UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

"DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LA ESENCIA LÍQUIDA DE CAFÉ (*Coffee Arabica* L.)"

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

AUTORES

Bach. CORNEJO CHANAMÉ ABBY PAOLA

Bach. DÍAZ MALDONADO FLOR CASILDA

ASESOR:

Ing. RENZO CHUNG CUMPA

LAMBAYEQUE-PERU
2018

UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

"DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LA ESENCIA LÍQUIDA DE CAFÉ (*Coffee Arabica L.*)"

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

AUTORES

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTADO POR:

Bach. ABBY PAOLA CORNEJO CHANAME
AUTORA

Bach. FLOR CASILDA DIAZ MALDONADO
AUTORA

ING. RENZO CHUNG CUMPA
ASESOR

LAMBAYEQUE-PERÚ
2018

UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

"DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LA ESENCIA LÍQUIDA DE CAFÉ (*Coffee Arabica L.*)"

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

AUTORES

Bach. Cornejo Chanamé Abby Paola
Bach. Díaz Maldonado Flor Casilda

APROBADO POR:

M.SC. RUBÉN DARÍO SACHÚN GARCÍA
PRESIDENTE

M.SC. JUAN CARLOS DÍAZ VISITACIÓN
SECRETARIO

M.SC. JUAN FRANCISCO ROBLES RUIZ
VOCAL

LAMBAYEQUE-PERÚ
2018

Dedicatoria

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios, por haberme dado la fortaleza para continuar cuando estuve a punto de caer, y así lograr con humildad este éxito en mi vida profesional.

A mis madres Mónica E. Chanamé Guerrero y Doris Guerero Torres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi salud y educación, siendo ellas mi soporte necesario para lograr mis objetivos y mi gran motivación para seguir adelante. Este logro es suyo.

A mi tía Lili Ruth Chanamé Guerrero, y hermanos Cielo Y Andree quienes con su amor y sus consejos son el motor que me impulsan a lograr mis metas.

A mi novio Richard Alexander Alfaro Victoriano, quien con su apoyo y confianza me dio la motivación y me impulsó a seguir adelante y nunca rendirme.

A ti Oscar L. Díaz Robles por ser el soporte mío y de mi madre, por todo el apoyo en toda mi educación y por tus consejos para lograr esta meta alcanzada.

Abby Paola Cornejo Chanamé

Dedico este trabajo a Dios, porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, perseverando en su camino.

A mis padres Auber Díaz Carrasco y Milagritos Maldonado López, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ellos que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

A mis hermanos Nelly, Ceci, Alan y kevin quienes son partícipes de este esfuerzo, por sus palabras y compañía, y a mis sobrinos por quienes soy mejor cada día.

A mi esposo Gleenn por su apoyo incondicional y con quien comparto mi vida, mis sueños y mis metas, por su gran confianza y su amor.

Flor Casilda Díaz Maldonado

Agradecimiento

En primer lugar damos infinitamente gracias a Dios por protegernos durante todo nuestro camino y darnos fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda la vida.

A la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo y a su facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias, que nos acogió por cinco años y ahora nos devuelve al mundo convertidos en Ingenieros en Industrias Alimentarias.

A nuestros docentes y administrativos de la facultad y una mención especial a la Srta. Rosita, quien con su apoyo pudimos concluir con éxito este trabajo.

A nuestras familias y amigos por incentivarnos en todo momento con su apoyo moral, ese nuevo logro es en gran parte gracias a ustedes.

A nuestro asesor Ing. Renzo Chung Cumpa, quien con su vasta experiencia en la docencia universitaria nos guió en el desarrollo de la presente tesis.

No ha sido un camino sencillo, pero gracias a sus aportes y su inmenso apoyo, el resultado se ve reflejado.

INDICE GENERAL

ABSTRACT i
RESUMEN ii
INTRODUCCION 1
I. FUNDAMENTO TEÓRICO 4
1.1. Esencia líquida de café 4
1.1.1. Granos verdes de café 4
1.1.2. Torrefacción. 6
1.1.3. Molienda. 9
1.1.4. Extracción sólido-líquido. 11
1.1.5. Características de la esencia liquida de café 12
1.2. Modos de deterioro de los alimentos 14
1.3. Vida útil de los alimentos 17
1.4. Análisis sensorial de los alimentos 21
1.4.1. Propiedades sensoriales 22
1.4.3. Estudio de estabilidad del alimento durante el almacenamiento 28
II. MATERIALES Y MÉTODOS 31
2.1. Localización 31
2.2. Materiales, reactivos y equipos 31
2.2.1. Materiales 32
2.2.2. Equipos 32
2.3. Métodos de análisis fisicoquímicos y microbiológicos 33
2.4. Metodología experimental 33
III. RESULTADOS Y DISCUSIONES 39
3.1. Caracterización fisicoquímica del grano de café verde 39
3.2. Seguimiento del pH durante el almacenamiento de la esencia de café 41
3.3. Cuantificación de levaduras durante el almacenamiento de la esencia de café 43
4.4. Intensidad de los atributos sensoriales de la esencia líquida de café 44
4.5. Evaluación del color de la esencia líquida de café durante su almacenamiento 45
4.6. Evaluación del olor (café) de la esencia líquida durante su almacenamiento 46
4.7. Evaluación del sabor de la esencia líquida de café durante su almacenamiento 48
4.8. Evaluación del cuerpo de la esencia líquida de café durante su almacenamiento 50
4.9. Análisis afectivo de la esencia líquida de café durante su almacenamiento 51

IV. CONCLUSIONES 54
V. RECOMENDANCIONES 55
VI. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA 56
VII. ANEXOS 59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Composición del grano de Coffea arábica. 5

Tabla 1.2. Composición aproximada del café tostado (% en peso seco). 7

Tabla 1.3. Ácidos contenidos en el café tostado. 7

Tabla 1.3. Compuestos de café durante el proceso de tostión. 7

Tabla 1.3. Comparación entre el tamaño y el número de partículas de varios tipos de molienda. 8

Tabla 1.4. Características fisicoquímicas de la esencia líquida de café. 12

Tabla1.5. Principales eventos esperados de deterioro en alimentos almacenados a temperatura ambiente. 19

Tabla 1.6. Deterioro químico con algunos indicadores relevantes. 20

Tabla 2.1. Métodos de análisis fisicoquímicos utilizados en este trabajo. 32

Tabla 2.2. Diseño experimental utilizado para el recuento de levaduras y medición del pH durante el almacenamiento de la esencia líquida de café. 35

Tabla 2.3. Diseño experimental utilizado para la evaluación sensorial de la esencia líquida de café durante el almacenamiento. 36

Tabla 2.4. Escala utilizada para categorizar los atributos sensoriales de la esencia líquida de café. 37

Tabla 2.5. Escala de calificación utilizada para evaluar el grado de satisfacción de las muestras durante su almacenamiento. 38

Tabla 4.1. Resultados de la caracterización del grano de café verde (*Coffee Arabica L.*) utilizado para la obtención de esencia líquida de café. 39

Tabla 4.2. Características fisicoquímicas del grano de café verde, según otros autores. 39

Tabla 4.3. Caracterización fisicoquímica del grano de café tostado**.** 41

Tabla 4.4. Seguimiento del pH durante el almacenamiento. 41

Tabla 4.5. Conteo de levaduras durante el almacenamiento. 44

Tabla 4.6. Perfil sensorial de la esencia líquida de café. 45

Tabla 4.7. Valoración promedio (del color taza) de 12 jueces durante el almacenamiento de la esencia líquida de café. 46

Tabla 4.8. Valoración promedio (***del olor café***) de 12 jueces durante el almacenamiento de la esencia líquida de café. 47

Tabla 4.9 Valoración promedio (**del sabor café**) de 12 jueces durante el almacenamiento de la esencia líquida de café. 48

Tabla 4.10. Valoración promedio (***del cuerpo***) de 12 jueces durante el almacenamiento de la esencia líquida de café. 50

Tabla 4.11. Valoración promedio (***de la apreciación hedónica***) de 12 jueces durante el almacenamiento de la esencia líquida de café. 52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Estructura del fruto y grano de café 29

Figura 2.1. Diagrama de flujo para la obtención de la esencia de café 44

Figura 4.1. Evolución del pH en la esencia de café durante su almacenamiento. 52

Figura 4.2. Perfil sensorial de la esencia liquida de café. 54

Figura 4.4. Evolución de la Valoración promedio (del olor café) de 12 jueces durante el almacenamiento de la esencia liquida de café**.** 57

Figura 4.5. Evolución de la Valoración promedio (del sabor café) de 12 jueces durante el almacenamiento de la esencia liquida de café. 59

Figura 4.6. Evolución de la Valoración promedio (***del cuerpo***) de 12 jueces durante el almacenamiento de la esencia liquida de café 61

Figura 4.7. Evolución de la valoración promedio (***de la apreciación hedónica***) de 12 jueces durante el almacenamiento de la esencia liquida de café. 62

ABSTRACT

The purpose of the following work was to determine the shelf life of the liquid essence of packaged coffee (at 90 ° C) in hermetically sealed glass jars and stored at room temperature. Real life studies were carried out, elaborating the liquid essence of coffee and studying its quality characteristics during storage. For the elaboration, green coffee grains (Coffee Arabica L.) were physicochemically selected and characterized, these were roasted (200 ° C for 12 min) and ground to be subjected to an extraction (solid-liquid) using water at 95 ° C . Three concentrations of liquid essence were obtained (1: 4, 1: 6, 1: 8) which were packaged at (90 ° C) and in different storage times the pH level was evaluated, the amount of yeasts (CFU / L), the intensity of color, smell, taste, body and the degree of satisfaction produced by each of the samples stored. The green coffee beans used presented 10.45% humidity, 11.97% protein, 11% Fat, 23.75% fiber, 3.1% ash and 39.73% Carbohydrates. Roasted and ground coffee lent 0.4% moisture, 11.17% protein, 15.5% fat, 25.7% fiber, 3.9% ash and 43.28% carbohydrates. According to the yeast quantification, the shelf life of the liquid coffee essence is completed after 24 days of storage, and according to the sensory evaluations it is finished after 25 days. It was observed that the concentration (of the essence) most appreciated by the judges is 1: 6.

Keywords: coffee, shelf life, liquid essence, sensory.

RESUMEN

El siguiente trabajo tuvo por objetivo determinar el tiempo de vida útil de la esencia líquida de café envasada (a 90 °C) en frascos de vidrio herméticamente cerrados y almacenados a temperatura ambiente. Se realizaron estudios de vida útil real, elaborando la esencia liquida de café y estudiando sus características de calidad durante su almacenamiento. Para la elaboración se seleccionaron y caracterizaron fisicoquímicamente granos verdes de café (*Coffee Arabica* L.), estos fueron tostados (200 °C por 12 min) y molidos para luego ser sometidos a una extracción (solido-liquido) utilizando agua a 95 °C. Se obtuvieron tres concentración de esencia liquida (1:4, 1:6, 1:8) las cuales fueron envasadas a (90 ° C) y en diferentes tiempos de almacenamiento se evaluó el nivel de pH, la cantidad de levaduras (UFC/L), la intensidad del color, olor, sabor, cuerpo y el grado de satisfacción que produce cada una de las muestras almacenadas. Los granos verdes de café utilizados presentaron un 10.45% de humedad, 11.97% de proteína, 11% de Grasa, 23.75% de fibra, 3.1% de cenizas y 39.73% de Carbohidratos. El café tostado y molido prestó 0.4 % de humedad, 11.17% de proteína, 15.5% de grasa, 25.7 % de fibra, 3.9% de cenizas y 43.28% de carbohidratos. Según la cuantificación de levaduras, la vida útil de la esencia líquida de café se termina a los 24 días de almacenamiento, y según las evaluaciones sensoriales se termina a los 25 días. Se observó que la concentración (de la esencia) más apreciada por los jueces es la 1:6.

Palabras clave: café, vida útil, esencia líquida, sensorial.

INTRODUCCION

El café es un producto muy importante a nivel mundial, después de los aceites comestibles y el té, el café es el producto del tipo “commodity” más consumido en el mundo (Valenzuela, 2010). En el transcurso de los años la demanda y producción ha venido aumentando sostenidamente, los principales productores a nivel mundial (de mayor a menor) son Brasil, Vietnan, Indonesia, Colombia, Etiopia y Perú (FAO, 2017; Salas, 2015).

Se estima que al menos el 30% de la población mundial consume una vez al día una taza de café. Uno de las razones del alto consumo es por sus propiedades antioxidantes principalmente por los polifenoles que contiene. También el atractivo del café está ligado a su aroma, sabor, al placer de degustar una “taza de café” consumida en solitario o con compañía, y al concepto generalizado que el café es “estimulante” y “energizante” debido a su componente más resaltante, la cafeína (Valenzuela, 2010; Rodriguez *et al*., 2017).

Entre otros beneficios del café, se encuentran sus efectos como vasodilatador y con ello la prevención de enfermedades como la diabetes, algunos tipos de cáncer, favorece la presión arterial y con ello previene enfermedades coronarias e incluso está demostrado que reduce la posibilidad de contraer enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer o Parkinson (Mejia, *et al*., 2013; León *et al.,* 2013 y Carman *et al.,* 2014 citados por Rodriguez *et al.,* 2017).

Una de las formas más comunes de consumir el café es como esencia líquida. Este es el producto resultante del proceso de lixiviación en la cual se hace pasar agua a temperatura de ebullición para extraer los componentes solubles y aromáticos de los granos de café tostados y molidos (klarke y Macrae, 1997; Piazza *et al.,* 2008; Sierra 2012).

Para un mayor aprovechamiento de un alimento, en este caso de la esencia líquida de café que es bastante consumida, es muy importante conocer su tiempo de vida útil. Es decir el tiempo desde la producción en la cual mantiene características químicas,

físicas, microbiológicas, sensoriales y funcionales de calidad deseadas (Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos -IFST, 1993).

Durante el almacenamiento de los alimentos se generan cambios físicos, químicos y biológicos, influenciados por diferentes factores, ya sean extrínsecos (condiciones externas del alimento) e intrínsecos (condiciones internas propias del alimento). Se puede entender que todos estos cambios deterioran la calidad del alimento y pueden ser monitoreados en el tiempo; dando como resultado un estudio de vida útil (Kilcast y Subramaniam, 2011; Singh, 1994).

La esencia liquida de café químicamente es una matriz muy rica especialmente en carbohidratos y sus actividad de agua es 0.95, por lo tanto podría estar más expuesto a ser contaminada por una amplia gama de microorganismos como las levaduras, sin embargo debido a su pH acido (4.7-5.1) y la alta concentración de sólidos, se favorece relativamente su conservación debido a que actúan como agente antimicrobianos (Giraldo, 2002 citado por Sierra, 2012).

Como se mencionó en líneas anteriores, el atractivo del café está ligado a su aroma, sabor, cuerpo. Sin embargo, estos atributos cambian durante el almacenamiento debido a mecanismos fisicoquímicos y biológicos. Existen varias técnicas que pueden retardar estos cambios indeseados, como por ejemplo la adición de aditivos químicos como los conservantes, pero también es importante tener en cuenta que generan ciertos cambios en los atributos sensoriales originales. Otra técnica está vinculada al mantenimiento de temperatura alta de envasado, generando un espacio de cabeza (vacío) en el envase herméticamente cerrado, la cual puede alargar el tiempo de vida útil manteniendo las características sensoriales originales (Rodriguez *et al.*, 1998; Potter, 1999; Guevara, 2008). Esta última técnica es propicia para aplicarla a la esencia líquida de café ya que la extracción se hace con agua al punto de ebullición. En este contexto, en el presente trabajo se plantea los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Determinar el tiempo de vida útil de la esencia líquida de café envasada (a 90 °C) en frascos de vidrio herméticamente cerrados y almacenados a temperatura ambiente.

Objetivos específicos:

1. Seleccionar granos verdes de café (*Coffee Arabica L.*) y caracterizarlos mediante análisis fisicoquímicos.

2. Moler y tostar los granos verdes seleccionados y caracterizar el producto mediante análisis fisicoquímicos.

3. Utilizando el café molido y tostado elaborar tres concentraciones de esencia liquida de café (p/p) (1:4, 1:6, 1:8), envasar (a 90 °C) en frascos de vidrio y almacenar a temperatura ambiente.

4. Durante el tiempo de almacenamiento evaluar el nivel de pH, la cantidad de levaduras (UFC/L), la intensidad del color, olor, sabor y cuerpo de la esencia liquida de café. Asimismo, evaluar el grado de satisfacción que produce cada una de las muestras almacenadas.

I. FUNDAMENTO TEÓRICO

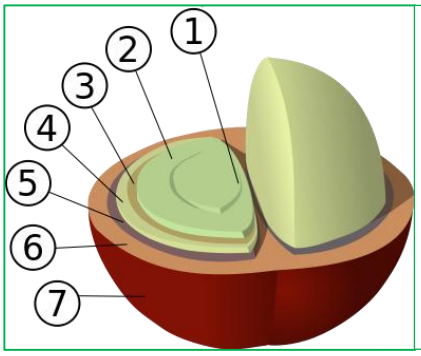
1.1. Esencia liquida de café

El extracto líquido de café es el producto resultante del proceso de lixiviación en el cual se hace pasar un solvente, agua desmineralizada caliente (generalmente a presión y temperatura alta), para extraer los sólidos solubles y los componentes aromáticos del café tostado y molido. El agua es el único solvente usado en las prácticas industriales para la extracción y se requieren equipos multietapas o de operación en contracorriente continua para establecer una extracción eficiente, con el contenido de sólidos solubles deseados de 15 – 40 % (P/V) en el extracto final (klarke y Macrae, 1997; Piazza *et al.*, 2008; Sierra 2012).

Para obtener extracto de café, en primer lugar se seleccionan los granos verde café (materia prima), luego siguen las etapas de torrefacción, molienda y extracción. La torrefacción se divide en tres fases: secado, tostión o pirólisis y enfriamiento.

1.1.1. Granos verdes de café

Los cafetos, arbustos de las regiones tropicales del género Coffea, de la familia de los rubiáceos, comúnmente se cultivan en las regiones tropicales y ecuatoriales, donde siempre es primavera o verano. Estos producen los frutos de café, los cuales son carnosos, tienen dos núcleos, cada uno de ellos con un grano de café. El grano de café es la semilla de la planta, que se encuentra en el interior de la baya. La baya contiene dos semillas envueltas por una membrana semirrígida transparente, llamada pergamino, que es la pared del núcleo, y un mesocarpio rico en mucílago, que es una capa de pulpa azucarada. Una vez retirado, el grano de café verde se observa rodeado de una piel plateada adherida, que se corresponde con el de la semilla (León, 2000; Rivera, 2016; Villa, 2017; Palomino, 2018).



1: corte central
2: grano de café (***endospermo***)
3: piel plateada (***tegumento***)
4: pergamino (***endocarpio***)
5: capa de pectina
6: pulpa (***mesocarpio***)
7: piel exterior (***epicarpio***).

Figura 1.1. Estructura del fruto y grano de café, tomado de León, 200; Palomino, 2018).

Son más de cien (100) especies que pertenecen al género Coffea, de las cuales solamente dos se usan principalmente para la preparación de la bebida, estas son: *Coffea arábica y Coffea canephora (robusta)*. La primera especie es las más cultiva en todo el mundo, casi tres cuartas partes de la producción mundial (Rojas, 1987; Malavé y García, 2009). A continuación en la tabla 1.1 se muestra la composición del de los granos de café. 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 citado por Salas, 2000).

Tabla 1.1
Composición del grano de Coffee arábica.

composición	**Porcentaje (%)**
Carbohidratos	
Azucares reductores	1
sacarosa	7
Pectinas	2
Pentosanos y Almidones	15
Celulosas y Ligninas	30-35
Proteínas (N x 6.25)	10-15
Ácido Orgánicos	
ácido clorogénicos	7
Otros ácidos (Málico, Cítrico, Tartárico, etc.)	1
Alcaloides	
Cafeína	1
Trigonelina	1
Lípidos	
Aceite de café	14
Minerales	
Cenizas	4

Rescatado de Ranken, (1993) citado por Salas, (2000); Lazcano *et al.*, 2015.

1.1.2. Torrefacción.

Es una operación de exposición de los granos de café a calentamiento (180°C-250°C), que inicialmente provoca una liberación de agua de los granos, seguido de una serie de reacciones químicas tales como oxidación, reducción, hidrólisis, polimerización, y descarboxilación, hasta alcanzar el color deseado, manteniéndolo en continuo movimiento para asegurar un tostado completo del grano; cuando finaliza la tostión, el café es enfriado rápidamente con una determinada cantidad de agua o aire, en el cuál el grano seco queda en 10 a 12% de humedad (Salas, 2000; Sierra, 2012).

Durante el tostado se pierde agua, materia seca y otros compuestos volátiles, producto de la pirolisis; es en este proceso donde el café adquiere todas las características de color, aroma y sabor deseados. El grado de tostión depende de la temperatura y tiempo de proceso. La fase de secado es un proceso endotérmico que ocurre en tres etapas; primero se evapora el agua de los granos de café, y se realiza durante el 80% del tiempo de tostión; en la segunda, los granos pierden el agua libre que es el 3% P/V del total de la humedad inicial y en la tercera es cuando los granos pierden el color verde y se tornan de color amarillo o caramelo, adicionalmente cambia el aroma característico del café verde (García, 1989; Pacheco, 2016; *Bicho et al.*, 2012).

Encima de los 100 °C, los granos empiezan a tomar un color más oscuro, relacionado con la reacción de Maillard, produciéndose numerosas sustancias, incluyendo compuestos melanoidinosS. Al empezar a liberarse las sustancias gaseosas (CO_2, CO, y vapor de agua), incrementan el volumen y la porosidad del grano. Asimismo, entre los 180 °C a 200 °C, con la disrupción del endospermo, se da la fractura del grano, se libera humo de tonalidad azulada, se generan los compuestos volátiles responsables del aroma característico, y se desarrolla la caramelización de los azúcares (Bicho *et al*. 2012 citado por Franco 2017).

Dependiendo de la temperatura final de los granos tostados, casi siempre cercanas a 202°C, hay un 16% de pérdida de peso de los verdes al tostar. Se desprende humedad, aceite, aroma, dióxido de carbono, carbón y algo de cafeína. El tiempo y la temperatura, pero más que nada el color del grano tostado se utiliza para establecer el

punto final del tostado que corresponde al sabor deseado (Garcia 1989; Pacheco, 2016).

La fase de enfriamiento acontece cuando se debe interrumpir la pirolisis mediante una disminución de temperatura utilizando aíre o agua, para lo cual se usa máximo de 8% en peso de agua. Hay presencia de humos blancos densos y un aroma a pan tostado que es penetrante (Bicho *el al.,* 2012).

Illy y Viani, (2004) citado por franco (2017), recalcaron que durante el tostado es importante generar y controlar las correctas temperaturas en el momento adecuado, y luego detener el proceso cuando el aroma se ha desarrollado por completo y el color es homogéneo en todo el grano.

En la tabla 1.2 se muestra detalladamente la composición del café tostado. Algunos componentes del aceite se evaporan, mientras que otros se rompen encompuestos 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 hace~ más solubles. Como resultado alrededor de 25-30% del peso del grano tostado es fácilmente soluble en agua caliente (Ranken, 1993 citado por citado por Salas, 2000).

Tabla 1.2
Composición aproximada del café tostado (% en peso seco).

Composición	Porcentaje (%)
Carbohidratos	
Azucares reductores	1
Azucares 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	1.4

Alcaloides	
Cafeína	1-2
Trigonelina	1
Lípidos	
Aceite	15
Sustancias fenólicas	4
Minerales	
Cenizas	4
Sustancias volátiles	
Anhídrido carbónico	2
Esencia	0.4

Rescatado de Ranken, (1993) citado por Salas, (2000); Lazcano *et al.*, (2015).

La tabla 1.3 muestra el contenido de ácido en el café tostado. Cada ácido tiene propiedades características de aroma y sabor, las cuales contribuyen individualmente a la completa impresión de la acidez y sabor del café (García 1989 citados por Franco, 2017).

Tabla 1.3

Ácidos contenidos en el café tostado.

Ácidos	**Porcentaje (%)**	**Peso Molecular (g/mol)**
No volátiles		
Clorogénico	4.6	354
Cafeico	0.3	180
Quinico	0.3	192
Cítrico	0.5	210
Málico	0.5	134
Tartárico	0.4	150
Oxálico	0.2	126
Pirúvico	0.06	88
Volátiles		
Acético	0.36	60
Prociónido	0.02	74
Butírico	0.01	88
Valérico	0.02	102

Rescatado de García 1989 citados por Franco, (2017).

A continuación en la tabla 1.3 se muestran algunos compuestos presentes en el café que se ven afectados por la tostión y que son finalmente los componentes que constituyen el extracto de café.

Tabla 1.3

Compuestos de café durante el proceso de tostión.

Compuestos	Explicación
Alcaloides (cafeína)	Se disminuye aproximadamente en un 4% p/p
Trigonelina	Es un residuo de la tostión
Minerales (como cenizas)	Se producen un poco luego de la tostión.
Ácidos (en estado libre o como sales)	|
Clorogénico	Es un compuesto que queda después de la Tostión.
Alifáticos	Se desarrolla en la tostión: Ac. Acético, fórmico, málico, entre otros
Carbohidratos	
Sacarosa	Se pierde casi por completo en la tostión
Azúcares reductores	Algunos se hidrolizan en arabinosa, galactosa,
Polisacáridos	manosa y glucosa.
	Contiene azúcares menores
Proteínas	Algunas destruidas por hidrólisis
Aminoácidos	Resultan de la hidrólisis de proteínas.
Aceite de café (con terpenos,	Permanecen sin cambios luego de la tostión,
esteroides, entre otros.)	pero su cantidad relativa aumenta.
Ligninas	No cambian en la tostión.
Productos de caramelización	Son generalmente derivados de los
	carbohidratos y los ácidos clorogénicos

Rescatado de Ocampo, (S/N).

1.1.3. Molienda.

En este proceso se reduce el tamaño por compresión, fricción, corte, rompimiento o cualquier proceso que pueda causar reducción del tamaño de la partícula. Lo importante es incrementar la superficie específica de extracción, o más bien, aumentar

el área de la interface entre el agua y el sólido, así, como facilitar la transferencia de sustancias solubles y emulsificantes. El objeto de incrementar la eficiencia de la extracción de sólidos solubles y compuestos volátiles encontrados en la matriz del café. La extracción dará un mayor rendimiento de sólidos solubles en un corto tiempo si el grano entero es partido en piezas pequeñas, ya que se reduce la distancia del centro de la partícula a la superficie (distancia de difusión) para los sólidos solubles del café (Illy y Viani 2004 citados por Franco, 2017).

El incremento de la superficie de exposición, incrementa además la cantidad de sustancias coloidales que estarán libres para pasar a la solución (o suspensión), principalmente sustancias como carbohidratos de alto peso molecular y grasas (García 1989 citados por Franco, 2016). En la tabla 1.3 se muestra la relación del tamaño de partícula del grano sometido a diferentes tamaños de molienda, el número de partículas, y área de superficie por unidad de peso.

Tabla 1.3.

Comparación entre el tamaño y el número de partículas de varios tipos de molienda.

Descripción	**Tamaño (mm)**	**Partículas Por g**	**Incremento Part./g**	**Ratio de incremento**	**Área total (cm^2/g)**
Grano entero	6	6	-	-	8
Grano rajado	3	48	42	1	16
Molienda gruesa	1.5	384	336	8	32
Molienda regular	1	1.296	912	22	48
Molienda Drip	0.75	3.072	1.776	42	64
Molienda fina	0.38	24.572	21.500	512	128
Molienda expresso	0.2	491.440	466.868	11.115	240

Rescatado de Pacheco, (2016) citado por Franco, (2016).

1.1.4. Extracción sólido-líquido.

Es un proceso de lixiviación donde el solvente es agua y extrae sólidos solubles y los compuestos aromáticos. En la manufactura a gran escala del café instantáneo se considera la operación crítica. Este proceso se realizar en tres etapas: humectación, extracción de solubles e hidrólisis del café (Salas, 2000; Rivera, 2016).

Humectación: Durante la tostión el grano de café se vuelve poroso, lo cual permite que estos empiecen a absorber el agua caliente y liberen los gases del café. La estructura fibrosa del grano lo convierte en una secante que absorbe el agua y ayuda a la posterior extracción de los compuestos solubles.

Extracción de solubles: El agua absorbida se difunde al interior del grano solubilizando los sólidos solubles, provocando un aumento rápido de la concentración, creando un gradiente de transferencia de masa y a medida que este gradiente es más grande, mayor será el rendimiento de la extracción.

Hidrólisis: Es el rompimiento y la solubilización de las grandes moléculas de carbohidratos insolubles, produciéndose moléculas más pequeñas solubles en el agua, se hace a alta presión y temperatura de acuerdo al tipo de café y grado de tostión.

El sistema de extracción usado es la percolación por baterías, en el cual el café tostado y molido se mantiene en un lecho estático en una columna vertical con una separación interna de líquido entre las columnas. Se hace pasar agua en contracorriente por el lecho estático, con alimentación continua a la columna más agotada de café. El número de columnas pueden ser entre 5 y 8. A nivel industrial se usan altos flujos de agua a temperaturas por encima de 180°C ya que por pérdidas naturales de calor en la columna, la temperatura del líquido y del café molido caerá progresivamente hasta que el líquido en contacto con el café obtiene una temperatura aproximada de 100°C (Salas, 2000; Rivera, 2016; Ocampo, SN)

El proceso de extracción involucra varios parámetros fundamentales como son: la calidad del café verde, el equipo y el grado de tostión, el enfriamiento, la molienda, la carga, la calidad del agua de extracción, el perfil de temperatura, la caída de presión, el tiempo de ciclo y la cantidad de extracto retirado por ciclo. Cuando se finaliza la extracción del café, se separan dos fracciones diferenciadas: los primeros litros de extracto de café con alto contenido de sólidos llamados cabezas y la fracción que provienen de una segunda extracción que son de menor concentración y carga aromática llamadas colas; luego se mezclan estas dos porciones, se clarifican, evaporan y finalmente se secan (Salas, 200; Rivera, 2016; Ocampo, SN).

Respecto a la composición de la esencia o extracto de café**;** según Nunes y Coimbra, (2001) citados por Sierra, (2012) los componentes son polisacáridos y proteínas, siendo los polisacáridos principales el galactomanano, el arabinogalactano y la celulosa. Por otro lado, las proteínas se degradan en la tostión en estructuras más sencillas como aminoácidos.

1.1.5. Características de la esencia liquida de café

a. Características fisicoquímicas

Según Sierra (2012), las propiedades fisicoquímicas de este productor son altamente dependientes del proceso y la materia prima utilizada. En la tabla 1.4 se muestran las características.

Tabla 1.4

Características fisicoquímicas de la esencia liquida de café.

Característica	Valor
pH	4.7-5.1
*Acidez	30 -70
Concentración de sólidos	40 - 60 %
Impurezas	Menos a 4 %
Actividad de agua (a_w)	0.93 - 0.95

***** *Milieq-NaOH/100.* Rescatado de Sierra, (2012).

b. Características microbiológicas

El extracto de café es químicamente una matriz muy rica especialmente en carbohidratos y su actividad de agua es de 0.95, por lo tanto es podría estar expuesto a ser contaminado por una amplia gama de microorganismos, sin embargo, debido a su pH ácido (4.7-5.1) y alta concentración de sólidos, se favorece su conservación debido a que actúan como agentes antimicribiales. Además, las operaciones de proceso a las cuales es sometido son por lo general temperaturas muy altas, alrededor de los 140 °C, condiciones en las cuales es difícil que sobrevivan microrganismos (Giranldo, 2002 citado por Sierra, 2012).

c. Características sensoriales

El café es una de las bebidas más consumidas a nivel mundial, debido a sus propiedades sensoriales como la acidez, el cuerpo, el aroma y la impresión global. Estas características se determinan con la evaluación sensorial de la prueba de la taza con panelistas entrenados y se aplica básicamente en los cafés recién tostados y molidos (Giraldo, 2002 citado por Sierra, 2012).

Cuerpo: el término cuerpo describe las propiedades físicas - pesadez o sensación en la boca - del café, ya que se asienta en la lengua; la sensación del café recubre la lengua, ya sea que sea graso, granulado, líquido, o si posee alguna otra característica.

Acidez: la acidez es una sensación de sabor del café primario deseable que se percibe como una agudeza agradable hacia la parte frontal de la boca, una sensación de entumecimiento en la punta de la lengua, o una sequedad en la parte posterior del paladar y/o debajo de los bordes de la lengua; denota la calidad de un café gourmet.

Aroma: el aroma es el olor del café recién hecho. Un aroma de café, que puede variar de hierbas a afrutado, es creado por los componentes volátiles del café - vapores y gases - que son liberados desde el café preparado y luego se inhalan por la nariz donde entran en contacto con las membranas olfativas.

Amargura: la amargura es una sensación de sabor principal, tal vez una punzada o regusto, principalmente detectado/percibido en el paladar blando hacia la parte

posterior de la boca, y se caracteriza por una solución de la quinina y la cafeína, así como otros alcaloides.

La amargura es uno de los cuatro sabores básicos - (ácido tartárico) ácido, dulce (sacarosa), (cloruro de sodio) salado y amargo (quinina) - detectado en la parte posterior de la boca.La amargura es deseable en un café en algún grado, especialmente en un tostado oscuro o espresso. En general, Robusta (Caoffea canephora var. robusta) Los granos de café Robusta son más amargos que los granos de Café Arábico.

Dulzura: la dulzura es un suave sabor/sensación característico del café (un descriptor básico del sabor) sin ningún tipo de sabores fuertes (por ejemplo, Río de sabor) o defectos del aroma/malos sabores. Esta cualidad dulce a menudo se percibe como un sabor agradable al paladar y/o sabor a fruta que se detecta principalmente en la punta de la lengua.El término dulce se usa por catadores (catadores de café profesionales) para describir la intensidad de las cualidades azucaradas del café cuando se agita alrededor de la boca.

Regusto: el regusto de un café, también llamado el acabado, es un sabor que permanece en la boca después de la ingestión de un sorbo de café preparado. Los regustos van desde chocolate a carbony, turpeny a picante, posiblemente con notas de caramelo, afrutado, ahumado, tostado y otros sabores.El regusto de un café es creado por los vapores y gases - compuestos orgánicos volátiles - desde el suelo y granos de café preparado. Estos vapores que crean el regusto son liberados a partir del residuo que permanece en la boca después de tragar el café.

1.2. Modos de deterioro de los alimentos

Para estudiar la vida útil de los alimentos resulta necesario partir por recordar cuales son los cambios físicos, químicos y biológicos que se presentan durante el procesamiento y almacenamiento, así como los diferentes factores que influyen durante el almacenamiento de los productos, de esta manera se puede entender que todos estos cambios, que deterioran la calidad del alimento, pueden ser monitoreados en el tiempo; dando como resultado un estudio de la cinética de las reacciones de los alimentos (Singh, 1994 citado por Sánchez y Cortez, 2014).

a. Cambios químicos

Los alimentos son complejos en su composición, por lo que pueden suceder muchos cambios químicos ya sea por la interacción con los mismos componentes del alimento o con especies externas, como es el caso del oxígeno. Por ejemplo pueden darse reacciones lipolíticas/hidrolíticas, reacciones de oxidación, etc. Otras reacciones químicas que limitan el tiempo de vida útil de los alimentos, son las reacciones enzimáticas para las frutas y verduras; las reacciones de oxidación afectan la calidad de las carnes; las reacciones hidrolíticas en productos que contienen edulcorantes, y la oxidación no enzimática como la reacción Maillard. La luz, también puede producir la perdida de la calidad de algunos alimentos, a través de la pérdida de color en alimentos que contengan colorantes naturales; rancidez y desarrollo de sabores en la leche y productos derivados. La pérdida del valor nutritivo y el desarrollo de compuestos potencialmente tóxicos son también cambios químicos indeseables en los alimentos (Singh, 1994 citado por Sánchez y Cortez, 2014).

b. Cambios físicos

Según Singh, (1994) la migración de la humedad es una de las principales causas de deterioro físicos en los alimentos. La pérdida de humedad se ve fácilmente en los productos fresco que son refrigerados y la ganancia de humedad, en productos secos, tales como cereales para el desayuno, galletas, etc. Estos alimentos pierden la crocantés a través de la captación de humedad. Otro cambio físico, que se puede considerar como un indicador crítico en la pérdida de calidad, es la quemadura por frío, resultante de la migración de humedad de la superficie de los alimentos congelados.

c. Cambios biológicos

Específicamente el crecimiento microbiano durante el almacenamiento depende de varios factores, siendo los más importantes: la carga microbiana al inicio del almacenamiento, las propiedades físico-químicas de los alimentos, como el contenido de humedad, pH, presencia de conservantes, el método de procesamiento utilizado en

la producción del producto y el ambiente externo que lo rodea, tales como la composición del gas del empaque y la temperatura de almacenamiento (Singh op. cip).

El crecimiento de microorganismo que producen intoxicación alimentaria, tales como las especies de Salmonella y Listeria monocytogenes, no necesariamente cambian el aspecto, olor, sabor o textura del alimento y consecuentemente plantean problemas serios para la salud. Aunque el crecimiento de microorganismo deteriorantes a menudo se puede identificar fácilmente por los cambios sensoriales, por ejemplo: visualmente se puede apreciar el crecimiento de mohos, o también se puede percibir por los sentidos la generación de malos olores, sabores y cambios en la textura, frecuentemente por acción de las enzimas producidas por microorganismos (Singh, 1994) citado por Sánchez y Cortez, 2014.

Por otra parte, según Carrillo y Reyes, (2013) los factores que influyen en el deterioro (cambios de los alimentos) pueden ser extrínsecos (externos) e intrínsecos (internos):

Entre los **factores extrínsecos** se encuentran:

- Control de la temperatura durante el almacenamiento y la distribución.
- Humedad Relativa (HR) durante el procesamiento, almacenamiento y distribución.
- La exposición a la luz (UV e IR) durante el procesamiento, almacenamiento y distribución.
- Carga microbiana ambiental durante la elaboración, almacenamiento y distribución.
- Composición de la atmósfera dentro de un envase.
- El tratamiento térmico posterior (por ejemplo, el recalentamiento o cocinar antes de su consumo).
- Manejo del Consumidor.

Entre los **factores intrínsecos** incluyen.

- La actividad de agua (aw).
- El valor de pH y acidez total, tipo de ácido.
- El potencial redox (Eh).
- El oxígeno disponible.
- Nutrientes.

- Microflora natural y recuentos microbiológicos sobrevivientes.
- Bioquímica Natural de la formulación del producto (enzimas, reactantes químicos).
- El uso de conservantes en la formulación del producto (por ejemplo, sal, aditivos, etc.).

Los factores intrínsecos están influenciados por variables tales como el tipo de materia prima, calidad de los insumos, formulación y la estructura del producto (Kilcast y Subramaniam, 2011 citado por Sánchez y Cortez, 2014).

1.3. Vida útil de los alimentos

La vida útil de un alimento se define como el tiempo finito después de su producción en condiciones controladas de almacenamiento, en las que tendrá una pérdida de sus propiedades sensoriales y fisicoquímicas, y sufrirá un cambio en su perfil microbiológico. Es decir su calidad deseada (Carrillo y Reyes, 2013).

La calidad se puede definir como el conjunto de cualidades que hacen aceptables los alimentos a los consumidores. Estas cualidades incluyen tanto las percibidas por los sentidos (cualidades sensoriales): sabor, olor, color, textura, forma y apariencia, tanto como las higiénicas y química (Jaramillo, 2013).

Según Nicoli, (2012) a pesar que la seguridad alimentaria y la vida útil son cuestiones íntimamente ligadas, el tiempo de vida útil de un alimento, no debe estar relacionado con la pérdida de la seguridad (inocuidad). Por lo tanto, la vida útil se termina cuando no es capaz de satisfacer necesidades específicas del consumidor. Los problemas de vida útil son definitivamente problemas de calidad.

a. Métodos para determinar el tiempo de vida útil

Método directo: este método es mayormente utilizado para productos perecederos, consiste en almacenar el producto en condiciones preseleccionadas por un tiempo determinado a la vida útil esperada. Durante este tiempo se controla la calidad del producto a través de indicadores de calidad, a intervalos de tiempo regulares. También se conoce como estudios de tiempo de vida real (Jaramillo, 2013; Posada, 2011)

Método Indirecto: cuando se presume que la vida útil de un alimento es prolongado, es decir un producto imperecedero, se puede utilizar por ejemplo las pruebas de vida útil aceleradas (ASLT: Accelerated Shelf Life Test) que acortan considerablemente el proceso de obtención de los datos experimentales necesarios para predecirlo. Las pruebas de vida útil aceleradas consisten en cualquier método que sea capaz de evaluar la estabilidad del producto en base a los datos que son obtenidos en un período significativamente más corto que los estudios de tiempo vida real (Jaramillo, 2013; Posada, 2011).

b. Indicadores de calidad

Durante el almacenamiento y distribución, el alimento se expone a una gran gama de condiciones ambientales. Factores ambientales como la temperatura, humedad, oxigeno, y la luz, que pueden activar varios mecanismos de reacción que puedan llevar a la degradación del alimento. Como consecuencia de estos mecanismos, pueden alterarse alimentos a magnitudes semejantes a la que son rechazados por el consumidor, o pueden causar daño a las personas que las consumen. Es por consiguiente indispensable que se entiendan bien las diferentes reacciones que causan la deterioración del alimento lo que conlleva a desarrollar procedimientos específicos para la evaluación de la vida útil de los alimentos. Los cambios químicos, físicos y microbiológicos son las causas principales de la deterioración del alimento (Man 1996; Torres 2003 citados por Rivera, 2016).

Cuando ocurre una serie de eventos de deterioro, ya sean biológico, químico o físico, como consecuencia, se espera que los diferentes atributos de calidad puedan cambiar de forma simultánea o consecutivamente, durante el tiempo de almacenamiento. La prevalencia de un fenómeno de deterioro sobre los demás depende de los efectos integrados, de las características del producto, de las operaciones de proceso, del envasado, y las condiciones de almacenamiento (Nicoli, 2012 citado por Sánchez y Cortez, 2014). En la tabla 1.5 se muestran las principales cambios o reacciones de deterioro en los alimentos almacenados a temperatura ambiente.

Tabla1.5
Principales eventos esperados de deterioro en alimentos almacenados a temperatura ambiente.

Productos	Evento Deteriorarte	Efecto	Ejemplo
Alimentos a temperatura ambiente	Reacciones de oxidación	Formación de malos sabores, cambios de color, perdidas de nutrientes y compuesto bioactivo, formación de compuestos tóxicos	Aceites y grasas, productos de panadería, alimentos e ingredientes secos enlatados
			Alimentos e ingredientes secos, productos enlatados
	Pardeamiento no enzimático	Cambios en el color y aroma, formación de compuestos tóxicos, perdidas de nutrientes y compuestos bioactivos	Emulsiones, jugos de frutas, bebidas lácteas, cereales para el desayuno, polvos
	Cambios físicos	Separación de fases, gelidificación, perdida de nitidez, aplastamiento	

Rescatado de Nicoli, (2012).

La evolución de un determinado evento puede ser monitoreado durante el almacenamiento, utilizando metodologías químicas, físicas, biológicas y sensoriales**.** Los indicadores químicos, físicos y microbiológicos se pueden medir mediante el uso de análisis instrumental. El análisis instrumental presenta la ventaja indudable de buena reproducibilidad y resultados objetivos. Los mismos cambios de calidad podrían

ser seguidos por diferentes técnicas analíticas, por lo que la elección correcta es clave para ahorrar tiempo y dinero (Nicoli, 2012 citado por Sanchéz y Cortez, 2014). La tabla 1.6 muestra principales indicadores de calidad para monitorear determinadas reacciones químicas en los alimentos.

Tabla 1.6

Deterioro químico con algunos indicadores relevantes.

Tipos de deterioro	Reacciones	Indicadores
Químico	Oxidación de grasas y aceites	Índice de peróxido
		Dienos conjugados
		Índice de anisidina
		Índice de ácido tiobarbuturico
	La oxidación del pigmento del color	Propiedades de la imagen
		La concentración del compuesto seleccionado
		Absorbancia
	Pardeamiento no enzimático de color	Propiedades de la imagen
	Vitamina/degradación bioactivo	Concentración del compuesto seleccionado

Rescatado de Nicoli, (2012).

c. Límite de aceptabilidad

La vida útil de un alimento se ha definido de diferentes maneras, pero cada definición implica el hecho de que el final de la vida útil se alcanza cuando el alimento deja de ser aceptable en términos de calidad. Este límite que diferencia un alimento aceptable

del que no es aceptable, es llamado, límite de aceptabilidad. El límite de aceptabilidad es por lo tanto un valor finito. En principio, el concepto de límite de aceptabilidad es simple e intuitivo, pero se debe tener en cuenta que si el alimento ha cruzado este límite de aceptabilidad, este aún debe seguir cumpliendo los requisitos para el consumo, a nivel de inocuidad (Vidaurre, 2014 citando por Sánchez y Cortez, 2014).

Básicamente, existen dos posibilidades para que un producto pueda llegar a ser inaceptable durante el almacenamiento. La primera es sobre todo relevante por la aparición de los problemas de seguridad, los cuales pueden llegar a tener un riesgo para la salud del consumidor. La segunda es el resultado de los problemas de calidad que podrían engendrar un riesgo para la insatisfacción de los consumidores debido básicamente a problemas relacionado con la calidad, ya sea por deficiencias sensoriales o por la pérdida de la calidad nutricional del producto (Nicoli, 2012).

Sería un error considerar que el límite del tiempo que discrimina la zona de seguridad indica el final de la vida útil de un alimento. La vida útil es una cuestión de calidad y no debe ser relacionada con la inocuidad. Por lo tanto, la vida útil de un alimento es de una longitud de tiempo que se incluye en la zona segura, durante el cual el producto conserva las características de calidad aceptables (Nicoli, 2012 citando por Sánchez y Cortez, 2014).

1.4. Análisis sensorial de los alimentos

El análisis sensorial es una ciencia multidisciplinaria en la que se utilizan panelistas humanos que utilizan los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios, y de muchos otros materiales. No existe ningún otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana; por lo tanto, la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos. El análisis sensorial es aplicable en muchos sectores, tales como desarrollo y mejoramiento de productos, control de calidad, estudios sobre almacenamiento y desarrollo de procesos (watts *et al.*, 1992; Acierta, 2016).

1.4.1. Propiedades sensoriales

a. Sabor

Sabor se percibe mediante el sentido del gusto, el cual posee la función de identificar las diferentes sustancias químicas que se encuentran en los alimentos. El gusto se define como las sensaciones percibidas por los receptores de la boca, específicamente concentrados en la lengua, aunque también se presentan en el velo del paladar, mucosa de la epiglotis, en la faringe, laringe y en la garganta (Espinoza, 2007).

A partir de estudios fisiológicos se piensa que existen cuatro sensaciones sápidas primarias: ***dulce, salado, ácido y amargo***, constituyendo estos los cuatro sabores básicos. El sabor dulce se percibe con mayor intensidad en la punta de la lengua, zona donde se encuentran las células receptoras que detectan los azúcares, glicoles, aldehídos, cetonas, aminas, esteres, alcoholes o sustancias de naturaleza orgánica que están presentes en los alimentos; el sabor salado y ácido se percibe en los bordes anteriores y posteriores respectivamente, donde los receptores son estimulados por sales ionizadas o por los hidrogeniones de las sustancias ácidas (Espinosa, op. cip.).

El sabor amargo se detecta fundamentalmente en la parte posterior o base de la lengua, donde se encuentran los receptores de las sustancias orgánicas de cadena larga que contienen nitrógeno en su molécula y alcaloides como la quinina. Se ha demostrado que existen diversos factores que inciden en la detección de los sabores, entre los que se encuentran: la edad debido a su asociación con los gustos y preferencias de ciertos alimentos y a que las papilas gustativas se generan y degeneran con el tiempo, por lo que el umbral de detección e identificación puede variar (Espinosa, *op. cip*).

b. Olor

Es la percepción por medio de la nariz de sustancias volátiles liberadas en los alimentos; dicha propiedad en la mayoría de las sustancias olorosas es diferente para cada una. En la evaluación de olor es muy importante que no haya contaminación de un olor con otro, por tanto los alimentos que van a ser evaluados deberán mantenerse en recipientes herméticamente cerradas (Acieta, 2016).

c. Color

Es la impresión que produce en la vista los rayos de la luz reflejada por un cuerpo, convirtiéndose así en un atributo del mismo y, por donde, en una propiedad sensorial. Si se percibe que tiene color verde, es porque el cuerpo refleja la longitud de onda correspondiente a dicho color habiendo absorbido la luz de todas las demás longitudes de onda del espectro visible. Si reflejara además las otras longitudes de onda tendría un color blanco, por el contrario, al no reflejar ninguna seria negro (Ureña, Arrigo y Girón, 1999).

Según Acieta, (2016) el color de cualquier objeto tiene cuatro características:

- El tono, determinado por el valor exacto de la longitud de onda de luz reflejada.
- La intensidad, dependiente de la concentración de pigmentos presentes en el objeto.
- El brillo que resulta de la relación entre la cantidad de luz que es reflejada por el cuerpo y la luz incidente sobre él.
- La luminosidad o valor, que diferencia a los colores según si son más claros o más oscuros.

El color, es la única propiedad sensorial que puede ser medida en forma instrumental más efectivamente que en forma visual. Así pues, los problemas que se presentan para encontrar el (punto de viraje) en una titulación volumétrica, pueden solucionarse si se lleva a cabo con la utilización de un espectrofotómetro, ya que el aparato n se equivoca al evaluar el cambio de color. Hay colorímetros, especialmente diseñados para alimentos como frutas enteras, granos, alimentos en polvo, que resultan muy costosos y requieren de manejo muy cuidadoso y de mantenimiento especializado, por lo que a veces resulta más rentable llevar a cabo la medición de color en forma visual (Ureña *el at.,* 1999).

d. Apariencia

En evaluación sensorial la apariencia se define como el aspecto exterior que presentan los alimentos, resultantes de apreciar con la vista su color, forma, tamaño, estado y características de su superficie. La apreciación de la conjunción de todos estos atributos resulta ser de relevante importancia en la aceptación del alimento para su consumo. La frescura, el grado de madurez, entre otras características que definen su calidad viene a ser lo primero que capta el consumidor antes de percibir y comprobar por otros estímulos dicha apreciación (Azaldúa-Morales, 1994; Ureña *et al.*, 199).

1.4.2. Selección y entrenamiento de los Jueces

En análisis sensorial el instrumento de medición los constituyen las personas que evalúan el producto, de ahí que cuando se emplee un grupo de jueces seleccionados y adiestrados (catadores), estos deben emitir juicios exactos, precisos y reproducibles, lo cual sólo puede lograrse si se realizó de manera adecuada el procedimiento establecido para su formación. El proceso de formación de catadores cuenta de cuatro etapas (espinosa, 2007).

1) Pre selección o selección previa

2) Selección.

3) Adiestramiento.

4) Comprobación del adiestramiento.

Las tres primeras etapas tienen como objetivo conseguir el grado de sensibilidad, precisión y exactitud necesaria en la respuesta de los jueces y la cuarta controlar y mantener la eficiencia del grupo (espinosa, op. cip).

Si bien existen normas internacionales que establecen la metodología general que ha de tenerse en cuenta para crear una comisión de valuación sensorial, estas deben ser aplicadas convenientemente según la función que tenga que realizar el grupo y el objetivo general del estudio (espinosa, op. cip).

No necesita la misma formación el equipo destinado a detectar diferencias entre dos o más productos o a ordenarlos según su calidad, que uno que tenga que describir y/o cuantificar uno o varios atributos de calidad mediante el uso de pruebas descriptivas (espinosa, op. cip).

Por otra parte, no es igual que el resultado del análisis sensorial esté acompañado de datos obtenidos mediante análisis químicos físicos, microbiológicos e instrumentales, a que la conclusión que se dé en relación o la durabilidad de un producto, evaluación de la calidad etc, esté determinada sólo por el criterio del analista sensorial, de ahí que este sea otro elemento importante a considerar en el tiempo de duración y profundidad de la formación de los catadores (espinosa, op. cip).

La etapa de **preselección** tiene como objetivo conocer aspectos personales que pueden influir en el desempeño de los futuros catadores, se basa fundamentalmente en la realización de entrevistas de manera voluntaria a los candidatos con el propósito de evaluar la salud, disponibilidad, interés y motivación de los mismos. Durante esta etapa el responsable del equipo le explica al candidato las características generales de la evaluación que debe realizar y la responsabilidad que en ella tiene el analista sensorial. Generalmente se ofrece un cuestionario donde se recogen los datos de interés que permiten decir si el juez continúa o no a la etapa de selección (espinosa, op. cip).

En el proceso de formación de catadores después que se han realizado todas las etapas necesarias se mantienen aproximadamente el 50 % de las personas iniciales, bien porque no están disponibles o por haber sido rechazadas, de ahí que el reclutamiento inicial deba realizarse con un número dos o tres veces mayor al requerido, de manera tal que finalmente se obtenga un grupo de 7 a 10 catadores. Los candidatos deben ser escogidos preferentemente del mismo centro donde se realizan las evaluaciones (reclutamiento interno), pues así se garantiza que haya una mayor estabilidad en el grupo. No obstante si las condiciones lo requieren pude realizarse un reclutamiento externo. Se someterán a esta etapa aquellas personas con edades comprendida entre 18 y 50 años, que sean de ambos sexos y que su trabajo les permita dedicar tiempo a la actividad de evaluación sensorial. (espinosa, op. cip).

Según Ureña Ureña *et al.,* (1999)los criterios principales para la selección son:

- Habilidad para percibir una propiedad, identificarla, mensuraría y/o discriminaría.
- Disponibilidad ante el cronograma de pruebas sensoriales y actividades relacionadas.
- Interés por participar en el logro de los objetivos plateados en el estudio sensorial involucrado.
- Eficiencia en la aplicación de los conocimientos sobre la técnica de percepción y del estudio de análisis.
- Honestidad en su apreciación, demostrada con una calificación cabal.

Según Espinosa, (2016) el principal objetivo de la etapa de selección, es familiarizar a los candidatos con los métodos del análisis sensorial y también con los materiales que se emplean en las evaluaciones. Se les puede dividir en tres clases:

1) Dirigidas a determinar incapacidad.

2) Destinadas a determinar la agudeza sensorial.

3) Evaluar el potencial de un candidato para describir y comunicar suspercepciones sensoriales.

Las pruebas que se vayan a utilizar en la selección, sólo se realizarán después de una experiencia previa. Los ensayos se llevarán a cabo en un ambiente adecuado, con las condiciones de iluminación, temperatura y humedad que requieren los locales destinados para realizar los mismos. Deben tomarse las recomendaciones dadas en la norma ISO 8589. Se pueden usar distintos tipos de prueba, las cuales se exponen a continuación (Espinosa, op. cip.)

Una vez que uno ha seleccionado un grupo idóneo de jueces, tomando en cuenta los criterios anteriores, se procede a **entrenarlos** para lograr que estos estén en condiciones de formular juicios válidos y confiables, libres de preferencias personales. El programa de entrenamiento puede estar constituido de 10 a 12 sesiones de una o

dos horas, recomendándose de 2 a 4 sesiones por semana. En su diseño y ejecución deberán participar el investigador(es) del proyecto de evaluación sensorial, el director de las pruebas y el entrenador; dándose el caso que por lo general el director es el que hace el papel de entrenador. El entrenador aparte de tener los conocimientos y experiencias en el análisis sensorial, así como de las técnicas adecuadas para instrucción y manejo de grupos, debe poseer el debido liderazgo y capacidad de motivación para procurar crear un ambiente agradable de trabajo y un nivel adecuado de comunicación (Ureña et al., op. cip.).

De la técnica sensorial impartida en las clases teóricas, las que no deben de durar de 30 minutos por sesión, se dará énfasis en el aprendizaje del uso de escalas, cuestionario y forma de calificar lo percibido. Debe de considerarse además que complementariamente se realizaran pequeñas charlas participación de los jueces en ella, algo sobre el producto y la empresa, sus alcances comerciales y sociales, entre otros temas que puedan motivar el eficiente y esmerado trabajo de juez. Con los conocimientos adecuadamente transmitidos y la ejecución de ensayos debidamente conducidos, se espera que los jueces aumenten su habilidad de percepción o al menos la mantengan, así como que estén totalmente instruidos y aptos para iniciar las pruebas definitivas programadas para el proyecto de evaluación sensorial (Ureña et al., op. cip.).

Respecto a la comprobación del adiestramiento o entrenamiento, los catadores adiestrados generalmente se preparan para un trabajo continuado de catas periódicas, teniendo en cuenta lo anterior y que los juicios que estos emiten en la mayoría de los casos son decisivos para dar una respuesta con relación a la calidad, durabilidad o utilidad de los productos, se hace necesario que los mismos una vez adiestrados, se sometan a comprobaciones periódicas que garanticen la confiabilidad de los resultados. Para cumplir dicho objetivo se emplean métodos estadísticos matemáticos que permiten comprobar la consistencia individual de los jueces y/o la uniformidad del equipo. Se han descrito y ampliamente utilizados para este fin, la prueba de análisis secuencial, análisis de varianza (ANOVA), estadística multivariada (MANOVA), análisis de correlación, etc. (Espinosa, op. cip.).

1.4.3. Estudio de estabilidad del alimento durante el almacenamiento

Según Ureña et al., (1999), la estabilidad del productos, desde sus producción hasta sus consumo, es esencial para satisfacer para satisfacer la expectativa del consumidor, ya que de las transformaciones físico-químicas, bioquímicas y microbiológicas que se den durante este periodo dependerá finalmente su mayor o menor aceptación y preferencia. Para conocer dicha evaluación se realizan las denominadas pruebas de anaquel, que consisten en exponer varias muestras representativas del producto a condiciones controladas de almacenamiento, estableciéndose un protocolo de evaluación en base a dichas condiciones y al tiempo que dure la prueba. Por lo general, en lo que atañe a las evaluaciones sensoriales aplicadas a estas pruebas, estas se realizan aplicando Análisis Descriptivos en base a la comparación de un producto estándar , siendo sus resultados muchas veces correlacionados con valores obtenidos por métodos fisicoquímicos.

Según este autor, las muestras representativas son generalmente evaluadas siguiendo la siguiente secuencia lógica:

1) Mediante análisis discriminativos se determina si hay diferencia entre las muestras almacenadas a diferentes tiempos.

2) Con análisis descriptivos, usados solos o en conjunto con los discriminativos, se podrá caracterizar y/o cuantificar los cambios que pueden haber ocurrido durante el almacenamiento.

3) Finalmente con análisis afectivos se determinará la relativa aceptación del producto almacenado.

a. Análisis descriptivos para categorizar muestra

Entre estos análisis podemos mencionar algunos que relata Ureña op. cip. Por ejemplo el análisis de **categorización cualitativa**, en el cual se requiere presentar al jurado una escalada adimensionada, la que hará uso para manifestar la mayor o menor intensidad de un determinado atributo sensorial presente en cada muestra para categorizar. Los análisis estadísticos determinaran la existencia de diferencias significativas entre las

puntuaciones otorgadas a las muestras por los jueces, validando con ello la categorización resultante del análisis sensorial.

Otro tipo es la **categorización cuantitativa absoluta**, que a diferencia de categorización cualitativa al juez se presenta una hoja de calificación que tiene una escala absoluta (que incluye el número cero). El juez puede entonces categorizar las muestras no solo la diferencia proporcional de la intensidad del atributo, si no también considerar un punto de partida como es el valor "cero", que indicará la no existencia del atributo analizado y, a partir de ello, determinar en cuan intenso es un estímulo de otro con puntuaciones que reflejen razones o cual intenso es un estímulo de otro con puntuaciones que reflejen razones o proporciones de intensidad sensorial posibles de correlacionar con las de una medida física.

b. Análisis afectivos

Estos análisis son empleados en la evaluación sensorial de alimentos para conocer la aceptabilidad de estos por parte del consumidor así como también sus preferencias de consumo. Estos casos, se busca medir estos criterios a partir de datos obtenidos de una muestra poblacional representativa de un grupo social de individuos que, por consideraciones de idiosincrasia de consumo, cultura, nivel económico, lugar de residencia, entre otros aspecto Socioeconómicos y culturales, tienen a coincidir muchas veces en gustos, apetencias, vicios e interés; datos que serán luego analizados a través de la estadísticas para sus valoración y posterior aceptación o rechazo de la hipótesis inicialmente enunciada (Ureña *et al.*, 1999).

El criterio de preferencia esta mutuamente en concordancia con el de aceptación, siendo considerada la primera por algunos autores como una razón más para tomarse en consideración de un alimento, con lo que se justifica con mayor razón las apreciaciones antes referidas sobre utilización de análisis afectivos discriminantes y de categorización para el estudio de ambos criterios (Amerine *et al.*, 1965 citado por Ureña op.cip.).

Entre los principales análisis resaltan "preferencia o aceptabilidad pareadas", "Ordenamiento Ranking" y **"medida del grado de satisfacción".** En este último, para

determinar el grado de satisfacción de los consumidores en respuesta a la medida de como cumple el alimento evaluado con sus requerimientos o expectativas, se hace escalas de categorización adimencionadas y dimensionadas relativas aplicadas en análisis como el de Apreciación Hedónica y el de Actitud (Ureña op. cip.).

Respecto a la **apreciación hedónica**, es un análisis promovido por la ATM (1972) y presentado anteriormente por Peryan y Pilgrim (1957), es usado para medir a que nivel de placer se es capaz de llegar a manifestar al consumir un determinado alimento, lo que se determina a partir de las apreciación de como agrada o desagrada este a una muestra poblacional de potenciales consumidores (Ureña op. cip.).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización

Este trabajo se desarrolló en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, en las instalaciones de los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias, en el distrito, provincia y departamento de Lambayeque.

2.2. Materiales, reactivos y equipos

2.2.1. Materiales

- Matraz Kjeldahl.
- Bureta fina.
- Pipetas de 10 mL.
- Probetas de 10 mL, 25 mL y 50 mL.
- Vasos de precipitación 100, 200 mL.
- Cápsula de porcelana.
- Filtro.
- Cuchillo.
- Matraces aforados de 250 mL.
- Tubos de centrífuga.
- Balones de digestión.
- Placas Petri.
- Morteros de porcelana y pilones.
- Crisoles de porcelana.
- Baguetas.
- Balones de vidrio.
- Bolsas flexibles.
- Gradillas.
- Espátulas.
- Agitadores magnéticos.
- Marcador indeleble.
- Perol.
- Cuchara de palo.
- Embudos de vidrio

2.2.2. Equipos

- Baño maría, Tom's Tech Group, provisto de un termostato, USA.
- Desecador.
- Mufla.
- Incubadora.
- Parrilla de Agitación.
- Balanza analítica.
- Micro centrifuga.
- Cocina a gas.
- Horno

2.3. Métodos de análisis fisicoquímicos y microbiológicos

La tabla 2.1 muestra los métodos de análisis utilizados para cada uno de los ensayos, cabe mencionar que el detalle de los pasos que sigue cada método se presenta en el Anexo 1.

Tabla 2.1

Métodos de análisis fisicoquímicos utilizados en este trabajo.

Ensayo	Método
Determinación del pH.	Método del potenciómetro (AOAC - 945.27).
Determinación de sólidos solubles.	Método de refractométrico (AOAC -920.151).
Determinación de acidez	Método del potenciométrico (AOAC - 942.15).
Determinación de Humedad.	Método gravimétrico, estufa a presión atmosférica a 105ºC por 14 a 16 horas hasta

	obtener un peso constante (Método AOAC – 950.46).
Determinación de proteína	Método semi-micro Kjeldhal, utilizando el factor N x 6.25 para llevar el nitrógeno a proteína total (Método AOAC – 928.08).
Determinación de grasa	Método Soxhlet, empleando solvente orgánico (hexano) (AOAC – 960.39).
Determinación de cenizas	Por incineración de la muestra en mufla a 600ºC por 6 horas (AOAC – 923.03).
Determinación de Recuento de Mohos y Levaduras	De acuerdo a lo establecido en la Norma ISO 7954

Elaboración propia.

2.4. Metodología experimental

Para la elaboración de la esencia de café, se utilizó café en grano verde (*Coffee Arabica L.*) adquirido en la finca Balsales - Lonya Grande del departamento de Amazonas. La selección de los granos verdes de café de calidad se hizo en base a sus defectos físicos, eliminando aquellas que presentaron deterioro físico, materia extraña, cáscara y/o signos de deterioro microbiológico.

Se realizó la caracterización fisicoquímica del grano verde, determinado el pH, humedad, proteína, grasa, fibra bruta, cenizas y carbohidratos. Cada análisis se realizó por triplicado, calculando el resultado promedio y la desviación estándar. Los métodos de ensayo utilizados fueron los establecidos por la AOAC como se indica en la tabla 2.1.

Para la obtención de la tres concentraciones de esencia líquida de café (p/p) (1:4, 1:6, 1:8) en frascos de vidrio, se siguió el diagrama de flujo que se muestra en la figura 2.1. Las etapas se describen en base a lo indicado por Salas, (2000); Sierra, (2012); Rivera, (2016); Pacheco (2016) y Franco, (2017); Los granos verdes de café pasaron por una

torrefacción o tostado a una temperatura de 200 °C por 12 minutos, luego se realizó la molienda; utilizando partículas de un tamiz N° 7; luego se realizó la extracción con agua (tratada) a temperatura de 95 °C. Se obtuvieron tres concentraciones de esencia líquida, es decir la primera se obtuvo con una (1) parte de café tostado molido y (4) partes de agua a 95°C; en las siguientes con una (1) parte de café tostado molido y 6 y 8 partes de agua respetivamente. El envasado se realizó en caliente a 90°C generando el espacio de cabeza en los envases herméticamente cerrados.

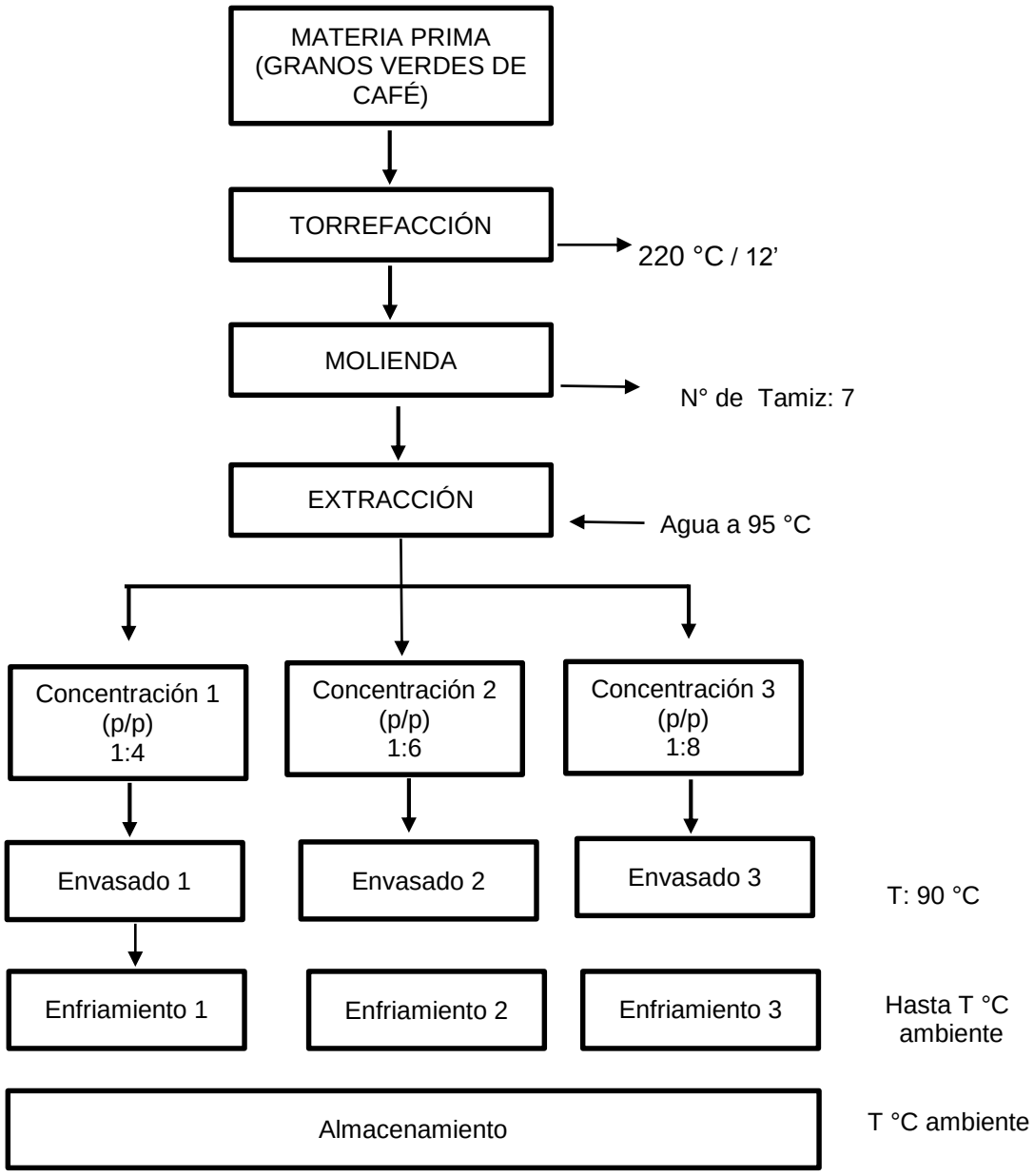


Figura 2.1. Diagrama de flujo para la obtención de la esencia de café. Elaboración propia en base a Salas, (2000); Sierra, (2012); Rivera, (2016); Pacheco (2016) y Franco, (2017).

Una vez obtenidas las tres concentraciones de la esencia líquida de café, se procedió a realizar las corridas experimentales durante el almacenamiento, las cuales siguieron el diseño experimental que se detalla en la tablas 2.2 y 2.3. Como se puede observar son Diseños de Bloques Completamente al Azar (DBCA), en los cuales se estudiaron las siguientes variables:

Variable de entrada:

- Concentración de esencia liquida de café (peso /peso)*: 1:4, 1:6 y 1:8*

Variable de bloque:

- Tiempo (días).

Variables respuesta:

- Nivel de pH.
- Recuento de levaduras (UFC/L).
- Olor.
- Color.
- Sabor.
- Cuerpo.
- Grado de satisfacción.

Tabla 2.2

Diseño experimental utilizado para el recuento de levaduras y medición del pH durante el almacenamiento de la esencia líquida de café.

Tiempo (días)	**Concentración de esencia de café (p/p)**		
	1:4	1:6	1:8
0	$T_{1.1}$	$T_{1.2}$	$T_{1.3}$
3	$T_{2.1}$	.	.
6	.	.	.
9	.	.	.
12	.	.	.
15	.	.	.
18	.	.	.
21	.	.	.
24	.	.	.
27	$T_{10.1}$	$T_{10.2}$	$T_{10.3}$

Elaboración propia.

En cada tratamiento (T) se realizaron mediciones por triplicado del pH y cuantificación de las levaduras, es decir se realizaron en total 90 corridas experimentales. Los métodos de análisis utilizados fueron los que se indican en la tabla 2.1.

Por otra parte, para la evaluación de los atributos sensoriales (Aroma, color, sabor, cuerpo y grado de satisfacción) se utilizó el DBCA que se presenta en la tabla 2.3. Como se puede observar en esta tabla, las evaluaciones se realizaron cada 5 días de almacenamiento, completando un total 25 días.

Tabla 2.3

Diseño experimental utilizado para la evaluación sensorial de la esencia liquida de café durante el almacenamiento.

Tiempo (días)	**Concentración de esencia de café (p/p)**		
	1:4	1:6	1:8
0	$T_{1.1}$	$T_{1.2}$	$T_{1.3}$
5	$T_{2.1}$	$T_{2.2}$	$T_{2.3}$
10	.	.	.
15	.	.	.
20	.	.	.
25	$T_{6.1}$	$T_{6.2}$	$T_{6.3}$

Elaboración propia.

Teniendo en cuenta a lo que indica Ureña, Arriago y Girón (1999) la evaluación de los atributos sensoriales se realizó mediante un panel de 12 jueces semientrenados. Para el entrenamiento todos los panelistas involucrados participaron de un programa que comprendió las siguientes etapas:

a. **Entrenamiento básico.** En esta epata los candidatos fueron evaluados en las siguientes pruebas de sensibilidad:

- Reconocimiento de Sabores Básicos.
- Reconocimiento de Olores.
- Test de Uso de Escala.
- Test de Color.

b. **Entrenamiento específico.** En esta etapa se presentaron los atributos claves del café. Adicionalmente también se realizó una capacitación acerca de las reglas generales de degustación.

Una vez que los panelistas cumplieron con el programa de entrenamiento, se procedió a evaluar la intensidad de los atributos de la esencia liquida de café (color taza, olor café, olor tostado, sabor café, sabor tostado, sabor acido, sabor amargo y cuerpo) mediante una categorización cualitativa y cuantitativa, utilizando la escala que se muestra en la tabla 2.4.

Tabla 2.4

Escala utilizada para categorizar los atributos sensoriales de la esencia líquida de café.

Escala según intensidad para el atributo evaluado					
0	1 a 2	3 a 4	5 a 6	7 a 8	9 a 10
Nada	Muy Ligero	Ligero	Moderado	Intenso	Muy Intenso

Elaboración propia en base a Ureña *et al.,* (1999).

Luego, se procedió a dar seguimiento (evaluar) a la intensidad de los atributos sensoriales con mayor intensidad (color taza, olor café, sabor café y cuerpo) durante el almacenamiento de la esencia liquida de café. La evaluación se realizó mediante una categorización cualitativa y cuantitativa, utilizando la escala que se muestra en la tabla 2.4. La cantidad de muestra para cada panelista fue aproximadamente 30 ml de esencia liquida de café, servidas en envases de poliestireno.

Los resultados fueron analizados mediante un ANOVA, el cual nos permitió saber si la intensidad de los atributos sensoriales (evaluados) de las muestran cambiaron significativamente durante el tiempo de almacenamiento.

Para complementar la evaluación (de la evolución) de los atributos sensoriales durante el almacenamiento, se procedió paralelamente a realizar análisis afectivos, evaluando el grado de satisfacción por cada muestra analizada. La evaluación se realizó mediante una categorización cualitativa y cuantitativa según apreciaciones hedónicas (tabla 2.5).

Tabla 2.5

Escala de calificación utilizada para evaluar el grado de satisfacción de las muestras durante su almacenamiento.

Elaboración propia en base a Ureña *et al.,* (1999).

Se realizó un ANOVA para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos y una prueba de múltiples rangos para comparar pares de muestras.

Escala de apreciación hedónica		
1 a 3	4 a 6	7 a 9
Poco agradable	Ni agrada ni desagrada	Muy Agradable

Asimismo se estableció como límite de aceptabilidad el valor igual a 4.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. caracterización fisicoquímica del grano de café verde

En la tabla 4.1 se muestran los resultados promedios de los análisis fisicoquímicos realizados a los granos de café seleccionados para la obtención de la esencia liquida.

Tabla 4.1

Resultados de la caracterización del grano de café verde (Coffee Arabica L.) utilizado para la obtención de esencia líquida de café.

característica	Resultado promedio de tres repeticiones	Desviación estándar
Humedad	10.45%	± 0.01
Proteína	11.97%	± 0.01
Grasa	11%	± 0.00
Fibra	23.75%	± 0.02
Cenizas	3.10%	± 0.01
Carbohidratos	39.73%	± 0.01

Elaboración propia.

En cuanto a los resultados obtenidos de humedad, proteína, grasa y cenizas, se observa que concuerdan y/o están dentro del rango de los valores indicados por otros estudios como el de Hanz y Werner (1992); García (1989), citado por Chocano y Gutiérrez (2001); Belitz *et al.*, (2009) y Ranken (1993), los cuales se muestran en la tabla 4.2.

En cuanto a la cantidad de carbohidratos, se observa que el resultado obtenido en este estudio es menor al valor reportado por García (1989). Respecto al contenido de fibra, el resultado promedio obtenido en este estudio resulta menor al indicado (32 %) por Sánchez y Anzola, (2012).

Tabla 4.2

Características fisicoquímicas del grano de café verde, según otros autores.

Componente	a	b	c	d
Humedad (%)	5 - 12.1	10 - 11	-	12.19
Cenizas (%)	-	4 - 4.7		4.6
Proteína (%)	8.7 - 12.2	13.6 - 14.8	8.5 - 12	11.13
Carbohidratos (%)	-	49-53.7	-	57.7
Grasa (%)	8.3 - 17	-	15 - 18	13.74
Acidez (% expresado en ácido clorogénico)	4.5 - 11.1	6.4 - 6.55	3 - 5.6	-
Cafeína (%)	0.9 - 2.6	1.1 - 1.2	0.8 – 1.4	1

[a] Hanz y Werner, (1992).
[b] García 1989, citado por Chocano y Gutiérrez, (2001).
[c] Belitz et al., (2009).
[d] Ranken, (1993).
Elaboración porpia en base a Rivera, (2016) y Salas, (2000).

Como se mencionó en la metodología, unas vez seleccionados y caracterizados los granos verdes de café, se procedió a tostarlos y molerlos. A continuación, en la tabla 4.3 se presentan los resultados promedios de la caracterización fisicoquímica de los granos de café tostados.

Estos resultados concuerdan con los valores obtenidos por salas (2000), los cuales indican un 14 – 15 % en proteínas, 15 % de grasa, 4 % de ceniza y 53 % de carbohidratos. Asimismo, con los valores obtenidos por la Programa de Investigación Científica de Colombia (2011) que indica un 21.7 % de fibra, 12 % de grasa, 13.8% de proteína, 3.9 % de ceniza y 1.2 % de cafeína.

Tabla 4.3

Caracterización fisicoquímica del grano de café tostado.

característica	Resultado promedio de tres repeticiones	Desviación estándar
Humedad	0.4%	± 0.01
Proteína	11.17%	± 0.01
Grasa	15.50%	± 0.01
Fibra	25.75%	± 0.01
Cenizas	3.90%	± 0.00
Carbohidratos	43.28%	± 0.01

Elaboración propia.

3.2. Seguimiento del pH durante el almacenamiento de la esencia de café

Continuando con la metodología, en esta parte del estudio se muestran los resultados del seguimiento de pH durante el almacenamiento de la esencia liquida de café a temperatura ambiente. En la tabla 4.4 se muestran los resultados promedios de tres mediciones por cada periodo de tiempo.

Tabla 4.4

Seguimiento del pH durante el almacenamiento.

Tiempo (días)	**Concentración de esencia de café (p/p)**					
	1:4		**1:6**		**1:08**	
0	5.9	±0.000	5.9	±0.000	5.8	±0.000
3	5.8	±0.000	5.8	±0.000	5.8	±0.000
6	5.7	±0.000	5.7	±0.000	5.7	±0.000
9	5.6	±0.000	5.6	±0.000	5.6	±0.000
12	5.5	±0.058	5.5	±0.058	5.6	±0.058
15	5.5	±0.000	5.4	±0.000	5.5	±0.000
18	5.4	±0.000	5.4	±0.000	5.5	±0.000
21	5.4	±0.058	5.3	±0.058	5.4	±0.000
24	5.3	±0.000	5.3	±0.000	5.4	±0.000

En el siguiente figura, se puede observar con mayor claridad como el nivel de pH va cambiando, presentado una pendiente negativa en las tres concentraciones de esencia

líquida. Es decir, el nivel de pH durante los 24 días de almacenamiento pasó desde un nivel de 5.9 hasta un nivel aproximado de 5.3.

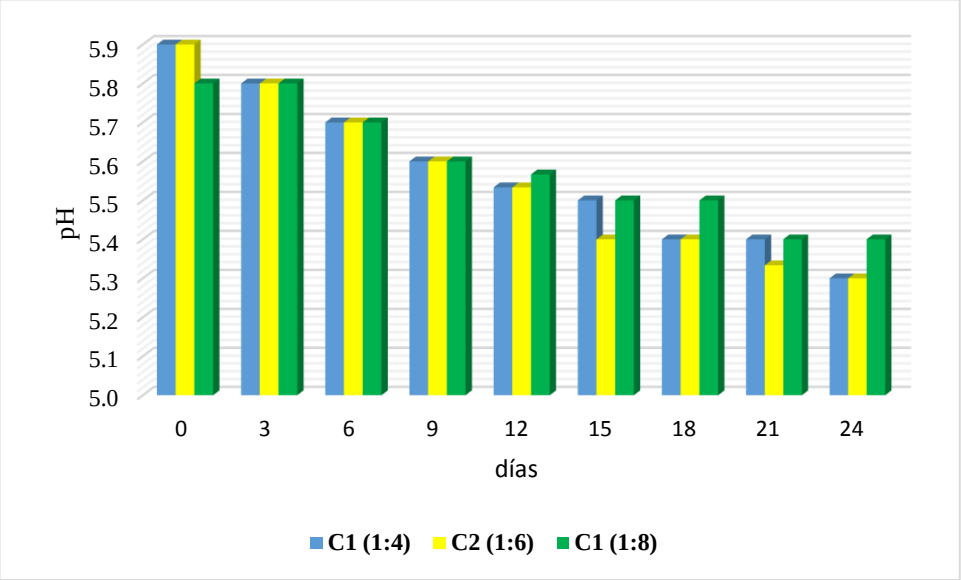


Figura 4.1. Evolución del pH en la esencia de café durante su almacenamiento.

Según el Análisis de varianza realizado, existen diferencias significativas (p = 0.00) entre los niveles de pH promedios durante el tiempo de almacenamiento, a un nivel de significación del 95 %. En cambio, no existen diferencias significativas (p = 0.2) entre los niveles de pH promedios de las tres concentraciones de esencia de café evaluadas. Cabe mencionar que los resultados detallados del análisis estadístico se muestran en el anexo 2.

Según Rivera (2016) el nivel de acidez en el café proviene principalmente de 2 fuentes: 1) Ácidos volátiles presentes, provenientes de la hidrólisis de los carbohidratos y 2) Ácidos no volátiles, provenientes del grano. Cada ácido tiene propiedades características de aroma y sabor, las cuales contribuyen individualmente a la completa impresión de la acidez y sabor del café. Esto puede explicar de alguna forma el aumento de la acidez (disminución del nivel de pH) durante el almacenamiento de esencia liquida de café estudiada.

Cabe mencionar que el nivel de pH inicial (tiempo cero) medido en las muestras de esencia liquida es mayor a los valores reportados por Salas (2000) y Sierra (2012), quienes obtuvieron valores de 5.1 y 4.7-5.1 respectivamente. Estos autores también

indican que el nivel de pH de la esencia liquida obtenida, depende altamente de las características del proceso y la materia prima utilizada.

3.3. Cuantificación de levaduras durante el almacenamiento de la esencia de café

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la cuantificación de levaduras durante el almacenamiento de las tres concentraciones de esencia líquida de café, como se puede observar la cuantificación se realizó cada tres días. Durante los primeros 24 días las muestras se caracterizaron por la usencia de levaduras; sin embargo en el día 27 se encontró una cantidad mayor a 10 UFC/g, lo cual teniendo en cuenta la normativa vigente de los criterios microbiológicos establecidos por el MINSA para alimentos y bebidas; con esta cantidad la bebida tendría una calidad no aceptable. Es decir, marcaría el fin de su vida útil.

Tabla 4.5

Conteo de levaduras durante el almacenamiento.

Tiempo (días)	Concentración de esencia de café (p/p)		
	1:4	**1:6**	**1:8**
0	Ausencia	Ausencia	Ausencia
3	Ausencia	Ausencia	Ausencia
6	Ausencia	Ausencia	Ausencia
9	Ausencia	Ausencia	Ausencia
12	Ausencia	Ausencia	Ausencia
15	Ausencia	Ausencia	Ausencia
18	Ausencia	Ausencia	Ausencia
21	Ausencia	Ausencia	Ausencia
24	Ausencia	Ausencia	Ausencia
27	*Presencia	*Presencia	*Presencia

*UFC/L > 10 UFC/g, elaboración propia.

Los resultado detallados de que cada siembra de las muestra se presentan en el anexo 3.

4.4. Intensidad de los atributos sensoriales de la esencia liquida de café

De acuerdo a las evaluaciones realizadas por panelistas semientrenados se construye la tabla 4.6, en la cual se presenta los resultados de la valoración de cada atributo sensorial de la esencia liquida de café analizado.

Tabla 4.6

Perfil sensorial de la esencia líquida de café.

Atributos	Valoración	Según escala
Color De Taza	8	Intenso
Olor Café	9	Muy intenso
Olor Tostado	3	Ligero
Sabor Café	9	Muy Intenso
Sabor Tostado	3	Ligero
Sabor Acido	6	Moderado
Sabor Amargo	7	Intenso
Cuerpo	9	Muy intenso

Elaboración propia.

En la figura 4.2 se ilustra el resultado de la valoración brindada por los respectivos jueces. Se observa que los atributos más resaltantes a considerar (durante el almacenamiento) son: color de taza, olor café, sabor a café y cuerpo.

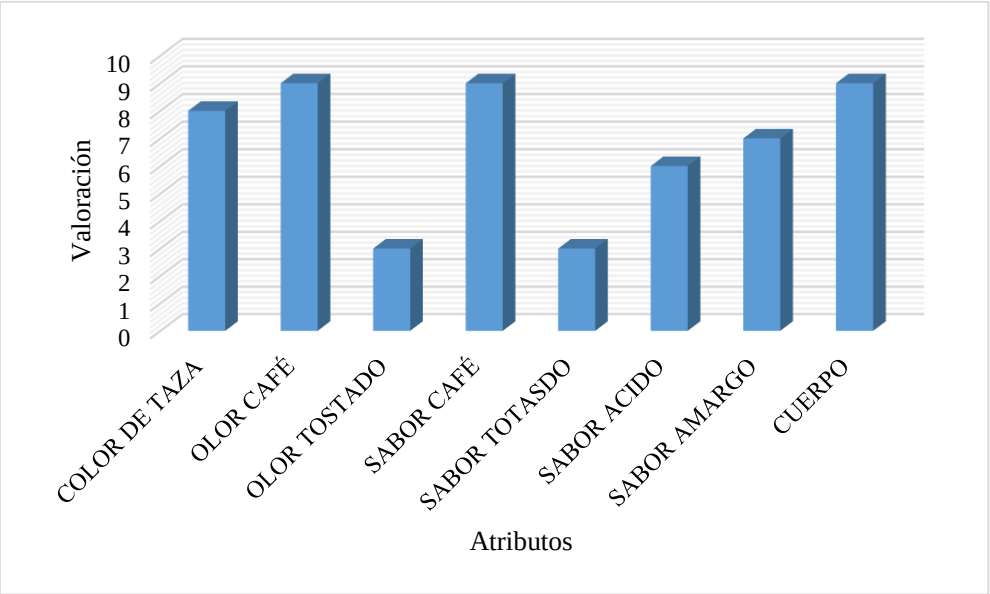


Figura 4.2. Perfil sensorial de la esencia liquida de café.

4.5. Evaluación del color de la esencia líquida de café durante su almacenamiento

En la siguiente tabla se muestra la valoración promedio ***del color taza***, emitida por 12 jueces durante el almacenamiento de las muestras de esencia liquida de café.

Tabla 4.7
*Valoración promedio (**del color taza**) de 12 jueces durante el almacenamiento de la esencia líquida de café.*

	Concentraciones		
Tiempo (días)	C1 (1:4)	C2 (1:6)	C3 (1:8)
0	7.2	9.2	6.6
5	6.9	7.3	6.3
10	6.8	6.8	6.2
15	6.4	6.6	6.2
20	6.2	6.3	5.4

Elaboración propia.

Estos datos permiten construir la figura 4.3 donde se observa que la intensidad de color en las tres concentraciones de esencia liquida evaluada, va disminuyendo en la medida que pasa el tiempo. Según el ANOVA (Anexo 5) existen diferencias significativas en la valoración promedio (del color) entre los diferentes tiempos de almacenamiento, a un nivel de significancia de 95%. Asimismo, existen diferencias significativas entre las tres concentraciones de la esencia liquida evaluadas.

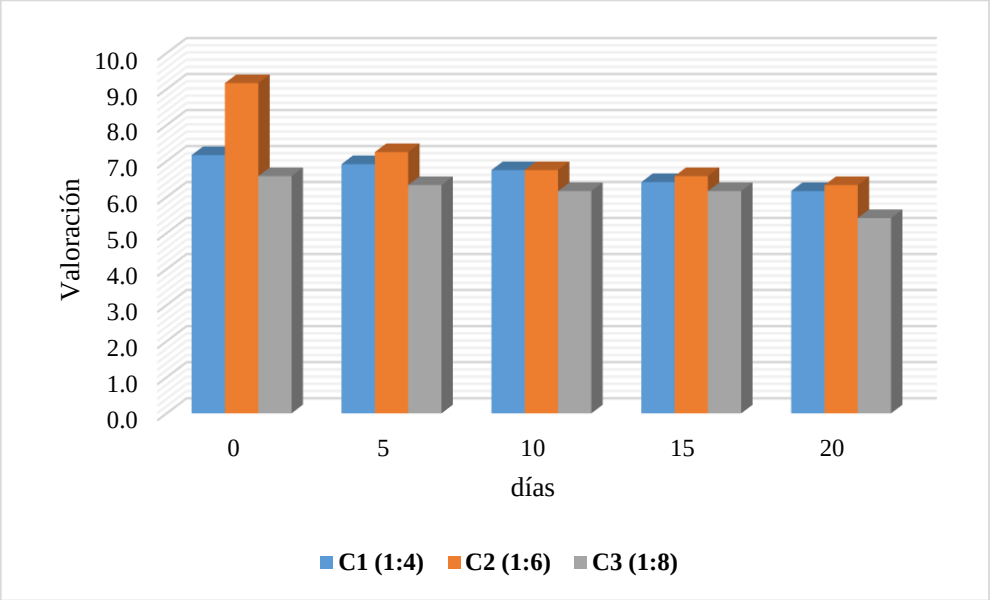


Figura 4.3. Evolución de la Valoración promedio (***del color taza***) de 12 jueces durante el almacenamiento de la esencia líquida de café.

Según Puerta (2012) la sacarosa y los azucares reductores influyen en la mayoría de la propiedades sensoriales de la esencia liquida de café como el color. La calidad e intensidad del sabor de un compuesto no solo depende de su estructura, sino también de otros factores como temperatura, pH y la posible presencia simultánea de otros compuestos sean dulces o no. Durante el almacenamiento del producto bajo estudio, los monosacáridos pueden reducirse a polialcoholes, también pueden oxidarse para formar ácidos. Asimismo, puede reaccionar con grupos amínicos; pueden caramelizarse influyendo directamente en el color. Los polisacáridos que están en mayor proporción presentes en la esencia, son fácilmente hidrolizables generando variaciones en el color y sabor (Belitz y Grosh op. cip.)

4.6. Evaluación del olor (café) de la esencia líquida de café durante su almacenamiento

En la siguiente tabla se muestra la Valoración promedio ***del olor café*** emitido por 12 jueces durante el almacenamiento de la esencia liquida de café, como se puede observar se muestran los resultados de la tres concentraciones.

Tabla 4.8. Valoración promedio (***del olor café***) de 12 jueces durante el almacenamiento de la esencia líquida de café.

Tiempo (días)	Concentraciones		
	C1 (1:4)	C2 (1:6)	C3 (1:8)
0	6.5	8.7	7.1
5	6.3	6.9	6.7
10	6.2	6.4	6.4
15	5.8	5.8	6.3
20	5.7	6.3	5.8

Elaboración propia.

Estos datos permiten construir la figura 4.4, donde se observa que la intensidad de olor (de las muestras) disminuye durante el almacenamiento. Según el ANOVA (Anexo 4), existen diferencias significativas en la valoración promedio (del olor café) entre los diferentes tiempos de almacenamiento, a un nivel de significancia de 95%. En cambio, no existen diferencias significativas entre las tres concentraciones de la esencia liquida evaluadas.

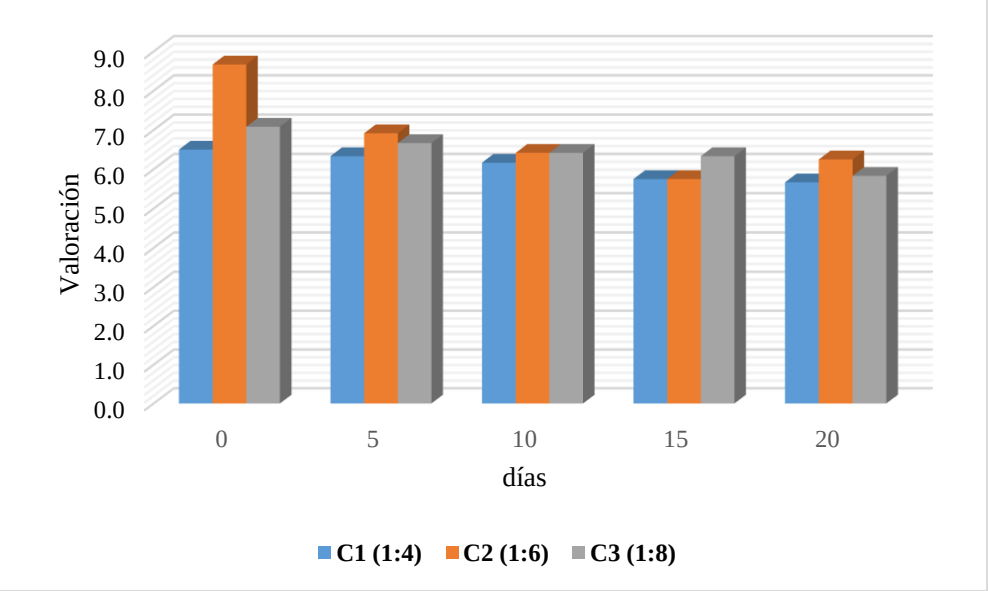


Figura 4.4. Evolución de la Valoración promedio (***del olor café***) de 12 jueces durante el almacenamiento de la esencia líquida de café.

Según Puerta (2012), los polisacáridos presentes en la esencia liquida de café retienen los olores; la sacarosa y los azucares reductores también contribuyen en la intensidad de aroma. Como ya se mencionó en el apartado anterior estos compuestos pueden cambiar por distintas vías durante el almacenamiento del producto, lo cual en este caso influyen en la intensidad de olor.

Puerta también menciona, que los compuestos producto de la degradación de la trigolenina (presente en la esencia liquida) influyen en el aroma. Asimismo, la presencia de ácido alifático. Según Belitz y Grosh (2009) la trigolenina (ácido nicotínico) y ácidos alifáticos se degradan en un gran número de compuestos como piridina y éster metílico.

4.7. Evaluación del sabor de la esencia líquida de café durante su almacenamiento

En la siguiente tabla se muestra la valoración promedio del sabor emitido por 12 jueces durante el almacenamiento de la esencia liquida de café, como se puede observar se muestran los resultados de la tres concentraciones.

Tabla 4.9
*Valoración promedio (**del sabor café**) de 12 jueces durante el almacenamiento de la esencia líquida de café.*

	Concentraciones		
Tiempo (días)	C1 (1:4)	C2 (1:6)	C3 (1:8)
0	7.2	8.8	7.1
5	5.8	6.2	7.0
10	5.5	6.5	6.2
15	5.1	6.5	5.9
20	4.8	6.3	5.8

Elaboración propia.

Estos datos permiten construir la figura 4.5, donde se observa que la intensidad del sabor (de las muestras) disminuye durante el almacenamiento. Según el análisis estadístico- ANOVA (Anexo 6), se concluyó que hay diferencias significativas en la valoración promedio (del sabor café) entre los diferentes tiempos de almacenamiento, a un nivel de significancia de 95%. Asimismo, existen diferencias significativas entre las tres concentraciones de la esencia líquida evaluadas.

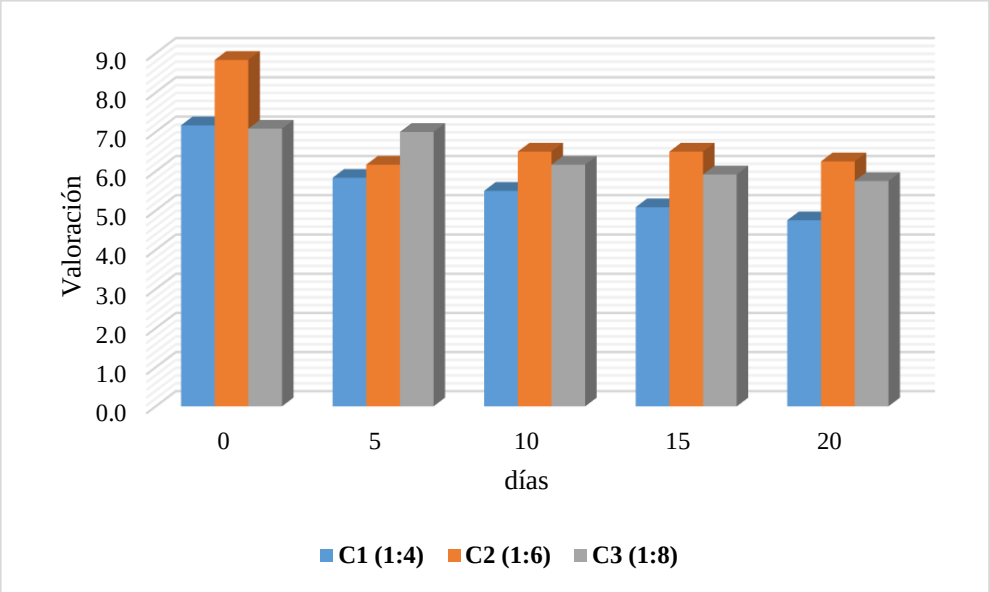


Figura 4.5. Evolución de la Valoración promedio (***del sabor café***) de 12 jueces durante el almacenamiento de la esencia líquida de café.

Según Puertas (2012) la sacarosa y azucares reductores contribuyen en sabor de la esencia liquida de café. Según Belitz y Grosh (2009) y Lupano (2013) los mono y oligosacáridos, poseen con pocas excepciones, sabor dulce. La B-d manosa es por ejemplo dulce-amarga, y algunos oligosacáridos son solo amargos. La sacarosa destaca entre los demás, por su sabor agradable, aun a altas concentraciones. Como ya se mencionó en el aparatado donde se da seguimiento a la intensidad de color de las muestras, los carbohidratos durante el almacenamiento pueden cambiar por distintas vías, generando una variación en la intensidad en este caso de sabor.

Puertas también menciona, que los lípidos, proteínas, cafeína, trigonelina y ácido clorogenicos presentes, contribuyen en el sabor. En cuanto los lípidos según Belitz y Grosh (2009) y Nicoli (2012), durante el almacenamiento se pueden principalmente oxidar generando malos sabores e inclusive cambios en el color. En cuanto a las proteínas Lupano (2013) indica que pueden sufrir interacciones a través de puentes hidrógeno, uniones electrostáticas o hidrofóbicas, principalmente, con diversos componentes de los, adsorbiendo aromas, agradables o no, 0 colorantes, con los cuales forman complejos frecuentemente muy

estables. Las proteínas también se pueden hidrolizar y los aminoácidos liberados son utilizados por los microorganismos.

Lupano también indica que los lípidos insaturados se pueden oxidar a hidroperóxidos, peróxidos cíclicos, epóxidos y aldehídos. Estos derivados no sólo afectan desfavorablemente el aroma y el sabor, también pueden interactuar con proteínas y otros componentes de, reduciendo la calidad nutricional e inocuidad del producto. También puede suceder que los ácidos clorogénicos presentes se oxiden generando ortoquinonas que reaccionan con grupos aminos terminales y aminoácidos libres. Según Belitz y Grosh (2009) la cafeína, es una sustancia nitrogenada que tiene sabor débilmente amargo, generalmente forma en parte un complejo molecular con el ácido clororgenico.

4.8. Evaluación del cuerpo de la esencia líquida de café durante su almacenamiento

En la siguiente tabla se muestra la valoración promedio del cuerpo del café, emitido por 12 jueces durante el almacenamiento de la esencia liquida de café, como se puede observar se muestran los resultados de las tres concentraciones.

Tabla 4.10
*Valoración promedio (**del cuerpo**) de 12 jueces durante el almacenamiento de la esencia líquida de café.*

	Concentraciones		
Tiempo (días)	C1 (1:4)	C2 (1:6)	C3 (1:8)
0	7.4	8.7	8.3
5	6.8	7.6	7.3
10	6.3	7.0	7.6
15	5.5	7.1	6.8
20	5.0	6.8	6.1

Elaboración propia.

Estos datos permiten construir la figura 4.6, donde se observa que la intensidad del cuerpo (de las muestras) disminuye durante el almacenamiento. Según el análisis estadístico-ANOVA (Anexo 7), se concluyó que hay diferencias significativas en la valoración promedio (del cuerpo) entre los diferentes tiempos de almacenamiento, a un nivel de

significancia de 95%. Asimismo, existen diferencias significativas entre las tres concentraciones de la esencia líquida evaluadas.

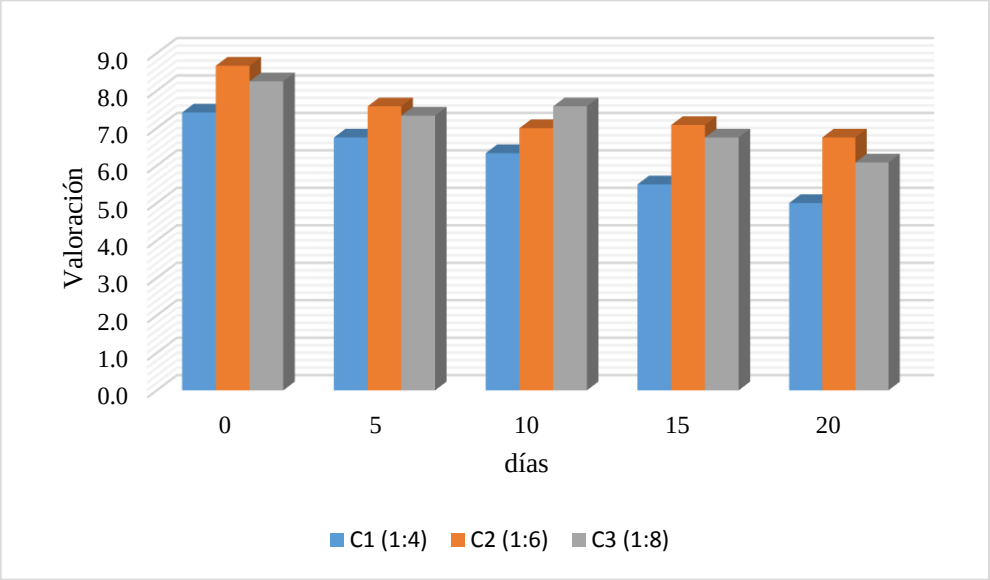


Figura 4.6. Evolución de la Valoración promedio (***del cuerpo***) de 12 jueces durante el almacenamiento de la esencia líquida de café.

Según puertas (2012) los polisacáridos, lípidos, ácidos clorogenicos y alifático son lo que contribuyen al cuerpo de la esencia liquida de café; y como ya se mencionó en aparatados anteriores, estos componentes pueden sufrir diferentes cambios durante el almacenamiento generando cambios en el cuerpo del producto.

4.9. Análisis afectivo de la esencia líquida de café durante su almacenamiento

En los apartados anteriores se realizó un seguimiento a las características de calidad de la esencia liquida de café durante su almacenamiento, observándose cabios significativos. Siguiendo la metodología, en la siguiente tabla se muestran los resultados de la apreciación hedónica de los jueces para las muestras almacenadas.

Tabla 4.11

*Valoración promedio (**de la apreciación hedónica**) de 12 jueces durante el almacenamiento de la esencia líquida de café.*

Tiempo (días)	Concentraciones		
	C1 (1:4)	C2 (1:6)	C3 (1:8)
0	6.3	8.8	6.8
5	5.9	8.0	6.6
10	5.6	7.4	6.3
15	5.1	7.1	6.1
20	4.9	6.3	5.9
25	4.1	5.1	4.6

Elaboración propia.

Los datos permiten construir la figura 4.7 donde se observa que la apreciación va disminuyendo a medida que pasa el tiempo. Es decir a medida que se van generando los cambios en la calidad del producto evaluado, la satisfacción que genera el producto en los jueces va disminuyendo. Según el ANOVA (Anexo 8), existen diferencias significativas en la valoración promedio (de la apreciación hedónica) entre los diferentes tiempos de almacenamiento, a un nivel de significancia de 95%. Asimismo, existen diferencias significativas entre las tres concentraciones de la esencia líquida evaluadas.

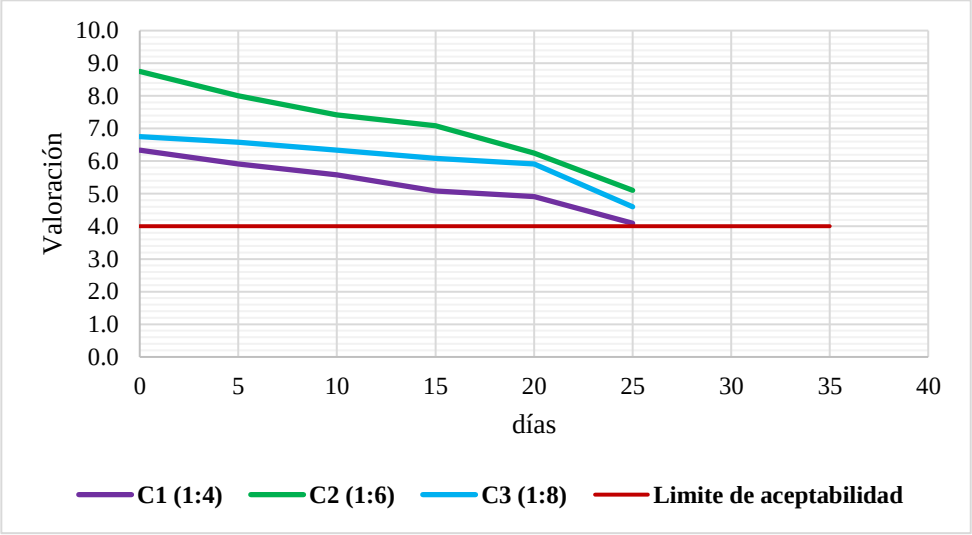


Figura 4.7. Evolución de la valoración promedio (***de la apreciación hedónica***) de 12 jueces durante el almacenamiento de la esencia líquida de café.

En este gráfico se puede observar una línea horizontal que corresponde al Límite de Aceptabilidad fijado según la escala de evaluación sensorial. El valor límite es cuatro (4) que corresponde al valor más bajo del segmento de la escala "Ni me agrada, Ni desagrada"; valores menores corresponden al segmento "poco agradable". Es decir, teniendo en cuenta el concepto de Límite de aceptabilidad descrito en el fundamento teórico, el fin de la vida útil de la esencia liquida del café evaluada corresponde al día 25. Asimismo, es importante observar que la concentración más apreciada por los jueces es la 1:6.

IV. CONCLUSIONES

1. Se determinó el tiempo de vida útil de la esencia líquida de café envasada a 90 °C en frascos de vidrio, Según la cuantificación de levaduras, la vida útil de la esencia líquida de café se termina a los 24 días de almacenamiento; y según las evaluaciones sensoriales (color, olor, sabor, cuerpo y grado de satisfacción) la vida útil se termina a los 25 días.

2. Se logró seleccionar granos verdes de café (*Coffee Arabica* L.) provenientes de la finca Balsales - Lonya Grande del departamento de Amazonas. Asimismo, caracterizarlos mediante análisis fisicoquímicos, obteniendo los siguientes resultados: Humedad (10.45 %), Proteína (11.97 %), Grasa (11 %), Fibra Bruta (23.75 %), Cenizas (3.10 %) y Carbohidratos (39.73 %).

3. Se logró moler y tostar los granos verdes seleccionados y caracterizar el producto mediante análisis fisicoquímicos, obteniendo los siguientes resultados: Humedad (0.4 %), Proteína (11.17 %), Grasa (15.50 %), Grasa (15.50 %), Fibra Bruta (25.75 %), Cenizas (3.90 %) y Carbohidratos (43.28 %).

4. Utilizando el café molido y tostado se logró elaborar tres concentraciones de esencia líquida de café (p/p) (1:4, 1:6, 1:8), envasarlas (a 90 °C) en frascos de vidrio (generando un espacio de cabeza) y almacenarlas a temperatura ambiente.

5. Durante el tiempo de almacenamiento se logró evaluar el nivel de pH, la cantidad de levaduras (UFC/L), la intensidad del color, olor, sabor y cuerpo de la esencia líquida de café. Asimismo, evaluar el grado de satisfacción que produce cada una de las muestras almacenadas. También se observó que la concentración (de la esencia) más apreciada por los jueces es la 1:6.

V. RECOMENDANCIONES

1. Se recomienda que durante la elaboración de la esencia líquida de café se cumpla con los parámetros establecidos y sobre todo se tenga en cuenta las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y todo los necesario para garantizar la inocuidad del producto bajo estudió, cabe recordar que los estudios de vida útil se realizan en productos inocuos.

2. Durante el envasado se recomienda controlar muy bien la temperatura y que se realice todo lo necesario para que en el envase cerrado de genere el espacio de cabeza correspondientes (vacío).

3. Es muy importante familiarizarse con las marchas de análisis tanto fisicoquímicos y sobre todo microbiológicos para poder llevar acabo correctamente los ensayos y prevenir posibles contaminaciones o desperdicios de muestras.

4. Para futuros estudios, se recomienda realizar evaluaciones en otras variedades de café, tal vez con otros parámetros en el proceso y mitologías de estudio complementarias.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Acieta, C. (2016). *Análisis sensorial de alimentos* (Informe). Universidad Nacional del Callao. Lima-Perú.

Belitz, H.D., y Grosh, W. (2009). *Química de Alimentos*. Editorial Acribia.

Bicho, N.C., Leitão, A. D., Ramalho, J. C., Lidon, F. C., (2012). Use of colour parameters for roasted coffee assessment. *Ciênc. Tecnol. Aliment*. 32(3):9.

Carillo, I. L., Reyes, A. (2007). Vida útil de los alimentos. *Revista Iberoamericana*. 2007-9990.

Carman, A.J, Dacks, P. A., Lane, R.F., Shineman, D. W. y Fillit, H. M. (2014). Current evidence for the use of coffee and caffeine to prevent age-related cognitive decline and Alzheimer's disease. *J Nutr Health Aging*. 18(4), 383-392.

Clarke, R. J., Macrae, R. E., (1997). Coffie Technology. New York. *Elsevier Appied Sciencie.*

Cruz, L. A, Ortega, P. R. (2016). La visión de los recursos fiogenéticos para América tropical en la obra de Jorge León Arguedas. *Rev Geogr Agrícol.* 50-51, 99-101. Recuperado de http://www.redalyc.org/

Espinosa, J. E. (2007). *Evaluación Sensorial de los Alimentos. Habana*. Editorial Universitaria.

Franco, C. F. (2016). *Vida útil del café instantáneo* (Tesina). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.

García, D. C. (1989). *Estudio de los parámetros óptimos en el procesamiento de café verde, determinantes de su calidad* (Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.

Giraldo, C. (2002). *Diseño de un equipo que evite el arrastre de extracto liquido de café para acoplarlo a un evaporador de placas* (Tesis). Universidad Pontificia Bolivariana.

Guevara, A. P., Cancino, K. (2008). *Métodos apropiados para inactivar o controlar el deterioro microbiológico en alimentos*. Lima-Perú.

Illy, A., Viani, R,. (2004). *Espresso coffee: the science of quality. 2 ed. Viani, R (ed). Massachusetts*. Estados Unidos. Editorial Academic Press. 398 p.

Institute of Food Science and Technology (IFST). (1993). Shelf life of foods: guideline for its determination and prediction. *Institute of Food Science and Technology*, London.

Jaramillo, D. (2013). *Determinación de la vida útil de los alimentos*. Universidad Tecnica de Ambato.

Kilcast, D., Subramaniam, P. (2011). Food and beverage stability and shelf life. *Woodhead Publishing Limited*.

Lazcano, E., Trejo, M., Vargas, M., Pascual, B. S. (2015). Contenido de fenoles, cafeína y capacidad antioxidante de granos de café verdes y tostados de diferentes estados de México. *Revista Iberoamericana de Tecnología*. 16 (2), pp.293-298.

León, J. (2000). *Botánica de los cultivos tropicales*. 2 Ed. Agroamerica. pp. 194-199.

Lupano, E. C. (2013). *Modificaciones de componentes de los alimentos: cambios químicos y bioquímicospor procesamiento y almacenamiento*. La Plata. Editorial de la Universidad de la Plata.

Malavé, A., Carrero, P., Lemus, M., y García, M. (2009). Contenido de boro en plantaciones de café (coffea arabica l.) en dos localidades cafetaleras de venezuela. Idesia (Arica). 27(1), 7-12. https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292009000100002

Mesa, R., Nerina, Y., Medrano, M. J., Martínez, P., Maricelys, L., Grave, M. y Cabrera, Y. (2017). Efecto anticariogénico del café. Correo Científico Médico. 21(3), 888-898. Recuperado de http://scielo.sld.cu/

Nicoli, M. C. (2012). *Shelf Life Assessment of Food*. New York. CRC Press.

Norman, P. (1999). *Ciencia de los alimentos*. Zaragoza. Editorial Acribia.

Nunes, F., Y Coimbra, M. (2001). Chemical characterization of the high molecular weight material extracted with hot wáter from gree and roasted arabica cofee. *Jorunar of agricultural and Food Chemistry*, 49 (4), 1773-1782.

Pacheco, V. R. (2016). *Determinación de tiempo de vida útil del café tostado premium (coffea arábica) en diferentes empaques mediante pruebas aceleradas*. (Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.

Palomino, A.C., López, B. C., Espejo, J. R., Mansilla, S. R., y Quispe, V. J. (2014). Evaluación de la diversidad genética del café (Coffea arabica L.) en Villa Rica (Perú). Ecología Aplicada. 13(2), 129-134. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/

Piazza, L., Gigli, J., Bulbarello, A., (2008). Interfacial rheology study of espresso coffee foam structue and properties. *Journal of foog Engineering*. 84 (3), 420-429.

Puerta, G. I. (2011). *Composición química de una taza de café*. Colombia. Ciencia Tecnología e Innovación para la Caficultura Colombiana.

Puertas, M. A, Villegas, G. P, Rojano, B. A. (2013). Borra de café colombiano (Coffea arabica) como fuente potencial de sustancias con capacidad antirradicales libres in vitro. RevCubana Plant Med. 18(3), 469-478. Recuperado de http://scielo.sld.cu/

Rivera, J. Y. (2016). *Estimación del tiempo de vida útil del café verde y pergamino (coffea arabica) en diferentes empaques mediante pruebas aceleradas* (Tesis tesis para optar el título de ingeniero en industrias alimentarias). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.

Rodriguez, C., Fernandez, M. I., Garcia, L. (1998). *Tecnología de los alimentos*. Madrid.

Rojas, O. (1987). *Zonificación agroecológica para el cultivo de café (Coffea arabica) en Costa Rica*. San José, Costa Rica. IICA. pp. 2-3.

Salas, P. (2015). *Competitividad del sistema agroindustrial de café peruano, en el período 1961- 2011* (Tesis para optar al título de Magíster de la Universidad de Buenos Aires, Área Agronegocios). Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Salas, R. J. (2000). *Obtención de la esencia de café (coffea arabica) var. Typica y su conservación en envases flexibles* (Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias). Universidad Agraria de la Selva, Tingo María.

Sanchez, A., Anzola, V. (2012). Caracterización química de la película plateada del café (coffea arábica) en variedades Colombia y caturra. *Revista Colombia de Química*. 42 (2), pp. 211-226.

Sierra, L. M. (2012). *Evaluación y la preservación de extractos líquidos de café mediante el uso de bacteriocina (NIASINA) y aplicación de microondas* (Tesis para optar el título de Magister en Ciencia y Tecnología de Alimentos). Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

Valenzuela, B. (2010). El café y sus efectos en la salud cardiovascular y en la salud materna. Universidad de Chile y Facultad de Medicina, Universidad de los Andes. Santiago, Chile.

Vidaurre, J. (2014). *Principios básicos para determinar la vida útil de los alimentos. Lambayeque*. Colegio de Ingenieros del Perú -CIP.

VII. ANEXOS

ANEXO 1. Descripción de los métodos de análisis utilizados.

a) ***Determinación del pH.*** Método del potenciómetro (AOAC - 945.27).

El pH se determina usando el potenciómetro por inmersión del electrodo en la esencia de café, previa calibración con soluciones buffer de pH 4 y 7.

b) ***Determinación de sólidos solubles.*** Método refractométrico (AOAC -920.151).

c) Determinación de acidez. Método potenciométrico (AOAC - 942.15).

La acidez del café se obtiene usando el método 942.15 (37.1.37) del AOAC (1996), el método se basa en la titulación del café, con solución de NaOH 0.1 N valorada previamente, hasta el vire de fenolftaleina como indicador ácido-base. El resultado de la titulación se expresa como kg de ácido málico / kg de muestra.

a) ***Humedad.*** Método gravimétrico, estufa a presión atmosférica a 105ºC por 14 a 16 horas hasta obtener un peso constante (Método AOAC – 950.46).

La humedad del café se determina por secado y diferencia de pesos de acuerdo al método 934.06 (37.1.10) del AOAC (1996).

El contenido de humedad en la muestra se expresa como porcentaje en base húmeda.

b) ***Proteína a base seca***. Método semi-micro Kjeldhal, utilizando el factor N x 6.25 para llevar el nitrógeno a proteína total (Método AOAC – 928.08).

El método Kjeldahl es el método estándar de determinación del contenido en nitrógeno desde finales del siglo XIX. El método consiste básicamente en tres grandes pasos (AOAC, 1990):

Digestión: Se produce la descomposición del nitrógeno que contienen las muestras orgánicas utilizando una solución de ácido concentrado. Esto se obtiene haciendo hervir la muestra en una concentración de ácido sulfúrico. El resultado es una solución de sulfato de amonio.

Catalizadores → proteína → calor

(1) n - C -NH2 + mH2SO4 → CO2 + (NH4)2 SO4 + SO2

Destilación: Se libera amoniaco, el cual es retenido en una solución con una cantidad conocida de ácido bórico. Inicialmente se realiza una destilación con vapor por el método de arrastre de vapor de agua, mediante la cual acelera la obtención del destilado.

$$(2)\ (NH_4)_2SO_4 + 2\ NaOH \rightarrow 2NH_3 + Na_2SO_4 + 2H_2O$$

$$(3)\ NH_3 + H_3BO_3\ (\text{ácido bórico}) \rightarrow NH_4 + H_2BO_3^-\ (\text{ión borato})$$

Titulación: Cuantificación del amoníaco por valoración con una solución estándar.

$$(4)\ H_2BO_3^- + H^+ \rightarrow H_3BO_3$$

Una vez conocido el contenido en nitrógeno de la muestra, la multiplicación de aquel por el factor de conversión 5.70 (para cereales y derivados de soya) nos aproxima al conocimiento del contenido en PBS. Existe una alternativa al método Kjeldhal de determinación del nitrógeno que consiste en la combustión en una atmósfera de oxígeno puro y a alta temperatura (950 °C) de la muestra para detectar, por conductividad térmica, el nitrógeno presente en la misma.

Procedimiento:

- Realizar la muestra en duplicado.
- Efectuar un ensayo en blanco usando una sustancia orgánica sin nitrógeno (sacarosa) que sea capaz de provocar la reducción de los derivados nítricos y nitrosos eventualmente presentes en los reactivos.
- Pesar al 0.1 mg. alrededor de 1 g de muestra homogeneizada (m) en un matraz de digestión Kjeldahl.
- Agregar 3 perlas de vidrio, 10 g de sulfato de potasio o sulfato de sodio, 0.5 g de sulfato cúprico y 20 mL de ácido sulfúrico conc.
- Conectar el matraz a la trampa de absorción que contiene 250 mL de hidróxido de sodio al 15 %. El disco poroso produce la división de los humos en finas burbujas con el fin de facilitar la absorción y para que tenga una duración prolongada debe ser limpiado con regularidad antes del uso. Los depósitos de sulfito sódico se eliminan con ácido clorhídrico. Cuando la solución de hidróxido de sodio al 15 % adicionada de fenolftaleína contenida en la trampa de absorción permanece incolora debe ser cambiada (aprox. 3 análisis).

- Calentar en manta calefactora y una vez que la solución esté transparente, dejar en ebullición 15 a 20 min. más. Si la muestra tiende a formar espuma agregar ácido esteárico o gotas de silicona antiespumante y comenzar el calentamiento lentamente.
- Enfriar y agregar 200 mL de agua.
- Conectar el matraz al aparato de destilación, agregar lentamente 100 mL de NaOH al 30 % por el embudo, y cerrar la llave.
- Destilar no menos de 150 mL en un matraz que lleve sumergido el extremo del refrigerante o tubo colector en:
    - 50 mL de una solución de ácido sulfúrico 0.1 N, 4 a 5 gotas de rojo de metilo y 50 mL de agua destilada. Asegurar un exceso de H2SO4 para que se pueda realizar la retrotitulación.Titular el exceso de ácido con NaOH 0.1 N hasta color amarillo.
    - 50 mL de ácido bórico al 3 %. Titular con ácido clorhídrico 0.1 N hasta pH 4.6 mediante un medidor de pH calibrado con soluciones tampón pH 4 y pH 7, o en presencia del indicador de Tashiro hasta pH 4.6 Cada cierto tiempo es necesario verificar la hermeticidad del equipo de destilación usando 10 mL de una solución de sulfato de amonio 0.1 N (6.6077 g/L), 100 mL de agua destilada y 1 a 2 gotas de hidróxido de sodio al 30 % para liberar el amoníaco, así como también verificar la recuperación destruyendo la materia orgánica de 0.25 g de L(-)-Tirosina. El contenido teórico en nitrógeno de este producto es de 7.73 %. Debe recuperarse un 99.7 %.

Cálculo:

$$N = \frac{14 \times N \times V \times 100}{m \times 100}$$

$$\%Proteina = \frac{14 \times N \times V \times 100 \times Factor}{m \times 100}$$

Donde:

V: 50 mL H2SO4 0.1 N - gasto NaOH 0.1 N o gasto de HCl 0.1 N.

m: masa de la muestra, en gramos.

Factor: 5.7 (para cereales y derivados de soya).

c) Grasa a base seca. Método Soxhlet, empleando diversos solventes orgánicos (hexano) (AOAC – 960.39).

Una cantidad previamente homogeneizada y seca, medida o pesada del alimento se somete a una extracción con éter de petróleo o éter etílico, libre de peróxidos o mezcla de ambos. Posteriormente, se realiza la extracción total de la materia grasa libre por soxhlet.

Procedimiento:

- Preparación de la muestra: En muestras con mucha humedad homogeneizar y secar a 103+ ºC en estufa de aire considerando el tipo de muestra.
- Moler y pasar por tamiz de malla de 1 mm
- Pesar en duplicado 2 a 5 gramos de muestra preparada en el dedal de extracción o papel filtro previamente pesado y tapado con algodón desgrasado. Registrar m
- Secar el matraz de extracción por 30 min a 103+ 2ºC.
- Pesar el matraz de extracción Registrar m_1.
- Poner el matraz de extracción en el sistema soxhlet el dedal en el tubo de extracción y adicionar el solvente al matraz.
- Extraer la muestra con el solvente por 6 a 8 horas a una velocidad de condensación de 3-6 gotas/seg.
- Una vez terminada la extracción eliminar el solvente por evaporación en rotavapor o baño Maria bajo campana. Hasta que no se detecte olor a éter.
- Secar el matraz con la grasa en estufa a 103+ 2°C por 10 min, enfriar en desecados y pesar. Registrar m_2.

Cálculo:

$$\%Grasa = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100$$

$$\%Grasa\ Base\ Seca = \%Grasa \times \frac{100}{100 - \%Humedad}$$

Dónde:

M: peso de la muestra. m1: tara del matraz solo. m2: peso matraz con grasa.

d) ***Fibra.*** Se determinó mediante digestión ácida y alcalina (AOAC – 962.09).

Fibra cruda es la pérdida de masa que corresponde a la incineración del residuo orgánico que queda después de la digestión con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio en condiciones específicas.

<u>Procedimiento:</u>

- Homogeneizar, secar 103 + 2 °C en estufa de aire o a 70 °C al vacío, de acuerdo a las técnicas indicadas en la referencia, considerando el tipo de muestra. Moler la muestra.
- Pasar por un tamiz de malla de 1 mm.
- Extraer con éter de petróleo sí el contenido de grasa es superior al 1.
- Realizar el análisis en duplicado.
- Pesar a 0.1 mg alrededor de 2 g de muestra preparada y transferir en al matraz del aparato de calentamiento a reflujo. Registrar s
- Agregar 1.5 a 2.0 g de fibra cerámica preparada.
- Agregar 200 ml de H2SO4 0.255 N, hirviente, gotas de antiespumante y perlas de vidrio.
- Conectar el aparato de calentamiento a reflujo y hervir exactamente durante 30 minutos, rotando el matraz periódicamente.
- Desmontar el equipo y filtrar a través del embudo Büchner tipo California o sus alternativas.
- Lavar con 50 a 75 ml de agua hirviente, repetir el lavado con 3 porciones de 50 ml de agua o hasta que cese la reacción ácida.
- Retornar el residuo al aparato de calentamiento a reflujo y hervir exactamente durante 30 minutos, rotando el matraz periódicamente.
- Lavar con 25 ml de H2SO4 0.255 N, hirviente, con 3 porciones de 50 ml de agua hirviente y con 25 ml de etanol al 95%.
- Remover el residuo y transferir al crisol.
- Secar en estufa a 130 + 2 °C por 2 horas, enfriar en desecador y pesar.
- Incinerar 30 minutos a 600 + 15 °C, enfriar en desecador y pesar.
- Determinar un blanco en las mismas condiciones que la muestra.

Cálculo:

$$\%Fibra\ Cruda = C = \frac{(Pérdida\ de\ peso\ en\ la\ incineración - Pérdida\ de\ peso\ del\ blanco\ de\ fibra\ cerámica) \times 100}{Peso\ de\ la\ muestra}$$

e) ***Cenizas.*** Por incineración de la muestra en mufla a 600ºC por 6 horas (AOAC – 923.03). La determinación de cenizas es referida como el análisis de residuos inorgánicos que quedan después de la ignición u oxidación completa de la materia orgánica de un alimento. Es esencial el conocimiento básico de las características de varios métodos para analizar cenizas, así como el equipo para llevarlo a cabo para garantizar resultados confiables. Existen tres tipos de análisis de cenizas: cenizas en seco par a la mayoría de las muestras de alimentos; cenizas húmedas (por oxidación) para muestras con alto contenido de grasa (carnes y productos cárnicos) como método de preparación de la muestra para análisis elemental y análisis simple de cenizas de plasma en seco a baja temperatura para la preparación de muestras cuando se llevan a cabo análisis de volátiles elementales.

La técnica que se utilizará en esta sesión de laboratorio será la de cenizas en seco, la cual consiste en quemar la muestra al aire y posteriormente en una mufla para eliminar todo el material orgánico. La ceniza remanente es el residuo inorgánico y la medición de la ceniza total es útil en el análisis de alimentos, ya que se pueden determinar diversos minerales contenidos en la muestra. Algunos errores y dificultades involucrados en la determinación de las cenizas en seco son: la pérdida de ceniza debido a la intensidad con que arde la flama en el momento de quemar la muestra al aire y el cambio gradual en las sales minerales con el calor, como el cambio de carbonatos a óxidos; adhesión de las muestras con un contenido alto de azúcares, lo cual puede ocasionar pérdida de la muestra y fusión del carbón a partes no oxidadas atrapadas de la muestra.

Procedimiento:

- Ponga a peso constante un crisol o cápsula de porcelana por cada muestra que se va a analizar, lo cual significa dejarlo durante 15 minutos en la mufla a una temperatura de 550° a 600°C.
- Deje enfriar el crisol en un desecador durante 15 a 20 minutos. Procure no cerrar el desecador totalmente, ya que el calor de los crisoles puede provocar que la tapa se proyecte y se rompa.
- Pese el crisol en balanza analítica e identifíquelo con el número que tiene marcado en la parte inferior. Anote el peso.
- Pese en el crisol 1-2 gramos de la muestra (sobre todo si va a determinar Ca y P) de la muestra seca. Registre el peso exacto.
- Pre incinere la muestra exponiéndola a la flama del mechero de Bunsen
- Incinere la muestra en la mufla precalentada entre 550° y 600°C durante 2 horas.
- Pese el crisol con cenizas (ya no deben estar negras, si lo están incinere otra media hora) en la misma balanza que utilizó inicialmente. Anote el peso.
-

Cálculo:

$$\%Ceniza\ en\ base\ seca = \frac{Peso\ de\ ceniza \times 100}{Peso\ de\ muestra}$$

f) ***Determinación de Carbohidratos.*** Se determinará por diferencia entre los componentes encontrados.

ANEXO 2. Análisis estadístico del seguimiento del pH en la esencia de café, durante su almacenamiento.

Tabla 5.1

Resumen ANOVA.

Variables	*RESUMEN*	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Tiempo 1	0	3	17.600	5.867	0.003
Tiempo 2	3	3	17.400	5.800	0.000
Tiempo 3	6	3	17.100	5.700	0.000
Tiempo 4	9	3	16.800	5.600	0.000
Tiempo 5	12	3	16.633	5.544	0.000
Tiempo 6	15	3	16.400	5.467	0.003
Tiempo 7	18	3	16.300	5.433	0.003
Tiempo 8	21	3	16.133	5.378	0.001
Tiempo 9	24	3	16.000	5.333	0.003
concentración 1	01:04	9	50.133	5.570	0.040
concentración 2	01:06	9	49.967	5.552	0.046
concentración 3	01:08	9	50.267	5.585	0.024

Nota. Fuente propia 2018

Tabla 5.2.

Análisis de Varianza.

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Tiempos	0.84502058	8	0.10562757	66.6688312	7.8974E-11	2.59109618
Concentraciones	0.00502058	2	0.00251029	1.58441558	0.23561059	3.63372347
Error	0.02534979	16	0.00158436			
Total	0.87539095	26				

Nota. Fuente propia 2018

ANEXO 3. Resultados del conteo de levaduras en cada siembra de las muestras.

Tabla 5.3

Primera siembra de la esencia liquida de café

DIAS			**VIERNES 24**	**SABADO 25**	**DOMINGO 26**	**LUNES 27**	**MARTES 28**	**MIERCOLES 29**
CONCENTRACION	FRASCOS	PLACAS	HORAS (UFC/ML)					
			0 HRS	24 HRS	48 HRS	72 HRS	96 HRS	120 HRS
C1	C1A	P1A1	1ERA SIEMBRA	0	0	0	0	0
		P1A2		0	0	0	0	0
	C1B	P1B3		0	0	0	0	0
		P1B4		0	0	0	0	0
C2	C2A	P2A5		0	0	0	0	0
		P2A6		0	0	0	0	0
	C2B	P2B7		0	0	0	0	0
		P2B8		0	0	0	0	0
C3	C3A	P3A9		0	0	0	0	0
		P3A10		0	0	0	0	0
	C3B	P3B11		0	0	0	0	0
		P3B12		0	0	0	0	0

Nota. Fuente propia 2018

.

La segunda siembra realizada el lunes 27 de noviembre con las tres concentraciones 1:4, 1:6 y 1:8; además se hicieron lecturas a las 24, 48, 72, 96 y 120 horas, dando como resultado 0 UFC/ml por lo tanto no hubo presencia de mohos ni levaduras.

Tabla 5.4

Segunda siembra de la esencia liquida de café

DIAS			**LUNES 27**	**MARTES 28**	**MIERCOLES 29**	**JUEVES 30**	**VIERNES 1**	**SABADO 2**
CONCENTRACION	FRASCOS	PLACAS	HORAS (UFC/ML)					
			0 HRS	24 HRS	48 HRS	72 HRS	96 HRS	120 HRS
C1	C1A	P1A13	2DA SIEMBRA	0	0	0	0	0
		P1A14		0	0	0	0	0
	C1B	P1B15		0	0	0	0	0
		P1B16		0	0	0	0	0
C2	C2A	P2A17		0	0	0	0	0
		P2A18		0	0	0	0	0
	C2B	P2B19		0	0	0	0	0
		P2B20		0	0	0	0	0
C3	C3A	P3A21		0	0	0	0	0
		P3A22		0	0	0	0	0
	C3B	P3B23		0	0	0	0	0
		P3B24		0	0	0	0	0

Nota. Fuente propia 2018

La tercera siembra realizada el jueves 30 de noviembre con las tres concentraciones 1:4, 1:6 y 1:8; además se hicieron lecturas a las 24, 48, 72, 96 y 120 horas, dando como resultado 0 UFC/ml por lo tanto no hubo presencia de mohos ni levaduras.

Tabla 5.5.

Tercera siembra de la esencia liquida de café

DIAS			**JUEVES 30**	**VIERNES 1**	**SABADO 2**	**DOMINGO 3**	**LUNES 4**	**MARTES 5**
CONCENTRACION	FRASCOS	PLACAS	HORAS (UFC/ML)					
			0 HRS	24 HRS	48 HRS	72 HRS	96 HRS	120 HRS
C1	C1A	P1A25	3ERA SIEMBRA	0	0	0	0	0
		P1A26		0	0	0	0	0
	C1B	P1B27		0	0	0	0	0
		P1B28		0	0	0	0	0
C2	C2A	P2A29		0	0	0	0	0
		P2A30		0	0	0	0	0
	C2B	P2B31		0	0	0	0	0
		P2B32		0	0	0	0	0
C3	C3A	P3A33		0	0	0	0	0
		P3A34		0	0	0	0	0
	C3B	P3B35		0	0	0	0	0
		P3B36		0	0	0	0	0

Nota. Fuente propia 2018

La cuarta siembra realizada el domingo 3 de diciembre con las tres concentraciones 1:4, 1:6 y 1:8; además se hicieron lecturas a las 24, 48, 72, 96 y 120 horas, dando como resultado 0 UFC/ml por lo tanto no hubo presencia de mohos ni levaduras.

Tabla 5.6.

Cuarta siembra de la esencia liquida de café

DIAS			**DOMINGO 3**	**LUNES 4**	**MARTES 5**	**MIERCOLES 6**	**JUEVES 7**	**VIERNES 8**
CONCENTRACION	FRASCOS	PLACAS	HORAS (UFC/ML)					
			0 HRS	24 HRS	48 HRS	72 HRS	96 HRS	120 HRS
C1	C1A	P1A37	4TA SIEMBRA	0	0	0	0	0
		P1A38		0	0	0	0	0
	C1B	P1B39		0	0	0	0	0
		P1B40		0	0	0	0	0
C2	C2A	P2A41		0	0	0	0	0
		P2A42		0	0	0	0	0
	C2B	P2B43		0	0	0	0	0
		P2B44		0	0	0	0	0
C3	C3A	P3A45		0	0	0	0	0
		P3A46		0	0	0	0	0
	C3B	P3B47		0	0	0	0	0
		P3B48		0	0	0	0	0

Nota. Fuente propia 2018

La quinta siembra realizada el miércoles 6 de diciembre con las tres concentraciones 1:4, 1:6 y 1:8; además se hicieron lecturas a las 24, 48, 72, 96 y 120 horas, dando como resultado 0 UFC/ml por lo tanto no hubo presencia de mohos ni levaduras.

Tabla 5.7.

Quinta siembra de la esencia liquida de café

DIAS			**MIERCOLES 6**	**JUEVES 7**	**VIERNES 8**	**SABADO 9**	**DOMINGO 10**	**LUNES 11**
CONCENTRACION	FRASCOS	PLACAS	HORAS (UFC/ML)					
			0 HRS	24 HRS	48 HRS	72 HRS	96 HRS	120 HRS
C1	C1A	P1A49	5TA SIEMBRA	0	0	0	0	0
		P1A50		0	0	0	0	0
	C1B	P1B51		0	0	0	0	0
		P1B52		0	0	0	0	0
C2	C2A	P2A53		0	0	0	0	0
		P2A54		0	0	0	0	0
	C2B	P2B55		0	0	0	0	0
		P2B56		0	0	0	0	0
C3	C3A	P3A57		0	0	0	0	0
		P3A58		0	0	0	0	0
	C3B	P3B59		0	0	0	0	0
		P3B60		0	0	0	0	0

Nota. Fuente propia 2018

La sexta siembra realizada el domingo 3 de noviembre con las tres concentraciones 1:4, 1:6 y 1:8; además se hicieron lecturas a las 24, 48, 72, 96 y 120 horas, dando como resultado 0 UFC/ml por lo tanto no hubo presencia de mohos ni levaduras.

Tabla 5.8

Sexta siembra de la esencia liquida de café

DIAS			**SABADO 9**	**DOMINGO 10**	**LUNES 11**	**MARTES 12**	**MIERCOLES 13**	**JUEVES 14**
CONCENTRACION	FRASCOS	PLACAS	HORAS (UFC/ML)					
			0 HRS	24 HRS	48 HRS	72 HRS	96 HRS	120 HRS
C1	C1A	P1A61	6TA SIEMBRA	0	0	0	0	0
		P1A62		0	0	0	0	0
	C1B	P1B63		0	0	0	0	0
		P1B64		0	0	0	0	0
C2	C2A	P2A65		0	0	0	0	0
		P2A66		0	0	0	0	0
	C2B	P2B67		0	0	0	0	0
		P2B68		0	0	0	0	0
C3	C3A	P3A69		0	0	0	0	0
		P3A70		0	0	0	0	0
	C3B	P3B71		0	0	0	0	0
		P3B72		0	0	0	0	0

Nota. Fuente propia 2018

la séptima siembra realizada el martes 12 de diciembre con las tres concentraciones 1:4, 1:6 y 1:8; además se hicieron lecturas a las 24, 48, 72, 96 y 120 horas, dando como resultado 0 UFC/ml por lo tanto no hubo presencia de mohos ni levaduras.

Tabla 5.9

Sexta siembra de la esencia liquida de café

DIAS			**MARTES 12**	**MIERCOLES 13**	**JUEVES 14**	**VIERNES 15**	**SABADO 16**	**DOMINGO 17**
CONCENTRACIO	FRASCOS	PLACAS	HORAS (UFC/ML)					
			0 HRS	24 HRS	48 HRS	72 HRS	96 HRS	120 HRS
C1	C1A	P1A73	7MA SIEMBRA	0	0	0	0	0
		P1A74		0	0	0	0	0
	C1B	P1B75		0	0	0	0	0
		P1B76		0	0	0	0	0
C2	C2A	P2A77		0	0	0	0	0
		P2A78		0	0	0	0	0
	C2B	P2B79		0	0	0	0	0
		P2B80		0	0	0	0	0
C3	C3A	P3A81		0	0	0	0	0
		P3A82		0	0	0	0	0
	C3B	P3B83		0	0	0	0	0
		P3B84		0	0	0	0	0

Nota. Fuente propia 2018

La octava siembra realizada el viernes 15 de diciembre con las tres concentraciones 1:4, 1:6 y 1:8; además se hicieron lecturas a las 24, 48, 72, 96 y 120 horas, dando como resultado 0 UFC/ml por lo tanto no hubo presencia de mohos ni levaduras.

Tabla 5.10

Octava siembra de la esencia liquida de café

DIAS			**VIERNES 15**	**SABADO 16**	**DOMINGO 17**	**LUNES 18**	**MARTES 19**	**MIERCOLES 20**
CONCENTRAC	FRASCOS	PLACAS	HORAS (UFC/ML)					
			0 HRS	24 HRS	48 HRS	72 HRS	96 HRS	120 HRS
C1	C1A	P1A85	8VA SIEMBRA	0	0	0	0	0
		P1A86		0	0	0	0	0
	C1B	P1B87		0	0	0	0	0
		P1B88		0	0	0	0	0
C2	C2A	P2A89		0	0	0	0	0
		P2A90		0	0	0	0	0
	C2B	P2B91		0	0	0	0	0
		P2B92		0	0	0	0	0
C3	C3A	P3A93		0	0	0	0	0
		P3A94		0	0	0	0	0
	C3B	P3B95		0	0	0	0	0
		P3B96		0	0	0	0	0

Nota. Fuente propia 2018

La novena siembra realizada el lunes 18 de diciembre con las tres concentraciones 1:4, 1:6 y 1:8; además se hicieron lecturas a las 24, 48, 72, 96 y 120 horas, dando como resultado en la lectura de 120 horas, la placa P1A98 de concentración 1:4 arrojó 100 UFC/ml, mientras que la placa P2A101 de la concentración 1:6 no dio 100 UFC/ml, posteriormente las placas P3A106 y P3A107 de la concentración 1:8 nos dio que cada una tiene 100 UFC/ml, el resto no hubo presencia de mohos ni levaduras.

Tabla 5.11

Novena siembra de la esencia liquida de café

DIAS			**LUNES 18**	**MARTES 19**	**MIERCOLES 20**	**JUEVES 21**	**VIERNES 22**	**SABADO 23**
CONCENTRAC	FRASCOS	PLACAS	HORAS (UFC/ML)					
			0 HRS	24 HRS	48 HRS	72 HRS	96 HRS	120 HRS
C1	C1A	P1A97	9NA SIEMBRA	0	0	0	0	0
		P1A98		0	0	0	0	100
	C1B	P1B99		0	0	0	0	0
		P1B100		0	0	0	0	0
C2	C2A	P2A101		0	0	0	0	100
		P2A102		0	0	0	0	0
	C2B	P2B103		0	0	0	0	0
		P2B104		0	0	0	0	0
C3	C3A	P3A105		0	0	0	0	0
		P3A106		0	0	0	0	100
	C3B	P3B107		0	0	0	0	100
		P3B108		0	0	0	0	0

Nota. Fuente propia 2018

ANEXO 4. Resultados detallados y análisis estadísticos de la evaluación sensorial del olor café de la esencia liquida de café.

Tabla 5.12

Valoración promedio (del olor café) de los 20 días de almacenamiento por cada Juez y concentración.

	Jueces											
Concentración	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
C1 (1:4)	7.4	5	8	3.6	6.8	4	7.8	4.4	2	8.8	8.4	6.8
C2 (1:6)	8.8	7.6	8.4	4.2	6.6	4.8	8.4	5	4.8	8.6	7.2	7.2
C3 (1:8)	7.6	6.2	7.6	4.6	3.4	4.8	9.4	6.6	5.4	7.2	7	7.8

Nota. Fuente propia 2018

Tabla 5.13

Análisis de Varianza.

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Concentraciones	3.08666667	2	1.54333333	1.437	0.259	3.443
Jueces	91.71	11	8.33727273	7.761	0.000	2.259
Error	23.6333333	22	1.07424242			
Total	118.43	35				

Nota. Fuente propia 2018

Tabla 5.14

Análisis de varianza de la Valoración promedio (del olor café) de 12 jueces durante el almacenamiento (de las tres concentraciones) de la esencia liquida de café.

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Tiempo	4.571296296	4	1.14282407	4.947	0.026	3.838
Concentración	1.286111111	2	0.64305556	2.784	0.121	4.459
Error	1.848148148	8	0.23101852			
Total	7.705555556	14				

Nota. Fuente propia 2018

ANEXO 5. Resultados detallados (del color taza) y análisis estadísticos de la evaluación sensorial del color de la esencia liquida de café.

Tabla 5.15

Valoración promedio (del color taza) de los 20 días de almacenamiento por cada Juez y concentración.

	Jueces											
Concentración	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
C1 (1:4)	6.8	8	8	5	5.6	6.8	7.2	4.4	4	8.8	8.2	7.4
C2 (1:6)	7.2	6.8	8.4	6.6	6.8	6	8.4	6	6.2	8.4	8	7.8
C3 (1:8)	6.8	6.6	7.4	4.6	4.4	4.2	9.2	6	3.6	7.4	6.6	6.8

Nota. Fuente propia 2018

Tabla 5.16

Análisis de Varianza.

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Concentraciones	7.04222222	2	3.521111111	5.492	0.012	3.443
Jueces	52.7155556	11	4.792323232	7.475	0.000	2.259
Error	14.1044444	22	0.641111111			
Total	73.8622222	35				

Nota. Fuente propia 2018

Tabla 5.17

Análisis de varianza de la Valoración promedio (del color taza) de 12 jueces durante el almacenamiento (de las tres concentraciones) de la esencia liquida de café.

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Tiempos	4.63240741	4	1.15810185	4.7287	0.0297	3.8379
Concentraciones	2.93425926	2	1.46712963	5.9905	0.0257	4.4590
Error	1.95925926	8	0.24490741			
Total	9.52592593	14				

Nota. Fuente propia 2018

ANEXO 6. Resultados detallados y análisis estadísticos de la evaluación sensorial del sabor café de la esencia liquida de café.

Tabla 5.18

Valoración promedio (del sabor café) de los 20 días de almacenamiento por cada Juez y concentración.

Concentración	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
C1 (1:4)	5.8	4.2	7.4	4.6	6.4	3.2	7	4.6	2.2	7.4	8.4	6.8
C2 (1:6)	7.4	7	7.6	6.4	6	4.8	8.6	6.2	6	8.2	7.2	6.8
C3 (1:8)	7	7.4	6.8	4.4	3.8	5.8	8.6	7	3.4	8	7.8	6.6

Nota. Fuente propia 2018

Tabla 5.19

Análisis de Varianza.

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Filas	8.52666667	2	4.263333333	4.186	0.029	3.443
Columnas	60.7866667	11	5.526060606	5.426	0.000	2.259
Error	22.4066667	22	1.018484848			
Total	91.72	35				

Nota. Fuente propia 2018

Tabla 5.20

Análisis de varianza de la Valoración promedio (del sabor café) de 12 jueces durante el almacenamiento (de las tres concentraciones) de la esencia liquida de café.

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Filas	8.21018519	4	2.0525463	9.034	0.005	3.838
Columnas	3.55277778	2	1.77638889	7.819	0.013	4.459
Error	1.81759259	8	0.22719907			
Total	13.5805556	14				

Nota. Fuente propia 2018

ANEXO 7. Resultados detallados y análisis estadísticos de la evaluación sensorial del cuerpo de la esencia liquida de café.

Tabla 5.21

Valoración promedio (del cuerpo) de los 20 días de almacenamiento por cada Juez y concentración.

	Jueces											
Concentración	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
C1 (1:4)	7.8	4.8	6.4	6.8	5.6	4.8	6.6	5.8	5	6.4	7.2	7.2
C2 (1:6)	8	7.8	8	6	8.2	6	8	7.4	5.8	8.4	7.8	7.6
C3 (1:8)	8.8	7.8	7.6	6.6	5.8	6	7.6	6.8	6	7.8	7.8	7.8

Nota. Fuente propia 2018

Tabla 5.22

Análisis de Varianza.

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Filas	10.1088889	2	5.054444444	12.678	0.000	3.443
Columnas	21.5055556	11	1.955050505	4.904	0.001	2.259
Error	8.77111111	22	0.398686869			
Total	40.3855556	35				

Nota. Fuente propia 2018

Tabla 5.23

Análisis de varianza de la Valoración promedio (del sabor café) de 12 jueces durante el almacenamiento (de las tres concentraciones) de la esencia liquida de café.

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Filas	5.61527778	4	1.40381944	12.917	0.015	6.388
Columnas	3.70069444	1	3.70069444	34.051	0.004	7.709
Error	0.43472222	4	0.10868056			
Total	9.75069444	9				
Total	13.5805556	14				

Nota. Fuente propia 2018

ANEXO 8. Resultados detallados y análisis estadísticos de la apreciación hedónica de la esencia liquida de café.

Tabla 5.24

Valoración promedio (de la apreciación hedónica) de los 20 días de almacenamiento por cada Juez y concentración.

	Jueces											
Concentración	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
C1 (1:4)	7.2	4.4	7.4	4.8	6	2.4	5.8	5	1.6	7.8	7.8	6.6
C2 (1:6)	7.8	7.4	7.4	7.6	6.8	7	8	7.2	8	7.8	7.2	7.8
C3 (1:8)	7.2	5.8	6.4	4.4	4.6	7	7	7	4.8	7	7.6	7.2

Nota. Fuente propia 2018

Tabla 5.25

Análisis de Varianza.

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Tiempos	22.7466667	2	11.37333333	7.691	0.003	3.443
Jueces	28.8	11	2.618181818	1.770	0.122	2.259
Error	32.5333333	22	1.478787879			
Total	84.08	35				

Nota. Fuente propia 2018

Tabla 5.26

Análisis de varianza de la Valoración promedio (de la apreciación hedónica) de 12 jueces durante el almacenamiento (de las tres concentraciones) de la esencia liquida de café.

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Filas	13.3194444	5	2.66388889	22.743	0.000	3.326
Columnas	9.59259259	2	4.7962963	40.949	0.000	4.103
Error	1.1712963	10	0.11712963			
Total	24.0833333	17				

Nota. Fuente propia 2018

ANEXO 9. Figuras.

Figura 1. "Estereilizando el agar saborau" Nota. Fuente propia 2018

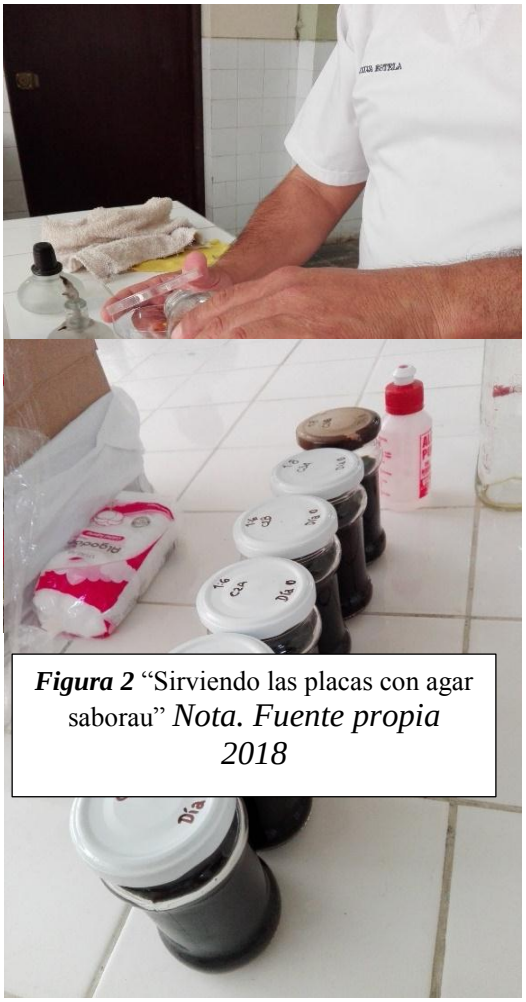


Figura 2 "Sirviendo las placas con agar saborau" *Nota. Fuente propia 2018*

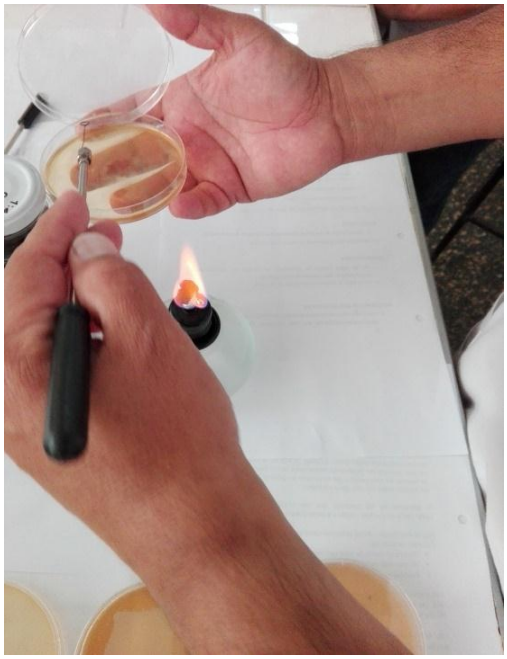


Figura 3. "sembrando en las placas las muestras de esencia líquida de café". *Nota. Fuente propia 2018.*

Figura 4. "Método de siembra por estría y agotamiento (se usó un asa de siembra esterilizado)" *Nota. Fuente propia 2018.*

Figura 5. "Rotulando las placas que fueron sembradas con la esencia líquida de café". *Nota. Fuente propia 2018.*

Figura 6. "Rotulando las placas servidas con la esencia líquida de café" *Nota. Fuente propia 2018*

Figura 7. "Placas servidas y rotuladas".
Nota. Fuente propia 2018

Figura 8. "Placas envueltas en papel bond" *Nota. Fuente propia 2018*

Figura 9 "Se llevaron todas las placas al horno". *Nota. Fuente propia 2018*

Figura 10 "Placas listas en el horno para incubar" *Nota. Fuente propia 2018*

Figura 11. "Estufa del área de microbiología - UNPRG". *Nota. Fuente propia 2018*

Figura 12. "Midiendo el ph de las muestras de esencia líquida de café". *Nota. Fuente propia 2018*

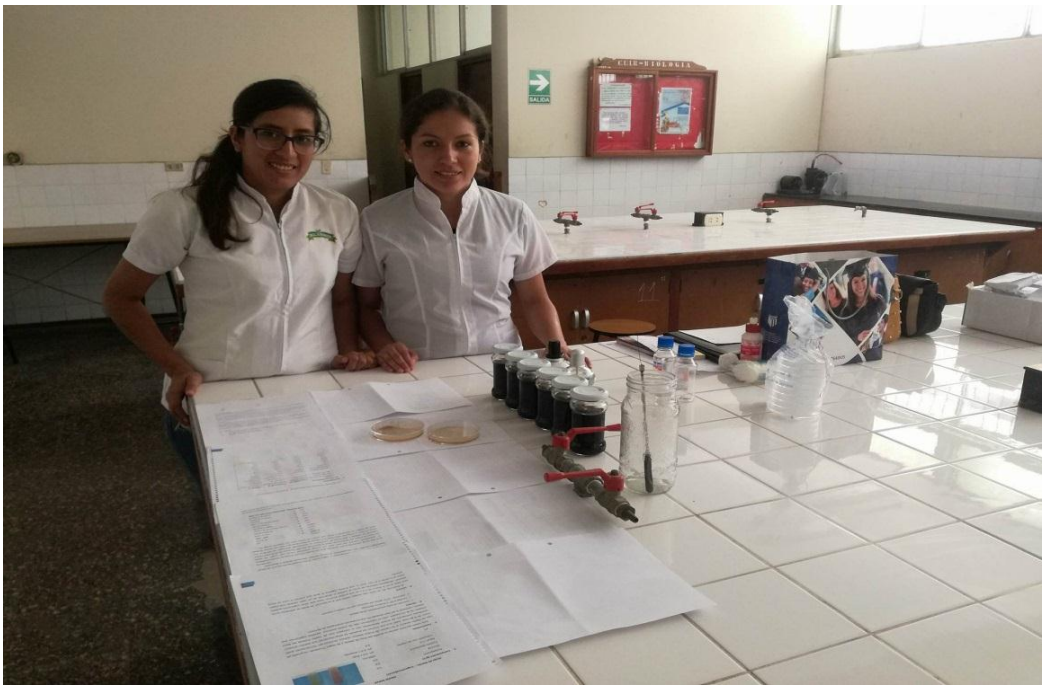


Figura 13. "Tesistas en el área de microbiología - unprg".

Nota. Fuente propia 2018

Figura14. "Primera lectura de placas después de 24 horas de incubación". *Nota. Fuente propia 2018*

Figura 15. "Segunda lectura de placas después de 48 horas de incubación"

Figura 16 "Tercera lectura de placas después de 72 horas de incubación". *Nota. Fuente propia 2018*

Figura 17. "Cuarta lectura de placas después de 96 horas de incubación". *Nota. Fuente propia 2018*

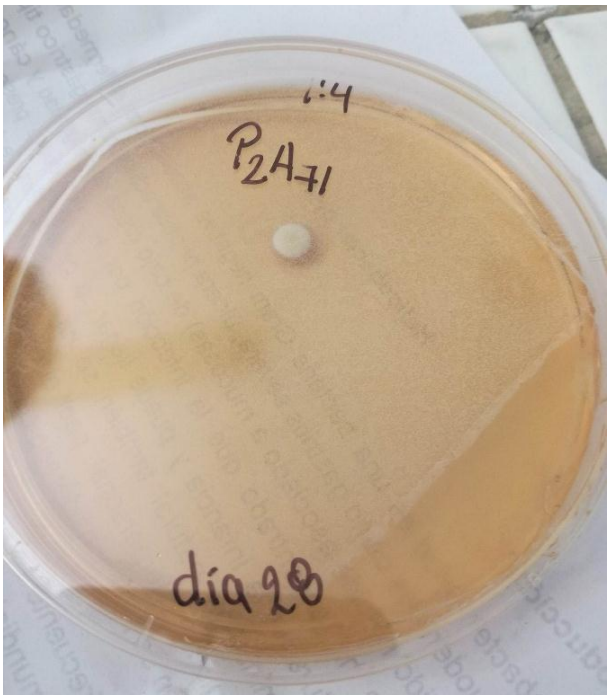


Figura 18. "Placa de la concentración 1:4 del día 28 con presencia de una colonia de levadura". *Nota. Fuente propia 2018*

Figura 19. "Placa de la concentración 1:4 del día 28 con presencia de mohos". *Nota. Fuente propia 2018*

Figura 20. "Muestras de esencia líquida de café de concentraciones 1:4; 1:6 y 1:8 desde el día 0 hasta el día 20". *Nota. Fuente propia 2018*

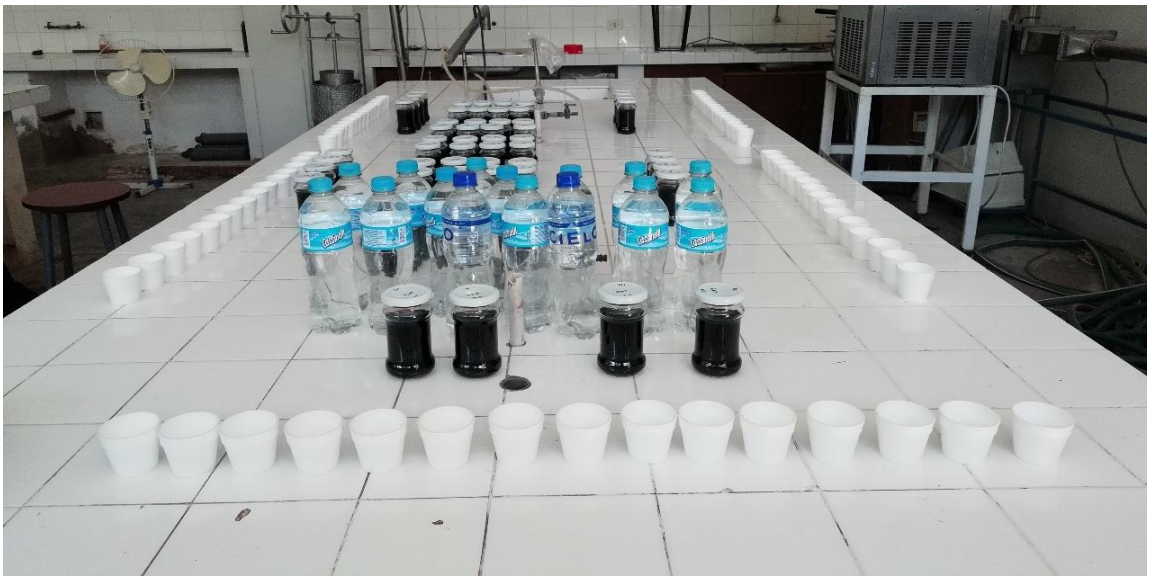


Figura 21. "Mesa lista para la catación de panelistas de la esencia líquida de café". *Nota. Fuente propia 2018*

Figura 22. "Tesista flor díaz explicando el procedimiento para catar las muestras de esencia líquida de café". *Nota. Fuente propia 2018*

Figura 23. "Panelistas empezando el procedimiento de cata de las muestras de esencia líquida de café". *Nota. Fuente propia 2018.*

Figura 24. "Panelistas llenando los formatos de catación de las muestras de esencia líquida de café". *Nota. Fuente propia 2018*

Figura 25. "Panelistas catando las muestras de café de esencia líquida de café". *Nota. Fuente propia 2018.*

Figura 26. "Panelistas catando las muestras de café de esencia líquida de café".

Nota. Fuente propia 2018.