

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE CIENCIAS QUÍMICAS



TRABAJO PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN CIENCIAS QUÍMICAS

ELABORACION DE GALLETAS INCORPORANDO
HARINA DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*)

POR: IVAN JORGE CHALLCO ALTAMIRANO

TUTOR: Ph.D. JOSE MAURICIO PEÑARRIETA

LA PAZ – BOLIVIA

Agosto, 2020

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE CIENCIAS QUÍMICAS



TRABAJO PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN CIENCIAS QUÍMICAS

ELABORACION DE GALLETAS INCORPORANDO
HARINA DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*)

POR: IVAN JORGE CHALLCO ALTAMIRANO
TUTOR: PhD. JOSE MAURICIO PEÑARRIETA
TRIBUNAL: PhD. LESLIE KARINA TEJEDA PÉREZ

LA PAZ – BOLIVIA

Agosto, 2020

DEDICATORIA

A todas las personas que me apoyaron en esta etapa de culminación de grado

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme las oportunidades de estudio

A mis, Padres por el apoyo incondicional que me brindaron

A Gladys, Jael y Maricel, por ser parte de la luz que alumbra mi camino

A la carrera de Ciencias Químicas por abrirme las puertas, docentes, auxiliares y compañeros

GRACIAS...

INDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2 | ANTECEDENTES | 1 |
| 2.1 | EL MERCADO DE LAS GALLETAS EN BOLIVIA | 3 |
| 2.2 | PRODUCCIÓN DE FRIJOL EN BOLIVIA | 4 |
| 3 | OBJETIVOS | 8 |
| 3.1 | PROBLEMA | 8 |
| 3.2 | OBJETIVO GENERAL..... | 9 |
| 3.3 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 9 |
| 4 | MARCO TEÓRICO | 10 |
| 4.1 | EL FRIJOL | 10 |
| 4.1.1 | CARACTERÍSTICAS | 10 |
| 4.1.2 | FIJACIÓN BIOLÓGICA DEL NITRÓGENO | 11 |
| 4.1.3 | COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE PHASEOLUS VULGARIS | 12 |
| 4.2 | HARINAS | 14 |
| 4.2.1 | HARINA DE TRIGO | 14 |
| 4.2.2 | TIPOS DE TRIGO | 14 |
| 4.2.3 | PRODUCCIÓN DE HARINA | 15 |
| 4.2.4 | ALMIDÓN EN LA HARINA | 16 |
| 4.2.5 | HUMEDAD DE LA HARINA..... | 16 |
| 4.2.6 | FORMACIÓN DE MASA A PARTIR DE LA HARINA | 17 |
| 4.3 | GRASAS Y ACEITES | 18 |
| 4.3.1 | QUÍMICA DE LAS GRASAS | 19 |

| | | |
|-------|---|----|
| 4.3.2 | ÁCIDOS GRASOS | 19 |
| 4.3.3 | GLICÉRIDOS..... | 20 |
| 4.3.4 | CRISTALES DE GRASA | 22 |
| 4.3.5 | POLIMORFISMO..... | 22 |
| 4.3.6 | EL PAPEL DE LAS GRASAS EN LAS GALLETAS | 23 |
| 4.4 | AGENTES LEUDANTES | 24 |
| 4.4.1 | EL VAPOR COMO LEUDANTE | 24 |
| 4.4.2 | EL AIRE COMO LEUDANTE..... | 24 |
| 4.4.3 | DIOXIDO DE CARBONO COMO LEUDANTE..... | 25 |
| 4.4.4 | LEVADURA | 26 |
| 4.5 | COLORANTES | 27 |
| 4.6 | SABORIZANTES..... | 27 |
| 4.6.1 | SABORIZANTES UTILIZADOS EN PRODUCTOS HORNEADOS | 28 |
| 4.6.2 | POTENCIADORES DE SABOR..... | 28 |
| 4.7 | AZUCAR INVERTIDA..... | 28 |
| 4.8 | GALLETAS | 29 |
| 4.8.1 | CLASIFICACIÓN DE LAS GALLETAS..... | 29 |
| 4.8.2 | NORMAS PARA GALLETERÍA | 30 |
| 4.9 | MOHOS Y LEVADURAS..... | 30 |
| 5 | METODOLOGÍA..... | 31 |
| 5.1 | CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DE LA HARINA DE TRIGO | 31 |
| 5.1.1 | DETERMINACIÓN DE HUMEDAD..... | 31 |
| 5.1.2 | DETERMINACIÓN DE GLUTEN HÚMEDO | 31 |
| 5.2 | CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DE LA HARINA DE FRIJOL | 32 |
| 5.2.1 | DETERMINACION DE HUMEDAD..... | 32 |

| | | |
|-------|--|----|
| 5.2.2 | DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS | 32 |
| 5.3 | DISEÑO EXPERIMENTAL..... | 34 |
| 5.3.1 | DISEÑO DE MEZCLAS | 34 |
| 5.3.2 | VARIABLES INDEPENDIENTES Y VARIABLES DEPENDIENTES | 34 |
| 5.4 | ELABORACION DE LA GALLETA..... | 36 |
| 5.4.1 | AMASADO | 36 |
| 5.4.2 | FORMADO | 36 |
| 5.4.3 | HORNEADO | 36 |
| 5.4.4 | ENFRIADO | 37 |
| 5.5 | CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA GALLETA..... | 37 |
| 5.5.1 | DETERMINACIÓN DE HUMEDAD..... | 37 |
| 5.5.2 | DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TITULABLE..... | 37 |
| 5.5.3 | DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS | 38 |
| 5.5.4 | DETERMINACION DE CENIZAS TOTALES..... | 38 |
| 5.5.5 | DETERMINACIÓN DE MATERIA GRASA..... | 39 |
| 5.5.6 | ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO..... | 40 |
| 6 | CÁLCULOS Y RESULTADOS | 41 |
| 6.1 | CARACTERISTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA HARINA DE TRIGO | 41 |
| 6.1.1 | GLUTEN..... | 41 |
| 6.1.2 | HUMEDAD | 41 |
| 6.2 | CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA HARINA DE FRIJOL ... | 42 |
| 6.2.1 | HUMEDAD | 42 |
| 6.2.2 | PROTEÍNA..... | 42 |
| 6.3 | ANÁLISIS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL | 42 |

| | | |
|-----|--|----|
| 6.4 | CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA GALLETA..... | 51 |
| 6.5 | ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LAS GALLETAS | 51 |
| 6.6 | CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LAS GALLETAS CON HARINA DE POROTO | 52 |
| 7 | DISCUSIÓN | 53 |
| 7.1 | HARINA DE FRIJOL | 53 |
| 7.2 | ELABORACIÓN DE LA GALLETA..... | 53 |
| 7.3 | DISEÑO EXPERIMENTAL..... | 54 |
| 7.4 | EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA GALLETA | 55 |
| 7.5 | ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA GALLETA..... | 57 |
| 8 | CONCLUSIONES..... | 58 |
| 9 | RECOMENDACIONES | 59 |
| 10 | BIBLIOGRAFIA | 61 |
| 11 | ANEXOS..... | 64 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1: IMPORTACIÓN DE ALIMENTOS Y BEBIDAS ENTRE LOS PERIODOS 2010 A 2019 | 3 |
| FIGURA 2: INGRESOS PERCIBIDOS POR AÑO, DE EXPORTACIÓN DE FRIJOL DESDE LA GESTIÓN 2006 A 2016..... | 5 |
| FIGURA 3: PESO BRUTO EN TONELADAS MÉTRICAS DE EXPORTACIÓN DE FRIJOL DESDE LA GESTIÓN 2006 A 2016..... | 6 |
| FIGURA 4: PRECIO PROMEDIO DE LA EXPORTACIÓN DEL FRIJOL EN DÓLARES POR TONELADA MÉTRICA DESDE LA GESTIÓN 2006 A 2016..... | 6 |
| FIGURA 5: FORMACIÓN DE GLUTEN POR LA INTERACCION DE LA GLUTAMINA, GLIADINA Y AGUA | 18 |
| FIGURA 6: FÓRMULA ESQUELETAL DEL ÁCIDO ESTEÁRICO..... | 19 |
| FIGURA 7: FÓRMULA DESARROLLADA DEL ÁCIDO OLEICO | 20 |
| FIGURA 8: FÓRMULA SEMIDESARROLLADA DE UN MONOGLICÉRIDO | 20 |
| FIGURA 9: FÓRMULA SEMIDESARROLLADA DE UN TRIGLICÉRIDO | 21 |
| FIGURA 10: REACCIÓN DE INVERSIÓN DE LA SACAROSA | 29 |
| FIGURA 11: EQUIPO SOXHLET..... | 39 |
| FIGURA 12: SUAVIDAD DE LA GALLETA EN FUNCIÓN DE LA PROPORCION DE LAS VARIABLES: MANTECA, AZÚCAR Y AGUA | 45 |
| FIGURA 13: GRÁFICO DE CONTORNO DE LAS PROPORCIONES DE MANTECA, AGUA Y AZÚCAR | 46 |
| FIGURA 14: INFORMACIÓN NUTRICIONAL DE LA GALLETA OREO | 56 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| TABLA 1: PRINCIPALES ALIMENTOS IMPORTADOS EN 2015, EXPRESANDO EL VOLUMEN EN TONELADAS Y EL VALOR EN MILES DE DÓLARES | 3 |
| TABLA 2: ESTIMACIÓN DE REQUERIMIENTO DE PROTEÍNA POR DÍA SEGÚN EDAD..... | 8 |
| TABLA 3: COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA DE 6 VARIEDADES DE FRIJOL PRODUCIDAS EN MÉXICO | 13 |
| TABLA 4: CONCENTRACIÓN DE MICRONUTRIENTES EN SEIS VARIEDADES DE FRIJOL | 13 |
| TABLA 5: PROPORCIONES DE INGREDIENTES PARA LA ELABORACIÓN DE LA CREMA EN % | 34 |
| TABLA 6: CODIFICACIÓN DE ESCALA HEDÓNICA DE CINCO PUNTOS..... | 35 |
| TABLA 7: ESCALA DE CODIFICACIÓN PARA SABOR EN 7 PUNTOS..... | 35 |
| TABLA 8: PROPORCIONES DE HARINA UTILIZADA EN PORCENTAJE (%) | 35 |
| TABLA 9: PORCENTAJE DE GLUTEN HÚMEDO CONTENIDO EN LA HARINA DE TRIGO | 41 |
| TABLA 10: PORCENTAJE DE HUMEDAD EN LA HARINA DE TRIGO | 41 |
| TABLA 11: PORCENTAJE DE HUMEDAD EN LA HARINA DE POROTO | 42 |
| TABLA 12: PORCENTAJE DE PROTEÍNA EN LA HARINA DE POROTO..... | 42 |
| TABLA 13: RESULTADO DE LA EVALUACIÓN DE LA PRUEBA HEDÓNICA DE LAS SEIS RECETAS PARA LA FORMULACIÓN DE CREMA EN 10 PERSONAS ENCUESTADAS, HACIENDO UN TOTAL DE 60 UNIDADES EXPERIMENTALES | 43 |
| TABLA 14: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE SUAVIDAD EN FUNCIÓN DE LA MEZCLA DE MANTECA, AGUA Y AZÚCAR..... | 46 |
| TABLA 15: VALORES DE R CUADRADO..... | 47 |
| TABLA 16: TÉRMINOS PARA LA ECUACIÓN DE LA VARIABLE SUAVIDAD EN FUNCIÓN DE LOS TRES COMPONENTES DE LA CREMA | 47 |
| TABLA 17: RESULTADO DE LA EVALUACIÓN DE LA PRUEBA HEDÓNICA DE LAS TRES FORMULACIONES DE PROPORCIONES DE HARINA EN 10 PERSONAS ENCUESTADAS, HACIENDO UN TOTAL DE 30 UNIDADES EXPERIMENTALES | 48 |
| TABLA 18: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE SUAVIDAD EN FUNCIÓN DE LAS PROPORCIONES DE HARINA | 49 |
| TABLA 19: TÉRMINOS Y COEFICIENTES DE LA ECUACIÓN LINEAL DE LA VARIABLE SUAVIDAD | 49 |
| TABLA 20: VALOR DE R CUADRADO PARA EL MODELO DE REGRESIÓN OBTENIDO..... | 49 |

| | |
|--|----|
| TABLA 21: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE SABOR..... | 50 |
| TABLA 22: VALOR DE R CUADRADO PARA EL MODELO DE REGRESIÓN OBTENIDO..... | 50 |
| TABLA 23: TÉRMINOS Y COEFICIENTES DE LA ECUACIÓN LINEAL DE LA VARIABLE SABOR | 50 |
| TABLA 24: CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LAS GALLETAS CON HARINA DE POROTO | 51 |
| TABLA 25: RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DE MOHOS Y LEVADURAS | 52 |
| TABLA 26: CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA GALLETA CON HARINA DE POROTO | 52 |
| TABLA 27: VALOR PROTEICO DE CINCO VARIEDADES DE FRIJOL NEGRO..... | 53 |
| TABLA 28: INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA LA GALLETA CON HARINA DE POROTO | 55 |
| TABLA 29: COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LAS GALLETAS CON HARINA DE FRIJOL Y PIJUAYO | 55 |
| TABLA 30: % DE PROTEÍNA CUBIERTO POR LA GALLETA ELABORADA SEGUN EDAD DE LOS CONSUMIDORES..... | 59 |
| TABLA 31 : FICHA DE EVALUACIÓN PARA LAS FORMULACIONES REALIZADAS | 70 |

RESUMEN

En el presente trabajo se plantea la formulación de una receta de galleta de masa antiaglutinante, incorporando harina de frijol (*phaseolus vulgaris*) para mejorar los valores nutricionales de la misma, para ello se hace uso de herramientas estadísticas como es el diseño de mezclas en el diseño experimental. Se realizó el análisis del diseño de mezclas para la elaboración de la crema encontrando en la misma valores significativos entre las distintas combinaciones de proporciones de manteca, agua y azúcar. Para la determinación de las proporciones de harina de trigo y harina de frijol, se encontraron valores significativos en modelos lineales para las respuestas de sabor y suavidad de la galleta y en base a la ecuación del sabor se optimizó la variable sabor, el cual nos dio un valor de 70% de harina de trigo y 30% de harina de frijol. Una vez obtenida la receta se elaboró el producto que posteriormente es enviado al INLASA para su análisis fisicoquímico y microbiológico. De este modo se compararon los resultados con la norma para productos de galletería NB 39008 y análisis microbiológico. Los resultados fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos se encuentran dentro de los valores permitidos por la norma. Además se cuantificó el aporte proteico en 100 g de galleta con harina de frijol que es de 10,27%, siendo este un valor para considerar a la galleta como un alimento con mejores propiedades nutricionales. También se realizó la comparación con galletas de línea comercial dando como resultado un mejor valor proteico en la galleta formulada. Asimismo se realizó una tabla de comparación con el porcentaje de proteína que la galleta aporta en los requerimientos proteicos de niños y adultos, de este análisis se concluye que la galleta con harina de frijol cubre aproximadamente un 27% del requerimiento proteico en niños de 6 a 10 años de edad.

Palabras clave: Frijol, galletas, diseño de mezclas y análisis fisicoquímico

1 INTRODUCCIÓN

La tendencia de consumo de alimentos con mejores propiedades nutricionales, es de trascendencia global y nuestra nación no está exenta de esta línea. Hasta ahora han sido muchas las empresas nacionales que han hecho esfuerzos en desarrollar nuevos productos mejorando las propiedades nutricionales y a la vez dar un mejor aprovechamiento a los recursos naturales que nuestra región posee.

El frijol es uno de estos recursos que se puede llegar a aprovechar en la industria de alimentos, llegando a procesar de acuerdo a las necesidades de consumo y propiedades que se deseen dar en su producto final o producto terminado. Siendo el caso particular para este trabajo el de utilizar la harina de frijol como parte de la materia prima para la elaboración de galletas. Hecho que coadyuva en la diversificación de la dieta alimentaria de los consumidores y promover el aprovechamiento de la producción local fortaleciendo la economía interna del país.

El mercado de las galletas es bastante extendido, algunos factores que tiene a favor podrían ser: su fácil transporte, su empaque versátil, y peso ligero. Así como su combinación con diferentes tipos de cereales como cañahua, quinua, sésamo y otros. Es así que las galletas forman parte de los productos alimenticios con bastantes bondades. Hecho por el cual no podemos dejar pasar estas ventajas y aprovechar sus propiedades nutricionales,

2 ANTECEDENTES

El desarrollo y producción de galletas en Bolivia, ha crecido considerablemente con diferentes industrias en el país, llegando a volúmenes de producción de 47.540 Ton/año. (Canaza Marca, 2015) Tomando en cuenta el mercado de galletas que principalmente se encuentra en centros educativos como escuelas, institutos, universidades y la gente de a pie. Sin contar la producción que tienen las plantas de la industria galletera para la licitación de programas de desayuno escolar en su variedad de galletas, es decir que su

mercado es bastante amplio, el cual todavía no ha sido desarrollado completamente, por el hecho de que distintos grupos de la población no requieren o no tienen interés por algún tipo de galleta.

Entonces debiendo ser uno de los objetivos del desarrollo de nuevos productos para el mercado, el tratar de abarcar a los distintos tipos de personas con diferentes necesidades nutricionales. Es así que el campo de la galletería tiene todavía bastantes áreas donde debe satisfacer la necesidad de la población.

La transformación en derivados del frijol o poroto no es muy común en nuestro medio, poco se ha aprovechado como materia prima para transformar en un producto alimenticio aprovechando las propiedades nutricionales que nos puede proporcionar.

Uno de los pilares para la elaboración de galletas es la norma para los productos de galletería que es la norma NB: 39008/2012, el cual es un patrón para todas las galletas que se encuentren en el mercado. Esta norma regula distintos parámetros de calidad e inocuidad como ser: humedad, acidez, materia grasa, ceniza y otros factores detallados en la norma mencionada.

El comercio exterior es un factor importante para la orientación de proyectos o el desarrollo de nuevos productos con propiedades nutricionales interesantes, ya que el movimiento económico de un volumen promedio de 758 000 toneladas de alimentos (alimentos y bebidas) es de 644 millones de dólares en los diez últimos años, montos económicos que realmente se deben tomar en cuenta. Bolivia muestra el siguiente comportamiento según el IBCE (Instituto Boliviano de Comercio Exterior)

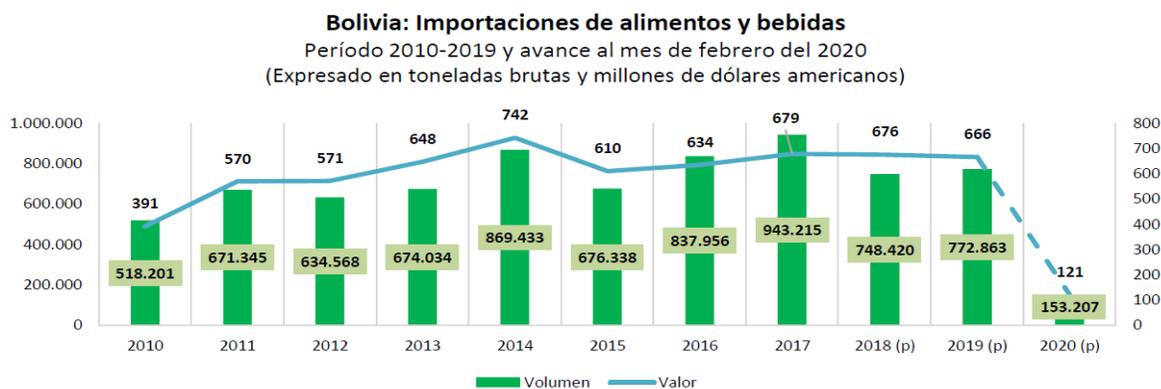


Figura 1: Importación de alimentos y bebidas entre los periodos 2010 a 2019

Fuente: (IBCE, 2020)

En base a la figura anterior observamos que las importaciones de alimentos y bebidas tuvieron una orientación creciente, donde los datos de barras son el volumen en toneladas y la línea celeste son los costos de estos volúmenes. También se observa que en 2017 se tuvo el mayor volumen de importación con 943.215 toneladas de alimentos y bebidas importadas. A la vez también se observa el costo más elevado por las importaciones de alimentos y bebidas el año 2014 donde el costo fue: 742 millones de dólares.

2.1 EL MERCADO DE LAS GALLETAS EN BOLIVIA

La producción y mercado de galletas en Bolivia son bastante amplios, a pesar de ello nuestro país continúa con la importación de productos como galletas de distintos tipos. A continuación, se observa un cuadro sobre las perspectivas de importación de alimentos.

Tabla 1: Principales alimentos importados en 2015, expresando el volumen en toneladas y el valor en miles de dólares

| Productos | Volumen | Valor | Crec. 2011-2015 % |
|--|---------|--------|-------------------|
| Bombones, caramelos, confites y pastillas | 9.172 | 14.388 | 16 |
| Galletas dulces | 6.362 | 12.429 | 19 |

| | | | |
|--|-------|--------|-----|
| Otros tipos de chocolates | 5.388 | 12.285 | 53 |
| Chicles | 4.632 | 10.762 | -8 |
| Chocolates en bloque, tableta o barra | 4.043 | 8.253 | 13 |
| Otros tipos de galleta | 2.133 | 4.762 | -1 |
| Confites sin cacao y chocolate blanco | 3.534 | 3.759 | 64 |
| Barquillos, oblea y wafer | 2.210 | 3.723 | 19 |
| Galletas saladas | 1.695 | 2.946 | 13 |
| Dulce de leche | 1.349 | 1.345 | -27 |
| Chocolate sin azúcar | 3 | 7 | -90 |

Fuente: (IBCE, 2016)

Con el transcurso de los años los consumidores han sido más exigentes en cuanto al sabor y la calidad de los productos, contrariamente a ello uno de los desafíos de los desarrollos de nuevos productos son los aportes para una mejor alimentación, donde ha sido difícil sobrellevar los equilibrios de una buena alimentación y un sabor deleitoso (IBCE, 2016).

2.2 PRODUCCIÓN DE FRIJOL EN BOLIVIA

El frijol es producido en diferentes zonas geográficas de Bolivia, pero las zonas con mayor producción son: Santa Cruz, los valles y chaco de Chuquisaca y por último los valles de Cochabamba. Bolivia empezó a exportar el frijol desde 1992 (Viceministerio de comercio interno y exportaciones, 2017).

Los ingresos percibidos por el país desde el año 2006 hasta el año 2016 son expuestos en la siguiente figura.



Figura 2: Ingresos percibidos por año, de exportación de frijol desde la gestión 2006 a 2016

Fuente: (Viceministerio de comercio interno y exportaciones, 2017)

En la figura 2 se puede observar como los ingresos en millones de dólares, son variados en las diferentes gestiones, por ejemplo se tiene los ingresos mayores a 40 millones de dólares en las gestiones: 2008 con 42,31 millones de dólares, 2012 con 40,11 millones de dólares y finalmente en 2013 con 41,07 millones de dólares percibidos como ingresos por exportación del frijol.

En la siguiente figura se tienen los datos del peso bruto de exportación de las gestiones 2006 al 2016. Donde los tres mayores volúmenes de exportación corresponde a las gestiones: 2008 con 57.844 toneladas métricas de exportación, 2010 con un valor de 44.378 toneladas métricas y finalmente el año 2013 con 38.197 toneladas métricas.



Figura 3: Peso bruto en toneladas métricas de exportación de frijol desde la gestión 2006 a 2016

Fuente : (Viceministerio de comercio interno y exportaciones, 2017)

Siendo estos los cuadros referenciales del comercio internacional de la producción de frijol en Bolivia. Finalmente tenemos un último cuadro el cual hace referencia a los precios de cada tonelada métrica que también van variando a lo largo de las gestiones 2006 a 2016, el cual es el siguiente.



Figura 4: Precio promedio de la exportación del frijol en dólares por tonelada métrica desde la gestión 2006 a 2016

Fuente: (Viceministerio de comercio interno y exportaciones, 2017)

Observando la figura 4, notamos que los precios por tonelada métrica han sido ascendentes , registrando un precio alto en el año 2008 donde el precio por tonelada métrica era de 1.216 \$us .Desde el año 2011 se puede observar una relativa estabilidad en los precios con variaciones de hasta 200 \$us por tonelada métrica.



3 OBJETIVOS

3.1 PROBLEMA

La alimentación en los niños tiene una tendencia al consumo reducido de micronutrientes como los minerales y los macronutrientes como proteínas, ello nos lleva a planificar y diversificar nuestra alimentación haciendo el uso de recursos propios como el poroto, el cual es una leguminosa rica en proteínas y minerales.

Tomando en cuenta la pirámide alimenticia donde refiere a que el consumo diario de harinas y cereales, es la base de nuestra alimentación, ello nos lleva a pensar en desarrollar alimentos que nos ayuden a balancear nuestro requerimiento nutricional, con mayor cantidad de minerales y proteína.

Una de las formas de utilizar este recurso, es la incorporación de legumbres como el frijol en la preparación de galletas dentro la industria de alimentos para el consumo particularmente de las niñas y niños de nuestra región.

Realizando un cálculo en base a las recomendaciones de la FAO, estimaremos un cálculo de requerimiento proteico diario para niños y adultos.

Tabla 2: Estimación de requerimiento de proteína por día según edad

| EDAD | INGESTA RECOMENDADA DE PROTEÍNA (g/Kg/día) | PROTEÍNA REQUERIDA (g/día) |
|---------------|---|-----------------------------------|
| 5 – 12 años | 1,35 | 15 |
| 14 – 18 años | 1,25 | 38 |
| 18 a más años | 1 | 55 |

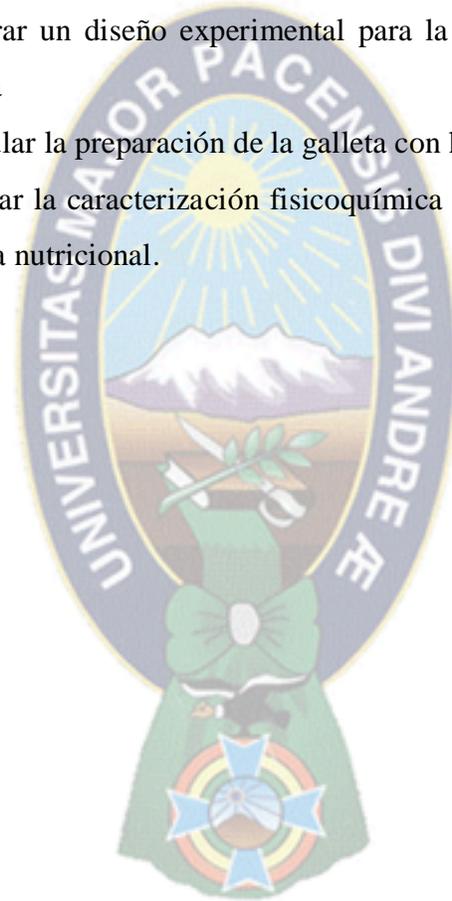
Fuente: (FAO)

3.2 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una nueva galleta mezclando harina de trigo con harina de frijol, por medio del diseño experimental, alcanzando los requerimientos exigidos según la norma NB: 39008/2012 para además mejorar su contenido nutricional y de aceptabilidad.

3.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar las características fisicoquímicas del frijol
- Elaborar un diseño experimental para la formulación de la receta de la galleta
- Formular la preparación de la galleta con harina de frijol
- Realizar la caracterización fisicoquímica de la galleta para determinar su mejora nutricional.



4 MARCO TEÓRICO

4.1 EL FRIJOL

4.1.1 CARACTERÍSTICAS

El frijol fue introducido en Bolivia en el año 1977 por el instituto de investigaciones agrícolas de la universidad Gabriel René moreno en el departamento de Santa Cruz, estas plantas leguminosas se caracterizan por tener las semillas dentro las vainas, la taxonomía viene a ser la siguiente: ORDEN=*rosales* : FAMILIA =*Leguminoseae* : SUBFAMILIA= *Papilionoidae* : SUB TRIBU= *Phaseolineae* : GENERO = *Phaseolus* : ESPECIE = *Phaseolus Vulgaris* (Sinka, 2011).

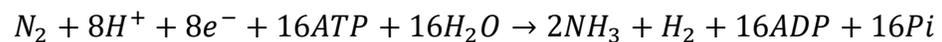
Es una planta estacional, en Bolivia es cultivada desde zonas tropicales hasta zonas templadas ya que es una planta termófila es decir que no soporta heladas, el ciclo de vida del frijol depende de la variedad y las condiciones ambientales. Sequias y temperaturas altas inducen un maduración temprana, asimismo no son resistentes a sequias, más al contrario requieren de suelos húmedos, aireados y libre de posibilidades de encharcamientos , asimismo la temperatura media mensual debe ser de 16 a 20 grados Celsius (Sinka, 2011).

Uno de los aspectos importantes para la producción de las legumbres como el frijol es la aportación de nitrógeno a los suelos. La fijación biológica del nitrógeno aporta la mayor parte del nitrógeno fijado en los ecosistemas terrestres estimada en unos 275 millones de toneladas de nitrógeno al año. De esta cantidad 30 millones de toneladas se fijan por causas naturales como descargas eléctricas y erupciones volcánicas. 70 millones de toneladas mediante el proceso industrial y 175 millones de toneladas mediante fijación biológica. De los 175 millones de toneladas de nitrógeno fijado biológicamente, 35 millones se fijan mediante fijación en vida libre y 140 millones de toneladas mediante fijación simbiótica. La aplicación de fertilizantes nitrogenados, sumado a otras acciones industriales y antrópicas han alterado las condiciones básicas del ciclo natural del nitrógeno y han contribuido a la contaminación de los ecosistemas terrestres y acuáticos, con nitratos que representan un grave riesgo para la salud humana. La interacción mutualista entre las leguminosas y los rizobios ha sido objeto de numerosos estudios, la

simbiosis que establece las leguminosas con los rizobios es responsable del 60% de la FBN mundial y provee a estas plantas y a otros una fuente de nitrógeno ilimitada y renovable. Se estima que mediante esta asociación entre 40 y 60 millones de toneladas de N son fijadas anualmente por las leguminosas. Los rizobios son microorganismos bacteriológicos capaces de inducir la fijación biológica de nitrógeno atmosférico en las raíces de las plantas de la familia leguminosae. La cualidad de los cultivos de leguminosas para enriquecer la fertilidad de los suelos, es un rasgo conocido desde hace mucho tiempo y se utiliza en la práctica agrícola alternando cultivos que incluyan a las leguminosas. Además, la abundancia de raíces de esta familia de plantas hace también posible la mejora de las características físicas de suelos de zonas áridas y semiáridas (Beker, 2010).

4.1.2 FIJACIÓN BIOLÓGICA DEL NITRÓGENO

El nitrógeno molecular es el componente más abundante de la atmósfera, donde representa el 78 % del aire. Forma parte de varias moléculas esenciales para la vida, tales como proteínas, ácidos nucleicos y vitaminas. En muchas situaciones naturales, el nitrógeno aparece como un factor limitante del crecimiento, en particular de las plantas, ya que no obstante su abundancia en el aire, las plantas no lo pueden utilizar directamente sino a través de moléculas tales como nitratos o amonio presentes en los suelos. En la naturaleza existen microorganismos capaces de convertir ese nitrógeno atmosférico y transformarlo en compuestos asimilables para sí mismos y para otros organismos, El proceso se denomina fijación biológica del nitrógeno (FBN), consiste en una reacción metabólica que combina el nitrógeno atmosférico con hidrógeno para formar amoníaco. Estos procariontes se caracterizan por poseer el complejo enzimático de la nitrogenasa, que cataliza la reducción de nitrógeno atmosférico según la siguiente reacción:



La estequiometría de la reacción revela la necesidad de una importante inversión de energía en la forma de ATP y equivalentes de reducción. Los microorganismos fijadores de nitrógeno se distribuyen en muy variados grupos taxonómicos y reducen el nitrógeno

molecular en diferentes situaciones, esto es, libres o en asociación más o menos íntima con plantas (Beker, 2010).

El grupo de bacterias conocido colectivamente como rizobios induce la formación de estructuras especializadas en las raíces de las leguminosas, denominados nódulos, que alojan a los rizobios. El nódulo constituye un ambiente apropiado para la expresión de la enzima nitrogenasa. Además de ATP y equivalente de reducción, la FBN necesita un entorno con baja tensión de oxígeno, ya que la enzima nitrogenasa es inactivada irreversiblemente por el oxígeno. Para protegerse del oxígeno, los sistemas fijadores de nitrógeno han desarrollado a lo largo de su evolución, una serie de estrategias fisiológicas para excluir total o parcialmente dicho gas de los lugares de fijación (Beker, 2010).

La fuente de energía para la reducción de nitrógeno varía según el tipo de organismo. Los organismos que fijan en vida libre deben generar su propia fuente de energía, mientras que los organismos simbióticos usan los fotosintatos producidos por la planta como fuente de ATP y poder reductor, por lo que es un proceso muy eficiente para la bacteria. Por esto, la fijación simbiótica es muy importante ya que a diferencia de la reducción química utiliza energía que depende de recursos renovables (Beker, 2010).

4.1.3 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE PHASEOLUS VULGARIS

El frijol común (*Phaseolus vulgaris*) es una leguminosa que posee bastantes características nutricionales, entre su composición se encuentran las proteínas, vitaminas y minerales. En estudios nutricionales del frijol para conocer sus componentes nutricionales se enfoca hacia una mejora en la calidad nutricional por medio de una fortificación con el objetivo de mejorar la nutrición de los consumidores (Fernández Valenciano & Sánchez Chávez, 2017).

Un cuadro referencial sobre el análisis fisicoquímico del frijol es el siguiente, donde se estudio seis variedades de frijol, se cuantificaron proteínas, carbohidratos, fibra, humedad, grasa y cenizas.

Tabla 3: Composición fisicoquímica de 6 variedades de frijol producidas en México

| Variedades de frijol | Parámetros fisicoquímicos | | | | | | |
|----------------------|---------------------------|---------|-----------|---------|-----------------|------------|--------------|
| | Ceniza % | Grasa % | Humedad % | Fibra % | Carbohidratos % | Proteína % | Energía Kcal |
| Bayo | 4,01 | 0,93 | 1,67 | 5,55 | 39,18 | 43,58 | 337,46 |
| Pinto | 2,53 | 0,85 | 2,53 | 7,18 | 39,02 | 48,98 | 326,56 |
| Peruano | 3,60 | 0,48 | 2,25 | 7,09 | 60,09 | 28,32 | 322,25 |
| Negro | 3,36 | 0,97 | 2,26 | 12,22 | 39,21 | 39,76 | 284,53 |
| Alubia | 4,36 | 1,64 | 2,22 | 19,86 | 38,07 | 35,43 | 222,93 |
| Flor de mayo | 3,81 | 0,99 | 0,16 | 7,57 | 46,80 | 40,95 | 328,48 |

Fuente: (Fernández Valenciano & Sánchez Chávez, 2017)

Como se observa en la figura 6, la composición de los distintos parámetros fisicoquímicos del frijol son muy variables respecto al tipo de frijol, teniendo en común un bajo porcentaje de grasa, alto contenido en proteína y una buena cantidad de fibra.

Entre los minerales que proporciona este alimento, se tiene una gran variedad de minerales como se detalla en el siguiente gráfico, donde los micronutrientes cuantificados son el cobre, níquel, manganeso, hierro y zinc.

Tabla 4: Concentración de micronutrientes en seis variedades de frijol

| Variedades de frijol | Micronutrientes (ppm) | | | | |
|----------------------|-----------------------|--------|-----------|--------|-------|
| | Cobre | Níquel | Manganeso | Hierro | Zinc |
| Bayo | 9,06 | 3,68 | 13,20 | 72,83 | 16,84 |
| Pinto | 8,30 | 4,09 | 9,41 | 77,90 | 25,11 |
| Peruano | 7,66 | 2,76 | 12,24 | 102,02 | 29,00 |
| Negro | 5,56 | 5,09 | 17,00 | 85,02 | 16,74 |
| Alubia | 6,40 | 6,78 | 19,63 | 74,86 | 16,51 |

| | | | | | |
|--------------|------|------|-------|--------|-------|
| Flor de mayo | 5,30 | 5,12 | 16,48 | 109,89 | 19,48 |
|--------------|------|------|-------|--------|-------|

Fuente: (Fernández Valenciano & Sánchez Chávez, 2017)

4.2 HARINAS

4.2.1 HARINA DE TRIGO

El trigo es el principal cereal utilizado para preparar harina y se clasifican de acuerdo al tipo de trigo del que se muele. Citando tres especies comunes de trigo que son (*Triticum aestivum*) y (*Triticum compactum*) se utilizan para fabricar harina. El tercero el trigo duro (*Triticum durum*), se utiliza para hacer productos de pastas secas. El trigo apropiado para la harina se puede clasificar de acuerdo al color de la superficie de la semilla blanca o roja, la estación en que se planta invierno o primavera y si es dura o suave. Las variedades de trigo rojo, algunas suaves y otras duras, son las que predominan. El endospermo del trigo duro muestra mayor resistencia al aplastamiento durante el proceso de molienda. Las diferencias entre el trigo duro y suave se atribúan solamente a la mayor proporción de proteínas y almidón en el duro (Charley, 1995).

4.2.2 TIPOS DE TRIGO

Hay un número grande de especies y variedades del género *Triticum* (trigo) pero las de interés son las variedades *aestivum*, conocido como trigo de pan. En los lugares donde el clima no es extremado y particularmente donde los inviernos, por lo regular no son demasiado fríos, se siembra trigo de invierno. La siembra se realiza en otoño y antes de que el terreno se hiele, se inicia ya algo de crecimiento. Sin embargo, en áreas con temperaturas invernales extremadas, se siembra el trigo generalmente en primavera y se llama trigo de primavera. La diferencia es importante porque las variedades de trigo de invierno, tienden a dar un grano más blando con menor cantidad de proteína que las variedades de primavera. Para apreciar mejor las diferencias entre los trigos y entre las harinas y para aclarar las clasificaciones; en primer lugar se puede describir el trigo para moler como duro, medio o blando, según sea el carácter físico del grano (Manley,

1989). Los tipos duros tienden a ser ricos en proteínas, probablemente son trigos de primavera y tienen endospermo vítreo (la parte central blanca, harinosa que produce la harina) al molerla, se deshace el grano y los granos de almidón se lesionan fácilmente con la consecuencia de altas absorciones harina/ agua. En contraposición, los tipos de trigo blando producen un tipo de harina plumoso con almidón menos lesionado y con inferior poder de absorción acuosa. Los niveles de proteína son típicamente bajos o muy bajos y la proteína rinde un gluten que es menos resistente y más extensible. El trigo medio está en posición intermedia. Los trigos duros rojos de primavera son ejemplos de trigos duros (Manley, 1989).

El grano de trigo conocido botánicamente como cariósido está compuesto por tres partes. Las capas exteriores, generalmente de color pardo o rojizo, que se llaman salvado, el centro blanco o amarillento, llamado endospermo y el diminuto embrión, llamado germen. Solamente el endospermo es útil para la harina. uno de los objetivos de la molienda para la obtención de harina blanca, es separar estos componentes tan perfectamente como sea posible, pero debido a la forma del grano que tienen una hendidura en un lado llamada surco es extraordinariamente difícil la separación completa (Manley, 1989).

4.2.3 PRODUCCIÓN DE HARINA

La molienda de trigo es un proceso mecánico muy complicado destinado a la separación óptima de los tres componentes. Primero se acondiciona el grano de forma que el contenido de humedad sea óptimo. Luego se tritura el grano con rodillos estriados que giran con velocidades diferentes. Se trata de conservar el salvado en trozos de mayor tamaño posible y hacer salir el endospermo, que es separado en forma de partículas gruesas. Con una combinación de escogido y aspiración se separan los trozos mayores y más ligeros de salvado, y después se reducen de tamaño posible y hacer salir el endospermo, que es separado en forma de partículas gruesas (Manley, 1989).

Como norma general, el salvado constituye el 12% del grano, el endospermo el 85,5% y el germen 2,5%. Si la extracción del endospermo fuera perfecta, el rendimiento de harina sería de 85% pero esto no es posible. El efecto de las inclusiones de diminutas

partículas de salvado en la harina blanca es darle apariencia más grisácea; reduce la elasticidad y actividad del gluten. Por esto, en la práctica, las harinas de tienen un grado de extracción entre 70 y 75% (Manley, 1989).

4.2.4 ALMIDÓN EN LA HARINA

En el proceso de molienda a medida que se fracciona y tritura el endospermo, se lesionan físicamente algunos granos de almidón. Esto tiene un efecto directo sobre el poder de absorción de agua de la harina al hacer la masa. Se puede ver que cuando hay un exceso de agua, la proteína absorbe dos veces su peso de agua, los granos de almidón sin lesionar el 33% de su peso y los granos lesionados exactamente su propio peso de agua (Manley, 1989).

Así resulta que tanto el nivel de proteína como el nivel de almidón lesionado, tienen gran efecto en el poder de absorción de agua por la harina. El fabricante de harina, al producirla, puede alterar el nivel de almidón lesionado según se produce, variando la presión de trituración de los rodillos de reducción. El almidón se lesiona con más facilidad en los trigos vítreos y este nivel es de gran importancia para el panadero (Manley, 1989).

La determinación del nivel de almidón lesionado se puede hacer mediante ensayos químicos de laboratorio. Estos se basan en técnicas enzimáticas, por el hecho de que la enzima alfa amilasa hidrolizará únicamente los granos lesionados de almidón.

4.2.5 HUMEDAD DE LA HARINA

El contenido de humedad que tiene el trigo y por consiguiente la harina, es importante por una serie de razones. Si el grano no está suficientemente seco después de la recolección, germinará o se enmohecerá durante el almacenado y como resultado se estropeará. En un sistema de recolección no muy adecuado, se puede secar el grano, pero si la temperatura es demasiado alta, la proteína del grano se desnaturizará de tal forma que la harina no produce gluten. Este grano es inadecuado para moler y el fabricante debe comprobar si hay grano recalentado. Si el grano ha germinado en el campo o después de la recolección, habrá un gran aumento de actividad enzimática,

disminuyendo la calidad de la harina. (Manley, 1989) Todos estos parámetros son controlados a través de la determinación de la humedad del grano.

El objetivo del molinero es conseguir harina con 14% de humedad, y obtendrá una harina con buen grado de extracción si queda dentro de los márgenes 13 a 15%. No obstante, al fabricante le gustaría vender más agua, por lo que puede tender hacia 15%, pero pueden existir algunas complicaciones, por ejemplo, la harina de trigo blando muy húmedo no correrá bien por el molino y pueden producirse taponamientos. Además, la harina de más de 14,5% de humedad no se conservará bien más de una semana o dos porque se desarrollarán hongos. La harina con un 13% tiene la mejor condición para su conservación bajo tiempo frío y seco (Manley, 1989).

4.2.6 FORMACIÓN DE MASA A PARTIR DE LA HARINA

Las proteínas de la harina participan en la formación del gluten en la masa, pero otros constituyentes de la harina incluyendo lípidos, pentosanas solubles en agua y glicoproteínas (proteína unida a uno o varios glúcidos) también participan. Además es necesaria la presencia del agua (Manley, 1989).

Los pentosanos, también llamados hemicelulosa (heteropolisacáridos), constituyen cerca al 3% del total de polisacáridos presentes en la harina de trigo, tienen la propiedad de absorber agua hasta diez veces su propio peso, además son los principales componentes de la fibra dietética, además su contenido influye notablemente en las propiedades reológicas de la masa y las características de productos panificados (Garnero, Sposetti, Lueno, & Yafar, 2017).

Siendo una de las propiedades importantes la absorción de agua, ello ha tenido efectos en la viscosidad que tiene al formar soluciones, también han demostrado que alrededor del 20% del agua de la masa tiene está asociado a los pentosanos (Garnero, Sposetti, Lueno, & Yafar, 2017).

Además otra propiedad de los pentosanos es su rol como fibra dietética, los cuales son resistentes a la absorción en el intestino delgado (Garnero, Sposetti, Lueno, & Yafar, 2017).

Cuando se da la interacción de harina y agua empieza a formarse el gluten, que es una materia elástica y viscosa, este desarrollo es debido a dos proteínas importantes para la formación del gluten que son la gliadina y la glutamina.

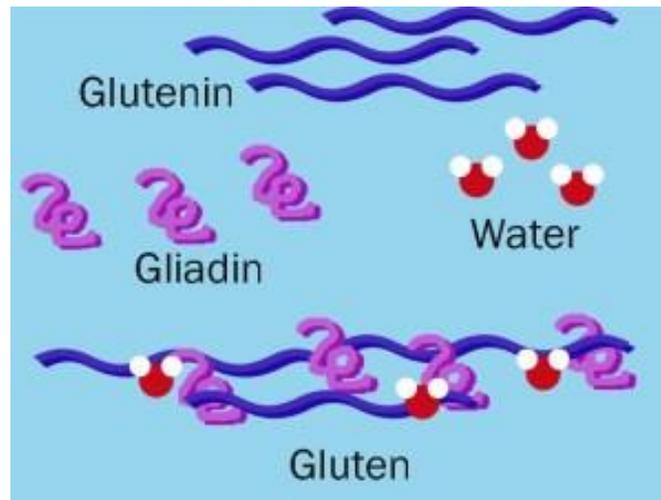


Figura 5: Formación de gluten por la interacción de la glutamina, gliadina y agua

Fuente: (Reinhart, 2014)

4.3 GRASAS Y ACEITES

Las grasas son una parte importante de casi todos los alimentos. Contribuyendo con suavidad en la corteza de galletas. Incorporando aire en los batidos o las masas. Las grasas contribuyen o modifican el sabor de los alimentos e influyen en su sensación bucal. Las grasas también se utilizan como medio para la transferencia de calor al freír los alimentos.

Los conceptos químicos de las grasas son esenciales para entender sus propiedades funcionales en la preparación de alimentos. Se clasifican de acuerdo a su estructura química como fosfolípidos, glucolípidos y lípidos neutros. Los fosfolípidos, importantes en la formación de emulsiones, se encuentran en lugares como la yema de huevo, la grasa de la leche y en las semillas vegetales (Charley, 1995).

4.3.1 QUÍMICA DE LAS GRASAS

Las grasas son compuestos orgánicos, ésteres, que se forman por la reacción de un alcohol con ácidos orgánicos. El alcohol es el glicerol soluble en agua y los ácidos son ácidos grasos (Charley, 1995).

4.3.2 ÁCIDOS GRASOS

Los ácidos grasos, contienen un grupo carboxilo. Las moléculas de la mayoría de los ácidos grasos contienen un numero par de átomos de carbono de 4 a 24. Algunos son saturados. Otras moléculas de grasa son insaturadas, o sea, uno o más átomos de carbono están enlazados a un segundo carbono mediante un doble enlace (Charley, 1995).

Los ácidos grasos insaturados difieren en la cantidad y posición de los dobles enlaces. También defieren de los ácidos grasos saturados en la forma de la molécula. Las moléculas de los ácidos grasos saturados tienen una forma lineal, como en el ácido esteárico $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$.



Ácido esteárico

Figura 6: Fórmula esqueletal del ácido esteárico

Fuente: (UNIQUM, 2016)

Los ácidos grasos insaturados existen naturalmente en la forma cis, donde, la linealidad de la molécula se rompe en el doble enlace como en el ácido oleico, también conocido como omega 9 (Charley, 1995).

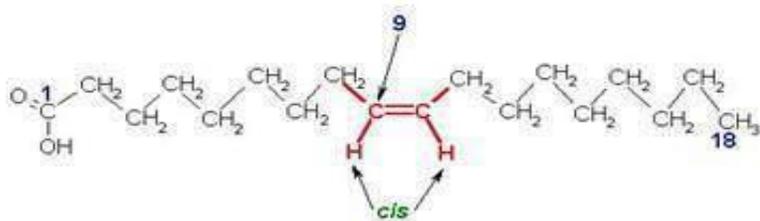


Figura 7: Fórmula desarrollada del ácido oleico

Fuente: (Ecured, 2020)

4.3.3 GLICÉRIDOS

Los glicéridos son ésteres de ácidos grasos y glicerol. Un ácido graso unido a una molécula de glicerol produce un monoglicérido como se muestra.

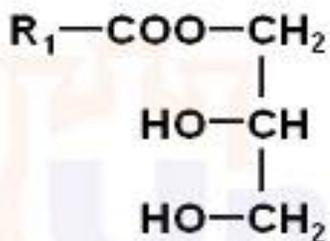


Figura 8: Fórmula semidesarrollada de un monoglicérido

Fuente: (ADIMU, 2017)

La parte no esterificada del glicerol retiene su carácter soluble en el agua, mientras que el radical del ácido graso confiere al monoglicérido la capacidad de unirse a la grasa. Cuando tres ácidos grasos se han esterificado a la misma molécula de glicerol, resulta una molécula de grasa (un triglicérido) como se muestra.

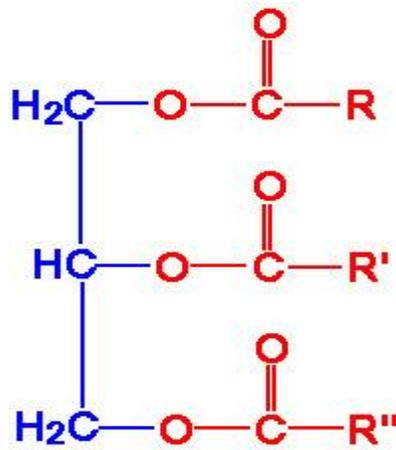


Figura 9: Fórmula semidesarrollada de un triglicérido

Fuente: (ADIMU, 2017)

Considerando que muchas formas de moléculas de grasa pueden ser posibles, dependiendo de los ácidos grasos base y de su posición de enlace con el glicerol. Por ejemplo, los tres ácidos grasos pueden ser semejantes (lo cual es poco común) se origina un triglicérido simple. Todos las pueden ser diferentes (también es poco común) o dos pueden ser iguales y uno diferente, este último es el modelo usual. En cualquiera de los últimos dos casos, la molécula de grasa es un triglicérido mixto. Con dos radicales de ácidos grasos semejantes, el impar puede unirse al carbono de en medio, designado como 2 o beta, el que proporciona una molécula simétrica. O el radical impar de ácido graso puede unirse, ya sea al carbono alfa y al alfa prima como se designan los carbonos terminales lo cual da origen a una molécula asimétrica.

Considerando a las grasas alimenticias en su totalidad, el ácido graso saturado más abundante y más ampliamente distribuido es el ácido palmítico, aunque las grasas de origen animal, a diferencia de las vegetales, tienen cantidades de ácido esteárico mayores. La mayoría de las grasas de origen vegetal contienen cantidades apreciables de ácido linoleico. Las grasas naturales, como el aceite de oliva, la manteca de cerdo y el aceite de maíz, son mezclas de triglicéridos mixtos (Charley, 1995).

4.3.4 CRISTALES DE GRASA

Cuando la grasa líquida se enfría, la pérdida de calor hace más lento el movimiento de las moléculas. Cuando se acercan a menos de 5 angstroms, se atraen unas a otras por las fuerzas de Van der Waals. Si la cadena molecular es suficientemente larga, como en los ácidos grasos mayores, las fuerzas de atracción cumulativas pueden ser apreciables. Como resultado de esta atracción, los radicales de ácidos grasos en las moléculas de grasa están alineados en forma paralela y sobrepuestas. Y se unen para formar cristales. Las moléculas simétricas y aquellas con ácidos grasos semejantes en la longitud de la cadena, pueden alinearse entre sí más fácilmente para formar cristales. Las grasas que contienen moléculas asimétricas contienen bajos puntos de fusión (Charley, 1995).

4.3.5 POLIMORFISMO

La mayoría de las grasas son polimórficas, es decir, pueden existir en más de una de las tres formas cristalinas, que son: alfa, beta prima y beta. Si una grasa se enfría muy rápido, forma pequeños cristales transparentes alfa. Los cristales alfa de la mayoría de las grasas rara vez perduran, en su lugar, cambian rápidamente a la forma beta prima, que existen como delicadas agujas de no más de un micrón de largas. Aquellas grasas, cuyos cristales beta primos son estables, permanecen como granos finos. Los cristales beta primos de otras grasas, cambian a la forma intermedia de 3 a 5 micrones de tamaño y finalmente se transforman a los cristales beta gruesos. Estos últimos varían de 25 a 30 micrones de largo.

El enfriamiento rápido y la agitación, favorecen la formación de cristales en los postres congelados y los dulces. Es decir, favorecen la formación de pequeños cristales alfa en las grasas. El enfriamiento lento de la grasa derretida, favorece la formación de formas cristalinas más gruesas. Por ejemplo, la mantequilla, con cristales tan pequeños que uno puede no darse cuenta de que existen, cuando se derriten y se les permite enfriarse, forman cristales tan grandes que se observan fácilmente a simple vista. La mantequilla es no solo más gruesa de forma, sino que parece más aceitosa, debido a que los pocos cristales grandes tienen mucho menos área superficial a ser cubierta por la fase no

solidificada. Esto permite que la mantequilla pueda ser preservada por mucho más tiempo debido a su estructura (Charley, 1995).

La estructura del ácido graso de los triglicéridos de una grasa influye en la forma cristalina en la que permanecerán estables. Entre más heterogénea la estructura de ácidos grasos de los triglicéridos particulares, más probable es que los cristales se estabilicen en la forma cristalina beta prima y la textura de las grasas permanezca como granulo fino. Los acetogliceridos se estabilizan en la forma cristalina alfa (Charley, 1995).

La homogeneidad en las moléculas que forman una grasa, favorece la transformación a formas cristalinas más gruesas. Los cristales en la manteca de cerdo se transforman fácilmente a la forma beta gruesa, la que tiene a asociarse en grandes acúmulos a medida que la grasa se almacena. La inestabilidad de las formas cristalinas más finas de la manteca de cerdo se atribuye a la alta proporción de moléculas que son semejantes en su estructura química. Más de la cuarta parte de las moléculas de la manteca de cerdo contiene un radical de ácido graso insaturado (generalmente oleico) un radical del ácido esteárico y un radical del ácido palmítico, este último unido al carbono central del glicerol (Charley, 1995). Es así que cada tipo de grasa que se utilice en un determinado producto alimenticio es capaz de variar la textura o sabor del alimento elaborado.

4.3.6 EL PAPEL DE LAS GRASAS EN LAS GALLETAS

Las grasas en las masas actúan como anti aglutinante y funciones de textura, de forma que cuando se preparan galletas, éstas resultan menos duras de lo que serían sin ellas y en las cremas de relleno y en las cubiertas, funcionan como portadores firmes que permiten transportar buen sabor al paladar (Manley, 1989).

Durante el amasado hay una competencia, 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. Cuando algo de grasa cubre la harina, esta estructura es interrumpida y en cuanto a las propiedades comestibles, después del procesamiento, resulta menos áspera, con tendencia a quebrarse y a deshacerse en la boca. Si el nivel de grasa es alto, la función lubricante en la masa es tan pronunciada que se necesita muy poca agua para conseguir la consistencia deseada, se forma poco gluten

y el hinchamiento del almidón y la gelificación se reducen también resultando una textura muy blanda. Cuando el nivel de azúcar es alto, la grasa se mezcla en el horno con la disolución azucarada impidiendo que se transforme en una masa vítrea y se vuelve dura al enfriarse (Manley, 1989).

4.4 AGENTES LEUDANTES

El sabor de la mayoría de los productos horneados depende en parte de su consistencia porosa. El grado en que esto se alcanza depende de la elasticidad y la capacidad para retener gas de la masa. Igualmente, importante es la capacidad del gas para inflar la masa. Los productos horneados hechos de harina podrían ser pesados y compactos sin el gas que los esponja. El aire, el vapor y el dióxido de carbono son los gases presentes en la masa y es necesario utilizar un agente leudante para que estos se formen. La mayoría de los productos horneados se hinchan con más de uno de los tres gases. Algunas burbujas de aire se incorporan en todos los productos horneados. Debido a que todos contienen líquido, se forma algo de vapor. Sin embargo, no todos los productos horneados se esponjan con el dióxido de carbono (Charley, 1995).

4.4.1 EL VAPOR COMO LEUDANTE

El vapor actúa como leudante cuando esponja una bola de masa mientras es horneada. El interior de la bola de masa horneada contiene capas delgadas de gluten, las cuales rodean las bolsas de vapor de agua (Charley, 1995).

4.4.2 EL AIRE COMO LEUDANTE

Cuando los ingredientes se combinan en los productos a ser horneados, al trabajar la masa se incorporan algunas burbujas de aire, durante el amasado. Esto es favorable debido a que el aire parece ser un leudante esencial en los productos horneados (Charley, 1995).

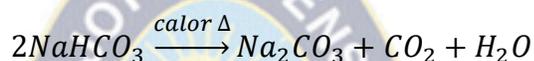
Usualmente, se hacen intentos de incorporar aire en los productos horneados. En las masas hechas con grasa, el aire se incorpora deliberadamente en ella. Incorporar aire batiendo la clara de huevo es otra forma de introducir aire. Estos productos son esponjados por medio del aire y del vapor (Charley, 1995).

4.4.3 DIOXIDO DE CARBONO COMO LEUDANTE

Otro de los gases leudantes para producir un buen esponjado al hornear es el dióxido de carbono, el dióxido de carbono producido por los microorganismos se utiliza en la masa con levadura. También puede liberarse de reacciones ácido base. Las fuentes de dióxido de carbono son varias como se observara en los siguientes títulos.

4.4.3.1 FUENTES DE DIOXIDO DE CARBONO

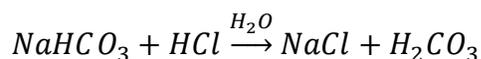
Cuando el bicarbonato de sodio se calienta, se libera dióxido de carbono. La reacción es la siguiente:



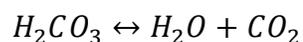
Como se puede observar la reacción forma además carbonato de sodio. El Carbonato de Sodio que se forma es bastante alcalino, si está en exceso, imparte a los productos horneados un sabor desagradable, jabonoso, amargo, y un color amarillento (atribuido al efecto del álcali sobre los flavonoides de la harina). La tiamina es más susceptible a la descomposición por el calor cuando se encuentra en un medio alcalino (Charley, 1995).

4.4.3.2 LIBERACIÓN DEL DIOXIDO DE CARBONO DEL BICARBONATO POR MEDIO ÁCIDO

El bicarbonato de sodio, como una sal de base fuerte, es alcalino. Debido a ello reacciona con los ácidos. En solución, los ácidos se ionizan, liberando iones de hidrógeno. El bicarbonato de sodio en solución también se ioniza liberando iones de sodio y de bicarbonato. El ion de hidrogeno del ácido se une con el ion bicarbonato para formar ácido carbónico . La reacción ilustrada con el ácido clorhídrico es:



El cloruro de sodio un ingrediente aceptable en los productos horneados es la sal que se forma, el ácido carbónico se disocia para formar dióxido de carbono y agua, como sigue.



El ácido clorhídrico no se utiliza en los productos horneados, pero si se utilizan ingredientes como leche agria, vinagre, miel y melazas, que contienen uno o más ácidos en solución. La leche agria y el suero de mantequilla contienen ácido láctico, que es producido del azúcar de la leche por medio de ciertas bacterias. El vinagre contiene un 5% de ácido acético (Charley, 1995).

4.4.3.3 POLVO DE HORNEAR

Cuando cualquier alimento que ya contienen acido en solución se combina con el bicarbonato, éste se disuelve en líquido frio y el ácido rápidamente libera el dióxido de carbono del bicarbonato.

Una sal de ácido se forma junto con el gas. Sin embargo, a menos que tanto el ácido como el bicarbonato estén en solución e ionizados, los dos no reaccionan. El polvo de hornear, que es una mezcla de bicarbonato y ácidos secos, aprovecha esta ventaja. Es estable en un recipiente cerrado debido a que ambos reactivos están secos.

4.4.3.4 RENDIMIENTO DEL DIOXIDO DE CARBONO

El rendimiento del dióxido de carbono del polvo de hornear se fija a un mínimo de 12 por ciento, aunque la mayoría de los polvos de hornear esta formulados para producir e 14 por ciento. Esto significa que cada 100 gramos de polvo de hornear deben rendir al menos 12 gramos de dióxido de carbono. Debido a que el bicarbonato es la fuente de este, todos los polvos de hornear deben contener al menos este mínimo de bicarbonato. La fécula de maíz, que es inerte, sin sabor y barata o el carbonato de calcio, son utilizados comúnmente como medio de dispersión y transporte dentro el envase. La fécula de maíz absorbe la humedad ayudando así a mantener secos a los reactivos (Charley, 1995).

4.4.4 LEVADURA

La levadura es un hongo mono celular muy pequeño que en un grano entran $1,5^{10}$ células. (Manley, 1989) Hay muchos tipos diferentes de levadura, pero la de interés para la fermentación de la masa tiene el nombre científico de *Saccharomyces cerevisiae* (Manley, 1989). En anaerobias, este organismo es capaz de producir gas carbónico y alcohol, a partir de los azucres inferiores. Las levadura no deben mezclarse en agua

salada, ya que la sal tiene un efecto inhibitor fuerte sobre la actividad de la levadura. Puede matar a las células a concentraciones de 2%. Las disoluciones fuertes de azúcar, también inhiben la levadura, en gran medida a causa de las grandes presiones osmóticas que afectan a las células vivas. La concentración de azúcar no debe pasar de 5%. (Manley, 1989) Por ser una reacción enzimática, es muy sensible a la temperatura ya que los microorganismos son fuertemente afectados por la temperatura. La temperatura máxima de fermentación para las levaduras no debe exceder ser 38°C. La levadura muere a 54°C (Manley, 1989).

4.5 COLORANTES

El color juega un papel importante en la presentación de productos de horneado, la mayoría de las galletas utilizan colorantes para ser diferenciadas. Los colores amarillo o anaranjado de los huevos y mantequilla son los más utilizados, y en muchos casos se añade un colorante artificial a la masa.

En los inicios de la industria de alimentos, se utilizaban algunos colorantes naturales para realzar los productos; entre ellos estaban la cochinilla de color rojo por la presencia de ácido carmínico y el azafrán de color amarillo por la zeaxantina.

Más adelante la incorporación de anilina, la industria pudo disponer de toda una serie de colores estables e intensos en los alimentos. Mezclándolos, se podía conseguir cualquier color con cantidades muy pequeñas de colorante y a precio bajo. Luego se comprobó que estos aditivos eran tóxicos en los alimentos y actualmente no son permitidos (Manley, 1989).

4.6 SABORIZANTES

A productos horneados se les puede incorporar saborizantes de tres formas:

- incluyendo el saborizante en la masa o batido antes de trabajarla.
- espolvoreando o rociando el saborizante después de amasar.
- saborizando una parte que no entra en la confección, como en rellenos con crema o mermelada.

En cada caso el saborizante que se utilice, debe ser adecuado para las condiciones a que se ha de someter el proceso (Manley, 1989).

4.6.1 SABORIZANTES UTILIZADOS EN PRODUCTOS HORNEADOS

Normalmente los saborizantes resultan ser sustancias aromáticas volátiles. Las condiciones durante la cocción pueden resultar severas para estas sustancias. No solamente se eliminan con facilidad por el calor, sino que se produce durante la cocción un proceso de destilación por arrastre con vapor al mismo tiempo que se seca el producto y esta es una técnica extremadamente eficaz para liberar sustancias orgánicas volátiles. Por ello no se recomiendan saborizantes líquidos en productos horneados (Manley, 1989).

4.6.2 POTENCIADORES DE SABOR

El potenciador de sabor más importante es la sal común. La sal utilizada en proporciones de 0,75-1,0%, del peso de la masa, tienen notable efecto potenciador sobre la mayoría de los sabores.

Para los sabores de frutas, el azúcar o algún otro edulcorante, es un importante ingrediente complementario. Por ejemplo una esencia de fresa, no tendría efecto sobre una base no dulce (Manley, 1989).

4.7 AZUCAR INVERTIDA

Se denomina azúcar invertido a la disgregación de la sacarosa por hidrólisis en glucosa y fructosa. Su nombre hace referencia a que el poder rotatorio de la solución frente a la luz polarizada es invertido por el proceso de hidrólisis que separará la sacarosa en sus dos subunidades (Ecured, 2018).

Esta hidrólisis puede llevarse a cabo mediante tres métodos:

1. Por enzima invertasa.
2. Por acción de un ácido a temperatura elevada (esto sucede espontáneamente durante el almacenamiento de jugos de fruta).

3. Pasando la solución por resinas sulfónicas.

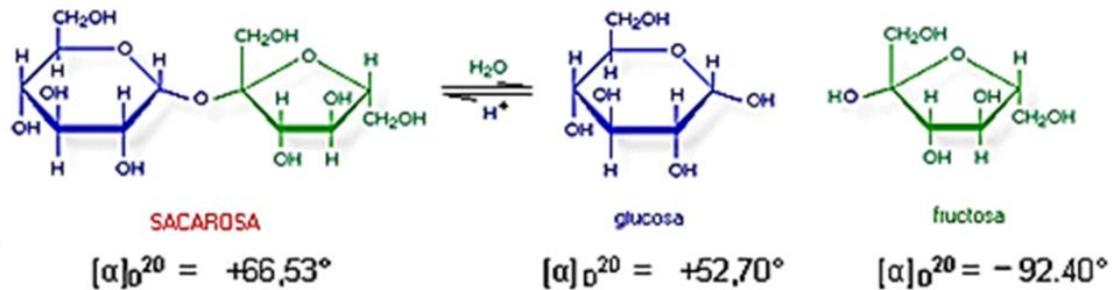


Figura 10: Reacción de inversión de la sacarosa

Fuente: (Triplenlace, 2015)

4.8 GALLETAS

Las galletas son productos de consistencia un poco dura, consistencia crujiente variable, obtenidas por el cocimiento de masas preparadas con uno o varios tipos de harina e ingredientes como: azúcares, jarabes, levadura, mantequilla, leudantes, leche y sus derivados, féculas, sal, derivados de cacao, huevos, agua potable, , grasas comestibles, aditivos alimentarios y otros ingredientes autorizados (Ibnorca, 2012).

4.8.1 CLASIFICACIÓN DE LAS GALLETAS

Según la norma 39008 se clasifican en los siguientes.

- GALLETAS SALADAS
- GALLETAS DULCES
- GALLETAS ESPECIALES
- GALLETAS SIMPLES
- GALLETAS RELLENAS
- GALLETAS REVESTIDAS
- GALLETAS DE CORTE DE ALAMBRE
- GALLETAS LAMINADAS
- GALLETAS ROTAESTAMPADAS

- GALLETAS OBLEAS
- GALLETAS FORTIFICADAS Y ENRIQUECIDAS
- GALLETA INTEGRAL
- GALLETA CON SALVADO

4.8.2 NORMAS PARA GALLETERÍA

La elaboración de galletas en Bolivia está sujeta a la norma boliviana 39008, en ella se encuentran todas las exigencias que una galleta debe cumplir según su clasificación como fue mencionado antes. Los requerimientos en esta norma están desde las características de la materia prima hasta llegar al producto terminado.

4.9 MOHOS Y LEVADURAS

Se conoce como los mohos a los pequeños hongos multicelulares filamentosos que se pueden reconocer en algunos alimentos dañados como una superficie aterciopelada. Las levaduras son hongos que generalmente crecen en forma de agregados sueltos de células independientes, en ocasiones las levaduras no siempre pueden ser identificadas de manera visual como los mohos, requieren de un análisis microbiológico. Existe una variedad de variables que afectan el crecimiento de los hongos como el pH, temperatura, humedad, actividad de agua, elementos nutritivos, etc. La presencia de hongos produce más de un problema no solo al deteriorarlos sino también al producir una variedad de micotoxinas que producen afecciones al hombre (Pascual Anderson & Calderon y Pascual, 2000).

Las micotoxinas son toxinas zootoxicas extracelulares, producidos por hongos en los alimentos consumidos por el hombre y animales, así como también se observó que un hongo puede producir más de una toxina como ser: aflatoxinas, esterigmatocistina, ocratoxinas, citrinina, patulina, tricothecenos, tremórgenos, ácido ciclopiazónico, ácido penicílico, etc. Las determinaciones se realizan por técnicas de cromatografía y enzimas inmunoensayos (ELISA) (Pascual Anderson & Calderon y Pascual, 2000).

5 METODOLOGÍA

Para la caracterización física y química de las harinas y galletas, se enviaron las muestras al Instituto Nacional de Laboratorios de Salud (INLASA). Exceptuando los análisis de humedad y glúten que fueron realizados de forma personal. A continuación se realiza una descripción general de los fundamentos en los cuales se realizan estos análisis.

5.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA HARINA DE TRIGO

5.1.1 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

La determinación de humedad, es la cuantificación del agua libre, contenido en el alimento de estudio. El agua libre es el agua que no está ligada. Uno de los métodos para encontrar el valor de humedad de un alimento es por el método de termobalanza, para ellos se pesan 8 g. de muestra y se esparce en el platillo de aluminio del equipo de modo que su distribución quede uniforme, luego de encender el equipo al cabo de 15 minutos este mostrará su gráfico donde no existirá variación en la pérdida de peso, entonces ello indica que la muestra ha perdido humedad y el equipo nos muestra el porcentaje de humedad determinado (Facultad de Química, 2008).

5.1.2 DETERMINACIÓN DE GLUTEN HÚMEDO

Para la determinación de gluten húmedo, tomamos una muestra de 30 g de harina en una fuente, luego agregamos 10 mL. de agua, utilizando unos guantes de nitrilo procedemos a formar una masa homogénea teniendo cuidado de no desprender masa en los guantes o recipiente. Posteriormente preparamos un litro de solución de cloruro de sodio al 2%, utilizaremos aproximadamente 200 mL de esta solución para dejar reposar la masa formada en un recipiente durante 20 minutos. Finalmente luego de este tiempo se realizará el lavado de la masa con la solución hasta que la solución quede transparente y se haya eliminado por lavado todo el almidón. La masa quedará reducida a una masa pegajosa y elástica que es el gluten, dicha masa es la que se deja secando para posteriormente realizar su pesada (Riofrio, 2019).

5.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA HARINA DE FRIJOL

5.2.1 DETERMINACION DE HUMEDAD

De forma similar que se procedió para el análisis de humedad en la muestra de harina, se realizó para la harina de frijol.

Tomando una muestra de 8 g de harina de frijol, se coloca en el platillo de la termobalanza retirando antes este platillo de la balanza de modo que podamos esparcir con la espátula y dejar una superficie uniforme de modo que no sea necesario esparcir una vez que el platillo este dentro la termobalanza para no afectar la sensibilidad del instrumento.

Para el tiempo de análisis se tendrá un tiempo de 20 minutos a una temperatura de 150°C. Una vez concluido este tiempo el equipo nos mostrara el valor de la humedad de la muestra (Facultad de Química, 2008).

5.2.2 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS

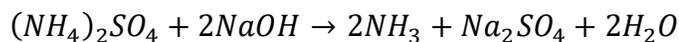
Para la determinación de proteínas totales, se utilizó el método kjendall, este método puede resumirse en tres etapas que son:



En el proceso de digestión la materia orgánica es completamente mineralizada con ácido sulfúrico, obteniéndose nitrógeno inorgánico como sulfato de amonio



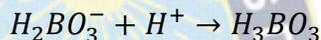
En la segunda etapa, se realiza una neutralización del amonio con hidróxido, reacción que libera el amonio que debe ser recogido en una solución de ácido bórico



Previo a iniciar esta destilación se debe agregar el indicador al ácido bórico. Una vez iniciada la destilación de amoniaco se observa el cambio de coloración del ácido bórico de un color rosado salmón a un color verde esmeralda.



Finalmente realizamos la titulación del contenido del destilado con ácido valorado hasta el cambio de viraje de color de verde esmeralda a rosado salmón.



Para el cálculo del porcentaje de nitrógeno se debe reemplazar el siguiente calculo.

$$\%N = \frac{N * (V_{ac.gastado} - V_{blanco}) * 0,014 * 100}{m}$$

Dónde:

%N= porcentaje de nitrógeno

N = normalidad del ácido

$V_{ac. gastado}$ = volumen del ácido gastado (mL)

V_{blanco} = volumen gastado del blanco (mL)

0,014 = mili equivalente del nitrógeno

m = peso de la muestra (g)

Y el porcentaje de proteína finalmente será:

$$\%proteina = \%N * 6,25$$

5.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño de experimentos es la aplicación del método científico para generar conocimiento acerca de un sistema o proceso mediante distintas pruebas planeadas. Esta metodología ha tomado a la estadística como la principal herramienta para los análisis de causa y efecto (De la Vara Salazar & Gutierrez Pulido , 2008).

5.3.1 DISEÑO DE MEZCLAS

Para el objetivo que se tiene en este trabajo el cual es formular una receta para galletas, utilizaremos un diseño de mezclas, donde los factores son componentes o ingredientes de la mezcla, los niveles de dichos ingredientes no son independientes. Entre los objetivos de un diseño con mezclas se tiene:

- Determinar cuáles de los ingredientes o interacción tiene mayor influencia en las respuestas de interés de la mezcla
- Modelar las variables de respuesta de interés en función de las proporciones de los componentes de la mezcla.
- Utilizar los modelos para determinar las proporciones de los ingredientes para tener una característica deseada del producto

Es así que con el diseño de mezclas en general se cuantifica la influencia de cada componentes o su interacción, sobre las variables de respuestas de interés (De la Vara Salazar & Gutierrez Pulido , 2008).

5.3.2 VARIABLES INDEPENDIENTES Y VARIABLES DEPENDIENTES

Para la formulación de la receta el procedimiento se divide en dos pasos. En la primera etapa se busca una proporción adecuada de los principales ingredientes de la crema que son: azúcar, agua y manteca.

Tabla 5: Proporciones de ingredientes para la elaboración de la crema en porcentaje (%)

| Niveles | Azúcar | Agua | Manteca |
|---------|--------|------|---------|
| 1 | 25 | 0 | 25 |

| | | | |
|---|----|----|----|
| 2 | 25 | 25 | 0 |
| 3 | 0 | 40 | 0 |
| 4 | 17 | 17 | 16 |
| 5 | 20 | 20 | 10 |
| 6 | 20 | 10 | 20 |

Fuente: Elaboración propia

Para hallar nuestras variables de respuesta se elabora una tabla con resultado en la escala hedónica, para su evaluación en parámetros de suavidad y sabor.

Tabla 6: Codificación de escala hedónica de cinco puntos

| Variable | Escala de codificación | | | | |
|----------|------------------------|------|---------|-------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Suavidad | muy duro | duro | regular | Suave | muy suave |

Tabla 7: Escala de codificación para sabor en siete puntos

| Variable | Escala de codificación | | | | | | |
|----------|------------------------|-----|----------|---------|-----------|------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Sabor | Muy feo | feo | Poco feo | Regular | Poco rico | rico | Muy rico |

En la segunda parte de la elaboración de la receta, realizamos las pruebas con distintas proporciones de harina, para ello utilizamos tres niveles de tratamiento que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 8: Proporciones de harina utilizada en porcentaje (%)

| Tratamiento | harina trigo | harina frijol |
|-------------|--------------|---------------|
| 1 | 30 | 70 |
| 2 | 50 | 50 |
| 3 | 70 | 30 |

Fuente: Propia

Para hallar las variables de respuesta se proceden de manera similar al primer tratamiento de la crema . Para ello se tienen las variables sabor y dureza los cuales son evaluados mediante la escala hedónica.

Obtenidos los productos de cada prueba se dio a degustar a 10 personas las cuales procedieron a calificar los parámetros de sabor y dureza de la galleta según la escala hedónica. Estos datos son plasmados en una tabla con el cual se realiza los cálculos en el programa MINITAB , versión 2017 , este programa fue desarrollado en Estados Unidos.

5.4 ELABORACIÓN DE LA GALLETA

5.4.1 AMASADO

El amasado constituye uno de los primeros pasos para la elaboración de galletas, siendo que para este paso recordamos algunas consideraciones de la parte teórica de elaboración de galletas.

Se procedió a pesar los ingredientes: manteca vegetal, azúcar, sal, agentes leudantes, agua, colorante (opcional); seguidamente se procedió a mezclar para poder obtener una mezcla homogénea. El tiempo de batido y la frecuencia es diferente para cada máquina batidora utilizada. Para nuestro caso utilizamos la marca; oster, modelo:2600.

Posteriormente se añadió la harina para su mezclado y se obtuvo la masa que finalmente paso a ser formado para su horneado.

5.4.2 FORMADO

Una vez que se obtiene la masa, procedimos a realizar el amoldamiento para las galletas con un aproximado de 15 g por cada porción de galleta, posteriormente estas galletas moldeadas son traspasadas al horno.

5.4.3 HORNEADO

El horneado para las galletas se realiza de acuerdo al tipo de galleta que se está moldeando. Las características variantes de la galleta horneada son distintos, citando algunos de ellos que son factores importantes están el color y humedad de la galleta.

Con las consideraciones mencionadas se procedió al horneado de las galletas a una temperatura de 160°C por el lapso de 20 min.

5.4.4 ENFRIADO

El proceso de enfriamiento de los productos horneados, consiste en la caída de la temperatura del producto hasta una temperatura de equilibrio que es la temperatura ambiente.

Por ello mismo la temperatura del ambiente de enfriamiento y la humedad relativa del lugar deben ser de valores adecuados de modo que los productos estén con un valor de humedad adecuados para su posterior empaclado.

5.5 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA GALLETA

5.5.1 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

Se toma la muestra de galleta y posterior a ello se procede a triturarla en un mortero de modo que la muestra este triturada de manera homogénea, luego se pesan 8 g de la muestra que serán colocados en el platillo de la termobalanza para su posterior análisis.

Se inicia el equipo, mismo que alcanza una temperatura de 150°C por un tiempo de 20 minutos , se realiza esta prueba por duplicado y se registran los valores de humedad obtenidos.

5.5.2 DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TITULABLE

La acidez que presentan los alimentos son debido a los ácidos orgánicos presentes en su composición, su determinación se realiza por una titulación ácido base, por lo general con una solución de hidróxido de sodio estandarizado. Por consiguiente la acidez se expresa en términos del ácido predominante (Samillan, Seclen, & Seminario, 2012).

Un procedimiento para la determinación de acidez titulable es el siguiente: se pesan 5 g de muestra de galleta finamente pulverizada en un mortero, esta muestra es colocada dentro un Erlenmeyer luego se agrega 50 mL. de alcohol neutralizado al 50%, se deja

reposar durante 3 horas. con una agitación eventual de cada 10 min. Una vez concluido el tiempo se filtra y del filtrado se toma una alícuota de 10 mL. que se coloca en un Erlenmeyer y se agrega 2 gotas de fenolftaleína. Se titula con la solución de hidróxido de sodio 0,02 N hasta una coloración ligeramente rosa y se registra el volumen gastado.

Los cálculos son realizados con la siguiente formula:

$$\% \text{ acidez} = \frac{V * N * 50 * 0,090 * 100}{10 * m}$$

Donde:

V: volumen gastado de hidróxido (mL)

N: normalidad del hidróxido

50: volumen de alcohol neutralizado agregado a la muestra en mL

0,090: miliequivalentes del ácido láctico

10: alícuota

m : masa de la muestra (g)

(Aco Chavez & Quispe Chino, 2019)

5.5.3 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS

Para la determinación de proteínas en las galletas, se realizó por el método Kjeldahl, con la diferencia que la muestra de galleta fue finamente molida en un mortero. El procedimiento es el mismo citado en determinación de proteínas para la harina de poroto.

5.5.4 DETERMINACION DE CENIZAS TOTALES

El principio en el que se basa esta prueba, es la combustión completa de las sustancias orgánicas, quedando como resultado sustancias inorgánicas, el color de la muestra luego de esta operación es de color gris (Zumbado, 2002).

Los procedimientos para su aplicación son los siguientes: secar las capsulas de incineración en el horno a una temperatura de 910°C durante 15 min. Enfriarlas en un desecador hasta que alcancen la temperatura ambiente. Seguidamente se pesan 5g de muestra de galleta molida y se colocan sobre las capsulas previamente pesadas, luego deben ser colocadas en el horno y con la puerta abierta se debe dejar que ardan. Cuando se extinguen las llamas se cierra la puerta del horno continuando la incineración hasta que la muestra este completamente incinerada, las cenizas deben ser de un color gris. La temperatura de incineración es de 910 °C (Zumbado, 2002).

5.5.5 DETERMINACIÓN DE MATERIA GRASA

Uno de los métodos para la determinación de grasas es el método soxhlet, este método consiste en una extracción sólido-líquido en continuo, en la siguiente figura se muestra el equipo soxhlet.

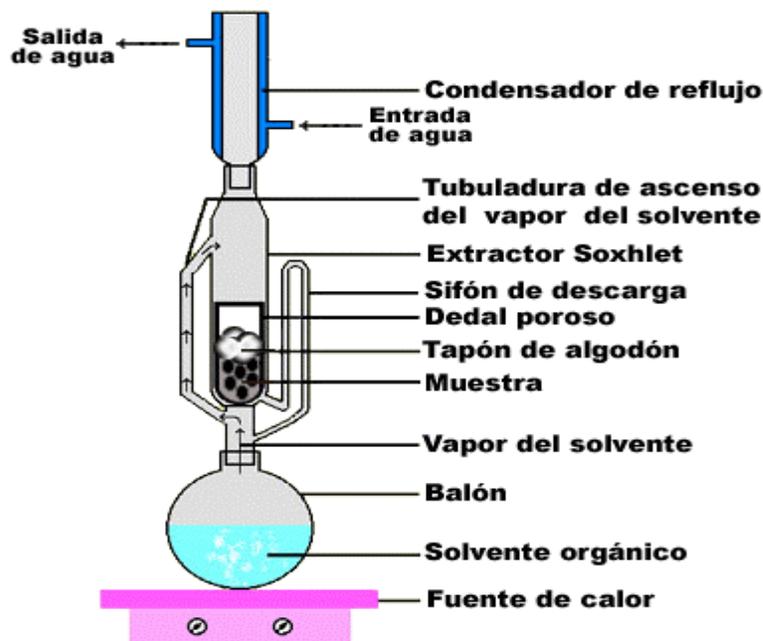


Figura 11: Equipo Soxhlet

Fuente: (Zumbado, 2002)

La muestra puede estar contenida en un papel de celulosa, entre los solventes orgánicos utilizados están el éter de petróleo el cual tiene un bajo punto de ebullición y es un

solvente apolar. El ciclo de funcionamiento del sistema consiste en: evaporación del solvente, condensación, caída sobre la muestra, acumulación en el aparato de extracción y descarga . Una vez que el equipo ha estado en funcionamiento de 2 a 3 horas. se realiza la evaporación del solvente en un rotaevaporador y finalmente la materia lipídica extraída queda en el balón , el cual se determina por una diferencia de pesada (Zumbado, 2002).

5.5.6 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

En alimentos ácidos y con bajos valores de humedad se da un mayor favorecimiento del crecimiento de hongos y levaduras (Lab. virtual, 2019).

Para la determinación de mohos y levaduras se puede resumir en las siguientes etapas:

Como diluyente se tiene agua triptonada al 0,1%, como agar se tiene el DG18. Para la preparación de la muestra se deben pesar 10 g de la muestra y 90 mL de solución de agua triptonada , homogenizar la muestra por 5 minutos, posteriormente realizar una dilución 1/10.

Para la siembra transferir con una pipeta esterilizada 0,1 mL de las diluciones realizadas de la muestra a placas Petri con agar, al menos se deben sembrar dos placas por cada dilución . Extender el inóculo sobre la superficie de la placa con ayuda de una varilla esterilizada. Incubar las placas de agar a 25°C por 5 días, después de este tiempo examinar las placas. Contar las colonias de las placas y determinar el número de unidades formadoras de colonias por gramo o mililitro (Lab. virtual, 2019).

6 CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA HARINA DE TRIGO

6.1.1 GLUTEN

Para la determinación de gluten se realizaron dos ensayos, los resultados encontrados son reportados en la siguiente tabla.

Tabla 9: Porcentaje de gluten húmedo contenido en la harina de trigo

| N° de análisis | % de gluten |
|----------------|-------------|
| 1 | 24 |
| 2 | 25 |
| promedio | 24,5 |
| D.E. | 0,71 |

Fuente: Elaboración propia

6.1.2 HUMEDAD

Los resultados obtenidos en la determinación de humedad para la harina de trigo son expresados en la siguiente tabla.

Tabla 10: Porcentaje de humedad en la harina de trigo

| N° de análisis | % de humedad |
|----------------|--------------|
| 1 | 13,95 |
| 2 | 13,47 |
| promedio | 13,71 |
| D.E. | 0,34 |

Fuente: Elaboración propia

6.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA HARINA DE FRIJOL

6.2.1 HUMEDAD

Los resultados para la determinación de humedad de la harina de frijol son los siguientes:

Tabla 11: Porcentaje de humedad en la harina de frijol

| N° de análisis | % de humedad |
|----------------|--------------|
| 1 | 10,53 |
| 2 | 10,28 |
| promedio | 10,405 |
| D.E. | 0,18 |

Fuente: Elaboración propia

6.2.2 PROTEÍNA

El análisis de proteína para la harina de frijol, fue realizado en el INLASA. El resultado reportado es el siguiente:

Tabla 12: Porcentaje de proteína en la harina de frijol

| PARÁMETRO | RESULTADO | UNIDAD | MÉTODO |
|-----------|-----------|--------|----------------------------------|
| Proteína | 21,4 | g/100g | ISO 20483- 2013 Modificado |

Fuente: (Inlasa, 2020)

6.3 ANÁLISIS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

Los resultados de las diferentes mezclas que se realizaron fueron evaluadas con la escala hedónica, siendo la evaluación para la formulación de la crema, donde se tuvieron seis tipos de tratamiento en diez personas, es así que se llega a un total de 60 unidades experimentales.

En la siguiente tabla se detalla las variables evaluadas para cada tratamiento.

Tabla 13: Resultado de la evaluación de la prueba hedónica de las seis recetas para la formulación de crema en 10 personas encuestadas, haciendo un total de 60 unidades experimentales

| N° | Tratamiento | Azúcar | Agua | Manteca | Sabor | Suavidad |
|----|-------------|--------|------|---------|-------|----------|
| 1 | 1 | 50 | 0 | 50 | 4 | 5 |
| 2 | 1 | 50 | 0 | 50 | 4 | 5 |
| 3 | 1 | 50 | 0 | 50 | 4 | 5 |
| 4 | 1 | 50 | 0 | 50 | 3 | 5 |
| 5 | 1 | 50 | 0 | 50 | 4 | 5 |
| 6 | 1 | 50 | 0 | 50 | 3 | 5 |
| 7 | 1 | 50 | 0 | 50 | 3 | 5 |
| 8 | 1 | 50 | 0 | 50 | 5 | 4 |
| 9 | 1 | 50 | 0 | 50 | 4 | 5 |
| 10 | 1 | 50 | 0 | 50 | 4 | 5 |
| 11 | 2 | 50 | 50 | 0 | 6 | 2 |
| 12 | 2 | 50 | 50 | 0 | 6 | 2 |
| 13 | 2 | 50 | 50 | 0 | 6 | 2 |
| 14 | 2 | 50 | 50 | 0 | 6 | 2 |
| 15 | 2 | 50 | 50 | 0 | 5 | 2 |
| 16 | 2 | 50 | 50 | 0 | 7 | 3 |
| 17 | 2 | 50 | 50 | 0 | 6 | 2 |
| 18 | 2 | 50 | 50 | 0 | 6 | 3 |
| 19 | 2 | 50 | 50 | 0 | 5 | 2 |
| 20 | 2 | 50 | 50 | 0 | 6 | 2 |
| 21 | 3 | 0 | 100 | 0 | 5 | 4 |
| 22 | 3 | 0 | 100 | 0 | 6 | 4 |
| 23 | 3 | 0 | 100 | 0 | 6 | 4 |
| 24 | 3 | 0 | 100 | 0 | 5 | 4 |

| | | | | | | |
|----|---|----|-----|----|---|---|
| 25 | 3 | 0 | 100 | 0 | 5 | 3 |
| 26 | 3 | 0 | 100 | 0 | 4 | 4 |
| 27 | 3 | 0 | 100 | 0 | 6 | 4 |
| 28 | 3 | 0 | 100 | 0 | 6 | 4 |
| 29 | 3 | 0 | 100 | 0 | 6 | 3 |
| 30 | 3 | 0 | 100 | 0 | 6 | 4 |
| 31 | 4 | 34 | 34 | 32 | 5 | 3 |
| 32 | 4 | 34 | 34 | 32 | 5 | 4 |
| 33 | 4 | 34 | 34 | 32 | 5 | 4 |
| 34 | 4 | 34 | 34 | 32 | 5 | 4 |
| 35 | 4 | 34 | 34 | 32 | 5 | 4 |
| 36 | 4 | 34 | 34 | 32 | 5 | 4 |
| 37 | 4 | 34 | 34 | 32 | 4 | 3 |
| 38 | 4 | 34 | 34 | 32 | 4 | 4 |
| 39 | 4 | 34 | 34 | 32 | 4 | 4 |
| 40 | 4 | 34 | 34 | 32 | 5 | 4 |
| 41 | 5 | 40 | 40 | 20 | 5 | 3 |
| 42 | 5 | 40 | 40 | 20 | 6 | 4 |
| 43 | 5 | 40 | 40 | 20 | 4 | 4 |
| 44 | 5 | 40 | 40 | 20 | 6 | 3 |
| 45 | 5 | 40 | 40 | 20 | 5 | 3 |
| 46 | 5 | 40 | 40 | 20 | 4 | 4 |
| 47 | 5 | 40 | 40 | 20 | 6 | 4 |
| 48 | 5 | 40 | 40 | 20 | 5 | 3 |
| 49 | 5 | 40 | 40 | 20 | 5 | 4 |
| 50 | 5 | 40 | 40 | 20 | 4 | 4 |
| 51 | 6 | 40 | 20 | 40 | 6 | 4 |
| 52 | 6 | 40 | 20 | 40 | 6 | 5 |
| 53 | 6 | 40 | 20 | 40 | 5 | 5 |
| 54 | 6 | 40 | 20 | 40 | 5 | 4 |

| | | | | | | |
|----|---|----|----|----|---|---|
| 55 | 6 | 40 | 20 | 40 | 6 | 4 |
| 56 | 6 | 40 | 20 | 40 | 6 | 5 |
| 57 | 6 | 40 | 20 | 40 | 6 | 4 |
| 58 | 6 | 40 | 20 | 40 | 6 | 5 |
| 59 | 6 | 40 | 20 | 40 | 5 | 5 |
| 60 | 6 | 40 | 20 | 40 | 6 | 4 |

Fuente: Elaboración propia

Los datos fueron procesados en el programa MINITAB V.17, donde las variables de proporción: manteca, azúcar y agua, muestran diferentes valores en la escala hedónica para la suavidad

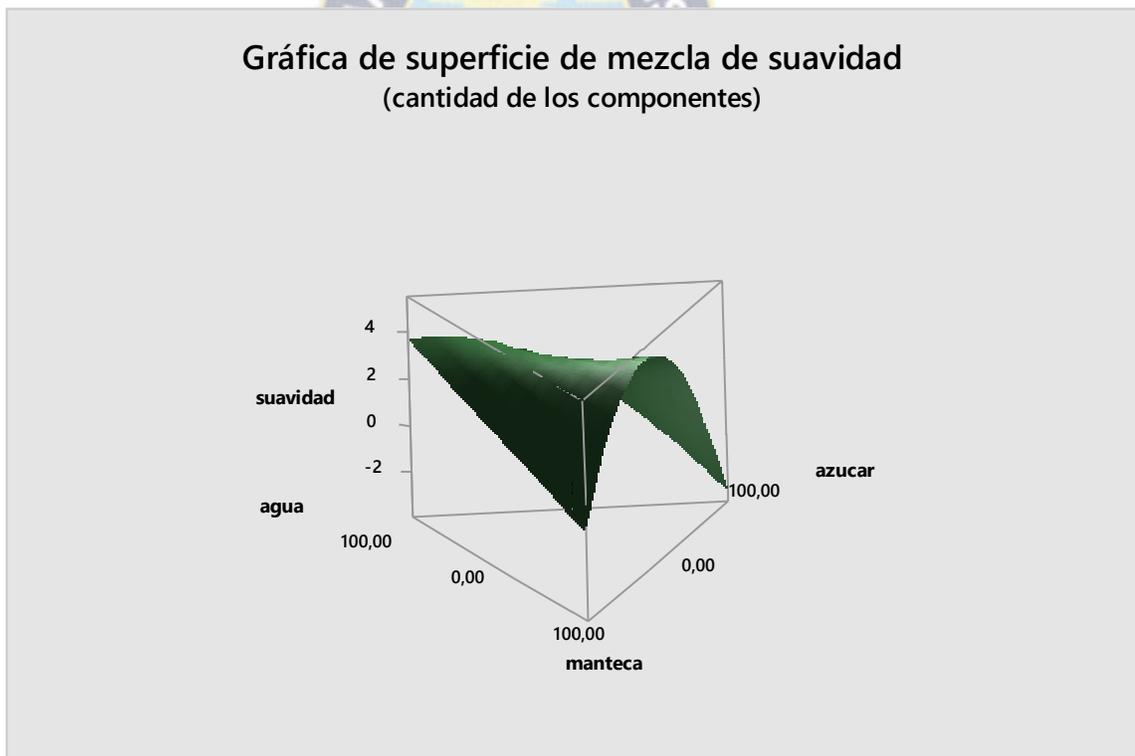


Figura 12: Suavidad de la galleta en función de la proporción de las variables: manteca, azúcar y agua

Fuente: propia

Para una mejor visualización se tiene el grafico de contorno, donde la región más verdosa es la región donde la variable suavidad adquiere mejores valores en la escala hedónica.

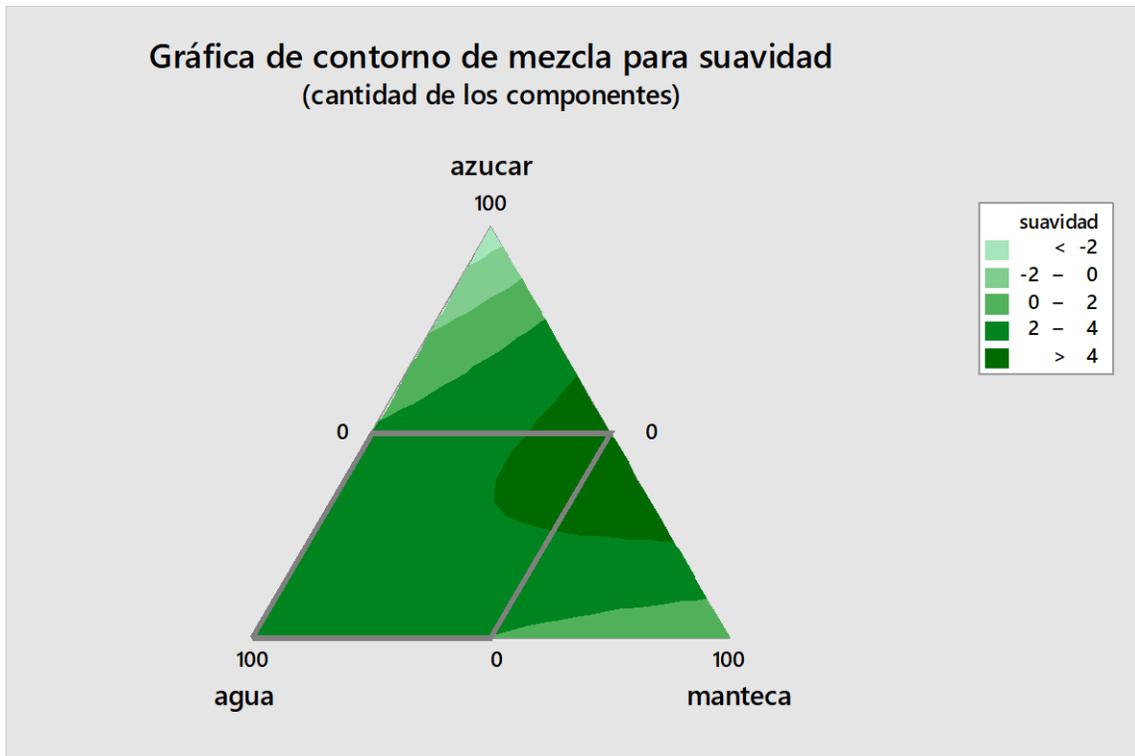


Figura 13: Figura de contorno de las proporciones de manteca, agua y azúcar

Fuente: propia

Los valores estadísticos de los gráficos son detallados en las siguientes tablas.

Tabla 14: Análisis de varianza para la variable suavidad en función de la mezcla de manteca, agua y azúcar

| Fuente | GL | SC Sec. | SC Ajust. | MC Ajust. | F | P |
|-----------------|----|---------|-----------|-----------|-------|-------|
| Regresión | 4 | 42,3128 | 42,3128 | 10,5782 | 51,55 | 0,000 |
| Lineal | 2 | 40,1267 | 1,8265 | 0,9132 | 4,45 | 0,016 |
| Cuadrático | 2 | 2,186 | 2,1860 | 1,093 | 5,33 | 0,008 |
| azucar*agua | 1 | 1,7181 | 0,1912 | 0,1912 | 0,93 | 0,339 |
| azucar*manteca | 1 | 0,468 | 0,4680 | 0,468 | 2,28 | 0,137 |
| Error residual | 55 | 11,2872 | 11,2872 | 0,2052 | | |
| Falta de ajuste | 1 | 0,6872 | 0,6872 | 0,6872 | 3,50 | 0,067 |
| Error puro | 54 | 10,6 | 10,6000 | 0,1963 | | |

| | | | | | | |
|-------|----|------|--|--|--|--|
| Total | 59 | 53,6 | | | | |
|-------|----|------|--|--|--|--|

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Valores de R cuadrado

| | |
|-------------------|--------|
| R-cuad | 78.94% |
| R-cuad(pred) | 75,13% |
| R-cuad.(ajustado) | 77,41% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: términos para la ecuación de la variable suavidad en función de los tres componentes de la crema

| Término | Coefficiente |
|----------------|--------------|
| azucar | -0,0339791 |
| agua | 0,0379222 |
| manteca | 0,00011249 |
| azucar*agua | 0,00080269 |
| azucar*manteca | 0,00266223 |

Fuente: Elaboración propia

Con los coeficientes dados podemos escribir la ecuación de la regresión lineal ajustado al modelo como sigue:

$$suavidad = -0,0339791(azúcar) + 0,0379222(agua) + 0,00011249(manteca) + 0,00080269(azúcar * agua) + 0,00266223(azúcar * manteca)$$

Observando en las proporciones de los tres ingredientes para la elaboración de la crema, podemos observar que la mezcla con menor contenido de manteca es el tratamiento cinco, reemplazando estos valores del tratamiento cinco en la ecuación anterior podemos obtener el valor de suavidad esperado. Esto para controlar el contenido de grasa total en la galleta el cual no debe ser muy alto.

$$suavidad = -0,0339791(40) + 0,0379222(40) + 0,00011249(20) + 0,00080269(40 * 40) + 0,00266223(40 * 20) = 3,57$$

Una vez obtenido el modelo de regresión y reemplazado los valores para las cantidades deseadas de los componentes en el diseño de mezcla para la variable suavidad, se procede al análisis de la variación de harinas, considerando como variables respuesta el

sabor y suavidad de la galleta. Los resultados de las pruebas hedónicas en los tres tratamientos de galletas fueron los siguientes:

Tabla 17: Resultado de la evaluación de la prueba hedónica de las tres formulaciones de proporciones de harina en 10 personas encuestadas, haciendo un total de 30 unidades experimentales

| tratamiento | harina trigo | harina frijol | sabor | dureza |
|-------------|--------------|---------------|-------|--------|
| 1 | 70 | 30 | 6 | 3 |
| 1 | 70 | 30 | 5 | 4 |
| 1 | 70 | 30 | 6 | 3 |
| 1 | 70 | 30 | 6 | 3 |
| 1 | 70 | 30 | 6 | 4 |
| 1 | 70 | 30 | 6 | 3 |
| 1 | 70 | 30 | 6 | 4 |
| 1 | 70 | 30 | 5 | 3 |
| 1 | 70 | 30 | 6 | 4 |
| 1 | 70 | 30 | 5 | 3 |
| 2 | 50 | 50 | 6 | 4 |
| 2 | 50 | 50 | 5 | 4 |
| 2 | 50 | 50 | 5 | 4 |
| 2 | 50 | 50 | 5 | 4 |
| 2 | 50 | 50 | 4 | 5 |
| 2 | 50 | 50 | 5 | 5 |
| 2 | 50 | 50 | 5 | 4 |
| 2 | 50 | 50 | 5 | 5 |
| 2 | 50 | 50 | 5 | 4 |
| 2 | 50 | 50 | 5 | 5 |
| 3 | 30 | 70 | 4 | 5 |
| 3 | 30 | 70 | 5 | 5 |
| 3 | 30 | 70 | 4 | 5 |

| | | | | |
|---|----|----|---|---|
| 3 | 30 | 70 | 4 | 5 |
| 3 | 30 | 70 | 5 | 4 |
| 3 | 30 | 70 | 4 | 5 |
| 3 | 30 | 70 | 4 | 5 |
| 3 | 30 | 70 | 5 | 4 |
| 3 | 30 | 70 | 4 | 5 |
| 3 | 30 | 70 | 4 | 5 |

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis de la suavidad se procede a realizar los cálculos en el Minitab V.17, dónde utilizaremos el diseño de mezclas. En las siguientes tablas se muestran los resultados estadísticos obtenidos.

Tabla 18: Análisis de varianza para la variable suavidad en función de las proporciones de harina

| Fuente | GL | SC Sec. | SC Ajust. | MC Ajust. | F | P |
|-----------------|----|---------|-----------|-----------|-------|-------|
| Regresión | 1 | 9,8000 | 9,8000 | 9,8000 | 39,20 | 0,000 |
| Lineal | 1 | 9,8000 | 9,8000 | 9,8000 | 39,20 | 0,000 |
| Error residual | 28 | 7,0000 | 7,0000 | 0,2500 | | |
| Falta de ajuste | 1 | 0,6000 | 0,6000 | 0,6000 | 2,53 | 0,123 |
| Error puro | 27 | 6,4000 | 6,4000 | 0,2370 | | |
| Total | 29 | 16,8000 | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Términos y coeficientes de la ecuación lineal de la variable suavidad

| Término | Coficiente |
|---------|------------|
| Trigo | 0,0245 |
| frijol | 0,0595 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Valor de R cuadrado para el modelo de regresión obtenido

| Coficiente | Valor |
|------------|--------|
| R-cuad. | 58,33% |

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, el valor de R^2 es de 58,33%, lo cual nos indica que el modelo cuadrático responde a un 62,27% de los valores de suavidad, en función de las proporciones de harina.

La ecuación de regresión del modelo para la suavidad en función de las proporciones de harina de trigo y harina de frijol es:

$$\text{suavidad} = 0,0245(\text{harina de trigo}) + 0,0595(\text{harina de frijol})$$

La siguiente variable para el análisis es el sabor, el cual será analizado en base a la tabla de respuestas de la escala hedónica, de igual forma que para la suavidad, los datos serán analizados en el programa Minitab V17.

Tabla 21: Análisis de varianza para la variable sabor

| Fuente | GL | SC Sec. | SC Ajust. | MC Ajust. | F | P |
|----------------|----|---------|-----------|-----------|-------|-------|
| Regresión | 2 | 9,8000 | 9,8000 | 4,9000 | 21,34 | 0,000 |
| Lineal | 1 | 9,8000 | 9,8000 | 9,8000 | 42,68 | 0,000 |
| Cuadrático | 1 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,00 | 1,000 |
| Trigo*Frijol | 1 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,00 | 1,000 |
| Error residual | 27 | 6,2000 | 6,2000 | 0,2296 | | |
| Total | 29 | 16,0000 | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Valor de R cuadrado para el modelo de regresión obtenido

| Coefficiente | Valor |
|--------------|--------|
| R-cuad. | 61,25% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Términos y coeficientes de la ecuación lineal de la variable sabor

| Término | Coefficiente |
|---------|--------------|
| Trigo | 0,0675 |
| frijol | 0,0325 |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 22 se observa que el valor de R^2 , tienen un valor de 61,25% es decir que un 61,25% de los datos de variable de respuesta son explicados por las variables independientes. Por otro lado en la tabla 21 el valores P de linealidad es 0, esto nos indica que el modelo lineal es significativo.

La ecuación que representa el modelo lineal es el siguiente:

$$sabor = 0,0675(\text{harina de trigo}) + 0,0325(\text{harina de frijol})$$

Ahora bien, optimizando el modelo en el programa Minitab V17, los resultados calculados son los siguientes: harina de trigo 70% y harina de frijol 30%, con un valor esperado de sabor de: 5,70. Es así que la formulación de la receta se realizara con estas proporciones de harina

6.4 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA GALLETA

Las características fisicoquímicas analizadas de las galletas con harina de poroto fueron: humedad, proteína, grasa, cenizas y acidez. Los resultados son expresados en la siguiente tabla.

Tabla 24: Características fisicoquímicas de las galletas con harina de poroto

| PARÁMETRO | RESULTADO | UNIDAD | MÉTODO | LÍMITE NB 39008-2010 |
|---------------------------|-----------|--------|------------------------------|--------------------------|
| Humedad | 9,45 | g/100g | ISO 20483-2013 modificado | max: 10,00 |
| Proteína | 10,27 | g/100g | ISO 20483-2013 modificado | Sin limite de referencia |
| Grasa | 14,43 | g/100g | NB 103-1997 | max: 18,00 |
| Cenizas | 0,94 | g/100g | NB 075-2000 | max: 2,20 |
| Acidez (ácido Láctico) | 0,39 | g/100g | NB 39006-2009 | max: 0,5 |

Fuente: (Inlasa, 2020)

6.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LAS GALLETAS

El análisis microbiológico de las galletas con harina de poroto, fue referido a mohos y levaduras, los resultados son expresados en la siguiente tabla.

Tabla 25: Resultados microbiológicos de mohos y levaduras

| PARÁMETRO | VALOR ENCONTRADO | VALOR PERMITIDO | MÉTODO | NORMA DE REFERENCIA |
|-----------|-------------------------|------------------------|----------|---------------------|
| Mohos | $<1,0 \cdot 10^1$ UFC/g | $5,0 \cdot 10^1$ UFC/g | NB 32006 | NB 39008/2012 |
| Levaduras | $<1,0 \cdot 10^1$ UFC/g | $5,0 \cdot 10^1$ UFC/g | NB 32006 | NB 39008/2012 |

Fuente: (Inlasa, 2020)

6.6 CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LAS GALLETAS CON HARINA DE FRIJOL

Se realizaron pruebas organolépticas según la Norma Boliviana 39008-2010, para la galleta. Los resultados son expresados en la siguiente tabla.

Tabla 26: Características organolépticas de la galleta con harina de poroto

| CARACTERÍSTICA ORGANOLÉPTICA NB39008- 2012 | |
|--|-----------------|
| Color | Característico |
| Olor | Característico |
| Sabor | Característico |
| Aspecto | Aspecto tostado |

Fuente: (Inlasa, 2020)

7 DISCUSIÓN

7.1 HARINA DE FRIJOL

Uno de los intereses principales para la utilización de la harina de poroto, fue su alto contenido de proteína. Como se observa en los resultados de los análisis de proteína, el resultado fue de 21,4%, dicho valor es similar a otros resultados de proteína reportados de distintos tipos de frijol negro.

Tabla 27: Valor proteico de cinco variedades de frijol negro

| CULTIVAR | PROTEÍNA (%) |
|------------------|--------------|
| Negro Papaloapan | 20,72 |
| Negro Grijalva | 24,82 |
| DOR-448 | 22,51 |
| Negro INIFAP | 25,17 |
| Negro Jamapa | 20,53 |

Fuente: (López Salinas, Tosqui Valle, Villar Sanchez, Ugalde Acosta, Cumpián Gutiérrez, & Becerra Leor, 2007)

Entre las características de esta harina de poroto, se encuentra el valor de humedad. Dicho valor es menor al de la harina de trigo. Un factor que influenciaría ello es la mayor cantidad de proteína que esta harina contiene. Un indicador para ello es el IAA (índice de absorción de agua) que oscilan entre 1 a 1,40 (Granito, Guinand, & Pérez, 2009).

7.2 ELABORACIÓN DE LA GALLETA

Para la formulación de la galleta, se decidió dividir el experimento en dos pasos, formulando la proporción de harinas y la formulación de la crema. Esto con el fin de evitar una duda, de que la suavidad o sabor dependa solo de la elaboración de la crema o la proporción de harinas

Los ingredientes utilizados para la elaboración de la galleta fueron los fundamentales, no se consideraron ingredientes como: huevo, maicena, emulsificantes u otros que podrían influir en la suavidad y consistencia crujiente de la galleta.

7.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Existe un sinfín de recetas para elaboración de galletas en libros, revistas, videos, etc. Donde se explican los ingredientes y procedimientos, pero no se explican el porqué de la utilización de cada uno de ellos. Uno de los propósitos del diseño experimental es poder respaldar esta formulación planteada, y justamente el diseño elegido es el diseño de mezclas. Un segundo pilar es la teoría funcional de cada uno de los ingredientes utilizados, sin esta información no tendría sentido mezclar los ingredientes al azar.

Para la primera evaluación en el mezclado de ingredientes para la crema, se escogió la variable de respuesta suavidad para poder determinar las cantidades de los tres componentes. Debido a que el sabor final no estaría definido en esta parte porque aún faltaba la incorporación de harina como variable. El valor de R^2 es de 78,94% lo cual es aceptable.

En la segunda parte de la formulación para la variable sabor, se consiguió establecer un modelo matemático en función a las proporciones de harina, También observamos en el ANOVA que el grado de libertad es mínimo siendo este 1. Sin embargo la significancia de los términos lineal es significativa ya que es menor a 0,05. Por ello sería recomendable aumentar las réplicas para los tres niveles de los 2 factores y así poder obtener un resultado mayor en los grados de libertad y de ese modo realizar el anova nuevamente. Algunos de los conceptos de grados de libertad citados por (De la Cruz-Oré, 2013) son los siguientes. “El valor de los grados de libertad se relaciona con el número de veces que se usa la información de la muestra”. “Se definen como el número de valores que podemos escoger libremente”

7.4 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA GALLETA

Los parámetros fisicoquímicos están dentro la NB 39008, estos parámetros pueden ser completados para una mejor información nutricional de las galletas, dando una información nutricional más precisa. Los carbohidratos son calculados por diferencia y la determinación de energía por formula directa.

Tabla 28: Información nutricional para la galleta con harina de poroto

| PARÁMETRO | RESULTADO | UNIDAD |
|------------------------|-----------|--------|
| Humedad | 9,45 | g/100g |
| Proteína | 10,27 | g/100g |
| Grasa | 14,43 | g/100g |
| Cenizas | 0,94 | g/100g |
| Acidez (ácido Láctico) | 0,39 | g/100g |
| Carbohidratos | 64,91 | g/100g |
| Energía | 430,59 | Kcal |

Fuente: propia

Realizando una comparación de los datos de información nutricional encontrados en un proyecto de elaboración de galletas con harina de frijol y pijuayo se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 29: Composición fisicoquímica de las galletas con harina de frijol y pijuayo

| PARÁMETRO | RESULTADO | UNIDAD |
|------------------------|-----------|--------|
| Humedad | 6,40 | g/100g |
| Proteína | 7,80 | g/100g |
| Grasa | 6,50 | g/100g |
| Cenizas | 1,80 | g/100g |
| Acidez (ácido Láctico) | 0,17 | g/100g |

| | | |
|---------------|--------|--------|
| Carbohidratos | 77 | g/100g |
| Energía | 397,70 | Kcal |

Fuente: (Cavero Sanchez, 2010)

Podemos ver que existe una gran diferencia en la cantidad de proteína, en favor de nuestro producto, sin embargo observamos un valor elevado en el porcentaje de grasa, el cual nuestro producto supera en casi 8 puntos. Así también el valor de humedad es bastante diferenciado puesto que existe una diferencia de casi 3 puntos, siendo que nuestro producto tiene un mayor valor de humedad.

Finalmente en comparación a la galleta de Cavero Sánchez, podríamos decir que su preparación de tipo de galleta no era de masa antiaglutinante, sino más bien tal vez podría ser una galleta laminada de sabor salado, esto por las características de porcentaje reducido de grasa, humedad y mayor valor en cenizas.

También se puede realizar una comparación con líneas comerciales como la galleta oreo, en la siguiente figura se tiene la información nutricional de este producto.

| Información Nutricional / Nutrition Facts | |
|---|------|
| Cantidad por Porción / Amount Per Serving | |
| Grasa Total / Total Fat 6 g | 10% |
| Grasa Sat. / Sat. Fat 2.6 g | 10% |
| Grasa Trans / Trans Fat 0 g | |
| Colesterol / Cholest. 0 mg | |
| Sodio / Sodium 170 mg | |
| Calcio / Calcium 7 mg | (+)% |
| Cantidad por Porción / Amount Per Serving | |
| Carb. Totales / Total Carb. 25 g | 8% |
| Azúcares / of which sugars 14 g | |
| Fibra Diet. / Dietary Fiber | |
| Menos de 1g/Less than 1 g | 4% |
| Proteínas / Protein 2 g | 4% |
| Hierro / Iron 1 mg | 6% |

Figura 14: Información nutricional de la galleta oreo

Como se observa en la figura 14, el contenido de proteína es de 2 g en 106 g de galleta, mismo que comparando el valor de proteína de las galletas con harina de frijol donde en

100 g de galleta encontramos 10 g de proteína, el cual denota un aporte nutricional de la harina de frijol.

7.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA GALLETA

Los resultados microbiológicos de las galletas, se encuentran dentro los valores de la norma permitida. El valor de acidez de la galleta esta también dentro el parámetro exigido, si este valor de acidez tuviera un valor mayor al permitido, sería más probable la proliferación de mohos.



8 CONCLUSIONES

La harina de frijol es una buena fuente de proteínas, análisis determinaron alrededor de un 20% de proteína, por lo que su consumo es bastante recomendable como una buena fuente de nutrientes.

Las diferentes proporciones combinadas de harina de trigo y harina de frijol, tuvieron una respuesta diferente en la suavidad de la galleta, así como en el sabor. En nuestro diseño experimental del sabor en función de las proporciones de harina, se muestra un valor P significativo, ello es justificable ya que a medida que se proporcione mayor fracción de harina de poroto el sabor de la galleta cambiara.

El programa estadístico MINITAB Versión 2017 fue de bastante ayuda, ya que con el pudimos obtener superficies de respuesta en función de los factores, observando como varia la respuesta en función de los componentes. También obtuvimos los valores de los factores de modo que la variable respuesta sea la óptima, esto para el caso de sabor de la galleta.

Se logró obtener una galleta cumpliendo las características fisicoquímicas exigidas por la norma boliviana 39008. Así como los requisitos microbiológicos para galletas simples, donde el recuento de mohos y levaduras fue menor al valor permitido de la norma.

El aporte de proteína de la harina de poroto es considerable, ya que en la receta formulada se utilizó un 30% de harina de frijol y un 70% de harina de trigo.

Para comprender mejor el aporte de la galleta en los requerimientos proteicos de niños se expondrá en la tabla 30.

Tabla 30: Porcentaje (%) de proteína cubierto por la galleta elaborada según edad de los consumidores

| EDAD | PROTEÍNA REQUERIDA (g/día) | PROTEINA EN 100 g DE GALLETA (g) | PROTEINA EN RACIONES DE 40 g | % DE PROTEINA CUBIERTO, EN 40g DE RACIÓN DE GALLETA |
|---------------|-----------------------------------|---|-------------------------------------|--|
| 5 – 12 años | 15 | 10,27 | 4,10 | 27,33 % |
| 14 – 18 años | 38 | 10,27 | 4,10 | 10,79 % |
| 18 a más años | 55 | 10,27 | 4,10 | 7,45 % |

Fuente: Elaboración propia

9 RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un análisis fisicoquímico completo de la harina de frijol, para su observación en aportes de grasas, fibra y otros nutrientes, así como el análisis de micronutrientes como el aporte de minerales. También se debe realizar un seguimiento a su vida útil con pruebas de rancidez y pruebas que impone la norma para harinas de leguminosas. Dichos estudios serán de gran apoyo para emprender nuevos productos o derivados del frijol.

Se recomienda probar la combinación de harinas en otro tipo de galletas, como por ejemplo tipo cracker, donde el valor de grasas utilizados es menor y el porcentaje de agua es mayor, ellos ayudaría a mejorar los valores nutricionales de grasa y aporte calórico para la galleta.

Para una mejor percepción del sabor característico de la galleta, es recomendable no trabajar con esencias, ello interfiere en la calificación del sabor de la galleta en las diferentes combinaciones de harina. Todo ello para poder obtener una formulación de receta más adecuado y no apoyarnos en mejoradores de sabor como esencias.

Para el diseño de mezclas, es recomendable tener mayores niveles e incrementar las pruebas en un mismo nivel para obtener mayores puntos en el modelo y tener mayores grados de libertad.

En el diseño de mezclas que se planteó, las variables de respuesta eran calificaciones en la escala hedónica, también es aconsejable buscar otro medio para tener respuestas más sólidas, esto con el fin de que las variables respuesta sean robustas es decir que no solo estén en la opinión personal del degustador.



10 BIBLIOGRAFIA

Aco Chavez, K., & Quispe Chino, G. (2019). Formulación para elaborar galletas de harina de bazo de origen bovino para niños en etapa preescolar. Arequipa, Peru: Facultad de Ingeniería de Procesos.

ADIMU. (10 de 06 de 2017). *Asistencia Docencia e Investigacion*. Recuperado el 07 de 07 de 2020, de https://3.bp.blogspot.com/-rG0q_w04L7o/WTxc8vkn4sl/AAAAAAAAABII/GlfA8GZOn5QQ_CawPsw2843XI2yqaa9SwCEw/s1600/mono%252Bdiglicerido-formula-01.jpg

Beker, M. P. (2010). *Caracterización fisiológica y molecular de la interacción Phaseolus vulgaris-Rhizobium*. La Plata: Tesis Doctoral .

Canaza Marca, E. T. (07 de 2015). *Estudio para la Ampliación y diversificación de productos para la empresa pastelería Victoria's*. Obtenido de Proyecto de grado - Ingeniería Industrial: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/22470/TES-811.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cavero Sanchez, E. (2010). *Universidad Nacional de la Amazonia Peruana - Facultad de Industrias Alimentarias , Trabajo Final*. Obtenido de Elaboración de galletas fortificadas con harina de frijol y pijuayo: <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/>

Charley, H. (1995). *Tecnología de alimentos*. México D.F.: LIMUSA, S.A.

De la Cruz-Oré, J. (08 de 2013). *Revista Peruana de Epidemiología*. Recuperado el 10 de 07 de 2020, de Sociedad Peruana de Epidemiología Lima-Perú: <https://www.redalyc.org/pdf/2031/203129458002.pdf>

De la Vara Salazar, R., & Gutierrez Pulido , H. (2008). *Análisis y diseño de Experimentos*. México: Mac Graw Hill.

DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS, U. (2008). *FUNDAMENTOS Y TECNICAS DE ANALISIS DE ALIMENTOS*. Mexico.

Ecured. (2018). *ecured*. Recuperado el 07 de 07 de 2020, de https://www.ecured.cu/Az%C3%BAcar_invertido

Ecured. (2020). *Ecured*. Recuperado el 07 de 07 de 2020, de Ácido oleico: https://www.ecured.cu/%C3%81cido_oleico

Facultad de Química, U. (2008). *Laboratorio de Alimentos*. Obtenido de Fundamentos y Tecnicas de Analisis de Alimentos:

http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/FUNDAMENTOSYTECNICASDEANALISISDEALIMENTOS_12286.pdf

FAO. (s.f.). *Necesidades nutricionales*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/am401s/am401s03.pdf>

Fernández Valenciano, A., & Sánchez Chávez, E. (24 de 01 de 2017). *Revista electrónica Nova Scientia*. Recuperado el 2020, de Estudio de las propiedades físico químicas y calidad nutricional en distintas variedades de frijol consumidas en México: <https://www.redalyc.org/pdf/2033/203350918008.pdf>

Garnero, S., Sposetti, P., Lueno, F., & Yafar, E. (17 de 04 de 2017). Pentosanos totales y solubles en la fracción harina de variedades de trigos argentinos. Córdoba, Argentina. Recuperado el 07 de 07 de 2020

Granito, M., Guinand, J., & Pérez, D. (01 de 2009). *Interciencia*. Recuperado el 10 de 07 de 2020, de Valor nutricional y propiedades funcionales de Phaseolus Vulgaris procesada: Un ingrediente potencial para alimentos: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442009000100012

IBCE. (05 de 2016). *Instituto Boliviano de Comercio Exterior*. Recuperado el 06 de 07 de 2020, de ibce.org.bo: https://ibce.org.bo/images/estudios_mercado/Perfil-mercado-dulces.pdf

IBCE. (23 de 04 de 2020). *Instituto Boliviano de Comercio Exterior*. Obtenido de <https://ibce.org.bo>: <https://ibce.org.bo/publicaciones-ibcecifras-pdf.php?id=820>

Ibnorca. (2012). *Harina y derivados-Galletas-Requisitos*. La Paz, Bolivia.

Inlasa. (2020). *Informe de Ensayo*. La Paz.

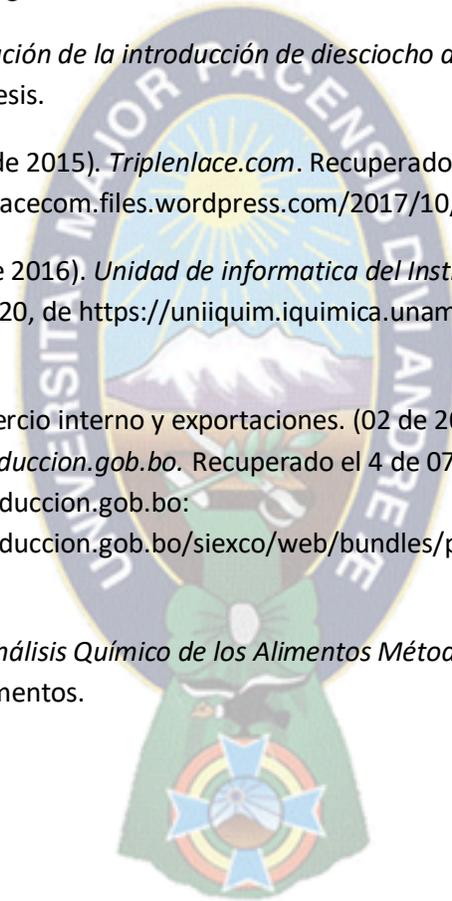
Lab. virtual, m. (2019). Recuperado el 30 de 06 de 2020, de Servidor Educativo, Dpto. de microbiología y genética, Universidad de Salamanca: http://coli.usal.es/web/abydl/alim_aguas.html

López Salinas, E., Tosqui Valle, O., Villar Sanchez, B., Ugalde Acosta, F., Cumpián Gutiérrez, J., & Becerra Leor, E. (08 de 2007). *Agricultura técnica en México*. Recuperado el 10 de 07 de 2020, de Negro papaloapan, nuevo cultivar de frijol para las áreas tropicales de Veracruz y Chiapas, México: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172007000200010

Manley, D. J. (1989). *Tecnología de la industria galletera*. Zaragoza: Acribia S.A.

Pascual Anderson, M., & Calderon y Pascual, V. (2000). *Microbiología Alimentaria*. Madrid, España: Díaz de Santos 2ª ed.

- Reinhart, P. (19 de 02 de 2014). *veganizando.com*. Recuperado el 07 de 07 de 2020, de [veganizando .com: http://www.veganizando.com/2014/02/19/el-pan-estructura-de-las-masas-el-gluten-que-es/](http://www.veganizando.com/2014/02/19/el-pan-estructura-de-las-masas-el-gluten-que-es/)
- Riofrio, K. L. (2019). *Determinacion de Gluten en Harina compuesta de Trigo, Cebada y Centeno*. Recuperado el 28 de 06 de 2020, de repositorio digital UTMACH: <http://186.3.32.121/bitstream/48000/13587/1/LEON%20RIOFRIO%20KATHIA%20DAYA%20NNARA.pdf>
- Samillan, V., Seclen, O., & Seminario, G. (2012). *Determinacion de acidez y pH en alimentos*. lambayeque: ingenieria de alimentos.
- Sinka, E. (2011). *Evaluación de la introducción de dieciocho diferentes líneas y variedades de frijol*. La Paz: Tesis.
- Triplenlace. (15 de 09 de 2015). *Triplenlace.com*. Recuperado el 07 de 07 de 2020, de <https://tripenlacecom.files.wordpress.com/2017/10/image-15.png?w=980>
- UNIQUIM. (10 de 11 de 2016). *Unidad de informatica del Instituto de Quimica*. Recuperado el 07 de 07 de 2020, de <https://uniquim.iquimica.unam.mx/compuesto-item/acido-estearico/>
- Viceministerio de comercio interno y exportaciones. (02 de 2017). <http://vcie.produccion.gob.bo>. Recuperado el 4 de 07 de 2020, de <http://vcie.produccion.gob.bo>: <http://vcie.produccion.gob.bo/siexco/web/bundles/porta/boletines/boletin-nro-5-6.pdf>
- Zumbado, H. (2002). *Análisis Químico de los Alimentos Métodos Clásicos*. Habana: Insitituto de Farmacia y Alimentos.



11 ANEXOS



Fotografía 1: Frijol negro tostado



Fotografía 2: Descascarado del frijol para su molienda y obtención de harina de frijol



Fotografía 3: Preparación de la mezcla de la crema



Fotografía 4: Preparación de la masa para distintas proporciones de agua, azúcar y manteca



TRATAMIENTO 1



TRATAMIENTO2



TRATAMIENTO 3



TRATAMIENTO 4



TRATAMIENTO 5



TRATAMIENTO 6

Resultados de los diferentes tratamientos en la proporción de azúcar, manteca y agua en la elaboración de la crema.

MINISTERIO de SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE LABORATORIOS DE SALUD - INLASA

ACTA DE EXTRACCIÓN DE MUESTRAS N° 0001848

Razón Social: Ivan Chalco Telf: 6881141
 Dirección: 21 Huelmo Potosí 9 Cerrorella NIT: 7065859
 Propietario: _____

| MUESTRAS | | | | | | |
|----------|-------------------------------------|---------------|-------------|----------------|-------|------|
| N° | PRODUCTO | ENVASE | VENCIMIENTO | PESO O VOLUMEN | MARCA | LOTE |
| 1 | <u>Galletas en harina de Frijol</u> | <u>Polete</u> | | <u>200g</u> | | |
| 2 | <u>Harina de Frijol</u> | <u>1</u> | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 11 | | | | | | |
| 12 | | | | | | |

OBJETO DE MUESTREO

Licitación Subsidio Fondo Pro Leche Investigación Seguimiento Vigilancia

TIPO DE ANÁLISIS

ÁREA CONTROL DE ALIMENTOS MICROBIOLOGÍA LABORATORIO DE OGMS LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL LABORATORIO DE PARASITOLOGÍA Y ENTOMOLOGÍA
 FÍSICO - QUÍMICO NUTRICIONAL TÓXICO

| | | | | | |
|---------------|--------------|-----------|-----------|-----------|--|
| LUGAR | HORA | DÍA | MES | AÑO | |
| <u>La Paz</u> | <u>10:30</u> | <u>17</u> | <u>06</u> | <u>20</u> | INSPECTOR: <u>P. J. J.</u> RESPONSABLE DE INDUSTRIA: <u>Ivan Chalco A.</u> CI: <u>7065859-48</u> |

Fotografía 5; Recepción de muestra de galleta con harina de frijol y harina de frijol

MINISTERIO DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE LABORATORIOS DE SALUD - INLASA
"NESTOR MORALES VILLAZÓN"
CASA MATRIZ:
Pasaje Rafael Zubietta No. 1889
Lado de Estado Mayor General (Miraflores)
Telf.: 2226048 - 2226670 - Fax(501-2) - 2228254
Casilla M - 10019 - La Paz - Bolivia

NIT: 1001419025
Factura Nro. 2237
Autorización Nro. 445401900027887

FACTURA ORIGINAL

SERVICIOS Y/O ACTIVIDADES SUJETOS AL IVA

Lugar y Fecha: La Paz, 17 de junio de 2020
Sr(a): IVAN CHALLCO NIT/CI: 7055859

| CANTIDAD | DESCRIPCIÓN | P. UNITARIO | SUBTOTAL |
|---|------------------------------|-----------------|---------------|
| 1 | - Físico Químico | 560.00 | 560.00 |
| 1 | - Microbiología de Alimentos | 130.00 | 130.00 |
| 3 | - Formulario | 17.00 | 51.00 |
| Son: Setecientos Cuarenta y Un 00/100 Bs | | TOTAL Bs | 741.00 |

Codigo de Control: **8A-BF-4B-D0-12**

Fecha Limite Emision: **2020-06-21**

"ESTA FACTURA CONTRIBUYE AL DESARROLLO DEL PAIS. EL USO ILCITO DE ESTA SERA SANCIONADO DE ACUERDO A LEY"
Ley Nro. 453. El proveedor debera suministrar el servicio en las modalidades y terminos ofertados o convenidos

Fotografía 6: Comprobante de pago de análisis

LCA-P18-F01
Versión: 01
Emisión: 2016-03-28

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1

| | |
|--|--|
| Código: 20 - 0988 | Muestra: Galletas de harina de Poroto |
| Nombre de Cliente: | PROGRAMA ETA S |
| Dirección del cliente: | Pasaje Rafael Zubieta Nº 1889 (Lado Estado Mayor) Miraflores |
| Procedencia: El Alto (Ivan Chalco) | |
| Envase: Polietileno | Cantidad: 250 g |
| Acta de muestreo: 1848 | Tarjeta de muestreo: 8142 |
| Fecha de muestreo: 2020-06-17 | Hora: 10h30 |
| Fecha de ingreso a laboratorio: 2020-06-17 | Hora: 11h00 |
| Fecha de análisis: 2020-06-18 | Hora: 08h30 |

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS: NB 39008-2010

| | |
|-----------------------|-----------------------|
| Color: Característico | Sabor: Característico |
| Olor: Característico | Aspecto: Masa Testada |

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

| PARÁMETRO | RESULTADO | UNIDAD | MÉTODO | LÍMITE NB 39008-2010 |
|------------------------|-----------|--------|--------------------------------|--------------------------|
| Humedad | 9,45 | g/100g | ISO 20483 - 2013 Modificado | max 10,00 |
| Proteína | 10,27 | g/100g | ISO 20483 - 2013 Modificado | Sin límite de referencia |
| Grasa | 14,43 | g/100g | NB 103 - 1997 | max 18,00 |
| Cenizas | 0,94 | g/100g | NB 075 - 2000 | max 2,20 |
| Acidez (ácido láctico) | 0,39 | g/100g | NB 39006 - 2009 | max 0,5 |

Clasificación: Galleta con harina de poroto
Analista (s): Tici E. Mendicota, Div. 3 Alimentos

La Paz, 07 de julio de 2020



Fotografía 8: Resultado de análisis físicoquímico de galletas con harina de frijol

LCA-P18-F01
Versión: 01
Emisión: 2016-03-28

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1

| | |
|--|--|
| Código: 20 - 0986 | Muestra: Harina de Poroto |
| Nombre de Cliente: | Programa ETA S |
| Dirección del cliente: | Pasaje Rafael Zubieta Nº 1889 (Lado Estado Mayor) Miraflores |
| Procedencia: El Alto (Ivan Chalco) | |
| Envase: Polietileno | Cantidad: 250 g |
| Acta de muestreo: 1848 | Tarjeta de muestreo: 8144 |
| Fecha de muestreo: 2020-06-17 | Hora: 10h30 |
| Fecha de ingreso a laboratorio: 2020-06-17 | Hora: 11h00 |
| Fecha de análisis: 2020-06-18 | Hora: 08h30 |

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:

| | |
|-----------------------|-------------------------|
| Color: Característico | Sabor: Característico |
| Olor: Característico | Aspecto: Característico |

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

| PARÁMETRO | RESULTADO | UNIDAD | MÉTODO | LÍMITE |
|-----------|-----------|--------|--------------------------------|--------------------------|
| Proteína | 21,40 | g/100g | ISO 20483 - 2013 Modificado | Sin límite de referencia |

Clasificación: Harina de Poroto
Analista (s): Div. 3 Alimentos

La Paz, 02 de julio de 2020



Fotografía 7: Resultado de determinación de proteína en harina de frijol

UCA-P19-F01 1 de 1
 Versión: 01
 Fecha: 2018-03-28

INFORME DE ENSAYO

| | |
|---|---|
| Código: 20-1381-MA | Muestra: GALLETAS CON HARINA DE POROTO |
| Nombre del Cliente: PROGRAMA ETA's | |
| Dirección del Cliente: Pasaje Rafael Zubieta N° 1889 Miraflores | Procedencia de la Muestra: EL ALTO - (IVAN CHALLCO) |
| Naturaleza de la Muestra: PRODUCTO DE PANADERIA | Cantidad: 250 g |
| Envase: POLIETILENO | Acta de muestreo: 1848 Tarjeta de muestreo: 8143 |
| Fecha de muestreo: 2020-06-17 | Hora: 10h20 |
| Fecha de ingreso a laboratorio: 2020-06-17 | Hora: 11h00 |
| Fecha de análisis: 2020-06-17 | Hora: 12h10 |

RESULTADOS

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

RECUENTO

| Método | Parametro | Valor encontrado | Valor permitido | Norma de referencia |
|----------|-----------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|
| NB 32006 | Mohos | <1,0x10 ¹ UFC/g | 5x10 ¹ UFC/g | Norma Boliviana 39008/2012 |
| NB 32006 | Levaduras | <1,0x10 ¹ UFC/g | 5x10 ¹ UFC/g | Norma Boliviana 39008/2012 |

Nota: La expresión <1,0x10¹ UFC/g, significa que no existe desarrollo de colonias de acuerdo a la sensibilidad de la técnica utilizada.

La Paz, 29 de Junio de 2020



Fotografía 9: Resultado microbiológico de galletas con harina de frijol



Tabla 31 : Ficha de evaluación para las formulaciones realizadas

| | | | | | | |
|--|-------------|-----------------|----------------|------------------|-------------|-----------------|
| <u>Formulación :</u> | | | | | | |
| Nombre | | | | | | |
| marque con una X la casilla que usted califique | | | | | | |
| Prueba de dureza de la galleta | | | | | | |
| muy duro | duro | normal | suave | muy suave | | |
| | | | | | | |
| Prueba de sabor | | | | | | |
| muy feo | feo | poco feo | regular | poco rico | rico | Muy rico |
| | | | | | | |