



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ.

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA.

“Estandarización de los parámetros de color para galletas marías con base en el porcentaje de humedad mediante un análisis estadístico.”

Empresa:

INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN DE PUEBLA S.A. DE C.V.

Asesor Externo:

ING. MARÍA ARACELI CORRO VÁZQUEZ

SUPERVISOR FÍSICO-QUÍMICO GISA

Asesor Interno:

ING. MARGARITA MARCELIN MADRIGAL

Alumno:

JEREZ CASTRO KAREN AIDE

TUXTLA GUTIÉRREZ CHIAPAS A 19 DE DICIEMBRE DEL 2016

Contenido

1.- Introducción

2.- Justificación

3.- Objetivos

3.1.- Generales

3.2.- Específicos

4.- Caracterización del área de trabajo

4.1.- Localización

4.2.- Historia

4.3.- Misión

4.4.- Visión

4.5.- objetivo

5.- Problemas a resolver

6.- Fundamento teórico

6.1.- Historia de la galleta "Marías"

6.2.- Materias primas

6.2.1.- Harina

6.2.2.- Jarabe

6.2.3.- Grasa

6.2.4.- Agua

6.2.5.- Bicarbonatos

6.2.5.1.- Bicarbonato sódico

6.2.5.1.- Bicarbonato amónico

6.2.6.- Bisulfito de sodio

6.2.7.- Sal

6.2.8.- Lecitina de soya

6.2.9.- Saborizantes y potenciadores de sabor

6.3.- Color

6.3.1.- El iluminante

- 6.3.2.- El espectro del color
- 6.3.3.- El observador
- 6.3.4.- El entorno
- 6.3.5.- Medición del color
- 6.3.6.- Escalas de medición de color
 - 6.3.6.1.- Sistema Munsell
 - 6.3.6.2.- Sistema Hunter
 - 6.3.6.3.- Sistemas CIE
 - 6.3.6.4.- Técnicas de medición del color
 - 6.3.6.4.1- Visión digital
 - 6.3.6.4.2.- Colorímetros
 - 6.3.6.4.3- Espectrofotómetro
 - 6.3.6.4.4.- Cartas de color
- 6.4.- El colorante en los alimentos
- 6.5.- Horno de convección
 - 6.5.1.- Horno de túnel
- 6.6.- Amasadoras

7.- Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

- 7.1.- Recolección de muestras
- 7.2.- Dimensiones
- 7.3.- Color
- 7.4.- Humedad

8.- Resultados

- 8.1.- Dimensiones
- 8.2.- Color
- 8.3.- Humedad

9.- Conclusiones

10.- Referencias Bibliográficas

1. Introducción

En la industria alimentaria se toman en cuenta aspectos como el contenido de humedad y características sensoriales como el color, estos son parámetros de calidad muy importante ya que los consumidores manifiestan una fuerte preferencia por aquellos productos de apariencia atractiva.

Siendo el color uno de los parámetros de calidad más importante de un alimento, ejerciendo una gran influencia al elegir el mismo, pero también es un parámetro de control para la fabricación.

La industria GALLETERA ITALIANA S.A de C.V (GISA) maneja rangos de humedad en los diferentes tipos de galleta producidas, además se pretende buscar el rango de color óptimo para tener un mejor control con el producto final.

En este proyecto se pretende establecer la relación del color en cuanto a la variación de humedad en las galletas marías de la línea 2 del grupo industrial "LA ITALIANA", esto permitirá obtener un rango de color aceptable tanto en parámetros de calidad, como a la vista de los consumidores, por ello se pretende encontrar el rango de color óptimo para tener un mejor control en el producto final

Se ah comprobado que cuando el color de un alimento cambia sin haber cambios en su forma, aroma u otros atributos de textura, se obtienen una respuesta de rechazo por parte de los consumidores (Badui, 2006).

2. Justificación

Este proyecto busca establecer la relación del color final de la galleta con respecto a la humedad de la misma en las galletas marías que se producen en la línea 2.

Actualmente por el aumento de las expectativas impuestas en los alimentos en cuanto a normas de calidad y seguridad, surge la necesidad de determinar la calidad precisa, rápida y objetiva, por ello se pretende ver si hay variación en el color en cuanto a la humedad en la galleta, sin que este afecte sus características sensoriales como, su color, olor, sabor, aspecto y consistencia del producto.

La importancia del color como una característica de valoración física y de calidad en los alimentos hace necesario disponer de métodos objetivos de medición que permitan la obtención de valores comparables y reproducibles. Por ello se pretende establecer un rango de color, para que las galletas obtengan un color uniforme, por lo que se ha encontrado que al controlar la humedad se puede obtener el color adecuado o atractivo para el consumidor, ya que hay que tomar en cuenta que el color final influye mucho a la hora de su selección y esta puede provocar que tenga menor demanda en el mercado.

Se analizará que parámetros pueden influir en el color de la galleta como son la humedad, tiempo de horneado, contenido de azúcar, contenido de grasa, contenido de agua en la mezcla, calidad de la harina y la temperatura de horneado.

De acuerdo a los parámetros que influyen en el color, encontrar las condiciones óptimas para obtener el color adecuado en la producción, utilizando como herramienta un análisis estadístico.

3.- Objetivos

3.1 Objetivo General:

Establecer la relación entre los parámetros físicos de humedad y color en la galleta María

3.2 Objetivos Específicos:

Establecer el rango de color existente en la galleta

Determinar los parámetros que influyen en el color

Determinar los rangos óptimos de color en la galleta María

Establecer la relación de humedad del producto

Determinar la humedad y color de la galleta

Determinar si existe relación entre los parámetros de humedad y color

4. Caracterización del área de trabajo

4.1 Localización

Este proyecto se llevó a cabo en el GRUPO INDUSTRIAL, “LA ITALIANA”, en el laboratorio de calidad de la planta GISA, ubicada en 28 Poniente, Colonia Santa Anita N°1104, en la ciudad de Puebla, Puebla. (Figura 3)

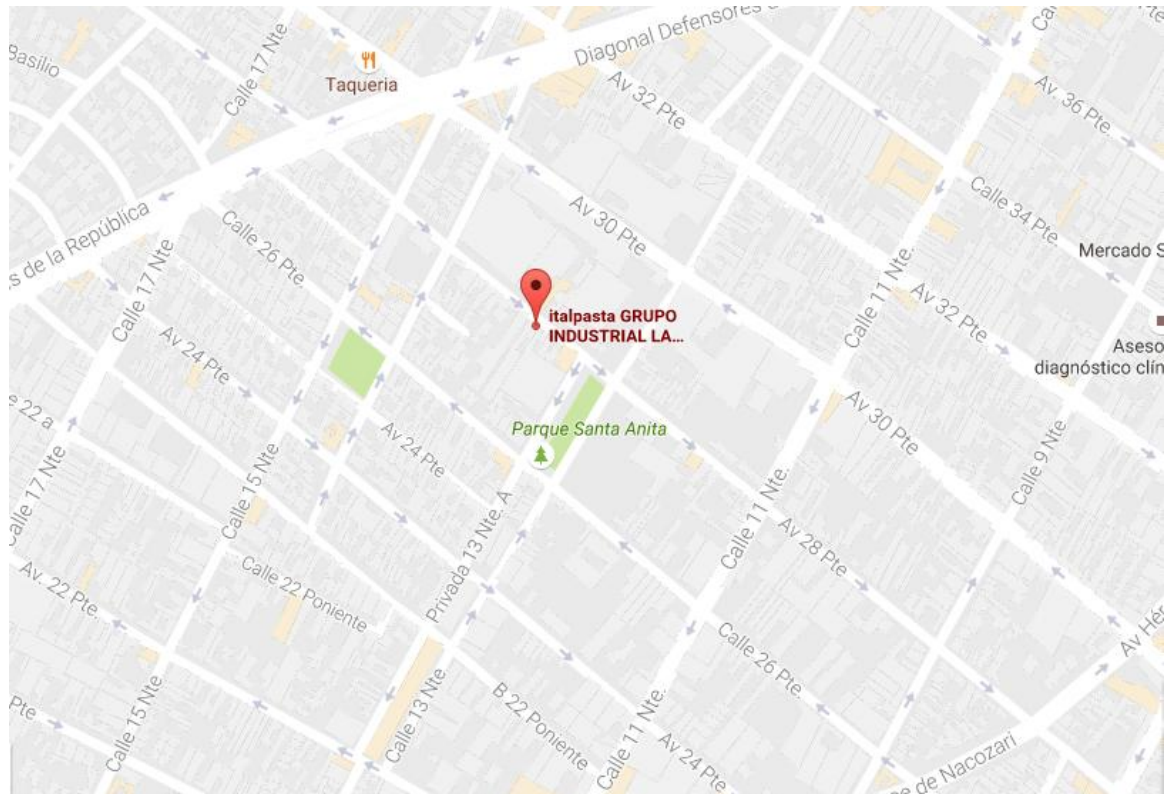


Figura 3: Mapa de la localización del GRUPO INDUSTRIAL “LA ITALIANA”

4.2 Historia

GRUPO INDUSTRIAL LA ITALIANA inicia con una pequeña fábrica fundada en la ciudad de Puebla, México, en el año de 1920, por una familia de inmigrantes italianos, ofreciendo en cada uno de sus productos los secretos de la tradición europea para la elaboración de pastas.

Pensando siempre en satisfacer las necesidades y gustos de sus consumidores, utiliza tecnología de punta en los procesos industriales, dando como resultado la preferencia de la marca a nivel nacional e internacional.

Gracias al éxito de “LA ITALIANA, FABRICA DE PASTAS” se logra la fundación de otras compañías que actualmente forman parte del grupo: MOLINO HARINERO SAN BLAS®, GALLETAS GISA®, ITALGRANI® y TRANSPORTES ALIANO.

Actualmente cuenta con una gran capacidad productiva, instalada en extensas superficies de terreno en los estados de Puebla y Guanajuato.

GRUPO INDUSTRIAL LA ITALIANA distribuye sus productos a lo largo y ancho del país, exportando también a mercados internacionales; generando más de 2,000 empleos permanentes.

4.3 Misión

Somos una empresa que desde sus inicios ha elaborado productos de excelente calidad a precios competitivos, manteniendo la tradición de prestigio, innovación y calidad de nuestros productos.

4.4 Visión

Convertirnos en una de las industrias más importantes y reconocidas en el ramo alimenticio buscando la presencia de nuestras marcas en un ambiente globalizado comprometiéndonos con excelencia en nuestro trato con el cliente, empleados y proveedores.

4.5 Objetivo

Mantenerse en la preferencia de los clientes mediante la superación constante en la calidad y servicio, posicionarse a la vanguardia con tecnología de punta y apoyando así al crecimiento del país, como estrategia en la permanencia y crecimiento en el mercado.

5. Problemas a resolver

Este proyecto surge debido a la necesidad que hay para establecer un rango de color aceptable en las diferentes marcas de galletas "MARÍAS" provenientes de la línea 2, del grupo industrial "LA ITALIANA" en referencia a su contenido de humedad y así obtener un color uniforme en todas las hileras de la banda de producción.

Hoy en día el color es un factor muy importante a la vista de los consumidores, ya que manifiestan una fuerte preferencia por aquellos productos de apariencia atractiva y por lo tanto el color es el primer atributo que se juzga de los productos, ya que cada alimento tanto en su forma natural como procesada, presentan un color característico y bien definido mediante el cual el consumidor los identifica.

Por eso se pretende ver cuáles son los factores que afectan principalmente en el color, tanto en su materia prima como en el tipo de horneado al que éstas son sometidas. Un punto clave es el horno de convección que la planta utiliza ya que una sección de este horno es la responsable de dar color a la galleta, aunque este tipo de horno casi crea una temperatura uniforme en cada rincón, tiene la desventaja de que al circular en aire por medio de los ventiladores se vean más afectadas las orillas de la banda por lo que las galletas quedan más doradas a diferencia de en medio de la banda que es la que recibe menos calor, por ello se verá que tanta variación hay en las galletas del lado izquierdo, centro y derecho de la banda.

6. Fundamento teórico

La historia de la galleta está muy ligada a la de los cereales. Al principio, éstos no se cocían, sino que se comían mojados en agua o leche. No obstante, hace 10.000 años nuestros antepasados nómadas descubrieron que una pasta de cereales sometida a calor adquiriría una consistencia similar al pan sin levadura que permitía transportarla con facilidad.

6.1 HISTORIA DE LA GALLETA “MARÍAS”

En 1874, las galletas María fueron hechas como un regalo de bodas para la duquesa María Alexandrovna de Rusia y el príncipe Alfredo I, hijo de la Reina Victoria. El repostero Peek Frean, trató de crear el bizcocho perfecto para tomar el té. Una galleta que estuviera un poco tostada, resistiera la humedad de la leche o el agua caliente, pero que no fuera demasiado dura. Además, esta nueva variación de galleta, tenía los adornos más elaborados que cualquier otra galleta para el té.

En las siguientes décadas, "las María", se fueron popularizando y reproduciendo en otros países. En 1918 llegaron a España, pero fue hasta después de la Guerra Civil Española, cuando tuvieron un verdadero auge. Gracias a que el trigo se abarató en la post-guerra, se produjeron cantidades masivas de galletas María, convirtiéndose en un elemento imprescindible en el desayuno español.

Con el intercambio comercial, y cultural entre España y Latinoamérica, las galletas María fueron incorporándose poco a poco en la dieta, hasta convertirse en elementos tan comunes, que a veces hasta pensamos que son originarios de nuestros lares. Lo más increíble, es que no sólo son populares en Latinoamérica, España y Portugal, sino en países asiáticos, y escandinavos. (independent, 2013).

6.2 MATERIAS PRIMAS

El conocimiento de la funcionalidad de cada uno de los ingredientes que componen una galleta es de gran interés en la industria galletera. Este conocimiento nos permite no sólo reaccionar de forma rápida y eficaz ante posibles variaciones no deseadas de la galleta durante la producción, sino también la innovación y el desarrollo de nuevas formulaciones de galletas para satisfacer al cliente. El objetivo planteado en este trabajo fue el estudio la funcionalidad de las diferentes materias primas en la elaboración de galletas maría utilizando la técnica de laminado. Para ello, se evaluó el efecto del exceso o la carencia de los diferentes componentes en la calidad de la masa y las propiedades de las galletas ya horneadas.

6.2.1 HARINA:

La definición de la calidad de los trigos y las harinas es un elemento clave para garantizar la obtención del producto esperado.

La harina posee constituyentes aptos para la formación de masas (proteína-gluten), pues la harina y agua mezclados en determinadas proporciones, producen una masa consistente. El gluten se forma por hidratación e hinchamiento de proteínas de la harina: gliadina y glutenina. El hinchamiento del gluten posibilita la formación de la masa: unión, elasticidad y capacidad para ser trabajada, retención de gases y mantenimiento de la forma de las piezas.

La tenacidad de las harinas se debe a la composición del gluten; las conocidas como fuertes producen masas cohesivas, que requieren tiempos de mezclado largos, y las llamadas débiles, que no desarrollan una estructura adecuada y colapsan al amasarse.

Respecto de la toxicidad de las proteínas del gluten es la llamada enfermedad celíaca, la que se caracteriza por una mala absorción intestinal que acarrea problemas nutricionales. Parece ser que es la gliadina la fracción que provoca atrofia de las vellosidades del intestino delgado, lo que provoca que algunos nutrimentos (por ejemplo vitaminas), no se absorban adecuadamente y que se presente desnutrición y avitaminosis. Ésta es una enfermedad hereditaria. (Badui, 2006).

Todas las galletas tradicionales se fabrican generalmente con harina de trigo, sin gran cantidad de salvado y pueden tener añadidas pequeñas cantidades de otras harinas o almidones, para conseguir sabores o propiedades estructurales especiales.

Elasticidad del Gluten

La propiedad de resistir una fuerza de distensión y tendencia a retomar a su forma original es la característica de la elasticidad. La glutenina es la proteína responsable de este potencial, también conocido como resistencia a la extensión.

Extensibilidad del Gluten

La propiedad de distensión en el sentido de la fuerza aplicada, sin ruptura de la estructura, caracteriza la extensibilidad. La gliadina es la principal responsable de este comportamiento.

En galletería, como el producto final debe estar casi completamente seco, la cantidad de agua aplicada para hacer la masa debe ser la mínima, por lo que son preferidas las harinas de bajo poder de absorción y por esto pobres en proteínas y nivel bajo de almidón lesionado.

6.2.2 JARABE

Se encuentran en el mercado los derivados de la sacarosa y los provenientes de la hidrólisis del almidón de maíz. Hay amplia variedad de ambos tipos de jarabes.

Es muy usado en la fabricación de galletas, como un poderoso humectante, ya que previene la pérdida del agua del producto, para aumentar el índice de azúcar en productos sin el riesgo de cristalización, para reducir el riesgo de crecimiento no deseado de levaduras y ayudar en la coloración de productos que contienen proteínas.

6.2.3 GRASA

Las grasas son probablemente los ingredientes más importantes utilizados en la industria galletera. La fuente de obtención puede ser tanto vegetal como animal. Siguen en orden de importancia a la harina y el azúcar. Las grasas se utilizan tanto en la masa como en forma de rociado superficial, en los rellenos de crema y en cubiertas como las de chocolate.

En las masas cumplen con el rol de aglutinante y otorgan textura, de modo que las galletas resultan menos duras de lo que serían sin ellas. Durante el amasado hay una competencia por la superficie de la harina, entre la fase acuosa y la grasa.

El agua o disolución azucarada, interacciona con la proteína de la harina para crear el gluten que forma una red cohesiva y extensible.

Las grasas y los aceites son los principales lípidos que se encuentran en los alimentos, y contribuyen a la textura y, en general, a las propiedades sensoriales y de nutrición (cuadro 4.1); no hay una distinción entre ambos grupos, aun cuando algunos consideran que las grasas son de origen animal y los aceites de origen vegetal, o bien, las grasas son sólidas a “temperatura ambiente”, mientras que los aceites son líquidos. Sus principales fuentes son las semillas oleaginosas y los tejidos animales, terrestres y marinos, ya que las frutas y las hortalizas presentan normalmente muy bajas concentraciones, con algunas excepciones como el aguacate, las aceitunas y algunos tipos de nueces.

Calidad:

- Textura, dan consistencia y estructura a muchos productos
- Lubricación y saciedad al consumirlos
- Color, debido a los carotenoides
- Sabor, gracias a las cetonas, aldehídos y derivados carbonilos

Nutrición:

- Fuente de energía importante por la β -oxidación
- Vehículo de vitaminas liposolubles
- Son ácidos grasos indispensables, linoleico y linoléico
- Promueven la síntesis de micelas y de bilis
- Facilitan la absorción de las vitaminas liposolubles

Biológico:

- Fuente de vitaminas A, D, E y K
- El colesterol es precursor de la vitamina D₃, de corticosteroides y de ácidos biliares
- El ácido linoleico es componente de las acilglucoceramidas de la piel
- El inositol favorece la transmisión de señales
- El ácido araquidónico es precursor de eicosanoides y lipoxinas
- El ácido docosahexanoico forma parte de las membranas celulares
- Los ácidos poliinsaturados son moduladores en la síntesis de eicosanoides
- Los fosfolípidos acetílicos ayudan a la agregación de las plaquetas

Mantecas vegetales

Estos productos, también llamados shortenings, se emplean en la panificación, para tortillas de harina de trigo, en el freído de alimentos, etcétera, y están enfocados, en general, para el uso industrial. No contienen agua y su formulación es a base de grasas hidrogenadas que pueden o no estar interesterificadas, con las cuales se diseñan sus propiedades funcionales y sus valores N. Al no ser una emulsión los emulsificantes añadidos no actúan directamente en la manteca sino que su efecto se nota al momento de su uso en la panificación, en el freído, etcétera. La unidad A se utiliza para la cristalización y es ahí donde se le incorpora nitrógeno o aire para que tenga una apariencia blanca.

6.2.4 AGUA

En muchas ocasiones, al agua no se le considera un nutrimento porque no sufre cambios químicos durante su aprovechamiento biológico; pero es un hecho que sin ella no pueden llevarse a cabo las innumerables transformaciones bioquímicas.

El agua tiene un gran número de funciones biológicas basadas en su capacidad física para transportar sustancias, disolver otras y mantenerlas tanto en solución como en suspensión coloidal y también en su reactividad química, al intervenir en la fotosíntesis y en muchas reacciones enzimáticas de hidrólisis; es decir, participa activamente en la síntesis de hidratos de carbono a partir de CO₂, fundamental en la vida de este planeta, y en la conversión de diversos materiales complejos (polisacáridos, proteínas, grasas, etcétera) a formas más sencillas y asimilables para las plantas y los animales.

El agua permite que se produzcan cambios en otros ingredientes, tanto para formar una masa como para producir luego una textura rígida después de la cocción. Toda el agua añadida a la masa es eliminada en el horno e inexorablemente debe ser de calidad potable.

Las características del agua no son constantes, su acidez o alcalinidad pueden variar, y esto ejerce influencia en la calidad de la masa. No obstante, la harina posee un fuerte “poder tampón” que tiende a reducir este efecto en la masa.

El agua influye en las propiedades de los alimentos y, a su vez, los componentes de los alimentos influyen en las propiedades del agua que más adelante se mencionan.

Para conservar los alimentos es necesario determinar su influencia en el crecimiento microbiano y en las distintas reacciones físicas, químicas y enzimáticas negativas; el enemigo a vencer son los diversos microorganismos, hongos, levaduras y bacterias, los cuales son controlados si se les restringe el agua disponible (actividad del agua) para evitar su crecimiento, con procesos como concentración, deshidratación, congelamiento, liofilización, salado y azucarado (estos dos últimos por aumento de la presión osmótica).

El contenido de agua por sí solo no proporciona información sobre la estabilidad de un alimento y, por eso, productos con la misma humedad, presentan distintas vidas de anaquel (Badui, 2006)

En muchas ocasiones, el agua es la causa de reacciones que reducen las propiedades sensoriales y el valor nutritivo de los alimentos, por lo que es necesario tener un control adecuado de su calidad, sobre todo de la que está en contacto directo. No solamente los microorganismos presentes pueden causar daños, sino que las sales y los iones que contiene también ocasionan problemas, como es el caso del hierro, que cataliza las reacciones de oxidación de moléculas insaturadas, produciendo rancidez y decoloración de diferentes pigmentos. Asimismo, el cobre también propicia reacciones semejantes y de destrucción de vitaminas, como la C. La reactivación de algunas enzimas de los alimentos tratados térmicamente, puede acelerarse con la presencia de cationes como calcio y magnesio provenientes del agua empleada. El agua también puede impregnar olores y sabores indeseables a los alimentos

El agua permite que se produzcan cambios en otros ingredientes, tanto para formar una masa como luego para producir una textura rígida después de la cocción. Toda el agua añadida a la masa es eliminada en el horno, por ello debe utilizarse agua de calidad potable.

Las características del agua no son constantes, su acidez o alcalinidad puede variar, y esto puede tener influencia en la calidad de la masa. No obstante, la harina posee fuerte poder tampón que tenderá a reducir este efecto en la masa.

6.2.5 BICARBONATOS

Los bicarbonatos son agentes gasificantes que presentan un elemento alcalino. También se les denomina levaduras químicas. Su función principal es la de generar gas para aumentar el volumen final de la pieza antes de terminar la cocción con la desnaturalización de las proteínas. (Calaveras, 2004)

6.2.5.1 BICARBONATO SÓDICO

En presencia de humedad, el bicarbonato sódico reacciona con cualquier sustancia ácida, produciendo anhídrido carbónico. En ausencia de sustancias ácidas el bicarbonato sódico libera algo de dióxido de carbono y permanecerá como carbonato sódico. También se utiliza para ajustar el pH de la masa y de las piezas resultantes. (Duncan J.R., 1989)

Importancia del Bicarbonato de sodio

Es considerado un leudante químico, reacciona ante el agua. Sirve para modificar el peso de la galleta; por ejemplo, agregarlo para subir el peso de la galleta. Sin embargo a nivel industrial, el bicarbonato de sodio produce un efecto neutralizador.

6.2.5.2 BICARBONATO AMÓNICO

Extraordinariamente útil en galletería, puesto que se descompone completamente por el calor desprendiendo anhídrido carbónico, amoníaco gaseoso y agua. Se disuelve muy rápidamente, pero es muy alcalina, produciendo masas muy blandas. (Duncan J.R., 1989)

6.2.6 BISULFITO DE SODIO

Inhiben el oscurecimiento no enzimático de Maillard al bloquear y evitar que los carbonilos libres de los azúcares interaccionen con los aminoácidos; además, ejercen una acción decolorante sobre las melanoidinas, pigmentos oscuros resultado de estas transformaciones. (Owen R., 1996)

Inhiben el oscurecimiento enzimático, pues su poder reductor impide la síntesis de quinonas, además de que pueden tener una acción directa sobre la propia enzima;

Ejercen una acción antimicrobiana en hongos, levaduras y bacterias, ya que el H_2SO_3 penetra en la célula microbiana y provoca:

- i) reacción con el acetaldehído;

- ii) reacción con enzimas que contienen enlaces disulfuro y la reducción de éstos.
- iii) interferencia del bisulfito con los mecanismos de respiración de los microorganismos en los que interviene el dinucleótido de nicotinamida.

6.2.7 SAL

La sal común (cloruro sódico), se utiliza en todas las recetas de galletas por su sabor y por su propiedad de potenciar el sabor. Además la sal endurece el gluten (ayuda a mantener la red de gluten) y produce masas menos adherentes, reduce la velocidad de fermentación e inhibe la acción de las enzimas proteolíticas sobre el gluten. (Duncan J.R., 1989)

6.2.8 LECITINA DE SOYA

La lecitina es un agente emulsionante cuyo componente eficaz son los fosfolípidos, los cuales poseen fuertes afinidades polares. Presentan una parte hidrófoba que se disuelve bien en la fase no acuosa y otra parte hidrofílica que se disuelve bien en el agua. Además, ayuda a la masa dándole más extensibilidad y facilita la absorción del agua por la masa. Un aumento de la temperatura actúa negativamente sobre la estabilidad de las emulsiones. (Hans-Dieter & Werner, 1997)

Los emulsionantes Son sustancias destinadas a estabilizar las mezclas de dos líquidos inmiscibles como aceite y agua. Algunas de ellas tienen también propiedades acomplejantes sobre el almidón y las proteínas. La lecitina es un emulsionante natural, se encuentra en la manteca, la leche, la yema de huevo, la soja, etc. En la industria alimentaria también se utilizan con esta aplicación los monoglicéridos de glicerol. Industrialmente la lecitina se obtiene como subproducto del refinado del aceite de soja. En este caso, es importante saber si proviene de soja OGM (organismo genéticamente modificado) o no-OGM, dado que algunos países establecen restricciones o exigen su declaración en el rótulo. En el mercado puede conseguirse en forma de polvo, granulada o fluida.

6.2.9 SABORIZANTES Y POTENCIADORES DE SABOR

Son conocidos comúnmente como esencias. Son los que le dan el sabor, se encuentran saborizantes naturales o artificiales, debidamente aprobados por las autoridades correspondientes. (Sabor lácteo, sabor marías)

6.3 COLOR

6.3.1 El iluminante

El color es una propiedad de la materia que se relaciona directamente con el espectro de la luz. Por lo tanto, se puede medir físicamente en términos de la energía radiante o la intensidad, y por la longitud de onda (Badui, 2006).

Un color puede ser descrito subjetivamente por la experiencia del observador u objetivamente, de acuerdo a la longitud de onda. El espectro visible es una radiación electromagnética con longitudes de onda entre 380 nm a 780 nm. Las longitudes de onda más largas pertenecen a la radiación infrarroja (IR) y las longitudes de onda más cortas pertenecen a la radiación ultravioleta (UV). En el espectro visible, la luz roja tiene una longitud de onda (λ) entre 700 y 770 nm; el color amarillo entre 570 y 590 nm y el color azul entre 400 y 475 nm.

Todas ellas están comprendidas en la llamada luz blanca, tal como fue demostrado por Newton al hacer pasar la luz blanca a través de un prisma para descomponerla en los colores del arcoíris

Sin embargo, al mirar un objeto, el color que se percibe en ese momento puede variar dependiendo de la intensidad y el tipo de luz. Los colores parecen diferentes al observarlos en el anochecer o a la luz del sol y, son también distintos si se observa bajo la luz natural o la luz artificial. Todas ellas contienen los diferentes colores del espectro, pero en distinta proporción. La fluorescente tiene más azul y la incandescente más rojo y amarillo. Por lo tanto, al momento de describir el iluminante es conveniente hacerlo en términos de su longitud de onda. Esto puede hacerse midiendo la energía relativa emitida por la fuente de luz a todas las longitudes de onda del espectro visible y graficando los resultados (González y Vicente, 2007).

De modo que para “medir” el color de un objeto (igual para el color de los alimentos) se precisa conocer con exactitud la composición espectral de la luz incidente. Esto se soluciona disponiendo de iluminantes normalizados. Un iluminante es una fuente de luz definida por una potencia espectral relativa, la cual puede estar físicamente disponible como una fuente estándar de iluminación. La CIE (Commission Internationale de l'Éclairage) definió las series de iluminantes A, B, C y más recientemente las D y F (Cuadro 1).

Estos iluminantes responden a la necesidad de simular instrumentalmente y de manera normalizada las condiciones naturales bajo las cuales se observa el color (González y Vicente, 2007).

Cada iluminante tiene un comportamiento diferencial en cuanto a la emisión de energía a lo largo del espectro de luz visible. Los iluminantes de la serie D (D50,

D55, D65, D75) son los más representativos de la distribución espectral de la luz blanca y son los más utilizados en la actualidad, aunque el iluminante C sigue siendo un estándar de comparación.

Cuadro 1. Iluminantes estándares establecidos por la CIE.

Iluminante	Simula a	Temperatura K
A	Lámpara de filamento incandescente	2854
B	Luz del medio día	4870
C	Luz diurna promedio	6750
D ₆₅	Luz natural de día (iluminante C+UV)	6500
F ₂	Lámpara fluorescente blanca	4200
F ₇	Lámpara fluorescente luz de día	6500

Fuente: González y Vicente, (2007).

6.3.2 El espectro del color

El color también es provocado al incidir una radiación electromagnética sobre el alimento. La absorción de fotones provoca el paso de electrones a niveles energéticos superiores y resulta en una diferencia neta de energía que determina la longitud de onda de la radiación absorbida. Si ésta se encuentra en el intervalo del espectro visible, la radiación que sale del alimento (trasmitida si es transparente o reflejada si es opaco) tiene una distribución distinta a la incidente, o lo que es lo mismo, un color diferente al del iluminante utilizado. De esta manera, se caracteriza el color del alimento por su espectro de reflexión.

La luz que es absorbida por el objeto y la luz que percibe el observador como color del mismo son complementarias; mezcladas dan lugar a la luz blanca. También, un objeto blanco refleja la totalidad de las ondas, mientras que un objeto negro las absorbe todas.

Al incidir la luz sobre un cuerpo (sólido, líquido o gaseoso) se producen diferentes fenómenos ópticos (difracción, dispersión, transmisión, reflexión, absorción), los cuales son dificultosos de separar, pero resultan en mayor o menor grado selectivos según la naturaleza del medio y la posición del observador. De ellos, la absorción de la luz es la que más influye en el color.

Según la forma de interacción óptica con la luz, los cuerpos se clasifican en:

- (1) Transparentes (absorbe y refleja toda la luz - transmisión especular).
- (2) Translúcidos (absorbe la luz, pero no la refleja - transmisión difusa).

(3) Opacos-mate (reflexión difusa).

(4) Opacos brillantes (reflexión especular).

De esta manera, la luz puede reflejarse, absorberse o transmitirse y la importancia relativa de cada uno de estos fenómenos determina la apariencia del alimento, donde el factor más importante es la reflexión de la luz especular y difusa.

La reflexión especular ocurre desde el ángulo de la normal con respecto a la luz incidente sobre la superficie lisa del alimento, lo cual provoca el brillo de este, mientras que la reflexión difusa ocurre en cualquier dirección sobre la superficie rugosa y ésta es la que permite al observador ver el tono.

La composición química y la estructura del material también afectan la reflectancia. Ciertas moléculas orgánicas contienen grupos cromóforos, los cuales son agrupaciones de átomos que pueden transformar la calidad espectral de la luz (-N=N-, >C=CC=O, etc.). Pigmentos naturales como la clorofila, mioglobina y hemoglobina son claros ejemplos de este tipo de moléculas (Bello, 2008).

6.3.3 El Observador

La percepción del color comienza por el observador. Cuando el ojo humano mira un objeto expuesto a la luz incidente, la intensidad energética de la luz que percibe no es la reflejada por el objeto, sino la que resulta de multiplicar, para cada longitud de onda, la energía del espectro de reflexión del objeto por el valor de la visibilidad relativa a la misma longitud de onda. Luego, la intensidad luminosa de un objeto, tal como la percibe el ojo humano, se llama claridad.

En la práctica el problema es aún más complejo, pues el ojo percibe al mismo tiempo la luz incidente y la reflejada (Albertí, 2000). Debido a que aún en muchas industrias se realiza un elevado número de evaluaciones visuales, resulta conveniente normalizar la medida visual del color.

En 1931 la CIE estableció el observador estándar, cuya visión del color es representativa del promedio de la población humana con una visión normal del color. Posteriormente, en 1964 se estableció el observador estándar suplementario (Billmeyer y Saltzman, 1981).

Al primero se lo denomina observador estándar 2°, u observador patrón de colorimetría para un campo foveal y al suplementario, observador 10° u observador para un campo visual amplio (Figura 1). La utilidad de estos observadores reside en evaluar la luminancia de una determinada luz desde el punto de vista perceptivo no fotométrico (Lozano, 1978). El observador 10° es el más ampliamente utilizado ya que presenta una mejor concordancia con el promedio de la estimación visual.

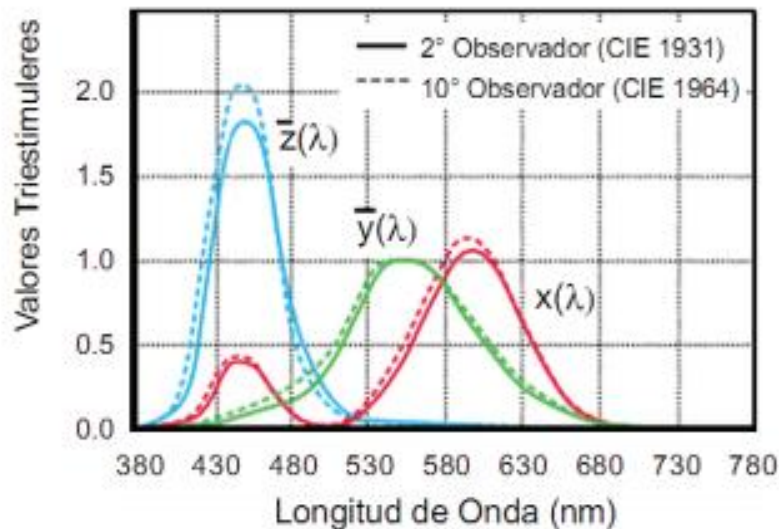


Figura 1. Valores triestímulos del observador patrón: x rojo, y verde & z azul.

6.3.4 El Entorno

El entorno de las mediciones del color es también un factor determinante. La forma, el tamaño y el color del fondo sobre el que se halla la muestra, pueden ejercer un importante efecto de contraste, modificando la sensación que produce un determinado color sobre el observador (Calvo y Durán, 1997).

6.3.5 MEDICIÓN DEL COLOR

La comprensión de la imagen y descripción de un objeto, puede ser utilizada para la evaluación de calidad e inspección de los alimentos. Las mediciones de color pueden ser realizadas de formas visuales (con el ojo humano) o instrumentales con un colorímetro, o utilizando la visión digital. Para fines técnicos se define el color en tres atributos: matiz, croma y brillo (Cuadro 2), términos acuñados en la ciencia del color por Munsell (1905).

Cuadro 2. Atributos del color.

Atributo	Descripción	Ejemplo
Matiz	Tono, tinte, color, "hue". Es caracterizado por la longitud de onda de la radiación y hace diferente un color de otro. Representa un espacio en el diagrama de cromaticidad.	Rojo-amarillo o verde-amarillo
Cromaticidad	Saturación, intensidad, pureza, "chroma". Define la intensidad o pureza espectral del color que va desde los tonos grises, pálidos, apagados a los más fuertes y vivos. Es el grado de color (incoloro, brillo, palidez).	Brillante rojo- amarillo o pálido-rojo amarillo
Luminosidad	Brillante, brillo, "brightness". Es dado por el contenido total de energía. Da lugar a los colores claros y oscuros. Es el grado entre la oscuridad y el brillo máximo.	Rojo brillante-amarillo o rojo oscuro-amarillo

6.3.6 ESCALAS DE MEDICIÓN DE COLOR

Estas escalas se utilizan en instrumentos de medición del color, en el marco de una serie de condiciones normales de iluminantes, observadores y la metodología de espectros.

6.3.6.1 Sistema Munsell

Este sistema desarrollado por Albert H. Munsell, cuya primera publicación data de 1905, pone de relieve su afán por establecer una base científica a la especificación de los colores. Munsell era profesor de pintura y su deseo de expresar científicamente los parámetros de los elementos con los que trabajaba lo llevó a formular que: "Si la música está provista de un sistema en el que cada sonido se define en términos de tono, intensidad y duración, el color también puede ser especificado, mediante un sistema apropiado, en base al tono, luminosidad y croma de las sensaciones".

Este sistema establece tres dimensiones del color, midiendo cada una de ellas con una escala apropiada (Lozano, 1978). Este espacio de color es mucho menos físico y más fisiológico y psicológico que los descritos por la CIE (Gilabert, 1992).

Las ventajas que Munsell impuso a su sistema fueron:

- (1) Se reemplazan definiciones vagas y abstractas del color por una notación definida.
- (2) Cada nombre de un color autodefine su grado de tono, croma y luminosidad.
- (3) Cada color se puede registrar y comunicar mediante un código.
- (4) Se puede escribir la especificación de un color y verificarla mediante pruebas físicas.
- (5) Los colores nuevos no perturban la clasificación ordenada pues les está reservado un lugar.
- (6) La decoloración se puede definir y representar gráficamente a ciertos intervalos, poniendo de manifiesto su progreso en términos de tono, croma y luminosidad (Lozano, 1978).

Otra ventaja de este sistema es la disposición de los colores según un orden de percepción visual. El valor o luminosidad es la magnitud que corresponde a la escala de grises que se encuentra comprendida entre 1 y 10 de negro a blanco (Lozano, 1978; Gilabert, 1992).

6.3.6.2 Sistema Hunter

Tomando como base la teoría de los colores oponentes de Hering, que dice que la respuesta de los conos rojos, verdes y azules se remezclan en sus codificadores opuestos a medida que se desplazan a lo largo del nervio óptico hasta el cerebro, Hunter desarrolló en 1948 el sistema L, a, b (Calvo y Durán, 1997).

Este nuevo sólido de color denominado Hunter Lab tiene una superficie uniforme de color definida por tres coordenadas rectangulares: L (luminosidad) donde 0 es el negro y 100 es el blanco, a (rojo-verde); los valores positivos para rojo, negativos para verde y 0 el neutro y b (eje amarillo-azul) valores positivos para amarillo, negativos para azul y 0 el neutro (Figura 2).

La economía y rapidez de respuesta, que supuso la aparición en el mercado de los colorímetros triestímulo (colorímetros Hunter Lab) frente a los espectrofotómetros convencionales, ayudaron a la gran difusión del sistema L, a, b.

Contribuyó también lo intuitivo de la representación gráfica, la cual se basa en la teoría de los colores oponentes. Tanto la escala de color L, a, b de Hunter como la CIE L^* , a^* , b^* emanan del sistema CIE XYZ. Sin embargo, la CIE recomienda hoy en día el uso de CIE L^* , a^* , b^* .

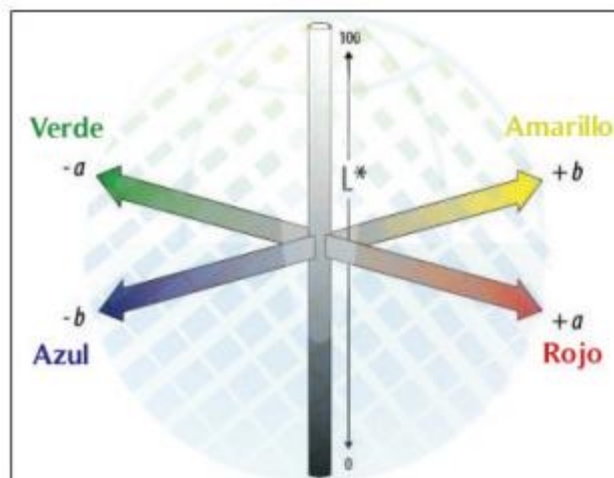


Figura 2. Coordenadas de color en el sistema Hunter Lab.

6.3.6.3 Sistemas CIE

La CIE ha desarrollado los sistemas más importantes y más utilizados en la actualidad para la descripción y medición del color, los cuales se basan en la utilización de fuentes de iluminación y observadores estándares.

Los sistemas CIE usan tres coordenadas para ubicar un color en un espacio de color. Estos espacios de color incluyen:

- (1) CIE XYZ
- (2) CIE $L^*a^*b^*$
- (3) CIE $L^*C^*h^\circ$

Los valores de color X Y Z, CIE triestímulo se obtienen multiplicando los valores para el iluminante, la reflectancia o trasmisión del objeto y las funciones del observador patrón. El producto entonces se suma para la longitud de onda en el espectro visible y esto resulta en los valores triestímulos X Y Z.

Existen varios métodos para calcular los coeficientes tricromáticos del color de una muestra, sometida a un iluminante determinado, a partir de la luz que refleja. Uno de ellos consiste en la utilización de un colorímetro provisto de tres filtros determinados, con los cuales se realizan tres medidas sucesivas de la luz reflejada calculándose luego a partir de éstas X, Y, Z (Caivano, 1995). La diferencia de color entre dos muestras es la distancia existente en el espacio euclídeo (X, Y, Z) entre los puntos que representan el color de ambas muestras, obtenidos por aplicación del teorema de Pitágoras. Por lo tanto, define la cuantificación de un cambio en el color.

Se deduce entonces que dos muestras que presenten los mismos valores triestímulos aparecerán con un mismo color para determinadas condiciones de iluminación y observación. Por el contrario, si cualquier valor triestímulo es diferente, tales muestras no estarán igualadas y la diferencia total será una media aproximada de la diferencia de color percibida entre ellas (Lozano, 1978). Este sistema de valores triestímulo CIE presenta algunos inconvenientes, tales como:

- (1) Es relativamente complejo. Normalmente se lo utiliza simplificado, relacionando el color del objeto con un solo coeficiente: luminosidad, pureza o longitud de onda dominante.

Se entiende por esta última a la longitud de onda del espectro que mezclada con una correspondiente cantidad de "blanco" da lugar al color deseado.

- (2) No permite reconstruir el espectro de reflexión del objeto a partir de los valores triestímulo.
- (3) En virtud de su estructura, si dos muestras presentan diferencias de color (diferentes valores triestímulo) no permite cuantificar dicha diferencia.

(4) No es uniforme, es decir, que cuando se presentan sobre el diagrama algunos emplazamientos de colores que el ojo no puede diferenciar entre sí, se comprueba que éstos ocupan superficies más o menos grandes.

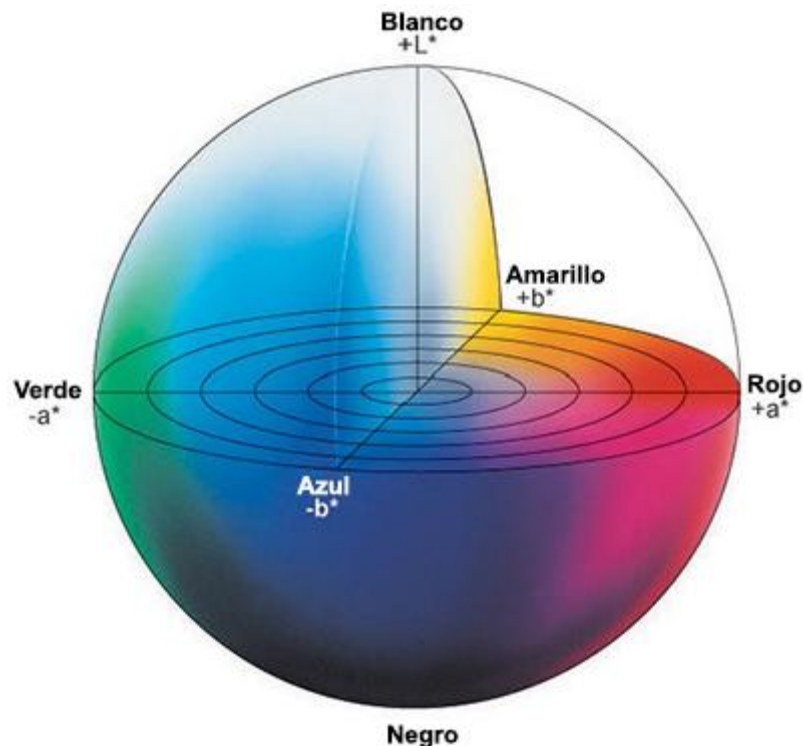
Luego, para intentar solucionar estos y otros problemas, los valores X, Y, Z, se transforman matemáticamente hasta obtener un espacio de color más uniforme.

En 1976 la CIE recomendó el espacio de color CIE Lab, adoptado también como norma UNE. La principal ventaja de esta aplicación estriba en la similitud con la uniformidad visual humana, donde las distancias equitativas en el sistema representan aproximadamente las distancias equitativas visuales (Warris, 1995).

Espacio de Color

Un espacio de color puede ser descrito como un método para expresar el color de un objeto usando algún tipo de anotación, como pueden ser los números. La Commission Internationale de l'Éclairage (CIE), una organización sin fines de lucro que es considerada como la autoridad en la ciencia de la luz y el color, ha definido espacios de color, incluyendo CIE XYZ, CIE L*C*h, y CIE L*a*b*, para comunicar y expresar el color objetivamente.

El espacio de color L*a*b*, también referido como CIELAB, es actualmente uno de los espacios de color más populares y uniformes usado para evaluar el color de un objeto. Este espacio de color es ampliamente usado porque correlaciona los valores numéricos de color consistentemente con la percepción visual humana. Investigadores y fabricantes lo usan para evaluar los atributos de color, identificar inconsistencias, y expresar precisamente sus resultados a otros en términos numéricos.



6.3.6.4 TÉCNICAS DE MEDICIÓN DEL COLOR

6.3.6.4.1 Visión digital (técnicas variacionales)

La visión digital es una nueva tecnología con la generación de imágenes por medio de cámaras digitales o escáneres seguido del procesamiento y análisis de dichas imágenes en computadoras, usando software especial, de modo que el sistema integrado interpreta la información de manera equivalente a lo que hace el ojo y el cerebro humano.

6.3.6.4.1 Colorímetros

Basados en la visión del ojo humano, los colorímetros son dispositivos triestimulares (tres filtros) para cada longitud de onda: filtros rojo, verde y azul. De esta forma se emula la respuesta del ojo humano al color y la luz. En algunas aplicaciones de control de calidad, estas herramientas representan la respuesta de menor costo. Existe una serie de equipos, tales como los colorímetros Hunter Lab, Gardner, Color Eye, Color Master, Momcolor, Dr. Lange y Minolta

Colorímetro MINOLTA

Accesorios para Gránulos

Permite una medición fácil y precisa de polvos, granos u objetos con consistencia pastosa.

Placa de calibración Blanca

La pantalla de calibración blanca se sitúa cerca del centro. Cuando se realiza la calibración, utilice la zona centro

- Evite que la pantalla de calibración blanca se ralle o manche.
- Si no se utiliza la pantalla de calibración blanca, cierre la tapa de la pantalla para evitar que entre la luz ambiental, ya que las zonas expuestas a la luz se decolorarían.



6.3.6.4.3 Espectrofotómetros

Es una forma de espectrómetro que contiene un dispositivo fotoeléctrico para cuantificar la potencia de radiación, capaz de seleccionar y medir la intensidad de las radiaciones de diferentes longitudes de onda contenidas en un espectro, dentro del rango para el cual ha sido diseñado. Generalmente permiten registrar gráficas o espectros; existen diseños para el ultravioleta y el visible, y para las regiones del infrarrojo cercano, el infrarrojo fundamental o medio y el infrarrojo lejano.

6.3.6.4.4 Cartas de color

El Sistema Munsell, uno de los primeros sistemas de medición de color es el creado por A. H. Munsell en 1905, el cual utilizó un gran número de tarjetas de colores clasificadas de acuerdo a su tono, luminosidad y saturación; posteriormente el sistema Munsell evolucionó un poco más al asignarle una codificación de letras y números.

6.4 EL COLORANTE EN LOS ALIMENTOS

Los colores de los alimentos se deben a distintos compuestos, principalmente orgánicos, algunos que se producen durante el manejo y procesamiento y otros que son pigmentos naturales o colorantes sintéticos añadidos (Badui, 2006). Según Bello (2008), las causas que definen la coloración de un alimento son las siguientes:

1.- La presencia de pigmentos o colorantes naturales, que son sustancias que tienen una función biológica muy importante en el tejido, tal como en el caso de la clorofila y la fotosíntesis, y de la mioglobina y el almacenamiento muscular del oxígeno, entre otros.

En este sentido cabe indicar que algunos de estos pigmentos se extraen de su estado natural y se emplean como colorantes en la elaboración de un gran número de alimentos.

2.- La formación de pigmentos colorantes como consecuencia de reacciones químicas o enzimáticas. Un ejemplo muy conocido es el cambio de color durante la cocción o en general un tratamiento térmico de los alimentos. Estos desarrollan tonalidades que van desde un ligero amarillo hasta un café intenso, mediante las reacciones de Maillard y de caramelización, (p. ej. el color de la corteza del pan).

3.- La adición intencionada de sustancias químicas colorantes para dar el color a las bebidas refrescantes.

4.- El efecto físico de los sistemas fisicoquímicos presentes en el alimento y relacionado con la dispersión de la luz.

Reacciones de oscurecimiento o de empardeamiento

Durante la fabricación, el almacenamiento y otros procedimientos en que intervienen, muchos alimentos desarrollan una coloración que, en ciertos casos, mejora sus propiedades sensoriales, mientras que en otros las deteriora; la complejidad química de los alimentos hace que se propicien diversas transformaciones responsables de estos cambios. En algunas situaciones los pigmentos naturales (vg. mioglobina, clorofila, antocianinas, etc.) se pierden, y en otras la oxidación de las grasas y la interacción de taninos con el hierro generan compuestos coloreados que no están presentes en el producto original. Las modificaciones en el color de los alimentos son deseables en algunos casos e indeseables en otros; así, resulta necesario conocer a fondo las condiciones que provocan ambas reacciones para poder controlarlas. Sin embargo, existe otro grupo de mecanismos muy importantes, llamado de oscurecimiento, encafecimiento o empardeamiento, que sintetizan compuestos de colores que van desde un ligero amarillo hasta el café oscuro; en términos generales y para agruparlos, dichos mecanismos se han clasificado como reacciones enzimáticas y no enzimáticas. En los primeros sólo se incluye la reacción catalizada por la polifenoloxidasa, Enzimas, y en las segundas se incluyen la caramelización, la reacción de Maillard y la degradación del ácido ascórbico, Vitaminas. Cabe indicar que las transformaciones por acción enzimática y por ácido ascórbico son las únicas que tienen naturaleza oxidativa, toda vez que se requiere la presencia del oxígeno para llevarlas a cabo.

Reacción de Maillard

Esta reacción, conocida también como reacción de oscurecimiento de Maillard, designa un grupo muy complejo de transformaciones que traen consigo la producción de múltiples compuestos. Entre ellos pueden citarse las melanoidinas coloreadas, que van desde amarillo claro hasta café oscuro e incluso negro, y afectan también el sabor, el aroma y el valor nutritivo de los productos involucrados; además, dan lugar a la formación de compuestos mutagénicos o potencialmente carcinogénicos, como la acrilamida. Para que tales reacciones se lleven a cabo se requiere un azúcar reductor (cetosa o aldosa) y un grupo amino libre, proveniente de un aminoácido o de una proteína.

Reacciones químicas de los monosacáridos

Otra característica de algunos compuestos generados por el oscurecimiento enzimático de Maillard es la habilidad antioxidante, principalmente de las melanoidinas, que actúan básicamente como quelantes y eliminadores de oxígeno radicales peróxidos e hidroxilos. El color característico y deseado de la costra de los alimentos horneados se debe a esta reacción, al igual que el de los diversos postres a base de leche. La misma coloración, sin embargo, resulta indeseable en

otros productos, como en las leches evaporadas y azucaradas, y en algunos jugos concentrados. Por ejemplo, en el caso de las papas fritas, la generación excesiva de este tipo de reacciones da lugar a sabores amargos y colores muy intensos, que hacen el artículo poco atractivo para el consumidor, con las consecuentes pérdidas para todos los involucrados en su industrialización. Para controlarlo se emplea la determinación de azúcares reductores libres, los cuales han sido confirmados como una fuente de oscurecimiento. Aunque esta reacción se puede efectuar en diferentes condiciones, se ve influida sobre todo por los siguientes parámetros:

a) A pH alcalino se incrementa la velocidad y alcanza un máximo a pH 10; sin embargo, hay que recordar que existen muy pocos alimentos que tengan $\text{pH} > 7$ en forma natural (como el huevo). Por lo contrario, el mecanismo se inhibe en condiciones muy ácidas, que normalmente no se encuentran en los alimentos.

b) Las temperaturas elevadas también la aceleran, pero debido a que su energía de activación es baja, se observa de igual manera hasta en condiciones de refrigeración.

c) Otro factor importante es la actividad del agua, por lo que los alimentos de humedad intermedia son los más propensos; se observa que los valores de a_w , de 0.6 a 0.9 son los que más la favorecen: una actividad del agua menor no permite la movilidad de los reactantes, lo que inhibe el mecanismo. Una actividad del agua mayor produce el mismo efecto: por ser producto de la propia reacción, el agua ejerce una acción inhibitoria (de acuerdo con la ley de acción de masas), ya que diluye los reactantes.

d) El tipo de aminoácido es decisivo, puesto que será más reactivo en la medida en que se incremente el tamaño de la cadena y tenga más de un grupo amino. Por esta razón, la lisina, con su amino en posición ϵ es el más activo; también pueden intervenir otros aminoácidos, como la arginina, la histidina y el triptófano. Se sabe que en los sistemas modelo de glucosa-aminoácido, la velocidad se incrementa con los aminoácidos cuyo grupo amino está más alejado del carboxilo.

e) Los azúcares reductores que más favorecen la reacción de Maillard son, en primer término, las pentosas, y en segundo las hexosas; asimismo, las aldosas actúan más fácilmente que las cetosas, y los monosacáridos son más efectivos que los disacáridos. De acuerdo con ello y en términos generales, la xilosa es el azúcar más activo, seguido de la galactosa, la glucosa, la fructosa, la lactosa y la maltosa; por su parte, la sacarosa, que carece de poder reductor, interviene sólo si se hidroliza previamente, lo cual es muy sencillo.

Efectos dañinos del oscurecimiento

Además de los colores y olores indeseables, la reacción de oscurecimiento reduce el valor nutritivo del alimento, ya que se pierden aminoácidos y vitaminas y se

generan compuestos que pueden ser tóxicos; las propiedades funcionales de las proteínas, como la solubilidad, el espumado y la emulsificación, también se reducen.

6.5 HORNO DE CONVECCIÓN:

Existen de dos tipos: eléctricos o de gas. Su principal característica es que cuecen por aire forzado, repartido por una turbina. La ventaja de los hornos de convección está en el hecho de que logran crear una temperatura uniforme dentro de sí mismos. No se trata de que distribuyan la temperatura de manera aleatoria, si no de que sus ventiladores internos logren que la temperatura sea la misma en cada rincón del horno.

El calor, al ser impulsado uniformemente por todo el horno, por medio de los ventiladores internos, hace que el interior del horno, permanezca de manera constante a una misma temperatura.

La función de convección en un horno le permite a este tener una temperatura constante todo el tiempo además esta temperatura es la misma en todo el interior del horno, esto hace que los alimentos se cocine más rápido.

Al usarse este sistema de convección la temperatura del horno debe ser más baja que la del método convencional. (del Moral Garrido, 2013)

6.5.1 HORNO DE TÚNEL

En este tipo de horno el producto entra por un lado, siendo transportado por una cinta, cociéndose a lo largo del recorrido. Se regula según el tiempo de cocción.

6.6 AMASADORAS

Se utiliza principalmente para hacer masas con levadura. Están provistas de dos brazos que hacen un movimiento similar al trabajo manual. Se caracterizan por airear la masa sin fatigarla ni recalentarla. Deja una masa refina

La operación de mezcla de los ingredientes tiene como objetivos:

Formar una masa homogénea

Amasamiento para otorgar un desarrollo de gluten a partir de la hidratación de proteínas de la harina.

Aumento de temperatura como resultado del trabajo ejercido sobre la masa

Aireación de la masa para disminuir la densidad.

7. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

7.1 Lugar de determinación de análisis y recolección de muestras

Las muestras fueron recolectadas en el área de producción de la línea 2, se tomaron galletas del lado centro, izquierdo y derecho de la banda de sus diferentes presentaciones y marcas, posteriormente las muestras se llevaron al laboratorio de Aseguramiento de la calidad de la planta GISA para sus respectivas determinaciones (Color, Humedad y dimensiones).

7.2 Recolección de muestras

1.- Se analizaran todas las muestras de galletas “Marías” provenientes de la línea 2.

2.- Las muestras a analizar se recolectan directamente de la línea de proceso, por lo que se toman tres muestras. (Figura 4)

Muestra 1: Primera hilera del lado izquierdo de la banda

Muestra 2: Hilera del Centro de la banda

Muestra 3: Primera hilera del lado derecho de la banda

3.- Se toman 10 galletas aproximadamente de cada lado, para que posteriormente sean analizadas.



Figura 4: Banda de proceso

7.2. DIMENSIONES

EQUIPO

- Vernier digital marca Mitutoyo, MOD. CD67-S15PM

PROCEDIMIENTO

1.- Se recolecta muestra de la línea 2 (10 galletas apróx.), de la primera hilera del lado derecho del centro y de la izquierda de la banda. (Figura 5)

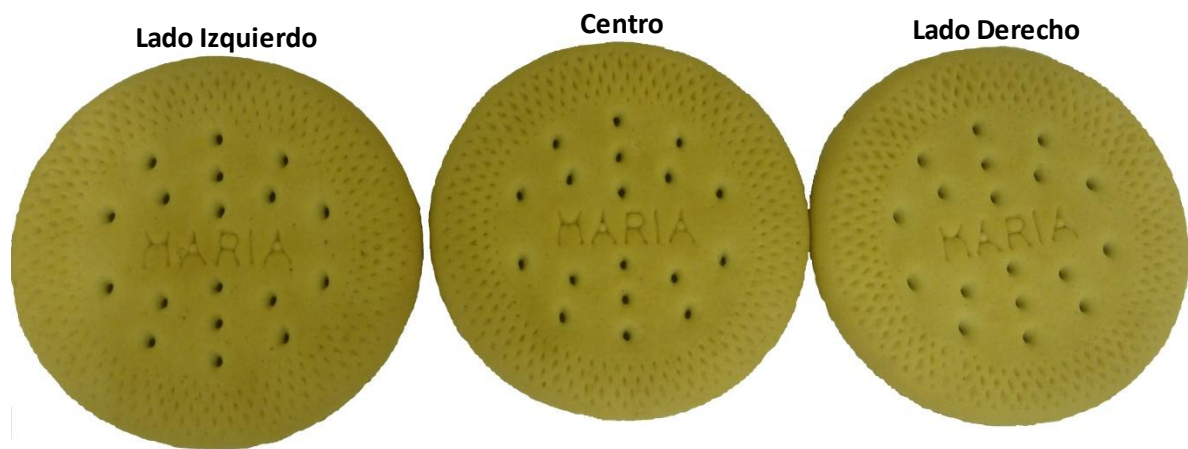


Figura 5: Muestra de galletas "MARÍAS"

2.- Verificar que el vernier este calibrado.

3.- Se mide el diámetro de 10 galletas de cada lado (Izquierdo, Centro y Derecho), con la ayuda de un vernier (Figura 6)



Figura 6: Medición del diámetro

4.- Se mide el espesor de 10 galletas de cada lado, con la ayuda de un Vernier Mitutoyo. (Figura 7)



Figura 7: Medición del espesor

5.- Posteriormente se registran los datos obtenidos en una bitácora.

LOTE	GALLETA	MARCA	GRAMOS	IZQUIERDO		CENTRO		DERECHO	
				Diámetro	Espesor	Diámetro	Espesor	Diámetro	Espesor

TOLERANCIA DE PORCENTAJE DE DIMENSIONES		
Presentación	Diámetro (mm)	Espesor (mm)
Marías de 160g	60 - 52	6 - 4
Marías GISA de 170g	60 - 52	6 - 4
Marías Clásicas de 170g	60 - 52	6 - 4
Marías GISA 200g	60 - 54	6 - 5

7.3 COLOR

EQUIPO

- Colorímetro MINOLTA
- Placa de calibración blanca
- Accesorio para gránulos
- Mortero con pistilo de porcelana
- Espátula

PROCEDIMIENTO

1.- Trituración de la muestra

Moler las muestras en un mortero de porcelana, y se procede a homogeneizar la muestra molida. (Figura 8).



Figura 8: Trituración de la muestra

2.- Calibración del colorímetro

Se coloca la placa de calibración blanca sobre el cabezal medidor, la pantalla de calibración blanca se sitúa en el centro. (Figura 9)



Figura 9: Calibración del colorímetro

3.- Analizar la muestra

1.- Con la ayuda de una espátula, se coloca la muestra molida en el accesorio para gránulos, a fin de que el hueco sea completamente lleno de la muestra .



Figura 10: colocación de la muestra molida

2.- Se prosigue a colocar el accesorio para gránulos sobre el cabezal medidor y proceder a su lectura. (Figura 11)



Figura 11: Lectura de la muestra

3.- Para la muestras enteras se utiliza un base oscura, se colocan las galletas en el orificio para su posterior lectura. (Figura 12)



Figura 12: Lectura de la muestra entera

7.3 HUMEDAD

EQUIPO

- Estufa BINDER
- Balanza analítica
- Charolas de aluminio
- Espátula
- Desecador
- Pinzas

PROCEDIMIENTO

1.- Seleccionar 2 galletas de las muestras ya antes recolectadas.

2.- Trituración de la muestra:

Moler las muestras en un mortero de porcelana, y se procede a homogeneizar la muestra molida, está se coloca en una bolsa de plástico para evitar que gane humedad y se vea efectos negativos en los resultados. (Figura 8)



Figura 8: Trituración de la muestra

3.- Pesado:

1.- Comprobar que la balanza analítica este calibrada.



Figura 12: Balanza Analítica

2.- Se toma una charola de aluminio del desecador y se registra su peso (la charola debe estar previamente a peso constante)



Figura 15: Desecador con charola de aluminio

Con la ayuda de una espátula colocamos 2.0000g de muestra triturada con una variación de ± 0.0002 g.

Se retira la charola de la balanza y tapamos la muestra

4.- Colocar la charola con la respectiva muestra dentro de una estufa a una temperatura 135°C , con la ayuda de una pinza se retira la tapa a modo de dejarla un poco abierta y así permitir que el agua de la muestra pueda evaporarse y no que de atrapada en la charola, esta estará durante 2 horas .

5.- Transcurrido las 2 horas de la muestra en la estufa, se procede a retirarla con la ayuda de las pinzas y son colocadas en un desecador, las tapas que fueron retiradas parcialmente, se vuelve a colocar de manera correcta a la charola, las muestras se dejan 20 minutos en el desecador para que se enfríe a temperatura ambiente.

6.- Transcurrido el tiempo, las charolas son pesadas

7.- Para obtener el resultado del porcentaje de humedad de las muestras, se utiliza la siguiente formula

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{(A) - (B) \times 100}{w}$$

Donde:

A: Peso de la charola con muestra en g

B: Peso de la charola con muestra desecada en g

W: Peso de la muestra en gramos.

Metodología del método 44 -19 AACC -1995.

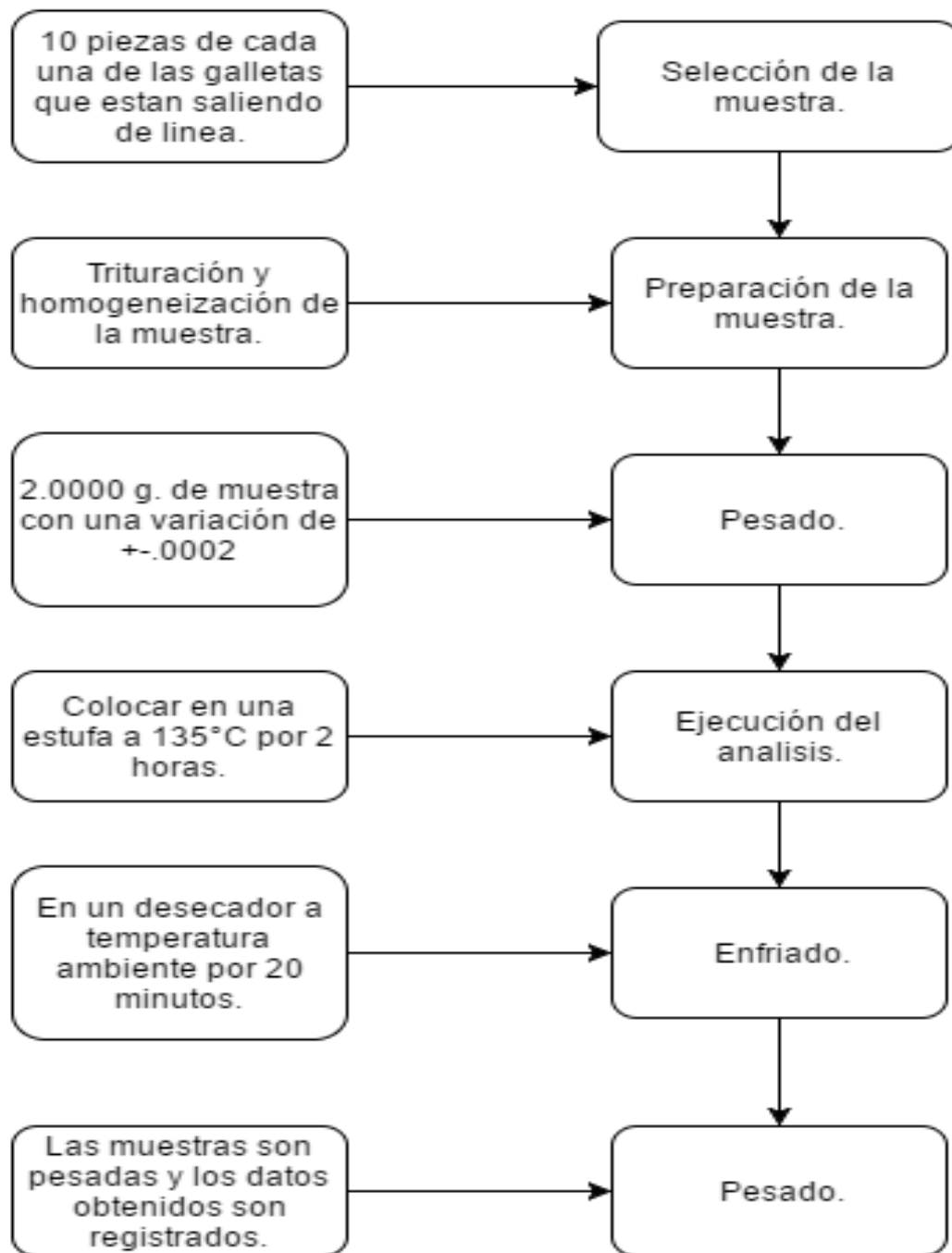


Figura 13. Diagrama del proceso para la determinación de humedad por el método 44 -19 AACC -1995.

8. Resultados

Descripción de la situación actual de la línea de producción

Para conocer la situación actual se consideró las especificaciones que actualmente mantiene la fábrica en cuanto a la materia prima, en la operación del proceso y del producto final.

Especificaciones de la harina.

Las características importantes son: Elasticidad y Extensibilidad

Estas características fueron las más importantes, por que cuando la harina se mezcla con agua, la proteína forma una sustancia elástica y extensible, que es el gluten. Al gluten cuando se le agrega calor, se coagula y forma la estructura de la galleta, además es quien determina la dureza y la crocancia de la misma.

Existen harinas con diferentes porcentaje de gluten; de las cuales, las que tienen mayor cantidad de gluten, son destinadas para pastas, panificación; y en porcentajes no mayores al 26% (gluten húmedo), son destinados a galletas.

El porcentaje de absorción de agua de la harina, es muy determinante para la masa porque va ligado al porcentaje del gluten, éste parámetro es sumamente importante ya que se ha convertido en un indicador de la cantidad de agua que debemos añadir a la masa. El buen cálculo nos ayudará a definir la humedad correcta de la masa y al mismo tiempo nos definirá el peso correcto de la galleta, como producto terminado.

Por lo tanto las harinas que presentan mayor proporción a Glutininas son más fuertes y tenaces, y las que tienen mayor proporción a Gliadinas son más viscosas y extensibles.

Por ello la harina que se debe utilizar en el proceso de elaboración de las galletas no debe tener un P/L mayor al 0.3.

P/L= Mide la viscosidad de la masa debida principalmente a Gliadinas.

Un problema que surge en la planta es debido a la harina, ya que en su mayoría de veces trabajan con la harina que tiene el P/L mayor a 0.3 por lo que se deben modificar los ingredientes y así se pueda obtener una masa apta para la elaboración de la galletas, al utilizar otro tipo de harina trae consecuencias como:

- 1.- Al momento del estampado las galletas se hagan ovaladas.
- 2.- La masa es muy dura, la cual provoca ampollas durante el horneado y que la galleta sea delgada.
- 3.- Hace que el espesor sea más grueso.

Proceso de elaboración de las galletas “MARÍAS”

PESADO

Su importancia se concentra directamente en el producto terminado, ya que cualquier dosificación errada hace que la galleta adquiera características diferentes.

Todos los ingredientes que son dosificados, se deterioran con el paso del tiempo., ya que incorporan humedad del medio ambiente, o modifican su aspecto. Por eso se debe utilizar las sustancias más frescas posible, conservándolas bajo condiciones adecuadas de almacenamiento, tales como: Ambiente limpio y seco, recipiente bien cerrado y cubierto cuando no se está usando y utilizar el lote más antiguo siempre observando la fecha de fabricación y de llegada a la fábrica.

Por lo tanto, el pesado de ingredientes siempre debe estar en concordancia con lo que ocurre en la mezcladora, en el resto de la línea, en la recepción y almacenamiento de las materias primas.

Ya que cada ingrediente aporta para que la galleta tenga una mejor consistencia y adquiera sus características necesaria que se requiere.

Ejemplo:

Amonio: Hace que la galleta tenga peso, por lo que si se le agrega menos se tendría una galleta muy liviana.

Lecitina: Da resistencia

Bisulfito: Da elasticidad, por lo que si se le agrega de más hace que la galleta se haga ovalada.

MEZCLA

La operación de mezcla de los ingredientes tiene como objetivos:

Formar una masa homogénea

La calidad de la masa queda determinada por la receta, la naturaleza de los ingredientes utilizados y el grado hasta el cual estos ingredientes han sido mezclados. El resultado es una masa que tiene cualidades particulares de elasticidad y moldeabilidad, las cuales en conjunto constituyen lo que se llama consistencia.

Tiempo de amasado: 20 – 30 minutos

Tiempo de cremado: 5 minutos

ESTAMPADO:

Se utiliza una velocidad de rodillos de 35 – 40 rev/ min (Figura 16)



Figura 16: Estampado

Discusión:

Hasta este punto, nos damos cuenta que estos parámetros no afectan directamente al color, pero sí a sus características físicas y organolépticas, como su peso, sus dimensiones, su textura y sabor, se trata de mantener constante todos los rangos específicos en este procedimiento desde la cantidades correctas de su materia prima hasta su estampado con el fin de obtener un producto uniforme.

HORNEADO:

Tiempo: 3 – 5 min

Temperaturas:

PRESENTACIÓN	Tablero de Control de Temperaturas		
	1RA	2DA	3RA
Marías Au 160g	205-260	210-270	215-275
Marías Au 170g	165-235	165-235	200-260
Marías GISA 170g	205-260	210-270	215-275
Marías Clásicas 170g	165-235	165-235	200-600
Marías GISA 200g	200-265	210-275	215-280



Figura 17: Horno de convección

Discusión:

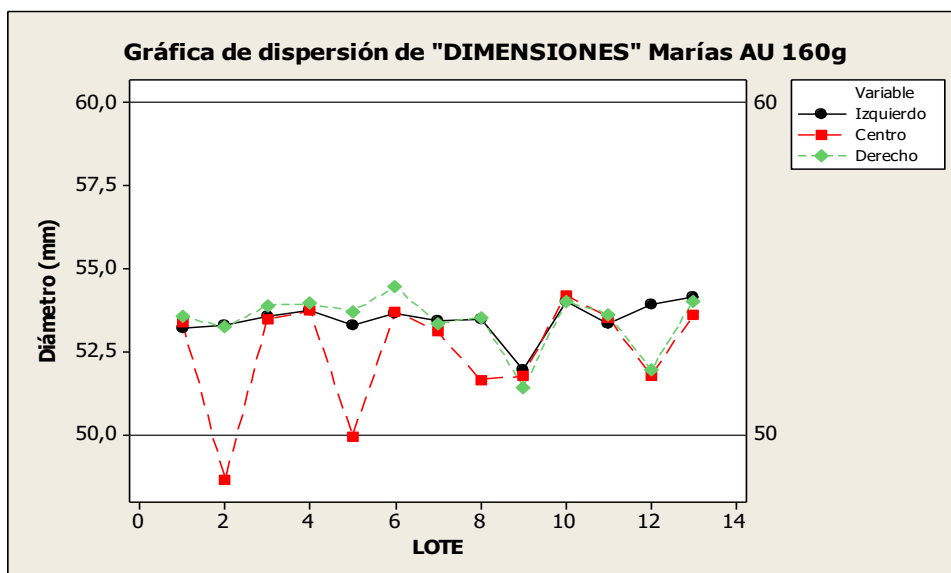
El horneado es una pieza clave para el color, ya que una sección de este horno es el encargado de dar color a la galletas por ello se debe tener un control adecuado en su temperaturas para que no se quemen, el color que se obtiene es debido a un pardeamiento no enzimático que se da gracias a la reacción de maillard el cual otorga el color tostado del exterior de las galletas por lo tanto genera un sabor característico

GRÁFICAS

DIMENSIONES

GALLETAS "MARIAS AURRERA" PRESENTACIÓN DE 160g

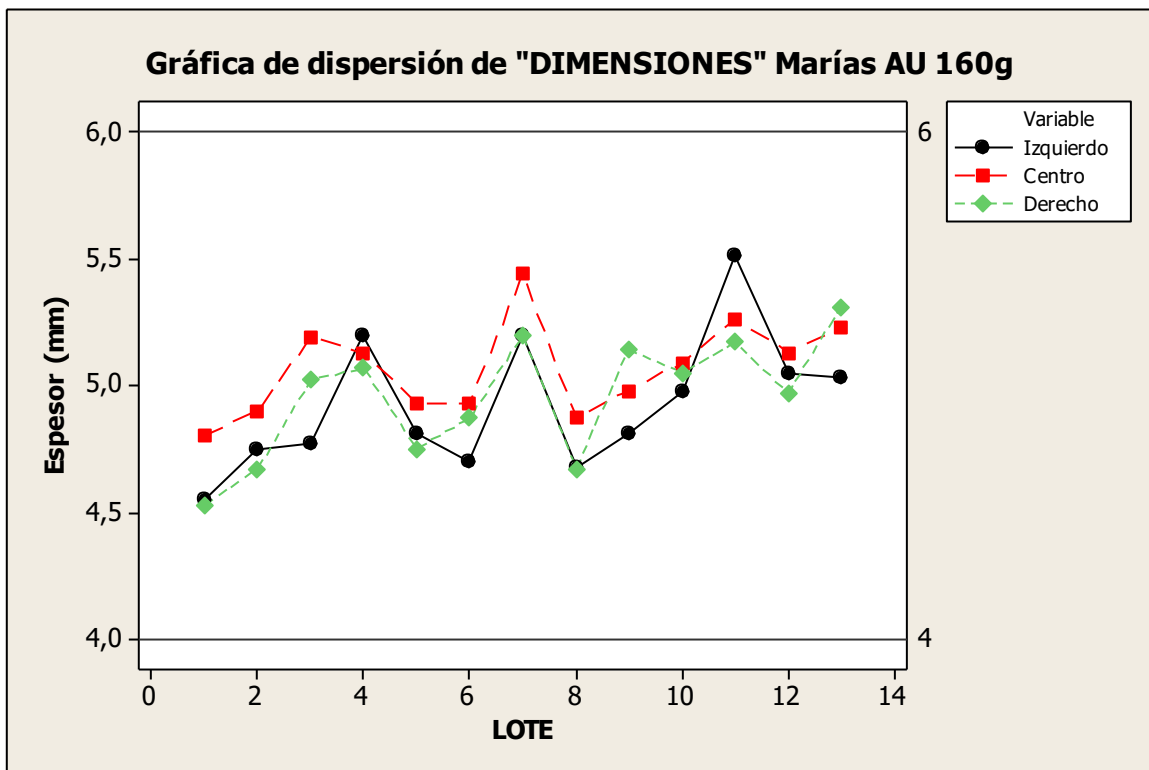
Muestra	Hora	Lote	Diámetro (mm)		
			Izquierdo	Centro	Derecho
1	23:00:00	6212C2	53,19	53,38	53,56
2	2:00:00	6212C2	53,28	46,63	53,22
3	15:30:00	6214B2	53,57	53,47	53,88
4	18:30:00	6214B2	53,75	53,71	53,94
5	15:30:00	6223B2	53,29	47,93	53,7
6	15:30:00	6224B2	53,64	53,7	54,44
7	15:30:00	6226B2	53,43	53,09	53,34
8	23:00:00	6246C2	53,47	51,63	53,53
9	23:00:00	6250C2	51,96	51,76	51,42
10	23:00:00	6251C2	53,99	54,18	54
11	23:00:00	6252C2	53,35	53,52	53,61
12	23:00:00	6253C2	53,9	51,76	51,94
13	15:30:00	6263B2	54,12	53,62	54,01



Gráfica 1: Comparación del diámetro en Galletas "Marías AU 160g"

En esta gráfica se observa que hay una pequeña variación en los lotes 2 y 5, ya que estas muestras no cumplen con el rango establecido.

Muestra	Hora	Lote	Espesor (mm)		
			Izquierdo	Centro	Derecho
1	23:00:00	6212C2	4,55	4,80	4,53
2	2:00:00	6212C2	4,75	4,90	4,67
3	15:30:00	6214B2	4,77	5,19	5,02
4	18:30:00	6214B2	5,20	5,13	5,07
5	15:30:00	6223B2	4,81	4,93	4,75
6	15:30:00	6224B2	4,7	4,93	4,87
7	15:30:00	6226B2	5,17	5,13	5,07
8	23:00:00	6246C2	5,2	5,44	5,2
9	23:00:00	6250C2	5,38	5,41	5,44
10	23:00:00	6251C2	4,68	4,87	4,67
11	23:00:00	6252C2	4,98	5,09	5,05
12	23:00:00	6253C2	5,05	5.13	4.97
13	15:30:00	6263B2	5.03	5.23	5.31

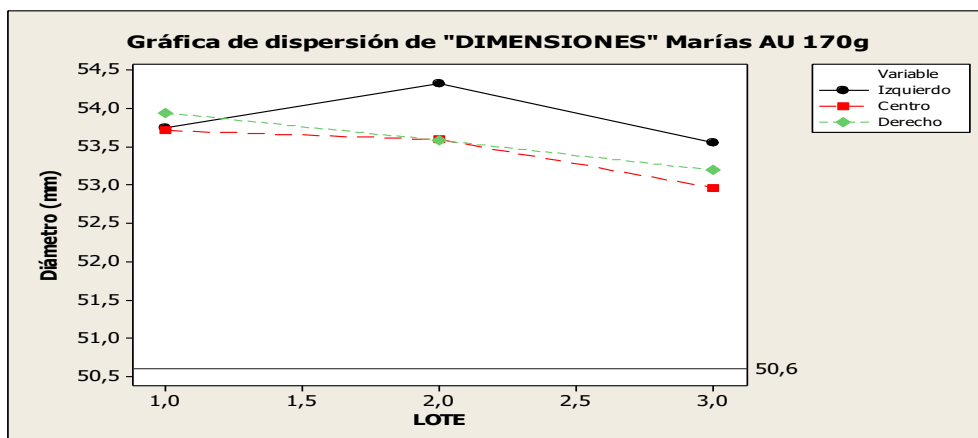


Gráfica 2: Comparación del espesor en Galletas "Marías AU 160g"

La gráfica representa una comparación del espesor en las galletas Marías Aurrera presentación de 160g en la cual vemos que la variación es muy poca y cumple con los rangos establecidos.

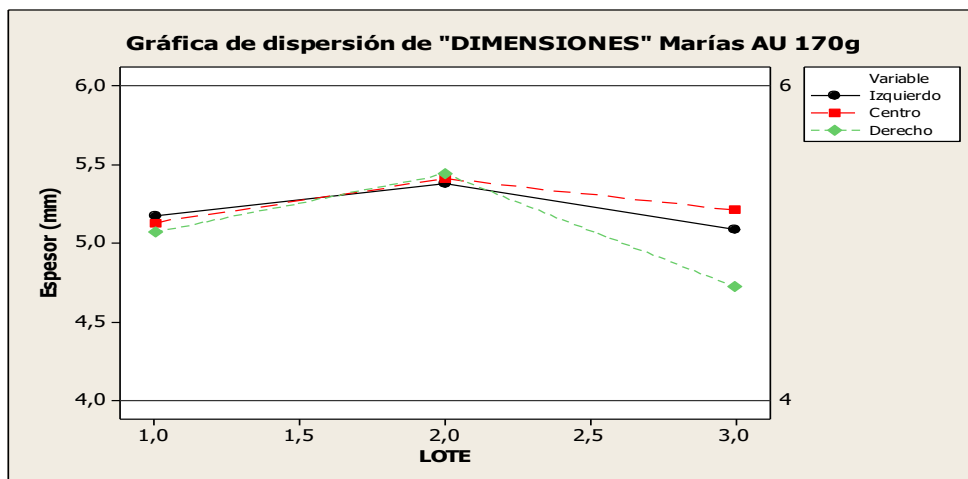
GALLETAS "MARIÁS AURRERA" PRESENTACIÓN DE 170g

Muestra	Hora	Lote	Diámetro (mm)		
			Izquierdo	Centro	Derecho
1	11:00:00	6228A2	53,74	53,71	53,94
2	08:00:00	6229A2	54,32	53,59	53,58
3	15:30:00	6261B2	53,55	52,96	53,19



Gráfica 3: Comparación del diámetro en Galletas "Marías AU 170g"

Muestra	Hora	Lote	Espesor (mm)		
			Izquierdo	Centro	Derecho
1	11:00:00	6228A2	5,17	5,13	5,07
2	08:00:00	6229A2	5,38	5,41	5,44
3	15:30:00	6261B2	5,09	5,21	4,72

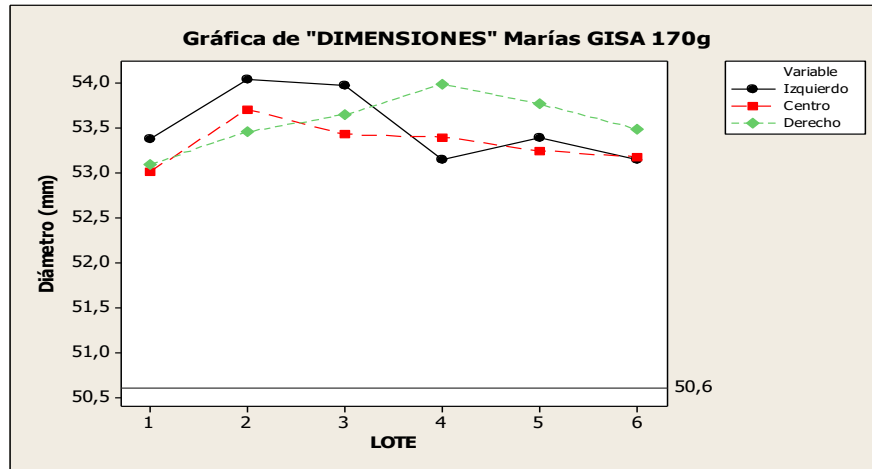


Gráfica 4: Comparación del espesor en Galletas "Marías AU 170g"

Estas gráficas representan la variación en cuanto a las dimensiones de las galletas Marías Aurrera, presentación de 170g, en la que se observa que tanto el diámetro como su espesor se encuentran en el rango de tolerancia aceptable.

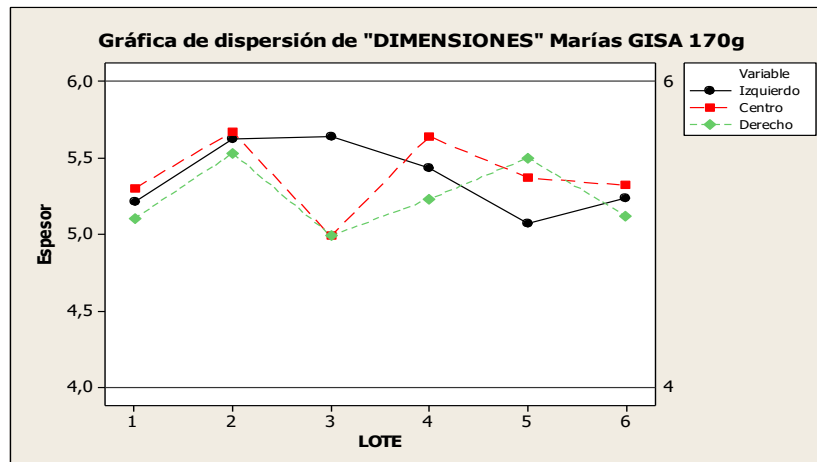
GALLETAS "MARIÁS GISA" PRESENTACIÓN DE 170g

Muestra	Hora	Lote	Diámetro (mm)		
			Izquierdo	Centro	Derecho
1	23:00:00	6237C2	53,37	53,01	53,09
2	02:00:00	6242C2	54,03	53,7	53,45
3	03:30:00	6242C2	53,96	53,42	53,64
4	00:30:00	6243C2	53,14	53,39	53,98
5	23:00:00	6244C2	53,39	53,24	53,76
6	23:00:00	6291C2	53,14	53,17	53,48



Gráfica 5: Comparación del diámetro en Galletas "Mariás GISA 170g"

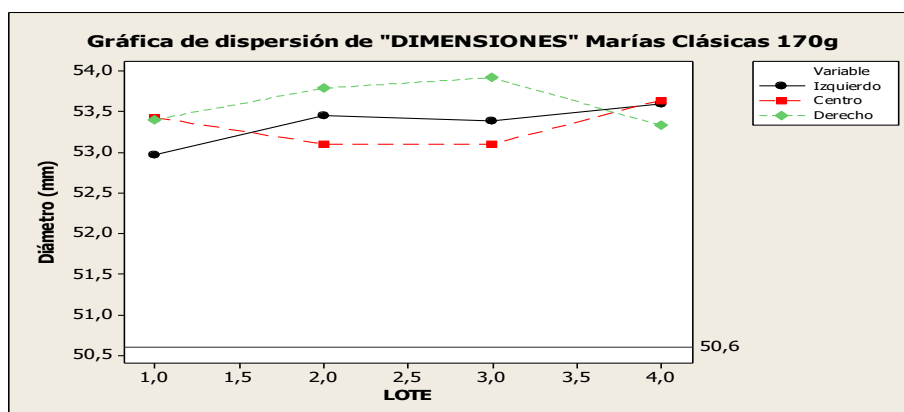
Muestra	Hora	Lote	Espesor (mm)		
			Izquierdo	Centro	Derecho
1	23:00:00	6237C2	5,21	5,3	5,1
2	02:00:00	6242C2	5,62	5,67	5,53
3	03:30:00	6242C2	5,64	4,99	4,99
4	00:30:00	6243C2	5,43	5,64	5,23
5	23:00:00	6244C2	5,07	5,37	5,5
6	23:00:00	6291C2	5,24	5,32	5,12



Gráfica 6: Comparación del espesor en Galletas "Mariás GISA 170g"

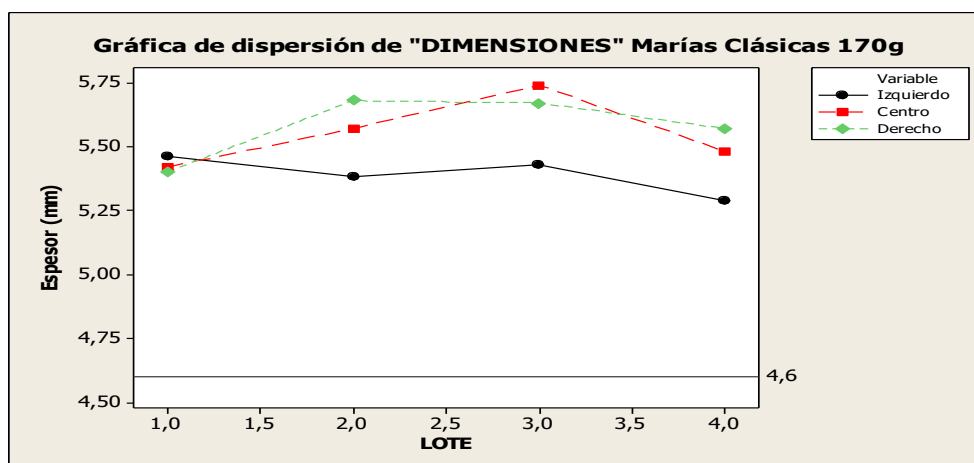
GALLETAS "MARIÁS CLÁSICAS" PRESENTACIÓN DE 170g

Muestra	Hora	Lote	Diámetro (mm)		
			Izquierdo	Centro	Derecho
1	15:30:00	6216B2	52,97	58,43	58,4
2	18:30:00	6216B2	53,45	53,1	53,79
3	18:30:00	6217B2	53,38	53,1	53,92
4	15:30:00	6256B2	53,6	53,64	53,33



Gráfica 7: Comparación del diámetro en Galletas "Marías Clásicas 170g"

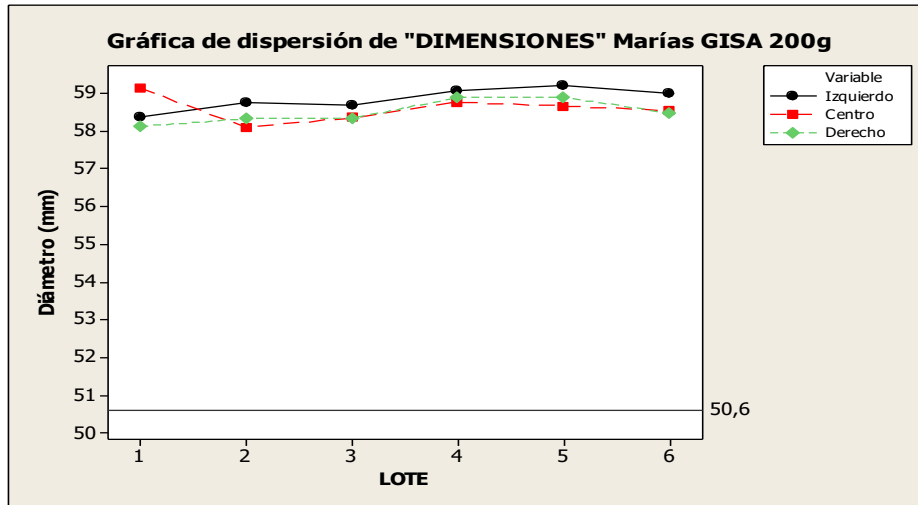
Muestra	Hora	Lote	Espesor (mm)		
			Izquierdo	Centro	Derecho
1	15:30:00	6216B2	5,46	5,42	5,4
2	18:30:00	6216B2	5,38	5,57	5,68
3	18:30:00	6217B2	5,43	5,74	5,67
4	15:30:00	6256B2	5,29	5,48	5,57



Gráfica 8: Comparación del espesor en Galletas "Marías Clásicas 170g"

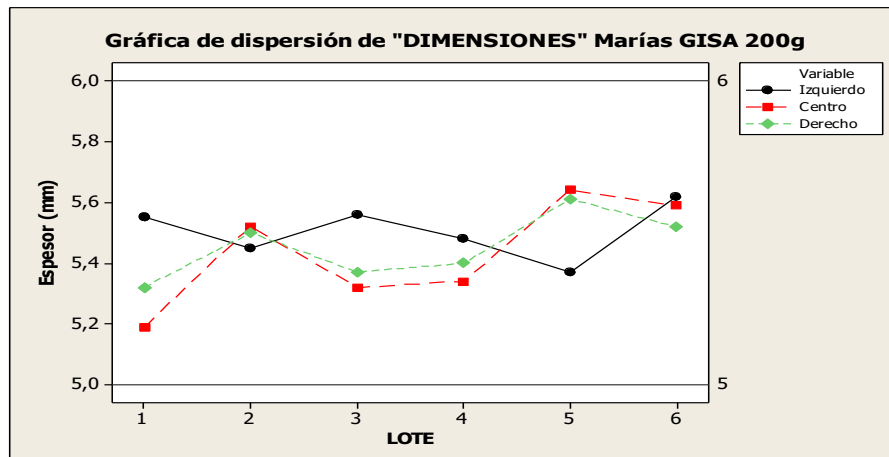
GALLETAS "MARIAS GISA" PRESENTACIÓN DE 200g

Muestra	Hora	Lote	Diámetro (mm)		
			Izquierdo	Centro	Derecho
1	15:30:00	6215B2	58,36	59,14	58,12
2	18:30:00	6215B2	58,74	58,09	58,32
3	11:00:00	6216A2	58,68	58,35	58,32
4	08:00:00	6232A2	59,05	58,76	58,89
5	23:00:00	6245C2	59,21	58,66	58,89
6	06:30:00	6245C2	59	58,53	58,47



Gráfica 9: Comparación del diámetro en Galletas "Marías GISA 200g"

Muestra	Hora	Lote	Espesor (mm)		
			Izquierdo	Centro	Derecho
1	15:30:00	6215B2	5,55	5,19	5,32
2	18:30:00	6215B2	5,45	5,52	5,50
3	11:00:00	6216A2	5,56	5,32	5,37
4	08:00:00	6232A2	5,48	5,34	5,4
5	23:00:00	6245C2	5,37	5,64	5,61
6	06:30:00	6245C2	5,62	5,59	5,52



Gráfica 10: Comparación del diámetro en Galletas "Marías GISA 200g"

DISCUSIÓN DE LAS GRÁFICAS DE DIMENSIONES:

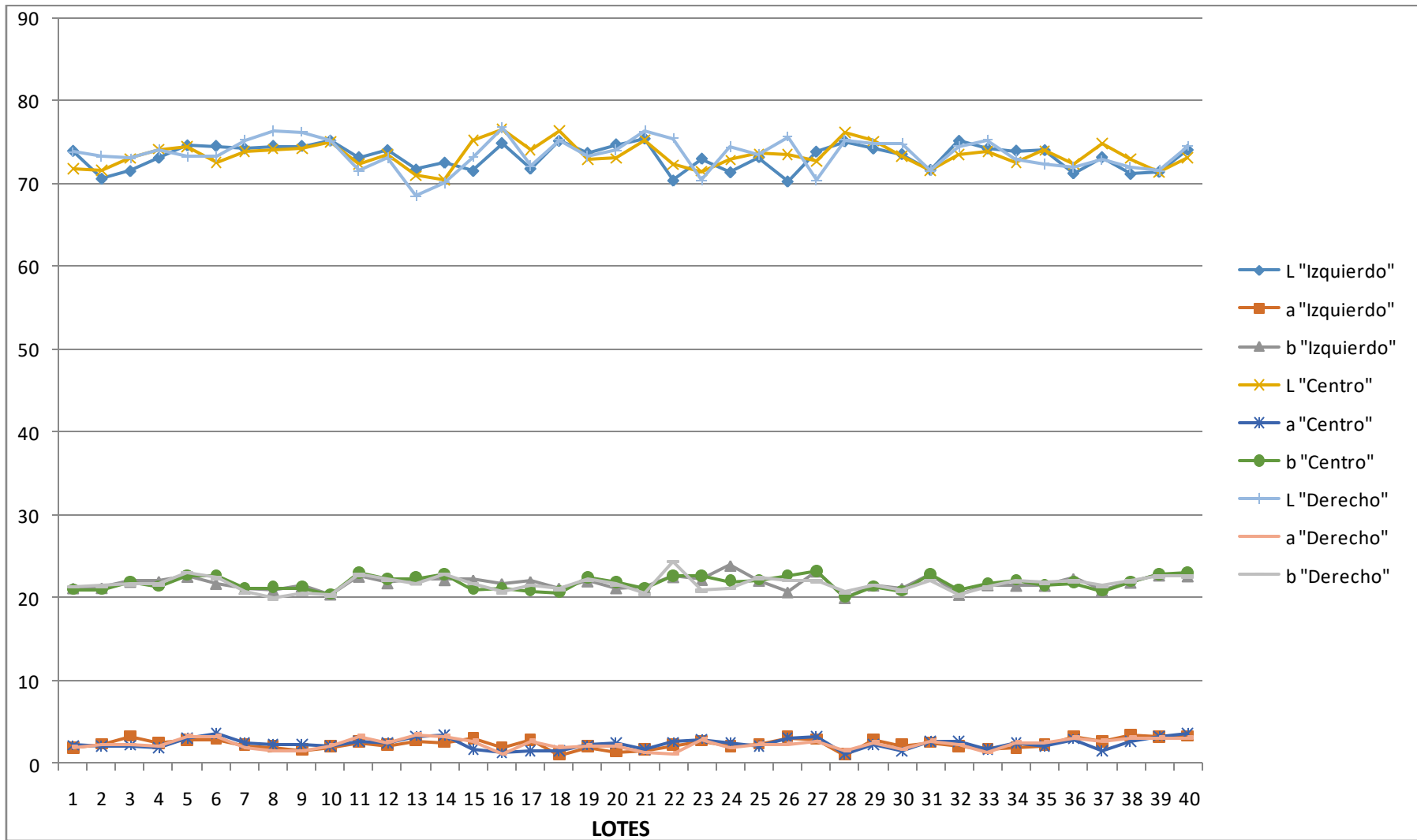
En las diferentes gráficas de las distintas marcas de “MARÍAS” de la planta GISA, se observa que no hay variación en cuanto a su diámetro y su espesor, ya que se mantienen dentro del rango especificado que la misma empresa asigno para sus productos.

TOLERANCIA DE PORCENTAJE DE DIMENSIONES		
Presentación	Diámetro (mm)	Espesor (mm)
Marías de 160g	60 - 52	6 - 4
Marías GISA de 170g	60 - 52	6 - 4
Marías Clásicas de 170g	60 - 52	6 - 4
Marías GISA 200g	60 - 54	6 - 5

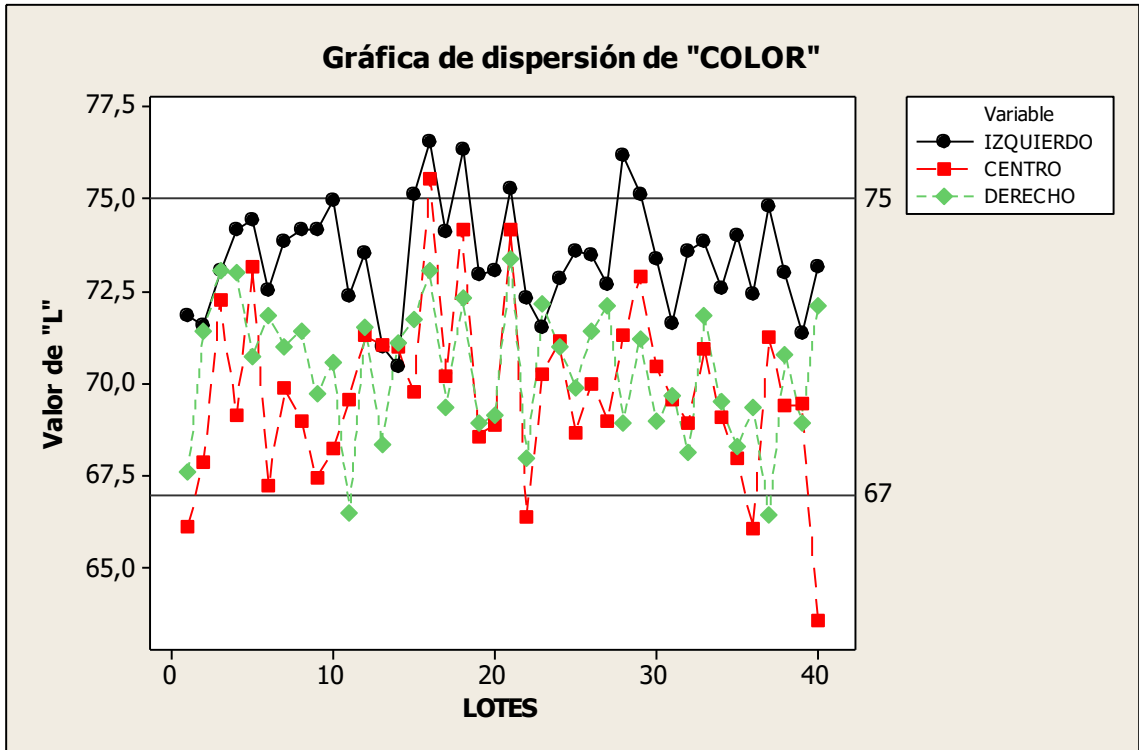
COLOR

Galleta Molida

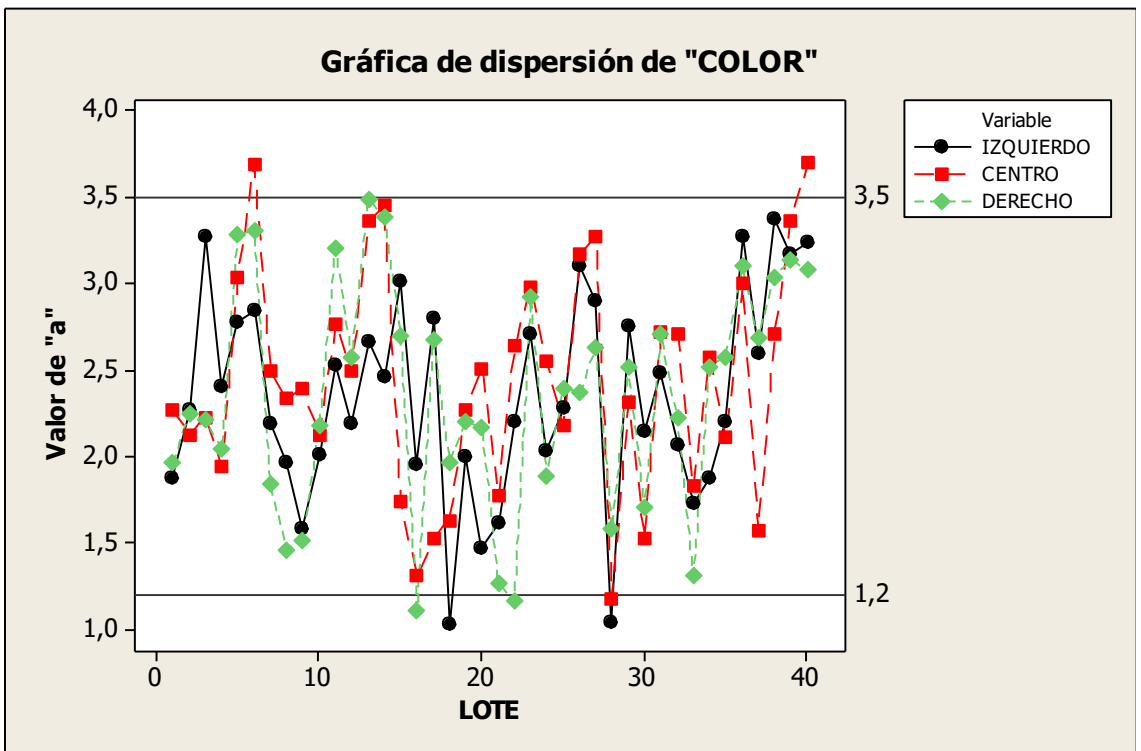
Lote	IZQUIERDO			CENTRO			DERECHO		
	L	a	B	L	a	b	L	a	b
6212C2	73,93	1,87	21,12	71,84	2,27	21,02	73,75	1,96	21,35
6212C2	70,61	2,27	21,15	71,59	2,12	20,95	73,26	2,25	21,42
6214B2	71,52	3,27	21,92	73,03	2,23	21,98	73,01	2,21	21,61
6214B2	73,1	2,41	21,96	74,14	1,94	21,34	73,96	2,04	21,67
6215B2	74,58	2,78	22,54	74,43	3,04	22,73	73,19	3,29	23,13
6215B2	74,52	2,84	21,67	72,52	3,69	22,72	73,31	3,31	22,43
6216A2	74,21	2,19	21,07	73,85	2,5	21,18	75,18	1,84	20,6
6216B2	74,52	1,97	20,84	74,14	2,34	21,22	76,21	1,46	19,89
6216B2	74,51	1,58	21,34	74,17	2,39	21,27	76,18	1,51	20,39
6217B2	75,14	2,01	20,35	74,97	2,12	20,37	75,09	2,18	20,34
6223B2	73,18	2,53	22,55	72,37	2,77	23,01	71,53	3,21	22,81
6224B2	74,01	2,19	21,74	73,53	2,49	22,28	73,06	2,57	22,18
6228A2	71,7	2,67	22,22	70,97	3,37	22,41	68,56	3,49	21,74
6226B2	72,52	2,46	22,13	70,46	3,45	22,85	70,1	3,39	22,94
6229A2	71,54	3,02	22,13	75,13	1,74	20,95	73,18	2,7	21,71
6230A2	74,85	1,95	21,69	76,54	1,31	21,12	76,67	1,11	20,65
6232A2	71,81	2,8	21,95	74,13	1,53	20,89	72,1	2,68	21,56
6235C2	75,12	1,03	21,12	76,35	1,63	20,7	75,21	1,97	21,07
6235C2	73,68	2	21,97	72,92	2,27	22,45	73,34	2,2	22,19
6235C2	74,7	1,47	21,13	73,04	2,51	21,85	74	2,17	21,62
6235C2	75,39	1,62	21,19	75,29	1,77	21,14	76,22	1,27	20,47
6236A2	70,39	2,2	22,5	72,29	2,64	22,61	75,41	1,16	24,42
6237A2	73	2,71	22,16	71,5	2,98	22,67	70,38	2,92	20,92
6237A2	71,37	2,03	23,91	72,86	2,55	22,01	74,39	1,89	21,16
6237C2	73,18	2,28	22,05	73,6	2,18	22,14	73,5	2,39	22,45
6242C2	70,28	3,1	20,63	73,47	3,17	22,72	75,63	2,37	22,1
6242C2	73,83	2,9	23,19	72,67	3,27	23,26	70,4	2,63	22,08
6243C2	75,06	1,04	19,91	76,16	1,18	20,05	75,15	1,58	20,66
6244C2	74,2	2,76	21,46	75,12	2,31	21,37	74,79	2,52	21,56
6245C2	73,54	2,15	21,11	73,37	1,52	20,75	74,74	1,7	20,83
6245C2	71,66	2,48	22,7	71,62	2,72	22,85	71,58	2,71	22,1
6246C2	75,12	2,07	20,31	73,56	2,71	20,97	74,43	2,22	20,26
6250C2	74,2	1,73	21,5	73,83	1,83	21,75	75,15	1,31	21,3
6251C2	73,95	1,87	21,43	72,56	2,57	22,16	72,96	2,52	21,99
6252C2	74,01	2,2	21,42	73,98	2,11	21,49	72,4	2,58	21,85
6253C2	71,26	3,27	22,3	72,43	3	21,84	72	3,1	22,09
6256B2	73,18	2,6	20,84	74,81	1,57	20,77	72,82	2,69	21,44
6261B2	71,18	3,38	21,81	73,01	2,71	21,99	71,91	3,04	22,05
6263B2	71,43	3,17	22,7	71,33	3,37	22,8	71,57	3,14	22,61
6291C2	74,05	3,24	22,6	73,14	3,7	23,03	74,48	3,08	22,66



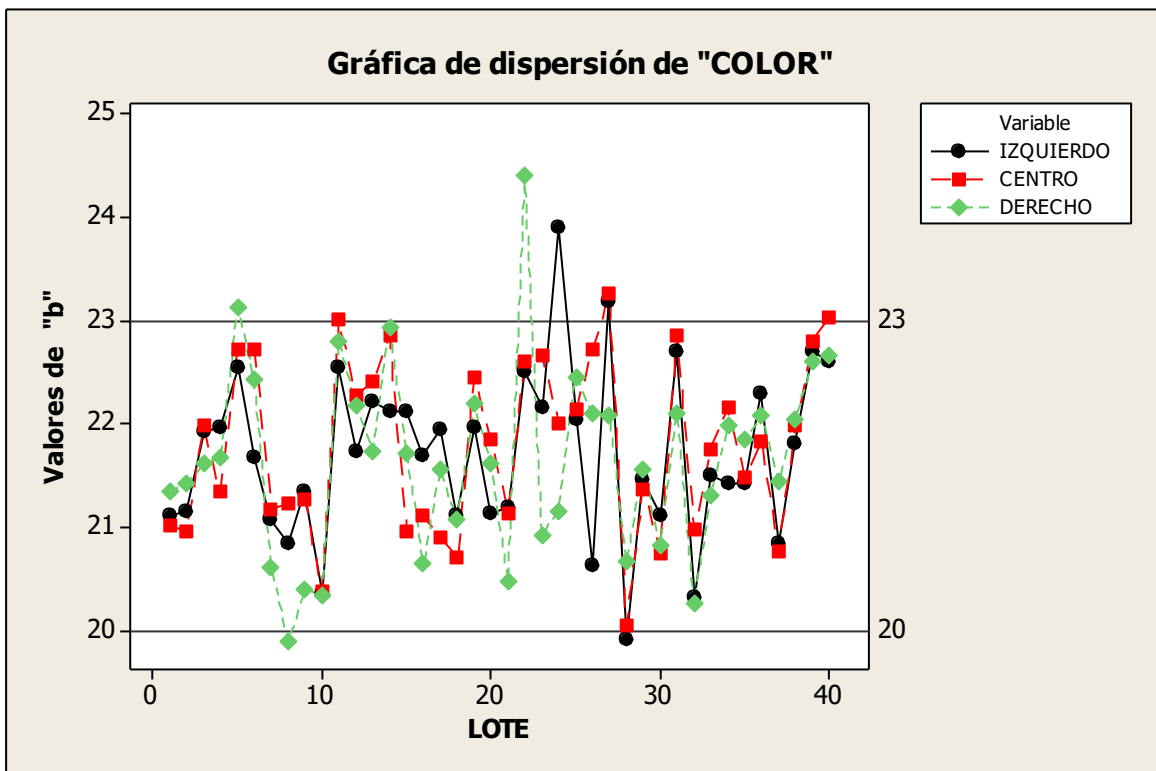
Gráfica 11: Comparación de color de las galletas molidas del lado izquierdo, centro y derecha.



Gráfica 12: Comparación del valor de L en muestras molidas de diferentes marcas y presentaciones de Galletas "Marías"



Gráfica 13: Comparación del valor de a en muestras molidas de diferentes marcas y presentaciones de Galletas "Marías"



Gráfica 14: Comparación del valor de b en muestras molidas de diferentes marcas y presentaciones de Galletas "Marías"

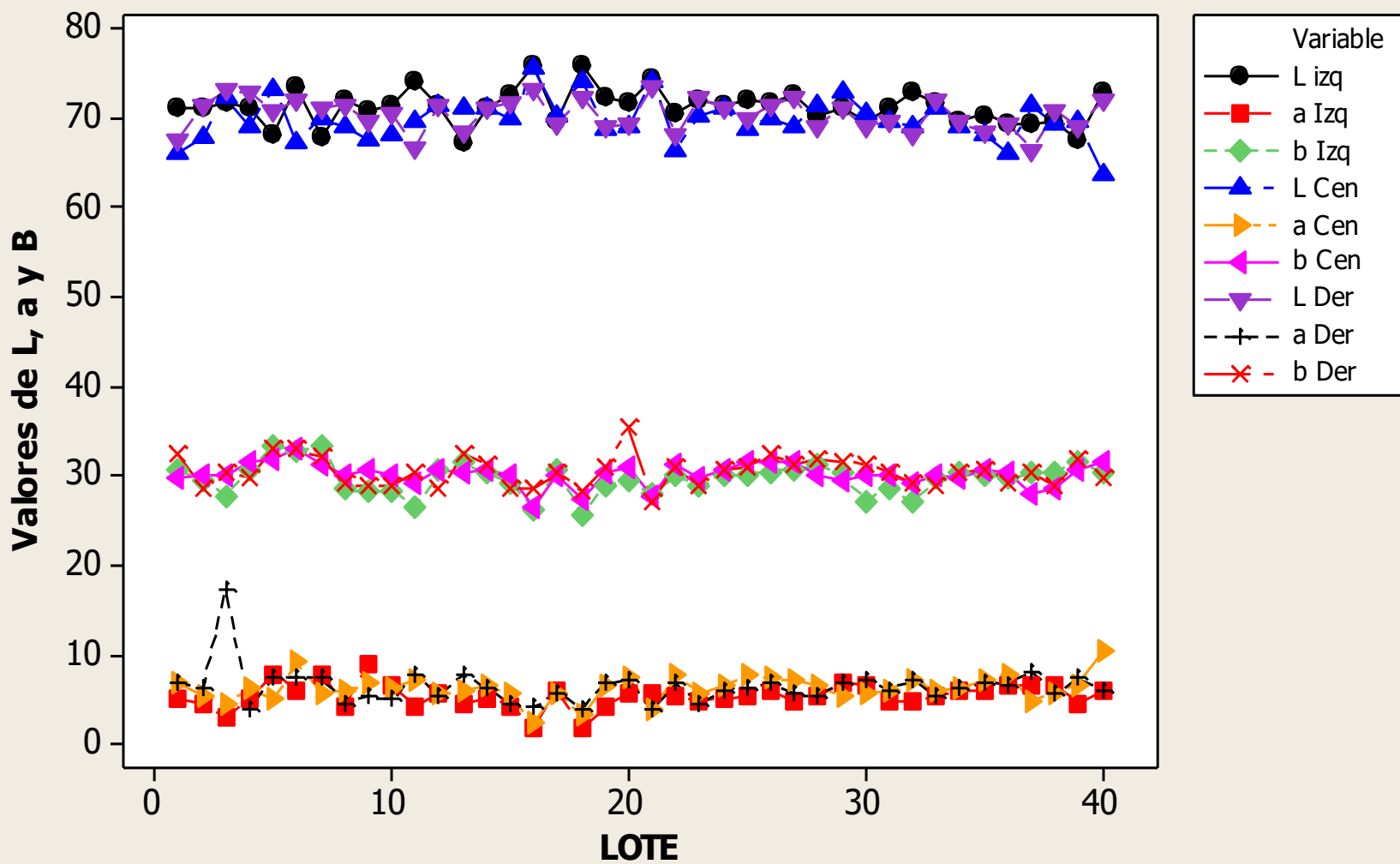
DISCUSIÓN:

En las gráficas anteriores se establece el rango de aceptabilidad de color de los valores de "L", "a" y "b", en base a los resultados obtenidos de la muestras recolectadas de las galletas "Marías", la tolerancia de color es el límite en cuanto que la muestra sea considerada aceptable, la mayoría de veces los evaluadores pueden correlacionar las diferencia de color a sus propias evaluaciones visuales, ya que los valores de tolerancia son definidos internamente o entre el proveedor y el consumidor y usados en control de calidad para determinar si la muestra pasa o no pasa el proceso de inspección.

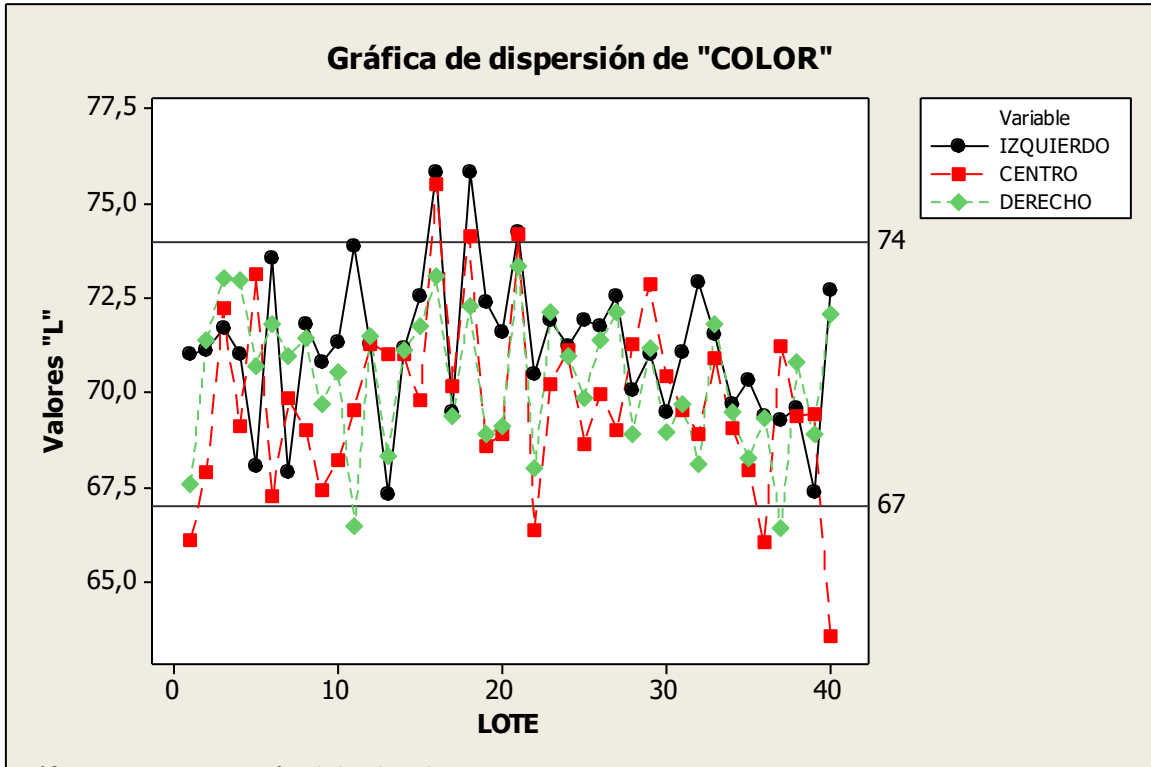
Valores	Rangos de aceptabilidad en base al color en muestras de galletas molidas		
	IZQUIERDO	CENTRO	DERECHO
L	67 – 75		
a	1.2 – 3.5		
b	20 – 23		

PARTE DE ARRIBA DE LA GALLETA									
	IZQUIERDO			CENTRO			DERECHO		
Lote	L	a	b	L	a	b	L	a	b
6212C2	71	5,01	30,64	66,12	6,69	29,75	67,6	6,78	32,29
6212C2	71,15	4,48	29,26	67,88	5,25	29,94	71,4	6,31	46,53
6214B2	71,72	2,85	27,73	72,23	4,5	29,93	73,04	17,05	30,2
6214B2	71	5,01	30,64	69,11	6,1	31,54	72,97	3,73	29,71
6215B2	68,08	7,78	33,31	73,14	4,99	31,76	70,71	7,23	32,97
6215B2	73,58	5,81	32,76	67,25	9,04	32,84	71,84	7,35	32,86
6216A2	67,92	7,69	33,37	69,85	5,64	31,21	70,98	7,42	31,98
6216B2	71,84	3,95	28,38	69	5,85	29,89	71,43	4,48	28,95
6216B2	70,83	8,85	28,08	67,43	6,69	30,6	69,7	5,25	28,68
6217B2	71,34	6,4	28,23	68,22	6,27	30,13	70,57	4,87	28,82
6223B2	73,9	4,2	26,56	69,55	6,96	29,04	66,47	7,65	30,19
6224B2	71,31	5,49	30,47	71,31	5,49	30,47	71,51	5,28	28,35
6228A2	67,3	4,48	31,38	71,03	5,87	30,19	68,34	7,67	32,3
6226B2	71,17	5,01	30,21	71,01	6,33	30,54	71,11	6,21	31,29
6229A2	72,55	4,22	29,14	69,79	5,58	30,12	71,74	4,28	28,63
6230A2	75,83	1,8	26,04	75,53	2,17	26,29	73,07	4,04	28,5
6232A2	69,49	5,83	30,67	70,2	5,71	29,87	69,36	5,72	30,41
6235C2	75,86	1,69	25,63	74,15	3,15	27,32	72,31	3,91	28,09
6235C2	72,4	4,14	28,72	68,57	6,38	30,14	68,9	6,69	30,82
6235C2	71,63	5,44	29,43	68,89	7,25	30,91	69,14	7,02	45,21
6235C2	74,24	5,6	27,98	74,18	3,78	27,61	73,36	3,73	27,1
6236A2	70,49	5,31	29,85	66,37	7,53	31,14	67,99	6,68	30,78
6237A2	71,94	4,67	28,83	70,22	5,66	29,69	72,13	4,31	28,69
6237A2	71,23	4,94	29,97	71,12	6,45	30,7	70,98	5,98	30,48
6237C2	71,94	5,23	30,02	68,64	7,6	31,48	69,88	6,1	30,89
6242C2	71,75	5,9	30,42	69,99	7,29	31,47	71,39	6,63	32,22
6242C2	72,57	4,81	30,64	68,99	7,06	31,53	72,11	5,43	31,14
6243C2	70,05	5,39	31,11	71,29	6,32	30,13	68,9	5,28	31,81
6244C2	71,01	6,75	30,15	72,87	5,28	29,36	71,21	6,89	31,57
6245C2	69,47	6,54	17,1	70,43	5,49	30,02	68,96	6,97	31,3
6245C2	71,06	4,66	28,6	69,54	5,9	29,98	69,68	6	30,15
6246C2	72,92	4,66	26,93	68,92	7,12	29,15	68,12	6,95	29,23
6250C2	71,53	5,22	29,75	70,92	5,81	30,06	71,83	5,25	28,85
6251C2	69,72	5,97	30,26	69,07	6,07	29,71	69,5	6,06	30,34
6252C2	70,32	5,92	30,08	67,98	7,07	30,56	68,27	6,77	30,72
6253C2	69,36	6,6	29,62	66,04	7,79	30,23	69,32	6,52	29,24
6256B2	69,27	6,47	30,16	71,25	4,69	27,81	66,41	8,08	30,25
6261B2	69,58	6,57	30,31	69,38	5,67	28,63	70,79	5,63	28,92
6263B2	67,38	4,48	31,41	69,43	6,51	30,59	68,9	7,26	31,64
6291C2	72,73	5,74	30,3	63,56	10,45	31,5	72,1	5,94	29,61

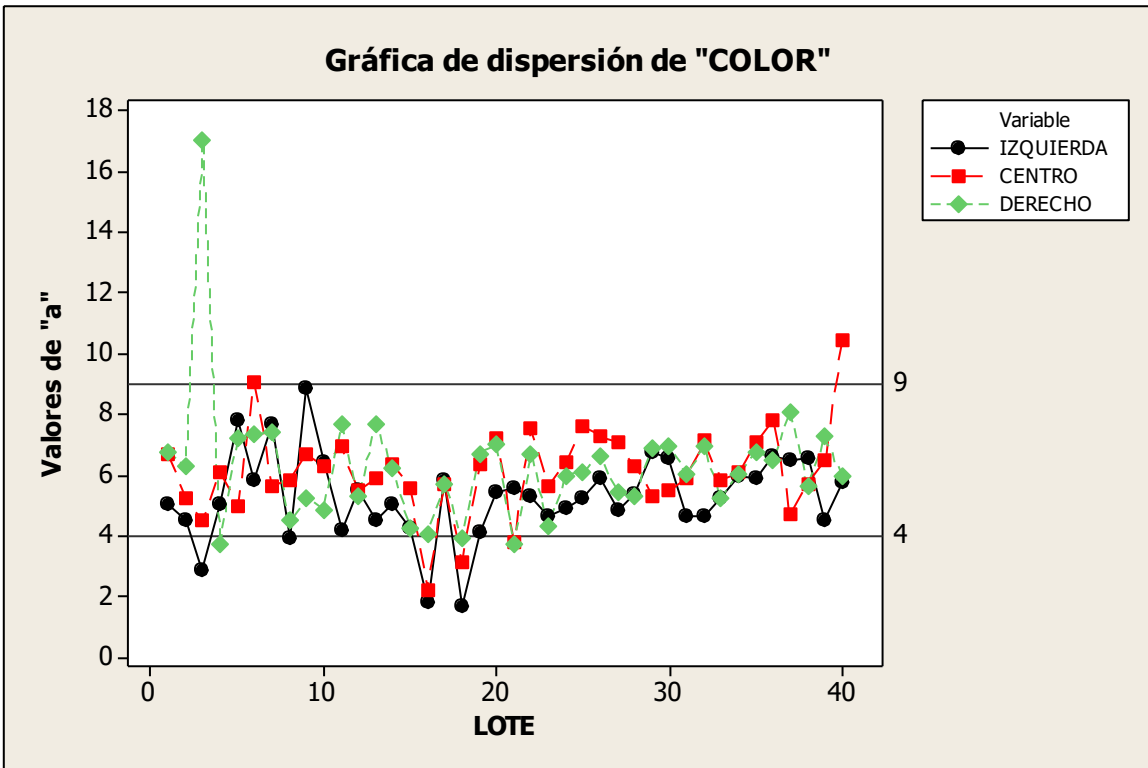
Gráfica de dispersión de "COLOR" parte de arriba



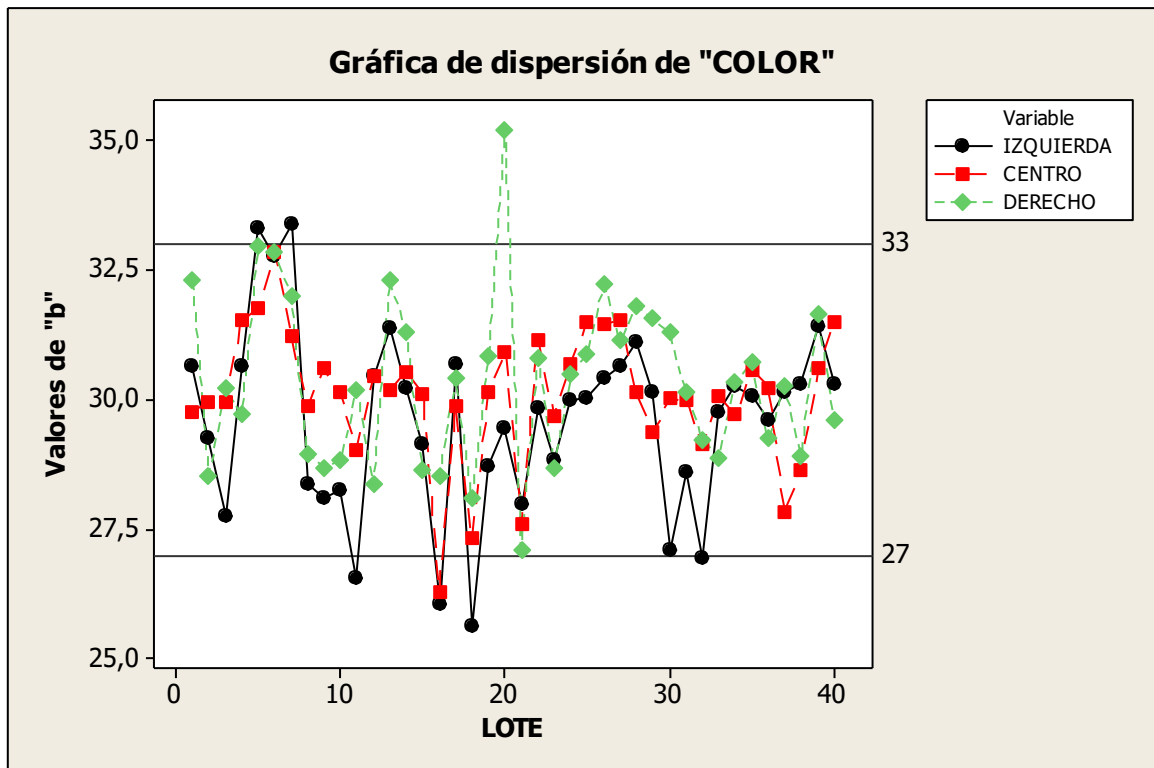
Gráfica 15: Comparación del color en diferentes marcas y presentaciones de Galletas "Marías"



Gráfica 16: Comparación del valor de L en muestras enteras



Gráfica 17: Comparación del valor de a en muestras enteras



Gráfica 18: Comparación del valor de b en muestras enteras

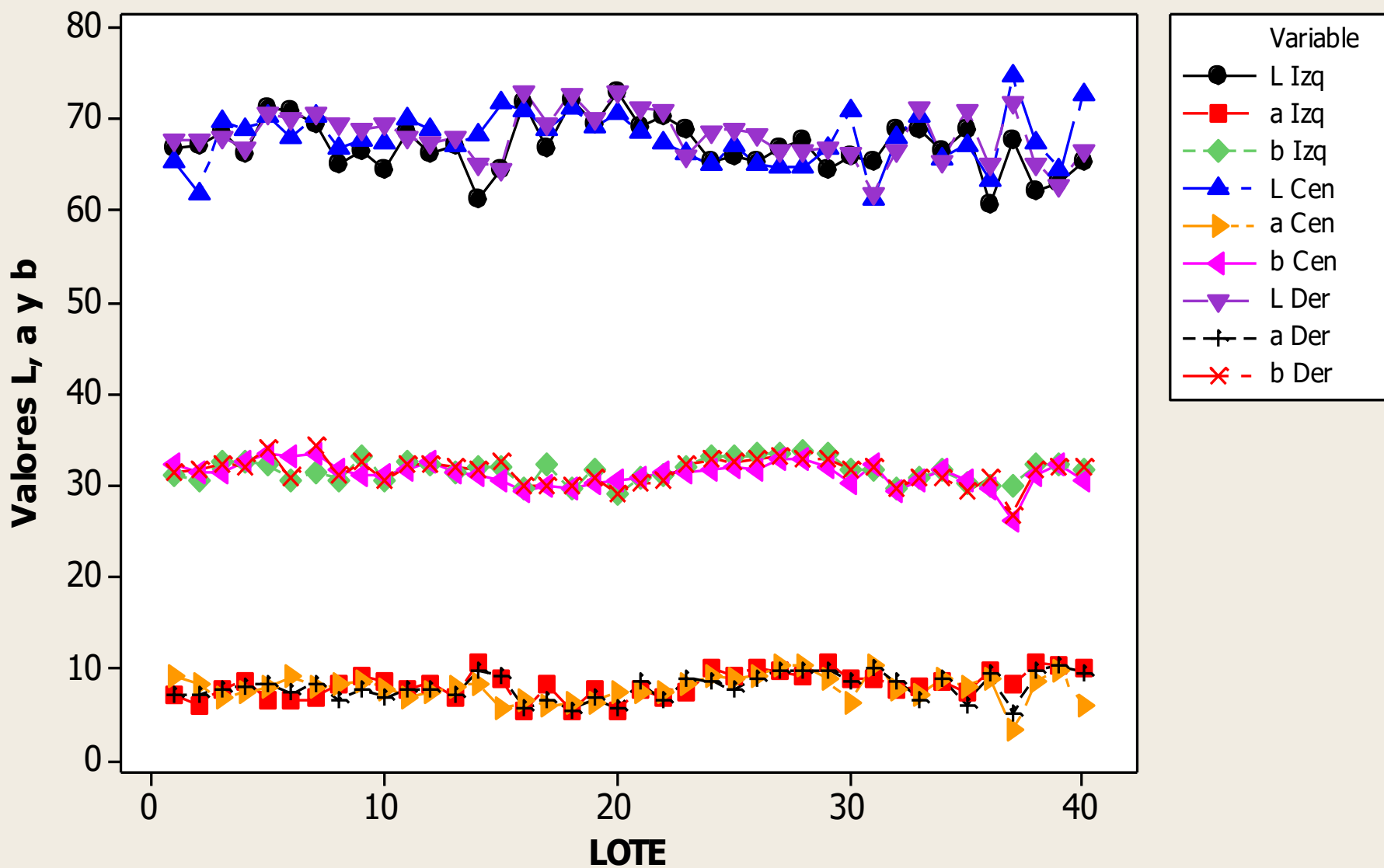
DISCUSIÓN:

En las gráficas anteriores se establece el rango de aceptabilidad de color de los valores de "L", "a" y "b", en base a los resultados obtenidos de la muestras recolectadas de las galletas "Marías", en relación a la parte de arriba de la galleta, para tener una mejor referencia en cuanto a su apariencia a la hora que este saliendo de la línea de producción

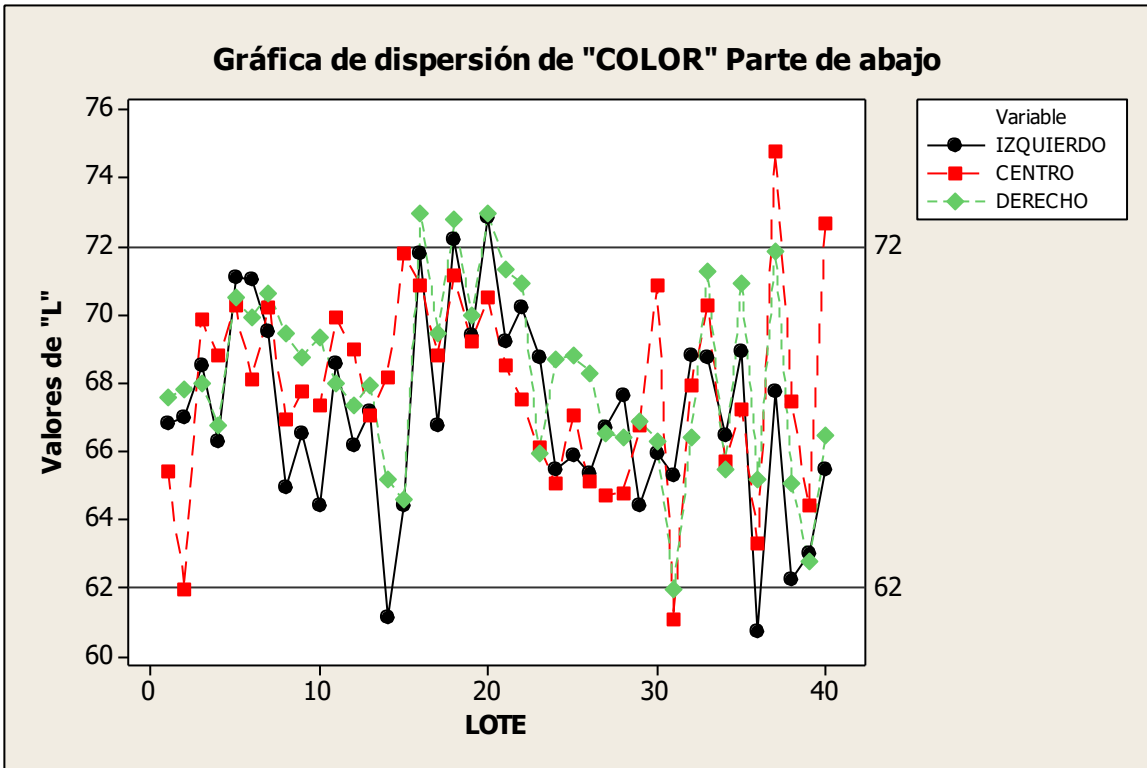
Valores	Rangos de aceptabilidad en base al color en muestras de galletas enteras (Parte de arriba)		
	IZQUIERDO	CENTRO	DERECHO
L	67 - 74		
a	4 - 9		
b	27 - 33		

PARTE DE ABAJO DE LA GALLETA									
Lote	IZQUIERDO			CENTRO			DERECHO		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
6212C2	66,78	6,97	31,12	65,42	9,01	32,14	67,59	7,11	31,42
6212C2	66,98	6,02	30,58	61,93	8,11	31,24	67,78	7,06	31,69
6214B2	68,48	7,56	32,53	69,84	6,7	31,48	67,96	7,67	32,18
6214B2	66,25	8,53	32,55	68,77	7,32	32,45	66,77	8	32,03
6215B2	71,06	6,51	32,21	70,27	7,9	33,35	70,49	8,22	33,98
6215B2	71,03	6,5	30,61	68,06	9,08	33,03	69,88	7,3	30,65
6216A2	69,49	6,63	31,48	70,22	7,88	33,3	70,58	8,19	34,25
6216B2	64,95	8,19	30,62	66,91	8,15	31,57	69,41	6,49	30,94
6216B2	66,52	9,1	33,1	67,71	8,63	31,11	68,73	7,64	32,55
6217B2	64,38	8,6	30,62	67,3	7,76	30,93	69,31	6,79	30,51
6223B2	68,53	7,61	32,52	69,91	6,64	31,65	67,99	7,5	32,21
6224B2	66,17	8,34	32,25	68,94	7,23	32,56	67,35	7,75	32,24
6228A2	67,17	6,65	31,3	67,01	7,98	31,36	67,9	6,98	31,81
6226B2	61,15	10,56	31,89	68,12	8,24	31,07	65,18	9,62	31,69
6229A2	64,41	8,85	31,92	71,76	5,6	30,37	64,57	9,1	32,52
6230A2	71,76	5,43	29,59	70,83	6,34	29,3	72,94	5,49	29,79
6232A2	66,77	8,24	32,26	68,81	5,98	29,96	69,45	6,34	29,76
6235C2	72,18	5,32	29,47	71,15	6,06	29,48	72,79	5,43	29,76
6235C2	69,38	7,56	31,72	69,22	6,32	30,19	69,98	6,77	30,69
6235C2	72,83	5,4	29,12	70,49	7,34	30,34	72,96	5,61	29,15
6235C2	69,19	7,66	30,89	68,48	7,31	30,74	71,29	8,45	30,1
6236A2	70,19	6,74	31,18	67,49	7,45	31,28	70,89	6,4	30,56
6237A2	68,75	7,24	31,82	66,1	8,29	31,4	65,92	8,9	32,2
6237A2	65,47	10,04	33,15	65,03	8,99	31,64	68,67	8,57	32,76
6237C2	65,86	9,24	33,09	67,05	8,93	32,01	68,77	7,7	32,43
6242C2	65,33	10,13	33,29	65,13	9,12	31,61	68,27	8,79	32,68
6242C2	66,66	9,57	33,41	64,69	10,32	32,82	66,49	9,7	33,1
6243C2	67,62	9,03	33,65	64,78	10,41	32,96	66,38	9,81	32,69
6244C2	64,41	10,7	33,34	66,77	8,82	31,99	66,88	9,71	32,92
6245C2	65,94	8,76	31,67	70,81	6,19	30,23	66,29	8,53	31,52
6245C2	65,27	8,91	31,69	61,09	10,29	32,14	61,94	10,03	32,07
6246C2	68,78	7,66	29,63	67,94	7,7	29,18	66,41	8,5	29,47
6250C2	68,73	7,84	30,82	70,23	7,01	30,5	71,25	6,57	30,79
6251C2	66,43	8,53	31,64	65,68	8,74	31,53	65,43	8,72	30,84
6252C2	68,93	7,3	30,12	67,22	8,04	30,41	70,91	5,96	29,33
6253C2	60,74	9,6	29,9	63,29	8,74	29,67	65,14	9,27	30,89
6256B2	67,71	8,09	29,92	74,78	3,14	26,04	71,83	5,1	26,8
6261B2	62,23	10,58	32,15	67,42	8,54	31,1	65,07	9,71	31,69
6263B2	63,02	10,32	32,1	64,38	9,78	32,29	62,78	10,39	31,93
6291C2	65,46	10,09	31,77	72,67	5,75	30,4	66,42	9,45	32,02

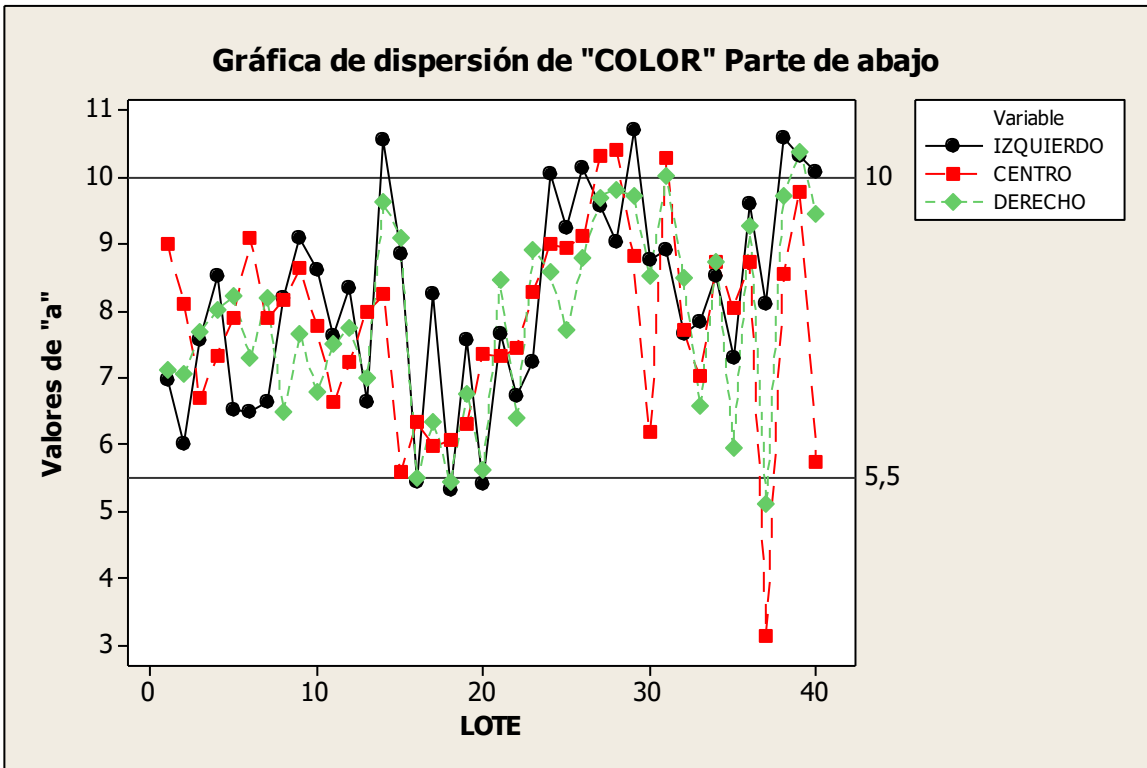
Gráfica de dispersión de "COLOR" parte de abajo



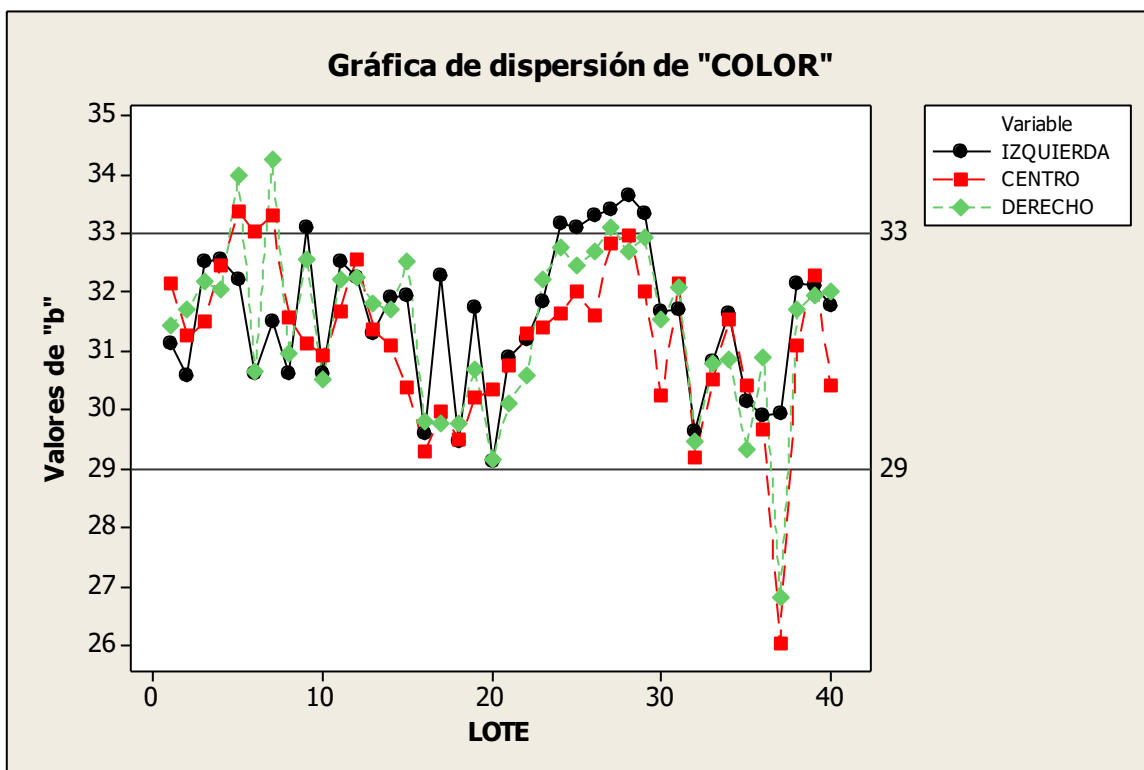
Gráfica 19: Comparación del color en muestras enteras diferentes marcas y presentaciones de Galletas "Marías"



Gráfica 20: Comparación del valor de L en muestras enteras



Gráfica 21: Comparación del valor de a en muestras enteras



Gráfica 22: Comparación del valor de a en muestras enteras

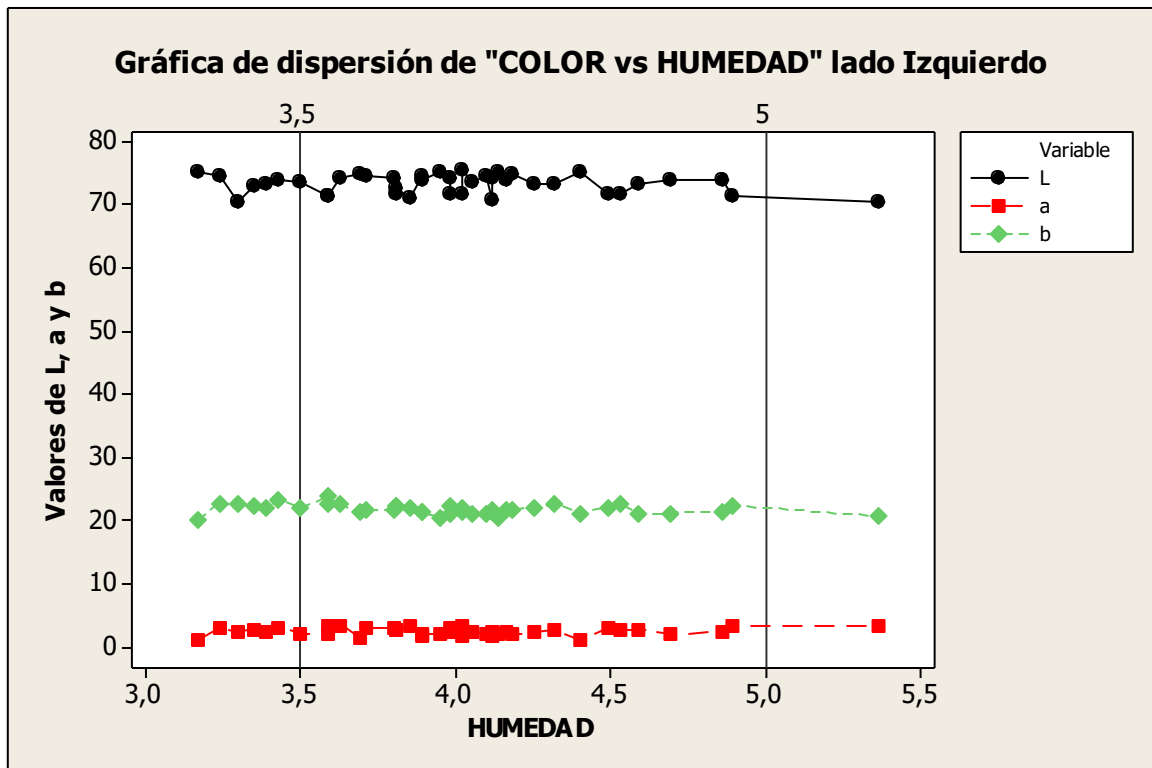
DISCUSIÓN:

En las gráficas anteriores se establece el rango de aceptabilidad de color de los valores de "L", "a" y "b", en base a los resultados obtenidos de la muestras recolectadas de las galletas "Marías", en relación a la parte de abajo de la galleta, para tener una mejor referencia en cuanto a su apariencia a la hora que este saliendo de la línea de producción.

Valores	Rangos de aceptabilidad en base al color en muestras de galletas enteras (Parte de abajo)		
	IZQUIERDO	CENTRO	DERECHO
L	62 - 72		
a	5.5 - 10		
b	29 - 33		

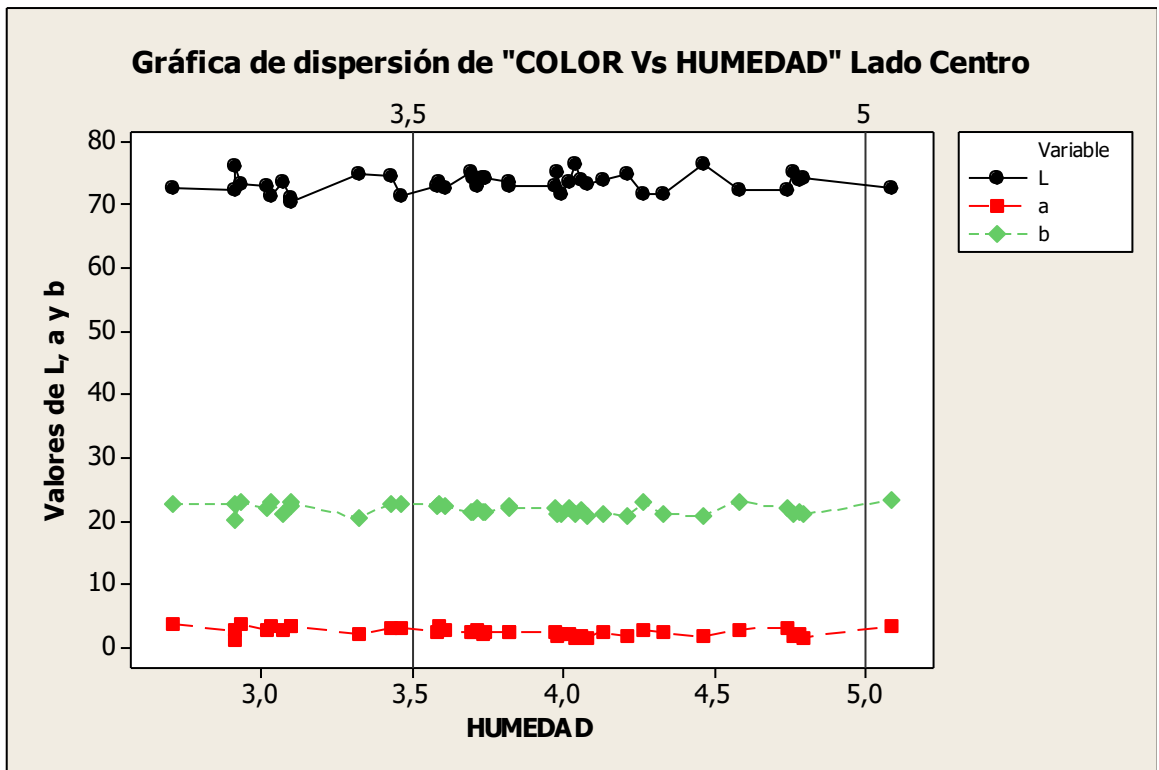
HUMEDAD

Lote	IZQUIERDO				Lote	IZQUIERDO			
	Humedad	L	a	b		Humedad	L	a	b
6212C2	4,69	73,93	1,87	21,12	6235C2	4,02	75,39	1,62	21,19
6212C2	4,12	70,61	2,27	21,15	6236A2	3,3	70,39	2,2	22,5
6214B2	4,02	71,52	3,27	21,92	6237A2	3,35	73	2,71	22,16
6214B2	3,39	73,1	2,41	21,96	6237A2	3,59	71,37	2,03	23,91
6215B2	3,24	74,58	2,78	22,54	6237C2	4,25	73,18	2,28	22,05
6215B2	3,71	74,52	2,84	21,67	6242C2	5,36	70,28	3,1	20,63
6216A2	3,98	74,21	2,19	21,07	6242C2	3,43	73,83	2,9	23,19
6216B2	4,1	74,52	1,97	20,84	6243C2	3,17	75,06	1,04	19,91
6216B2	3,89	74,51	1,58	21,34	6244C2	3,8	74,2	2,76	21,46
6217B2	4,14	75,14	2,01	20,35	6245C2	4,05	73,54	2,15	21,11
6223B2	4,32	73,18	2,53	22,55	6245C2	4,53	71,66	2,48	22,7
6224B2	4,16	74,01	2,19	21,74	6246C2	3,95	75,12	2,07	20,31
6228A2	3,81	71,7	2,67	22,22	6250C2	4,12	74,2	1,73	21,5
6226B2	3,81	72,52	2,46	22,13	6251C2	3,89	73,95	1,87	21,43
6229A2	3,98	71,54	3,02	22,13	6252C2	4,86	74,01	2,2	21,42
6230A2	4,18	74,85	1,95	21,69	6253C2	4,89	71,26	3,27	22,3
6232A2	4,49	71,81	2,8	21,95	6256B2	4,59	73,18	2,6	20,84
6235C2	4,4	75,12	1,03	21,12	6261B2	3,85	71,18	3,38	21,81
6235C2	3,5	73,68	2	21,97	6263B2	3,59	71,43	3,17	22,7
6235C2	3,69	74,7	1,47	21,13	6291C2	3,63	74,05	3,24	22,6



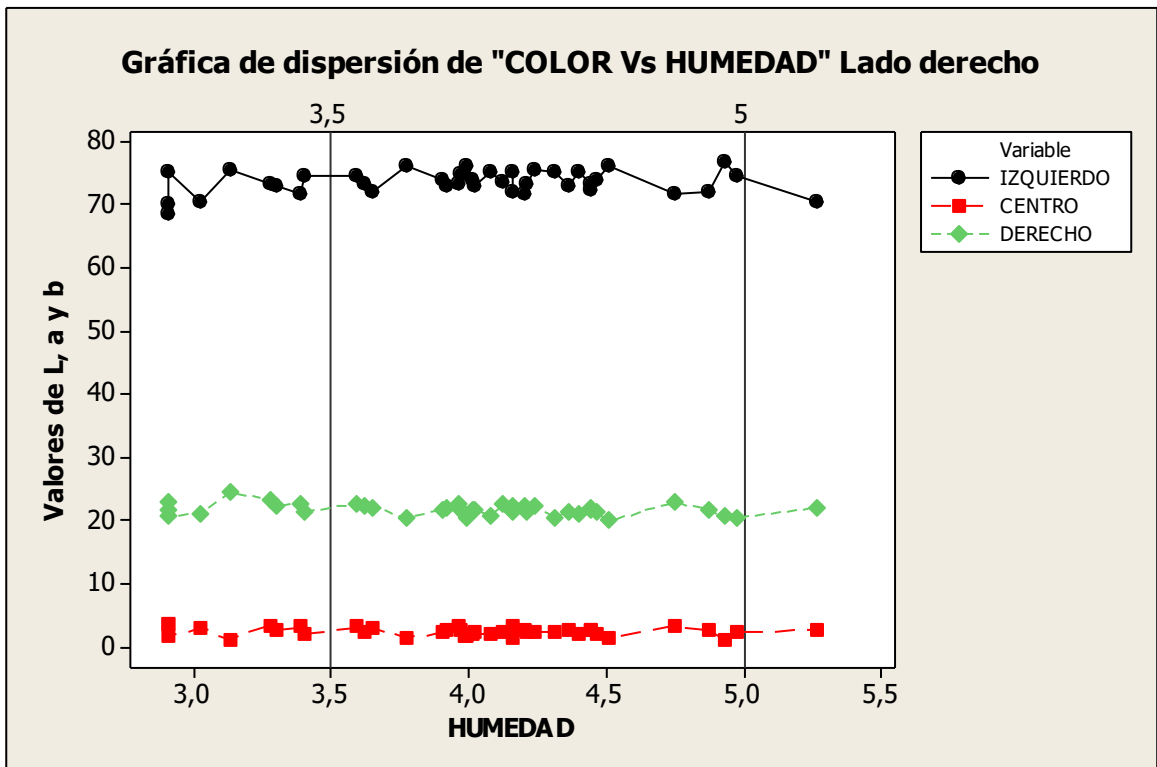
Gráfica 23: Comparación de color en base a la humedad obtenida de las muestras

CENTRO					CENTRO				
Lote	Humedad	L	a	b	Lote	Humedad	L	a	b
6212C2	4,33	71,84	2,27	21,02	6235C2	3,98	75,29	1,77	21,14
6212C2	3,99	71,59	2,12	20,95	6236A2	2,91	72,29	2,64	22,61
6214B2	3,97	73,03	2,23	21,98	6237A2	3,46	71,5	2,98	22,67
6214B2	3,73	74,14	1,94	21,34	6237A2	3,02	72,86	2,55	22,01
6215B2	3,43	74,43	3,04	22,73	6237C2	4,02	73,6	2,18	22,14
6215B2	2,71	72,52	3,69	22,72	6242C2	3,59	73,47	3,17	22,72
6216A2	4,13	73,85	2,5	21,18	6242C2	5,08	72,67	3,27	23,26
6216B2	3,7	74,14	2,34	21,22	6243C2	2,91	76,16	1,18	20,05
6216B2	3,74	74,17	2,39	21,27	6244C2	3,69	75,12	2,31	21,37
6217B2	3,32	74,97	2,12	20,37	6245C2	4,08	73,37	1,52	20,75
6223B2	4,58	72,37	2,77	23,01	6245C2	4,26	71,62	2,72	22,85
6224B2	3,82	73,53	2,49	22,28	6246C2	3,07	73,56	2,71	20,97
6228A2	3,1	70,97	3,37	22,41	6250C2	4,06	73,83	1,83	21,75
6226B2	3,1	70,46	3,45	22,85	6251C2	3,61	72,56	2,57	22,16
6229A2	4,76	75,13	1,74	20,95	6252C2	4,78	73,98	2,11	21,49
6230A2	4,04	76,54	1,31	21,12	6253C2	4,74	72,43	3	21,84
6232A2	4,79	74,13	1,53	20,89	6256B2	4,21	74,81	1,57	20,77
6235C2	4,46	76,35	1,63	20,7	6261B2	3,71	73,01	2,71	21,99
6235C2	3,58	72,92	2,27	22,45	6263B2	3,03	71,33	3,37	22,8
6235C2	3,82	73,04	2,51	21,85	6291C2	2,93	73,14	3,7	23,03

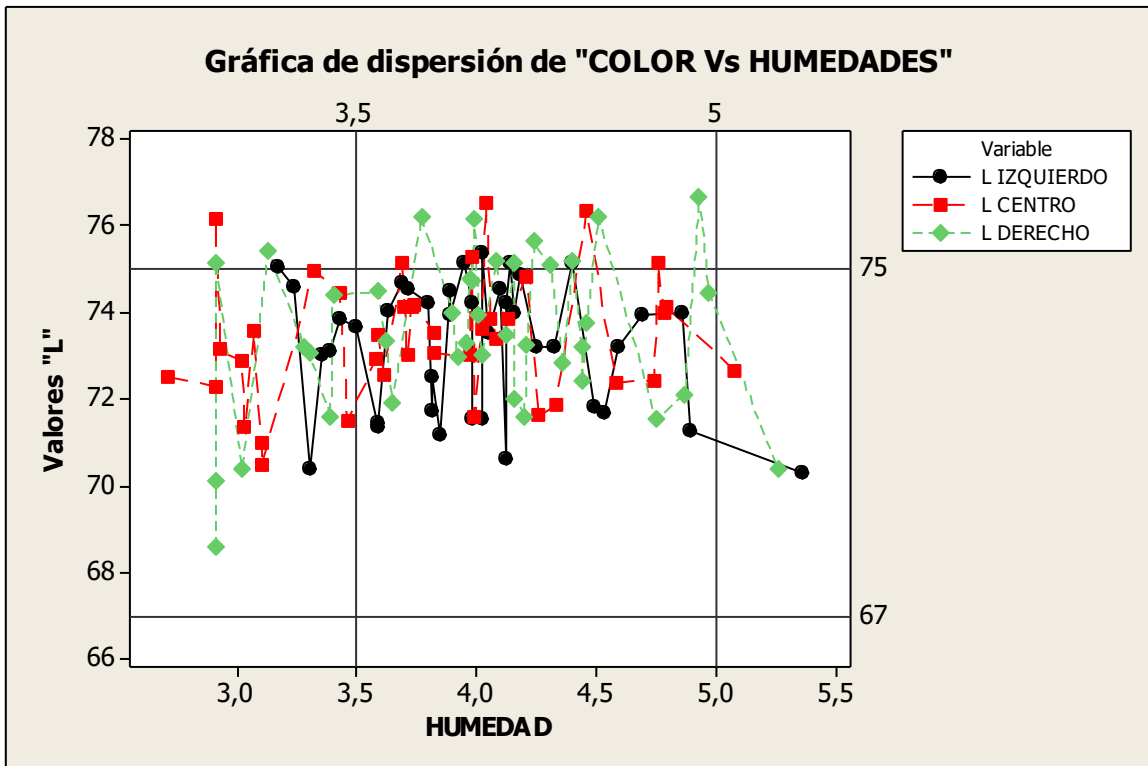


Gráfica 24: Comparación de color en base a la humedad obtenida de las muestras

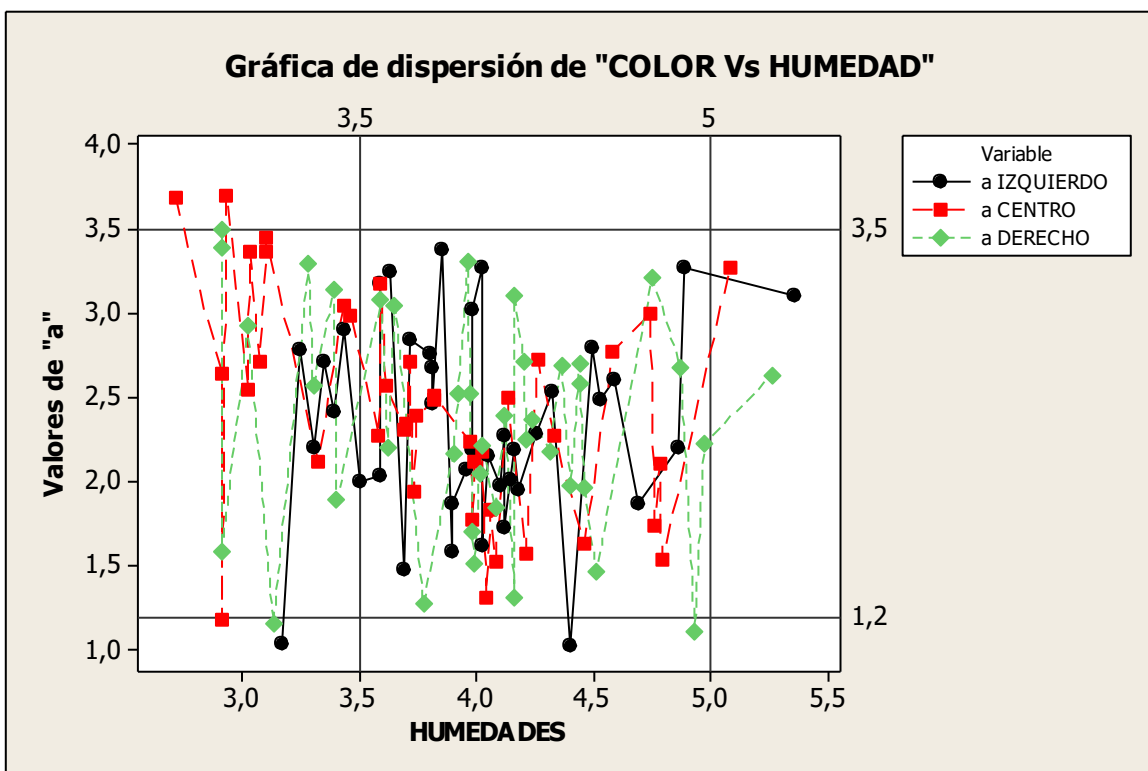
Lote	DERECHO				Lote	DERECHO			
	Humedad	L	a	b		Humedad	L	a	b
6212C2	4,46	73,75	1,96	21,35	6235C2	3,77	76,22	1,27	20,47
6212C2	4,21	73,26	2,25	21,42	6236A2	3,13	75,41	1,16	24,42
6214B2	4,02	73,01	2,21	21,61	6237A2	3,02	70,38	2,92	20,92
6214B2	4,01	73,96	2,04	21,67	6237A2	3,4	74,39	1,89	21,16
6215B2	3,28	73,19	3,29	23,13	6237C2	4,12	73,5	2,39	22,45
6215B2	3,96	73,31	3,31	22,43	6242C2	4,24	75,63	2,37	22,1
6216A2	4,08	75,18	1,84	20,6	6242C2	5,26	70,4	2,63	22,08
6216B2	4,51	76,21	1,46	19,89	6243C2	2,91	75,15	1,58	20,66
6216B2	3,99	76,18	1,51	20,39	6244C2	3,97	74,79	2,52	21,56
6217B2	4,31	75,09	2,18	20,34	6245C2	3,98	74,74	1,7	20,83
6223B2	4,75	71,53	3,21	22,81	6245C2	4,2	71,58	2,71	22,1
6224B2	3,3	73,06	2,57	22,18	6246C2	4,97	74,43	2,22	20,26
6228A2	2,91	68,56	3,49	21,74	6250C2	4,16	75,15	1,31	21,3
6226B2	2,91	70,1	3,39	22,94	6251C2	3,92	72,96	2,52	21,99
6229A2	4,44	73,18	2,7	21,71	6252C2	4,44	72,4	2,58	21,85
6230A2	4,93	76,67	1,11	20,65	6253C2	4,16	72	3,1	22,09
6232A2	4,87	72,1	2,68	21,56	6256B2	4,36	72,82	2,69	21,44
6235C2	4,4	75,21	1,97	21,07	6261B2	3,65	71,91	3,04	22,05
6235C2	3,62	73,34	2,2	22,19	6263B2	3,39	71,57	3,14	22,61
6235C2	3,9	74	2,17	21,62	6291C2	3,59	74,48	3,08	22,66



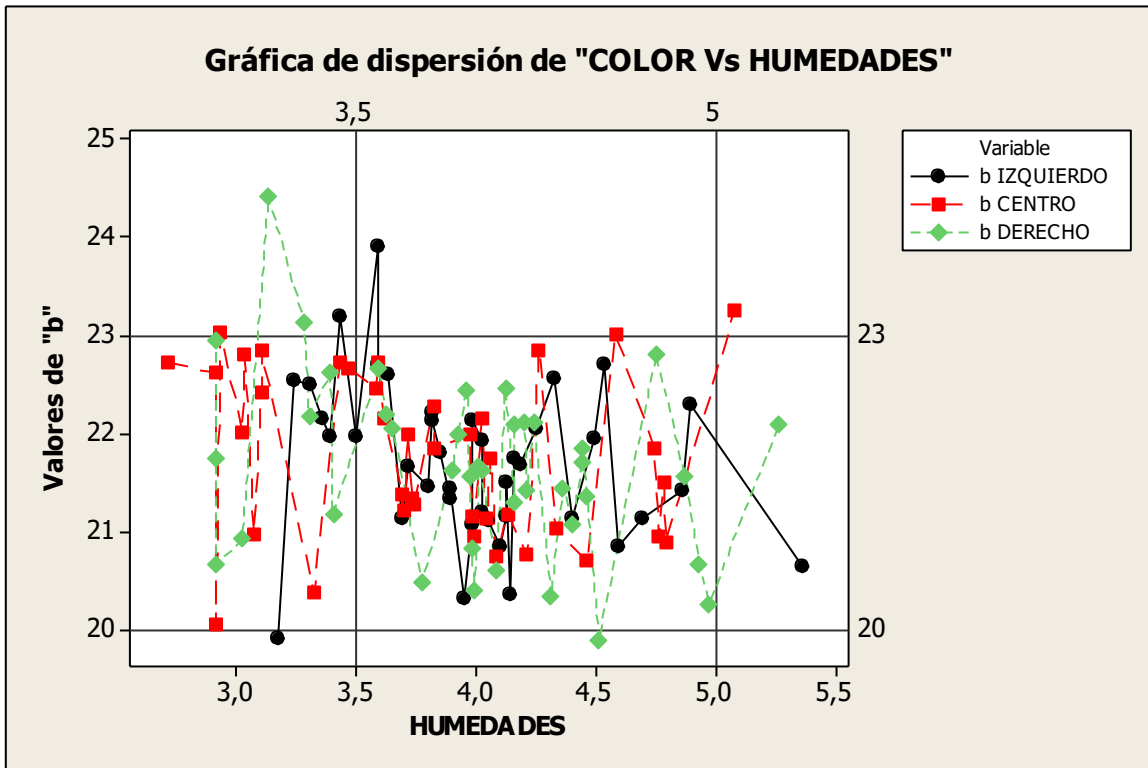
Gráfica 25: Comparación de color en base a la humedad obtenida de las muestras



Gráfica 26: Comparación de color en base a la humedad obtenida de las muestras



Gráfica 27: Comparación de color en base a la humedad obtenida de las muestras



Gráfica 28: Comparación de color en base a la humedad obtenida de las muestras

DISCUSIÓN:

En las gráficas anteriores se establecen los rangos de color conforme la humedad de cada muestra analizada del lado izquierdo, centro y derecho, los rangos se determinaron en base a las estadísticas ya establecidas anteriormente.

RANGOS DE COLOR IDEALES EN BASE A SU HUMEDAD				
MUESTRA	HUMEDAD	COLOR		
		L	a	b
IZQUIERDO	3 – 5	67 - 75	1.2 – 3.5	20 – 23
CENTRO	3 – 5	67 - 75	1.2 – 3.5	20 – 23
DERECHO	3 - 5	67 - 75	1.2 – 3.5	20 – 23

9. Conclusiones

En base a los resultados se puede decir que el color es una característica sensorial que influye en el sabor de la galleta el cual es posible describir con parámetros físicos cuantificables, ya que en la industria de alimentos la medición instrumental del color sirve como control de calidad, esto se debe a que los consumidores manifiestan una fuerte preferencia por aquellos productos de apariencia atractiva, y el color es el primer atributo que se juzga de los productos, por ello se estableció un rango de color aceptable en las distintas marcas de galletas "Marías" provenientes de la línea 2 del grupo industrial "LA ITALIANA" con base al porcentaje de humedad respectivamente de las muestras analizadas.

En las gráficas se determinó que los rangos de humedad de la galleta, debe encontrarse dentro del 3 al 5 % y que si la muestra es menor de 3% la galleta tendrá un color más dorado y si la galleta tiene más del 5% se puede obtener una galleta con un color más pálido, este rango de aceptabilidad se estableció para tener un control más adecuado en las galletas, aunque este parámetro también va a depender de los fabricantes, ya que ellos toman sus rangos aceptables solo en el aspecto visual.

Las dimensiones de la galleta no afectan en su color, pero si a la humedad, entre mayor es su espesor mayor es su contenido de humedad, de igual manera las materias primas no influyen en el color pero si a la apariencia de la galleta, ya que de ahí depende que se obtenga una galleta de buena calidad en cuanto a su apariencia física.

10. Bibliografía:

- ALBERTÍ, P. 2000. Medición del color. In: Cañeque, V., Sañado, C. (Eds.), *Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes*. Monografías INIA, Ganadera n° 1, Madrid, pp. 159-166.
- BADUI, S. 2006. Química de los Alimentos. 4 ed. Pearson Educación. México.
- BELLO, J. 2008. Ciencia Bromatológica; Principios Generales de Los Alimentos, Ediciones Díaz de Santos S. A., Madrid.
- BILLMEYER, F.W., SALTZMAN, M. 1981. *Principles of Color Technology*. J. Wiley & Sons, New York.
- CALVO, C., DURÁN, L. 1997. Propiedades físicas II: Ópticas y color. Temas en Tecnología de Alimentos. Editado por J. M. Aguilera. Instituto Politécnico Nacional, México.
- CAIVANO, J. L. 1995. Sistemas de orden del color (Vol. 12). José Luis Caivano. Facultad de Arquitectura, Diseño y urbanismo, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires
- CALAVERAS, J. (2004). Nuevo Tratado de Panificación y bollería. Madrid: AMV ediciones y Mundi-prensa.
- DEL MORAL GARRIDO, J. M. (2013). Maquinaria básica. En J. Del Morral, Elaboraciones básicas de repostería y postres elementales. H0TR0408 (pág. 332). España: IC Editorial.
- DUNCAN J.R., MANLEY. (1989). Tecnología de la industria Galletera. En galletas, crackers y otros. Zaragoza: Acribia.
- GILBERT, E. 1992. Medida del color. Servicio de publicaciones. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- GONZÁLEZ, A. M., VICENTE, I. 2007. El color en la industria de los alimentos. Editorial Universitaria. La Habana
- HANS-DIETER, B., & WERNER, G. (1997). Química de los Alimentos. En Química de los Alimentos. (2a edición ed.). Zaragoza: Acribia.
- INDEPENDENT, T. (16 de Agosto de 2013). Sabrosía. (M. Pérez, Productor) Recuperado el 08 de Octubre de 2016, de Sabrosía: <https://www.sabrosia.com/2013/08/galletas-maria-un-gusto-universal/>
- LOZANO, R. D. 1978. "El color y su medición". Americalee S.R.L, Buenos Aires
- OWEN R., FENEMA. (1996). Química de los Alimentos. Zaragoza: Acribia.