

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA
DE ALIMENTOS



**“EFECTO DE LA ADICIÓN DE EXTRACTO DE TÉ VERDE
(*Camellia Sinenses*) SOBRE LA OXIDACIÓN LIPÍDICA DE
GALLETAS DE CREMA”**

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

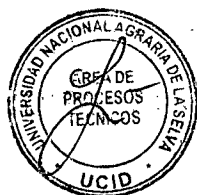
Presentado por:

CANAL SALAZAR ALCIRA MAGALY

PROMOCIÓN 2010 - I

Tingo María - Perú

- 2011 -



Q02

C23

Canal Salazar, Alcira M.

Efecto de la Adición de Extracto de Té Verde (*Camellia sinenses*) Sobre la Oxidación Lipídica de Galletas de Crema. Tingo María, 2011

90 h.; 9 cuadros; 13 fgrs.; 46 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Industrias Alimentarias) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo Tingo María (Perú). Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias.

**1. CAMELLIA SINENSES 2. GALLETA - CREMA 3. OXIDACION LIPIDICA
4. ADICION - TE VERDE 5. ALMACENAMIENTO 6. ELABORACION 7. PERU.**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
Av. Universitaria s/n. Teléfono (062) 561385 – Fax (062) 561156
Apart. Postal 156 Tingo María E.mail; fia@unas.edu.pe

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público el 10 de Noviembre de 2011, a horas 6:00 p.m. en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, para calificar la tesis presentado por la Bach. **CANAL SALAZAR, Alcira Magaly**, titulada:

**“EFECTO DE LA ADICIÓN DE EXTRACTO DE TÉ VERDE (*Camellia sinenses*)
SOBRE LA OXIDACIÓN LIPÍDICA DE GALLETAS DE CREMA”**

Después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran **APROBADO** con el calificativo de **MUY BUENO** en consecuencia la Bachiller, queda apta para recibir el título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias** del Consejo Universitario, de conformidad con el Art. 22° de la Ley Universitaria 23733; los artículos 51° y 52° del Estatuto Actualizado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 10 de Noviembre de 2011

Ing. Mg. Pedro A. Vejarano Jara
Presidente

Ing. Yolanda Ramírez Trujillo
Miembro

Ing. Jaime E. Basilio Atencio
Miembro

Dra. Elizabeth Ordoñez Gómez
Asesora

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso por concederme la vida, fortaleza y sabiduría, guiándome en cada instante, permitiéndome de esa manera llegar a este momento tan especial. Gracias padre santísimo por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarte cada día más.

A mis queridos padres: Armando Canal López y Margot Salazar de Canal, por sus invaluables consejos, comprensión, apoyo e inculcarme valores morales y espirituales que fueron los pilares para culminar mi carrera profesional, gracias mil a esa motivación constante permitiendo ser una persona de bien, pero más aun por su inmenso amor.

A mis hermanos Erwin y Frank por su cariño y su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a todas las personas que de una forma u otra han contribuido en la realización de la tesis. A la universidad Nacional Agraria de la Selva por acogerme en sus aulas y formarme profesionalmente.

A la Dra. Elizabeth S. Ordoñez Gómez, asesora del presente trabajo de investigación, por su amistad, motivación, paciencia al brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia que han sido fundamentales para la realización de la tesis.

Al Ing. Carmona por su apoyo durante mi carrera profesional.

A la Ing. Aurelia León por su amistad, apoyo y por permitirme un espacio en el laboratorio y facilitarme lo necesario para realizar el presente trabajo.

A todos mis profesores de la Facultad de Industrias Alimentarias, quienes contribuyeron en mi formación profesional.

A mis compañeros y amigos: por sus consejos, por su apoyo y motivación en los momentos difíciles.

A los jurados evaluadores del presente trabajo de investigación

A mis amigos que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos: Omar Camasca Piñan, Candy Ríos García, Susan Ucedo Alvarado y Shirley Mezarino Quiñones.

A todos los que creyeron en mí, me apoyaron, me ayudaron y aconsejaron.

¡Sinceramente mil gracias ¡

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Generalidades del té verde.....	3
2.1.1. Clasificación botánica.....	3
2.1.2. Composición química del té verde.....	4
2.1.3. Elaboración de té verde.....	6
2.1.4. Propiedades antioxidantes del té verde.....	8
2.2. Generalidades de los lípidos.....	9
2.2.1. Ácidos grasos saturados.....	11
2.2.2. Ácidos grasos insaturados.....	11
2.3. Oxidación de los lípidos.....	11
2.3.1 Mecanismos de oxidación.....	12
2.3.2 Factores que influyen en la oxidación.....	14
2.3.3 Autooxidación de los lípidos en los sistemas alimentarios	15
2.3.4 Determinación de la intensidad de oxidación.....	16
2.4 Los antioxidantes.....	18
2.4.1. Tipos de antioxidantes.....	19
2.4.2. Mecanismo de los antioxidantes.....	22
2.5. Generalidades de las galletas.....	23
2.5.1. Definición.....	23
2.5.2. Clasificación.....	24
2.5.3. Proceso de galletería.....	25
2.5.4. Oxidación de las galletas.....	26

III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
3.1. Lugar de ejecución.....	28
3.2. Materia prima e insumos.....	28
3.3. Materiales y equipos de laboratorio y/o proceso.....	29
3.3.1. Materiales de vidrio.....	29
3.3.2. Materiales de metal.....	29
3.3.3. Equipos de laboratorio.....	29
3.3.4. Reactivos y soluciones.....	29
3.4. Métodos de análisis.....	30
3.5. Metodología experimental.....	31
3.5.1. Preparación del té verde.....	31
3.5.2. Proceso de elaboración de las galletas de crema.....	33
3.5.3. Evaluación fisicoquímica de la estabilidad oxidativa de las Galletas de crema.....	35
3.5.4. Evaluación sensorial.....	40
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
4.1. De la evaluación fisicoquímica de la estabilidad oxidativa de las Galletas.....	42
4.3.1. Valor de peróxido.....	42
4.3.2. Valor de <i>p</i>-anisidina.....	46
4.3.3. Valor de Totox.....	50
4.3.4. Valor de TBA.....	54
4.2.5. Color.....	58
4.2. De la evaluación sensorial.....	61

4. CONCLUSIONES.....	66
5. RECOMENDACIONES.....	67
6. BIBLIOGRAFIA.....	68
ANEXO.....	74

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
1. Componentes químicos de la hoja de té verde.....	5
2. Contenido de flavanoles en té verde y té negro.....	6
3. Diversos factores que influyen en la oxidación de los lípidos.....	13
4. Resultados de la evaluación del índice de peróxido en galletas tratadas con té verde y BHT durante 20 días a 60 °C.....	43
5. Resultados de la evaluación de <i>p</i> -anisidina en galletas tratadas con té verde y BHT almacenados a 60°C por 20 días.....	48
6. Resultado de la evaluación de Totox en galletas tratadas con té verde y BHT almacenados a 60°C por 20 días.....	53
7. Resultado de la evaluación de TBA en galletas tratadas con té verde y BHT almacenados a 60°C por 20 días.....	55
8. Resultados de la evaluación del color en galletas tratadas con té verde y BHT almacenados a 60°C por 20 días.....	61
9. Resultado de la evaluación del atributo aroma durante el almacenamiento de galletas tratadas con té verde, BHT y control.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1. Hojas de té.....	4
2. Estructura química de los lípidos.....	10
3. Estructura química de <i>p</i> -anisidina.....	17
4. Butilhidroxitolueno y butilhidroxianisol.....	20
5. Flujograma para la elaboración del té verde.....	32
6. Flujograma para la elaboración de galletas con Té verde y BHT.....	34
7. Diseño experimental para la evaluación fisicoquímica de las galletas.....	39
8. Diseño experimental para la evaluación sensorial de las galletas de crema...	41
9. Variación del índice de peróxido en galletas de crema tratadas con té verde y BHT almacenados a 60°C por 20 días.....	44
10. Variación del valor de anisidina en galletas de crema tratadas con té verde y BHT almacenados a 60°C por 20 días.....	48
11. Evaluación de Totox en galletas tratadas con té verde y BHT almacenados a 60°C por 20 días.....	54
12. Variación de TBA en galletas tratadas con té verde y BHT almacenados a 60°C por 20 días.....	56
13. Representaciones del análisis de autovectores del análisis sensorial en galletas de crema.....	64

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Centro de investigación para el desarrollo biotecnológico de la Amazonia (CIDBAM – UNAS). Los objetivos fueron evaluar el efecto de la adición de té verde y BHT sobre la estabilidad oxidativa de lípidos, en galletas de crema, mediante análisis de índice de peróxido, *p*-anisidina, valor Totox, TBA, color y aroma. Las galletas fueron elaboradas con té verde (TV 0,01%; TV 0,5%; TV 1%) y BHT (0,02%), luego fueron almacenadas a 60°C/20 días. Los resultados se analizaron con el modelo estadístico diseño completo al azar (DCA) y se utilizó la prueba de Tukey ($p < 0,05$) para definir el ordenamiento entre tratamientos. Al término del almacenamiento se determinó que la galleta elaborada con TV 1%, presentó mejores resultados de índice de peróxido $4,31 \pm 0,04$ Meq O_2/Kg , *p*-anisidina $1,96 \pm 0,04$, valor Totox $6,39 \pm 0,15$, TBA $3,83 \pm 0,033$ mg aldehído malónico/kg muestra; también se comprobó que todas las galletas perdieron luminosidad. El atributo aroma se evaluó mediante el diseño de bloque incompleto balanceado, utilizando el análisis multivariado con componentes, el cual dio como resultados a los 0 días, 10 días, 15 días y a los 20 días, “olor a galletas recién salida del horno”, “olor dulce asociado con azúcar”, “olor a leche guardada” y “olor a grasa rancia”, respectivamente.

I. INTRODUCCIÓN

La galleta es actualmente un producto de gran demanda y bajo costo de producción y por ser un alimento que permite saciar el hambre, se considera un buen vehículo para hacer llegar a la población una propuesta alimenticia de alto valor nutritivo (CORI y PACHECO, 2004).

Las tendencias mundiales de la alimentación en los últimos años indican un interés acentuado de los consumidores hacia ciertos alimentos, que además del valor nutritivo aporten beneficios a las funciones fisiológicas del organismo humano. Estas variaciones en los patrones de alimentación generaron una nueva área de desarrollo en las ciencias de los alimentos y de la nutrición que corresponde a la de los alimentos funcionales. Es así que en la actualidad, la elección de los alimentos se hace en función de su calidad o "grado de excelencia", que comprende conceptos como valor nutritivo, aspecto, textura, aroma y sabor, siendo relevantes también su naturaleza, origen, sistemas y procesos de producción, carácter artesanal, método de preservación y aseguramiento de sus características específicas (MORALES *et al.*, 2002).

El té verde contiene compuestos antioxidantes, los cuales ayudan a neutralizar los radicales libres. Los radicales libres a veces ejercen efectos nocivos sobre las células y se han relacionado con la iniciación de ciertos tipos

de cáncer, los polifenoles pertenecen a este tipo de antioxidantes de origen vegetal y se ha demostrado que pueden inhibir a diversos compuestos cancerígenos para humanos. Se considera que el efecto antioxidante de esta planta puede ser útil como preventivo de algunos tipos de cáncer, incluyendo el de próstata, ovario, pecho y colon, aunque la manera exacta de actuación de estos compuestos no se conoce del todo en este momento.

Por lo expuesto, en esta investigación se adiciona diferentes concentraciones de té verde y un antioxidante sintético en la elaboración de galletas de crema y almacenarlas a 60 °C para evaluar el efecto en la oxidación lipídica, planteándose los siguientes objetivos:

- Evaluar el efecto de la adición de té verde y BHT sobre la estabilidad oxidativa de lípidos en galletas de crema mediante pruebas fisicoquímicas (índice de peróxido, valor de anisidina, valor de Totox, valor de TBA y color).
- Evaluar el atributo olor en galletas de crema tratadas con té verde y BHT.

II. REVISION BIBLIOGRÁFICA

2.1. Generalidades del té verde

2.1.1. Clasificación botánica

El té verde es un producto de grandes plantaciones, aunque su tamaño puede variar, su clasificación botánica es la siguiente:

Familia :Teáceas.

Nombre científico :*Camellia sinensis* (L) *kuntze, theasinensis*.

Nombre vulgar : té

Hábitat: Originaria del sur de china, aparece cultivada en forma de arbustos de hasta unos 2,5 m en las zonas altas de Asia y China con un clima cálido y húmedo, siendo muy cultivado actualmente en otros países.

Características: Se trata de un arbusto o árbol pequeño muy ramificado, mide 1 a 2 m de altura (en las plantaciones); de hojas alternas, persistentes, cortamente pecioladas y con bordes dentados en los 2/3 basales; flores axilares blanquecinas, de hasta 3 cm, provistas de 5 pétalos blancos con numerosos estambres amarillos, agrupados de a 2 – 3 unidades. Fruto capsular con 2 a 3 semillas. Se conocen dos tipos principalmente de té: el té negro y el té verde, conviene aclarar que no se trata de dos especies distintas, sino de diferentes procesos de elaboración del producto final, realizados en la misma especie (*Camellia sinensis*). Del té negro se recogen las hojas tiernas,

las yemas y la porción terminal del tallo que las sostiene. Luego de un proceso de molienda parcial, fermentación y secado se obtiene un producto final de color castaño oscuro que se conoce como té rojo. En cambio, en el té verde son las hojas no fermentadas, las que se someten a un calentamiento apropiado para destruir las enzimas que provocan la fermentación para finalmente someterse a un rápido secado, resultando en un producto terminado de color verde, con un sabor diferente al que normalmente conocemos del té negro, el cual contiene sustancias aromáticas que le dan su apreciado sabor y aroma (SINGH *et al.*, 1999).



Figura 1. Hojas del té.

2.1.2. Composición química del té verde

Los principales flavonoles (catequinas) presentes en el té verde constituyen una mezcla de isómeros de epicatequinas entre ellas: (-)-epigalocatequina 3-galate (EGCG), (-)-epigalocatequina (EGC), (-)-epicatequina - 3 - galate (ECG) y (-)-epicatequina (EC) (AHMAD *et al.*, 1997).

La composición de polifenoles en las hojas de té verde varía con el clima, estación, prácticas hortícolas, variedad de la planta, edad de la hoja y tipo de procesamiento. A su vez contiene alcaloides como son: cafeína y en pequeñas proporciones teobromina y teofilina.

Cuadro1. Componentes químicos de la hoja de té.

Componente químico	%
Azúcares	30
Almidón	4
Pectinas	2
Pentosanas	11
Fibra cruda	13
Proteínas (4% aminoácidos libres)	20
Lípidos	2
Polifenoles	3
Cafeína	5
Enzimas, aromas volátiles, vitaminas clorofilas y otros pigmentos	7

Fuente: (KURODA y HARA, 1999).

Después de una infusión de 3 – 5 min, el extracto contiene alrededor de 50 – 75 % de actividad antioxidante en equilibrio (SING *et al.*, 1999). En el Cuadro 1 se presenta el contenido de catequinas en té verde y negro.

Cuadro2. Contenido de flavanoles en té verde y té negro.

FLAVONÓLES	Te verde (µg/ml)	Te negro (µg/ml)
Catequinas:		
(+) Catequina (CAT)	1064	300
(+) Gallocatequina	21	20
Epicatequinas:		
(-) - Epicatequina (EC)	98	37
(-) - Epicatequina - 3 - galate (ECG)	90	73
(-) - Epigallocatequina (EGC)	411	42
(-) - Epigallocatequina 3-galate (EGCG)	444	128
Teaflavinas:		
Teaflavin (TF)	-	64
Teaflavingalate A (TFA)	-	22
Teaflavingalate B (TFB)	-	20
Teaflavindigalate A (TFDG)	-	13
Tearubiginas	3	9

Fuente: (KURODA y HARA, 1999).

2.1.3. Elaboración del té verde

La elaboración del té verde sigue un proceso diferente a la elaboración del té negro. Las hojas frescas recién cosechadas son sometidas a un cocido de vapor o blanqueado para evitar la oxidación de las catequinas catalizadas por la polifenol oxidasa. Al efectuarse este proceso térmico se conserva la mayor cantidad de catequinas en sus estructuras químicas originales. Después del blanqueado, ingresan a una etapa de enrollado, son

secados sobre bandejas calientes para reducir el contenido de humedad y finalmente ser envasadas.

La elaboración de té verde (*Camellia sinensis*) difiere en algunos países, por ejemplo en el sistema japonés se utiliza vapor para secar las hojas y en el sistema chino es por calentamiento. Un aspecto crucial en la manufactura de té verde es evitar que las hojas se fermenten antes de iniciar el proceso; es decir después de cosechado, las hojas no se deben de dejar expuestas al medio ambiente. Los factores que afectan la composición de polifenoles en la infusión de té verde son: variedad, condiciones de crecimiento de la planta, condiciones de procesamiento y tamaño de partícula de las hojas de té. A diferencia del té negro, el método de elaboración del té verde permite conservar una mayor concentración de polifenoles en el producto final (AHMAD *et al.*, 1997).

La importancia que se le atribuye al té verde, en cuanto a sus propiedades curativas, frente a los otros tipos de té radica en su proceso de fabricación (WANG *et al.*, 2000). A continuación se describe brevemente los tipos de té verde que se producen en el mundo:

- **Sencha:** este tipo de té es inmensamente popular en Japón, tiene color amarillo y sabe a verduras.
- **Matcha:** Su poder refrescante es muy apreciado por los japoneses, que lo sirven espumoso en la ceremonia del té.
- **Gyokuro:** Este té es cultivado en la sombra por dos semanas (100% oscuridad). Su sabor a hierba cortada lo ha hecho muy popular en Japón.

- Tencha: después de cultivado en la sombra el té es cocido a vapor, enrollado, secado y finalmente pulverizado (50um) en un molino de piedra. Es usado para la ceremonia del té (KATIYAR y MUKHTAR, 1997).

2.1.4. Propiedades antioxidantes del té verde

Los principales antioxidantes presentes en la alimentación son ciertas vitaminas (A, C, E y carotenos), oligoelementos (selenio, magnesio, zinc, manganeso) y otros fitoquímicos, como los flavonoides (catequinas). Gran parte del poder antioxidante del té verde se debe a sus catequinas, de las cuales la *epigallocatequina galata* (EGCG) representa por sí sola, el 32% del potencial antioxidante del té verde.

En su reunión anual, la *American Chemical Society* de la Universidad de Kansas, presentó nuevas evidencias de que al menos tres de las catequinas presentes en el té verde son mucho más efectivas que otros antioxidantes más conocidos. En uno de sus experimentos, las catequinas del té verde demostraron ser 100 veces más efectivas que la vitamina C en la prevención del daño oxidativo causado al ADN por los radicales libres y 25 veces más potentes que la vitamina E (MITSCHER, 1997).

Parte de la eficacia de las catequinas del té verde se debe a que protege a la vitamina E, impidiendo su oxidación y permitiéndole realizar más eficazmente su función antioxidativa. Las catequinas no sólo tienen una acción antioxidante directa, sino que también actúan aumentando la producción y actividad de las enzimas antioxidantes intrínsecas (de producción propia). En

un estudio realizado con ratones, a los que se administró polifenoles del té verde en el agua de bebida durante 30 días, los investigadores observaron un aumento significativo en la actividad de las enzimas antioxidantes y detoxificantes (glutación-peroxidasa, glutación-reductasa, glutación S-transferasa, catalasa y quinonareductasa), en el intestino delgado, hígado y pulmones (MURRAY, 1995).

Como se sabe, la acción de los radicales libres es uno de los causantes del deterioro y envejecimiento de los tejidos y el efecto antioxidante del té verde constituye la base sobre la que se asientan sus benéficos efectos. El alto consumo de té verde entre los japoneses parece ser uno de los factores que contribuyen a que sea uno de los pueblos más longevos del mundo (MITSCHER, 1997).

Las catequinas son un grupo de flavonoides específicos del té verde, existen varios tipos de catequinas, siendo la Epigalocatequina galato (EGCG) la más potente de ellas (AZTI, 2007).

2.2 Generalidades de los lípidos

Son un grupo de compuestos de estructura heterogénea muy abundantes en la naturaleza del que las grasas y los aceites son los representantes más importantes. Están formados por carbono, oxígeno e hidrógeno en ciertos casos también pueden contener fósforo y nitrógeno. Dentro de los compuestos clasificados como lípidos existe una gran variedad de sustancias que presentan poca similitud en su estructura química, pero todas tienen la particularidad de que son solubles en disolventes orgánicos e

insolubles en agua, de hecho esa es la definición de los lípidos: compuestos solubles en éter, cloroformo y otros disolventes no polares, pero insolubles en agua.

La distinción genérica que existe entre un aceite y una grasa es que los aceites son líquidos a temperatura ambiente, mientras que las grasas son sólidas. Normalmente los aceites son de origen vegetal, mientras que las grasas son de origen animal.

Las grasas y los aceites son fundamentales en el ser humano y en los animales, ya que representan la forma más concentrada de calorías en alimentos. Además de su valor nutritivo, los lípidos contribuyen en muchos aspectos a la textura de los alimentos, sirven como vehículo de las vitaminas liposolubles e influyen en el sabor de varios productos alimenticios (BADUI, 1990).

Los componentes esenciales de los lípidos son ácidos carboxílicos alifáticos, conocidos como ácidos grasos, los cuales se dividen en dos grupos principales: los saturados y los no saturados.

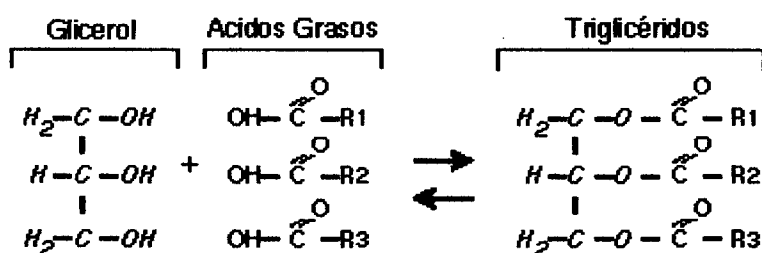


Figura 2. Estructura química de los lípidos.

2.2.1 Ácidos grasos saturados

Los nombres comunes de estos ácidos indican la fuente específica en la que son particularmente abundantes o a partir de la cual han sido aislados. Los ácidos grasos saturados varían de C_4 a C_{20} , siendo los más comunes el ácido palmítico (C_{16}) y el ácido esteárico (C_{18}), el punto de fusión del ácido graso saturado es directamente proporcional al tamaño de su cadena de átomos de carbono y la solubilidad de los ácidos grasos disminuye a medida que aumenta la longitud de su cadena y el peso molecular de la molécula (BRAVERMAN, 1967).

2.2.2 Ácido grasos insaturados

Los ácidos grasos insaturados tienen mayor reactividad química que los saturados debido a la presencia de dobles ligaduras. Estos predominan sobre los saturados, especialmente en los aceites vegetales y en la grasas de los animales marinos que viven a baja temperatura. Su punto de fusión disminuye a medida que aumenta el grado de insaturación y su sensibilidad a las reacciones de oxidación es mayor cuanto más insaturado sea el ácido (DOMINIC y WONG 1995).

2.3 Oxidación de los lípidos

La producción de sabores, generalmente descritos como "rancidez" en los alimentos que contienen grasas, es un hecho de observación corriente, la principal fuente de rancidez en los alimentos se origina en la autooxidación

de los componentes lipídicos y se define a la autooxidación como la oxidación espontánea de una sustancia en contacto con el oxígeno molecular.

Aunque la aparición de "rancidez" es la consecuencia más significativa de la autooxidación de los lípidos, el deterioro en sabor no es el único daño sufrido por los alimentos en este proceso. También se ve afectado el color, a través de aceleradas reacciones de pardeamiento, disminuye el valor nutricional e incluso pueden inducirse efectos tóxicos, también puede modificarse la textura, como resultado de reacciones laterales entre las proteínas y los productos de oxidación de las grasas. En pocas palabras, el deterioro oxidativo de los lípidos puede considerarse como un factor de menoscabo que afecta todos los aspectos de la aceptabilidad de los alimentos.

Los compuestos más susceptibles a la autooxidación son los ácidos grasos insaturados, especialmente aquellos que tienen más de una doble ligadura, aunque formalmente el proceso consiste en una reacción entre dos especies moleculares (lípidos y oxígeno), la cantidad de caminos posibles aumenta enormemente durante el transcurso de la reacción (BALTES, 2007).

2.3.1 Mecanismo de oxidación

La oxidación de los lípidos en los alimentos se debe a la reacción del oxígeno con los lípidos insaturados. La autooxidación es una reacción en cadena de radicales libres que incluye las siguientes etapas:

Etapa 1: Iniciación



Etapa 2: Propagación**Etapa 3: Descomposición****Etapa 4: Terminación**

Durante la primera etapa, unas pocas moléculas del lípido RH resultan suficientemente activadas por el calor, la luz, o un catalizador metálico, etc., como para descomponerse en los radicales libres inestables R^\bullet y H^\bullet . Esta generación de radicales libres no se limita a los lípidos, sino que puede ocurrir con cualquier sustancia orgánica. Normalmente, los radicales libres desaparecen rápidamente al combinarse, para dar RH, RR, H_2 , H_2O , etc., pero en presencia de oxígeno molecular las posibilidades incluyen un choque entre el radical libre R^\bullet y el O_2 , resultan el radical peróxido ROO^\bullet . Este radical reacciona entonces con una molécula de lípidos sin activar, RH, generándose el hidroperóxido ROOH y el radical libre R^\bullet , a través del cual se propaga la reacción en cadena. A esta altura se siguen formando los radicales libres sin la ayuda del activador inicial, las reacciones continúan y se generan más hidroperóxidos a partir de moléculas de lípidos. La reacción termina cuando los radicales libres se combinan entre sí, o con inactivadores de radicales libres (representados por X), para dar compuestos estables que se acumulan en el sistema, los hidroperóxidos entran en una serie de reacciones que conducen a

más radicales libres y productos finales estables. Estos productos finales incluyen compuestos carbonílicos de cadena corta, responsables del sabor rancio y de reacciones laterales que conducen a un deterioro generalizado (BERKZ, 1990).

2.3.2 Factores que influyen en la oxidación

Pese a que las grasas pueden ser muy diferentes desde el punto de vista químico, en algunas circunstancias correspondientes, su uso habitual puede sufrir procesos de degradación. En esos casos a menudo se forman productos que, a raíz de sus características de olor y sabor, aun en cantidades extremadamente pequeñas pueden conllevar pérdidas de calidad importantes que obligan a quitar de la circulación lotes enteros de productos rancios. En el Cuadro 2 se precisan diversos factores que influyen en la oxidación de los lípidos.

Cuadro 3. Diversos factores que influyen en la oxidación de los lípidos.

Acelerada por	Inhibido por
Peróxidos de otras grasas rancias	Escaldado
Enzima lipoxidasa	Antioxidantes
Luz UV y azul	Envases opacos
Alta temperatura	Refrigeración
Metales (cobre, hierro, etc.)	Secuestrante de iones metálicos
Radiaciones ionizantes α, β, γ	Exclusión de oxígeno

Fuente: (BADUI, 1990).

2.3.3 Autooxidación de lípidos en los sistemas alimentarios

- **Sabores oxidados.** El efecto inmediatamente reconocible de la oxidación de los lípidos en los alimentos es el desarrollo de olores y sabores indeseables. Se ha determinado la identidad química de una gran proporción de productos rancios de la oxidación de lípidos. Estos son en su mayor parte compuestos carbonílicos de cadena corta, formados como resultado de la descomposición de los peróxidos (BADUI, 1990).

- **Efecto sobre el color.** Las oxidaciones de los lípidos pueden afectar indirectamente al color de los alimentos. En sistemas que contienen carotenoides, la propagación de la cadena de oxidación de lípidos a través de radical libres puede provocar la destrucción oxidativa de los pigmentos carotenoides, también pueden ocurrir reacciones de pardeamiento de tipo Maillard entre las proteínas y los productos carbonílicos de degradación provenientes de la oxidación de los lípidos (BERKZ, 1990).

- **Efecto sobre la textura.** La interacción entre las proteínas y los productos de la oxidación de los lípidos pueden determinar cambios en la textura. El mecanismo de interacción implica la propagación de la cadena de radicales libres al sistema proteico. Existen varios grupos en la molécula de proteína capaces de convertirse en radicales libres mediante la pérdida de un átomo de hidrogeno ante un radical libre de origen lipídico (BERKZ, 1990).

2.3.4 Determinación de la intensidad de oxidación

La industria alimentaria requiere de métodos sistemáticos para la determinación de la oxidación de los lípidos, como conducción imprescindible para su control de calidad. Actualmente estos métodos varían desde evaluaciones organolépticas sencillas, hasta algunos químicos o físicos que requieren de instrumentos más complejos.

- **Evaluación organoléptica.** El consumidor hace una evaluación organoléptica para juzgar la calidad de las grasas y los aceites que consume. La acumulación de sustancias de descomposición de las reacciones de oxidación, produce olores y sabores característicos de la rancidez, que suelen ser desagradables. Al oler el aceite o grasa, el consumidor hace este análisis en forma directa, mientras que en la industria o laboratorio se requiere de ciertas condiciones físicas especiales, al igual que de un grupo de catadores adiestrado en este aspecto. En general, las evaluaciones organolépticas son poco precisas, y por eso se han desarrollado métodos químicos más reproducibles, más sencillos y que cuantifican objetivamente la intensidad de la oxidación (DOMINIC y WONG, 1995).

- **Índice de peróxido.** Los productos primarios de la oxidación de los lípidos son los hidroperóxidos que normalmente reciben el nombre genérico de peróxidos. El ejemplo de la concentración de peróxidos como índice de oxidación es muy relativo, estos son productos intermediarios de una secuencia de reacciones conducentes a la formación de compuestos con carbonilos e hidroxilos. Debido a que los peróxidos están sujetos a reacciones secundarias de degradación, el método del índice de peróxido está limitado sólo a las

primeras etapas de la oxidación de las grasas, el índice de peróxido se basa en un análisis yodométrico y está sujeto a muchas variaciones (BRAVERMAN, 1967).

- **Acido Tiobarbitúrico.** El método del ácido Tiobarbitúrico (TBA) es uno de los métodos más usados para la determinación del grado de oxidación de los lípidos; su principio está basado en la reacción de condensación entre dos moléculas de TBA y una de malonaldehído, que forma un compuesto cromógeno de color rojo cuya concentración se puede determinar espectroscópicamente a 532 nm. El método de TBA se puede aplicar a los alimentos en forma directa después de eliminar todos los pigmentos, o bien en la fracción del alimento que se obtiene por una destilación con vapor (BADUI, 1990).

- **Valor de anisidina.** Los productos de oxidación secundarios son un grupo complejo de compuestos como los aldehídos y las cetonas. Para analizar la cantidad de productos de oxidación secundarios se mide el valor de anisidina, el número de anisidina es la intensidad de un color que se desarrolla durante la reacción entre la anisidina química y los aldehídos de la grasa, el valor encontrado no tienen unidad (BERKZ, 1990).

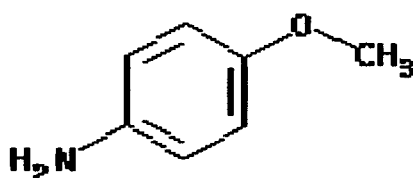


Figura 3. Estructura química de *p*-anisidina.

- **Otros métodos.** Existen otros métodos químicos que se emplean para la medición del grado de oxidación de las grasas, como es la determinación de carbonilos totales. Dentro de los métodos físicos, los más importantes son los de fluorescencia, espectroscopia infrarroja, refractometría y cromatografía de gases. Muchos de estos análisis son muy elaborados y lentos, por lo que se usan poco en la industria alimentaria para el control de calidad de las grasas (BADUI, 1990).

2.4. Los antioxidantes

Los antioxidantes cumplen un papel importante dentro de la industria alimentaria ya que protegen a los alimentos de la autooxidación de las grasas, fenómeno que origina productos potencialmente tóxicos (peróxidos, radicales libres). Los antioxidantes se unen a los radicales libres que puedan formarse, convirtiéndolos en inactivos.

Reciben este nombre aquellos aditivos que, bien por separado o mezclados entre sí, prolongan la vida útil de los alimentos ya que previenen la degradación oxidativa de las grasas, fenómeno químico complejo que conduce al "enranciamiento" y que afecta la calidad del producto desde varios puntos de vista:

- **Organoléptico:** Cambios de color así como olores y sabores desagradables.
- **Nutricional:** Pérdida de ciertas vitaminas y de ácidos grasos esenciales.
- **Sanitario:** Formación de sustancias tóxicas debido a la oxidación.

Las causas de la autooxidación son complejas; parece ser que por alguna causa (calor, luz, metales, radiación, etc.) la molécula de grasa se

activa iniciando los procesos que conducen a la oxidación. La prevención de la oxidación se basa en suprimir en lo posible los factores que la favorecen: hidrogenación de grasas, almacenamiento a oscuras, a baja temperatura, a vacío o en atmósfera inerte, uso de envases no metálicos, etc. (MITSCHER, 1997).

La adición de los antioxidantes retarda la formación de radicales libres inhibiendo la reacción de oxidación, entre los antioxidantes destacan los compuestos de estructura fenólica, que funcionan como aceptores de radicales libres, dando lugar a compuestos estables y bloqueando así la oxidación en la fase de iniciación. Durante el proceso, hay una transformación de la molécula por formación de combinaciones estables; por tanto, la acción del antioxidante está limitada en el tiempo pero se puede prolongar su acción utilizando sustancias "sinérgicas" (BRAVERMAN, 1967).

Para que su acción sea más efectiva deben añadirse antes de que se produzca el deterioro del material graso, ya que los antioxidantes no son capaces de eliminar la ranciedad una vez que ésta se produce. Se dosifican en pequeñas cantidades (0,01- 0,1%) y se pueden producir pérdidas durante los tratamientos térmicos por lo que es preferible añadirlos al final del proceso (AZTI, 2007).

2.4.1 Tipos de antioxidantes

- Antioxidantes fenólicos sintéticos

Todos ellos derivan de una estructura fenólica, ya que su acción se funda en captar radicales libres a los que inactivan. Interrumpen las

reacciones en cadena de la oxidación que darían lugar a compuestos nocivos. Dentro de este grupo se encuentran productos de amplio uso en el sector alimentario como BHA (Butilhidroxianisol), BHT (Butilhidroxitolueno) y los ésteres derivados del ácido gálico (Galatos). Estas sustancias son en general liposolubles, salvo el galato de propilo que es hidrosoluble, son en conjunto, efectivo a concentraciones muy bajas (ppm.) y se suelen emplear de modo combinado ya que actúan de modo sinérgico. Principales aplicaciones: aceites y grasas para freír, productos de aperitivo, cereales precocinados, sopas y caldos deshidratados, salsas, grasas, panadería, etc. (MURRAY, 1995).

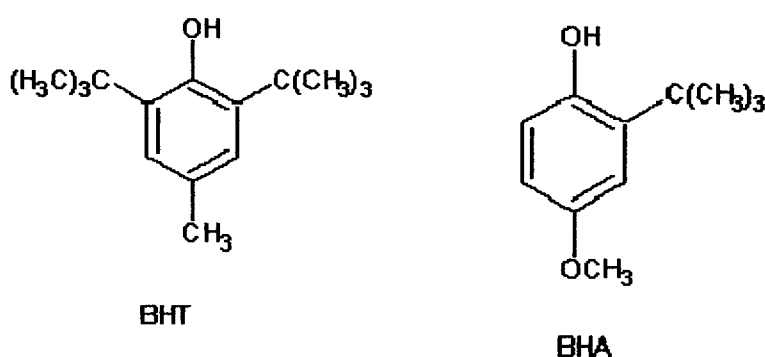


Figura 4. Butilhidroxitolueno y butilhidroxianisol

Antioxidantes naturales

De los antioxidantes descritos, los sintéticos son los más populares y los que más se han empleado debido a sus características de efectividad, bajo costo y alta estabilidad. Sin embargo, existe preocupación respecto a la seguridad de estos para la salud humana. Esta situación ha estimulado la reducción del empleo de los antioxidantes sintéticos y la investigación sobre

sustancias antioxidantes de origen natural. En la naturaleza se han identificado muchos antioxidantes que son los que protegen las grasas de los animales o plantas mientras están vivos, aunque pocas han probado ser tan efectivas como las sintéticas.

Entre los antioxidantes naturales con aplicaciones prácticas que se están implantando en la industria alimentaria tenemos los tocoferoles, el extracto de romero y el palmitato de ascorbilo. Otros antioxidantes de la salvia, clavo de olor, están siendo estudiados con gran interés aunque, por el momento son muy caros y arrastran consigo el sabor de la planta o especia que los contiene (AZTI, 2007).

- Especies y Flavonoides

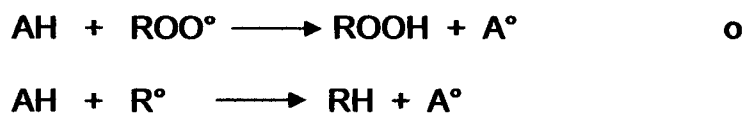
Algunos componentes aislados de las especias y hierbas aromáticas (romero, salvia, clavo, orégano, pimienta, nuez moscada) tipo terpeno-fenoles poseen gran capacidad antioxidante con un amplio campo de aplicación en el sector alimentario. Dentro de este grupo el romero, la salvia, el clavo y el orégano son los más usados como fuente de antioxidantes naturales. Alguno de los principios activos son: Carnosol, ácido rosmarínico, rosmaridifenol en el romero, eugenol en el Clavo, vainillina en las vainas de vainilla y ácido felúrico de pimienta negra.

De estos compuestos, quizás el máximo interés se dirige hacia el ácido rosmarínico, componente natural del romero y de efectos antioxidantes comparables con los controvertidos BHA y BHT a los que se atribuyen efectos nocivos. El extracto de romero se emplea a nivel industrial (snacks, aceites

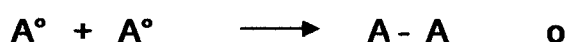
cítricos, productos cármicos y pesqueros, etc.) aunque a concentraciones mayores que otros antioxidantes. Por otro lado los flavonoides, compuestos fenólicos presentes en frutas, hojas, semillas y otras partes de las plantas en forma de glicósidos y agliconas poseen actividad antioxidante o actúan como sinérgicos de antioxidantes (MITSCHER, 1997).

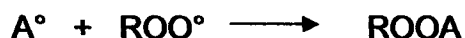
2.4.2 Mecanismo de los antioxidantes

Son sustancias que retardan la autooxidación, en teoría, una sustancia puede actuar como antioxidante en una variedad de formas, por ejemplo, por unión competitiva con el oxígeno, por retardo de la etapa de iniciación, por bloqueo de la propagación, destruyendo o uniendo radicales libres, por inhibición de los catalizadores, por estabilización de los hidroxiperoxidos, etc. Todos estos mecanismos, al igual que otros, pueden hallarse en los alimentos, aunque el más importante de ellos parecería ser el de bloqueo de la propagación. En este proceso, el antioxidante AH actúa como dador de hidrogeno a un radical libre como el ROO° o R°:

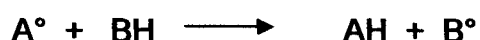


El radical libre antioxidante A° es inactivo, es decir, no inicia un proceso de propagación en cadena, sino que entra en reacciones de terminación tales como:





El antioxidante también puede regenerarse si se halla presente un dador de hidrogeno secundario, BH y si el potencial de oxidación-reducción de la siguiente reacción resulta favorable:



La acción del antioxidante aumenta la longitud del periodo de inducción, el aumento en el período de inducción es aproximadamente proporcional a la concentración de antioxidante, hasta llegar a cierto nivel. Una concentración excesiva de antioxidante puede resultar ineficaz o aun provocar una inversión en el efecto protector (BERKZ, 1990).

2.5 Generalidades de Galletas

2.5.1 Definición

Las galletas son productos de consistencia más o menos dura y crocante, de forma variable, obtenidas por el cocimiento de masa preparada con harina, con o sin leudantes, leches, sal, huevos, agua potable, azúcar, mantequilla, grasas comestibles, saborizantes, colorantes, conservadores y otros ingredientes permitidos debidamente autorizados (INDECOPI, 1992).

Estos productos son muy bien aceptados por la población, tanto infantil como adulta, siendo, consumidos preferente entre las comidas, pero muchas veces también reemplazando la comida habitual de media tarde. Sus ingredientes son principalmente harina, azúcar y materias grasas, además de

leche y huevos en algunos casos. Esta composición química declarada hace suponer que estos productos constituiría una buena fuente calórica para el hombre y en especial para el niño (ZUCCARELLI *et al.*, 1984).

2.5.2 Clasificación

Según INDECOPI (1992), las galletas se clasifican:

- Por su Sabor:

Saladas, dulces y de sabores especiales.

- Por su Presentación:

Simples: Cuando el producto se presenta sin ningún agregado posterior luego del cocido.

Rellenas: Cuando entre dos galletas se coloca un relleno apropiado.

Revestidas: Cuando exteriormente presentan un revestimiento o baño apropiado (ZUCCARELLI *et al.*, 1984).

- Por su Forma de Comercialización:

Galletas envasadas: Son las que se comercializan en paquetes sellados de pequeña cantidad.

Galletas a granel: Son las que se comercializan generalmente en cajas de cartón, hojalata o tecnopor.

INDECOPI (1992) además, especifica los siguientes requisitos a considerarse en la fabricación de galletas:

- Deberán fabricarse a partir de materias sanas y limpias, exentas de impurezas de toda especie y en perfecto estado de conservación.
- Será permitido el uso de colorantes naturales y artificiales, conforme a la norma técnica 22:01-003 aditivos alimentarios.
- **Requisitos Físicoquímicos:** Deberá presentar los siguientes valores, los que se indican como cantidades máximas permisibles.

Humedad 12%

Cenizas totales 3%

Índice de Peróxido 5 mg/Kg

Acidez (expresado en ácido láctico) 0,10%

2.5.3 Proceso de Galletería

Existen 3 métodos básicos empleados en la elaboración de galletas: cremado, "mezcla en uno" y amasado.

- El cremado (creaming up):

Los ingredientes son mezclados con la grasa a fin de obtener una crema, prosiguiéndose con la adición de harina, pudiendo realizarse esta en dos o tres etapas. El de dos etapas consiste en mezclar todos los ingredientes incluyendo el agua (a menudo como agente emulsificante) con excepción de la harina y el agente químico durante 4 a 10 minutos de acuerdo al tipo y velocidad del mezclador; posteriormente se añade el bicarbonato de sodio y harina continuando con el mezclado hasta adquirir una consistencia deseada.

En el caso de tres etapas, se mezcla la grasa, azúcar, jarabe, líquido (leche o agua), etc. hasta obtener una crema suave, agregándose el

emulsificador y mayor cantidad de agua, posteriormente se añade la sal, saborizante, colorante, el resto de agua mezclándose seguidamente con el propósito de mantener la crema y finalmente la harina, los agentes químicos y los otros ingredientes (ZUCCARELLI *et al.*, 1984).

- El mezclado “todo en uno”:

Todos los ingredientes son mezclados en una sola etapa incluyendo el agua; parte del agua se utiliza para disolver los agentes químicos, saborizantes, colorantes, prosiguiéndose con el mezclado hasta obtener una masa satisfactoria (DUNCAN, 1983).

- El método del amasado:

Consta de dos etapas: primero, la grasa, azúcar, jarabes, harinas y ácidos son mezclados hasta obtener una crema corta. Luego se añade agua (y/o leche) conteniendo los agentes alcalinos, sal, etc. mezclándose hasta alcanzar una masa homogénea. En la primera etapa, la harina es cubierta con la crema para actuar como una barrera contra el agua, formando el gluten con la proteína (MENESES ,1994).

2.5.4 Oxidación de las galletas

Anteriormente se hace mención, y se conoce muy bien, que las grasas se deterioran por almacenamiento, alteraciones conocidas con el nombre de enranciamiento. Con el tiempo, la oxidación da por resultado la formación de hidroperóxidos que, a su vez se degradan en diferentes componentes con sabores extremadamente desagradables y picantes.

Para retrasar el enranciamiento oxidativo se puede utilizar un grupo de compuestos llamados antioxidantes. El número de antioxidantes naturales y sintéticos es muy grande, muchos de los cuales no están permitidos para ser utilizados en la alimentación. La legislación que controla los antioxidantes es muy variable; por esto, es difícil establecer comentarios generales que sean de utilidad. Los antioxidantes son necesarios para controlar el enranciamiento, tanto en el aceite o grasa almacenada, como el aceite después de ser aplicado en las galletas, el comportamiento de los diferentes antioxidantes en estas dos situaciones no suele ser igual.

Las galletas con grasa enranciada son muy desagradables, además de utilizar aceite bueno y puro en la preparación de la masa, quizás, antioxidantes en productos no muy azucarados, tales como los crackers, es importante observar otras precauciones para empaquetar y almacenar las galletas. En primer lugar las galletas nunca deben exponerse a la luz fuerte, particularmente a la luz directa del sol. Por esto se utilizan para empaquetar papeles ligeros o transparentes, se deben mantener en la oscuridad o bajo condiciones de iluminación débil.

En segundo lugar, la naturaleza del material envolvente en contacto con la galleta, debe seleccionarse con cuidado. Las grasas emigran con facilidad al papel poroso en contacto con las galletas extendiéndose en una gran superficie, lo cual, unido a las trazas de metales que puede tener el papel induce al almacenamiento. Estos productos de degradación pueden acelerar el deterioro del resto de la grasa de la galleta (DUNCAN, 1983).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de ejecución

El presente trabajo se realizó en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco a una altitud de 660 m.s.n.m con una temperatura de 24°C y una humedad relativa de 89%.

Los análisis se realizaron en los laboratorios de Carnes, Análisis de alimentos y en el Centro de Investigación para el Desarrollo Biotecnológico de la Amazonia - CIDBAM.

3.2 Materia prima e insumos

- Hojas de té, recolectadas de los campos de cultivo de la empresa Jardines de Té, S.A. ubicado en La Divisoria, distrito de Hermilio Valdizán, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco.
- Margarina, de la marca Primavera adquirido en la distribuidora Cadensa de la ciudad de Tingo María, ubicado en la cuadra 3 de la av. Tito Jaime.
- Los insumos utilizados fueron los siguientes: Harina de trigo, margarina, leche en polvo, azúcar, sal, antioxidante sintético BHT.

3.3 Materiales y equipo de laboratorio y/o proceso

3.3.1 Materiales de vidrio

Matraces de erlenmeyer de 250 mL.; Vasos de precipitación de 50, 100 y 250 mL.; Pipetas graduadas de 2, 5 y 10 mL.; Micropipetas 20-200 μ L y 200-1000 μ L.; Tubos de ensayo con tapa de 10 mL.; Fiolas de 50, 100, 500 y 1000. ml.; Probetas graduadas de 10, 100, 250 y 500 mL.; Perlas de vidrio; Mortero y pilón; Balones de digestión; Cubetas de vidrio; Embudos de vidrio.

3.3.2 Materiales de metal

Espátulas, Gradillas; Rejillas.

3.3.3 Equipos de laboratorio

Espectrofotómetro. modelo Genesys 6 (Thermo); Balanzas analíticas modelos Scout Pro SP2001 (OHAUS) capacidad de 200 g y modelo Adventurer ProAV114 (OHAUS) capacidad 110g.; Centrifuga modelo MIKRO 22R (Hettich); Estufa eléctrica marca Esztergon; Empacadora de vacío. Modelo A300/16. MULTIVAC; Molino de acero inoxidable; Colorímetro digital modelo konica Minolta CR400.

3.3.4 Reactivos y soluciones

n-Hexano 99%, Merck.Gemany; Reactivo *p*-anisidina. Merck.Gemany; Ácido acético glacial 99,9%. Ciatex; Yoduro de potasio marca Fisher Chemicals; Cloroformo 99,8% marca Merck. Germany; Tiosulfato de sodio 0,1N. Química Panreac. España; Almidón soluble al 1%. QP. Merck.

Germany; Ácido clorhídrico 37%. Merck. Germany; Acido 2- tiobarbiturico (TBA). Merck, Germany; Agua destilada.

3.4 Métodos de análisis

- **Determinación de índice de peróxido.** El índice de peróxido proporciona una medida del grado de oxidación de los lípidos e indica la cantidad de sustancias oxidadas formadas, descrito por PEARSON *et al.* (1999).
- **Valor p-anisidina.** Medida de los productos de oxidación secundaria, suele ser utilizado como un indicador de la historia de la oxidación de las grasas o aceites, método descrito por PEARSON *et al.* (1999).
- **Valor Totox.** Es la abreviatura del total de toxinas. Utilizado como un indicador total de estabilidad oxidativa de las grasas o aceites, método descrito por MILDNER *et al.* (2009).
- **Medición del TBA (ácido tiobarbiturico),** cuantifica el deterioro de los lípidos extraíbles y no extraíbles, método descrito por PEARSON *et al.* (1999).
- **Determinación del color.** El color se evaluó con el colorímetro Konica Minolta CR 400 según el método del CieLab.
- **Evaluación sensorial.** Se evaluó el atributo aroma mediante el diseño bloque incompleto balanceado descrito por COCHRAN y COX (1991) Tipo V, $t=5$, $K=2$, $r=4$, $b=10$, $\infty=1$ y $E=0,62$.

3.5 Metodología experimental.

3.5.1 Preparación de té verde

Las hojas de té verde, fueron procesadas siguiendo las operaciones indicadas en la Figura 2 que se describen a continuación.

Recepción: Las hojas de té fueron cosechadas considerando que estén en buenas condiciones (libre de picadura de insectos, hongos, u otros defectos)

Selección: Se realizó con la finalidad de eliminar hojas que no presentaban las características de calidad (hojas maduras, con presencia de pardeamiento enzimático, magulladas, etc.).

Blanqueado: Esta operación se realizó con la finalidad de inactivar la enzima polifenol oxidasa (para evitar la oxidación de los flavonoles), las hojas fueron sometidas a un blanqueado a 95°C / 1 minuto.

Oreo: Después del blanqueado, las hojas fueron tendidas sobre mallas de metal a temperatura ambiente (25°C) por 3-6 horas, esta operación se realizó para reducir el agua adherida a la hoja después del blanqueado.

Secado: Las hojas procedentes del oreo ingresaron a la etapa de secado (55-60°C) en una estufa convencional, por un periodo de 8 a 12 h.

Molienda: Las hojas de té fueron molidas en un molino de disco y separadas en una malla de abertura 1 mm.

Empacado: Después de la molienda, el té a granel fue embolsado herméticamente y al vacío en bolsas de polietileno hasta su posterior uso.

Almacenado: El almacenamiento se realizó a temperatura ambiente (22-25°C).

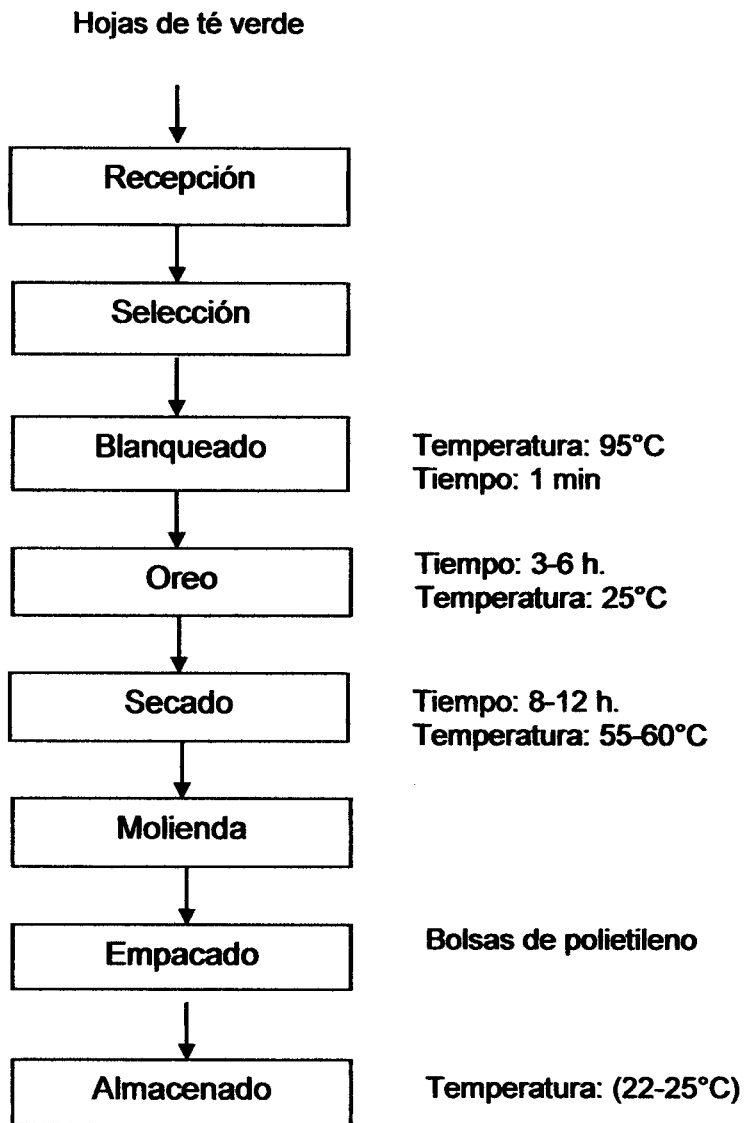


Figura 5. Flujograma para la elaboración del té verde.

3.5.2 Proceso de elaboración de las galletas de crema

- **Ingredientes e insumos**

Harina de trigo (1.5 kg), margarina (600 g), leche en polvo (15 g), azúcar (225 g), sal común (5 g), bicarbonato de sodio (7,5 g), agua de mesa (330 ml), té verde (0,1%; 0,5%; 1%), BHT (0,02%).

- **Preparación**

El proceso de elaboración de las galletas de crema fue realizado en base a la formulación descrita y las etapas se muestra en la Figura 3 y se describen a continuación:

Mezclado: Los ingredientes secos: harina de trigo, azúcar rubia, leche en polvo, sal, bicarbonato de sodio, se mezclaron con la margarina hasta lograr el punto arena.

Amasado: Se adicionó agua para cada tratamiento, se incluyó BHT ($T_1= 0,02\%$) y té verde para los distintos tratamientos ($T_2= 0,1 \%$, $T_3= 0,5\%$, $T_4= 1\%$), hasta obtener una masa elástica.

Extendido y cortado: La masa fue extendida hasta un espesor de 2 mm y se cortó con un disco de 60 mm de diámetro y se colocó en una bandeja de aluminio.

Cocción: Las galletas fueron homeadas a 205 ° C/ 25 minutos.

Enfriado: Se dejó enfriar por 5 minutos a temperatura ambiente.

Empacado: Se empacaron 18 galletas por tratamiento en bolsas de polietileno de 15 x 20 cm, en total se envasaron 108 bolsas para los 5 tratamientos con 3 repeticiones c/u.

Almacenamiento. Se almacenaron a 60 ° C/ 20 días.

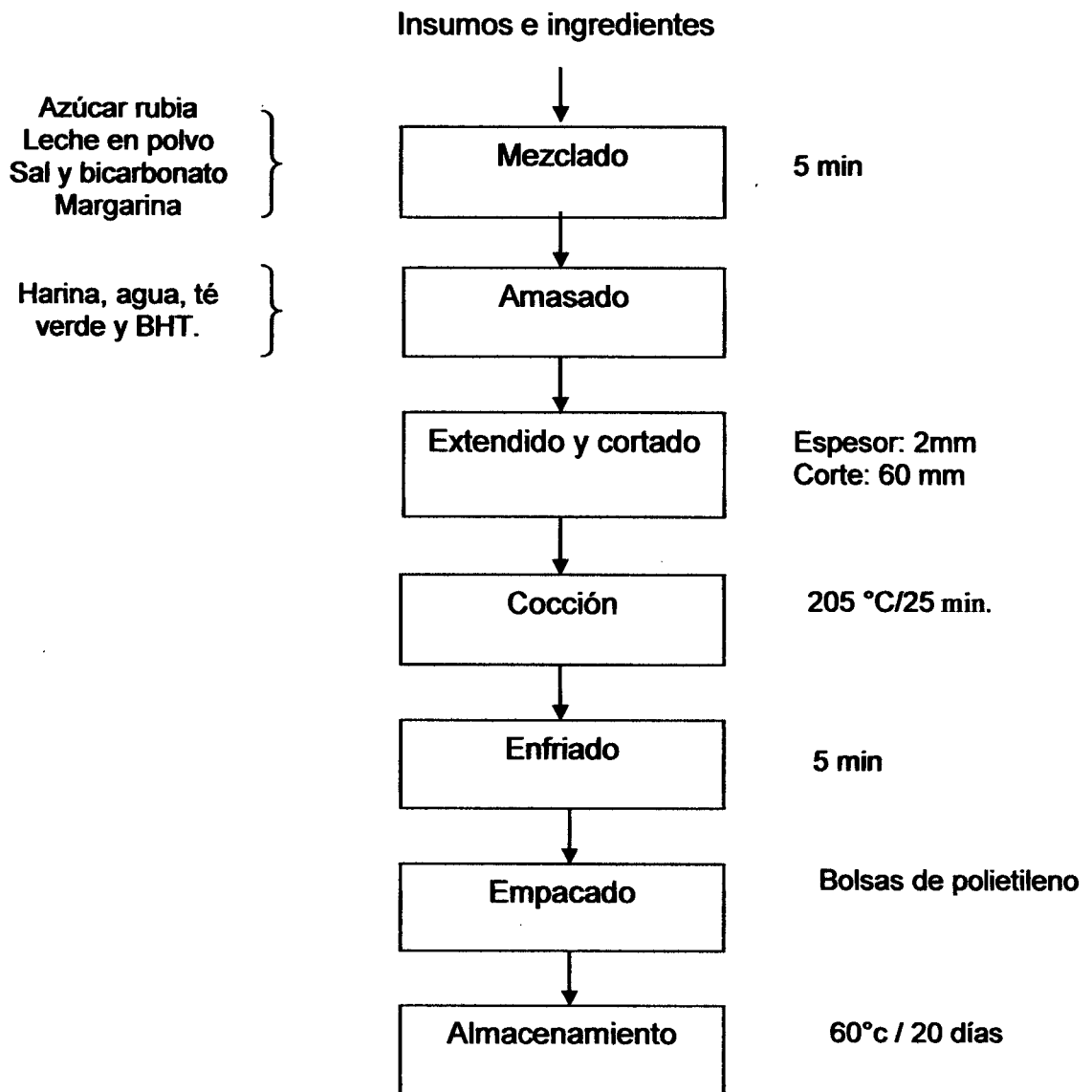


Figura 6. Flujograma para la elaboración de las galletas de crema con té verde y BHT.

3.5.3 Evaluación fisicoquímica de la estabilidad oxidativa de las galletas de crema

Las evaluaciones realizadas a las galletas fueron: valor peróxido, p-anisidina, Totox, TBA y color según se muestra en la Figura 3.

- Índice de peróxido

Los tratamientos fueron evaluados periódicamente a los 0, 4, 8, 12, 16 y 20 días de almacenamiento a 60°C. Para realizar las evaluaciones se tomaron 150 g de galletas previamente molidas, se dividió en tres partes iguales (50 g) y se colocó en un matraz de Erlenmeyer, luego se maceró por 30 minutos con hexano, se filtró y se separó la fracción lipídica, el filtrado se llevó a un rotavapor para eliminarse el disolvente por evaporación.

Se pesó 5 g (grasa) en un enermeyer de 250 ml, luego se añadió 30 ml de la disolución cloroformo-ácido acético (3-1), se agitó por rotación para disolver la muestra, luego se añadió 0,5 ml de solución de yoduro de potasio, se esperó exactamente 1 minuto agitando de vez en cuando y se añadió 30 ml de agua destilada previamente hervida y enfriada. Luego se tituló el yodo liberado con tiosulfato de sodio 0,1 N, dejando caer gota a gota mientras se agitaba rigurosamente hasta que desaparezca casi en su totalidad la coloración amarilla del yodo. Se añadió 0,5 ml del indicador de almidón y se continuó titulando hasta desaparición del color azul, paralelamente se trabajó con un blanco siguiendo los mismos pasos con la diferencia que no llevó muestra.

El valor de peróxido se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Valor de peróxido} = \frac{(V - V_0)}{M} \times 10^3 \text{ meq / Kg}$$

V= gasto de la titulación de la muestra.

V₀= gasto de la titulación del blanco.

M= pesos de la muestra.

- Valor p-anisidina.

Se pesó 0,4 a 0,5 g de muestra seca (M) en un matraz volumétrico de 25 ml, se disolvió y aforó hasta la marca con n-hexano y se centrifugó la muestra disuelta (muestra de trabajo), se tomó 1 ml de la muestra y se llevó a una cubeta de vidrio de 1 mm de espesor, seguidamente se determinó la absorbancia (A₁) a 350 nm, previo se colocó un blanco con n-hexano. De la muestra de trabajo se pipeteó 5 ml a un tubo de ensayo de 10 ml con tapón y se agregó exactamente 1 ml de solución de p-anisidina (2,5g/l en ácido acético glacial que contenga menos de 0,1% de humedad). Luego transcurridos exactamente 10 minutos se midió la absorbancia (A₂).

El valor de p-anisidina (p-AV) se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$(p- AV) = 25 \times (1,2 A_2 - A_1) / m$$

(p- AV) = valor de anisidina

A₂ = absorbancia de la solución grasa después de la reacción con el reactivo p-anisidina.

A₁ = absorbancia de la solución grasa (sin el reactivo p-anisidina).

m = masa en gramos de la porción de prueba.

- Valor Totox

Se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$2IP \text{ (meq O}_2 \text{ / kg)} + p \text{ AV.}$$

IP = valor de peróxido.

p AV= valor de anisidina.

- Valor TBA (ácido tiobarbitúrico)

Se maceró 10 g de alimento graso con 50 ml de agua durante dos minutos y se lavó en un matraz de destilación con 47,5 ml de agua. Seguidamente se agregó 2,5 ml de ácido clorhídrico 4 M, seguido con algunas perlas de vidrio. El matraz se calentó con una plancha eléctrica de manera que se recolectó 50 ml del destilado en 10 minutos, a partir de que comenzó la ebullición. Se pipeteó 5 ml del destilado a un tubo de vidrio con tapón, se agregó 5 ml de reactivo TBA (0,2883 g/100 ml de ácido acético glacial al 90%) se tapó, se agitó y se calentó en agua a ebullición durante 35 minutos. Se preparó un testigo de manera similar, con 5 ml de agua y 5 ml de reactivo. Después se enfriaron los tubos en agua durante 10 minutos y se determinó la absorbancia (D) comparando con un testigo a 538 mm en celdas de 1 cm, el valor TBA se determinó mediante la siguiente fórmula:

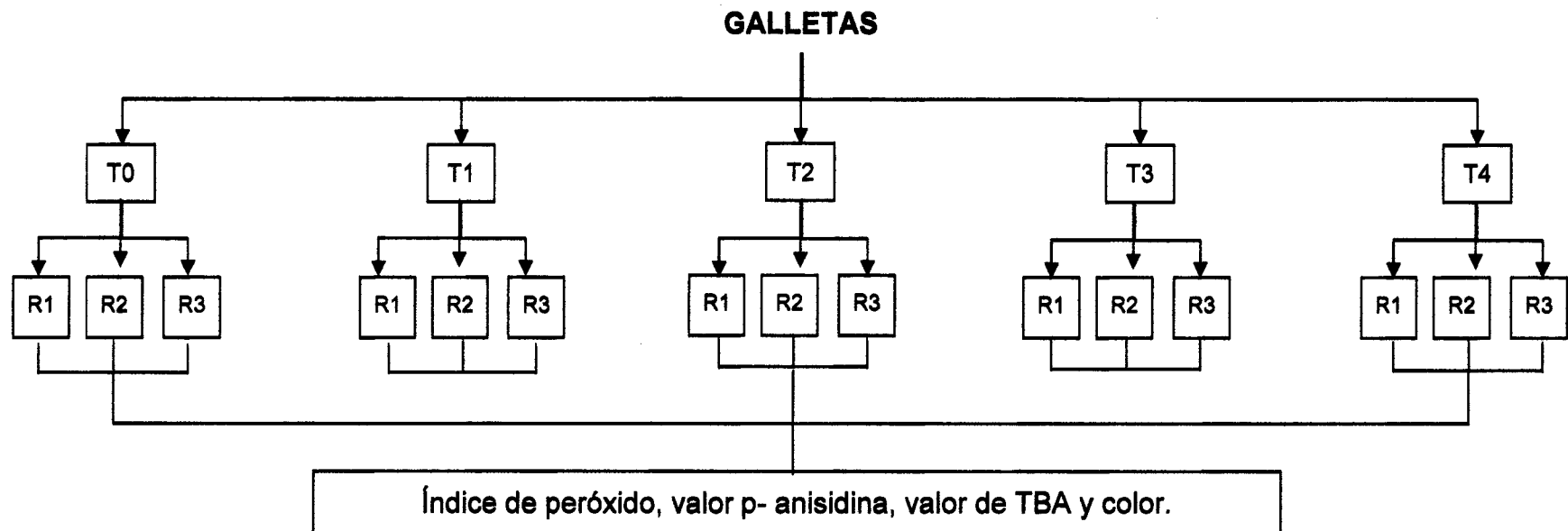
$$\text{Valor de TBA} = 7,8 \times D \text{ (mg aldehído por kg de muestra).}$$

D= es la absorbancia

- Color

Para realizar la medición del color, se calibró el equipo (colorímetro) con el blanco, una vez calibrado el equipo se procedió a realizar las mediciones respectivas; Se tomaron tres galletas de cada tratamiento para 3 repeticiones tratando de que las muestras a analizar sean homogéneas para obtener una superficie homogénea a la hora de la lectura, ya que el haz de luz proyectado por el colorímetro mide toda la superficie proyectada. Se usó el sistema CieLab para realizar las mediciones determinando los parámetros L^* luminosidad, a^* coordenada verde-rojo y b^* coordenada azul-amarillo, para ello se seleccionó dicho sistema en el equipo, ya que éste también posee otros sistemas de medición. Para la medición en sí de las galletas se pusieron en una superficie (hoja bon en blanco). Se sostuvo el equipo con la mano y se realizó la lectura a 1 mm de distancia entre el objetivo y la muestra para dar espacio al haz de luz proyectada, una vez realizada las mediciones se tomó nota de los valores Lab obtenidos en el Display del colorímetro Konica Minolta CR 400.

Los resultados de las pruebas fisicoquímicas se analizaron de acuerdo al diseño experimental (Figura 4) y se utilizó el modelo estadístico diseño completo al azar (DCA) con tres repeticiones (CALZADA, 1970), los cálculos se realizaron en el programa SAS versión 9.0 (Español).



Donde:

T₀= sin antioxidante; T₁= con BHA; T₂= 0,1 % té verde; T₃= 0,5% té verde; T₄= 1% té verde.

Figura 7. Diseño experimental para la evaluación fisicoquímica de las galletas.

3.5.4 Evaluación sensorial

El diseño experimental para la evaluación sensorial se presenta en la Figura 5, el análisis sensorial se realizó con 10 panelistas semi entrenados, el atributo evaluado fue olor, para el efecto se tomó una galleta, se molió y se colocó en un recipiente de vidrio de 50 ml y se llevó a un ambiente a una temperatura de 35°C durante 30 minutos para así liberar los compuestos volátiles. Posteriormente, las muestras fueron presentadas a los miembros del panel para su evaluación considerando la cartilla para la evaluación sensorial con los siguientes puntos: Olor a grasa rancia, olor característico a leche guardada, olor a fruta natural; olor característico a malta; olor dulce asociado con azúcar, olor característico de galletas recién salidas del horno (A-I), la distribución de los tratamientos se presenta en el (A-II), el diseño experimental para la evaluación sensorial se presenta en la figura 5.

Los resultados fueron calculados mediante el diseño de bloque incompleto balanceado descrito por COCHRAN y COX, 1991. Tipo V, $t=5$, $K=2$, $r=4$, $b=10$, $\lambda=1$ y $E=0,62$ y se utilizó el análisis multivariado con componentes principales el cálculo fue mediante el programa InfoStat versión libre 2011.

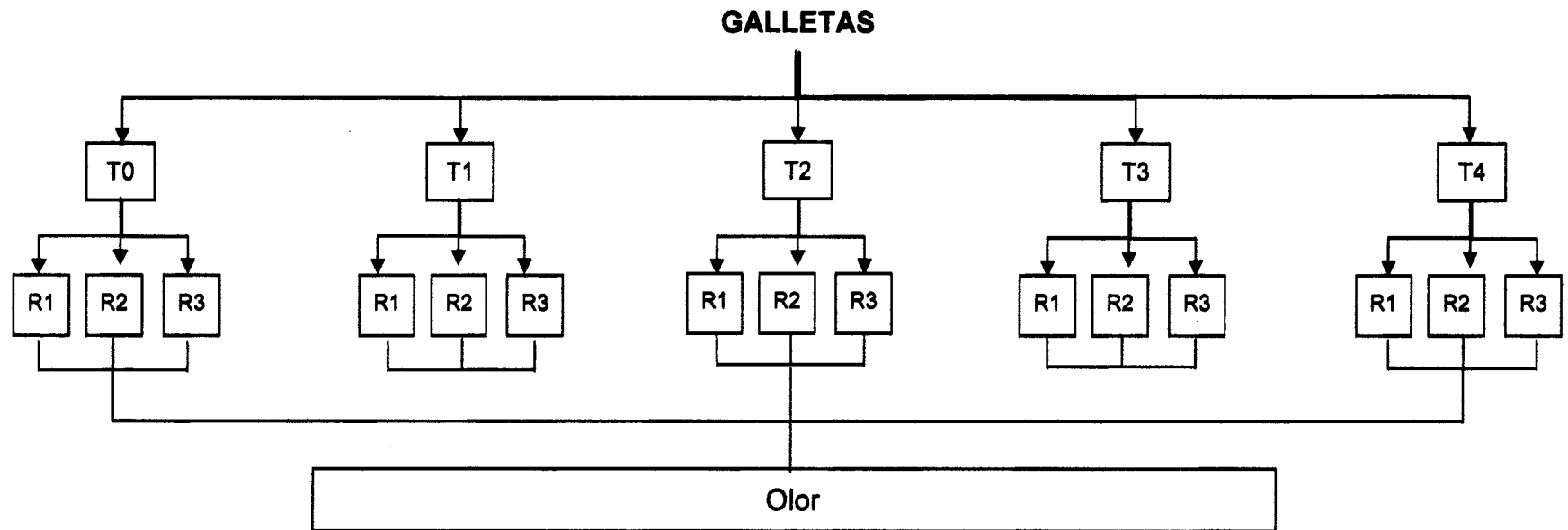


Figura 8. Diseño experimental para la evaluación sensorial de las galletas de crema

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 De la evaluación fisicoquímica de la estabilidad oxidativa de las galletas

4.1.1 Índice de peróxido

En el Cuadro 4 y Figura 9 se presenta los resultados del valor de peróxido en galletas de crema almacenadas por 20 días a 60C° y tratadas con té verde y BHT. Con respecto al tratamiento GC (galletas control) existió diferencia estadística significativa (A-III) durante el tiempo de almacenamiento, comparando los promedios mediante la prueba de Tukey ($p < 0,05$) se puede encontrar que el máximo índice de peróxidos se formó a los 20 días ($15,65 \pm 0,75 \text{ MeqO}_2/\text{Kg}$) y el día cero tuvo el menor valor ($0,98 \pm 0,01 \text{ MeqO}_2/\text{Kg}$), el aumento del índice de peróxido en este tratamiento se debe a que no se utilizó ningún antioxidante. Según SHAHIDI y WANASUNDRA (2002), productos con contenido graso deben utilizar antioxidantes para proteger la calidad del alimento para así prevenir el deterioro oxidativo de los lípidos, ya que estos juegan un papel importante en el procesamiento, empaque y almacenado de alimentos grasos.

Con respecto a las muestras con BHT se puede indicar que durante el almacenamiento presentaron diferencia estadística significativa (A-IV), según los resultados en el día cero el índice de peróxido fue $0,92 \pm 0,04$

MeqO₂/Kg y en el día 20, 5,98±0,12 MeqO₂/Kg el valor de peróxido de las galletas se incrementó pero no de manera significativa como en el tratamiento que no tiene ningún antioxidante, al respecto IZZREEN y NORIHAM (2011), indican que en la industria de alimentos para evitar el deterioro oxidativo de grasas y aceites se utiliza antioxidantes sintéticos tales como Butil-hidroxi-tolueno (BHT), Butil-hidroxi-anisol (BHA) pero su uso es cuestionado. Así mismo la concentración utilizada de BHT fue 0,02% según BADUI (1988), indica como dosis de uso en alimentos menos o igual a 0,02%.

Cuadro 4. Resultado de la evaluación del índice de peróxido en galletas tratadas con té verde y BHT durante 20 días a 60°C.

Días	Tratamientos				
	GC	BHT	TV 0,1%	TV 0,5%	TV 1%
0	0,98 ± 0,01 ^d	0,92 ± 0,04 ^e	0,97±0,004 ^e	0,91 ± 0,02 ^d	0,83 ± 0,062 ^d
4	3,00 ± 0,24 ^{cd}	1,78 ± 0,01 ^d	1,75 ± 0,026 ^d	1,71 ± 0,003 ^c	0,94 ± 0,001 ^d
8	4,46 ± 0,85 ^{cd}	1,89 ± 0,08 ^d	1,81±0,061 ^d	2,06 ± 0,25 ^c	0,91 ± 0,025 ^d
12	5,86 ± 0,01 ^b	2,81 ± 0,15 ^c	2,94±0,059 ^c	1,91 ± 0,02 ^c	1,89 ± 0,013 ^c
16	6,57 ± 0,27 ^b	4,41 ± 0,29 ^b	4,68±0,058 ^b	4,41 ± 0,29 ^b	2,68 ± 0,042 ^b
20	15,63± 0,75 ^a	5,98 ± 0,12 ^a	6,35 ± 0,10 ^a	5,49 ± 0,14 ^a	4,31 ± 0,04 ^a

Los valores representan (promedio ± SEM), los datos provienen de los experimentos (n=3) y con diferentes sub índices en columna (p≤0,05).

GC = sin antioxidante; BHT= con BHT; TV 0,1%= 0,1 % té verde; TV 0,5%= 0,5% té verde; TV 1%= 1% té verde.

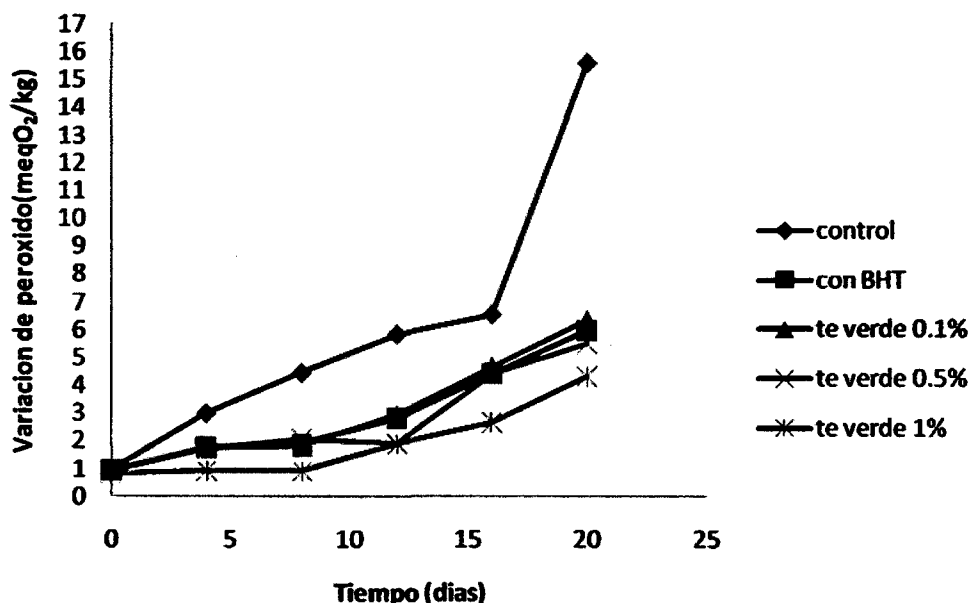


Figura 9. Variación del índice peróxido en galletas de crema tratadas con té verde y BHT almacenados a 60°C/ 20 días.

El tratamiento con té verde 0,1% (TV 0,1%) durante el tiempo de almacenamiento presentó diferencia estadísticamente significativa (A-V), comparando los promedios en el día cero el valor de peróxido fue 0,97 MeqO₂/Kg y en el día 20 se incrementó a 6,35 MeqO₂/Kg, el valor de peróxido se incrementó con el tiempo pero el té verde, se tiene conocimiento que actúa como antioxidante retardando el proceso de oxidación. Según MELCHOR (2004), las catequinas son los principales constituyentes de varios tipos de té y tienen efecto antioxidativo, anticancerígeno, antibiótico y hipertenso, el flavon-3-ols presente en el té constituyen una mezcla de catequinas (CAT) entre ellos: (-) Epigallocatequina galato (EGCG), (-) epigallocatequina (EGC), (-) epicatequino galato (ECG) y epicatequin (EC).

En el tratamiento con 0,5% de té verde también se encontró diferencia estadística significativa (A-VI), comparando los resultados en el día cero el valor de peróxido fue $0,91 \pm 0,02$ MeqO₂/Kg, y a los 20 días de almacenamiento se incremento a $5,49 \pm 0,14$ MeqO₂/Kg, si se compara al tratamiento con 0,1% de té verde el valor de peróxido fue menor, esto indica que el antioxidante natural tiene efecto protector. Según SIES (1997), los antioxidantes son sustancias que a baja concentración reducen o retrasan significativamente la oxidación de un sustrato. Así mismo, esta actividad antioxidante presentada por el té verde es explicado por CAO y CAO (2000), que indica que las catequinas constituyen de 3-10 % del peso del té preparado.

El tratamiento con 1% de té verde también presentó diferencia estadística significativa (A-VII) durante el tiempo de almacenamiento, en el día cero se obtuvo $0,83 \pm 0,06$ MeqO₂/Kg y a los 20 días $4,31$ MeqO₂/Kg, el incremento fue menor en comparación a las concentraciones de 0,1% y 0,5% utilizadas en el experimento, esto puede ser explicado por MARTÍNEZ (2000), quien indica que los antioxidantes son compuestos que inhiben o retardan la oxidación de otras moléculas mediante la inhibición de la propagación de la reacción de oxidación. DANG (2009) encontró que el té verde mostro un efecto de inhibición en la oxidación de galletas de crema.

La galleta que tuvo el mayor valor de peróxido a los 20 días fue la elaborada sin antioxidante ($15,63 \pm 0,78$ MeqO₂/Kg) y el menor valor se encontró en las galletas tratadas con 1% de té verde ($4,31$ MeqO₂/Kg). Las galletas tratadas con BHT y 0,5% de té verde tuvieron valores similares, comparando con lo reportado por MILDNER *et al.* (2009), quienes en galletas

sin antioxidante reportaron $12,54 \pm 0,04$ MeqO₂/Kg y el menor correspondió a galletas con 1% de té verde (3,44 MeqO₂/Kg) y las galletas tratadas con BHA tienen un valor de peróxido de 5,05 MeqO₂/Kg, se puede decir que los valores fueron similares a los obtenidos en la presente investigación.

Según PEARSON (1999), el PV de 10-20 MeqO₂/Kg en productos alimenticios es considerado rancio pero aceptablemente, pero con más (20 MeqO₂/Kg) es considerado como alimento rancio y no aceptable para el consumidor.

Realizando la comparación de todas las evaluaciones (A-VIII) se encontró que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos siendo el mejor de los tratamientos la galleta de crema tratada con 1% de té verde tuvo el menor valor de peróxido 4,31 MeqO₂/Kg a los 20 días de almacenamiento esto coincide con DANG (2009) quién reporto en su trabajo la aplicación de té verde en bizcochos de crema como mejor tratamiento 1% de té verde.

4.1.2 Del valor de *p*-anisidina

A pesar que el índice de peróxido es una medida corriente de la oxidación de lípidos, su uso está limitado a las etapas iniciales de dicha reacción. Los peróxidos pueden sufrir descomposiciones posteriores, la historia oxidativa completa del aceite o de las grasas no se conoce; por ello se considera que el índice de anisidina, es la medida de los productos de oxidación secundaria y la formación de aldehídos durante la oxidación, es muy útil para evaluar el pasado del aceite o de las grasas.

Los resultados del Cuadro 5 y Figura 10 para el tratamiento GC (galletas control sin antioxidante) indican que durante el almacenamiento presentó diferencia estadística significativa (A-IX), el menor valor obtenido fue $0,92\pm 0,13$ a los 0 días y a los 20 días el valor mayor fue $3,76\pm 0,13$. El incremento del valor se debe a que no se utilizó ningún tipo de antioxidante según GROMPONE (1990) cuanto mayor sea el contenido graso, más susceptible es éste al deterioro oxidativo. Los antioxidantes son sustancias que funcionan inhibiendo o interrumpiendo el mecanismo de la oxidación lipídica, por lo tanto para evitar este problema se debe adicionar algún tipo de antioxidante.

Con respecto al tratamiento con BHT se puede apreciar que durante el almacenamiento no presentó diferencia estadística significativa (A-X), según los resultados en el día 0 fue $0,93\pm 0,01$ y en el día 20, $2,69\pm 0,05$. Cabe recordar que el BHT como el BHA son especialmente indicados para prevenir la oxidación en grasas porque son eficaces, estos son utilizados como aditivos alimentarios pero hay restricciones en su uso ya que estos están implicados en enfermedades como el cáncer (GROMPONE, 1990).

Evaluando los resultados de las galletas elaboradas con la adición de té verde 0,1% se puede indicar que durante el tiempo de almacenamiento ésta presentó diferencia estadística significativa (A-XI) ya que el menor valor fue en el día cero ($0,86\pm 0,08$) y el mayor se encontró a los 20 días ($2,92\pm 0,10$), estos valores fueron similares a las galletas tratadas con BHT y comparando con las galletas sin antioxidante los valores fueron menores, de acuerdo a los valores obtenidos los antioxidantes naturales extraídos de plantas pueden ser

usados como alternativa a los antioxidantes sintéticos, debido a su efecto equivalente o mayor en la inhibición de la oxidación lipídica.

Cuadro 5. Resultado de la evaluación de *p*-anisidina en galletas tratadas con té verde y BHT almacenados a 60°C por 20 días.

Días	Tratamientos				
	GC	BHT	TV 0,1%	TV 0,5%	TV 1%
0	0,92 ±0,13 ^c	0,93 ± 0,01 ^c	0,86 ± 0,08 ^c	1,41 ± 0,05 ^d	1,23 ±0,01 ^c
4	1,48 ±0,20 ^c	1,01 ± 0,03 ^c	0,95 ± 0,01 ^c	0,92 ±0,01 ^{cd}	0,93 ±0,01 ^c
8	2,28 ±0,18 ^b	1,08 ± 0,03 ^c	1,12 ± 0,12 ^b	0,95 ±0,01 ^{bc}	0,93 0,01 ^{bc}
12	3,35 ±0,07 ^a	1,85 ± 0,21 ^b	1,56 ± 0,22 ^b	1,48 ± 0,23 ^b	1,01 ±,07 ^{bc}
16	3,52 ±0,05 ^a	2,92 ± 0,05 ^a	2,38 ± 0,11 ^a	2,53 ± 0,04 ^a	1,43 ±0,22 ^b
20	3,76 ±0,13 ^a	2,69 ± 0,16 ^a	2,92 ± 0,10 ^a	2,98 ± 0,02 ^a	1,96 ±0,04 ^a

Los valores representan (promedio ± SEM), los datos provienen de los experimentos (n=3) y con diferentes sub índices en columna (p≤0,05)

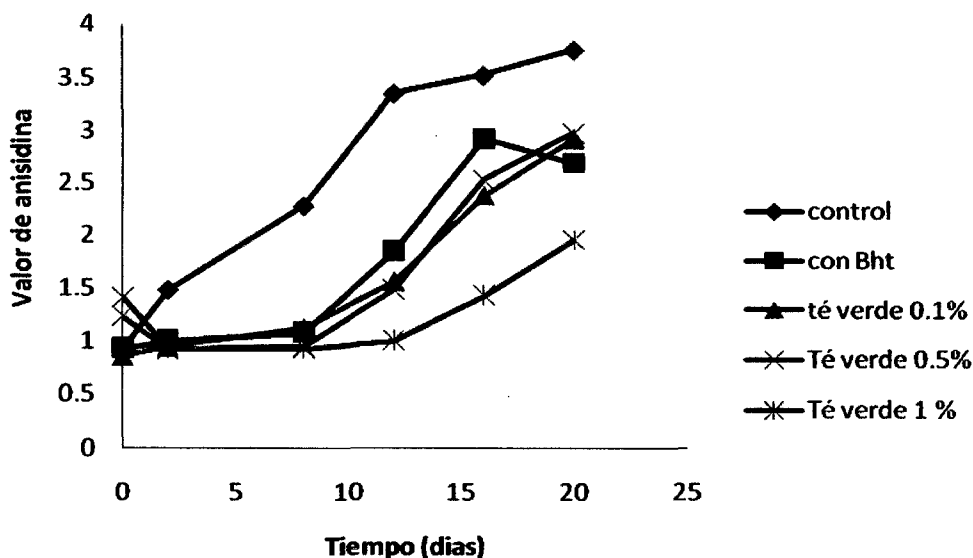


Figura 10. Variación del valor de anisidina en galletas tratadas con té verde y BHT almacenados a 60°C por 20 días.

Comparando los valores de p-anisidina en las galletas tratadas con té verde 0,5% se observa que no hay diferencia estadística significativa (A-XII), en el día cero se obtuvo $1,41\pm 0,05$ y a los 20 días $2,98\pm 0,02$ el incremento es similar a los valores obtenidos por las galletas con 0,1% de té verde.

En el Cuadro 5 y Figura 10 referido a las galletas tratadas con 1% de té verde se observa que no hubo diferencia estadística significativa (A-XIII) obteniendo los valores de $1,23\pm 0,01$ en el día 0 y $1,96\pm 0,04$ en el día 20. Como se puede observar el incremento fue mucho menor que en los otros tratamientos. MORATA (2010), indica que el aumento de la cantidad de p-anisidina implica un aumento de la presencia de aldehídos en emulsiones y por tanto es un indicador de la oxidación.

De acuerdo a la comparación de todos los tratamientos se encontró diferencia estadística significativa entre los tratamientos (A-XIV) siendo el tratamiento el té verde al 1% con $1,96\pm 0,01$ a los 20 días de almacenamiento. Con respecto a los tratamiento BHT, TV 0,1%, TV 0,5% no hubo diferencia significativa entre los ellos con valores de $2,69\pm 0,16$; $2,92\pm 0,10$; $2,98\pm 0,02$ respectivamente.

Se observa que el valor de p-anisidina es mayor para las galletas control a medida que pasa el tiempo, lo que confirma que la oxidación secundaria aumenta con el tiempo. Además, se puede establecer una cierta similitud con los resultados obtenidos para valor de peróxidos, ya que siempre las más oxidadas son los controles, mientras que todas aquellas que contienen mayor cantidad de extracto de té verde son las que menos valor de p-anisidina presentan, por tanto, son las menos oxidadas.

MORATA (2010) indica que en los últimos años se ha incrementado el interés por parte de la industria alimentaria y los consumidores por el concepto de alimento funcional. Así, con un consumidor cada vez más interesado en alimentos más saludables y una industria alimentaria que ha comprendido la potencialidad del mercado de los “alimentos funcionales”. El término alimento funcional hace referencia a alimentos o ingredientes que mejoran el estado general de salud y/o reducen el riesgo de enfermedad por esta razón, en la actualidad muchos alimentos funcionales tienen por finalidad incrementar el aporte de antioxidantes naturales en la dieta. En este contexto, la adición de extractos vegetales ricos en compuestos fenólicos ha sido propuesta como una estrategia factible para el desarrollo de alimentos funcionales con una actividad antioxidante incrementada.

4.1.3 Del valor de Totox

La oxidación lipídica es un proceso sumamente complejo que implica numerosas reacciones que dan lugar a una gran variedad de cambios físicos y químicos, la naturaleza y extensión de estos cambios se ven influenciados por un gran número de variables, la medición del valor de Totox o el grado oxidativo total de la grasa, es usado como estimado de la estabilidad oxidativa incluyendo al índice de peróxido (IP) y valor de p-anisidina (pAv).

En el Cuadro 6 y Figura 11 se presentan los resultados del valor de Totox en galletas tratadas con té verde y BHT almacenadas a 60°C/20 días. Con respecto al tratamiento GC (galleta control), presentó diferencia estadística significativa (A-XVI) durante el tiempo de almacenamiento a los 0 días fue

2,01±0,14 y a los 20 días 19,39±0,86; MILNER *et al.* (2009), en muestra de control de biscocho encontraron valores de Totox de 5,32±0,12 a los 0 días y 29,737±0,139 a los 20 días. PEREIRA DE ABRERU *et al.* (2010) reportaron valores de Totox en muestras de salmón control en 12 meses, 324,08; al respecto OZILGEN Y OZILGEN (1990), indican que la velocidad de oxidación de lípidos global podría ser alta cuando grandes cantidades de radicales libres se encuentran en la etapa de propagación en los estados tempranos las reacciones de iniciación y propagación son las dominantes, mientras que los estados posteriores, debido al incremento de radicales libres, las reacciones de terminación comienzan a tener importancia. En los estudios finales la probabilidad de ocurrencia de las reacciones de iniciación y de propagación es baja debido a la disminución de la concentración de los sustratos (ácidos grasos).

Con respecto a la conservación de galletas con BHT el valor de Totox presentó diferencia estadística significativa (A-XVI), el menor valor fue 1,85±0,07 (0 días) y 8,90±0,16 (20 días), MILDNER *et al.* (2009) en biscochos tratados con BHA 0,02% reportaron valores de 5,33±0,09 (0 días) y 22,47±0,10 (20 días), comparando estos valores se puede indicar que en la investigación lo reportado es menor. Así mismo, HUANG *et al.* (1999) reportaron que α -tocoferol actúa como antioxidante o como pro oxidante dependiendo del sistema, la concentración, el tiempo de oxidación y el método usado para la determinación lipídica. Así mismo ISMAIL y LYE (2006) indican que los antioxidantes sintéticos como BHA y BHT son comúnmente usados para

prevenir la oxidación lipídica. Sin embargo estos están cuestionados por posibles riesgos y toxicidad que pueden producir en los humanos.

Los valores de Totox en las galletas con diferentes niveles de té verde en todos los casos presentaron diferencia estadística significativa (A-XVII, A-XVIII, A-IXX), para las galletas tratadas con té verde 0,1% los valores fueron $1,87\pm 0,09$ (0 días) y $9,27\pm 0,01$ (20 días); el valor en té verde 0,5% fue $2,70\pm 0,50$ (0 días) y $8,41\pm 0,13$ y en té verde 1% $4,18\pm 2,06$ (0 días) y $6,39\pm 0,15$ (20 días), a medida que se incrementa la concentración de té verde en las galletas, el valor de Totox es menor. Comparando estos resultados con lo reportado por MILDNER *et al.* (2009), con 0,02% de té verde el valor de Totox encontrado a los 20 días fue $22,47\pm 0,10$ y con 1% de té verde, $11,40\pm 0,02$. Según UCHENNA *et al.* (2010), el té verde contiene gran cantidad de grupos de polifenoles flavon 3-ol monómeros y derivados del galato, en las catequinas incluye (-) epicatequina (EC), (-) epigalato catequin (EGC) y otros, estos compuestos son los responsables de la prevención de la salud porque actúa como antioxidante, antiinflamatorio y anticancerígeno.

ISMAIL y LYE (2006) indican que la utilización de antioxidantes provenientes de plantas es efectiva y su consumo no trae problemas a la salud. Así mismo ROMERO *et al.* (2004), indican que el empleo de compuestos naturales como inhibidores de la oxidación, con o sin actividad enzimática, constituyen una fuente alternativa capaz de prevenir o disminuir el desarrollo de la rancidez en alimentos.

ABRAMOVIC y ABRAM (2009) indican un valor de Totox de 115 en aceite de camelina almacenado con luminosidad comparado al valor de Totox 20 en el mismo aceite almacenado en un ambiente oscuro.

De acuerdo con el (A-XX) donde se hizo la comparación de todos los tratamientos, el que obtuvo menor valor fue el té verde 1% $6,39 \pm 0,15$ a los 20 días de almacenamiento y con la adición de BHT se alcanzó un valor de Totox de $8,90 \pm 0,16$ esto indicaría la eficiencia que tiene el té verde como antioxidante natural. UCHENNA *et al.* (2010) reportan actividad antioxidante en té blanco (DPPH IC_{50} 36,07 ug/ml) y en Té verde (IC_{50} 23,26 ug/ml) demostrando que el té verde tiene más alta actividad antioxidante, esta propiedad se atribuye a la presencia de catequinas especialmente EGCG, como también flavonoles, procianidinas, ácido fenólico y otros derivados.

Cuadro 6. Resultado de la evaluación del valor de Totox en galletas tratadas con té verde y BHT almacenados a 60°C por 20 días.

Días	Tratamientos				
	GC	BHT	TV 0,1%	TV 0,5%	TV 1%
0	2,01 \pm 0,14 ^d	1,85 \pm 0,07 ^d	1,87 \pm 0,09 ^e	2,70 \pm 0,50 ^b	4,18 \pm 2,06 ^{ab}
4	4,49 \pm 0,39 ^c	2,79 \pm 0,04 ^d	2,70 \pm 0,02 ^{de}	2,63 \pm 0,01 ^b	1,87 \pm 0,00 ^b
8	6,73 \pm 0,68 ^c	3,17 \pm ,28 ^{cd}	3,26 \pm 0,31 ^d	2,67 \pm 0,49 ^b	2,17 \pm 0,31 ^b
12	9,21 \pm 0,08 ^b	4,33 \pm 0,51 ^c	4,50 \pm 0,16 ^c	5,72 \pm ,10 ^{ab}	2,91 \pm 0,08 ^{ab}
16	10,09 \pm 0,26 ^b	7,11 \pm ,42 ^b	6,72 \pm 0,28 ^c	6,05 \pm 0,19 ^{ab}	4,12 \pm 0,21 ^{ab}
20	19,39 \pm 0,86 ^a	8,90 \pm ,16 ^a	9,27 \pm 0,01 ^a	8,41 \pm 0,13 ^a	6,39 \pm 0,15 ^a

Los valores representan (promedio \pm SEM) y con diferentes sub índices en columna ($p \leq 0,05$)

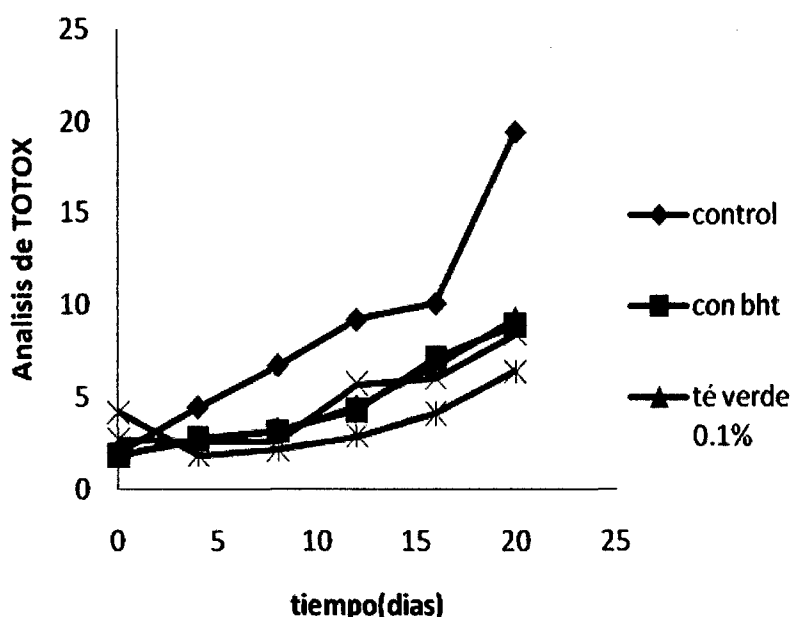


Figura 11. Evaluación de Totox en galletas tratadas con té verde y BHT almacenados a 60°C por 20 días.

4.1.4 Del Valor de TBA

Los resultados de la evaluación del valor de TBA se indican en el Cuadro 7 y figura 12. La oxidación de lípidos es un fenómeno espontáneo e inevitable y se da en todos los productos que tengan contenido graso alto, el grado de oxidación de las galletas y la eficacia del uso de té verde y el BHT como antioxidante fueron evaluados a través de la prueba de TBA cuyos resultados fueron expresados en mg de aldehído malónico/kg, el cual evalúa el grado de peroxidación de la formación lipídica (BERNAL *et al.*, 2003). Los resultados del Cuadro 7 y Figura 12 para el tratamiento GC (galletas control sin antioxidante) indican que durante el almacenamiento presentó significancia estadística (A-XXI) el menor valor promedio que se tuvo en el día cero fue $0,64 \pm 0,01$ mg aldehído malónico/kg muestra y el mayor fue a los 20 días

(6,64±0,06 mg aldehído malónico/kg muestra) al respecto IZZREEN y NORIHAN (2001), indican que los kekes son uno de los productos de panadería mas consumidos por las personas en el mundo y que son los que presentan el mayor problema de oxidación lipídica lo que afecta la vida útil del producto y para evitar este problema sugiere la adición de antioxidantes.

Los resultados de TBA de las galletas tratadas con BHT 0,02% indican que existió diferencia estadística significativa entre tratamientos (A-XXII), comparando los promedios mediante la prueba de Tukey ($p < 0,05$) se encontró que el menor valor fue 0,83±0,02 (mg aldehído malónico/kg muestra) y el mayor valor fue a los 20 días (5,29 mg aldehído malónico/kg muestra), se puede apreciar que las galletas tratadas con antioxidante sintético sufren oxidación, según MILDNER *et al.* (2009) los antioxidante sintéticos tales como BHA, BHT y BHQ son usualmente usados como antioxidantes en sistemas alimenticios, sin embargo no son muy aceptables.

En galletas elaboradas con incorporación de té verde 0,1% en almacenamiento, presentó diferencia estadística significativa (A-XXIII), el menor valor fue en el día cero (0,65±0,03 mg aldehído malónico/kg muestra) y el mayor se encontró a los 20 días (5,20±0,11 mg aldehído malónico/kg muestra), este valor fue similar a las galletas tratadas con BHT sin embargo, comparando con las galletas sin antioxidante el valor es menor; al respecto se puede indicar que los antioxidantes naturales extraídos de plantas pueden ser usados como alternativa a los antioxidantes sintéticos, debido a su efecto equivalente o mayor en la inhibición de la oxidación lipídica donde indica que condimentos como el orégano, romero presentan actividad antioxidante eficaz.

Cuadro 7. Resultado de la evaluación de TBA en galletas tratadas con té verde y BHT almacenados a 60°C por 20 días.

Días	Tratamientos				
	GC	BHT	TV 0,1%	TV 0,5%	TV 1%
0	0,64 ± 0,01 ^e	0,83 ± 0,02 ^e	0,65 ± 0,03 ^d	0,56 ± 0,02 ^d	0,83 ± 0,05 ^d
4	1,07 ± 0,05 ^{de}	1,04 ± 0,03 ^{de}	0,82 ± 0,02 ^d	0,71 ± 0,03 ^d	0,69 ± 0,04 ^d
8	1,40 ± 0,02 ^d	1,15 ± 0,01 ^d	0,73 ± 0,03 ^d	0,83 ± 0,01 ^d	0,81 ± 0,03 ^d
12	4,44 ± 0,18 ^c	3,54 ± 0,09 ^c	3,69 ± 0,07 ^c	2,77 ± 0,15 ^c	2,19 ± 0,05 ^c
16	6,07 ± 0,11 ^b	4,47 ± 0,06 ^b	4,26 ± 0,04 ^b	4,09 ± 0,02 ^b	4,85 ± 0,05 ^a
20	6,64 ± 0,06 ^a	5,29 ± 0 ^a	5,20 ± 0,11 ^a	5,09 ± 0,12 ^a	3,83 ± 0,03 ^b

Los valores representan (promedio ± SEM), los datos provienen de los experimentos (n=3) y con diferentes sub índices en columna (p≤0,05)

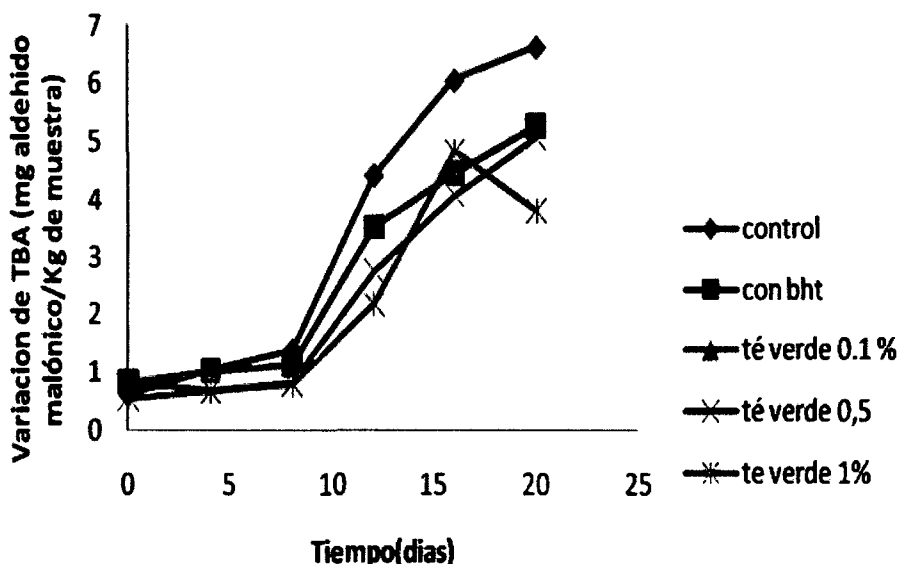


Figura 12. Variación de TBA en galletas tratadas con té verde y BHT almacenados a 60°C por 20 días

Comparando los promedios de TBA en galletas tratadas con té verde 0,5% se encontró que existió diferencia estadística significativa entre tratamientos (A-XXIV), en el día cero el valor de TBA fue $0,56 \pm 0,02$ mg aldehído malónico/kg muestra y a los 20 días, $5,09 \pm 0,12$ mg aldehído malónico/kg muestra. DANG (2009), indica que las catequinas del té verde son las responsables de la actividad antioxidante y que existen reportes que la edad de la hoja afecta la actividad antioxidante, encontró que las hojas viejas de té son buenos antioxidantes y pueden reemplazar al BHT en inhibición de la oxidación lipídica en alimentos, sin causar problemas como lo presenta los antioxidantes sintéticos.

Referente a las galletas tratadas con 1% de té verde se encontró diferencia estadística significativamente (A-XXV); el menor valor se encontró en el día cero $0,83 \pm 0,05$ mg aldehído malónico/kg y el mayor valor fue a los 20 días de almacenamiento ($3,83 \pm 0,03$ mg aldehído malónico/kg) al respecto LAVELLI *et al.* (2010) indican que el té verde ha sido usado en diferentes formulaciones alimentarias tales como panes, aceite de oliva extra virgen, carnes, salchichas y pescado porque el té verde contiene el monómero flavan-3-ols.

Los resultados del TBA que es el típico producto secundario de la oxidación lipídica, indican que el tratamiento GC (galleta control sin antioxidante) a los 20 días alcanzó el máximo valor de $6,64 \pm 0,06$ mg aldehído malónico/kg y el menor se encontró en el TV 1% (galleta con 1% de té verde) $3,83 \pm 0,03$ mg aldehído malónico/kg, comparado estos valores con lo reportado por DANG

(2009) quién en biscochos de crema con adición del 1% de té verde y almacenados a 40°C, reportó el máximo valor de 0,3 mg aldehído malónico/kg.

Realizando la comparación de todos los tratamientos (A-XXVI) el que dio mejor resultado fue el tratamiento con té verde al 1% obteniendo valores menores a los demás tratamientos $6,39 \pm 0,15$. Analizando los tratamientos BHT ($8,90 \pm 0,16$) y TV 0,5% ($8,41 \pm 0,13$) no hubo diferencia significativa entre ellos.

Por otro lado PEREIRA DE ABREU *et al.* (2010) reportan valores TBA de 15,97 y 16,56 mg aldehído malónico/kg en pescado Salmon almacenado a -20°C en 12 meses. IZZREEN y NORIHAN (2001) reportan valores de TBA de 0,576 mg/kg a 1,44 mg/Kg en kekes elaborados con extractos acuosos de plantas de Malasia y ácido ascórbico y almacenados a temperatura ambiente, esta diferencia de valores con los encontrados en la investigación puede ser explicado por CALLIGANS *et al.* (2006), quienes indican que factores como la temperatura, luz, humedad aceleran el proceso de oxidación.

4.1.5 Del Color

El color es consecuencia de los factores que ocurren en el proceso de elaboración, influyendo particularmente la materia prima, procesos y técnicas de aplicación; así mismo el color resulta por si sólo de un aspecto singular, se considera también un atributo sensorial especialmente en la preferencia para la adquisición de un producto alimenticio en tal sentido se evaluó este atributo en las galletas de crema con adición de té verde de 0,1% a

1% como conservador natural, BHT como conservador sintético y GC el producto elaborado sin la adición de ningún conservante.

Según la escala de CieLab ($L^* a^* b^*$) en el día cero con respecto a la luminosidad presentó diferencia estadística significativa (A-XXVII), en el Cuadro 8 se puede apreciar que en TV 0,1% se tuvo mayor intensidad lumínica, o sea que fue más clara, por el contrario los tratamientos GC, BHT, TV 0,5% y TV 1% tuvieron menor luminosidad por lo tanto fueron más oscuros.

De los valores de “a* coordenada verde -rojo” encontrados, se puede afirmar que TV 0,1%, BHT, GC y TV 0,5% tienen un tono más verde que rojo y en el tratamiento TV 1% existió más rojo que verde. Con respecto al valor “b* coordenada azul-amarillo” los tratamientos TV 0,1%, GC y BHT indican que existe un croma más amarillo que azul y en los tratamientos TV 0,5% y TV 1% se tienen un croma más azul que amarillo, esto nos indica que el tratamiento que tuvo adición de té verde 1% es diferente a las demás.

MILDNER *et al.* (2009) reportan que el tratamiento control y 1% de té verde tienen la menor luminosidad; el tratamiento control, té verde 0,02 % y BHA tuvieron mayor luminosidad, con respecto a los valores de “a” y “b” concluyen que el tratamiento con adición de té verde 1% presentó más rojo que verde y más azul que amarillo, concordando con los resultados obtenidos, además indican que estas galletas pueden tener problemas en la comercialización comparado con las galletas comerciales, sin embargo puede tratarse como galletas integrales.

CHACON (2009) indica que la evaluación del color es un criterio muy variable que depende de numerosos factores, por lo tanto es necesario el

uso de sistemas instrumentales que permitan obtener mediciones objetivas y estandarizadas; para este efecto se debe emplear un colorímetro que mide la luz reflejada por el alimentos por medio de un fotodetector, codificando esta señal en términos de algún sistema de medición.

La evaluación a los 20 días de almacenamiento presentó diferencia estadística significativa entre los tratamientos (A-XXVIII), con respecto a la intensidad lumínica, los tratamientos GC y BHT pierden luminosidad y se toman más oscuros que los tratamientos TV 0,1%, TV 0,5% y TV 1%. El valor de "a" fue similar entre los tratamientos sin embargo, los tratamientos GC y BHT tienden a más verde que rojo y los tratamientos TV 0,5% y TV 1% tienen más rojo que verde, con respecto al valor "b" los tratamientos GC, BHT, TV 0,5% y TV 1% tienden más a azul que a amarillo.

En el cuadro 8 se presentan los resultados de la evaluación del color de las galletas en estudio.

Después de 20 días de almacenamiento las galletas de crema control, tratamientos en estudio de té verde y BHT cambiaron principalmente perdiendo luminosidad. Con respecto a los resultados se puede indicar que el cambio marcado se debe a que el almacenamiento se realizó a 60°C con la finalidad de acelerar los procesos de oxidación de la grasa. Al respecto FOGAR y ALEJANDRA (2000) indican que la oxidación lipídica es un proceso sumamente complejo que implica numerosas reacciones que dan lugar a una gran variedad de cambios físicos y químicos, la naturaleza y extensión de estos cambios se ven influenciado por un gran número de variables (luz, aire, temperatura, pH, etc.).

Cuadro 8. Resultado de la evaluación del color en galletas tratadas con té verde y BHT almacenados a 60°C por 20 días.

Día 0					
	GC	BHT	TV 0,1%	TV 0,5%	TV 1%
L*	50,98 ± 0,23 ^{bc}	51,33 ± 0,17 ^b	54,22 ± 0,35 ^a	51,76 ± 0,29 ^b	49,77 ± 0,36 ^c
a*	2,34 ± 0,12 ^a	2,30 ± 1,08 ^a	1,81 ± 0,25 ^a	2,56 ± 0,21 ^a	1,63 ± 0,29 ^a
b*	28,11 ± 0,44 ^b	27,48 ± 1,45 ^b	28,71 ± 0,39 ^{ab}	31,85 ± 0,49 ^a	31,58 ± 0,27 ^a
Día 20					
L*	48,03 ± 1,28 ^a	48,11 ± 0,64 ^a	41,49 ± 0,14 ^b	37,79 ± 1,07 ^{bc}	34,93 ± 1,64 ^c
a*	2,73 ± 0,50 ^a	4,61 ± 1,55 ^a	2,21 ± 0,11 ^a	1,70 ± 0,17 ^a	2,20 ± 0,57 ^a
b*	28,34 ± 0,41 ^{ab}	28,88 ± 0,93 ^a	25,15 ± 0,27 ^b	25,69 ± 0,42 ^{ab}	26,81 ± 1,31 ^{ab}

Los valores representan (promedio ± SEM) y con diferentes sub índices en fila (p<0,05)

4.2 De la evaluación sensorial

La evaluación sensorial permite la medición de los atributos de un alimento por los sentidos, determina la existencia de aspectos desagradables, defectos de olor o sabor y que perjudican el consumo de un producto, aunque desde el punto de vista nutricional tengan un aporte óptimo de nutrientes y poseen adecuada calidad sanitaria y estética, por esta razón se planteó la evaluación sensorial del atributo aroma en las galletas con té verde, BHT y control, para ello se utilizó una escala hedónica de 6 puntos (menor calificación galletas con olor a rancio y la mayor calificación galletas recién salidas del horno).

Según el Cuadro 9 en el día cero no presenta diferencia estadística entre los tratamientos (A-XXXIII), el calificativo para todas las galletas fluctúa

entre 5,7 a 5,9, este puntaje representa “olor característico de galletas recién salida del horno”. MILDNER *et al.* (2009), indican que el desarrollo de las características de aroma está conectado con la formación de compuestos furánicos volátiles, hidroximetil fufural, que generan la reacción de Maillard o caramelización y son consideradas como productos intermedios del proceso de pardeamiento.

Entre los días cero y diez, no se encontró diferencia estadística significativa (A-XXXIV, A-XXXV) entre los tratamientos logrando un calificativo de “olor dulce asociado con azúcar”, ya se comienza a marcar diferencia en comparación a la galleta de crema recién horneada, esto puede deberse a la temperatura de almacenamiento a 60°C que en sólo diez días comienza a marcar diferencia. MEDINA (1997), indica que la reacción de oxidación no sólo afecta el olor y sabor del alimento sino además su calidad nutricional, además la oxidación de las grasas y aceites es un proceso irreversible porque no se puede impedir, sólo se puede retardar formando ciertas medidas durante el procesamiento y el uso de antioxidantes.

A los 15 y 20 días de almacenamiento los calificativos disminuyeron logrando puntajes de 2,7 – 1,6 “olor a leche guardada y rancio”, para todos los tratamientos, sin embargo en cada evaluación no se encontró diferencia significativa (A-XXXVI, A-XXXVIII).

Cuadro 9. Resultados de la evaluación sensorial del atributo aroma durante el almacenamiento de galletas tratadas con té verde, BHT y control

	Tratamiento	Días de almacenamiento				
		0	5	10	15	20
T1	Control	5,8	5,1	5	2,7	1,7
T2	BHT	5,8	5,0	4,9	2,6	1,7
T3	Té 0,1%	5,7	4,9	4,8	2,7	1,6
T4	Té 0,5%	5,9	5,1	5,2	2,6	1,7
T5	Té 1%	5,7	5,1	5,2	2,7	1,7

Según FOGAR y ALEJANDRA (2000), los hidroperóxidos productos primarios de la oxidación lipídica son relativamente inestables e intervienen en numerosas y complejas reacciones de ruptura que interactúan con compuestos de distintos pesos moleculares capaces de producir aromas desagradables.

Según IZZREEN y MORIHAM (2011), durante la oxidación ocurren cambios como producto de la oxidación lipídica, esto generalmente es debido a la degradación de ácidos grasos poliinsaturados en la producción de compuestos secundarios induciendo compuestos carbonilos que afectan el desarrollo del aroma.

Para poder determinar realmente el tiempo en la cual las galletas de crema mantienen sus características de aroma durante el almacenamiento, se realizó el cálculo de los componentes principales. Tal como se presenta en la Figura 13.

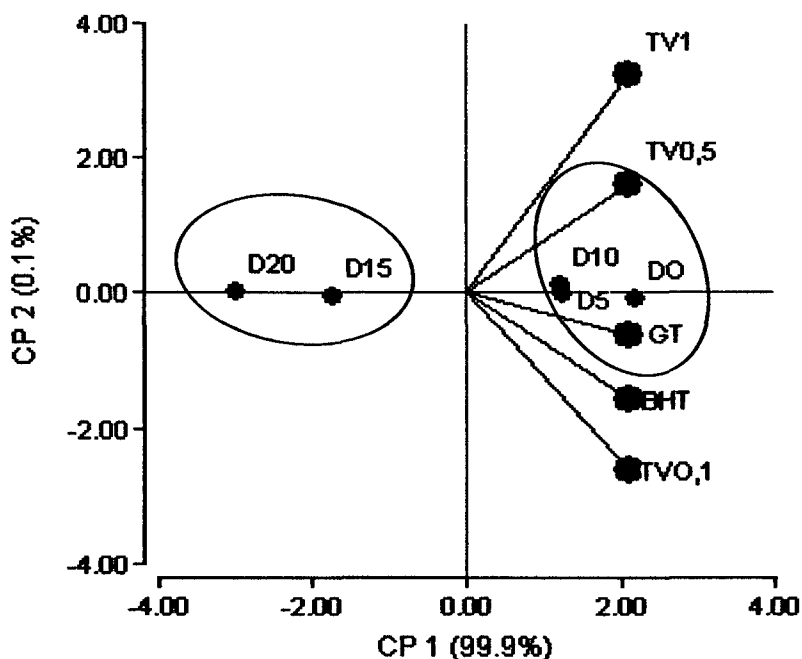


Figura 13. Representación del análisis de autovectores del análisis sensorial en galletas de crema.

De la Figura 13, el análisis de los componentes principales que se analizó considerando los días de almacenamiento de las galletas de crema tratadas con conservante natural y sintético, según el análisis de autovectores CP1 todos los tratamientos (antioxidante natural y sintético) en las variables representan el 99,9% de variabilidad total. Según el análisis de conglomerados se encuentran que las fechas de evaluación 0, 5, 10 días están muy asociados a los tratamientos con té verde y antioxidante sintético BHT y el que no recibió tratamiento alguno dio un calificativo de galletas recién horneadas, el segundo grupo fue formado por D15 y D20 y estas ya no están obedeciendo el efecto de los tratamientos, esto permite aducir que a partir de los 15 días para adelante

las galletas de crema comienzan a presentar olores con el calificativo de “leche guardada” o “grasa rancia”.

Según CALLIGARIS *et al.* (2006), las reacciones de oxidación de los productos de panadería suceden durante el almacenamiento y afectan la calidad y la vida útil de los productos de baguetería.

MILDNER *et al.* (2009) demostraron que después de 16 días, el aroma propio de productos de panadería decrece en 85% consecuentemente a los 20 días decrece en 92% comparando la evaluación sensorial con el análisis químico.

V. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- La galleta de crema con menor índice de peróxido almacenada por 20 días a 60°C fue la tratada con 1% de té verde ($4,31 \pm 0,04$ MeqO₂/Kg), valor menor que el tratado con BHT 0,02% ($5,98 \pm 0,12$ MeqO₂/Kg)
- El menor valor de p-anisidina fue en galletas tratadas con té verde al 1% donde se obtuvo a los 0 días $1,23 \pm 0,01$ y a los 20 días $1,96 \pm 0,04$.
- El menor valor de oxidación total Totox en galletas de crema fue con té verde 1% ($6,39 \pm 0,15$), menor al tratado con BHT 0,02% ($8,90 \pm 0,16$).
- En galleta de crema tratada con 1% de té verde se logró el menor valor de TBA ($0,83 \pm 0,05$ a $3,83 \pm 0,033$ mg aldehído malónico/kg muestra) en 20 días de almacenamiento a 60°C.
- En el día 0 la galleta de crema tratada con té verde 0,1% presentó mayor luminosidad y a los 20 días de almacenamiento todos los tratamientos perdieron luminosidad.
- El análisis de componentes principales del aroma en el día cero fue calificado como "olor a galleta recién salida del horno", a los diez días "olor dulce asociado con azúcar" y entre 15 y 20 días "olor a leche guardada y rancio" en todos los tratamientos.

VI. RECOMENDACIONES

- **Estudiar sistemas de empacado en galletas de crema para evitar la oxidación de lípidos.**
- **Utilizar té verde entre 0,5 a 1% como antioxidante natural en galletas de crema y otros productos de panadería.**
- **Ampliar la investigación haciendo estudios sobre la cinética de oxidación de galletas de crema con té verde.**
- **Realizar estudios sobre té verde aplicados en diferentes sistemas alimentarios.**
- **Promover el consumo de alimentos que contengan antioxidantes naturales y así evitar diversas enfermedades producidas por los antioxidantes sintéticos.**
- **Estudiar la oxidación lipídica de las galletas de crema con té verde a temperatura ambiente y a diferentes temperaturas.**

ABSTRACT

This research work was developed at the Research Center for biotechnology development in the Amazon (CIDBAM - FEW). The objectives were to evaluate the effect of the addition of green tea and BHT on the oxidative stability of lipids in cream biscuits by analysis of peroxide, p-anisidine, totox value, TBA, color and aroma. The cookies were made with green tea (0.01% TV, TV 0.5% TV 1%) and BHT (0.02%), then were stored at 60 ° C/20 days. The results were analyzed with the statistical model completely randomized design (CRD) and used the Tukey test ($p < 0.05$) to define the ordering among treatments. At the end of storage is determined that the cookies made with TV 1%, showed better results peroxide 4.31 ± 0.04 Meq O₂/kg, p-anisidine 1.96 ± 0.04 , 6.39 totox value ± 0.15 , 3.83 ± 0.033 mg TBA malonic aldehyde / kg sample, also found that all the cookies lost luminosity. The flavor attribute was assessed using the balanced incomplete block design, using multivariate analysis with components, which resulted in 0 days, 10 days, 15 days and 20 days, "smell of freshly baked cookies," " sweet smell associated with sugar", "smell of stored milk" and "smell of rancid fat", respectively.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- AZTI, T. 2007. Mundo Alimentario [En línea]: España. (<http://www.mundoalimentario.com>).
- ABRAMOVIC, H.; ABRAM, V. 2009. Physico-Chemical Properties, composition and oxidative stability of *Camellia sativa* Oil. of food Science and Teechnology. Biotechnical. 43(1). 63-70.
- AHMAD, N.; FEYES, D.; NIEMINEN, A. ; AGARWAL, R. 1997. Green tea constituent epigallocatechin-3-gallate and induction of apoptosis and cell cycle arrest in human carcinoma cells. J. Nat. Cancer Inst. 89 (24): 1881-1886.
- BADUI, S. 1988. Diccionario de Tecnología de los alimentos. Ed Alhambra.
- BADUI. 1990. Química de los alimentos. Ed Alambra. México. 430 p.
- BALTES, W. 2007. Química de los alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza. España. 466p.
- BERKZ, Z. 1990. Introducción a la bioquímica de los alimentos. Ed El Manual Moderno. CV. México. 358p.
- BERNAL, M.; MENDOCA, C.; MANCINI, F. 2003. Estabilidad oxidativa de huevos enriquecidos con ácidos grasos poliinsaturados omega 3, frente a antioxidantes naturales. Journal of Pharmaceutical Sciences. 39(4):435-432.

- BRAVERMAN, J. 1967. Introducción a la bioquímica. Ed omega. Barcelona. España. 264-267p.**
- CALZADA, J. 1970. Métodos Estadísticos. Ed. Jurídica S.A. Lima. Perú. 640 p.**
- CALLIGANS, S.; MANZOCCO, L.; KRAVINA, G.; NICOLI, M. 2006. Shelf-life modeling of bakery products by using oxidation. 97.**
- CAO, Y.; CAO, R. 2000. Angiogenesis inhibited by drinking tea. Nature. 398: 381.**
- CHACON, A. 2009. Características químicas, físicas y sensoriales de un queso de cabra adaptado del tipo "crotin de chavignol". Agronomía mesoamericana. 20(2):297-309.**
- COCHRAN, W.; COX, G. 1991. Diseños experimentales. Ed Trillas. México. 661 p.**
- CORI, M.; PACHECO, E. 2004. Efecto de la suplementación de galletas dulces tipo oblea con harina desgrasada de girasol sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales. Rev. Fac. Agr. 30:109-122.**
- DANG, N. 2009. Application of green tea extract to biscuit cream. Danang University of Technology. Vietnam. SPISE 95-103.**
- DOMINIC, W.; WONG, S. 1995. Química de los alimentos. Mecanismos y teoría. Ed Acribia. Zaragoza. España. 476p.**
- DUNCAN, J. 1983. Tecnología de la industria galletera. Ed. Acribia. Zaragoza. España. 483 p.**
- FOGAR, R.; ALEJANDRA, I. 2000. Desarrollo de ecuaciones cinéticas para la oxidación lipídica de emulsiones cárnicas cocidas a diferentes temperaturas. Facultad de industrias-UNNE. Chaco. Argentina.**

- GROMPONE, M. 1990. El índice de anisidina como medida del deterioro latente de un material graso. CSIC. Uruguay.
- HUANG, SW.; FRANKEL, EN.; GERMAN, JB., 1999. Antioxidant activity of α - and γ -tocopherols in bulk oils and oil-in-water emulsions. *J. Agric Food Chem* 42: 2108.
- INDECOPI. 1992. Galletas - Requisitos. Norma Nacional 206 - 001. Perú.
- ISMAIL, A.; LYE, C. 2006. Antioxidative effects of extracts of Cocoa Shell, Roselle Seeds and a combination of Both Extracts on the Susceptibility of Cooked Beef to lipid oxidation. *Juornal of food Technology*. 4(1):10-15.
- IZZREEN, I.; MORIHAM, A. 2011. Evaluation of the antioxidant potencial of some Malaysian herbal aqueous extracts as compared whit synthetic antioxidants and ascorbic acid in cakes. *Food Science and Technology*. Selangor. Malaysia. 18: 583-587.
- KATIYAR, S.; MUKHTAR, H. 1997. Tea antioxidants in cancer chemoprevention. *J. Cell. Biochem. Suppl*. 27: 59-67.
- KURODA, Y.; HARA, Y. 1999. Antimutagenic and anticarcinogenic activity of tea polyphenols. *Mutation Res*. 463: 69-97.
- LAVELLI, V.; VANTAGGI, V.; COREY, M.; KERR, W. 2010. Formulation of a dry green tea-apple product: study on antioxidant and color stability. *Food Chemistry*. Vol. 75. N°2. C 190.
- MARTÍNEZ, M. 2000. Significado nutricional de los compuestos fenólicos en la dieta. Vol.50.N°15-15P.
- MEDINA, L. 1997. Protección de los aceites con antioxidantes naturales. *SOYANOTICIAS*. Octubre – Diciembre: 6-10.

- MELCHOR, S. 2004. Procesamiento tecnológico para la obtención de té verde (*Camellia Sinensis*). Determinación de su actividad antioxidante y cuantificación de flavonoides por HPLC. Tesis Ing. en Industrias Alimentarias. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- MENESES, V. 1994. Sustitución de harina de trigo (*triticum aestivum*) por harina de frijol ñuña (*phaseolus vulgaris* L.) en la elaboración de galletas dulces utilizando los métodos de homeado convencional y microondas. Tesis Ingeniero en Industrias Alimentarias. UNALM. Lima. Perú.
- MILDNER, S.; ZAWIRSKA, R.; OBUCHOWSKI, W.; GOŚLIŃSKI, M. 2009. Evaluation of antioxidant activity of green tea extract and its effect on the biscuits lipid fraction oxidative stability. J. of Food Science. 74(8):S362-70.
- MITSCHER, L.1997. Chemoprotection: a review of the potential therapeutic antioxidant properties of green tea (*Camellia sinensis*) and certain of its constituents. American Chemical Society, of the University Kansas.
- MORALES, A.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, B.; JIMÉNEZ-SALAS, Z. 2002. Tendencias en la producción de alimentos: alimentos funcionales. México: Revista Salud Pública y Nutrición de la Universidad Autónoma de Nueva León, 3 (3).
- MORATA, 2010. Estudio de la capacidad antioxidante de la borraja. Universidad politécnica de Catalunya.
- MURRAY, M. 1995. El poder curativo de las hierbas. 2^a Ed. Publicación Prima. Rocklin. CA.

- OZILGEN, S.; OZILGEN, M. (1990). Kinetic Model of Lipid Oxidation in Foods. *Journal of Food Science*. Vol 55. N°2. 50.
- PEARSON, R.; KIRK, R.; SAWYER, H. 1999. Composición y análisis de alimentos. 2° edición. Ed. Continental de CV. México.
- PERIRA DE ABREU, D.; PASEIRO P.; MARATO, J.; CRUZ, J. 2010. Evaluation of the effectiveness of a new active packaging film containing natural antioxidants (from barley hunks) that retard lipid damage in frozen Atlantic Salmon (*Salmon salr l.*). *Journal of food research international*.43: 1277-1282.
- ROMERO, A.; DOVAL, M.; STURIA, M.; FOGAR, R., JUDIS, M. 2004. Estimación de los parámetros cinéticos para la oxidación lipídica con brotes se soja. *Comunicaciones científicas y Tecnológicas*. E-076.
- SHAHIDI, F.; WANASUNDRA, U. (2002). Methods for measuring oxidative rancidity in fats and oils. *Food lipids, chemistry, nutrition and biotechnology*. 2nd ed. New York: Marcel dekker. P 465-87.
- SIES, H.1997. Antioxidants in disease mechanisms and therapy. Vol.38.USA. Academia Press Inc.293.
- SING, H.; RAVINDRANATH, S.; SING, C. 1999. Analyses of tea shoot catechin: spectrophotometric quantification and selective visualization on two-dimensional paper chromatograms using diazotized sulfanilamide. *J. Agric. Foodchem*. 47: 1041-1045.
- UCHENNA, J.; AHMED, S.; KAVALIER, A.; JAMES, T.; KEMMELLY, E. 2010. White and green teas (*camellia sinensis* var. *sinensis*): Variation in

Phenolic, Methylxanthine, and Antioxidant profiles. *Journal of food Science*. Vol 75.N°6 C541-C548.

WANG, L.; KIM, D.; LEE C. 2000. Efectos de almacenamiento y procesamiento de calor sobre flavonoles y cualidades sensoriales de bebidas de té verde. *J. Agric. Food. Chem.* 48: 4227-4232.

ZUCCARELLI, T.; WALDO, J.; BERNARDETTE, H.; HERMANN, S. 1984. Estudio bromatológico de dos tipos de galletas con cobertura grasa. *Revista Chilena de Nutrición*. Vol.12 N° 3.Diciembre. pp. 208-211.

ANEXO

A-I Modelo de cartilla para la evaluación sensorial**Cartilla de la evaluación sensorial**

Nombre.....

Fecha y hora.....Muestra: **Galleta**

Señor panelista se presenta a usted una cartilla para la evaluación sensorial del atributo aroma de galletas, de acuerdo a su apreciación marque con una X, según la escala que crea conveniente.

ESCALA	Código de las muestras	
Olor grasa rancia		
Olor característico a leche guardada		
Olor a fruta natural		
Olor característico a malta		
Olor dulce asociado con azúcar		
Olor característico de galletas recién salidas del horno		

Observaciones:.....

.....

.....

A-II Distribución de las muestras por panelistas.

La distribución de las muestras se realizó siguiendo el ordenamiento presentado en la tabla del diseño bloque incompleto balanceado, dicho ordenamiento se presenta en el siguiente cuadro.

Panelistas	Muestra				
	A1	B2	C3	D4	E5
1	X	X			
2			X	X	
3		X			X
4	X		X		
5				X	X
6	X			X	
7		X	X		
8			X		X
9	X				X
10		X		X	

A1= sin antioxidante B2=BHA C3= 0,1% antioxidante té verde D4= 0,5% antioxidante té verde E5= 1% antioxidante té verde.

A-III Análisis de varianza del contenido de peróxido, en galletas sin antioxidante almacenadas a 60°C / 20 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig.
Tiempo	5	388,58	77,72	109,14	**
Error experimental	12	8,55	0,71	-----	-----
Total	17	397,12	-----	-----	-----
R² = 0,98		CV = 13,88	MSE = 0,84	Media = 6,08	

A-IV Análisis de varianza del contenido de peróxido, en galletas tratadas con BHT 0,02% almacenadas a 60°C / 20 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig.
Tiempo	5	53,95	10,79	156,33	**
Error experimental	12	0,83	0,07	-----	-----
Total	17	54,78	-----	-----	-----
R² = 0,98		CV = 8,86	MSE = 0,26	Media = 2,97	

A-V Análisis de varianza del contenido de peróxido, en galletas tratadas con te verde 0,1% almacenadas a 60°C / 20 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig.
Tiempo	5	63,25	12,65	1169,97	**
Error experimental	12	0,13	0,01	-----	-----
Total	17	63,38	-----	-----	-----
R² = 0,99		CV = 3,37	MSE = 0,10	Media = 3,08	

A-VI Análisis de varianza del contenido de peróxido, en galletas tratadas con te verde 0,5% almacenadas a 60°C / 20 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig.
Tiempo	5	41,02	8,20	153,53	**
Error experimental	12	0,64	0,05	—	—
Total	17	41,66	—	—	—
$R^2 = 0,98$ $CV = 8,89$ $MSE = 0,23$ $Media = 2,59$					

A-VII Análisis de varianza del contenido de peróxido, en galletas tratadas con te verde 1 % almacenadas a 60°C / 20 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig.
Tiempo	5	28,63	5,77	1456,30	**
Error experimental	12	0,05	0,003	—	—
Total	17	28,68	—	—	—
$R^2 = 0,99$ $CV = 3,25$ $MSE = 0,06$ $Media = 1,93$					

A-VIII Análisis de varianza del valor de peróxido, comparando todos los tratamientos, almacenadas a 60°C / 20 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig.
Tiempo	4	251,20	62,8	170,41	**
Error experimental	10	3,69	0,37	—	—
Total	14	254,89	—	—	—
$R^2 = 0,98$ $CV = 8,03$ $MSE = 0,61$ $Media = 7,55$					

A-IX Análisis de varianza del valor de anisidina, en galletas sin antioxidante almacenadas a 60°C / 20 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig.
Tiempo	5	20,72	4,14	69,43	**
Error experimental	12	0,72	0,06	—	—
Total	17	21,44	—	—	—
$R^2 = 0,97$		$CV = 9,57$	$MSE = 0,24$	$Media = 2,5$	

A-X Análisis de varianza del valor de anisidina, en galletas tratadas con BHT 0,02% almacenadas a 60°C / 20 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig.
Tiempo	5	11,82	2,36	63,25	**
Error experimental	12	0,45	0,04	—	—
Total	17	12,27	—	—	—
$R^2 = 0,96$		$CV = 11,06$	$MSE = 0,19$	$Media = 1,75$	

A-XI Análisis de varianza del valor de anisidina, en galletas tratadas con te verde 0,1% almacenadas a 60°C / 20 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig.
Tiempo	5	10,67	2,13	47,09	**
Error experimental	12	0,54	0,05	—	—
Total	17	11,22	—	—	—
$R^2 = 0,95$		$CV = 13,04$	$MSE = 0,21$	$Media = 1,63$	

A-XII Análisis de varianza del valor de anisidina, en galletas tratadas con te verde 0,5% almacenadas a 60°C / 20 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig.
Tiempo	5	10,88	2,18	73,78	**
Error experimental	12	0,35	0,03	_____	_____
Total	17	11,24	_____	_____	_____
$R^2 = 0,97$ $CV = 10,03$ $MSE = 0,17$ $Media = 1,71$					

A-XIII Análisis de varianza del valor de anisidina, en galletas tratadas con te verde 1 % almacenadas a 60°C / 20 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig.
Tiempo	5	2,41	0,48	18,09	**
Error experimental	12	0,32	0,03	_____	_____
Total	17	2,72	_____	_____	_____
$R^2 = 0,88$ $CV = 13,04$ $MSE = 0,16$ $Media = 1,25$					

A-XIV Análisis de varianza del valor de anisidina, comparando todos los tratamientos, almacenadas a 60°C / 20 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig.
Tiempo	4	4,88	1,22	53,30	**
Error experimental	10	0,23	0,02	_____	_____
Total	14	74,76	_____	_____	_____
$R^2 = 0,96$ $CV = 5,22$ $MSE = 0,15$ $Media = 2,90$					

A-XV Análisis de varianza de Totox, en galletas sin antioxidante almacenadas a 60°C / 20 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig.
Tiempo	5	548,27	109,65	151,07	**
Error experimental	12	8,71	0,73	—	—
Total	17	556,98	—	—	—
$R^2 = 0,98$ $CV = 9,85$ $MSE = 0,85$ $Media = 8,65$					

A-XVI Análisis de varianza de Totox, en galletas tratadas con BHT 0,02% almacenadas a 60°C / 20 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig.
Tiempo	5	113,19	22,64	83,39	**
Error experimental	12	3,26	0,27	—	—
Total	17	116,45	—	—	—
$R^2 = 0,97$ $CV = 11,11$ $MSE = 0,52$ $Media = 4,69$					

A-XVII Análisis de varianza de Totox, en galletas tratadas con te verde 0,1% almacenadas a 60°C / 20 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig.
Tiempo	5	117,35	23,47	222,17	**
Error experimental	12	1,27	0,11	—	—
Total	17	118,62	—	—	—
$R^2 = 0,99$ $CV = 6,89$ $MSE = 0,33$ $Media = 4,72$					

A-XVIII Análisis de varianza de Totox, en galletas tratadas con te verde 0,5% almacenadas a 60°C / 20 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig.
Tiempo	5	87,13	17,43	7,01	**
Error experimental	12	29,85	2,49	—	—
Total	17	116,98	—	—	—
$R^2 = 0,74$		$CV = 33,57$	$MSE = 1,58$	$Media = 4,70$	

A-IXX Análisis de varianza de Totox, en galletas tratadas con te verde 1 % almacenadas a 60°C / 20 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig.
Tiempo	5	41,68	8,36	3,77	0,028
Error experimental	12	26,53	2,21	—	—
Total	17	68,21	—	—	—
$R^2 = 0,61$		$CV = 41,21$	$MSE = 1,49$	$Media = 3,61$	

A-XX Análisis de varianza del valor de Totox, comparando todos los tratamientos, almacenadas a 60°C / 20 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig.
Tiempo	4	312,99	78,25	161,90	**
Error experimental	10	4,83	0,48	—	—
Total	14	317,82	—	—	—
$R^2 = 0,98$		$CV = 6,64$	$MSE = 0,70$	$Media = 10,45$	

A-XXI Análisis de varianza de TBA, en galletas sin antioxidante almacenadas a 60°C / 20 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig.
Tiempo	5	106,62	21,32	827,10	**
Error experimental	12	0,31	0,03	—	—
Total	17	106,93	—	—	—
$R^2 = 0,99$ $CV = 4,77$ $MSE = 0,16$ $Media = 3,37$					

A-XXII Análisis de varianza de TBA, en galletas tratadas con BHT 0,02% almacenadas a 60°C / 20 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig.
Tiempo	5	57,51	11,50	1786,78	**
Error experimental	12	0,08	0,01	—	—
Total	17	57,59	—	—	—
$R^2 = 0,10$ $CV = 2,95$ $MSE = 0,08$ $Media = 2,72$					

A-XXIII Análisis de varianza de TBA, en galletas tratadas con te verde 0,1% almacenadas a 60°C / 20 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig.
Tiempo	5	63,48	12,70	1160,48	**
Error experimental	12	0,13	0,01	—	—
Total	17	63,62	—	—	—
$R^2 = 0,10$ $CV = 4,09$ $MSE = 0,10$ $Media = 2,56$					

**A-XXIV Análisis de varianza de TBA, en galletas tratadas con te verde
0,5% almacenadas a 60°C / 20 días.**

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig.
Tiempo	5	56,65	11,33	596,62	**
Error experimental	12	0,23	0,02	_____	_____
Total	17	56,88	_____	_____	_____
R² = 0,10		CV = 5,88	MSE = 0,14	Media = 2,34	

**A-XXV Análisis de varianza de TBA, en galletas tratadas con te verde 1 %
almacenadas a 60°C / 20 días.**

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig.
Tiempo	5	47,28	9,46	1633,20	**
Error experimental	12	0,07	0,01	_____	_____
Total	17	47,35	_____	_____	_____
R² = 0,10		CV = 3,46	MSE = 0,08	Media = 2,20	

**A-XXVI Análisis de varianza del valor de TBA, comparando todos los
tratamientos, almacenadas a 60°C / 20 días.**

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig.
Tiempo	4	5,97	1,49	75,5	**
Error experimental	10	0,20	0,02	_____	_____
Total	14	6,17	_____	_____	_____
R² = 0,97		CV = 2,60	MSE = 0,14	Media = 5,41	

A-XXVII Análisis de varianza de la luminosidad a los 0 días en galletas tratadas con te verde, BHT y sin antioxidantes almacenadas a 60°C / 20 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig.
Tiempo	4	31,98	7,99	31,91	**
Error experimental	10	2,51	0,25	—	—
Total	14	34,49	—	—	—
$R^2 = 0,93$ $CV = 0,97$ $MSE = 0,50$ $Media = 51,61$					

A-XXVIII Análisis de varianza de la luminosidad, a los 20 días en galletas tratadas con te verde, BHT y sin antioxidantes almacenadas a 60°C / 20 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig.
Tiempo	4	425,06	106,26	29,94	**
Error experimental	10	35,49	3,55	—	—
Total	14	460,54	—	—	—
$R^2 = 0,92$ $CV = 4,47$ $MSE = 1,88$ $Media = 42,07$					

A-XXIX Análisis de varianza del a, a los 0 días en galletas tratadas con te verde, BHT y sin antioxidantes almacenadas a 60°C / 20 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig.
Tiempo	4	1,82	0,46	0,55	**
Error experimental	10	8,24	0,82	—	—
Total	14	10,07	—	—	—
$R^2 = 0,18$ $CV = 42,67$ $MSE = 0,91$ $Media = 2,13$					

A-XXX Análisis de varianza del a, a los 20 días en galletas tratadas con te verde, BHT y sin antioxidantes almacenadas a 60°C / 20 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig.
Tiempo	4	15,39	3,85	2,13	**
Error experimental	10	18,04	1,80	—	—
Total	14	33,43	—	—	—
R ² = 0,46 CV = 49,923 MSE = 1,34 Media = 2,69					

A-XXXI Análisis de varianza del b, a los 0 días en galletas tratadas con te verde, BHT y sin antioxidantes almacenadas a 60°C / 20 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig.
Tiempo	4	49,47	12,36	7,47	**
Error experimental	10	16,55	1,66	—	—
Total	14	66,02	—	—	—
R ² = 0,75 CV = 4,35 MSE = 1,29 Media = 29,55					

A-XXXII Análisis de varianza del b, a los 20 días en galletas tratadas con te verde, BHT y sin antioxidantes almacenadas a 60°C / 20 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig.
Tiempo	4	31,60	7,90	4,38	**
Error experimental	10	18,03	1,80	—	—
Total	14	49,63	—	—	—
R ² = 0,64 CV = 4,98 MSE = 1,34 Media = 26,97					

A-XXXIII. Análisis de varianza de la evaluación sensorial durante el almacenamiento de galletas tratadas con té verde a los 0 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig
Grupos	3	0.15			
Tratamientos no ajustados	4	1			
Bloque ajustado	6	1.9			
Error intrabloque	6	0.85	0.14	0.1125	NS
Total	19	3.9	0.21		
Tratamiento ajustado	4		0.336	0.118	
Error ntrabloque			0.95		
Ftab (6, 6, 5%) = 4.28		Ftab (6, 6, 1%) = 8.47			

A-XXXIV. Análisis de varianza de la evaluación sensorial durante el almacenamiento de galletas tratadas con té verde a los 5 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig
Grupos	3	0.8			
Tratamientos no ajustados	4	1.5			
Bloque ajustado	6	1.5			
Error intrabloque	6	7	1.16	0.05	NS
Total	19	10.8	0.57		
Tratamiento ajustado			2.78	0.079	
Error ntrabloque			0.63		
Ftab (6, 6, 5%) = 4.28		Ftab (6, 6, 1%) = 8.47			

A-XXXV. Análisis de varianza de la evaluación sensorial durante el almacenamiento de galletas tratadas con té verde a los 10 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig
Grupos	3	6			
Tratamientos no ajustados	4	3.5			
Bloque ajustado	6	3.3			
Error intrabloque	6	9.2	1.53	0.24	NS
Total	19	22	1.16		
Tratamiento ajustado			3.67	0.17	
Error ntrabloque			1.39		
Ftab (6, 6, 5%) = 4.28		Ftab (6, 6, 1%) = 8.47			

A-XXXVI. Análisis de varianza de la evaluación sensorial durante el almacenamiento de galletas tratadas con té verde a los 15 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig
Grupos	3	1.75			
Tratamientos no ajustados	4	0.3			
Bloque ajustado	6	0.4			
Error intrabloque	6	3.85	0.64	0.025	NS
Total	19	6.3	0.33		
Tratamiento ajustado			1.54	0.06	
Error ntrabloque			0.45		
Ftab (6, 6, 5%) = 4.28		Ftab (6, 6, 1%) = 8.47			

**A-XXXVII. Análisis de componentes principales en galletas de crema
utilizando antioxidante natural té verde, antioxidante sintético BHT.**

Autovectores		
Variables	e1	e2
GT	0,45	-0,13
BHT	0,45	-0,33
TV0,1	0,45	-0,55
TV0,5	0,45	0,34
TV0,1	0,45	0,68

Correlación con las variables originales		
Variables	CP1	CP2
GT	1,00	-0,01
BHT	1,00	-0,02
TV0,1	1,00	-0,04
TV0,5	1,00	0,02
TV0,1	1,00	0,05

Correlación cofenética = 1.000

A-XXXVIII. Análisis de varianza de la evaluación sensorial durante el almacenamiento de galletas tratadas con té verde a los 20 días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	Sig
Grupos	3	0.55			
Tratamientos no ajustados	4	0.3			
Bloque ajustado	6	0.4			
Error intrabloque	6	3.85	0.64		NS
Total	19	5.1	0.27		
Tratamiento ajustado					
Error ntrabloque					
Ftab (6, 6, 5%) = 4.28		Ftab (6, 6, 1%) = 8.47			