

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUR OCCIDENTE
INGENIERÍA EN ALIMENTOS**



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE COLOR Y TEXTURA ACEPTABLES EN
GALLETAS RELLENAS DE VAINILLA, MEDIDOS EN BAKING
CONTRAST UNITS (BCU) EN UNA INDUSTRIA DE GALLETAS
EN LA CIUDAD DE GUATEMALA.**

MANUEL ALEJANDRO LÓPEZ PAPPA
Carné: 200517665

MAZATENANGO, NOVIEMBRE 2013

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUR OCCIDENTE
INGENIERÍA EN ALIMENTOS



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE COLOR Y TEXTURA ACEPTABLES EN
GALLETAS RELLENAS DE VAINILLA, MEDIDOS EN BAKING
CONTRAST UNITS (BCU) EN UNA INDUSTRIA DE GALLETAS
EN LA CIUDAD DE GUATEMALA.

Trabajo de graduación presentado a las autoridades del Centro universitario de sur
occidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala –CUNSUROC USAC-

POR:
MANUEL ALEJANDRO LÓPEZ PAPPA
Carné: 200517665

Q.B. Gladys Floriselda Calderón Castilla
Asesora

Ing. Javier Fernández Schwank
Asesor

Previo a conferirle el título de
INGENIERO EN ALIMENTOS
en el grado académico de licenciado

MAZATENANGO, NOVIEMBRE 2013

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUR OCCIDENTE

Autoridades

Dr. Carlos Estuardo Gálvez Barrios	Rector
Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo	Secretario General

Miembros del Consejo Directivo del Centro Universitario de Suroccidente

Lic. José Alberto Chuga Escobar	Presidente
---------------------------------	------------

Representante Docentes

Dra. Alba Ruth Maldonado de León	Secretaria
Ing. Agr. Luis Alfredo Tobar Piril	Vocal

Representante Graduado del CUNSUROC

Licda. Mildred Gricelda Hidalgo Mazariegos	Vocal
--	-------

Representantes Estudiantiles

Br. Cristian Ernesto Castillo Sandoval	Vocal
PEM. Carlos Enrique Jalel de los Santos	Vocal

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUR OCCIDENTE

COORDINACIÓN ACADÉMICA

Coordinador Académico

Dr. Luis Gregorio San Juan Estrada

Coordinador Carrera Administración de Empresas

MSc. Rafael Armando Fonseca Ralda

Coordinador Área Social Humanista

Lic. José Felipe Martínez Domínguez

Coordinador Carrera Trabajo Social

Dr. Ralfi Obdulio Pappa Santos

Coordinador Carreras de Pedagogía

MSc. Nery Edgar Saquimux Canastuj

Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

MSc. Gladys Floriselda Calderón Castilla

Coordinador Carrera Agronomía

MSc. Erick Alexander España Miranda

Encargado Carrera Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogado y Notario

Lic. Henry Estuardo Ayala Dardón

Encargado Carrera Gestión Ambiental Local

MSc. Celso González Morales

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA DEL CUNSUROC

Encargado de las Carreras de Pedagogía

Lic. Manuel Antonio Gamboa Gutiérrez

Encargada Carrera Periodista Profesional y Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

MSc. Paola Marisol Rabanales

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS:

Por darme la sabiduría necesaria para alcanzar este logro, ya que él es la fuente de sabiduría e inteligencia.

MIS PADRES:

Vilma Jenny Pappa Santos y Luis Alfonso López López, por su lucha incansable día tras día, para que yo pudiera alcanzar esta meta y por enseñarme que con esfuerzo y dedicación podemos convertir nuestros sueños en realidad.

MIS HERMANOS:

Jorge Luis, Juan Carlos y Daniel Alfonso porque siempre han sido parte fundamental en la vida, sabiendo que sin importar las adversidades, si la familia está unida nada podrá vencerte.

AMIGOS Y AMIGAS:

Por todos los momentos que serán imborrables en mi memoria y porque hicieron que la universidad se convirtiera en un hogar y además por el apoyo que me brindaron cuando lo necesitaba.

AGRADECIMIENTOS

A: Universidad De San Carlos De Guatemala:

Por haberme dado la oportunidad de escalar un peldaño más en el campo del conocimiento.

A: MSc. Gladys Floriselda Calderón Castilla

Ing. Javier Fernández Schwank

Por su asesoría brindada durante la realización de mi trabajo de graduación, pero, especialmente por la amistad y apoyo que siempre me brindaron

A: Docentes De La Carrera De Ingeniería En Alimentos

Por compartir sus conocimientos.

A: Expro S.A.

Por darme la oportunidad y la facilidad de realizar mi trabajo de graduación.

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Justificación	3
3. Planteamiento del problema	5
4. Objetivos	
4.1 Objetivo general	8
4.2 Objetivos específicos	8
5. Hipótesis	9
6. Marco Teórico	
6.1 Proceso de elaboración de galletas	
6.1.1 Reducción del contenido de humedad	10
6.1.2 Cambios en coloración	11
6.1.3 Temperatura de los hornos y transferencia de color	11
6.2 Análisis sensorial	
6.2.1 Evaluación sensorial	12
6.2.2 Tipos de análisis	
6.2.2.1 Test de respuesta objetiva	13
6.2.2.2 Test de respuesta subjetiva	13
6.2.3 La degustación	
6.2.3.1 Funciones de la degustación	15
6.2.4 Elementos estructurales de la evaluación sensorial	
6.2.4.1 Preparación de la muestra	17
6.2.4.2 Codificación y orden de presentación	17
6.2.4.3 Material para la degustación	17
6.2.4.4 Cantidad y forma de muestra	17
6.2.4.5 Formación del panel	18
6.2.4.6 Disponibilidad y deseo de participar	18
6.2.4.7 Salud y hábitos personales	18
6.2.4.8 Capacidad para realizar el trabajo	19

6.2.4.9	Hoja de Respuestas	19
6.3	Análisis de varianza	
6.3.1	Anova de un factor con efectos aleatorios	21
6.3.2	Interpretación del estadístico F	23
6.4	Análisis de color	
6.4.1	Bases psicológicas del color	23
6.4.2	Sistemas para especificación del color	24
6.4.3	Instrumentos de medición del color	
6.4.3.1	Desarrollo histórico	25
6.4.3.2	El sistema Tri-estímulos de CIE	25
6.4.3.3	Colorímetros con Tri-estímulos	25
6.4.3.4	Baking Contrast Units (BCU)	26
7.	Recursos	
7.1	Recursos	
7.1.1	Recursos humanos	28
7.1.2	Recursos institucionales	28
7.1.3	Recursos económicos	28
7.2	Materiales	29
7.3	Equipo	29
7.4	Metodología	
7.4.1	Elaboración de galletas	29
7.4.2	Determinación del color	30
7.4.3	Metodología para el cambio del Método Hunter L*a*b al método Baking Contrast Units	31
7.4.4	Panel de evaluación sensorial	31
7.4.5	Metodología del panel de evaluación sensorial de respuesta objetiva	32
7.4.6	Metodología estadística	32
7.4.7	Metodología para consumidores	32
7.4.8	Metodología estadística	33

8. Resultados y Discusión de Resultados	34
9. Conclusiones	38
10. Recomendaciones	39
11. Bibliografía	40
12. Apéndice	
12.1 Cronograma de actividades	42
12.2 Tabla de valores de BCU obtenidos a partir de la página Konica Minolta	43
12.3 Tabla de resultados del panel de evaluación sensorial	44
13. Anexos	
13.1 Formato para convertir el color en Hunter L*a*b a BCU	47
13.2 Boleta de evaluación sensorial (Prueba de nivel de agrado del color)	48
13.3 Boleta de evaluación sensorial (Prueba de nivel de agrado de la textura)	49
13.4 Boleta de evaluación sensorial consumidores (nivel de agrado del color)	50
13.5 Boleta de evaluación sensorial consumidores (nivel de agrado textura)	51
14. Glosario	52
ÍNDICE DE TABLAS	
No. 1 Tabla de ANOVA	21
No. 2 Rangos de Color Propuestos medidos en BCU	30
No. 3 Análisis de Varianza para la textura en panel de respuesta objetiva	34
No. 4 Análisis de Varianza para el color en panel de respuesta objetiva	35
No. 5 Análisis de Varianza para la textura en panel de respuesta objetiva	36
No. 6 Límites de temperaturas actuales para elaboración de galletas rellenas	37
No. 7 Límites de temperaturas propuestas para elaboración de galletas rellenas	37
No. 8 Valores de BCU obtenidos a partir de la página Konica Minolta vs obtenidos por el colorímetro	43
No. 9 Resultados para la textura en panel sensorial de respuesta objetiva	44

No. 10 Resultados para el color en panel sensorial de respuesta objetiva	45
No. 11 Resultado para el color en panel sensorial a consumidores	45

I. Resumen

El color, sabor y textura son los tres principales atributos que determinan la aceptabilidad de un alimento. En la industria de producción de galletas es fundamental obtener un color adecuado del producto ya que si este no presenta las características deseadas no será aceptado, utilizándose en la actualidad a nivel mundial las Baking Contrast Units (BCU) como unidad de medida para el color.

Durante el mes de enero del 2013 se realizó un proceso de implementación de nuevas curvas de horneado para la producción de galletas, ya que estas estaban desactualizadas, para dicho proceso se recolectaron los registros de temperatura de los meses de marzo a diciembre del año 2012.

En la actualidad la empresa utiliza para representar el color de la galleta el método de Hunter L x a x b denominado así por la utilización de tres valores para representar el color. La interpretación del método anterior es confuso por lo que resulta necesario utilizar un método más sencillo y práctico siendo éste el BCU.

Debido a los cambios de temperatura durante el proceso de horneado y al cambio de las unidades de medición del color, resulto necesario reevaluar los parámetros actuales de color, con el fin de determinar si los existentes eran adecuados o si resultaba necesario modificarlos, utilizando para ello dos paneles de evaluación sensorial de respuesta objetiva, uno de los cuales se llevó a cabo en la empresa, específicamente en el área de aseguramiento de calidad y un segundo panel en las instalaciones del Centro Universitario del Sur Occidente, dicha información fue sometida a un proceso de análisis estadístico con el fin de determinar los parámetros de color que ocupen el primer y segundo lugar respectivamente y que además presentaran una textura agradable al consumidor.

Para dicho análisis se trabajaron con tres muestras siendo los códigos: 345 teniendo un rango de color de (3.36 – 3.71 BCU), 639 presenta un rango de color de (3.72 – 4.07 BCU) y 456 presentaba un rango de color de (4.07 – 4.42 BCU), después de realizar el análisis de varianza que el código 456 ocupó el primer lugar, el 639 el segundo lugar y el 345 el tercer lugar.

Con los parámetros de color que ocuparon el primer y segundo lugar se elaboró un tercer panel de evaluación sensorial de preferencia, pero, esta etapa se realizó con niños de quinto y sexto primaria para determinar así el rango de color que el consumidor final desea, tomando en cuenta la textura del producto.

Al realizar el análisis de varianza, se determinó que las muestras 456 y 639 no presentaban diferencias estadísticas con un 95% de confianza, por lo que se concluye que el rango de color adecuado para las galletas de vainilla debe ser de 3.72 – 4.42 BCU.

II. Summary

The color, taste and texture are the three principal attributes that determinate the acceptability nourishment. In the cookies production Industry it is fundamental obtain a suitable color of the product, because if this doesn't have the wished characteristics it won't be accepted, using in current situation in worldwide level the Baking Contrast Units (BCU) how unit of measure of color.

During January of 2013 it done a process of implement of new curves of bake to produce cookies, because these were out of date, for this process were collected the temperature records from the months of March to December of 2012.

Nowadays the firm uses to perform the color in the cookies the Hunter System Lxaxb denominated by the use of three values to represent the color. The interpretation of the system is confusing by it results necessary use a simple and easy system like the BCU.

Because of the changes of temperature during the baking process and the color unit of measure changes, it results necessary reappraise the actual parameters of color, in order to determinate if the actual are appropriate or if it results necessary modify them, using to this two panels of sensory test of objective response, one of them done in the firm, specifically in the quality advice area and a second test in the Southern University Center, this information was subject to a statistician analysis process with the purpose of determinate the parameters of color that takes the first and the second place respectively and in addition are going to show a nice texture to the consumer.

For this analysis were work with three samples were the codes: 345 having a color rank of (3.36-3.71 BCU), 639 presents a rank of color of (3.72-4.07 BCU) and 456 shows a rank of color of (4.07-4.42 BCU), after to do the variant analysis that the code 456 takes the first place, the 639 the second place and the 345 the third place.

With the color parameters that take the first and second place made a third panel of sensorial tests, but, this phase was realize with kids of fifth and sixth grade of elementary school to

determinate that rank of color and what is the color that the final consumer wishes, taking care the texture of the product.

To realize the variant analysis, determines that the samples 456 and 639 don't show statistician differences with a 95 percent of confidence, so this includes that the correct rank of color for vanilla cookies is 3.72-4.42 BCU.

Introducción

La industria alimenticia ha implementado con el paso de los años técnicas de control de calidad más eficientes para poder de esta forma asegurar la aceptabilidad de sus productos, pero, que además de ello sean inocuos al consumidor.

El color, sabor y textura son los tres principales atributos que determinan la aceptabilidad de un alimento. Siendo un factor de gran importancia al juzgar la apariencia de un alimento el color, por lo que resulta indispensable para toda empresa destinada a la producción de alimentos que posea los parámetros en los cuales un determinado producto es aceptable por el consumidor.

En la industria de producción de galletas es fundamental obtener un color adecuado del producto ya que si este no presenta las características deseadas no será aceptado, utilizándose en la actualidad a nivel mundial las Baking Contrast Units (BCU) como unidad de medida para el color.

Durante el mes de enero del 2013 se realizó un proceso de implementación de nuevas curvas de horneado para la producción de galletas, ya que estas estaban desactualizadas, para dicho proceso se recolectaron los registros de temperatura de los meses de marzo a diciembre del año 2012.

Los datos que se tomaron en cuenta para el análisis de las temperaturas de horneado, fueron únicamente aquellos en los que el producto era aceptado de acuerdo a los estándares establecidos a nivel de aseguramiento de calidad, teniendo como parámetro principal para aceptación o rechazo el color del producto, logrando con ello determinar la temperatura promedio de cocimiento de la galleta y además con el cálculo de la desviación estándar se estableció el valor mínimo y máximo de temperatura en cada una de las etapas del proceso, siendo para el caso de la elaboración de galletas rellenas tres diferentes zonas de cocimiento, teniendo en cada una de ellas diferentes temperaturas de trabajo.

Al modificar las temperaturas de horneado, la textura del producto final se ve influenciada, por lo que resulta necesario no solo determinar el rango de color adecuado para el producto, sino además es importante que dentro de dicho parámetro de color se obtenga un producto que posea una textura agradable al consumidor.

En la actualidad la empresa utiliza para representar el color de la galleta el método de Hunter $L^*a^*b^*$ denominado así por la utilización de tres valores para representar el color estando expresados de la siguiente forma: la L^* indica la cantidad de luz del objeto y los valores de a^* (valor de $+a^*$ tendencia al rojo y $-a^*$ tendencia al verde) y b^* (tendencia al amarillo y $-b^*$ tendencia al azul) indican la dirección del color. La interpretación del método anterior es confuso por lo que resulta necesario utilizar un método más sencillo y práctico siendo éste el BCU.

Debido a los cambios de temperatura durante el proceso de horneado y al cambio de las unidades de medición del color, resulto necesario reevaluar los parámetros actuales de color, con el fin de determinar si los existentes eran adecuados o si resultaba necesario modificarlos, utilizando para ello dos paneles de evaluación sensorial de respuesta objetiva, uno de los cuales se llevó a cabo en la empresa, específicamente en el área de aseguramiento de calidad y un segundo panel en las instalaciones del Centro Universitario del Sur Occidente, dicha información fue sometida a un proceso de análisis estadístico con el fin de determinar los parámetros de color que ocupen el primer y segundo lugar respectivamente y que además presentaran una textura agradable al consumidor.

Con los parámetros de color que ocuparon el primer y segundo lugar se elaboró un tercer panel de evaluación sensorial de preferencia, pero, esta etapa se realizó con niños para determinar así el rango de color que el consumidor final desea, tomando en cuenta la textura del producto.

1. Justificación

Todo producto alimenticio debe reunir ciertos requisitos de calidad, para ser aceptado por el consumidor final, para el caso de las galletas rellenas, el color es un factor determinante para su aceptación.

La empresa no contaba con las curvas de horneado debidamente actualizadas, por lo que en el mes de enero de 2013 se implementaron nuevas curvas de horneado pudiendo así presentarse ciertas modificaciones en la coloración final del producto. Dicho proceso consistió en el análisis estadístico de los registros de temperatura del mes de Marzo a Diciembre del 2012, obteniendo con ello el valor promedio y la desviación estándar, pudiendo así presentarse ciertas modificaciones en la coloración final del producto, es por ello que resulta necesario determinar si los parámetros de color establecidos por la empresa, son adecuados o si por el contrario, se deben modificar ajustándolas de acuerdo a las exigencias actuales de los consumidores, esto a través de paneles de evaluación sensorial (prueba de preferencia), logrando con ello restringir los rangos de temperatura, para la obtención de los parámetros adecuados.

Además, en la actualidad la empresa cuenta con un colorímetro de la marca Konica Minolta para la medición del color de las galletas, utilizando el método de medición denominado como Hunter L^*a^*b , presentando como principal inconveniente la obtención del color con tres valores numéricos, dificultando así la interpretación de los resultados, por ello se deseaba actualizar el parámetro de color, pero, utilizando un método que permita una interpretación más sencilla por el personal, siendo este el método de Baking Contrast Units (BCU), dicho método posee una escala numérica de 0 a 5,25, los valores cercanos a cero indica que el producto (alimento) posee un color opaco y valores cercanos a 5,25 indican un alimento más claro.

El método Baking Contrast Units (BCU) fue desarrollado por la empresa Konica a partir del método Hunter L^*a^*b , estos dos métodos poseen relación estrecha, pero el primer método posee la característica de una interpretación más sencilla al poseer un único valor que describe el color.

Al momento de modificar las temperaturas de horneado y los parámetros de color en la galleta, se ve alterada la textura final del producto, por lo que resultó adecuado no solo establecer el rango adecuado de color para la galleta rellena, sino, además se tomó en cuenta que la textura sea agradable al consumidor final.

Por lo mencionado anteriormente resultaba necesario establecer nuevos parámetros de color para el producto final, pero, además de ello modificar el método para la medición de dicho color, permitiendo así asegurar la aceptabilidad del producto por el consumidor final y facilitando la interpretación de los resultados en el área de Aseguramiento de Calidad, permitiéndoles tomar decisiones de manera oportuna y adecuada.

2. Planteamiento del Problema

El color de las galletas rellenas es fundamental para la aceptación del producto por el consumidor, siendo necesario poseer parámetros adecuados y actualizados de acuerdo a las exigencias del mercado actual, además de poseer un método que sea práctico y de fácil interpretación.

El método utilizado en la actualidad por la empresa (Hunter L*a*b) es un método confiable (Hunter L*a*b), pero presenta como principal inconveniente la difícil interpretación de los resultados obtenidos debido a la presencia de tres diferentes valores para representar un color.

En la actualidad el método de Hunter es cada vez menos utilizado en la industria alimenticia por su complejidad, siendo el método de Baking Contrast Units (BCU) el más recomendado y utilizado en la industria alimenticia a nivel mundial, por presentar un valor único como resultado del análisis de color, logrando con ello una mayor uniformidad al momento de interpretar los resultados, uniformidad que la empresa no posee al utilizar el método de Hunter.

El método BCU se elaboró a partir del método Hunter L*a*b, el cual toma los tres valores (L*a*b) y lo unifica para la obtención de un valor "Y" y al aplicarle el logaritmo de base dos se obtiene el valor deseado, por lo que ambos métodos tienen una relación directa al representar el color. Este método presenta valores de 0 – 5,25, siendo los valores cercanos a 0 productos opacos y cercanos a 5,25 un producto claro.

Durante el mes de Enero del 2013 se establecieron las nuevas curvas de horneado, las que se obtuvieron analizando los registros de temperatura a partir del mes de Marzo de 2012 al mes de Diciembre del mismo año, obteniendo con ello el valor promedio de temperatura por zona de horneado y la desviación estándar por zona, logrando a partir de ello obtener el valor máximo y mínimo de temperatura de horneado. A partir de dicho proceso los rangos de temperaturas de horneado fueron modificadas para las tres diferentes zonas de cocción con las que cuenta el horno.

El problema al actualizar las curvas de horneado, fue evaluar si los parámetros de color de aceptación del producto por el consumidor se encontraban aún vigentes o si por el contrario, el consumidor en la actualidad ha cambiado los gustos en cuanto este aspecto; siendo necesario, ya que no se cuenta con estudios que determinen si los parámetros de color vigentes en la empresa están de acuerdo a las exigencias del mercado actual, logrando con ello restringir los rangos de temperatura de horneado, para la obtención del color deseado y además evaluar que los parámetros de color estén estrechamente relacionados con la textura final del producto.

3.1 Pregunta

¿Es factible utilizar el método de Baiking Contrast Units (BCU) para la medición del color que facilite su interpretación?

3. Objetivos

4.1 Objetivo General

- 3.1.1 Determinar los parámetros de color aceptables en galletas rellenas medidos en Baking Contrast Units (BCU) en una industria de galletas en la ciudad de Guatemala.

4.2 Objetivos Específicos

- 4.2.1 Establecer los nuevos valores para la aceptación del color de la galleta utilizando el método de Baking Contrast Units (BCU) a través de un panel de evaluación sensorial.
- 4.2.2 Actualizar los parámetros de color de las galletas rellenas tomando en cuenta las nuevas curvas de horneado establecidas por la empresa y los resultados del panel de evaluación sensorial.
- 4.2.3 Determinar si existen cambios en la textura de las galletas rellenas a través de un panel de evaluación sensorial.

4. Hipótesis

- 4.1 Es factible actualizar los parámetros de color existentes en la empresa con el método de Baking Contrast Units al utilizarse nuevas temperaturas de horneado.

6. Marco Teórico

6.1 Proceso de Elaboración de Galletas Rellenas

El proceso de la elaboración de galletas inicia con la recepción y almacenamiento de las materias primas, siendo para este caso las principales materias primas la harina extra suave, la manteca de origen vegetal y el azúcar.

Posterior a ello se pesan cada una de las materias primas, mezclándolos por aproximadamente ocho minutos para ser transportada la mezcla obtenida (masa) por medio de bandas transportadoras por rodillos que le proporcionan el grosor deseado a la galleta.

La masa se pasa por moldes giratorios que le proporcionan la forma deseada a la galleta y cortándola además, dándole así la forma circular característica de las galletas rellenas.

A través de las bandas transportadoras la galleta se introduce en el horno, al salir la galleta del horno son transportadas por bandas sin fin para que estas disminuyan su temperatura y lograr así adicionar el relleno y posteriormente empacarlo y almacenarlo.

Posterior a ello se adiciona el relleno del sabor deseado el cual es elaborado principalmente de azúcar y manteca.

Durante dicho proceso se producen los siguientes cambios de acuerdo la etapa en la que se encuentre:

6.1.1 Reducción del contenido de humedad

Sería ideal si el contenido de humedad disminuyera únicamente después de tener establecida la estructura de la galleta, pero este fenómeno es imposible que suceda ya que las piezas se empiezan a secar tan pronto como esta ingresa a la atmósfera caliente del horno. La pérdida de agua durante el horneado la humedad puede ser pérdida sólo de la capa superficial de la masa por capilaridad y por difusión.

Pero, si el secado se realiza de forma acelerada por los gradientes elevados de temperatura se forma una corteza en la parte superior de la masa, dificultando con ello calentar la parte central obteniendo con ello una galleta con alta humedad en el centro (Matz, S. 1990).

6.1.2 Cambios en la coloración

Durante el proceso de horneado de las galletas ocurren ciertas reacciones que favorecen al cambio del color. Una de las reacciones presentes es la reacción de Maillard, la que produce un pardeamiento no enzimático, lo cual reduce los azúcares en la masa con las proteínas y se producen así atractivos tonos rojizos. Esta reacción ocurre aproximadamente entre 150°C a 160°C y se da en medios alcalinos.

El color también está asociado con la dextrinización del almidón y caramelización de azúcares, esta ocurre al presentarse un aumento de la temperatura (Manley, D. 1998).

6.1.3 Temperaturas de los hornos y transferencia de calor

La producción de calor se da a través de las siguientes fuentes: gas, electricidad o algún combustible y este calor es transferido por los tres métodos conocidos como lo son la radiación, conducción y convección.

Las piezas de masa se apoyan en una superficie para horneado la que usualmente es una hoja de acero o metal con forma de malla. Al ingreso de la masa al horno, el calor es aplicado por la combinación de conducción (a través de la superficie de la banda), convección (a través del aire caliente que se mueve dentro del horno) y radiación (por la superficie caliente de la estructura del horno).

La forma más eficiente de transferir el calor es por convección pero con movimiento de aire caliente para retirar la mayor cantidad de humedad y con ello realizar el proceso de una forma más eficiente.

La humedad presente se define en términos de la masa relativa con respecto al aire presente, por ejemplo, gramos de agua en peso ganado de aire. La medición de la humedad en la atmósfera de un horno no es fácil de determinar, por lo que raras veces se realiza dicha medición.

Al salir la galleta del horno es transportada por bandas sin fin para enfriar la galleta y poder de esta forma adicionar el relleno y formar el sándwich; al tener la galleta lista se procede a empaclarlas y almacenarlas para su posterior venta (Manley, D. 1998).

6.2 Análisis Sensorial

Análisis: distinción y separación de las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principales elementos. También se define como un examen detallado de cualquier cosa compleja, con el fin de entender su naturaleza o determinar sus caracteres esenciales.

Sensorial: perteneciente o relativo a las sensaciones, sentidos (Sancho, J. Et. Al. 1999).

6.2.1 Evaluación sensorial

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos y otros materiales por medio de los sentidos. La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que quiere decir sentido. La evaluación sensorial es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, etc. Este tipo de análisis tiene la ventaja de que la persona que efectúa las mediciones lleva consigo sus propios instrumentos de análisis, o sea, sus cinco sentidos.

Sentidos: proceso fisiológico de recepción y reconocimiento de sensaciones y estímulos que se produce a través de la vista, el oído, el olfato, el gusto, y el tacto, o la situación de su propio cuerpo (Carpenter, R. 2009).

El sistema sensitivo del ser humano es una gran herramienta para el control de calidad de los productos de diversas industrias. En la industria alimentaria la vista, el olfato, el gusto y el oído son elementos idóneos para determinar el color, olor, aroma, gusto, sabor y la

textura quienes aportan al buen aspecto y calidad al alimento que le dan sus propias características con los que los podemos identificar y con los cuales podemos hacer un discernimiento de los mismos (Sancho, J. Et. Al. 1999).

6.2.2 Tipos de análisis

6.2.2.1 Test de respuesta objetiva

El juez no considera su preferencia personal, evalúa el producto según su conocimiento previo, utilizando su facultad de discriminar al analizarlo. Es deseable que el degustador tenga habilidad en repetir los juicios, razón por la cual se intensifica su entrenamiento, lo que se traduce en seguridad sobre los resultados de la investigación.

Dentro de los test de respuesta objetiva se incluyen los test de valoración (rating test), que permiten evaluar productos con rapidez, de acuerdo a su calidad. Entre otros se usan los test descriptivo, numérico, de puntaje compuesto, etc. (Carpenter, R. 2009).

6.2.2.2 Test de respuesta subjetiva

En estos test se aprovecha la sensación emocional que experimenta el degustador en la evaluación espontánea del alimento, realizando una evaluación personal del producto e informando su preferencia, en ausencia completa de influencia externa y de entrenamiento. Este grupo de test se aplica, además, cuando se desea estudiar los factores psicológicos que influyen sobre la preferencia y aceptación de un producto.

Dentro de los test de respuesta subjetiva, se consideran dos grandes grupos, los que miden aceptabilidad, y que permiten tener una indicación de la posible reacción del consumidor frente a un nuevo producto o a una modificación de uno existente; y aquellos que miden preferencias, o sea, cuál de dos o más productos es preferido por un gran número de personas, estimando los factores psicológicos y de calidad que influyen sobre el alimento. Entre los primeros, podemos señalar los test de panel piloto y los test de consumidores, que utilizan un número grande de degustadores representativos del grupo

etario al cual está destinado el producto. Entre los test de preferencia está el de comparación pareada preferencia o simple preferencia, el test de ordenamiento (ranking test) y de escala hedónica que mide cuánto le agrada o desagrada el alimento en base a una escala de 9 puntos.

El análisis descriptivo es aquel grupo de 'probadores' en el que se realiza de forma discriminada una descripción de las propiedades sensoriales (parte cualitativa) y su medición (parte cuantitativa).

En este análisis se entrena a los evaluadores durante seis a ocho sesiones en el que se intenta elaborar un conjunto de diez a quince adjetivos y nombres con los que se denominan a las sensaciones. Se suelen emplear unas diez personas por evaluación.

El análisis descriptivo se emplea en la industria alimentaria para saber si hay diferencias entre dos productos, el entrenamiento de los evaluadores es más rápido que en el análisis descriptivo. Se emplean cerca de 30 personas. En algunos casos se llega a consultar a diferentes grupos étnicos: asiáticos, africanos, europeos, americanos, etc.

El Análisis del consumidor se suele denominar también prueba hedónica y se trata de evaluar si el producto agrada o no, en este caso trata de evaluadores no entrenados, las pruebas deben ser lo más espontáneas posibles. Para obtener una respuesta estadística aceptable se hace una consulta entre medio centenar, pudiendo llegar a la centena.

El análisis sensorial ha demostrado ser un instrumento de suma eficacia para el control de calidad y aceptabilidad de un alimento, ya que cuando ese alimento se quiere comercializar, debe cumplir los requisitos mínimos de higiene, inocuidad y calidad del producto, para que éste sea aceptado por el consumidor, más aun cuando se desea ser protegido por una denominación de origen los requisitos son mayores, ya que debe poseer los atributos característicos que justifican su calificación como producto protegido, es decir, que debe tener las características de identidad que le hacen ser reconocido por su nombre (Sancho, J. Et. Al. 1999).

Este tipo de análisis se ha definido como una disciplina científica usada para medir, analizar e interpretar las reacciones percibidas por los sentidos de las personas hacia ciertas características de un alimento como son su sabor, olor, color y textura, por lo que el resultado de este complejo de sensaciones captadas e interpretadas son usadas para medir la calidad de los alimentos.

Dentro de las principales características sensoriales de los alimentos destacan: el olor, que es ocasionado por las sustancias volátiles liberadas del producto, las cuales son captadas por el olfato; el color es uno de los atributos visuales más importantes en los alimentos y es la luz reflejada en la superficie de los mismos, la cual es reconocida por la vista (Juran, M. 1974).

6.2.3 La degustación

La degustación es analizar con los sentidos las características sensoriales de un producto comestible, en el que todos los sentidos deben estar en alerta y se denomina degustador a la persona, la cual es entrenada y seleccionada para evaluar las características organolépticas de un alimento según los modelos preestablecidos.

Los degustadores expresan su forma (numérica) en función de un patrón ideal o escalado, por medio de preguntas. La compilación de los datos obtenidos de su análisis para valorar la certeza en la evaluación de los productos comparados (Juran, M. 1974).

6.2.3.1 Funciones de la degustación

- Clasificar
- Ordenar
- Describir
- Analizar
- Integrar

6.2.4 Elementos estructurales de la evaluación sensorial

Se requiere de un área especial, donde se eviten distracciones y se puedan controlar las condiciones deseadas. Un producto se puede evaluar en una mesa, en la esquina de un cuarto, pero las interrupciones y distracciones no favorecen un buen análisis.

Un laboratorio de análisis sensorial debe contar con 2 áreas, a saber:

El área de preparación y área de prueba debe estar separada la una de la otra. Los panelistas no deben entrar al área de preparación para evitar influencias en la evaluación. Generalmente, en el área de prueba, los panelistas se ubican en cabinas individuales que, de acuerdo con la facilidad, pueden ser divisiones sobre una mesa o módulos con bisagras. En estos casos, el líder está al tanto de la evaluación y va retirando o entregando las muestras.

Lo más común es el uso de celdas o cabinas a lo largo de la pared, comunicadas por una ventanilla con el área de preparación, permitiendo el paso de las muestras del área de preparación a la de prueba. Se exige al panelista no fumar, evitar perfumes y cosméticos con olores, porque influyen en la prueba. Entre prueba y prueba, el panelista debe hacerse un enjuague bucal; por lo tanto, en el área de prueba debe haber sumideros con grifos para este fin. Se aconseja al panelista utilizar agua a temperatura ambiente. En muchos casos, se utiliza entre prueba y prueba.

La luz del área de prueba debe ser uniforme, con el fin de que no inflencie la apariencia del producto. En el caso de que el color y la apariencia del producto sean factores de importancia, se debe utilizar luz de día. En caso de que se desee eliminar las diferencias de color entre las muestras se recomienda luz de color, generalmente luz roja (para enmascarar) (Juran, M. 1974).

6.2.4.1 Preparación de las muestras

Horarios para las pruebas: Se recomienda últimas horas de la mañana (entre las 11 a 12 am) y el comienzo o mitad de la tarde (4 a 5 pm) para la realización de las pruebas, de preferencia fuera del área de comida.

Muestra: Las muestras que se presentan al panelista deben ser típicas del producto, idénticas hasta donde sea posible, excepto en la características por la que se juzga, o sea, que tenga igual forma (redonda o picada o en puré o molida), en recipientes de igual forma, tamaño, color y tener presente que el material donde se sirve la muestra no transmita olores (Sancho, J. Et. Al. 1999).

6.2.4.2 Codificación y orden de presentación

Las muestras deben llevar un código que no permita al panelista información alguna de la identificación de la muestra, ni introducir sesgos a la evaluación. Se recomienda entonces, tomar los códigos de la Tabla de números aleatorios, así se evitan los efectos psicológicos en el orden de presentación y que el panelista crea que, de 3 muestras entregadas como iguales, la del centro es la distinta (Sancho, J. Et. Al. 1999).

6.2.4.3 Material para la degustación

El material necesario para el ejercicio de la degustación no debe ser necesariamente complicado ni caro. La calificación organoléptica especializada exige condiciones ambientales definidas y constantes que incluso están normalizadas, pero la degustación por afición sólo necesita de un lugar (habitación, bodega, etc.) exento de ruidos y olores, de temperatura entre 18°C y 22°C, con un nivel suficiente de iluminación (preferentemente natural), no excesivamente seco y bien aireado (Sancho, J. Et. Al. 1999).

6.2.4.4 Cantidad y forma de muestra

La cantidad de muestra necesaria para el análisis depende del tipo de determinación a realizar, del método empleado y del tipo de sustancia de que se trate.

Es conveniente y muy recomendable que la selección de los catadores, las pruebas de sensibilidad, identificación y todo aquello que contribuya a que el panel se sienta como un equipo conjuntado y motivado para su misión sea dirigido por la misma persona: el director del panel (Sancho, J. Et. Al. 1999).

6.2.4.5 Formación del panel

La capacidad y rendimiento de los jueces en las pruebas sensoriales se ven afectados por muchos factores. La selección y entrenamiento de jueces apropiados es un proceso esencial, que requiere mucho tiempo dentro de la planificación de cualquier análisis sensorial.

Las exigencias con respecto a los jueces dependerán, en última instancia, de los tipos de pruebas que se realicen, aunque los requisitos básicos para que cualquier persona tome parte como juez en un análisis sensorial son los siguientes:

6.2.4.6 Disponibilidad y deseo de participar

El criterio general más importante para un juez es la disponibilidad para asistir a las sesiones cuando se le requiere. El tiempo comprometido debe quedar lo suficientemente claro, ya que es esencial para la preparación y planificación que los jueces cuenten con tiempo, mientras los productos se encuentran en condiciones óptimas. Además de las exigencias de disponibilidad, los jueces deben también mostrar interés, deseos de aprender, ser adaptables, ser entusiastas y estar preparados, si es necesario, para realizar pruebas con productos "diferentes" o "inusuales", como sería el caso del análisis de productos parcialmente procesados (Sancho, J. Et. Al. 1999).

6.2.4.7 Salud y hábitos personales

Algunas personas pueden ser alérgicas a determinados productos o a sus ingredientes, y por tanto deberían excluirse de aquellas pruebas en las que se analicen estos productos. Del mismo modo, cualquier juez que presente temporalmente algún problema de salud,

como resfriados, trastornos de estómago, o dolor de muelas, no debe incluirse en el panel sensorial. El embarazo puede afectar igualmente las percepciones del gusto, por lo que se recomienda, generalmente, no incluir en el panel mujeres embarazadas.

La percepción de algunas características sensoriales puede verse influenciada por olores intensos. Por tanto, debe disuadirse a los jueces cuando formen parte de un panel, de usar cosméticos olorosos o de lavarse las manos con jabones perfumados. Igualmente, debe evitarse que los jueces fumen o ingieran alimentos fuertes antes de la cata, ya que esto puede influenciar no sólo su propia percepción, sino también la de otros que se encuentren próximos a ellos (Sancho, J. Et. Al. 1999).

6.2.4.8 Capacidad para realizar el trabajo

Como parte de la selección inicial, es habitual evaluar la precisión sensorial de los posibles jueces mediante sencillas pruebas sensoriales de reconocimiento y discriminación, usualmente enfocadas hacia aspectos relacionados con los diversos trabajos que deberán emprender. Tras estas pruebas prácticas iniciales, un posible juez debe estar en condiciones de demostrar su capacidad para seguir las instrucciones y realizar las pruebas apropiadas de manera correcta. En esta fase, es posible obtener con frecuencia una impresión del poder de concentración de cada juez, e identificar qué candidatos pueden llegar a ser probablemente jueces competentes. Las pruebas prácticas iniciales también pueden proporcionar un primer indicio sobre coherencia y repetitividad (Sancho, J. Et. Al. 1999).

6.2.4.9 Hoja de respuestas

Éste es el conducto por medio del cual el juez se identifica, recibe instrucciones de lo que debe ejecutar y apreciar, y finalmente expresa sus impresiones sensoriales. Para cada tipo de prueba, un formato de lo que constituye una hoja de respuestas. Conviene aclarar que no existe un diseño específico para estas hojas, sino que se prepararán atendiendo la propia configuración del experimento, tipo de muestra(s), número de repeticiones o series e instrucciones particulares.

En el momento de la ejecución de la prueba no debe haber comunicación verbal entre el juez y el conductor. La hoja de respuestas debe indicar en forma clara, sencilla y directa, sin necesidad de otras explicaciones y sin dejar lugar a dudas lo siguiente:

- El procedimiento que el juez debe seguir para evaluar las muestras
- El orden para analizar las muestras (de izquierda a derecha, etc.)
- El atributo que se debe observar en las muestras (dulzura, dureza y brillo).
- Forma de señalar, en la hoja de respuestas, las impresiones sensoriales recibidas (marque con una cruz).

Otras consideraciones, como enjuague y expectoración, el no tragar la muestra, el intervalo que debe mediar entre cada evaluación, etcétera.

No es necesario entrar en detalle en las instrucciones, pues quita tiempo al juez o puede parecerle un trámite tedioso. Téngase presente que los jueces han recibido un entrenamiento previo a la ejecución de las pruebas definitivas, y se sobreentiende que ya saben cómo actuar. Por ello las instrucciones son un mero recordatorio de los puntos importantes. Se recomienda que en la hoja de respuestas aparezcan marcadas las claves de las muestras que vayan a analizarse, y en el orden en que se irán presentando al juez en la charola para que las evalúe (Carpenter, R. 2009).

6.3 Análisis de Varianza

El análisis de la varianza (ANOVA) es uno de los test estadísticos más ampliamente utilizados para probar la igualdad de más de dos medias de la población, es decir:

Hipótesis: $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$

H_1 : por lo menos hay una media diferente al resto

Cuando se trata de comparar varias medias cabe la posibilidad de realizar comparaciones dos a dos utilizando, por ejemplo el test t . Este procedimiento no es correcto. Si, como es

habitual, se utiliza un valor crítico del 5 % para comprobar la hipótesis de ausencia de diferencias entre las medias de las poblaciones, el nivel de significación real será mucho mayor. Aunque todas las muestras procedieran de la misma población, una media del 5 % de los valores t superarán el valor crítico. Puede demostrarse que en 10 comparaciones independientes uno o más valores de t superará el valor crítico $t_{0,95}$ en un 40 % de ocasiones. Es decir, es relativamente fácil rechazar la hipótesis nula por un valor falso de t a causa de la reiteración de comparaciones. Una segunda razón es la pérdida de precisión al estimar la varianza común cada dos grupos (Moore, D. 2004).

6.3.1 ANOVA de un factor con efectos aleatorios

Diseño completamente aleatorizado es aquel en que los tratamientos son asignados al azar a las unidades experimentales o viceversa. En el modelo unifactorial la variable analizada (dependiente) se hace depender de un solo factor (variable independiente). El resto de causas de variación se engloban en el componente aleatorio del error experimental.

Una variable sobre la que actúa un factor que se presenta bajo un número de k niveles o tratamientos y con n unidades experimentales por grupo (Moore, D. 2004).

Las formulas a utilizar para el análisis son:

Todos estos cálculos se agrupan habitualmente en forma de tabla (de ANOVA).

Tabla No. 1

Tabla de ANOVA

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Inter-grupo	SCB	$k - 1$	CMB	CMB/CMW
Intra-grupo o error experimental	SCW	$N - k$	CMW	
Total	SCT	$N - 1$		

Fuente: Moore, D. 2004

Dónde

$$SCB = n \sum_{j=1}^k (\bar{x}_j - \bar{x})^2$$

$$SCW = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2$$

$$SCT = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x})^2$$

$$CMB = \frac{SCB}{k - 1}$$

$$CMW = \frac{SCW}{N - k}$$

(Moore, D. 2004).

Nomenclatura

N = número de observaciones

\bar{x} = media observada

n = número de observaciones en la muestra

k = número de tratamientos, grupos o poblaciones.

x_{ij} = es la i -ésima observación en el j -ésimo tratamiento

\bar{x}_j = media del j -ésimo tratamiento

6.3.2 Interpretación del estadístico F

La interpretación del estadístico F calculado se comparará con el tabulado con $(k - 1)$ y $(N - k)$ grados de libertad al nivel de significación elegido. Si el valor F obtenido es menor que el tabulado se acepta la H_0 de que no existen diferencias en la media de los grupos o tratamientos (al menos en alguna de ellas) (Moore, D. 2004).

6.4 Análisis de color

El color, sabor y la textura son las tres principales características que determinan la aceptación de un producto, teniendo el color una gran influencia en la elección de un producto.

El color es la sensación que experimenta un individuo cuando la energía radiante dentro del rango del espectro visible (380 – 770 nm) entra en contacto con la retina del ojo. Para que el fenómeno denominado como color ocurra se necesitan tres aspectos siendo estos: 1) un objeto de color 2) luz en la región visible del espectro 3) un observador.

La colorimetría es la ciencia para la medición del color, siendo posible definir el color con unidades matemáticas, sin embargo, es difícil expresar con claridad estos valores de acuerdo al color observado (Cavaino, J. 2006).

En el área de investigación y control de calidad de alimentos, resulta necesaria la utilización de instrumentos que proporcionen un favor repetible que represente como el ojo humano observa determinado color (Wrolstad, R. 1986).

6.4.1 Bases psicológicas del color

El ojo humano posee una excelente percepción del color y puede detectar alrededor de 10.000.000 de colores diferentes, pero, posee una pobre memoria y tampoco puede recordar exactamente el color de objetos observados con anterioridad.

La percepción del color es relativamente uniforme para personas que poseen una visión normal del color, sin embargo un 8% de hombres y un 0.5% de mujeres poseen defectos psicológicos y perciben el color de una manera diferente.

La interpretación de las señales enviadas al cerebro es un fenómeno complejo y es influenciado por una gran variedad de aspectos psicológicos. Un aspecto que influye es la constancia del color, ya que una hoja posee un color blanco cuando se observa con luz del día y se observa el mismo color blanco con luz tenue. Esto se debe a que, aunque el estímulo es diferente en ambos casos, por experiencia el cerebro sabe que el color del papel debe ser blanco.

Un segundo aspecto que influye es el tamaño del objeto a observar, ya que al observar el mismo color pero en un área de mayor tamaño el objeto aparenta ser más brillante que un objeto de menor área (Coon, D. 2000).

6.4.2 Sistemas para especificación del color

El color posee tres dimensiones para ser medido, y cualquier sistema de medición necesita tomar en cuenta el matiz, que de forma instintiva se relaciona con el color (rojo, azul, verde), la luminosidad, que representa la cantidad de luz o de oscuridad de un objeto y el croma o saturación la cual indica la intensidad del color (Pascual, C., 2002).

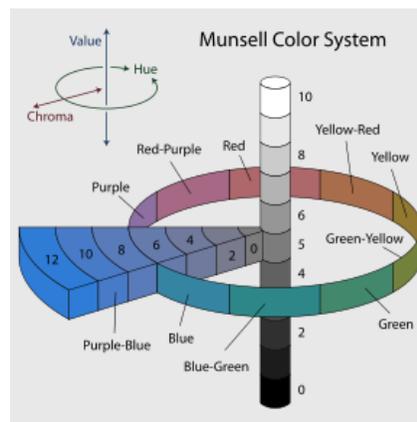


Figura 1. Diagrama del sistema de color de Munsell
Fuente: HunterLab, Reston.

6.4.3 Instrumentos de Medición del Color

6.4.3.1 Desarrollo histórico

La CIE (Comisión Internacional en Iluminación) es la organización internacional encargada del color y su medición. Los primeros estándares de iluminación para la medición del color fueron establecidos en 1931 por la CIE (Wrolstad, R. 1986).

6.4.3.2 El Sistema Tri-estímulos de CIE

El sistema tri-estímulos utiliza para su medición los valores X, Y, Z. Los valores son medidos con estándares de iluminación y observación, siendo multiplicados por un porcentaje de reflectancia o de transmisión. La sumatoria del producto de las ondas dentro del espectro visible proporcionan los valores X, Y y Z (Wrolstad, R. 1986).

$$X = \int_{380}^{750} RE\bar{x} dx$$

$$Y = \int_{380}^{750} RE\bar{y} dy$$

$$Z = \int_{380}^{750} RE\bar{z} dz$$

Dónde:

R = Espectro simple

E = Fuente del Espectro de luz

$\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}$ = Curvas de observación estándar

6.4.3.3 Colorímetros con Tri-estímulos

Richard S. Hunter, Deane B. Judd, y Henry A. Gardner fueron los pioneros en el desarrollo de instrumentos para la medición de color en el año de 1940.

El método color sólido de Hunter fue publicado por primera vez en 1942 donde se realiza la medición de los colores utilizando tres aspectos siendo estos la L la cual indicaba la cantidad de luz; a, indicaba rojo (+) o verde (-); y b, indicaba amarillo (+) o azul (-). El método de Hunter fue adoptado rápidamente por las industrias alimenticias, ya que proporcionaba una medición efectiva del color (Wrolstad, R. 1986).

En 1976, la CIE adoptó el método de Hunter con algunas modificaciones denominándolo CIELAB utilizando los parámetros $L^*a^*b^*$. En el que L se medía de 0 a 100, indicando el 0 el color negro y 100 el color blanco. La coordenada a^* se utiliza para rojo (+) y verde (-), y el valor b^* se utiliza para indicar amarillo (+) y azul (-). Los límites para los valores de a^* y b^* son de aproximadamente ± 80 (Konica Minolta, 2007).

La figura 2 muestra una porción de a^* y b^* , al ser ambos positivos, producen un color naranja.

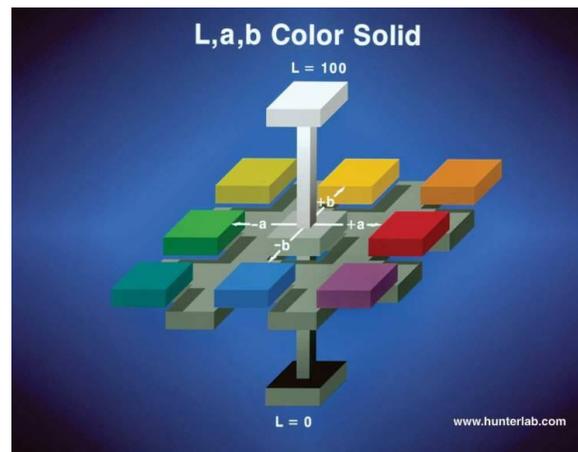


Figura 2. Método de Hunter L, a, b.

Fuente: HunterLab, Reston.

6.4.3.4 Baking Contrast Units (BCU)

El método BCU consiste en la medición de claridad u oscuridad de un producto, desarrollado específicamente para la industria alimenticia. BCU es un derivado del valor "L" en el método estándar tri-estímulo. El rango de medición se encuentra en el rango de

0 para objetos oscuros u opacos a 5,25 para objetos con mayor claridad o brillo. Cada cambio de 0,1 BCU es equivalente a un cambio de tono perceptible por el ojo humano. (Konica Minolta, 2007).

7. Recursos

7.1 Recursos

7.1.1 Recursos humanos

Autor: Manuel Alejandro López Pappa

Asesor principal: Q. B. Gladys Calderón Castilla

Asesor adjunto: Ing. Javier Fernández Schwank

Panelistas

- Personal de Aseguramiento de la Calidad de la empresa EXPRO S.A.
- Estudiantes de la carrera de Ingeniería en Alimentos, al contar con conocimientos básicos en análisis sensorial, aportarán información útil para el desarrollo de la investigación.
- Niños de 5to. Y 6to. Primaria.

7.1.2 Recursos institucionales

Las instituciones que participaron para el desarrollo de la investigación, fueron la empresa EXPRO S.A., la Universidad de San Carlos de Guatemala siendo en este caso el Centro Universitario del Sur Occidente, además se contó con la colaboración de instituciones educativas para el desarrollo de los paneles de aceptación del producto (Colegio Liceo Canadiense y Colegio el Triunfo).

7.1.3 Recursos económicos

Para el desarrollo de dicha investigación se contó con el apoyo de la empresa EXPRO S.A. por lo que los gastos en los que se incurrieron, en cuanto a materia prima fueron aportados por dicha institución.

Los gastos realizados en la compra de los materiales para realizar el panel de evaluación sensorial fueron sufragados por el autor de dicha investigación.

7.2 Materiales

1. Hojas papel bond
2. Lapiceros de color negro
3. Platos y vasos desechables
4. Stickers
5. Marcadores
6. Galletas
7. Bolsas de nylon 1 libra y de 5 libras
8. Boletas de calificación de paneles sensoriales

7.3 Equipo

1. Colorímetro BC -10
2. Computadora
3. Cañonera
4. Calculadora
5. Impresora

7.4 Metodología

7.4.1 Elaboración de Galletas

El proceso para la elaboración de las galletas consiste en:

1. Pesado de las materias primas, cada materia prima se coloca en bolsas de diferentes colores para evitar confusiones.
2. Mezclado de las materias primas.
3. Laminado de la masa para galletas.
4. Moldeado de la masa, para la forma deseada del producto final.
5. Horneado de la galleta (La temperatura de horneado será modificada para lograr el color deseado, ya que los registros no presentan una relación adecuada de color vs temperatura).

6. Recorrido por la banda transportadora para su enfriamiento.
7. Empaque y almacenamiento.

7.4.2 Determinación del color

1. Recolección de las muestras de galletas a analizar
2. Rotulación de las bolsas en las cuales se colocaron las galletas, indicando la fecha y la temperatura de cocción de las galletas por zona.
3. Trasladar las muestras al laboratorio de aseguramiento de calidad
4. Encender el colorímetro BC-10 de la marca Konica
5. Utilizar la medida patrón para determinar que el equipo este calibrado adecuadamente
6. Colocar el colorímetro sobre la galleta y determinar el valor del color en Baking Contrast Units
7. Anotar dicho valor en la tabla de registros
8. Clasificar la galleta en los siguientes rangos de color, teniéndose como mínimo 200 tapitas por cada rango de color.

Tabla No. 2

Rangos de color propuestos medidos en BCU

Grupo	Rango de Color en BCU*	Temperaturas de Trabajo (°F)		
		Z1	Z2	Z3
1	3 – 3.35	485	525	595
2	3.36 – 3.71	480	520	490
3	3.72 – 4.07	475	515	485
4	4.07 – 4.42	465	505	475
5	4.43 – 4.78	460	500	470

Fuente: Elaboración propia

*Los rangos de color se establecieron tomando como base los rangos actuales de color utilizados por la empresa medidos con el método Hunter L*a*b.

9. Rotular las bolsas en las que se almacenarán las galletas
10. Almacenar el producto

7.4.3 Metodología para el Cambio del Método Hunter L*a*b al Método Baking Contrast Units

1. Tomar los parámetros de color de aceptabilidad de la galleta medidos con el Método Hunter L*a*b (Anexo 9.7)
2. Introducir los valores de L*a*b en el siguiente link <http://www.easyrgb.com/index.php?X=CALC#Result> (Anexo 9.2)
3. Al introducir los valores se obtiene el valor de Y
4. Aplicar el logaritmo de base dos al valor de Y obtenido en la página de internet de Konica.

7.4.4 Panel de evaluación sensorial

Se realizaron dos paneles sensoriales de respuesta objetiva, llevándose a cabo uno dentro de las instalaciones de la empresa (por personal de aseguramiento de la calidad y de producción) por los conocimientos que ellos poseen en galletas, específicamente en galletas rellenas. Un segundo panel de respuesta objetiva se realizó en el laboratorio de análisis sensorial en las instalaciones de la Universidad de San Carlos de Guatemala del Sur Occidente por estudiantes de la carrera de Ingeniería en Alimentos que contaban con conocimientos básicos en evaluación sensorial, trabajando con un mínimo de 15 personas por cada panel, evaluando en el producto el color (anexo 9.3) y la textura (anexo 9.4) que este presentaba, utilizando para ello los cinco rangos de color y definir cuales presentan mejor aceptabilidad de color y textura.

Previo a realizar el panel sensorial en las instalaciones de la empresa se les dio una capacitación a las personas que laboran en el área de aseguramiento de calidad, para que ellos conocieran los principios básicos de la evaluación sensorial, permitiendo con ello la obtención de mejores resultados.

7.4.5 Metodología del panel de evaluación sensorial de respuesta objetiva

1. Colocar una galleta por cada uno de los 5 rangos de color de galleta recolectadas en un plato, con sus respectivos códigos, teniendo en total cinco galletas para cada panelista.
2. Además colocar una boleta de evaluación del producto a cada panelista (anexo 9.3 y 9.4)
3. Permitir el ingreso de los panelistas y darle una pequeña inducción de la metodología a seguir
4. Dar inicio al panel, el cual tuvo una duración aproximada de 10 minutos
5. Recolectar las boletas para su posterior análisis
6. Agradecer a los panelistas por su participación y apoyo

7.4.6 Metodología estadística

1. Ordenar los resultados obtenidos por cada muestra analizada
2. Aplicar un Análisis de Varianza, utilizando el estadístico de F
3. Interpretar el estadístico de F (analizando tanto la aceptación del producto por su color, como la textura)
4. Si existe diferencia estadística entre los diferentes tratamientos aplicar una prueba de Tukey para determinar en orden descendente las posiciones que ocuparon cada muestra evaluada.
5. Determinar los dos rangos de colores que presentaron mayor aceptación estadísticamente, con los que se realizará el panel de evaluación sensorial para los consumidores.

7.4.7 Metodología para consumidores

Posterior a obtener los dos rangos de color que presentan mayor aceptación tomando en cuenta el color y la textura utilizando el test de respuesta objetiva, se procedió a realizar un test de respuesta subjetiva, utilizando la prueba de preferencia. La prueba se realizó a 100 personas, debido a que el mercado objetivo de este producto son los niños se

visitaron instituciones educativas (Colegio Liceo Canadiense y El Triunfo) para realizar dicha actividad.

La metodología a utilizar para la prueba de preferencia

1. Recolección de las muestras de los colores de galletas que obtuvieron el primer y segundo lugar al realizar el test de respuesta objetiva.
2. Rotulación, sellado y almacenamiento para una óptima conservación.
3. Codificación de tres dígitos a cada muestra
4. Charla introductoria a los niños que participarán en dicha actividad indicándoles la forma de llenado de la boleta de evaluación sensorial.
5. Colocación de las muestras en el área en la que se realizó el panel además de la boleta de calificación del producto (anexo 9.5 y 9.6).
6. Inicio del panel, el cual tuvo una duración aproximada de 10 minutos.
7. Recolección de las boletas de calificación
8. Agradecimiento por la colaboración y regalar producto de la empresa

7.4.8 Metodología estadística

1. Ordenar los resultados obtenidos por cada muestra analizada
2. Aplicar un Análisis de Varianza, utilizando el estadístico de F
3. Interpretar el estadístico de F

8. Resultados y Discusión de Resultados

En la metodología de investigación se propuso trabajar con cinco diferentes rangos de color (ver sección 7.4.2), pero, al realizar las pruebas a nivel de planta se determinó que no era posible obtener producto en los siguientes rangos de color: 3 – 3.35 BCU (se obtenía una galleta quemada y perdía su forma original) y 4.43 – 4.78 BCU (se obtuvo una galleta cruda).

Al desarrollar el panel de evaluación sensorial tanto al personal de Aseguramiento de Calidad de la empresa EXPRO S.A. (15 personas), estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería en Alimentos (15 personas), siendo en total 30 personas y realizando posterior a ello su respectivo Análisis de Varianza para Color y Textura se puede concluir que la Textura no presentó diferencia estadística con un 95% de confiabilidad entre los tratamientos al obtenerse una F calculada menor a la F tabulada (ver tabla 3). La temperatura es un factor que no afecta la textura de las galletas, esto se puede decir en función de los comentarios de los consumidores. No establecieron diferencias en cuanto a esta característica.

Tabla No. 3

Análisis de Varianza para la textura en panel de respuesta objetiva

ANÁLISIS DE VARIANZA GENERALIZADA TEXTURA					
FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADO	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	VALOR F calculada	F tabulada
ENTRE MUESTRAS (TRATAMIENTO)	149	2	75	0.025	3.98
DENTRO DE MUESTRAS (ERROR)	27123	9	3014		
VARIACIÓN TOTAL	27272	11			

Fuente: Elaboración propia

En el caso del color si se obtuvieron diferencias estadísticas entre los tratamientos, esto al obtener una F calculada mayor a la F tabulada (ver tabla 4), con uno 95% de confiabilidad,

por lo que se procedió a realizar una prueba de Tukey y con ello determinar los diferentes puestos entre los tratamientos.

Tabla No. 4

Análisis de Varianza para el color en panel de respuesta objetiva

ANÁLISIS DE VARIANZA GENERALIZADA COLOR					
FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADO	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	VALOR F calculada	F tabulada
ENTRE MUESTRAS (TRATAMIENTO)	1561	2	947	4.9	3.98
DENTRO DE MUESTRAS (ERROR)	11691	12	160		
VARIACIÓN TOTAL	13252	14			

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la prueba de Tukey, utilizando un valor de T igual a 26.26 y al comparar dicho valor con la diferencia de las medias de los tres códigos de color, se determinó que el código 456 obtuvo el primer lugar, obteniendo el segundo lugar el código 639 y en último lugar el código 345.

Esto indica que el código 456 presentaba un rango de color de (4.07 – 4.42 BCU) ocupando este el primer lugar, el segundo puesto 639 presenta un rango de color de (3.72 – 4.07 BCU) y en último lugar el código 345 teniendo un rango de color de (3.36 – 3.71 BCU).

A partir de dicha información se eliminó el código 345 y se tomaron tanto el código 456 y el 639 para realizar el panel a consumidores, al realizar dicho panel se visitaron diferentes establecimientos educativos (Liceo Canadiense y Colegio El Triunfo), trabajando con niños de quinto y sexto primaria.

Al obtener los resultados con 100 niños, se procedió a realizar el análisis estadístico y con ello se obtuvo una F calculada de 0.31 y al compararse con la F tabulada de 3.98 (ver tabla

5), se llegó a la conclusión que no existe deferencia significativa entre los tratamientos con un 95% de confiabilidad, por lo que de acuerdo a dicha información la empresa debería trabajar con un rango de aceptabilidad de color de 3.72 a 4.42 BCU, con este nuevo rango de color, se reducen los rangos de color para la aceptabilidad del producto influyendo de forma directa además en las curvas de horneado, ya que de acuerdo a los valores obtenidos, las temperaturas iniciales de trabajo son:

Tabla No. 5

Análisis de Varianza para la textura en panel de respuesta objetiva

ANÁLISIS DE VARIANZA GENERALIZADA COLOR					
FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADO	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	VALOR F	F
ENTRE MUESTRAS (TRATAMIENTO)	28983	1	28983	0.31	3.98
DENTRO DE MUESTRAS (ERROR)	374923	5	93731		
VARIACIÓN TOTAL	403906	6			

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 6

Límites de temperatura actuales para elaboración de galletas rellenas

Límites de temperatura (°F)	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Límite inferior	455	495	465
Límite superior	485	525	495

Fuente: Curvas de horneado planta productora de galletas

Al trabajar con los nuevos valores de color se trabajaría con las siguientes temperaturas:

Tabla 7

Límites de temperatura propuestos para elaboración de galletas rellenas

Límites de temperatura (°F)	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Límite inferior	465	505	475
Límite superior	475	515	485

Fuente: Elaboración propia.

Al reducir los límites de temperatura en la producción de galletas se obtuvo una mayor uniformidad en el producto final.

9. Conclusiones

- 9.1 Se acepta la hipótesis, ya que es factible actualizar los parámetros de color existentes en la empresa con el método de Baking Contrast Units, al utilizarse nuevas temperaturas de horneado.
- 9.2 Se determinó a partir de un panel de evaluación sensorial de consumidores, que los parámetros de color adecuados para aceptación del producto medido en Baking Contrast Units debe ser de 3.72 a 4.42.
- 9.3 Los rangos de temperatura para el horneado de las galletas de vainilla, propuestos para obtener un producto en el rango de 3.72 a 4.42 BCU debe ser en la zona 1 (465 – 475) °F, zona 2 (505 – 515) °F y zona 3 (475 – 485) °F.
- 9.4 La característica de textura no presentó diferencia estadística significativa en las diferentes muestras, al trabajar los diferentes rangos de color, por lo que este factor no sufrió cambios al trabajar con el nuevo rango de color.

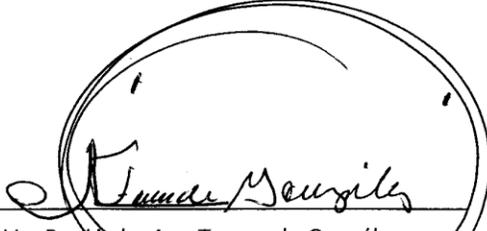
10 Recomendaciones

- 10.1 Es conveniente implementar los nuevos rangos de color propuestos, ya que el panel de evaluación demuestra que los niños prefieren el color de dicha galleta.

- 10.2 Es necesario evaluar la curva de horneado propuestas durante un período aproximado de un año, ya que estas pueden presentar variaciones por las condiciones ambientales de la planta.

11. BIBLIOGRAFÍA

- 11.1 Caivano, J.; López, M. 2006. Argencolor. Color: Ciencia, arte, proyecto y enseñanza. Buenos Aires, Arg. Edit. Xerox. 470p.
- 11.2 Coon, D. 2000. Fundamentos de la Psicología. México, D.F. Edit. Thomson. 528p.
- 11.3 Juran, M. 1974. Manual de Control de Calidad. New York, U.S.A. Edit. McGraw- Hill. 1479p. V. I.
- 11.4 Moore, D. 2004. Estadística Aplicada Básica. Barcelona, España. Edit. Vértice. 831p.
- 11.5 Pascual, C. Et al. 2002. Fundamentos de Colorimetría. Valencia, España. Edit. INO. 217p.
- 11.6 Sancho, J. Et al. 1999. Introducción al Análisis Sensorial de los Alimentos. Barcelona, España. Universidad de Barcelona. 234p.


Vo. Bo. Licda. Ana Teresa de González
Bibliotecaria



11. APENDICE

Apéndice 12.1

Cronograma de actividades

No	Actividad	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.
1	Solicitud de aprobación de tema de tesis										
2	Aprobación de tema de tesis										
3	Revisión bibliográfica										
4	Revisión de documento por asesores										
5	Solicitud de evaluación de Seminario I										
6	Presentación de Seminario I										
7	Corrección de informes de Seminario I										
	Fase Experimental										
8	Recolección y clasificación de las muestras										
9	Contacto con instituciones educativas para realizar panel de consumidores										
10	Elaboración de panel de evaluación sensorial en las instalaciones de la empresa										
11	Análisis de resultados del panel de evaluación sensorial de la empresa										
12	Elaboración de panel de aceptación del producto en instituciones educativas										
13	Análisis de resultados del panel de aceptación										
14	Conclusiones y Recomendaciones										
15	Entrega de seminario II										
16	Evaluación de Seminario II										

Fuente: Elaboración propia

Apéndice 12.2

Tabla No. 8

Valores de BCU obtenidos a partir de la página Konica Minolta vs Obtenidos por el Colorímetro

No.	L	A	B	Y	BCU equipo	BCU teórico	DESV EST.
1	74.1	8.0	33.2	46.86	4.24	4.23	0.0082
2	74.9	7.6	33.8	48.119	4.27	4.27	0.0024
3	75.9	6.8	33.0	49.725	4.35	4.31	0.0255
4	76.2	7.3	32.4	50.213	4.35	4.33	0.0155
5	76.4	6.8	32.7	50.541	4.34	4.34	0.0018
6	77.0	6.6	32.7	51.532	4.35	4.37	0.0109
7	75.8	7.1	32.4	49.563	4.33	4.31	0.0147
8	76.4	7.3	32.9	50.541	4.33	4.34	0.0053
9	76.0	7.0	32.7	49.887	4.33	4.32	0.0080
10	75.2	7.2	32.8	48.597	4.28	4.28	0.0006
11	76.2	6.8	33.0	50.213	4.32	4.33	0.0057
12	75.6	7.4	33.7	49.239	4.31	4.30	0.0072
13	76.3	7.0	33.2	50.377	4.32	4.33	0.0090
14	75.8	7.0	32.3	49.563	4.30	4.31	0.0066
15	75.4	7.1	32.6	48.918	4.30	4.29	0.0068
16	76.2	6.8	32.3	50.213	4.35	4.33	0.0155
17	77.0	6.8	32.7	51.532	4.34	4.37	0.0180
DESVIACIÓN PROMEDIO							0.0095

Fuente: Elaboración propia

Apéndice 12.3

Tabla No. 9

Resultados para la textura en panel sensorial de respuesta objetiva

TEXTURA			
CARÁCTERÍSTICA	345	456	639
ME GUSTA MUCHÍSIMO	25	60	20
ME GUSTA MUCHO	126	162	126
ME GUSTA MODERADAMENTE	64	32	64
ME GUSTA POCO	24	12	36
NO ME GUSTA NI ME DISGUSTA	20	0	0
ME DISGUSTA POCO	0	0	0
ME DISGUSTA MODERADAMENTE	0	0	0
ME DISGUSTA MUCHO	0	0	0
ME DISGUSTA MUCHÍSIMO	0	0	0
TOTAL	240	266	246

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 10

Resultados para el color en panel sensorial de respuesta objetiva

COLOR			
CARÁCTERÍSTICA	345	456	639
ME GUSTA MUCHÍSIMO	0	54	18
ME GUSTA MUCHO	64	48	120
ME GUSTA MODERADAMENTE	28	42	14
ME GUSTA POCO	36	72	36
NO ME GUSTA NI ME DISGUSTA	20	0	20
ME DISGUSTA POCO	8	0	0
ME DISGUSTA MODERADAMENTE	18	0	0
ME DISGUSTA MUCHO	0	0	0
ME DISGUSTA MUCHÍSIMO	0	0	0
TOTAL	174	216	208

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 11

Resultados para el color en panel sensorial a consumidores

PANEL A CONSUMIDORES		
CARACTERÍSTICA	A	B
ME GUSTA MUCHO	74	60
NI ME GUSTA NI ME DISGUTA	14	26
NO ME GUSTA	12	14
TOTAL	100	100

Fuente: Elaboración propia

12. ANEXOS

Anexo 13.1

Formato para convertir el color de Hunter L*a*b a BCU



Color calculator

Converts color data to different color standards (RGB, CMYK, L*a*b, L*ch, L*uv, Hunter, XYZ etc.).
Looking for color math or specific conversion formulas? Check our [math page](#) for some practical examples.

Select your data color space... 

Insert your color data here... Data #1 #2 #3 

Only for CMYK data... K

Select the illuminant... 

Select the observer... 



RGB example: #1 (R) = 255
#2 (G) = 171
#3 (B) = 32

CIE-L*a*b example: #1 (L*) = 76.37
#2 (a*) = 21.18
#3 (b*) = 74.94

XYZ example: #1 (X) = 56.06
#2 (Y) = 50.49
#3 (Z) = 8.16

You can also check our practical [4-steps guide](#) to use this calculator.

Fuente: Konica Minolta

Anexo 13.2

Boleta de Evaluación Sensorial

Prueba de Nivel de Agrado del Color

Fecha: _____

Boleta No. _____

Producto: Galleta Rellena Sabor Vainilla

Característica: Color

Observe por favor las muestras en el orden que se le dan, e indique su nivel de agrado con cada muestra marcando con una X en la escala que mejor describe su sentir con el código de la muestra.

	Código de las Muestras				
	345	456	639	245	392
Me gusta muchísimo					
Me gusta mucho					
Me gusta moderadamente					
Me gusta poco					
No me gusta ni me disgusta					
Me disgusta poco					
Me disgusta moderadamente					
Me disgusta mucho					
Me disgusta muchísimo					

Observaciones: _____

Gracias!!

Fuente: Hernández, Elizabeth. 2005

Anexo 13.3

Boleta de Evaluación Sensorial

Prueba de Nivel de Agrado de la Textura

Fecha: _____

Boleta No. _____

Producto: Galleta Rellena Sabor Vainilla

Característica: Textura

Observe por favor las muestras en el orden que se le dan, e indique su nivel de agrado con cada muestra marcando con una X en la escala que mejor describe su sentir con el código de la muestra.

	Código de las Muestras				
	345	456	639	245	392
Me gusta muchísimo					
Me gusta mucho					
Me gusta moderadamente					
Me gusta poco					
No me gusta ni me disgusta					
Me disgusta poco					
Me disgusta moderadamente					
Me disgusta mucho					
Me disgusta muchísimo					

Observaciones: _____

Gracias!!

Fuente: Hernández, Elizabeth. 2005

Anexo 13.4

Boleta de Evaluación Sensorial Consumidor

Prueba de Nivel de Agrado del Color

Fecha: _____

Boleta No. _____

Producto: Galleta Rellena Sabor Vainilla

Característica: Color

Observe las muestras que se le proporcionan a continuación y marque con una X en la carita que describe mejor su sentir con el código.

Muestra A

		
ME GUSTA MUCHO	NI ME GUSTA, NI ME DESAGRADA	NO ME GUSTA

Muestra B

		
ME GUSTA MUCHO	NI ME GUSTA, NI ME DESAGRADA	NO ME GUSTA

GRACIAS!!

Fuente: Hernández, Elizabeth. 2005

Anexo 13.5

Boleta de Evaluación Sensorial Consumidor

Prueba de Nivel de Agrado de la Textura

Fecha: _____

Boleta No. _____

Producto: Galleta Rellena Sabor Vainilla

Característica: Textura

Observe las muestras que se le proporcionan a continuación y marque con una X en la carita que describe mejor su sentir con el código.

Muestra A

		
ME GUSTA MUCHO	NI ME GUSTA, NI ME DESAGRADA	NO ME GUSTA

Muestra B

		
ME GUSTA MUCHO	NI ME GUSTA, NI ME DESAGRADA	NO ME GUSTA

GRACIAS!!

Fuente: Hernández, Elizabeth. 2005

13. Glosario

1. **Capilaridad:** Conjunto de fenómenos causados en la superficie de contacto entre un líquido y un sólido por las fuerzas de atracción entre las moléculas de distintas sustancias y la tensión superficial.
2. **Conducción:** Transmisión de calor por contacto directo o la transmisión de calor a través de los cuerpos.
3. **Convección:** Es una de las tres formas de [transferencia de calor](#) y se caracteriza porque se produce por medio de un [fluido](#) (líquido o gas) que transporta el calor entre zonas con diferentes [temperaturas](#).
4. **Cualitativo:** Adjetivo que tiene su origen en el latín *qualitativus*. El termino se emplea para nombrar a aquello vinculado a la cualidad (el modo de ser o las propiedades de algo).
5. **Cuantitativa:** Hace referencia a la cantidad específica asociada a un objeto o persona. Es algo que se puede medir o cuantificar, a su magnitud.
6. **Dextrinización:** Producción de dextrinas a partir del almidón, al someterse a un aumento de temperatura.
7. **Difusión:** Movimiento espontáneo de las moléculas que origina una distribución uniforme de la materia.
8. **Inocuo:** Alimentos que reúne estándares de calidad y que no causará daños al consumidor final.

- 9. Pardeamiento no enzimático:** Conjunto de reacciones químicas que traen consigo la producción de melanoidinas coloreadas que van desde el amarillo claro hasta el café muy oscuro e incluso el negro.
- 10. Organoléptica:** Descripciones de las características físicas que tiene la materia en general, según las pueden percibir los sentidos, por ejemplo su sabor, textura, olor, color.

Mazatenango, Suchitepéquez. 12 de noviembre de 2013

Comité de Trabajo de Graduación
Carrera de Ingeniería en Alimentos
CUNSUROC

Los saludo cordialmente deseándoles éxitos en sus labores diarias.

Por medio de la presente hacemos constar que a Manuel Alejandro López Pappa, estudiante de la carrera de Ingeniería en Alimentos con carné 2005-17665 se le revisó y aprobó el documento de Seminario II, cuyo tema es Determinación de parámetros de color medido en Baking Contrast Units (BCU) y textura aceptables en galletas rellenas de vainilla, en una industria de galletas en la ciudad de Guatemala.

Sin nada más que agregar y agradeciendo desde ya su colaboración me despido de usted.


Q. B. Gladys Calderón Castilla

Catedrática de la Carrera de Ingeniería
En Alimentos (asesora principal)


Ing. Javier Fernández Schwank

Tecnólogo de Galletas de la empresa
EXPRO S.A. (Asesor adjunto)

Mazatenango, Suchitepéquez. 11 de noviembre de 2013

Comité de Trabajo de Graduación

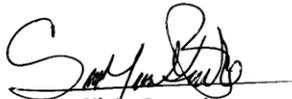
Carrera de Ingeniería en Alimentos

CUNSUROC

Los saludo cordialmente deseándoles éxitos en sus labores diarias.

Por medio de la presente hacemos constar que a Manuel Alejandro López Pappa, estudiante de la carrera de Ingeniería en Alimentos con carné 2005-17665 se le revisó y aprobó el documento de Seminario II, cuyo tema es Determinación de parámetros de color medido en Baking Contrast Units (BCU) y textura aceptables en galletas rellenas de vainilla, en una industria de galletas en la ciudad de Guatemala.

Sin nada más que agregar y agradeciendo desde ya su colaboración me despido de usted.



Inga. Silvia Guzmán

Docente de la Carrera Ingeniería
En Alimentos



Inga. Astrid Argueta

Docente de la Carrera Ingeniería
En Alimentos



Ing. Víctor Nájera Toledo
Docente de la Carrera Ingeniería
En Alimentos

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Centro Universitario de Sur Occidente
CUNSUROC
Mazatenango, Suchitepéquez

Mazatenango, Such., noviembre 2013.

Lic. José Alberto Chuga
Director Centro Universitario de Sur Occidente CUNSUROC
Su Despacho

Respetable Señor Director:

Cumpliendo con el reglamento vigente de Tesis de Grado de la carrera de Ingeniería en Alimentos, le informamos que el estudiante Manuel Alejandro López Pappa con carné 2005 17665 ha sustentado el examen de Seminario II con el tema de tesis titulado: "DETERMINACION DE PARAMETROS DE COLOR Y TEXTURA ACEPTABLES EN GALLETAS RELLENAS DE VAINILLA, MEDIDOS EN BAKING CONTRAST UNITS (BCU) EN UNA INDUSTRIA DE GALLETAS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA", le informo que llena los requisitos para optar al título de **Ingeniero en Alimentos** por lo que solicito la autorización para el imprimase.

Sin otro particular me suscribo de usted, atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Licda. Galdys Calderón Castilla
Coordinador Ingeniería en Alimentos





CUNSUROC/USAC-I-48-2013

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, doce de noviembre de dos mil trece.-----

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes de la Comisión de Tesis y del Secretario del comité de Tesis, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: “DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE COLOR Y TEXTURA ACEPTABLES EN GALLETAS RELLENAS DE VAINILLA, MEDIDOS EN BAKING CONTRAST UNITS (BCU) EN UNA INDUSTRIA DE GALLETAS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA”, del estudiante: **Manuel Alejandro López Pappa**, carné 200517665 de la carrera Ingeniería en Alimentos.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

LIC. JOSÉ ALBERTO CHUGA ESCOBAR
DIRECTOR

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J. Chuga Escobar', written over a horizontal line.



/gris