propiamente dicho comienza cuando la temperatura del grano de café alcanza unos 200°C. La duración del tostado varía de 5 a 30 minutos.

1.1 Tipos de tostado

El tostado es un proceso que depende de la temperatura, y en el se inician importantes cambios químicos. Tiene lugar una pérdida de materia seca, principalmente en forma de CO₂ gaseoso y otros productos volátiles de la pirolisis. Muchos de los compuestos de la pirolisis son importantes para determinar el aroma del café. Sin embargo, una alta proporción queda retenidos en el café junto con un 50% de CO₂. De un modo grosero se puede correlacionar la pérdida de materia seca con el grado de tueste:

Tostado suave, con pérdidas del 3-5% (además de la pérdida de humedad), tostado medio, 5-8%; y tostado fuerte, 8-14% (Varnam, 1997).

1.2 Grado de Tostado

Determina muchas de las propiedades del sabor y del aroma del café preparado. El color de los granos también varía en función de la intensidad del tostado y puede utilizarse como base de un sistema simple de clasificación. Con el tostado se producen cambios físicos, como la disminución de la densidad debida al inflamamiento de los granos (popping). Esto depende del grado y de la velocidad de tueste y se manifiesta en la menor densidad del café molido (Varnam, 1997).

1.3 Equipos para el Tostado

Los tostadores son hornos que trabajan en continuo o de modo discontinuo. Los sistemas americanos utilizan un cilindro giratorio perforado que contiene los granos. Los gases calientes procedente del quemador pasan directamente a través del tambor perforado y de los granos de café y se reciclan a través del quemador.

Los equipos europeos utilizan generalmente cilindros sin perforaciones, utilizando sus paredes como cambiadores de calor (Ranken, 1993).

1.4 Composición química del café tostado.

La composición del café tostado se resume en el Cuadro 2. Algunos componentes del aceite se evaporan, mientras que otros se rompen en compuestos más sencillos. Aunque algunas de las sustancias solubles en agua del grano de café se descomponen o se insolubilizan, algunos polisacáridos, especialmente el almidón se rompen y por lo tanto se hacen más solubles. Como resultado alrededor de 25-30% del peso del grano tostado es fácilmente soluble en agua caliente (Ranken, 1993).

Cuadro 2. Composición aproximada del café tostado (% en peso seco)

Componentes	Café tostado(%)
Carbohidratos	
Azúcares reductores	1
Azúcares caramelizados	17
Celulosa y Lignina	35-38
Proteínas(N x 6,25)	12-15
Ácidos orgánicos	
Clorogenico	4
Cafeico	0,5
Quínico	0,5
Otros no volátiles(málico, cítrico, etc.)	1
Ácidos volátiles	0.4
Alcaloides	
Cafeína	1-2
Trigonelina	1
Lípidos	
Aceite	15
Sustancias fenólicas	4
Minerales	
Cenizas	4
Sustancias volátiles	
Anhídrido carbónico	2
Esencia	0,4

Fuente: Ranken (1993)

2. Molienda.

La molturación del café es necesaria para permitir una rápida extracción por el agua caliente del material soluble. El tamaño de partícula del café molido puede variarse y según sea el método de extracción para preparar la bebida se requiere un determinado tamaño de partícula especialmente a nivel doméstico (Varnam, 1997).

El grado de tostado molido depende del uso al que destinara el café. En el caso del grano entero (6,0 mm), grano fragmentado (3,0 mm), percolador (1,5 mm), mediano (1,0 mm), drip (0,75 mm) y fino (0,38 mm). Estos valores están dados, como valores mínimos (Potter, 1992).

Con la molienda se libera parte del CO₂ del café. Una elevada proporción se libera durante y después del molido. Sin embargo una notable cantidad puede estar retenida, especialmente si la molturación es grosera. Sin embargo, en el caso del café de partícula grosera se suele retrasar su envasado durante algunas horas para permitir la liberación del CO₂ (Varnam, 1997).

2.1 Equipos de molienda.

La molturación del café a escala industrial se realiza casi invariablemente mediante el uso de molinos de rodillos. Más que una acción aplastante lo que se precisa es una acción de cizalla, y esto se consigue con grupos de pares de rodillos con una superficie especialmente ranurada. La molienda en una sola etapa raramente se utiliza ya que con este proceso se obtiene una amplia distribución del tamaño de partícula y una alta proporción de partículas muy finas.

Molinos de rodillos múltiples que consisten en grupos de pares de rodillos en un número de 2 a 4 pares. El tamaño de los granos de café se reduce progresivamente según se va avanzando por los diferentes pares de rodillos empleado (Varnam, 1997).

2.2 Escala de tamaño de tamices

Los datos de aberturas de los diferentes tipos de tamices se resumen en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Escala de tamaños de tamices Tyler Estándar

mm	Abertura del tamiz equivalente de Tyler
3,36	6 mallas
2,83	7 mallas
2,38	8 mallas
2,00	9 mallas
1,68	10 mallas
1,41	12 mallas
1,19	14 mallas
1,00	16 mallas
0,841	20 mallas
0,707	24 mallas
0,595	28 mallas
0,500	32 mallas
0,420	35 mallas
0,354	42 mallas
0,297	48 mallas
0,105	150 mallas
0,088	170 mallas
0,054	200 mallas
0,063	250 mallas
0,053	270 mallas
0,044	325 mallas
0,037	400 mallas

Fuente: Geankoplis (1982)

3. Extracción en masa

La extracción del café es fundamentalmente un proceso físico que consiste en la transferencia de masa de los compuestos que se pueden difundir de la fase sólida a la líquida. En los sistemas modelo se puede comprobar que el rendimiento de la extracción aumenta al incrementar la temperatura del solvente y al disminuir el tamaño de la partícula.

El rendimiento disminuye al aumentar la intensidad del tueste y al aumentar la relación café molido:solvente. El efecto de la agitación es mínimo. La proporción de café molido y agua están dados en un rango de (18 a 22%) del peso del grano. La sobre extracción (22 a 30 %) da una bebida excesivamente amarga (Hermann, 1990).

La extracción no es un simple fenómeno de difusión sino que presenta dos fases:

3.1 Fase de lavado

En esta fase se extraen los solubles libres. Las sustancias solubles de la superficie se disuelven instantáneamente y se transfieren al extracto mediante un mecanismo de convección.

3.2 Fase de difusión

En esta fase se solubilizan las sustancias solubles de las partículas celulares.

Durante la fase de lavado se obtiene más del 90% de las sustancias solubles.

Es por esta razón que sólo esta fase tiene importancia práctica (Varnam,1997).

D. EL CAFÉ COMO BEBIDA

La bebida como el café se consume por su sabor agradable y por su efecto estimulante.

Servidas calientes, como el café o heladas, como frecuentemente se hace con el té, proporcionan una temperatura deseable que contrasta con los alimentos. Se consume más café que té (Potter, 1992).

1. Características de la bebida

Quienquiera que prepare y sirva café, hará bien en tener en cuenta el consejo de Brillat-Savarim de "dejar al ama de casa, ver si el café es excelente". La bebida de café de primera clase es clara y tiene un gran aroma. El color, que puede variar desde un ámbar profundo hasta un

café, depende de lo fuerte de la extracción y el grado de tostado. El buen café tiene una sensación sedosa sobre la lengua. Tiene un sabor suave y es ligeramente astringente, no insípido ni excesivamente amargo (Hermann, 1990).

2. Efecto del agua sobre la bebida del café.

El agua utilizada para preparar el café influye en la calidad de la bebida. Naturalmente el agua blanda es mejor. El agua puede ser llevada al punto de ebullición antes de aplicarse el grano molido pero no debe continuar hirviendo. El agua hervida es insípida debido a la pérdida de aire disuelto. El café elaborado con el agua de esta manera también se hace insípido. Las sustancias disueltas en el agua que afectan el sabor de esta probablemente influye también en el sabor de la bebida. Los iones de carbonato o bicarbonato en el agua prolonga el tiempo que el agua permanece en contacto con los granos molidos, igual que la presencia de iones de sodio en el agua ablandada por intercambio de iones (Potter, 1992).

E. OTROS PRODUCTOS DEL CAFÉ

1. Extractos especiales.

La mayoría de los extractos de café instantáneos son mezclas que suelen contener notables cantidades de café robusta. Recientemente se ha introducido el café cappuchino instantáneo y el café espresso instantáneo. El café cappuchino instantáneo en polvo es una mezcla de extracto deshidratado de café con un blanqueante (Lactosuero en polvo, leche desnatada y aceite vegetal), mientras que el café espresso instantáneo en polvo consiste en una mezcla en un extracto de café

deshidratado en polvo con granos de café intensamente tostados y molidos (Varnam, 1997).

2. Extractos con ingredientes adicionales.

A los extractos de café, se les puede adicionar ingredientes como la achicoria y el higo, que también pueden emplearse como sucedáneos directos. Estos ingredientes son de manera relativamente sencillo y presenta un elevado contenido en sólidos solubles. Su uso no obedece exclusivamente a razones económicas si no que hay muchos consumidores que prefieren las mezclas de café con achicoria (Varnam 1997).

3. Esencia de café

La esencia de café es un producto bien conocido. Es necesario que contenga una alta cantidad de azúcar para poder almacenarlo a temperatura ambiente sin que sufra alteraciones microbiológicas, por lo que los productos tradicionales de esencia de café son alimentos con un contenido en humedad intermedio.

El sabor y aroma de las esencias de café tradicionales es característico, y las personas de mayor edad pueden preferirlo al de otros extractos deshidratados más auténticos. Estos preparados son realmente productos nicho, que encuentran aplicación no sólo como bebida, sino también como agentes aromatizantes para las tartas caseras, etc. Además de las ya existentes esencias de café conservadas mediante la adición de azúcar se han intentado desarrollar esencias ultra congeladas, pero no han tenido éxito (Varnam 1997).

Los extractos líquidos de café consiste en una mezcla de una decocción concentrada de café y azúcar adicionada. Estos productos también incluyen mezclas con achicoria o extractos de higo (Egan, 1987).

3.1 Calidad del Extracto.

Un porcentaje de extracción tras la filtración de 18 a 22% del peso de la moltura, es el óptimo para el aroma.

La calidad de la bebida su fuerza, depende igualmente de la cantidad de café utilizado, no existe una cantidad estándar, el único juez es el gusto del consumidor en Estados Unidos de Norteamérica se ha averiguado mediante una encuesta, que por término medio, se utiliza 8g de polvo por 170g de agua, lo que da una taza grande (150g).

En Francia una encuesta realizada por el comité de café a proporcionado resultados muy semejantes alrededor de 8,5g (Coste, 1969).

Roskamp (1996), menciona que los valores de pH del extracto deben estar en un rango de (4,5-5,2), valores superiores a 5,2 da una bebida ligeramente amarga y valores inferiores 4,5 da una bebida ligeramente ácida.

3.2 Contenido de Cafeína.

Las propiedades estimulantes de la cafeína fueron el factor que determino la domesticación del café y de los otros cultivos en que se encuentra. La bebida de café no tiene valor nutritivo, se consume por sus efectos estimulantes debido principalmente al 1,1% de cafeína que contiene las variedades arábicas y 2,2% de cafeína en los tipos robustos (Jay, 1993).

Para la determinación de cafeína en extractos de café líquido, los mínimos de cafeína establecidos es de 0,5 % (Lees, 1982).

Ranken (1993), reporta valores de esencia de café como mínimo de 0,4%.

4. Café embotellado para su consumo en frío.

Se ha intentado elaborar un café embotellado y listo para beber en frío. La tecnología involucrada es relativamente simple y consiste en la preparación de una infusión de la concentración adecuada, su pasterización a 70°C y su filtrado. Con la bebida preparada se llenan en condiciones asépticas botellas pre-esterilizadas. Los productos de este tipo se han comercializado a pequeña escala. La estabilidad de estos productos depende mucho del pH inicial y de la caída del mismo durante el periodo de almacenamiento (Varnam, 1997).

F. SUCEDÁNEOS DEL CAFÉ.

A lo largo de los tiempos se han utilizado una gran variedad de plantas para preparar sucedáneos del café. En muchos casos, los sucedáneos surgieron como respuesta a los altos precios del café o la falta de disponibilidad del mismo. Sin embargo también existe un deseo por parte de muchos consumidores de evitar la cafeína (Varnam, 1997).

1. Ingredientes Adicionales.

La raíz de la achicoria (*Cichorium imtybus*) es el sucedáneo más corriente.

Se trata de una planta perenne y en Europa se arrancan las raíces durante el otoño.

Los cereales tostados, y en particular la cebada, aunque también la malta, centeno, trigo y maíz, han alcanzado una gran popularidad dentro del mercado de los productos sanos, en el cual la preocupación fundamental es el consumo de cafeína.

En diferentes momentos se han utilizado como sustitutos del café una gran variedad de plantas. Entre estas se cuentan los higos, las bellotas, las semillas de diversas leguminosas, la algarroba y la raíz de remolacha (Varnam, 1997).

G. CONSERVADORES

Dentro de los procedimientos de conservación de los alimentos podemos distinguir dos grupos:

- Conservación por Procedimientos Físicos.
- Conservación por Procedimientos Químicos.

La esterilización, pasteurización, refrigeración, congelación, etc, son procedimientos físicos de conservación de los alimentos, que son el sistema más natural e inocuo conocido.

Los conservadores químicos son sustancias que se añaden a los productos alimenticios para protegerles de alteraciones biológicas, como fermentación, enmohecimiento y putrefacción (Madrid, 1994).

1.- Utilización en los alimentos.

Los alimentos y compuestos químicos usados como conservadores pueden dividirse por razones de conveniencia en sustancias inorgánicas y orgánicas.

En las inorgánicas se encuentran los ácidos inorgánicos y sus sales (cloro, sodio, hipocloritos, nitritos y nitratos, sulfito y ácido bórico y boratos), también los álcalis y sus sales alcalinas, metales, halógenas, peróxido y gases.

En los orgánicos están los ácidos orgánicos y sus sales (Láctico, acético, propiónico y cítrico o sus sales), también está el benzoato sódico, ácido salicílico y los salicilatos, ácido sórbico y sus sales (Frazier , 1972).

En el Cuadro 4, se indican los conservadores autorizados para usos alimentarios mencionados por (Madrid, 1994).

2. Condiciones que deben tener los conservadores

- No ser tóxicos ni perjudiciales en las dosis a que son añadidos a los alimentos.
- No se deben utilizar para enmascarar ingredientes o alimentos en mal estado, ni procesos de fabricación fraudulentos.
- Deben ser de fácil identificación analítica (Madrid, 1994).

3. Acción de los conservadores

Por lo general el término conservadores excluye a materiales como sal y ácido acético que se han utilizado desde tiempos inmemorables para conservar el alimento por encurtido los materiales que oficialmente se clasifican como conservadores se incluyen en 4 grupos: antimicrobianos, antioxidantes, secuestrantes y fumigantes.

El grupo antimicrobiano inhibe el crecimiento bacteriano, ciertos mohos y levaduras, los antioxidantes inhiben el ataque de oxígeno sobre los alimentos más que el ataque de bacterias. Funcionan interrumpiendo las reacciones en cadena al absorber radicales libre o átomos de oxígeno y oxidándose ellos mismos a productos inocuos como las quinonas.

El tercer grupo de conservadores son los secuestrantes la oxidación de los alimentos se cataliza con residuos de metales que pueden existir naturalmente en los alimentos (por ejemplo, las papas se ennegrecen cuando se pelan y se

exponen al aire), o pueden entrar al alimento procedentes de la maquinaria de proceso.

La última clase de conservadores, los fumigantes, abarcan los materiales tradicionales utilizado para conservación por ahumado y también los agroquímicos (Wittcoff, 1997).

En el Cuadro 5, se muestra la acción de los conservadores más usuales frente a los microorganismos en el que sobresale el ácido sórbico y ácido benzoico inhibe levaduras mohos y bacterias.

Cuadro 4. Relación de conservadores autorizados para usos alimentarios.

Número	Denominación
E-200	Ácido Sórbico
E-201	Sorbato Sódico (sal sódica del ácido sórbico)
E-202	Sorbato Potásico (sal potásica del ácido sórbico)
E-203	Sorbato Cálcico (sal cálcica del ácido sórbico)
E-210	Ácido Benzoico
E-221	Sulfito Sódico
E-222	Sulfito Ácido de Sodio (bisulfito sódico)
E-223	Disulfito Sódico (metabisulfito sódico o pirosulfito sódico)
E-224	Disulfito Potásico (metabisulfito potásico o pirosulfito potásico)
E-226	Sulfito Cálcico.
E-230	Bifenilo (difenilo)
E-231	Ortofenilfenol
E-232	Ortofenilfenato Sódico
E-234	Nisima
E-236	Ácido Fórmico
E-237	Formiato Sódico (sal sódica del ácido fórmico)
E-238	Formiato Cálcico (sal cálcica del ácido fórmico)
E-239	Hexametilentetiamina.
E-240	Formaldehido

Sustancias Destinadas Principalmente a otros usos pero que pueden tener una acción conservadora secundaria.

E-249	Nitrito Potásico
E-250	Nitrito Sódico
E-251	Nitrato Sódico
E-252	Nitrato Potásico
E-260	Ácido Acético
E-261	Acetato Potásico
E-262	Acetato Sódico
E-262	Diacetato Sódico
E-262	Acetato Cálcico
E-270	Ácido Láctico
E-280	Ácido Propiónico
E-281	Propionato Sódico (sal sódica del ácido propiónico)
E-282	Propionato Cálcico (sal cálcica de ácido propiónico)
E-283	Propionato Potásico (sal potásica del ácido propiónico)
E-290	Anhidrido Carbónico.

Fuente: Madrid (1994)

4. Aspectos sanitarios y legales.

La premisa más importante para el uso de una sustancia como conservador de alimentos es que no ofrezca peligro para la salud.

De los muchos criterios para enjuiciar la inocuidad fisiológica de una sustancia para añadir a los alimentos se tiene en cuenta las siguientes: toxicidad aguda, subcrónica y crónica, acción cancerígena, mutagénica, teratógena y comportamiento bioquímico. (Luck, 1981).

Cuadro 5. Actividad de algunos conservadores frente a los microorganismos presentes en alimentos.

Conservadores	Microorganismos		
	Bacterias	Levaduras	Mohos
Sulfitos	••	•	•
Ácido Fórmico	•	••	••
Ácido Propiónico	•	••	••
Ácido Sórbico	•	•••	•••
Ácido Benzóico	••	•••	•••

Fuente: Luck (1981).

Leyenda:

- Buena Actividad
- Actividad Media
- Poco Activo.

5. El calor y los conservadores químicos

Los conservadores químicos deben ser termoestables y que garanticen la protección contra los microorganismos. (Frazier, 1972).

Los conservadores disminuyen los valores de temperatura y tiempo necesario para destruir los microorganismos por lo tanto, si hay conservador, los gérmenes mueren con más rapidez que si no lo hay. La inactivación de las

levaduras por el calor se aceleran de 30 a 80% en presencia de ácido sórbico o ácido benzoico (Luck, 1981).

6. Relación sustrato – actividad de los conservadores

La finalidad es prevenir el crecimiento microbiano de hongos, levaduras y bacterias. No cualquiera de ellos es adecuado para todos los alimentos, ya que su efectividad depende de varios factores:

- 6.1. **Especificidad de acción:** Algunos tienen un espectro muy amplio de acción, mientras que otros son específicamente efectivos contra un determinado tipo de microorganismos.
- 6.2. **Composición del alimento:** El pH, la fuerza iónica, la actividad acuosa, la disponibilidad de nutrientes para los microorganismos etc., son parámetros que afectan igualmente la acción de los conservadores.
- 6.3. **Nivel inicial de la contaminación:** Los productos altamente contaminados no pueden controlarse con la adición normal de estos aditivos.
- 6.4. **Manejo y distribución del producto terminado:** La conservación de los alimentos no sólo debe recaer en los aditivos, sino que se requiere de un manejo adecuado para evitar nuevas contaminaciones microbianas. (Badui, 1984).

7. Conservación de la esencia mediante conservadores.

7.1. Ácido sórbico

Este ácido ($\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}=\text{CHCOOH}$) y sus sales de sodio y de potasio se usan en una concentración $< 0,3\%$ en peso para inhibir el crecimiento de hongos y levaduras en los alimentos con un pH hasta 6,5; su efectividad aumenta al reducir el pH, es decir, la forma sin disociar es la

activa se emplea en quesos, encurtidos, jugos de fruta, pan, vino, pasteles, mermeladas y otros. (Badui, 1984).

El Ácido Sórbico y sus sales sódica y potásica tienen un gran poder de inhibición del desarrollo de mohos y levaduras, aunque su acción no es tan eficaz con las bacterias, se utiliza en la conservación de todo tipo de alimentos (bebidas refrescantes pasteurizadas, caramelos productos de confitería, conservas vegetales, zumo, etc.) (Madrid, 1994).

La aplicación mas importante de los sorbatos es su uso como fungistático en alimentos tales como los quesos en los productos de panadería, en los zumos de fruta en bebidas, en los aderezos, para ensaladas, etc., en el caso de los mohos la inhibición puede ser debida a la inhibición del sistema enzimático de la deshidrogenasa frente a las endosporas que germina, el sorbato impide la excrecencia de las células vegetativas (Jay, 1993).

7.2. Dióxido de azufre y sulfitos

El Dióxido de azufre y varios sulfitos, entre los que se incluyen el sulfito sódico, el sulfito potásico, el bisulfito sódico, el bisulfito potásico, el metabisulfito sódico y potásico producen ácido sulfuroso que es el compuesto químico activo que actua como antimicrobiano.

La eficiencia del ácido sulfuroso aumenta a valores bajos del pH. Para explicar el modo de acción del ácido sulfuroso sobre las células microbianas, se han propuesto varios mecanismos, que incluye la relación de enlaces disulfuro, la formación de compuestos carbonilo, la reacción de los grupos cetonas y la inhibición de los mecanismos respiratorios. Además de utilizarse por su acción antimicrobiana, los sulfitos también se

emplean en algunos alimentos para impedir las modificaciones tanto de origen enzimático como de origen no enzimático y la modificación de su color. (Frazier, 1972).

Los metabisulfitos de sodio y de potasio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ y $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$) son polvos y cristales con una alta solubilidad en agua (la menor es de 250 mg/ml), por lo que se aplica en un gran número de alimentos sin ningún problema, la proporción de cada especie química que se produce está en función del pH, ya que por ejemplo a 4,5 se tiene una alta cantidad de bisulfito y a medida que se reduce el pH, se favorece la forma no disociada del ácido sulfuroso, considerado como el agente propiamente activo contra los microorganismos. (Badui, 1984).

El ácido sulfuroso y sus sales pertenecen a las sustancias conservadores con mayor actividad antibacteriana. Su acción contra las bacterias es más intensa contra las levaduras y los hongos. La mayor parte de las bacterias ya a pH 6 son inhibidos por 50-100 ppm de sulfito sódico. Esta concentración corresponde a 32-64 ppm, de ácido sulfuroso o 25-50 ppm de SO_2 (Luck, 1981).

7.3 Mezcla de conservadores

En la práctica es corriente el empleo de mezcla de sustancias conservadores, con objeto de aumentar o ampliar el espectro de acción e intensificar la actividad antimicrobiana, existen maneras de combinar dos o más sustancias conservadoras, entre estos tenemos: adición, sinergismo y antagonismo. La adición significa que se suma las actividades de los componentes por separado, el sinergismo quiere decir que se necesita una concentración menor del combinado para inhibir a los microorganismos

que con cada uno de los componentes por separado y el antagonismo es el efecto contrario, es decir es necesario, emplear mayor concentración de la mezcla que los componentes aislados. (Frazier, 1972).

H. ACCIÓN DE MICROORGANISMOS EN EXTRACTOS LÍQUIDOS

De acuerdo a su composición y a la formación química las bebidas, los jugos, mostos azucarados y pulpas de frutas, presentan buenas condiciones para el crecimiento y desarrollo de los microorganismos originando transformaciones perjudiciales como descomposición de azúcares y producción de alcohol y dióxido de carbono para su control se debe trabajar con tratamientos rápidos y limpieza adecuada (Muller, 1981).

1. Acción de los mohos

La alteración por los deuteromicetos y la formación de micotóxicas, se acondicionan al medio aeróbico, formando un micelio blanco algodonoso, entre ellos tenemos al *penicillium* y *aspergillus*, que dan un color y sabor a mohos, de otro lado destruyen los ácidos de la fruta como el ácido cítrico y el ácido ascórbico o sintetizan otros como el glucónico y el oxálico o modificando el pH y el sabor del jugo (Muller, 1981).

2. Acción de levaduras

La alteración de levaduras es de más frecuencia en los jugos, por las condiciones favorables de pH, condiciones nutritivas y presencia de oxígeno, las levaduras originan turbidez, sedimento y velos en forma de natas, y sus productos metabólicos sobre todo el alcohol etílico y CO₂ por efecto de la fermentación, también forma ácido acético, entre las levaduras alterantes de los jugos se tienen. Especialmente la presencia de *saccharomyces*, *hansenula*, *candida*, *pichia* sp y *pichia farinosa* (Frazier, 1972).

3. Acción de bacterias

Los jugos alterados por bacterias son generalmente turbios y ricos en ácido láctico o butírico, a veces hay formación de gas, las bacterias que originan ácido acético, crecen formando en la superficie un velo o película mucilaginosa que puede hundirse o formar un anillo en las paredes de la vasija, (Frazier, 1972).

Las bacterias fermentan y alteran los jugos por fermentación de las azúcares, casi siempre son bacterias lácticas heterofermentativas, como *Lactobacillus pastorianus*, *Lactobacillus brevis* y *Leuconostoc*, y también por bacterias homofermentativas, como *Lactobacillus arabinosus*, *Lactobacillus leichmanii* y *Microbacterium*. (Frazier, 1972).

I. ENVASES PARA ALIMENTOS

Las propiedades físicas de los materiales plásticos (polímeros) presentan algunas diferencias notables cuando se comparan como materiales tradicionales tales como metal o vidrio. Los polímeros suelen ser más blandos y más flexibles. En términos técnicos su coeficiente de rigidez disminuye con el incremento de la temperatura y este hecho varía para los distintos polímeros. Los polímeros muestran también deslizamiento o movimiento al ser sometidos a tensiones, principalmente a elevadas temperaturas. Este fenómeno supone, por ejemplo que el cierre de los recipientes mediante junta doble debe efectuarse en forma óptima en recipientes de plásticos tratados en autoclave ya que deben soportar las fuerzas ejercidas por las elevadas temperaturas alcanzadas durante su tratamiento térmico (Rees, 1994).

Beneficios para el consumidor a favor de los envases de plástico que pueden ser calentados son:

- Irrompibilidad.
- Imagen Higiénica.
- Facilidad de Transporte.

1. Materiales plásticos

Los principales materiales usados para la preparación de embalajes (recipientes, láminas, películas, revestimientos) plásticos, son altos polímeros, siendo las más importantes para alimentos los siguientes: celulosa, regenerada, acetato de celulosa, poliaminada, hidrocloreuro de caucho, resina poliéster, resina de polietileno, cloruro polivilideno y cloruro de vinilo. (Potter, 1992).

En el Cuadro 6, se encuentra algunas láminas compuestas utilizadas en el envasado de alimentos.

2. Laminados

La terminación y el revestimiento por extrusión son técnicas importantes para la fabricación de materiales destinados para envases de plásticos que pueden ser tratados en autoclave. Esta técnica empleará la extrusión de una delgada película de material directamente sobre el material estructural principal tal como una hoja de aluminio o una película de poliéster orientado y posteriormente pasar esto a través de rodillos compresores para refrigeración y pulido. (Rees, 1994).

La fabricación de envases laminados constituidos por dos o más películas, mejora su aspecto su impermeabilidad o su resistencia mecánica. El método más versátil de elaboración consiste en el laminado por adhesión (pegado en seco), en este sistema se aplica sobre cada uno de las láminas que van a componer el material, una capa adhesiva, que se deja secar, seguidamente las

láminas se pegan por presión entre dos rodillos. Los adhesivos más corrientemente empleados son los de dos componentes a las de uretanos constituidos por una resina de polyéster o polieter.

Con un agente polimerizante a base de isocianato. No todas las películas constituidas por polímeros pueden pegarse por este sistema, para que ello sea posible ambas deben ser de característica semejante y la tensión de la película, la distribución del adhesivo y las condiciones de secado deben controlarse cuidadosamente, para que no se doblen o delaminen. (Fellows, 1994).

Cuadro 6. Algunas láminas compuestos utilizados en el envasado de alimentos

Utilización	Tipo de alimentos
Polipropileno-Vinilacetato de Etileno	bacón, queso, carnes cocidas envasados en atmósfera modificada
Celulosa polietileno-celulosa	tortas, pan crujiente, bacón, café, carnes cocidas, queso
Acetato de celulosa –papel de aluminio –polietileno	sopa deshidratadas
Poliéster metalizado-polietileno	café, leche en polvo, bolsas de envases de escamas de patatas, alimentos congelados, alimentos envasados

Fuente: Fellows (1994)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos experimentales del presente trabajo de investigación se llevaron a cabo en los Laboratorios de la Universidad Nacional Agraria de la Selva ubicado en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco que se encuentra ubicada a 664 m.s.n.m. de altitud y con una temperatura que varía de los 18 a 30 °C (promedio anual de 25 °C). Se desarrollo en el periodo de Marzo de 1999 a Diciembre de 1999.

A. MATERIA PRIMA E INSUMOS

1. Materia prima

La materia prima con lo que se trabajo fue grano de café (*coffea arabica*) de la variedad Typica, procedente de la zona de Afilador distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco.

2. Insumos

2.1. Metabisulfito de potasio ($K_2 S_2 O_5$)

Son polvos y cristales con una alta solubilidad en agua (La κ es de 250 mg/ml), por lo que se aplican en un gran número de alimentos sin ningún problema, en las concentraciones empleados normalmente (500 ppm como máximo) no generan olores indeseables (**Badui, 1984**).

2.2. Sorbato de potasio (SKO)

Se usan en una concentración de 50 a 200 ppm para inhibir el crecimiento de hongos y levaduras en los alimentos con un pH hasta de 6,5. Su solubilidad en agua es baja (0,16 g/100ml), es preferible usar los sorbatos que son mucho más solubles, a 20 ppm actúan protegiendo contra las levaduras (**Luck, 1981**).

2.3. Mezcla de conservantes ($K_2S_2O_5$ + SKO)

Mediante la adición significa que se suma la actividad de los componentes por separado. Para dar una combinación de mayor complejidad sin que se forme, a parte de esta, otra clase de compuesto (Barcelo, 1976).

2.4. Envases

Los envases que se utilizaron fueron bolsas bilaminados o laminados, conformado por una lámina interna de polietileno y la externa por una lámina de aluminio cubierto por una capa fina de polietileno apropiada para alimentos.

B. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS

1. Equipo de laboratorio y proceso

- Cocina a gas propano de dos hornillas, marca SIGESA, Perú.
- Estufa científica, marca LABORMUSZERIPARI, modelo Muvek, rango de vacío de 1.0 Kp.cm^{-2} , Hungría.
- pH- metro, marca ORION, rango 0-14, Estados Unidos.
- Equipo de baño maría, marca MEMMERT, modelo W.B., tipo OB- 745, Alemania.
- Mufla, marca ESZTORGOM, tipo LR-201 temperatura máxima hasta 1200°C , Hungría
- Cafetera eléctrica, marca IMACO, modelo CM-980, Perú.
- Espectrofotómetro de Luz Ultravioleta, marca SHIMADZU, modelo P/N 206-62409, tipo UV- 1201, rango 200- 1100 nm., ABS de $-0,3$ a 3 , %T de 0 a 200, Estados Unidos
- Espectrofotómetro de Luz visible, marca BAUSCH, modelo Lomb, tipo S-20, rango 340- 960 nm, ABS 0-2, %T 0-100, Estados Unidos

- Balanza electrónica, marca SARTORIUS, sensibilidad 0.0001 g, Estados Unidos
- Refractómetro de mesa, marca CARL ZEIS, Mod. Fok. Tipo OG-101 rango de 0- 80 %
- Potenciómetro, marca SCHOTT, modelo CG-840, rango de 0 a 14 %, Estados Unidos
- Agitador magnético, marca LABORMIN, mod. SAZ-0,3, tipo LE-301, Hungría
- Selladora térmica para laminados, tiempo de sellado de 10-18 s., long. 25 cm, Perú
- Micrómetro, marca STARRET, rango de 0-25 mm., Precisión 0.01 mm, Estados Unid.

2. Materiales de laboratorio

- Agitador de vidrio
- Baldes de plástico de 1 galón
- Buretas de 25 y 50 ml
- Cuchillo de acero inoxidable
- Embudos de vidrio y porcelana
- Fiolas de 100, 250, 500 ml
- Matracez de 100, 250, 500 ml
- Papel de filtro whatman Núm. 40-42
- Probetas de 10,100,250 ml
- Pipetas de 0.1,0.25,2.5,10,25, ml
- Pizetas
- Termómetros de 0 a 200 °C
- Tubo de prueba estándar de 16 mm x 5 mm

- Vasos de precipitados de 25,100,250,600 ml
- Crisoles de porcelana
- Luna de reloj.
- Balón de destilación de 500 ml

3. Reactivos y soluciones

Todos los reactivos usados, fueron de calidad denominada químicamente pura (Q.P), estos son : glucosa anhidra, alcohol etílico de 95%, fenoltaleina 1%, tartrato doble de Na y K. Etanol, glicerol, cloroformo, cafeína anhidra, NaOH 0.1 N, 2-4 dinitrofenol, ácido fosfórico, solución dicromato potásico, solución reductora.

C. MÉTODOS DE ANÁLISIS

1. Caracterización del café

1.1 Características físicas

- **Composición de bayas del café**

Se determinó por el peso de la pulpa fresca, mucilago, pergamino, agua y obtención del grano de café, esto se realizo con la ayuda de una balanza electrónica, y luego se expreso en porcentajes (Rosskamp, 1996).

- **Características biométricas del grano café**

Se utilizó un micrómetro para medir la longitud de la superficie plana , diámetro de la superficie plana y peso (Coste,1969).

2. Análisis químico del grano de café

2.1 Análisis químico proximal

- Humedad, método 13.001, (A.O.A.C., 1997)
- Proteína, método descrito por (Pearson, 1980)

- Grasa, método descrito por (Lees, 1982)
- Cenizas Totales, método descrito por (Pearson, 1980)
- Fibra Bruta, método descrito por (Pearson, 1980)
- Carbohidratos, método descrito por (Pearson, 1980)

3. Evaluación de la esencia del café en almacenamiento

- pH, método descrito por (Pearson, 1980)
- Cafeína, método 12037-039-039 (A.O.A.C., 1970)

4. Análisis fisicoquímico de la esencia de café

- pH, método Descrito por (Pearson 1980)
- Azúcares Reductores y Totales, método Espectofotométrico descrito por (Maier,1980)
- Sólidos Totales, método descrito por (Pearson,1980)
- Cenizas Totales, método descrito por (Lees, 1980).
- Cafeína, método 12037-039-039 (AOAC, 1970)

5. Evaluación sensorial

Se realizo con la finalidad de determinar los parámetros óptimos del producto final. Los análisis que se realizaron fueron: prueba de significación de Tuckey, prueba por escala hedónica (Witting, 1989). La proporción de esencia de café y agua potable-hervida fue de 1:3 (VV).

6. Análisis microbiológico

Los análisis microbiológicos que se determinaron fueron: mohos y levaduras, enumeración de coliformes totales y numeración de microorganismos aerobios mesófilos viables (FAO/OMS, 1981).

D. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

El presente trabajo de investigación se realizo en dos etapas :

1. Obtención del grano de café
2. Obtención de la esencia de café

1. Obtención del grano de café

Para realizar este proceso, se utilizo las bayas de café de color rojo, var. typica. Para ello se tomo en cuenta el método de procesado en húmedo del café citado por (Varnam, 1997), como se esquematiza en la Figura 2.

Recolección

Se realizo con la finalidad de recolectar bayas maduras de color rojo, la recolección se hizo en forma, manual utilizando cestas (Potter,1992).

Clasificación y Limpieza

La clasificación y limpieza se realizo en forma manual , eliminando las bayas manchadas ,sustancias extrañas, esto se realiza por un método llamado flotación que consta como mínimo de dos etapas, esto se hace con inmersión con baldes de agua potable, en una primera etapa se eliminan las piedras y las tierras y en la segunda etapa se clasifican las bayas para separar completamente la bayas maduras de las inmaduras (Varnam, 1997)

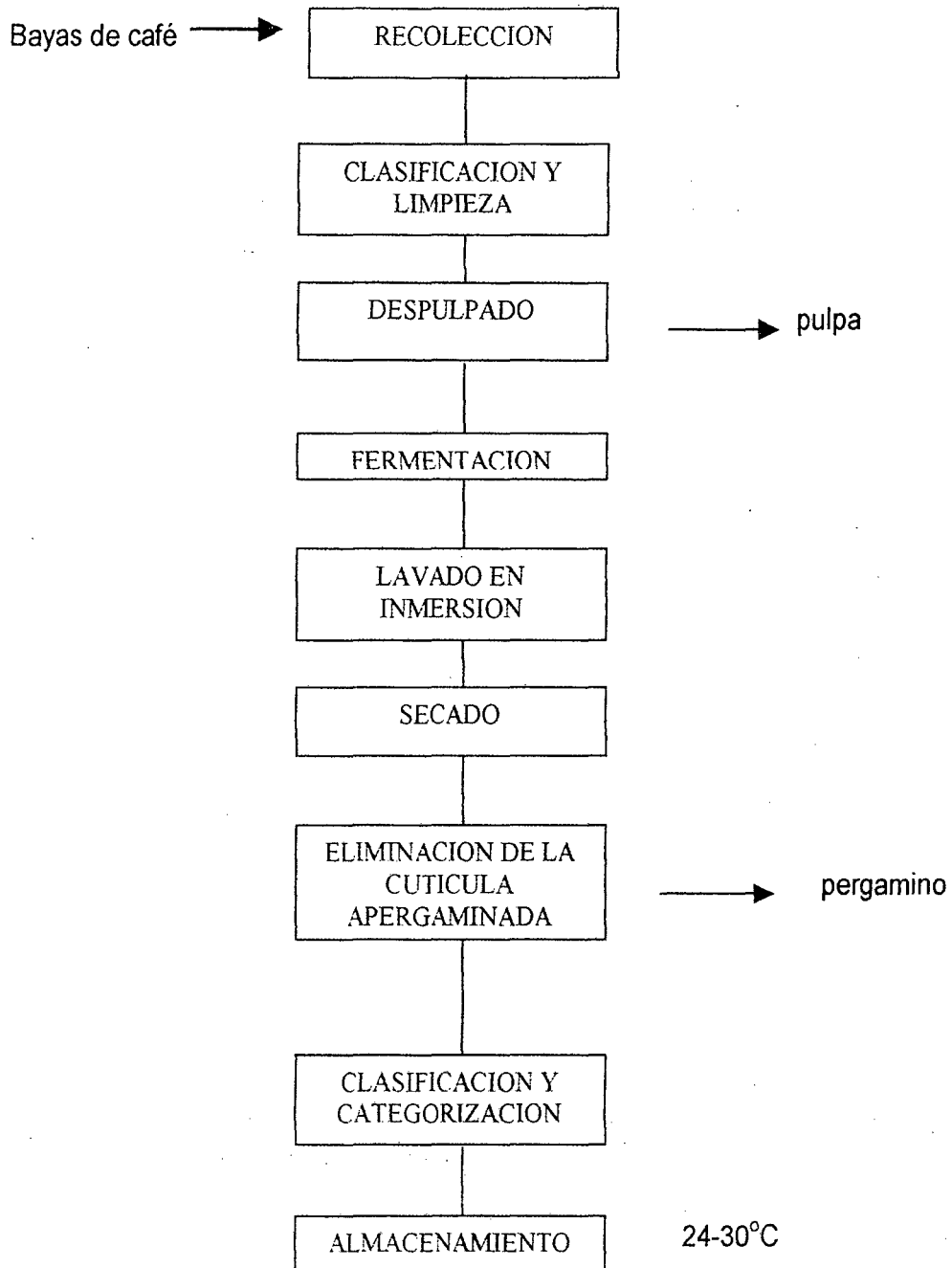


Figura 2. Diagrama de flujo para la obtención del grano de café (*Coffea arábica*)

Despulpado

Se realizó con la finalidad de separar la cáscara de la baya de café y la proporción blanda de pulpa, se hizo en forma manual a temperatura de 28°C y después de 6 h siguientes a la recolección.

Fermentación

Con la finalidad de eliminar todo fragmento de pulpa adherido a los granos y la capa mucilaginosa, se hizo en un envase de vidrio y este se cubrió con una tela delgada, el tiempo fue de 24 hr. y se realizó a temperatura de 27 °C (Varnam, 1997).

Lavado

Con la finalidad de eliminar impurezas o sustancias residuales del mucílago que puede estar adherido al pergamino se utilizó agua potable. Refregándolo por tres veces para eliminar el mucílago que puede estar adherido al pergamino.

Secado

Operación que influye determinantemente en la calidad del café se hizo un secado al sol, durante 9 días hasta una humedad de 12,19% (Varnam, 1997).

Eliminación de la cutícula apergaminada

Después de haber secado los granos de café verde, enseguida se eliminó la cutícula apergaminada superficial, realizado en forma manual.

Clasificación y Categorización

La clasificación y categorización se realizó en forma manual, eliminando granos negros fácilmente identificables, los granos descoloridos y acres.

En cuanto a la categorización se realizó con la finalidad de darle un tamaño uniforme (Varnam, 1997).

Almacenamiento

Se realizó a una Temperatura de 24 - 30°C,

2. Obtención de esencia de café

Se estudio un tiempo y temperatura de tostado, extracción en masa y concentración de conservantes. En la Figura 3, se esquematiza las diferentes operaciones a seguir para la obtención de esencia de café.

Limpieza

La limpieza se realizó en forma manual, eliminando piedrecillas, polvo que puede estar mezclado con el grano de café verde. Se realizó en un envase de metal removiendo y ventilando.

Tostado

Tiene por finalidad de darle aroma y sabor al café preparado. Se hizo un tostado por medio del calor, transferido por contacto directo-convección forzada . Ya que alcanzo un marrón oscuro a 187,5 °C por 15 minutos para ello se utilizó un recipiente acondicionado, una paleta para remover los granos durante el tostado, termómetro de 0 a 200 ° C y una cocina a gas propano, después del tiempo transcurrido se utilizó un ventilador para enfriar los granos, esto para no producir una sobre tostación (Ranken, 1993).

Molienda

Tiene por finalidad de permitir una rápida extracción por el agua caliente del material soluble. El café tostado se muele para luego obtener partículas de café molido, tras la molienda se hace pasar por un tamiz de 3 mm de abertura a temperatura de 25⁰ C , una humedad Relativa de 89 %. Esta

operación se realizó con la ayuda de un molino de una etapa para granos y un recipiente para recibir las partículas de café.

Extracción en Masa

Es un proceso físico que consiste en la transferencia de masa de los compuestos que pueden difundir de la fase sólida a la líquida, la extracción se hizo mediante un mecanismo de convección. Teniendo en cuenta la cantidad de café molido: agua potable- hervida completamente fría con un pH de 7,2 durante la extracción se llegó a 98^o C por 4 minutos, tras la extracción se hace pasar por un filtro de 0,09 mm de abertura. Esta operación se realizó con la ayuda de una cafetera eléctrica acondicionado un recipiente de vidrio para recibir la esencia de café líquida y un termómetro de 0 a 100 ^oC.

Tratamiento químico

Tiene por finalidad de permitir una buena conservación de esencia de café. Esta operación se realizó con la ayuda de conservantes autorizados para usos alimentarios (Madrid, 1994).

Envasado

Se realizó introduciendo la esencia de café líquida (bolsas de papel laminado con aluminio de 50 ml de capacidad). Esta operación se realizó con la ayuda de una maquina selladora semi-industrial para bolsas laminados.

Almacenado

Se almacenó a temperatura de 24 a 30 ^oC, por un periodo de 90 días.

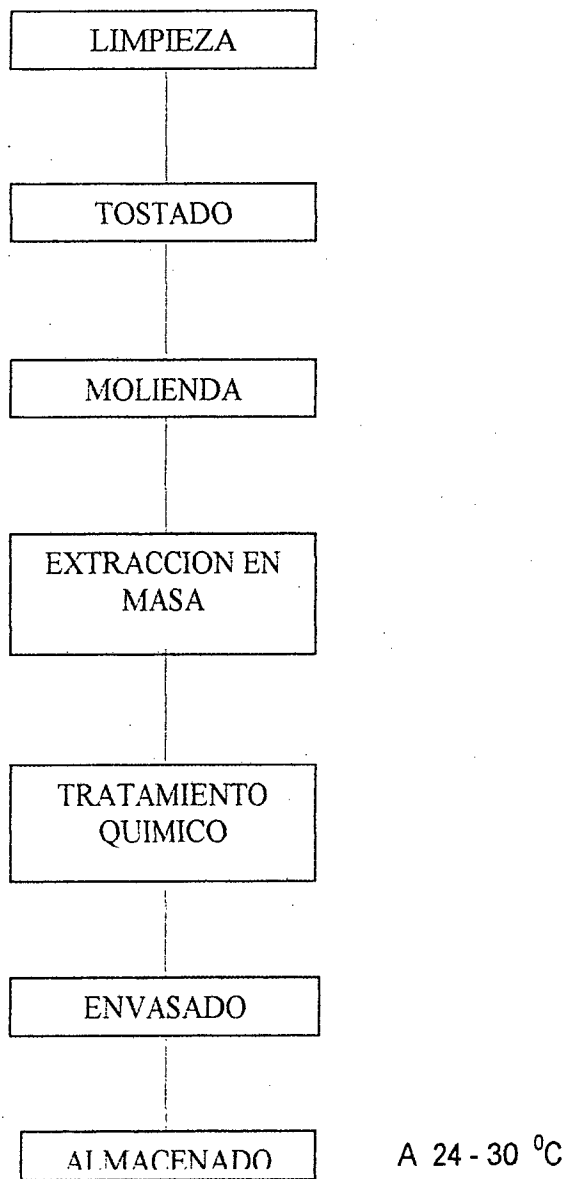


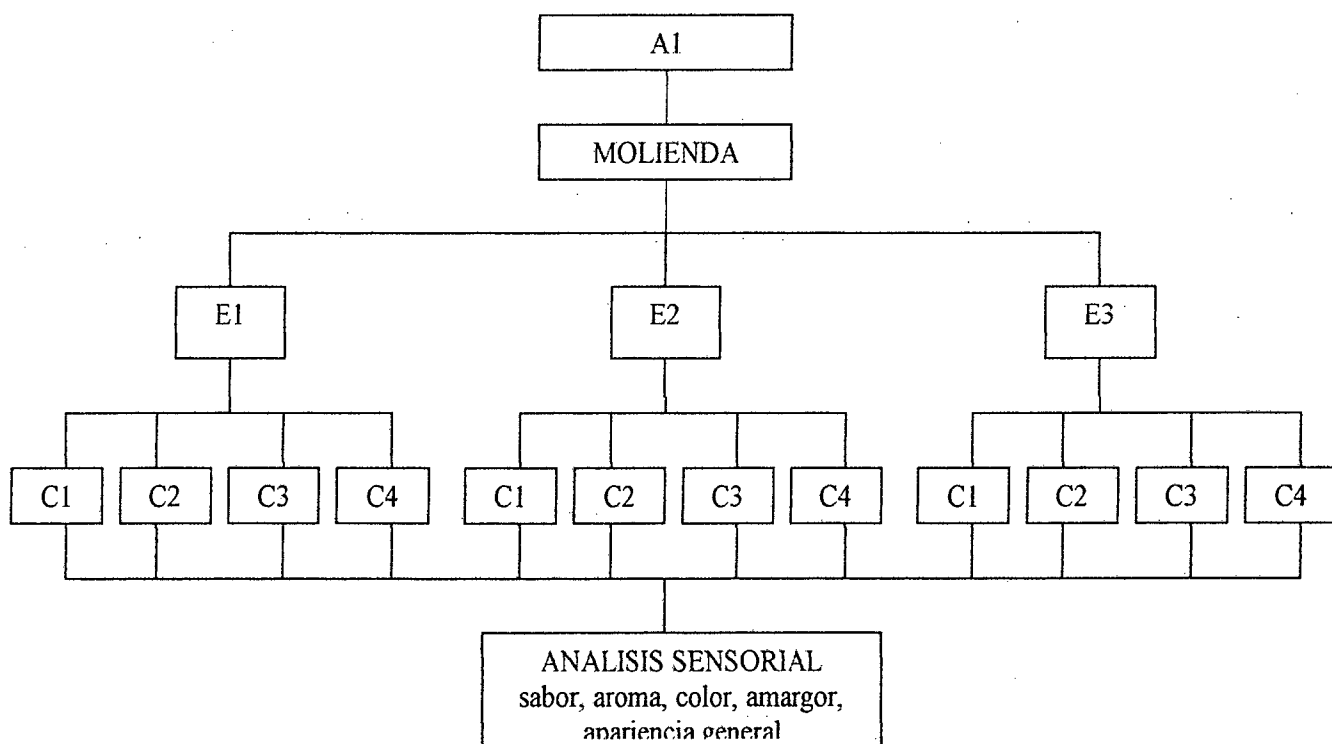
Figura 3. Diagrama de flujo tentativo para la obtención de la esencia de café

E. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental se representa esquemáticamente en la Figura 4, las cuales fueron estructuradas de tal forma que permitan el estudio del grado de tostado, extracción en masa y concentración de conservantes, mediante la evaluación sensorial.

1. Evaluación del grado de tostado, extracción en masa y conservantes

Para encontrar la esencia de café óptima, se utilizó el diseño experimental de la Figura 4. En este Diseño se muestra que se tomo un nivel de grado de tostado que fue de $187,5^{\circ}\text{C}$ por 15 min. Interaccionando este con tres niveles de extracción en masa, la proporción de café molido y agua potable- hervida fue (0,18 g/ml, 0,20 g/ml y 0,22 g/ml en P/V), para luego interaccionar estos con tres concentraciones de conservantes (0,005% de sorbato de potasio, 0,01 % de metabisulfito de potasio y 0,015 % de adición y testigo).



Donde:

A1= 187,5 °C/ 15 min. (Temperatura y tiempo de tostado)

E1= 0,18 g/ml (Café molido/Agua potable-Hervida)

E2= 0,20 g/ml (Café molido/Agua potable-Hervida)

E3= 0,22 g/ml (Café molido/Agua potable-Hervida)

C1= 0,005 % de Sorbato de potasio

C2= 0,01 % de Metabisulfito de potasio

C3= 0,015 % de Adición (C1+C2)

C4= Testigo

Figura 4. Diseño experimental para encontrar la esencia de café óptima

F. ANALISIS ESTADISTICO

Para el procesamiento de los datos (evaluación organoléptica) se utilizo el Diseño Bloque Completamente al Azar (DBCA) con un arreglo factorial de 1x3x4 con 3 repeticiones. Para la significancia de los tratamientos se utilizo la prueba de Tuckey para seleccionar el mejor tratamiento. Para realizar el análisis estadístico se utilizo el software SAS (Statistical Analysis System).

Para la evaluación de los resultados (porcentaje de cafeína y pH) de esencia de café, se utilizó el modelo estadístico, Diseño Completamente al Azar (DCA) con 3 repeticiones.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. DE LA OBTENCIÓN DEL GRANO DE CAFÉ

1. Flujograma de procesamiento

Las operaciones que se realizaron para la obtención del grano de café, utilizando bayas maduras, se indican en la Figura 5, observándose las principales operaciones para la obtención del café verde.

Así mismo se indican los parámetros óptimos del proceso. Al realizar la recolección, se recolecto bayas maduras de color rojo, característico de la variedad Typica, en la operación de despulpado, se realizo después de 6 h. Siguiendo a la recolección recomendado por **Varnam (1997)**, en la operación de fermentación se realizo en 24 h. Dentro del rango (6-80 horas), reportado por **Varnam (1997)**.

En la operación de secado, se realizo un secado solar (temperatura promedio de $29,6^{\circ}\text{C}$), por un tiempo de 9 días, recomendado por **Varnam (1997)**, quien reporta (8-10 días).

El grano de café se obtuvo siguiendo el método de procesado por vía húmeda recomendado por **Varnam (1997)**.

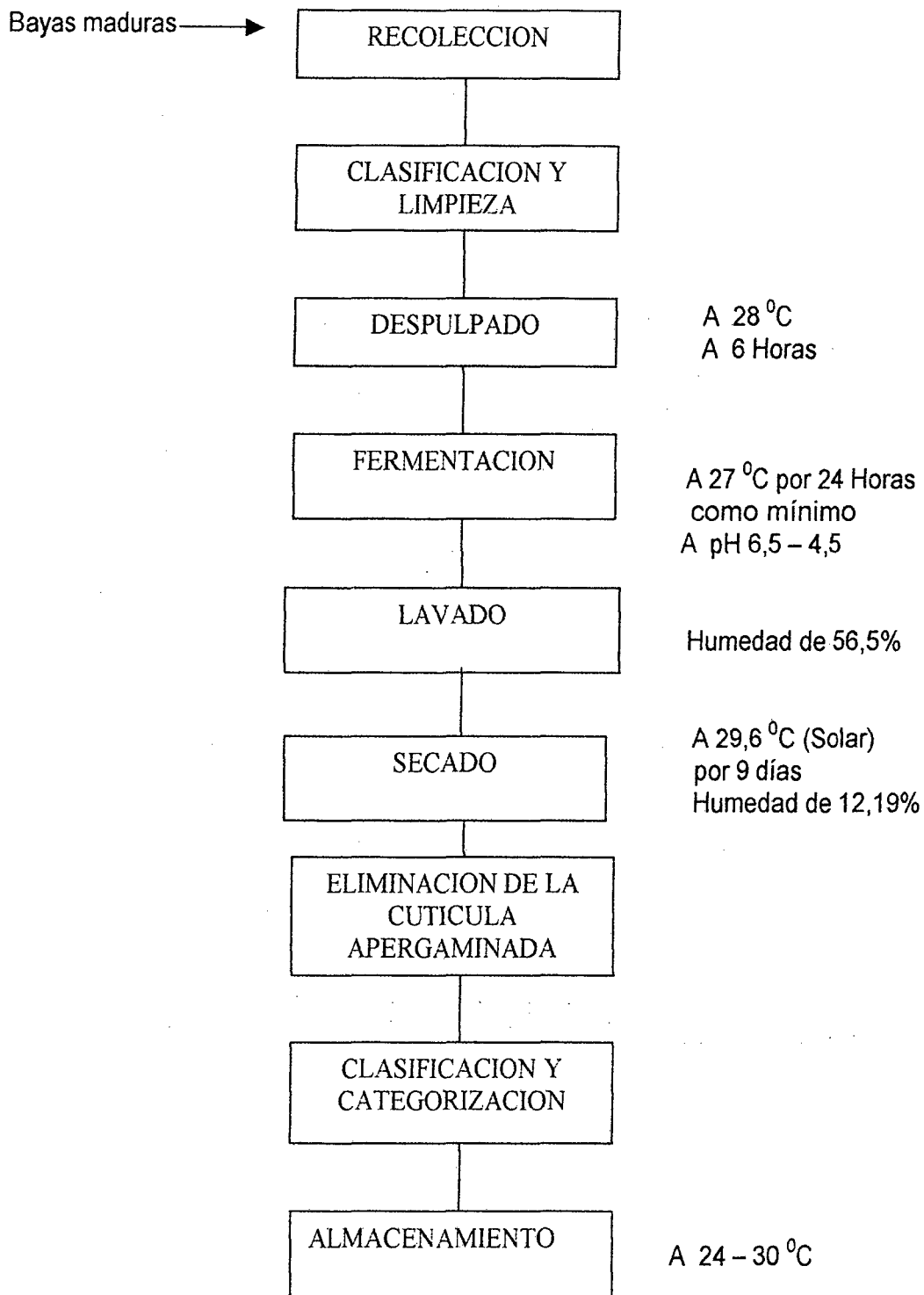


Figura 5. Diagrama de flujo definitivo par la obtención del grano de café

B. CARACTERIZACION FISICOQUÍMICO DEL CAFÉ

1. Determinaciones físicas

1.1 De la composición de las bayas de café

En el Cuadro 7, que se presenta a continuación se muestran algunos resultados que son el promedio de la evaluación de 100 bayas, considerando pulpa fresca, mucílago, pergamino húmedo, agua y grano de café, donde el porcentaje de pulpa fresca (0,77 g) que representa el 42,31 %, respecto a la pulpa fresca Rosskamp (1996), reporta (0,71g), el peso de la pulpa fresca varía, cuando se toman bayas de diferente tamaño.

Cuadro 7. Composición de las bayas de café

Componentes	Peso (g)	Porcentaje (%)
Pulpa fresca promedio	0,77	42,31
Mucílago promedio	0,37	20,33
Pergamino promedio	0,06	3,30
Agua promedio	0,28	15,38
Grano de café promedio	0,34	18,68
Peso baya promedio	1,82	100

En el contenido de mucílago (0,37g), que representa el 20,33 %, respecto al mucílago Coste (1969), reporta (0,40 g), el contenido de pergamino (0,06 g), que representa el 3,30 %, respecto al pergamino Rosskamp (1996), reporta (0,04 g), en el contenido de agua (0,28 g), que representa el 15,38 %, respecto al contenido de agua Rosskamp (1996), reporta (0,18 g), el peso del contenido de agua varía, de acuerdo al método de secado

empleado para reducir su contenido de humedad en la obtención del grano de café (0,34g), que representa el 18,68 %, respecto al grano de café (0,38 g), se aproxima a los resultados obtenidos por **Roskamp (1996)**.

1.2 De las características biométricas

En el Cuadro 8, se muestran algunos resultados, que son el promedio de la evaluación de 20 granos de café considerando longitud de la superficie plana, diámetro de la superficie plana y peso, donde la longitud (9,63 mm), respecto a la longitud **Coste (1969)**, reporta (9,60- 9,65 mm), para granos de café arábica.

En el diámetro de superficie plana (6,89 mm), y en el peso (0,28 g), respecto al peso **Roskamp (1996)**, reporta (0,38 g), estos valores varían de acuerdo al método de secado y al tamaño de los granos seleccionados.

Cuadro 8. Características biométricas del grano café

Dimensiones	Medida característica
Longitud promedio	9,63 mm
Diámetro promedio	6,89 mm
Peso promedio	0,28 g

2. Del grano de café

En el Cuadro 9. Se muestra los resultados del análisis del grano de café.

Apreciándose que los componentes que destacan son la humedad con un 12,19%.

respecto a la humedad **Varnam (1997)**, reporta valores inferiores a 12%; Existiendo variaciones que pueden ser atribuidas al método de secado y a la

variedad, también indica que el secado mediante aire caliente esta muy generalizado en la producción a gran escala.

En el contenido de carbohidratos (57,72%), respecto a los carbohidratos Ranken (1993), reporta (55-60%), en el contenido de proteínas (11,13%), respecto a las proteínas Ranken (1993), reporta (10-15%). En el contenido de grasa (13,74%), respecto a la grasa Ranken (1993), reporta (14%), en el contenido de fibra (0,54%) y el contenido de ceniza (4,68%), respecto al contenido de fibra y el contenido de ceniza Ranken (1993), reporta para el contenido de ceniza (4%), y el contenido de fibra (0.55%).

Cuadro 9. Composición químico proximal del grano de café

Componente	Porcentaje (%)
Humedad	12,19
Carbohidratos	57,72
Proteínas (N x 6,25)	11,13
Grasa	13,74
Fibra	0,54
Ceniza	4,68

C. DE LA OBTENCIÓN DE LA ESENCIA DE CAFÉ

1. Flujograma de Procesamiento

Las operaciones que se realizaron para la obtención de esencia de café, utilizando el grano de café, se indican en la Figura 6, observándose las principales operaciones para la obtención de esencia de café, así mismo se indican los parámetros óptimos del proceso.

Al realizar la limpieza se eliminó piedrecillas, polvo que están mezclados con el grano de café, en la operación de tostado se hizo a 187,5°C por 15 minutos, recomendado por Ranken (1993), en la operación de molienda se realizó a 25°C, HR 89 % y una abertura de tamiz de 3 mm, en la operación de extracción en masa se adicionó agua potable-hervida, previamente fría con un pH de 7,2, llegando a alcanzar una temperatura de 98°C por 4 minutos, abertura de filtro de 0,09 mm y un pH de 5,1.

En la operación de tratamiento químico se adicionó metabisulfito de potasio (0.01%), en la operación de envasado se realizó en envases laminados de 50 ml. de capacidad., la esencia de café se obtuvo siguiendo el método descrito por Varnam (1997).

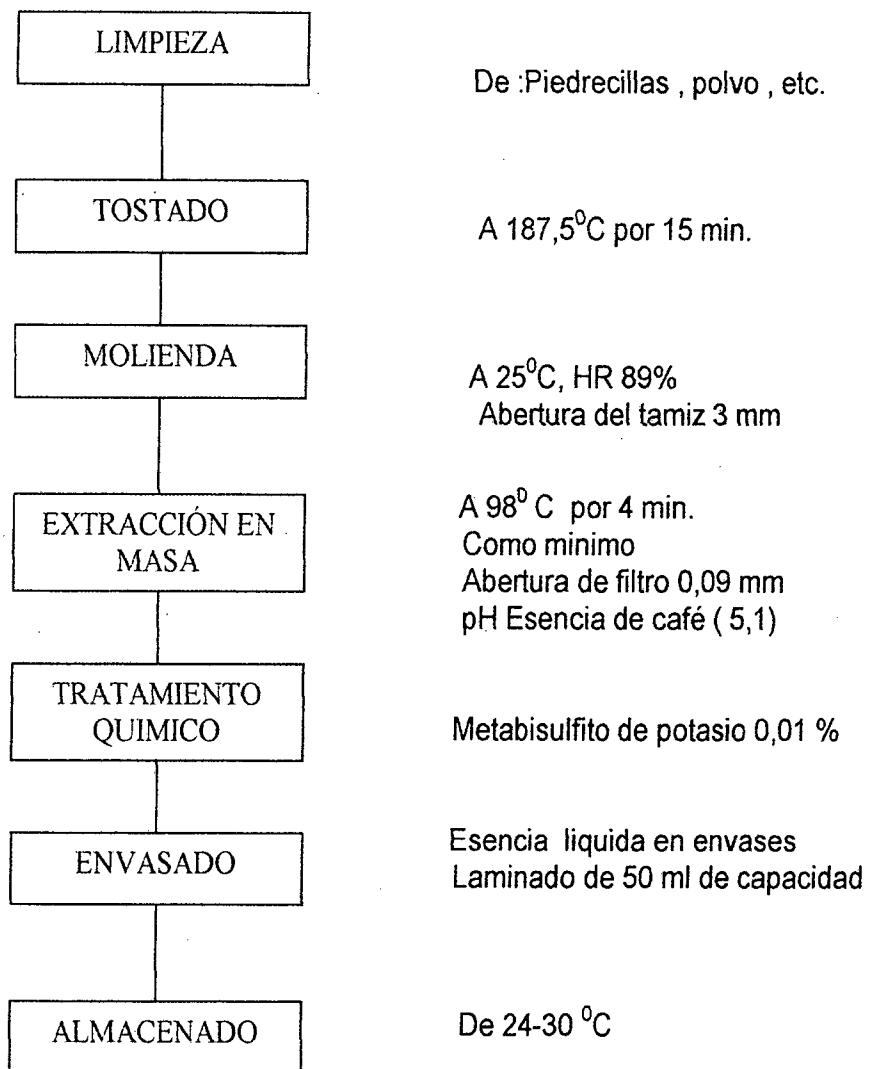


Figura 6 . Diagrama de flujo definitivo para la obtención de esencia de café

2. Balance de materia y rendimiento

En el Cuadro 10, se presenta el balance de materia del producto final, para la obtención de esencia de café. Se utilizó 1000 g de grano de café.

En la operación de limpieza ingresa 1000 g de grano de café y sale 30,38 g, haciendo un rendimiento por operación (RO) de 96,96%.

En la operación de selección y clasificación hay una pérdida de 139,4 g representando el 85,62%, en la operación de tostado ingreso (830,22g), se observa que hay una pérdida de 340,9 g debido a la baja densidad del grano tostado, que representa el 85,62% con relación a lo que ingresa en el tostado.

En la operación de molienda ingresa (489,32 g), además hay un aumento de (23,92g) debido a la captación de humedad del medio ambiente, que representa el 4,66% con relación a lo que ingresa en la molienda.

En la operación de extracción en masa ingresa (513,24g), además ingresa agua potable-hervida previamente fría (2851,33g), luego hay una pérdida de (1938,31g), debido a la mezcla de agua y café molido que quedan retenidos en el filtro de la cafetera.

Además, en la operación de tratamiento químico, se observó un aumento de peso debido a que se adiciono el conservante de metabisulfito de potasio (0.14 g), en la operación de envasado ingreso (1426,40 g).

Cuadro 10. Balance de materia y rendimiento del proceso en la obtención de esencia de café

Operación	Materia en movimiento			
	Ingresas (g)	sale(g)	Continua (g)	RO(%)
Limpieza	1000	30,38	969,62	96,96
Selec. y clasific.	969,62	139,40	830,22	85,62
Tostado	830,22	340,90	489,32	58,94
Molienda	489,32	---	513,24	104,89
Extrac. En masa	513,24	1938,31	1426,26	277,89
Tratamiento quim.	1426,26		1426,40	100
Envasado	1426,40	---	1426,40	100

D. DE LA EVALUACIÓN DE ESENCIA DE CAFÉ EN ALMACENAMIENTO

1. Del pH

Los resultados para la determinación del pH, se muestran en el anexo B (Cuadro 28). También se representa el análisis de varianza paramétrico de Tuckey (Cuadro 29).

En el Cuadro 11, se muestra los resultados de la evaluación para el pH, Observándose que el tratamiento C1 (Sorbato de potasio), es superior en el promedio de las calificaciones a los otros tratamientos, seguido por el tratamiento C2 (Metabisulfito de potasio), siendo estos tratamientos estadísticamente iguales a un nivel de probabilidad del 5% (q_{05S_x}).

Este C2 es significativo con los tratamiento C3 y C4 a un nivel de probabilidad del 5%. Así también los tratamiento C3 (Adición) y C4 (testigo), son estadísticamente iguales a un nivel de probabilidades del 5%.

Al realizar la comparación del tratamiento C4 con los tratamientos C2 y C1, se observa que ambas comparaciones son significativas a un nivel de probabilidad del 5%. Y al comparar C1 con el tratamiento C3 se observa que estos tratamientos son significativos, y el comparar C2 y C3 se observa que estos son estadísticamente significativos.

La desventaja del tratamiento C2 frente el tratamiento C1, es que el primero presenta problemas, en que su compuesto químico activo actúa mejor en alimento bajos de pH (Frazier, 1972), mientras que los tratamiento C3 y C4 no tuvieron un tratamiento aceptable para los panelistas.

Cuadro 11. Prueba de significación de Tuckey para la esencia de café

Control	Conservante	Promedio	Sig.
pH	Sorbato de potasio	5,68	a
	Metabisulfito de potasio	5,66	ab
	Adición	5,60	c
	Testigo	5,60	c

En el Cuadro 12, se muestra los resultados de la evaluación del pH, en el cual se observa que no existen diferencias estadísticas a un nivel de probabilidad del 5%, entre los tratamientos E2C2, E2C1, E3C1, E1C2, E2C3, E1C3, E1C4, E2C4, E3C2 y E3C4.

Presentando superioridad en el promedio de calificaciones E2C2.

Sabiendo que los tratamientos E2C2 y E2C1, son superiores en el promedio de las calificaciones a los tratamientos E3C1, E1C2, E1C1, E2C3, E1C3, E1C4, E2C4, E3C2 y E3C4, estos tienen un nivel de aceptación de los panelistas.

Cuadro 12. Prueba de significación de Tuckey para la esencia de café

Control	Extrac. masa-conservantes	Promedio	Sig.
pH	0,20g/ml-metabisulfito de potasio	5,70	a
	0,20g/ml-sorbato de potasio	5,70	ab
	0,22g/ml-sorbato de potasio	5,70	abc
	0,18g/ml-metabisulfito de potasio	5,67	abcd
	0,18 g/ml-sorbato de potasio	5,63	abcd
	0,20g/ml-adición	5,63	abcd
	0,18g/ml-adición	5,60	abcd
	0,18g/ml-testigo	5,60	abcd
	0,20g/ml-testigo	5,60	abcd
	0,22g/ml-metabisulfito de potasio	5,60	abcd
	0,22g/ml-testigo	5,60	abcd
	0,22g/ml-adición	5,57	d

Con estos datos se esquematizó la Figura 7, observándose que el pH disminuye cuando el tiempo de almacenamiento aumenta.

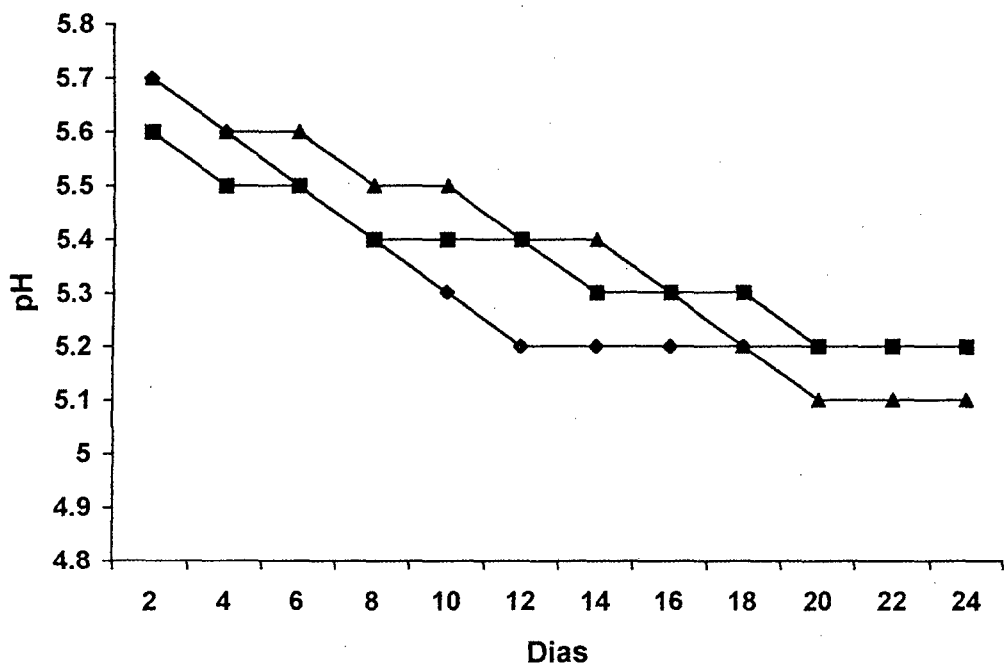
En el tratamiento E1C2 (0,18 g/ml – metabisulfito de potasio) empieza con un pH de 5,7 para luego descender ligeramente hasta los 12 días después se mantiene casi constante (5,2-5,1), finalmente queda en 5,1 en que dura su almacenamiento.

En el tratamiento E2C1 (0,20 g/ml – sorbato de potasio), empieza con un pH de 5,6. Luego desciende ligeramente hasta los 20 días, después se mantiene constante (5,2), hasta los 90 días que dura su almacenamiento.

En el tratamiento E3C3 (0,22 g/ml – adición), empezó con un pH de 5,6. Luego descendió ligeramente hasta los 20 días, después se mantiene constante (5,1), hasta los noventa días en que dura su almacenamiento.

El tratamiento E1C4 (Testigo), comienza con un pH de 5,6. Luego desciende hasta los 20 días, después se mantiene constante (5,0), observándose al cabo de 150 días, que en el interior del envase presenta un ligero principio de fermentación (producción de gases) y formación de velos de color blanco en la superficie de la esencia de café.

Por lo tanto el tratamiento E1C2 (0,18 g/ml – metabisulfito de potasio) es el adecuado por que presenta una mejor estabilización del producto en menos tiempo (12 días), y por el componente químico del conservante (Frazier, 1972).



—◆— 0.18 g/ml-metabisulfito de k —■— 0.20 g/ml-sorbato de K —▲— 0.22 g/ml-adición

Figura 7. Variación del pH en función a los días de almacenamiento

En el Cuadro 13, se presenta los resultados del cambio de color del tratamiento E1C2, durante los 24 días de almacenamiento, luego de los 24 días permanece con el mismo color hasta finalizar el tiempo de almacenamiento (90 días), se emplea este (C2) para impedir la modificación del color (Frazier , 1972).

Cuadro 13. Resultados de color en esencia de café

Envases Laminados	Almacenamiento (días)
*	0
*	4
*	6
*	8
*	10
*	12
*	15
*	18
*	20
*	24

Leyenda : * (no hay cambio de color)

2. De la determinación del porcentaje de cafeína

Los resultados de la determinación del porcentaje de cafeína, se muestran en el Anexo C (Cuadro 30), también se presenta el análisis de varianza, de Tuckey (Cuadro 31). En el Cuadro 14, se muestra los resultados del porcentaje de cafeína observándose que los tratamientos E3 (0,22 g/ml), E2 (0,20 g/ml) y E1 (0,18 g/ml), no existe diferencias significativas a un nivel de probabilidad del 5%. Siendo superior en el promedio de las calificaciones a los otros, el tratamiento E3. Los tratamientos E3 y E2 fueron significativos, al comparar el tratamiento E1, mientras que este E1 es estadísticamente igual al tratamiento E2. Por lo tanto la extracción depende del contenido de cafeína (Varnam, 1997).

Cuadro 14. Prueba de significación de tuckey para la esencia de café

Control	Extracción en masa	Promedio	Sig
CAFEINA(%)	0,22g/ml	0,61	a
	0,20g/ml	0,58	ab
	0,18g/ml	0,46	b

En el Cuadro 15, se muestra los resultados del porcentaje de cafeína. Observándose que los tratamientos C1 (sorbato de potasio) y C3 (adición), no existe diferencias significativas a un nivel de probabilidad del 5%, siendo superior en el promedio de las calificaciones a los otros el tratamiento C1. Los tratamientos C1 y C3 fueron significativas a los tratamientos C4 y C2, mientras que este C2 es estadísticamente igual al tratamiento C4 y C3.

Por lo tanto el C1 incrementa el contenido de cafeína, comparando este C1 con el C2.

Cuadro 15. Prueba de significación de Tuckey para la esencia de café

Control	Conservantes	Promedio	Sig
CAFEINA(%)	sorbato de potasio	0,63	a
	adicion	0,54	ab
	testigo	0,52	b
	metabisulfito de potasio	0,50	b

En el Cuadro 16, se muestran los resultados del porcentaje de cafeína, observándose que los tratamientos E2C3, E3C2, E1C1, E3C1, E2C1, E3C3, E2C4, E3C4 , E2C2, E1C4, no existe diferencias a un nivel de probabilidad del 5%, siendo superior en el promedio de calificaciones el tratamiento E2C3.

Sabiendo que los tratamientos E2C3 y E3C2 son superiores en el promedio de las calificaciones a los tratamientos E1C1, E3C1, E2C1, E3C3, E2C4, E3C4, E2C2 y E1C4.

Por lo tanto E2C3 es el tratamiento adecuado en esta etapa del estudio por el mayor contenido de cafeína.

Cuadro 16. Prueba de significación de Tuckey para la esencia de café

Control	Extrac. masa- conser.	Promedio	Sig
	0,20g/ml- adición	0,67	a
	0,22g/ml-met.pot	0,66	ab
	0,18g/ml-sorb.pot	0,65	abc
	0,22g/ml-sorb.pot	0,63	abcd
	0,20g/ml-sorb.pot	0,60	abcde
CAFEINA(%)	0,22g/ml-adición	0,59	abcdef
	0,20g/ml-testigo	0,54	abcdefg
	0,22g/ml-testigo	0,52	abcdefgh
	0,20g/ml-met.pot	0,51	abcdefgh
	0,18g/ml-testigo	0,51	abcdefgh
	0,18g/ml-adición	0,36	gh
	0,18g/ml-met.pot	0,31	h

Con estos datos se esquematizo la Figura 8, observándose que la cafeína es constante conforme aumenta los días de almacenamiento, utilizando un solo grado de extracción (0.18 g/ml).

En el tratamiento E1C2 (0,18 g/ml – metabisulfito de potasio), se observó que durante los primeros 15 días tienen un contenido de cafeína (0,533%), a los 30 días (0,532%), a los 45 días (0,532%), a los 60 días (0,53%) y a los 90 días (0,529%)

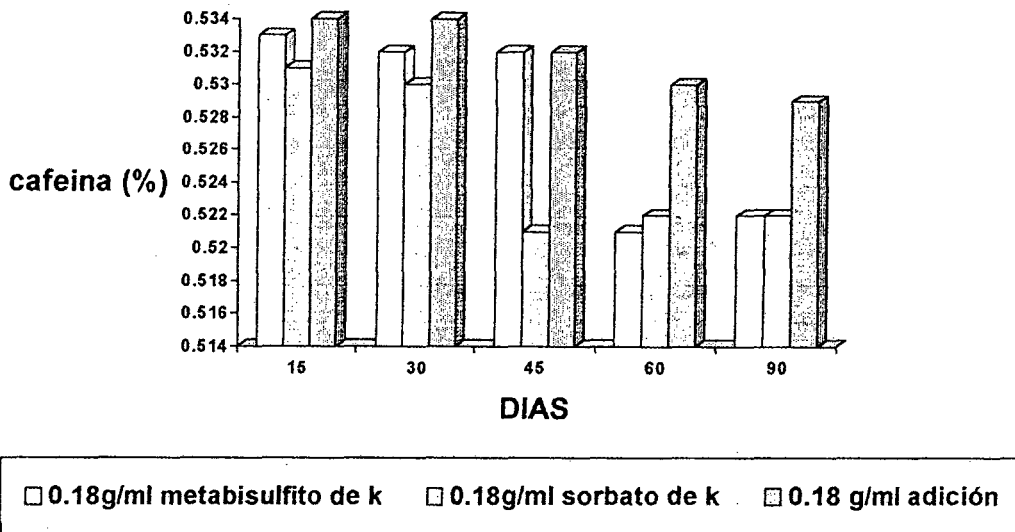


Figura 8. Variación de la cafeína en función a los días de almacenamiento

En el tratamiento E1C1 (0,18 g/ml – sorbato de potasio), se observó que durante los primeros 15 días tiene un contenido de cafeína (0,531%) a los 30 días(0,53%), a los 45 días (0,521%), a los 60 días (0,522%), y a los 90 días (0,522%).

En el tratamiento E1C3 (0,18 g/ml – adición), se observó que durante los primeros 15 días tiene un contenido de cafeína (0,534%), a los 30 días (0,534%), a los 45 días (0,532%), a los 60 días (0,53 %) y a los 90 días (0,529 %).

En la Figura 9, se observa que la cafeína es constante, utilizando tres grados de extracción (0,18 g/ml, 0,20 g/ml y 0,22 g/ml).

En el tratamiento E1C2 (0,18 g/ml – metabisulfito de potasio) se observó que durante los primeros 15 días tiene un contenido de cafeína de (0,53%), a los 30 días (0,53%), a los 45 días (0,53%), a los 60 días (0,53%) y a los 90 días (0,528%).

En el tratamiento E2C1 (0,20 g/ml – sorbato de potasio), se observó que durante los primeros 15 días tiene un contenido de cafeína de (0,562%), a los 30 días (0,562%), a los 45 días (0,56%), a los 60 días (0,56%) y los 90 días (0,56%).

En el tratamiento E3C2 (0,22 g/ml – adición), se observó que durante los primeros 15 días tiene un contenido de cafeína de (0,61%), a los 30 días (0,59%), a los 45 días (0,591%), a los 60 días (0,592%) y a los 90 días (0,59%).

Por lo tanto se puede notar, que ha mayor extracción, hay un mayor contenido de cafeína esto guarda relación con lo citado por Varnam (1997).

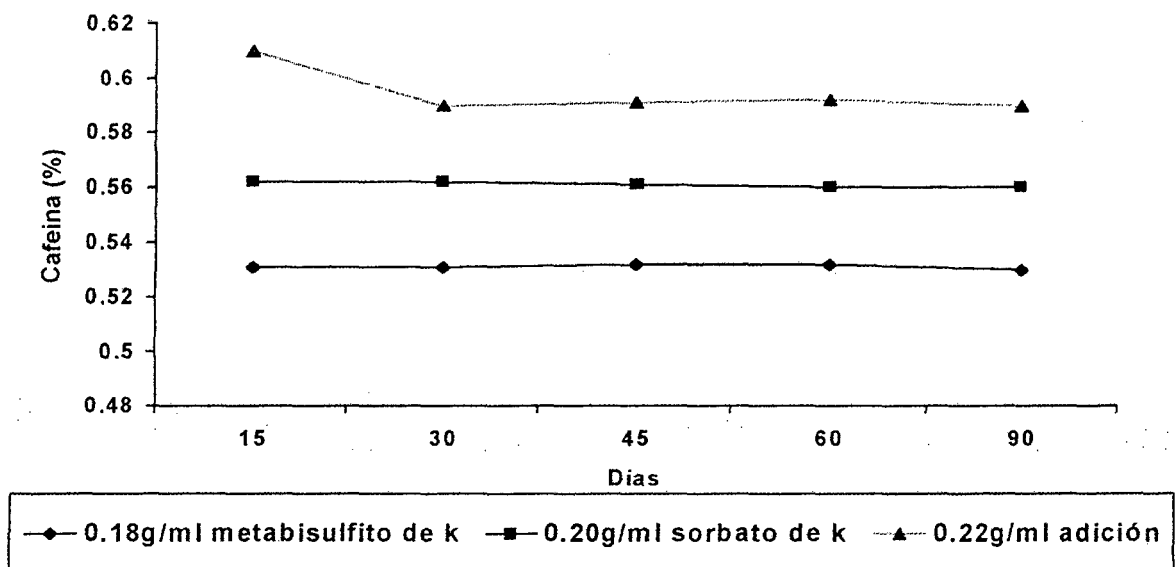


Figura 9. Variación de la cafeína en función a los días de almacenamiento

E. EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA ESENCIA DE CAFE

1. Del atributo sabor

Los resultados de los panelistas para el atributo sabor, aroma, color, amargor y apariencia general se muestra en el Anexo E (Cuadros 32, 34, 36, 38 y 40), así también se muestran los resultados del análisis de varianza, Prueba de Tuckey (Cuadros 33, 35, 37, 39, y 41).

En el Cuadro 17, se muestra los resultados de la evaluación sensorial para el atributo sabor, en el cual se observa que no existe diferencia significativa a un nivel de probabilidad del 5%.

Entre los tratamientos E1 (0,18 g/ml), E2 (0,20 g/ml) y E3 (0,22 g/ml), presentando superioridad en el promedio de las calificaciones E1. Esto nos indica que los panelistas que evaluaron los tratamientos en estudio para este atributo, aceptan por igualdad los tratamientos.

Cuadro 17. Prueba de significación de Tuckey para la esencia de café

Atributo	Extracción en masa	Promedio	Sig.
SABOR	0.18g/ml.	4,50	a
	0.22g/ml.	4,30	a
	0.20g/ml.	4,13	a

En el Cuadro 18, se muestra los resultados de la evaluación sensorial para el atributo sabor, observándose que los tratamientos C2 (metabisulfito de potasio) y C1 (sorbato de potasio), son iguales a un nivel de probabilidad del 5 %. Los tratamientos C2 y C1 fueron significativos, al comparar al tratamiento C4, mientras este C4, es estadísticamente igual al tratamiento C1, a un nivel de probabilidad del 5 %.

Los tratamientos C1 y C4, fueron significativos al comparar al tratamiento C3, mientras este C3, es estadísticamente igual a C4.

Cuadro 18. Prueba de significación de Tuckey para la esencia de café

Atributo	Conservantes	Promedio	Sig
SABOR	metabisulfito de potasio	5,00	a
	sorbato de potasio	4,58	ab
	testigo	4,00	bc
	adición	3,67	c

En el Cuadro 19, se muestra los resultados de la evaluación sensorial para el atributo sabor, en el cual se observa que no existe diferencia estadística a un nivel de probabilidad del 5%, entre los tratamientos E1C2, E2C2, E3C2, E3C1, E1C1, E2C1, E1C4 y E3C4, presentando superioridad en el promedio de las calificaciones E1C2.

Sabiendo que los tratamientos E1C2 y E2C2, son superiores en el promedio de las calificaciones a los tratamientos E3C2, E3C1, E1C1, E2C1, E1C4 y E3C4.

Por lo tanto el tratamiento E1C2, es el indicado para esta etapa del estudio, ya que este tratamiento no presenta ningún tipo de sabor diferente, al sabor característico del café, además el conservante que se agrega es bajo en cuanto a su concentración.

Cuadro 19. Prueba de significación de Tuckey para la esencia de café

Atributo	Extrac.masa-conservantes	Promedio	Sig.
SABOR	0,18g/ml.-metabisulfito de potasio	5,60	a
	0,20g/ml.-metabisulfito de potasio	4,70	ab
	0,22g/ml.-metabisulfito de potasio	4,70	ab
	0,22g/ml.-sorbato de potasio	4,70	ab
	0,18g/ml.-sorbato de potasio	4,60	ab
	0,20g/ml.-sorbato de potasio	4,43	ab
	0,18g/ml.-testigo	4,10	ab
	0,22g/ml.-testigo	4,07	ab
	0,20g/ml.-testigo	3,83	b
	0,22g/ml.-adición	3,73	b
	0,18g/ml.-adición	3,70	b
	0,20g/ml.-adición	3,57	b

2. Del atributo aroma

En el Cuadro 20, se muestra los resultados de la evaluación sensorial para el atributo aroma, en el cual se observa que no existe diferencia estadística a un nivel de probabilidad del 5 %, entre los tratamientos C2 (metabisulfito de potasio), C1(sorbato de potasio) y C4 (testigo), presentando superioridad en el promedio de las calificaciones C2. Los tratamientos C2, C1, y C4 fueron significativos al comparar al tratamiento C3, mientras este C3, es estadísticamente igual al tratamiento C4, C1 y C2.

Cuadro 20. Prueba de significación de Tuckey para la esencia de café

Atributo	Conservantes	Promedio	Sig.
AROMA	metabisulfito de potasio	5,08	a
	sorbato de potasio	4,48	ab
	testigo	4,29	ab
	adición	3,87	b

3. Del atributo color

En el Cuadro 21, se muestra los resultados de la evaluación sensorial para el atributo color, en el cual se observa que no existe diferencia estadística a un nivel de probabilidad del 5 %.

Entre los tratamientos C2 (metabisulfito de potasio), C1 (sorbato de potasio), presentando superioridad en el promedio de las calificaciones C2.

Los tratamientos C2 y C1 fueron significativos, al comparar al tratamiento C4, mientras este C4, es estadísticamente igual al tratamiento C1, a un nivel de probabilidad del 5%.

Los tratamientos C1 y C4 fueron significativos al comparar C3, mientras este C3 es estadísticamente igual a C4.

Cuadro 21. Prueba de significación de Tuckey para la esencia de café

Atributo	Conservantes	Promedio	Sig
COLOR	metabisulfito de potasio	5,66	a
	sorbato de potasio	5,56	ab
	Testigo	4,93	bc
	Adición	4,22	c

En el Cuadro 22, se muestra los resultados de la evaluación sensorial para el atributo color, en el cual se observa que no existe diferencia estadística a un nivel de probabilidad del 5 %, presentando superioridad en el promedio de las calificaciones E1C2.

Por lo tanto el tratamiento (E1C2), es el indicado para esta etapa del estudio.

Cuadro 22. Prueba de significación de Tuckey para la esencia de café

Atributo	Extrac.masa-conservantes	Promedio	Sig.
COLOR	0,18g/ml.-metabisulfito de potasio	5,93	a
	0,18g/ml.- sorbato de potasio	5,93	a
	0,20g/ml.-metabisulfito de potasio	5,80	a
	0,20g/ml.-sorbato de potasio	5,53	a
	0,22g/ml.-metabisulfito de potasio	5,23	a
	0,22g/ml.- sorbato de potasio	5,20	a
	0,18g/ml.-testigo	5,03	a
	0,20g/ml.-testigo	4,93	a
	0,22g/ml.-testigo	4,83	a
	0,22g/ml.-adicion	4,50	a
	0,20g/ml.-adicion	4,10	a
	0,18g/ml.-adicion	4,07	a

4. Del atributo amargor

En el Cuadro 23, se muestra los resultados de la evaluación sensorial para el atributo amargor, en el cual se observa que no existe diferencia estadística a un nivel de probabilidad del 5%, entre los tratamientos C2 (metabisulfito de potasio), C1 (sorbato de potasio), C4 (testigo) y C3 (adición), presentando superioridad en el promedio de las calificaciones C2.

Cuadro 23. Prueba de significación de Tuckey para la esencia de café

Atributo	Conservantes	Promedio	Sig.
AMARGOR	metabisulfito de potasio	4,52	a
	sorbato de potasio	4,51	a
	testigo	3,97	a
	adición	3,50	a

5. Del atributo apariencia general

En el Cuadro 24, se observa los resultados de la evaluación sensorial para el atributo apariencia general, observándose que no existe diferencia estadística a un nivel de probabilidad del 5%, entre los tratamientos C2 (metabisulfito de potasio) y C1 (sorbato de potasio), estos tratamientos son significativos a C3, pero este C3, es igual al tratamiento C4.

Cuadro 24. Prueba de significación de Tuckey para la esencia de café

Atributo	Conservantes	promedio	Sig.
APARIENCIA GENERAL	metabisulfito de potasio	5,44	a
	sorbato de potasio	5,36	a
	testigo	4,39	b
	adición	4,23	b

F. CARACTERIZACION FISICOQUÍMICO DE LA ESENCIA DE CAFE

1. Análisis Físicoquímico

En el Cuadro 25, se muestra los resultados del análisis físicoquímico de la esencia de café, observándose que el contenido de sólidos totales es de 3,17%.

El contenido de azúcares totales y azúcares reductores en la esencia de café fueron 0,25 y 0,17 %, el pH fue de 5,1, este valor se encuentra dentro del rango reportado por Varnam (4,6-5,2), dichos valores varían de acuerdo a la variedad y al grado de tostado (Varnam, 1997).

Cuadro 25. Resultado del análisis fisicoquímico de la esencia de café

Análisis	Contenido
Sólidos totales(%)	3,17
Azúcares totales(%)	0,25
Azúcares Reductores (%)	0,17
pH (25 ⁰ C)	5,1
Cafeína (%)	0,53
Cenizas (%)	0,52

El contenido de cafeína fue de 0,53 %. Este valor fue superior a lo reportado por Lees (1982), quien reporta (0,50 % como mínimo en extractos de café líquido).

En el contenido de cenizas fue de 0,52 %, cercano a lo que menciona Jay (1993).

G. ANALISIS MICROBIOLOGICO DE ESENCIA DE CAFE

En el Cuadro 26, se presenta los resultados del análisis microbiológico de la esencia de café, observándose que todos los análisis realizados se encuentran dentro de los límites microbiológicos especificados para este tipo de producto.

Cuadro 26. Resultados del Análisis microbiológico de la esencia del café

Análisis	Contenido
Numeración de mesofilos aerobios viables(REP 35 ± 2 ⁰ C)	10ufc/g.
Numeración de coliformes totales (NMP 35 ± 2 ⁰ C)	<3 ufc/ml.
Recuento de mohos y levaduras	<3 □ 10 ² ufc/g.

V. CONCLUSIONES

1. *Los parámetros tecnológicos para la obtención de la esencia del café son:*

Porcentaje de humedad del grano de café es de 12,19%, para la variedad típica. El tostado se hizo de acuerdo al grado de color llegando a alcanzar un marrón oscuro a 187,5 °C por espacio de 15 minutos (desde el inicio hasta el final del tostado), para el grado de molido se utiliza una abertura de tamiz de 3 mm, designación equivalente Tyler 7 mallas. La extracción en masa se hizo en presencia de agua potable-Hervida previamente fría cuyo pH fue de 7,2 la proporción de café molido y agua fue de 0,18 g/ml, a 98°C por 4 minutos, abertura de filtro de 0,09 mm. El tratamiento químico con metabisulfito de potasio 0,01% fue el adecuado. Su almacenamiento fue a temperatura de 24 - 30 °C.

2. *La esencia de café conservada en envases flexibles luego del almacenamiento, presenta las siguientes características:*

El porcentaje de cafeína es de 0,53%, el valor de pH de la esencia de café fue de 5,1. Porcentaje de sólidos totales 3,17%, azúcares totales 0,25%, porcentaje de cenizas 0,52% y azúcares reductores 0,17%.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios del producto en otros envases y a temperatura por debajo de (20° C), con la finalidad de observar el comportamiento de las características fisicoquímicos y organolépticas.
2. Estudiar la conservación de la esencia del café, con diferentes variedades para comparar sus características fisicoquímico y organolépticas.
3. Realizar pruebas de extracción en masa con diferente grado de finura del molido del café tostado, con el objeto de evaluar sus características sensoriales.
4. Consumir saches de 50 ml. de esencia de café variedad típica para una tasa de 150 ml. que da una bebida fuerte, un porcentaje de cafeína de 0,53. Esto con la finalidad de hacer diluciones para su consumo, ya que cada persona tiene diferente gusto al tomar una taza de café.
5. Realizar estudios sobre la utilización del mucílago, en la elaboración de bebidas analcohólicas, vinagre y entre otros productos.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- ARCE, V. V. 1985. Experimentos Factoriales. Afraria, Lima, Perú, pp. 16-20.
- ALIAGA, B. J. 1985. Manual práctico del Cafetalero. Afraria, Lima, Perú, pp. 16-20.
- A.O.A.C. 1970. Official Methods of Analysis of the Association of official Agriculture Chemistry, pp. 12,037-039.
- A.O.A.C. INTERNATIONAL. 1997 Official methods of analysis of A.O.A.C. drug. By patricia V.2 , USA, pp. 7-8
- ADRIAN, J. 1990. La ciencia de los Alimentos de la A a la Z. Acribia, Zaragoza, España, p.48.
- AARÓN, L. B. 1996. Envasado de Alimentos en Atmósfera Controladas, Modificadas y a Vacío. Acribia, Zaragoza, España, pp. 193-197
- BELITZ, H.D. 1988. Química de los Alimentos. Acribia, Zaragoza, España, p.755.
- BADUI, S. 1984. Química de los Alimentos. Alhambra, México D. F., p.42.
- BARCELO, J. R. 1976. Diccionario terminológico de química, Alhambra, Madrid, España, p 2.
- COSTE, R. 1969. El Café. Blume, Madrid, España, pp. 29-41.
- CHARLEY, H. 1989. Tecnología de los Alimentos. Limusa, México D. F., p. 285.
- DESROSIER, N.W. 1963. Conservación de Alimentos. Continental, México D. F., p.346.

- EGAN, H.** 1987. Análisis Químico de Alimentos de Pearson. Continental, México D.F., p.19.
- FAO.** 1983. Control de calidad de los productos agropecuarios. Trillas, México D. F., p. 168
- FELLOWS, P.** 1994. Tecnología del Procesado de los Alimentos. Acribia, Zaragoza, España, p.169.
- FRAZIER, W.C.** 1972. Microbiología de la Alimentos. Acribia, Zaragoza, España, p. 99
- GEANKOPLIS, J. CH.** 1982. Procesos de transporte y operaciones unitarias. Continental, México, pp 177-194
- HERMANN, S. H.** 1990. Aditivos Alimentarios y la Reglamentación de los Alimentos. Fund.Chile. p.146.
- HEISS, R.** 1977. Principios de Envasado de Alimentos. Acribia, Zaragoza, España, p.400.
- HART, F.L.** 1971. Análisis Modernos de los Alimentos. Acribia, Zaragoza, España, pp. 59-71
- HADRER, A.E.** 1964. Producción Moderna del Café. Continental, México, p. 49
- HUGHES, C. C.** 1994. Guía de Aditivos. Acribia, Zaragoza, España, pp. 51-52.
- ICMSF,** 1980. Ecología Microbiana de los Alimentos – Factores que afectan la supervivencia de los microorganismos en los Alimentos, Acribia pp. 148-155
- ICMSF,** 1980. Ecología Microbiana de los Alimentos-Productos Alimenticios. Acribia, pp. 150-160

- JAY, M. J.** 1993. Microbiología Moderna de los Alimentos. Acribia, Zaragoza, España, pp.300-305.
- LEON, J.** 1985. Botánica de los Cultivos Tropicales. IICA. p.194.
- LEES, R.** 1982. Análisis de los Alimentos. Acribia, Zaragoza, España, pp. 288-290
- LUCK, E.** 1981. Conservación Química de los Alimentos. Acribia, Zaragoza, España, pp. 99-107.
- MULLER, G.** 1981. Microbiología de los alimentos vegetales. Acribia, Zaragoza, España, pp. 95-99
- MADRID, V. A.** 1994. Métodos oficiales de análisis de alimentos. Madrid, España, pp. 388-389
- MAIER, H. G.** 1980. Métodos modernos de análisis de alimentos, métodos ópticos, VII Acribia, Zaragoza, España, pp. 73-75
- NOSTI, N. J.** 1962. Cacao, Café, Té. Salva, Barcelona, España, p.424.
- NICKERSON, T. J.** 1978. Microbiología de los Alimentos y su Preparación. Acribia, Zaragoza, España, pp.119-120.
- POTTER, N.** 1992. La Ciencia de los Alimentos. Harla, México D. F., pp. 584-596.
- PEDRERO, L. D.** 1989. Evaluación Sensorial de los Alimentos. México. pp. 87-107.
- PARRAGA C. E.** 1997. Manual Técnico Cafetalero. Perú, ADEX-DIA/MSP, p. 45

- PEARSON, D.** 1980. Tecnología de laboratorio para el análisis de alimentos. Acribia, Zaragoza, España, pp. 77-80
- RANKEN, M.D.** 1993. Manual de Industrias de los Alimentos. Acribia, Zaragoza, España, p .257.
- REES, J.A.G.** 1994. Procesado Térmico y Envasado de Alimentos. Acribia, Zaragoza, España, p.209.
- ROSSKAMP, R. R.** 1996. Guía para caficultura ecológica. Novella, Lima, Perú, pp. 14-18.
- SING DE UGAS, O. L.** 1997. Colorantes Naturales. Fonoc, Perú. Pontificia católica. pp. 187-190
- VARNAM H.A.** 1997. Bebidas Tecnología, Químicas y Microbiología. Acribia, Zaragoza, España, pp. 227-243
- WATSON, D.** 1994. Revisiones sobre Ciencia y Tecnología de los Alimentos Acribia, Zaragoza, España, pp.59-60.
- WITTCOFF, A. H.** 1997. Productos Químicos Orgánicos Industriales Tecnología, Formulaciones y Usos. Limusa, México D. F., pp.410-412.
- WITTING, E.** 1989. Evaluación sensorial, una metodología actual para tecnología de alimentos. Usach, pp. 79-97

VIII. ANEXOS

ANEXO A.

CUADRO 27. Diseño experimental de los tratamientos en estudio durante la fase preliminar para la obtención de la esencia del café.

Tratamiento	Combinación de niveles	Explicación
T1	A1E1C1	187,5°C/15min. Extrac.masa 0,18 g/ml. Conserv. 0,005 g/100 ml.
T2	A1E1C2	187,5°C/15min. Extrac.masa 0,18 g/ml. Conserv. 0,01 g/100 ml.
T3	A1E1C3	187,5°C/15min. Extrac.masa 0,18 g/ml. Conserv. 0,01+0,005 g/100 ml.
T4	A1E1C4	187,5°C/15min. Extrac.masa 0,18 g/ml. Testigo.
T5	A1E2C1	187,5°C/15min. Extrac.masa 0,20 g/ml. Conserv. 0,005 g/100 ml.
T6	A1E2C2	187,5°C/15min. Extrac.masa 0,20 g/ml. Conserv. 0,01 g/100 ml.
T7	A1E2C3	187,5°C/15min. Extrac.masa 0,20 g/ml. Conserv. 0,01+0,005 g/100 ml.
T8	A1E2C4	187,5°C/15min. Extrac.masa 0,20 g/ml. Testigo.
T9	A1E3C1	187,5°C/15min. Extrac.masa 0,22 g/ml. Conserv. 0,005 g/100 ml.
T10	A1E3C2	187,5°C/15min. Extrac.masa 0,22 g/ml. Conserv. 0,01 g/100 ml.
T11	A1E3C3	187,5°C/15min. Extrac.masa 0,22 g/ml. Conserv. 0,01+0,005 g/100 ml.
T12	A1E3C4	187,5°C/15min. Extrac.masa 0,22 g/ml. Testigo.

LEYENDA :

FACTOR A: TOSTADO.

A1 : 187,5°C/15 min.

FACTOR E: EXTRACCION EN MASA.

E1: 0,18 g/ml.

E2: 0,20 g/ml.

E3: 0,22 g/ml.

FACTOR C: CONSERVANTES.

C1: SORBATO DE POTASIO 0,005 g/100 ml.

C2: METABISULFITO DE POTASIO 0,01 g/100 ml

C3: ADICION 0,01+0,005 g/100 ml.

C4: TESTIGO

ANEXO B.

DLS(Diferencia Limite de Significación)

La prueba de DLS no es mas que una forma modificada de la prueba de t de student, que permite con un solo valor aceptar o rechazar la hipótesis nula de todas las comparaciones entre tratamientos que se desean hacer; aceptándose la hipótesis cuando las diferencias entre los promedios de dos tratamientos es menor que el valor de la DLS y rechazándose cuando es mayor.

Cuadro 28. Resultado del pH en función al tostado, extracción en masa y conservantes

REPETICIONES	A1												Σ
	B1				B2				B3				
	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	
1	5,7	5,7	5,6	5,6	5,7	5,7	5,7	5,7	5,6	5,7	5,6	5,6	67,90
2	5,7	5,6	5,6	5,6	5,7	5,7	5,6	5,6	5,6	5,7	5,6	5,6	67,60
3	5,6	5,6	5,6	5,6	5,7	5,7	5,6	5,5	5,6	5,7	5,5	5,6	67,30
TOTAL	17,0	16,9	16,8	16,8	17,1	17,1	16,9	16,8	16,8	17,1	16,7	16,8	202,80
PROMEDIO	5,67	5,63	5,60	5,60	5,70	5,70	5,63	5,60	5,60	5,70	5,57	5,60	67,60

Cuadro 29. Análisis de variancia del pH de la esencia del café en almacenamiento

FV.	GL.	SC.	CM.	Fc.	Sig.
B	2	0,0105556	0,0052778	3,17	ns
C	3	0,0475000	0,0158333	9,50	**
B×C	6	0,0250000	0,0041667	2,50	*
Error	24	0,0400000	0,0016667		
Total	35	0,1230556			

R ²	C.V.	RootMSE	Respuesta Promedio
0,675	0,724	0,041	5,636

ANEXO C

Cuadro 30. Resultados de la cafeína en función al tostado, extracción en masa y conservantes

REPETI CIONES	A1												Σ
	B1				B2				B3				
	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	
1	0,1	0,6	0,1	0,3	0,3	0,6	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	4,00
2	0,1	0,4	0,1	0,3	0,3	0,3	0,5	0,3	0,5	0,5	0,3	0,3	3,90
3	0,1	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,5	0,3	0,5	0,5	0,4	0,3	3,60
TOTAL	0,3	1,3	0,3	0,8	0,8	1,1	1,4	0,9	1,4	1,3	1,0	0,9	11,50
PROMEDIO	0,10	0,43	0,10	0,27	0,27	0,36	0,47	0,30	0,47	0,43	0,33	0,30	3,84

Cuadro 31. Análisis de variancia de la cafeína en almacenamiento

FV.	GL.	SC.	CM.	Fc.	Sig.
B	2	0,1473672	0,0736836	14,31	**
C	3	0,0901430	0,0300477	5,83	**
B×C	6	0,2126737	0,0354456	6,88	**
Error	24	0,1236015	0,0051501		
Total	35	0,5737854			
	R^2	C.V.	RootMSE	Respuesta Promedio	
	0,785	13,086	0,072	0,548	

ANEXO D FICHA DE ANALISIS SENSORIAL

NOMBRE: FECHA: HORA:

MUESTRA :EXTRACTO LIQUIDO DE CAFÉ (Coffea Arabica)

Marcar con una X ,los calificativos según su preferencia de sabor,aroma,color ,amargor y apariencia general de acuerdo a cada una de las siguientes escalas :

SABOR

CALIFICATIVOS	MUESTRAS					
Gusta muchísimo						
Gusta mucho						
Me gusta						
Me es indiferente						
Disgusta un poco						
Disgusta moderadamente						
Disgusta mucho						

AROMA

CALIFICATIVOS						
Fresco con exelente aroma						
Fresco con buen aroma						
Aroma mas que aceptable						
Aceptable						
Aroma menos que aceptable						
Casi sin aroma						
Sin aroma						

COLOR

CALIFICATIVOS						
Marron oscuro						
Marron ligeramente oscuro						
Marron claro						
Negro moderado						
Negro notable						
Negro intenso						
Negro carbon						

AMARGOR

CALIFICATIVOS						
Sin amargor						
Amargo apenas perceptible						
Amargo debil						
Amargo moderado						
Amargo notable						
Muy amargo						
Extremadamente amargo						

APARIENCIA GENERAL

CALIFICATIVOS						
Muy bueno						
Bueno						
Ligeramente bueno						
Aceptable						
Ligeramente aceptable						
Menos que aceptable						
No se acepta						

ANEXO E

Cuadro 32. Resultado del análisis sensorial para el atributo sabor en función al tostado, extracción en masa y conservantes.

PANELISTAS	A1												Σ
	B1				B2				B3				
	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	
1	7,0	6,0	4,0	4,0	4,0	5,0	3,0	4,0	3,0	6,0	3,0	4,0	53,0
2	5,0	5,0	3,5	5,5	5,5	3,5	4,0	4,5	5,0	4,0	4,5	4,0	54,0
3	5,0	4,5	4,0	4,5	4,5	5,0	3,0	4,0	5,0	4,0	3,5	4,0	50,0
4	4,0	5,0	3,0	3,5	5,0	5,5	2,5	3,5	5,0	5,0	3,5	3,5	50,0
5	5,5	4,0	3,0	3,5	4,5	4,5	3,5	3,5	4,5	4,5	3,0	4,0	48,0
6	6,0	3,5	4,0	3,5	4,0	4,0	3,5	4,0	4,5	3,5	4,0	3,5	48,0
7	6,0	4,0	3,0	3,0	3,0	4,0	3,0	3,0	5,0	5,0	3,0	4,0	46,0
8	6,5	3,5	3,5	5,0	3,5	6,0	3,5	4,5	3,5	4,0	3,5	4,5	52,5
9	5,0	5,0	3,5	4,0	5,5	4,5	4,0	3,5	5,5	5,0	4,5	3,5	53,5
10	5,5	5,5	4,0	3,5	5,5	4,5	3,5	3,0	5,5	5,5	3,5	4,0	53,5
11	5,0	6,0	5,0	4,0	4,0	4,0	5,0	4,0	5,0	6,0	4,0	5,0	57,0
12	5,5	3,5	3,5	4,5	6,0	4,0	3,5	4,0	4,5	5,0	4,0	4,0	52,0
13	6,0	5,0	4,0	5,5	4,5	4,5	4,0	4,5	5,0	5,5	4,0	5,0	57,5
14	6,0	4,0	3,5	3,5	6,0	3,5	3,5	3,5	5,0	3,5	4,0	4,0	50,0
15	5,0	4,5	4,0	4,0	5,0	4,0	4,0	4,0	4,5	4,0	4,0	4,0	51,0
TOTAL	84,0	69,0	55,5	61,5	70,5	66,5	53,5	57,5	70,5	70,5	56,0	61,0	776,0
PROMEDIO	5,60	4,60	3,70	4,10	4,70	4,43	3,57	3,83	4,70	4,70	3,73	4,07	51,73

Cuadro 33. Análisis de variancia de la evaluación organoléptica del atributo sabor de la esencia del café

FV.	GL.	SC.	CM.	Fc.	Sig.
Panelistas	14	11,827778	0,844841	2,0	*
B	2	4,044444	2,022222	4,78	**
C	3	47,600000	15,866667	37,51	**
B×C	6	5,466667	0,911111	2,15	*
Error	154	65,138889	0,422980		
Total	179	134,077778			
	R²	C.V.	RootMSE	Respuesta promedio	
	0,514	15,086	0,650	4,311	

Cuadro 34. Resultado del análisis sensorial para el atributo **aroma** en función al tostado, extracción en masa y conservantes.

PANELISTAS	A1												Σ
	B1				B2				B3				
	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	
1	6,5	5,5	3,5	3,5	5,0	5,5	4,0	4,0	5,5	5,0	4,5	3,5	56,0
2	5,5	3,0	3,5	5,5	3,5	3,0	4,0	5,0	3,5	5,0	4,0	5,5	51,0
3	5,5	5,0	3,5	4,0	4,0	3,5	4,0	4,0	4,5	4,5	3,5	3,5	49,5
4	5,5	4,5	3,5	4,5	5,5	5,5	3,5	4,0	5,5	6,0	3,5	4,5	56,0
5	5,0	4,5	4,5	5,0	5,0	3,5	3,5	4,5	5,0	5,0	4,0	4,0	53,5
6	5,0	4,0	4,0	3,0	5,0	5,0	3,5	3,5	5,0	4,5	3,5	4,0	50,0
7	6,0	2,5	3,5	4,5	3,5	3,0	3,5	3,5	4,0	3,5	4,0	4,5	46,0
8	6,0	4,5	3,5	5,5	4,0	5,0	3,5	5,0	4,0	3,0	4,5	4,0	52,5
9	6,0	5,0	4,0	4,0	5,0	6,0	4,0	4,0	5,0	4,0	5,0	4,0	56,0
10	5,5	6,5	3,5	3,5	6,0	6,0	3,5	4,5	4,5	5,0	4,5	5,0	58,0
11	4,5	3,5	4,0	6,0	5,0	5,0	4,5	4,5	5,0	5,0	4,0	3,5	54,5
12	6,0	5,0	4,0	4,0	5,0	3,0	4,0	4,0	5,0	5,0	4,0	5,0	54,0
13	4,5	5,0	4,0	4,5	5,0	4,5	4,0	3,5	5,5	4,5	4,0	4,0	53,0
14	5,0	5,0	3,5	4,5	5,5	4,0	4,0	4,5	6,0	4,5	4,0	3,5	54,0
15	6,0	4,0	3,0	5,0	5,0	3,0	4,0	4,0	6,0	4,0	4,0	5,0	53,0
TOTAL	82,5	67,5	55,5	67,0	72,0	65,5	57,5	62,5	74,0	68,5	61,0	63,5	797,0
PROMEDIO	5.50	4.50	3.70	4.47	4.80	4.37	3.83	4.17	4.93	4.57	4.07	4.23	53.14

Cuadro 35. Análisis de variancia de la evaluación organoléptica del atributo **aroma** de la esencia del café

FV.	GL.	SC	CM.	Fc.	Sig.
Panelistas	14	10,894444	0,778175	1,64	ns
B	2	1,919444	0,959722	2,02	ns
C	3	34,161111	11,387037	23,93	**
B×C	6	4,313889	0,718981	1,51	ns
Error	154	73,272222	0,475794		
Total	179	124.561111			
	R²	C.V.	RootMSE	Respuesta promedio	
	0,412	15,578	0,690	4,428	

Cuadro 36. Resultado del análisis sensorial para el atributo **color** en función al tostado, extracción en masa y conservantes.

PANELISTA S	A1												Σ
	B1				B2				B3				
	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	
1	7,0	6,0	4,0	6,0	5,0	4,0	3,0	5,0	3,0	4,0	4,0	6,0	57,0
2	5,5	6,0	4,5	6,0	6,0	5,0	5,5	5,0	6,0	6,0	5,0	5,5	66,0
3	5,5	4,0	4,0	5,0	5,0	5,5	4,5	5,0	6,5	4,5	4,5	5,5	59,5
4	6,0	6,5	5,0	5,5	5,0	6,0	4,0	5,0	6,0	6,5	4,0	4,5	65,0
5	4,0	4,5	3,5	3,0	4,0	3,0	3,0	3,0	3,5	3,0	3,5	3,0	41,0
6	5,5	5,0	5,0	5,5	5,5	5,5	5,0	5,5	5,5	5,5	6,0	5,5	65,0
7	6,5	6,5	3,5	5,0	6,0	5,0	3,5	4,5	6,0	5,5	4,0	5,0	61,0
8	6,	6,0	4,5	5,5	6,0	6,0	4,0	5,5	4,5	4,0	4,0	5,0	61,5
9	4,0	5,5	3,5	3,5	3,5	5,5	3,5	4,0	3,5	3,0	4,5	4,0	48,0
10	5,5	7,0	3,0	4,5	7,0	7,0	5,0	5,5	5,0	5,5	5,0	5,5	65,5
11	7,0	7,0	3,0	6,0	7,0	7,0	4,0	6,0	5,0	7,0	5,0	5,0	69,0
12	6,5	6,0	5,0	6,0	6,5	7,0	5,0	5,5	6,5	6,5	4,5	4,5	69,5
13	6,5	6,5	3,5	4,5	7,0	5,5	4,0	5,0	5,5	5,5	4,0	4,5	62,0
14	6,0	5,5	4,0	5,5	6,5	6,0	3,5	5,5	7,0	6,5	4,5	5,0	65,5
15	7,0	7,0	4,0	4,0	7,0	5,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0	4,0	61,0
TOTAL	89,0	89,0	61,0	75,5	87,0	83,0	61,5	74,0	78,5	78,0	67,5	72,5	916,5
PROMEDIO	5,93	5,93	4,07	5,03	5,80	5,53	4,10	4,93	5,23	5,20	4,50	4,83	61,08

Cuadro 37. Análisis de variancia de la evaluación organoléptica del atributo **color** de la esencia del café

FV.	GL.	SC.	CM.	Fc.	Sig.
Panelistas	14	67,936111	4,852579	9,06	**
B	2	2,411111	1,205556	2,25	ns
C	3	60,893056	20,297685	37,89	**
B×C	6	8,177778	1,362963	2,54	*
Error	154	82,497222	0,53570		
Total	179	221,91528			
	R²	C.V.	RootMSE	Respuesta promedio	
	0,628	14,390	0,732	5,086	

Cuadro 38. Resultado del análisis sensorial para el atributo **amargor** en función al tostado, extracción en masa y conservantes.

PANELISTA S	A1												Σ
	B1				B2				B3				
	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	
1	4,0	2,0	3,0	4,0	7,0	7,0	4,0	3,0	6,0	7,0	4,0	4,0	55,0
2	5,0	5,5	3,5	5,5	6,5	4,5	3,5	4,0	4,5	4,5	4,0	3,5	54,5
3	6,0	5,0	4,0	3,0	4,0	7,0	4,0	3,0	5,0	4,0	3,0	4,0	52,0
4	4,0	4,0	3,5	3,5	4,5	4,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,0	3,0	44,0
5	4,0	6,0	3,0	5,0	5,0	4,0	3,0	4,0	4,0	5,0	3,0	3,0	49,0
6	5,5	5,5	3,5	3,5	5,0	3,0	4,0	3,0	4,0	4,0	4,0	3,0	48,0
7	3,0	4,0	3,0	4,0	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	3,0	4,0	4,0	41,0
8	6,0	5,0	5,0	6,0	7,0	6,0	3,0	5,0	7,0	7,0	5,0	6,0	68,0
9	3,0	3,0	4,0	4,0	2,0	4,0	3,0	3,0	4,0	4,0	3,0	4,0	41,0
10	4,0	4,0	3,0	3,0	5,0	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	4,0	5,0	50,0
11	4,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0	4,0	39,0
12	7,0	5,0	3,0	7,0	7,0	3,0	3,0	6,0	5,0	6,0	4,0	6,0	62,0
13	3,0	4,0	3,0	4,0	2,0	5,0	3,0	3,0	5,0	3,0	3,0	4,0	42,0
14	4,0	5,0	4,0	4,0	3,0	2,0	3,0	3,0	3,0	5,0	4,0	3,0	43,0
15	5,0	7,0	4,0	4,0	3,0	6,0	3,0	3,0	6,0	6,0	3,0	4,0	54,0
TOTAL	67,5	68,0	52,5	63,5	67,0	65,0	51,0	54,5	69,0	70,0	54,0	60,5	742,5
PROMEDIO	4.50	4.53	3.50	4.23	4.48	4.33	3.40	3.63	4.60	4.67	3.60	4.03	49.50

Cuadro 39. Análisis de variancia de la evaluación organoléptica del atributo **amargor** de esencia de café

FV.	GL.	SC.	CM.	Fc.	Sig.
Panelistas	14	80,541667	5,752976	6,06	**
B	2	2,533333	1,266667	1,33	ns
C	3	32,515278	10,838426	11,41	**
B×C	6	1,555556	0,259259	0,27	ns
Error	154	146,291167	0,94995		
Total	179	263,43750			
	R²	C.V.	RootMSE	Respuesta promedio	
	0,445	23,628	0,975	4,12586	

Cuadro 40. Resultado del análisis sensorial para el atributo **apariciencia general** en función al tostado, extracción en masa y conservantes

PANELISTA S	A1												Σ
	B1				B2				B3				
	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	
1	5,5	5,5	4,0	3,5	4,5	5,5	4,0	3,5	6,0	6,0	3,5	3,5	55,0
2	6,0	5,0	4,0	5,0	6,0	6,0	4,0	5,0	5,0	5,0	4,0	6,0	61,0
3	6,0	6,0	4,0	5,0	6,0	6,0	4,0	4,0	6,0	6,0	4,0	5,0	62,5
4	6,0	5,0	3,0	4,0	4,0	6,0	4,0	4,0	6,0	7,0	5,0	5,0	59,0
5	6,0	5,5	4,0	4,5	5,0	6,0	4,0	4,5	5,5	6,0	4,5	5,5	61,0
6	6,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,0	5,0	5,0	4,0	4,0	5,0	4,0	57,0
7	4,0	5,0	4,0	3,0	4,0	5,0	4,0	3,0	5,0	4,0	4,0	3,0	48,0
8	5,0	4,5	4,0	4,0	4,5	5,5	3,5	4,5	5,0	4,0	4,5	4,5	53,5
9	6,0	6,0	5,0	4,5	6,0	5,0	4,0	4,0	6,0	5,0	4,0	4,5	60,0
10	6,5	5,0	5,0	5,5	6,0	6,0	5,5	6,0	6,5	6,5	5,5	5,5	69,5
11	5,5	5,5	4,0	4,5	5,0	5,0	3,5	4,0	4,0	4,5	4,0	4,5	54,0
12	6,0	5,0	4,0	4,0	5,0	3,0	4,0	5,0	4,0	5,0	5,0	4,0	54,0
13	6,0	6,0	4,0	4,0	6,0	6,0	5,0	5,0	7,0	6,0	5,0	5,0	65,0
14	4,0	6,0	4,0	2,0	6,0	7,0	4,0	3,0	7,0	6,0	4,0	4,0	57,0
15	6,0	5,5	4,0	5,5	5,5	4,5	4,0	4,0	5,0	5,0	4,0	5,0	58,0
TOTAL	84,5	80,5	62,0	64,0	78,5	80,5	62,5	64,5	82,0	80,0	66,0	69,0	874,0
PROMEDIO	5,63	5,37	4,13	4,27	5,23	5,37	4,17	4,30	5,47	5,33	4,40	4,60	58,27

Cuadro 41. Análisis de variancia de la evaluación organoléptica del atributo **apariciencia general** de la esencia del café

FV.	GL.	SC.	CM.	Fc.	Sig.
Panelistas	14	31,869444	2,276389	4,91	**
B	2	1,011111	0,505556	1,09	ns
C	3	54,077778	18,025926	38,86	**
B×C	6	1,855556	0,309259	0,67	ns
Error	154	71,430556	0,463835		
Total	179	160,244444			
	R²	C.V.	RootMSE	Respuesta promedio	
	0,554	14,026	0,681	4,856	

ANEXO G

Cuadro 44. Resultado del calculo de la cafeína

TRATAMIENTO	A	$x = \frac{y - 8,22}{46,03}^{-3}$	CAFEINA(%)
T1	0,250	$5,25^{-3}$	0,53
T2	0,252	$5,29^{-3}$	0,54
T3	0,254	$5,34^{-3}$	0,55
T4	0,251	$5,27^{-3}$	0,56
T5	0,272	$5,73^{-3}$	0,57
T6	0,252	$5,29^{-3}$	0,58
T7	0,282	$5,95^{-3}$	0,59
T8	0,267	$5,49^{-3}$	0,60
T9	0,344	$7,29^{-3}$	0,61
T10	0,320	$6,77^{-3}$	0,62
T11	0,325	$6,88^{-3}$	0,63
T12	0,375	$7,97^{-3}$	0,64

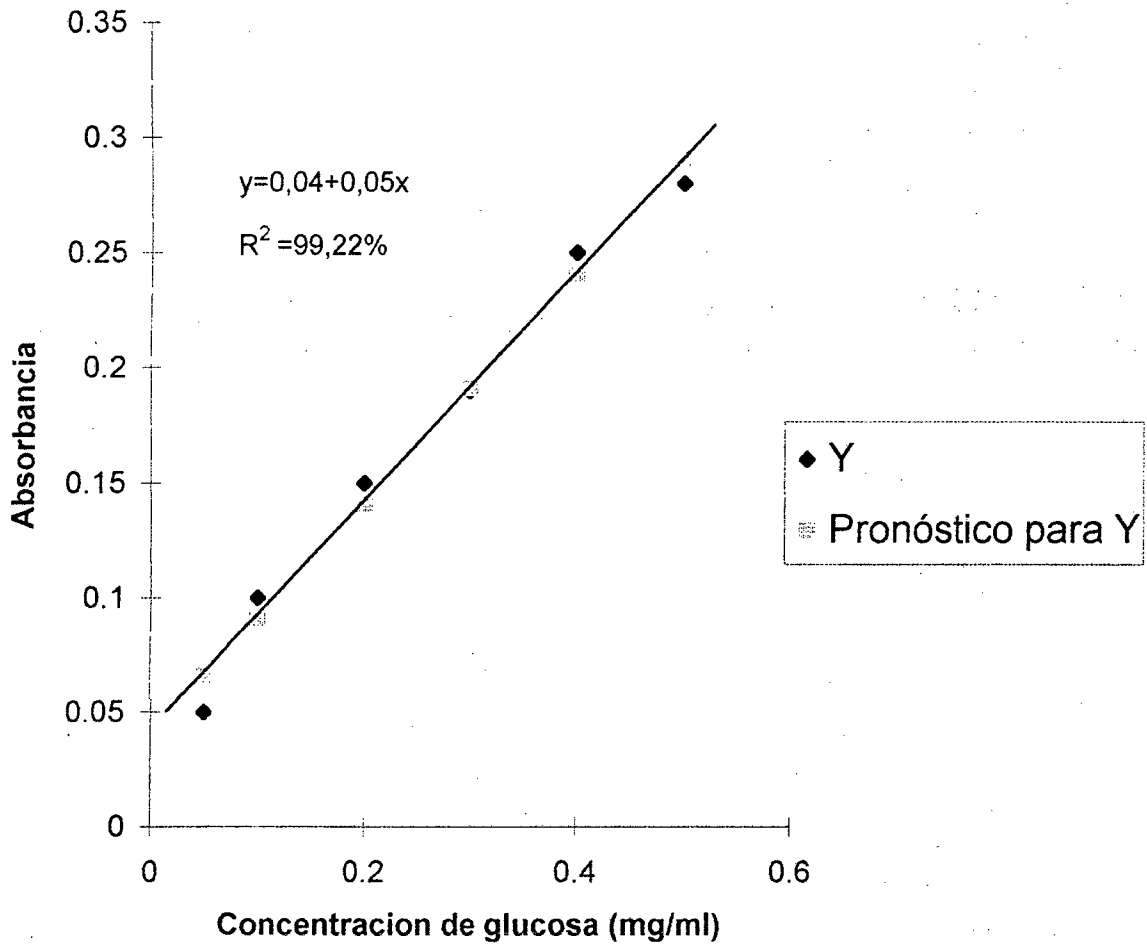


Figura 10. Variación de la absorbancia en función a la concentración de glucosa (mg/ml)

ANEXO F

Cuadro 42. Resultado del calculo de azúcares totales

TRATAMIENTO	A	$x = \frac{y-0,04}{0,5}$	A.T.(%)
T1	0,053	0,026	0,26
T2	0,052	0,024	0,24
T3	0,051	0,022	0,22
T4	0,050	0,020	0,20
T5	0,052	0,024	0,24
T6	0,051	0,022	0,22
T7	0,053	0,026	0,26
T8	0,051	0,022	0,22
T9	0,050	0,020	0,20
T10	0,052	0,024	0,24
T11	0,052	0,024	0,24
T12	0,051	0,022	0,22

Cuadro 43. Resultado del calculo de azúcares reductores

TRATAMIENTO	A	$x = \frac{y-0,04}{0,5}$	A.R.(%)
T1	0,076	0,072	0,18
T2	0,070	0,060	0,15
T3	0,069	0,058	0,145
T4	0,067	0,054	0,135
T5	0,072	0,064	0,160
T6	0,065	0,050	0,125
T7	0,075	0,070	0,175
T8	0,068	0,056	0,140
T9	0,060	0,040	0,100
T10	0,067	0,054	0,135
T11	0,065	0,050	0,125
T12	0,062	0,044	0,110

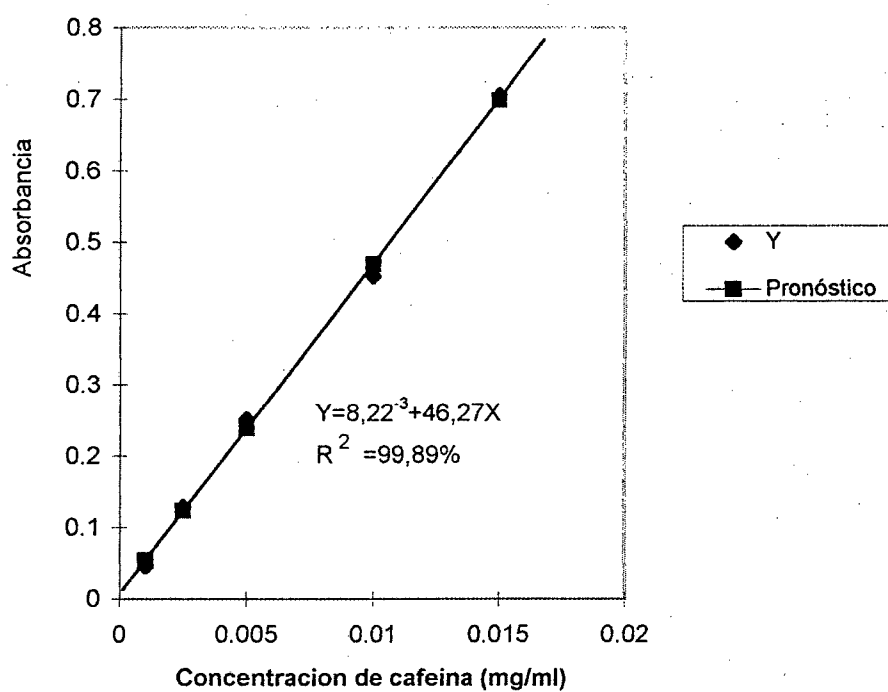


Figura 11. Variación de la absorbancia en función a la concentración de cafeína (mg/ml)