



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO POR HARINA DE NOPAL
(*Opuntia ficus-indica*) EN LA ELABORACIÓN DE PAN”

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del título de Ingenieros
Agroindustriales

Autores:
Cando Chasiloa Karolina Elizabeth
Gallardo Guanoquiza Luis Miguel

Tutora:
Ing. Mg. Zambrano Ochoa Zoila Eliana

LATACUNGA – ECUADOR

Septiembre 2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **Cando Chasiloa Karolina Elizabeth con CC: 055035622-4** y **Gallardo Guanoquiza Luis Miguel con CC: 050435187-5**, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO POR HARINA DE NOPAL (*Opuntia ficus-indica*) EN LA ELABORACIÓN DE PAN”**, siendo la Ing. Mg. Zambrano Ochoa Zoila Eliana, Tutora del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 17 de septiembre del 2020

Cando Chasiloa Karolina Elizabeth
C.I.: 055035622-4

Gallardo Guanoquiza Luis Miguel
C.I.: 050435187-5

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusivo de obra, que celebran de una parte **CANDO CHASILOA KAROLINA ELIZABETH**. Identificada con cédula de ciudadanía **0550356224**, de estado civil soltera y con domicilio en Latacunga (San Felipe), a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. M.B.A. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la AV. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LA CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agroindustrial**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“Sustitución parcial de la harina de trigo por harina de nopal (*Opuntia ficus-indica*) en la elaboración de pan”** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico.

Fecha de inicio de la carrera: Septiembre 2015 – Febrero 2016

Fecha de finalización: Mayo 2020 - Septiembre 2020

Aprobación en Consejo Directivo: 07 de Julio del 2020

Tutor. - Ing. Mg. Zambrano Ochoa Zoila Eliana

Tema: “Sustitución parcial de la harina de trigo por harina de nopal (*Opuntia ficus-indica*) en la elaboración de pan”

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formado profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. – Por el presente contrato. **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. – OBJETIVO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplando en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. – El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. – El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. – CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. – Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. – LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. – **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. – El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulte aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. – Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 17 días del mes de septiembre del 2020.

Cando Chasiloa Karolina Elizabeth

LA CEDENTE

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

LA CESIONARIA

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusivo de obra, que celebran de una parte **GALLARDO GUANOQUIZA LUIS MIGUEL**. Identificado con cédula de ciudadanía **0504351875**, de estado civil soltero y con domicilio en Saquisilí (La Matriz), a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA: Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la AV. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agroindustrial**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**Sustitución parcial de la harina de trigo por harina de nopal (*Opuntia ficus-indica*) en la elaboración de pan**” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico.

Fecha de inicio de la carrera: Septiembre 2015 – Febrero 2016

Fecha de finalización: Mayo 2020 - Septiembre 2020

Aprobación en Consejo Directivo: 07 de Julio del 2020

Tutor. - Ing. Mg. Zambrano Ochoa Zoila Eliana

Tema: “Sustitución parcial de la harina de trigo por harina de nopal (*Opuntia ficus-indica*) en la elaboración de pan”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formado profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. – Por el presente contrato **EL CEDENTE** autoriza a la cesionaria a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. – **OBJETIVO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE** transfiere definitivamente a la cesionaria y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplando en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. – El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. – El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. – CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. – Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. – LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. – **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. – El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a lo que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulte aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. – Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 17 días del mes de septiembre del 2020.

Gallardo Guanoquiza Luis Miguel

EL CEDENTE

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

“SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO POR HARINA DE NOPAL (*Opuntia ficus-indica*) EN LA ELABORACIÓN DE PAN”, de Cando Chasiloa Karolina Elizabeth; y Gallardo Guanoquiza Luis Miguel, de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa

Latacunga, 17 de septiembre del 2020

Ing. Mg. Zambrano Ochoa Zoila Eliana
TUTORA DEL PROYECTO
CC: 050177393-1

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, los postulantes: Cando Chasiloa Karolina Elizabeth; y, Gallardo Guanoquiza Luis Miguel con el título del Proyecto de Investigación **“SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO POR HARINA DE NOPAL (*Opuntia ficus-indica*) EN LA ELABORACIÓN DE PAN”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga 17 de septiembre del 2020

Ing. Mg. Edwin Fabián Cerda Andino

LECTOR 1 (PRESIDENTE)

CC: 0501369805

Ing. Mg. Manuel Enrique Fernández Paredes

LECTOR 2

CC: 0501511604

Ing. Mg. Ana Maricela Trávez Castellano

LECTOR 3

CC: 0502270937

AGRADECIMIENTO

Hoy quiero hacer un agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi que me abrió las puertas para formarme profesionalmente y darme la oportunidad de ser parte de la grandiosa Alma Mater

A mis padres Héctor Cando y Marlene Chasiloa (+) quienes que con sus consejos y apoyo incondicional me regalaron lo más preciado de mi vida, el poder cumplir uno de mis sueños más anhelados, un agradecimiento especial a mi madre quien me enseñó a seguir adelante sea cual sean las circunstancias y quien ahora ya no se encuentra junto a mí, pero nunca me ha abandonado.

A mis hermanos, quienes han confiado en mí y han sido mi fuerza para seguir adelante y no dejarme caer en el transcurso del camino.

A mi cuñado, y a esa persona especial quienes fueron participes de acompañarme en mi formación profesional a pesar de las adversidades nunca renegaron de apoyarme en la etapa de mi formación

Cando Chasiloa Karolina Elizabeth

AGRADECIMIENTO

Me gustaría agradecer en primer lugar a Dios, a la Santísima Virgen del Quinche y a San Juan Bautista por los logros alcanzados y sus bendiciones diarias durante este tiempo.

A mis padres por su apoyo tanto económico-moral en mi etapa de formación educativa por la confianza, paciencia, comprensión y sobre todo amor que me brindaron de manera incondicional para cumplir mi meta propuesta.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi que me está dando esta oportunidad de formarme académicamente, al igual que los docentes que me brindaron su apoyo y me transmitieron sus conocimientos en las diferentes etapas de formación de mi carrera

A mis hermanos y amigos que han contribuido y a su vez me han apoyado en esta formación académica con su apoyo moral.

Luis Miguel Gallardo Guanoquiza

DEDICATORIA

Llena de felicidad y humildad dedico este proyecto a Dios quien me ha brindado la salud para poder encontrarme aquí junto a mis padres Héctor Cando y Marlene Chasiloa (+) quienes han sido mi motor para poder seguir adelante con su apoyo incondicional.

A mis hermanos y sobrino Erika, Eddy, Alison, Maikel y Sebastián quienes no me han abandonado ni un solo minuto y me han dado fuerza para no rendirme.

A mí cuñado David quien con mucho esfuerzo y trabajo ha sido como un hermano y padre brindándonos su apoyo desde que mi madre partió de este mundo.

A esa persona especial quien con tanto cariño, esmero y trabajo compartió momentos de llantos, risas y juegos sin importar las circunstancias que la vida nos presentaba y ha estado ahí apoyándome incondicionalmente

Cando Chasiloa Karolina Elizabeth

DEDICATORIA

Primero a Dios, a la Santísima Virgen del Quinche y al Patrono San Juan Bautista, por darme las fuerzas necesarias hasta el momento y superar los obstáculos hasta llegar a la meta propuesta y que derramadas sus bendiciones sobre mi persona.

A mis padres Elías Gallardo y Patricia Guanoquiza por ser siempre mi apoyo incondicional por el amor transmitido durante toda mi vida, por sus consejos para formarme como persona ya que sin ellos este objetivo en mi vida no se podría concretar.

A mis hermanos Carina, José y María (+) que desde el principio de mi carrera confiaron en mí y en mi éxito del mañana nunca me dieron las espaldas me brindaron su apoyo en todo momento y no permitirme que decaiga dándome fuerzas para levantarme y seguir los quiero mucho.

A mi familia en general que me brindado, su apoyo incondicional y por estar a mi lado cuando los he necesitado.

A esa personita especial que también ha estado apoyándome en todos los momentos de mi vida.

Luis Miguel Gallardo Guanoquiza

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

TÍTULO: “SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO POR HARINA DE NOPAL (*Opuntia ficus-indica*) EN LA ELABORACIÓN DE PAN”

AUTORES: Cando Chasiloa Karolina Elizabeth
Gallardo Guanoquiza Luis Miguel

RESUMEN

El presente análisis tiene como objetivo desarrollar una investigación acerca de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de nopal (*Opuntia ficus-indica*) en la elaboración de pan, considerando metodologías, análisis fisicoquímicos y nutricionales para la harina, la elaboración del pan y su posible costo de producción. Para la elaboración del pan de nopal (*Opuntia ficus-indica*) se consideró que la utilización de los cladodios en estado de maduración de uno a tres años de edad son lo que proporcionan de mejor manera sus nutrientes, seguido de un proceso de deshidratación, el cual se coloca en un deshidratador tiras de 2cm de grosor a temperatura de 65-70°C por un tiempo de tres horas para obtener la harina de nopal, además se establece que para garantizar la inocuidad se debe realizar análisis fisicoquímicos y nutricionales, por lo que se plantea una guía de prácticas para la realización de estos análisis. Se considera para la elaboración de pan, las mejores formulaciones son: 90% harina de trigo con 10% harina de nopal hasta una máximo de 80% harina de trigo y 20% harina de nopal, ya que el contenido de harina de nopal ayuda con el enriquecimiento de la harina de trigo, puesto que aporta una gran cantidad de fibra, calcio y vitaminas, además mediante fórmulas se analiza el costo de producción para el pan tipo molde con una presentación de 475g, dando a conocer que el producto es innovador y ayuda en la alimentación de las personas por sus contenido nutricional.

Palabras claves: Nopal, harina, deshidratación, pan, contenido nutricional.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL
RESOURCES

THEME: “PARTIAL SUBSTITUTING OF WHEAT FLOUR FOR PRICKLE PEAR FLOUR (*Opuntia ficus-indica*) BREAD-MAKING.”

AUTHORS: Cando Chasiloa Karolina Elizabeth
Gallardo Guanoquiza Luis Miguel

ABSTRACT

This analysis aimed to develop a research study on the partial substitution of wheat flour with prickly pear flour (*Opuntia ficus-indica*) in bread making. Methodologies, physicochemical and nutritional analyses were considered regarding the flour, bread processing, and its possible cost of production. In order for the production of prickly pear bread (*Opuntia ficus-indica*), it was considered that the use of cladodes in a state of maturity from one to three years were what best provides its nutrients, followed by a dehydration process, which is placed in 2cm-thick strips dehydrator at a temperature of 65-70°C from three to four hours in order to obtain the prickly pear flour. In addition, it was established that to guarantee safety, physico-chemical and nutritional analyses must be carried out. Therefore, a practice guide was proposed to conduct these analyses. It was considered that for making bread, the best formulations are 90% wheat flour with 10% prickly pear flour up to a maximum of 80% wheat flour and 20% prickly pear flour, since the prickly pear flour content helps to enrich the wheat flour. It provides a lot of fiber, calcium, and vitamins. In addition, thorough formulas, the cost of production for tin loaf bread with a presentation of 475g was analyzed, noting that the product is innovative and it helps in feeding people due to its nutritional content.

Keywords: Prickly pear (*Opuntia ficus-indica*), flour, dehydration, bread, nutritional content.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	v
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vii
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	viii
AGRADECIMIENTO	ix
AGRADECIMIENTO	x
DEDICATORIA	xi
DEDICATORIA	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT..	xiv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xv
ÍNDICE DE CUADROS	xx
ÍNDICE DE TABLAS.....	xx
ÍNDICE DE IMAGEN	xx
ÍNDICE DE FLUJOGRAMAS	xxi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xxi
1. Información general.....	1
2. Justificación del proyecto.....	2
3. Beneficiarios del proyecto.....	2
3.1. Beneficiarios directos.....	2

3.2. Beneficiarios indirectos.....	2
4. El problema de investigación	2
5. Objetivos.....	3
5.1. Objetivo General	3
5.2. Objetivos Específicos.....	3
6. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados	4
7. Fundamentación científica técnica.....	4
7.1. Antecedentes.....	4
7.2.Fundamentación Teórica.....	6
7.2.1. Origen, distribución y taxonomía de los nopales	6
7.2.2. Características generales del nopal (Opuntia ficus-indica)	7
7.2.3. Composición física y química del nopal (Opuntia ficus-indica).....	7
7.2.4. Componentes nutricionales del nopal (Opuntia ficus-indica).....	8
7.2.5. Beneficios del nopal (Opuntia ficus-indica)	9
7.2.6. Usos alimentarios de nopal.....	10
7.2.7. Deshidratación.....	10
7.2.8. Técnicas de deshidratación de los alimentos.....	10
7.2.9. Que es harina.....	12
7.2.10. Tipos de harinas	12
7.2.11. Requisito para la harina	12
7.2.12. Pan, producción y consumo.....	13
8. Glosario de términos	14
9. Preguntas directrices	15
10. Metodología/ Diseño experimental	16
10.1. Tipos de investigación.....	16

10.1.1. Investigación documental	16
10.1.2. Investigación predicativa	16
10.1.3. Investigación bibliográfica	16
10.2. Métodos de investigación	16
10.2.1. Método teórico.....	16
10.2.2. Método científico	17
10.3. Técnicas de la investigación	17
10.3.1. Acumular las referencias	17
10.3.2. Seleccionar las referencias.....	17
10.4. Instrumentos de investigación	17
10.4.1. Fichas de contenido.....	17
10.4.2. Fichas bibliográficas	17
10.5. Equipos y Materiales.....	18
10.5.1. Materias primas	18
10.5.2. Equipos.....	19
10.5.3. Materiales.....	20
10.6. Metodología para la obtención de harina de nopal	20
10.6.1. Proceso de obtención de harina de nopal (<i>Opuntia ficus-indica</i>).....	20
10.6.2. Proceso de elaboración de pan	21
10.6.3. Diagrama de flujo de obtención de harina de nopal.....	23
10.6.4. Diagrama de flujo de pan.....	24
11. Análisis y discusión de los resultados	25
11.1. Metodologías para la propuesta de elaboración de harina de nopal (<i>Opuntia ficus-indica</i>).....	25
11.1.3. Análisis de metodologías	30

11.2. Propuesta de guía para análisis fisicoquímico y nutricional de la harina de nopal (<i>Opuntia ficus-indica</i>)	31
11.2.1. Análisis físico – químico	31
11.2.2. Requisitos físicos-químicos para la harina de nopal	31
11.2.3. Importancia nutricional de la harina de nopal (<i>Opuntia ficus-indica</i>)	32
11.2.4. Análisis sensorial de la harina de nopal.	33
11.2.5. Que es la toma y preparación de la muestra.	33
11.2.6. Tipos de materiales para la toma de muestra:	34
11.2.7. Análisis nutricionales	34
11.2.9. Análisis físico.....	46
11.3. Propuesta del manual para la elaboración del pan a base de la harina de nopal	48
Introducción.....	48
Objetivo.....	48
Marco conceptual.....	49
Generalidades del pan	49
Aporte nutricional del pan de nopal.....	49
Beneficio del pan de nopal.....	49
Sustitución parcial de harina de trigo (HT) por harina de nopal (HN) en la producción de pan ..	49
Equipos y materiales	50
Proceso de elaboración del pan	50
Producción de pan.....	52
Flujo grama para la producción de pan.....	52
Formulación de pan con sustitución parcial de harina de trigo con harina de nopal	55
Formulación 2 (90% H.T y 10% (H.N), pan de sal	56
Formulación 3 (80% H.T y 20% (H.N), pan de sal.....	57

Formulación 4 (90% H.T y 10% (H.N), pan de dulce forma de rosca.	58
11.4. Análisis de costo de elaboración de pan con harina de nopal.....	64
11.4.1. Costo para la producción de harina de nopal	64
11.4.2. Balance de material.....	64
11.4.3. Costo de la harina de nopal (<i>Opuntia ficus-indica</i>)	65
11.4.4. Costos para la producción de pan tipo molde (90%HT y 10%HN)	65
11.4.5. Análisis.....	67
11.4.6. Comparación entre el pan comercial y pan de nopal (90%HT y 10%HN).....	68
12. Impacto (Técnicos, sociales, ambientales o económicos).....	69
12.1. Impactos técnicos	69
12.2. Impactos ambientales.....	69
12.3. Impactos económicos.....	69
12.4. Impactos sociales.....	69
13. Presupuesto	70
13.1. Presupuesto del trabajo de investigación.....	71
14. Conclusiones y recomendaciones	72
14.1. Conclusiones	72
14.2. Recomendaciones	73
15. Referencias bibliográficas	74
16. Anexos.....	80
Anexo 1. Aval de traducción.....	80
Anexo 2 Lugar de ejecución	81
Anexo 3. Datos informativos del tutor académico.....	82
Anexo 4 Datos informativos del estudiante	83
Anexo 5 Datos informativos del estudiante	84

Anexo 6 Norma Técnica Ecuatoriana INEN para Pan.....	85
Anexo 7 Norma Técnica Peruana Harina de Nopal (2945, 2016).....	89

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos	4
Cuadro 2. Cuadro taxonómico del nopal (<i>Opuntia ficus-indica</i>).....	6
Cuadro 3. Usos del nopal	10
Cuadro 4. Comparación de las metodologías para la obtención de harina de nopal	28
Cuadro 5. Comparación harina de trigo y harina de nopal (<i>Cladodios</i>).....	31
Cuadro 6. Características de la harina de nopal	33
Cuadro 7. Tabla de sustitución de harinas	53
Cuadro 8. Tabla de comparación de panes	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características físicas del nopal (<i>Opuntia ficus-indica</i>).....	7
Tabla 2. Composición química del nopal (<i>Opuntia ficus-indica</i>).....	8
Tabla 3. Determinación del costo de la harina.....	65
Tabla 4. Costo de materia prima directa para la elaboración de pan tipo molde (90% HT y 10%HN).....	65
Tabla 5. Costo del material para pan tipo molde (90% HT y 10%HN)	66
Tabla 6. Mano de obra.....	66
Tabla 7. Tabla de costo indirecto de fabricación	66
Tabla 8. Depreciación de materiales.....	67

ÍNDICE DE IMAGEN

Imagen 1. Partes del nopal (<i>Opuntia ficus-indica</i>).....	6
---	---

ÍNDICE DE FLUJOGRAMAS

Flujograma 1. Producción de harina de nopal.....	23
Flujograma 2. Elaboración de pan	24
Flujograma 3. Rendimiento del nopal	64

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Harina de nopal “Berigüete”	25
Ilustración 2. Harina de nopal “Castillo”	26
Ilustración 3. Harina de nopal “Villareal”	27

1. Información general

Título

“Sustitución parcial de la harina de trigo por harina de nopal (*Opuntia ficus-indica*) en la elaboración de pan”

Fecha de inicio: Septiembre 2019

Fecha de finalización: Septiembre 2020

País: Ecuador (Anexo 2)

Zona: 3

Provincia: Cotopaxi

Cantón: Latacunga

Parroquia: Eloy Alfaro

Barrio: Salache Bajo (Universidad Técnica de Cotopaxi)

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi

Lugar: Planta de la Carrera Agroindustria de la Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera: Agroindustria

Nombre del equipo de investigación

Tutor de Titulación: Ing. Mg. Zambrano Ochoa Zoila Eliana (Anexo 3)

Estudiantes:

Cando Chasiloa Karolina Elizabeth (Anexo 4)

Gallardo Guanoquiza Luis Miguel (Anexo 5)

Área de Conocimiento

Área: Ingeniería, industria y construcción

Subárea: Industria y producción

Línea de investigación

Línea: Desarrollo y seguridad alimentaria

Sublínea: Desarrollo de nuevos productos agroindustriales e ingredientes bioactivos para uso alimentario.

2. Justificación del proyecto

El trabajo de investigación de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de nopal (*Opuntia ficus-indica*) en la elaboración de pan, surge de la necesidad de aprovechar las hojas de nopal (cladodios) para darle valor agregado a esta planta y así mejorar la nutrición de las personas con productos innovadores, sabiendo que el nopal en su composición posee un alto contenido de fibra dietética soluble e insoluble, proteína y calcio.

Según la investigación de Sacatoro (2017) indica que “Las provincias con mayor producción en el país se encuentra en Azuay, Tungurahua, Loja, Imbabura, Pichincha, Carchi, Cotopaxi y Chimborazo” reflejando que estas áreas tienen los sembríos únicamente para darle valor agregado al fruto y la planta para la alimentación de los animales.

Con los beneficios que brinda la planta de nopal y al no estar investigado hace que surja la idea de crear un producto innovador como es el pan y que en su formulación lleve harina de nopal para mejorar la alimentación de las personas, tomando en cuenta sus características físicas y sensoriales, ya que tienen que ser del agrado de los consumidores.

3. Beneficiarios del proyecto

3.1. Beneficiarios directos

Para el aprovechamiento del nopal las partes beneficiarias directas son las personas que producen esta planta. De acuerdo con los datos existentes en el MAGAP, existen agricultores en Cotopaxi en la Parroquia Eloy Alfaro, puesto que son los únicos beneficiarios que aspiran a desarrollar este cultivo con mayor porcentaje, porque pueden mejorar las condiciones de vida de los agricultores.

3.2. Beneficiarios indirectos

La provincia de Cotopaxi cuenta con aproximadamente 409205 habitantes, de los cuales 198620 son hombres y 220560 son mujeres, entre ellos tendrán una alternativa para mejorar su alimentación, consumiendo productos desarrollados con el nopal (cladodios), como también a este grupo de beneficiarios indirectos se incluyen las personas que tengan interés en comercializar nuevos productos.

4. El problema de investigación

La planta de nopal en el Ecuador ha pasado inadvertida por esta razón es que las personas únicamente aprovechan su fruto (tuna), dejando de lado la industrialización del nopal (cladodios) y el aprovechamiento de los beneficios que esta planta posee, se puede decir que por varios

factores tales como el desconocimiento o la falta de interés en esta planta han sido una de las causas principales de no poder aprovechar este tipo de planta que nos brinda la naturaleza.

En la investigación de (Sacaroto, 2017) manifiesta que en la provincia de Cotopaxi, solo se usa la parte del fruto del nopal, las demás partes de la planta no se ha dado uso alguno solo se utiliza como forrajes para la alimentación animal sin interés de investigar los componentes y de dar usos agroindustriales que se pueden dar a esta especie (p, 22).

Debido a la falta de investigaciones acerca de la planta de nopal se presenta como problema la forma de poder industrializar para aumentar el tiempo de vida útil y dar un valor agregado al nopal (cladodios), ya que en el mercado del Ecuador no existen productos o subproductos elaborados con esta planta.

5. Objetivos

5.1. Objetivo General

- ✓ Realizar una investigación bibliográfica del mejor porcentaje de sustitución parcial de harina de trigo por harina de nopal (*Opuntia ficus-indica*) en la elaboración de pan.

5.2. Objetivos Específicos

- ✓ Identificar el mejor método para la obtención de la harina de nopal (*Opuntia ficus-indica*) en base a una revisión bibliográfica.
- ✓ Realizar una guía de análisis fisicoquímico y nutricional de la harina de nopal (*Opuntia ficus-indica*).
- ✓ Establecer un manual para la elaboración de pan con diferentes porcentajes de harina de trigo por harina de nopal (*Opuntia ficus-indica*).
- ✓ Realizar un análisis de costo de elaboración de pan con harina de nopal (*Opuntia ficus-indica*).

6. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

Cuadro 1

Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

Objetivo	Actividad	Resultado esperado de la actividad	Medios de verificación
Identificar el mejor método para la obtención de la harina de nopal en base a la documentación bibliográfica.	Revisión bibliográfica, de métodos de deshidratación para harina de nopal.	Diagrama de flujo de la producción de harina de nopal. Tabla de los beneficios que aporta la harina de nopal	Cinco métodos de obtención de harina de nopal cuadro N.º 4
Realizar una guía de análisis físico-químico y nutricional de la harina de nopal.	Recopilación de información acerca de los diferentes tipos de análisis que se realiza en la harina.	Guía de los principales análisis físicos-químicos que se realizan a las harinas.	Propuesta de guía de análisis fisicoquímico y nutricional de la harina de nopal en el punto 11.2.
Establecer un manual para la elaboración de pan con diferentes porcentajes de harina de trigo por harina de nopal.	Revisión y recopilación bibliográfica, de porcentajes de sustitución entre harinas.	Manual que identifique porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de nopal en la elaboración de pan.	Manual para la elaboración de pan con diferentes porcentajes de harina de trigo por harina de nopal establecido en el punto 11.3.
Realizar un análisis de costo de elaboración de pan con harina de nopal.	Determinación de costo para la elaboración de pan.	Identificar el posible costo de producción que pueda tener la elaboración de pan con harina de nopal.	Análisis de costos de producción se detalla en el punto 11.4.

Elaborado por: Cando y Gallardo (2020)

7. Fundamentación científica técnica.

7.1. Antecedentes

Con relación al tema sustitución parcial de la harina de trigo por harina de nopal (*Opuntia ficus-indica*) en la elaboración de pan como alternativa de un nuevo producto para el aprovechamiento de esta especie se pudo encontrar la siguiente información acorde al tema de los siguientes investigadores:

Según Villarreal (2005) de la Universidad Autónoma Agraria Narro con el tema de “*Evaluación de mezclas de harina de nopal natural y harina integral de trigo para la elaboración de pan con bajo contenido calórico*” en su investigación muestra que los resultado de las mantecadas elaboradas con el nopal, mantequilla, miel y nuez presentan un bajo contenido calórico y grasa, presentando un incremento en proteínas, minerales y fibras, lo cual cumple con los requerimientos diarios para una sana alimentación.

Según Sandoval et al. (2008) en su artículo con el tema de “*Elaboración de un producto de panificación utilizando harina de nopal viejo o pie de cría (Opuntia ficus-indica)*” realizado en el departamento de bioquímica-alimentos en su investigación realizada da como resultado que el desarrollo de producto de panificación a base de cría de nopal o nopal viejo es recomendable porque, por un lado es una manera de aprovechar un producto que de otra forma aceptable por el paladar de la mayoría de las personas de incorporar una cantidad adecuada de fibra a su dieta diaria.

Según Beriguete et al. (2012) en su investigación titulada “*Harina de nopal (Opuntia ficus) aplicada en la elaboración de productos de panificación*” en el artículo de la revista del Instituto de innovación en biotecnología e industria da como resultados satisfactorios desde el punto de vista de proceso de elaboración y valor nutricional; mostrando diferencias significativas en los componentes de calcio, cuyo parámetro mejoró al mezclar harina de trigo con nopal. Un aspecto interesante a considerar es la disponibilidad de la harina elaborada con esta cactácea producida en el país, la reducción de precio y la posibilidad de generación de empleos y ahorro de divisas.

Según el autor Viera (2016) en su investigación titulado “*Elaboración de un panque con harina de avena, trigo y nopal utilizando un diseño de mezcla para la formulación.*” realizada en la Universidad Autónoma de San Luis Potos nos expone que a través del diseño de mezclas se pueden obtener formulaciones adecuadas para la creación, mejora o innovación de productos que aporten beneficios a los consumidores finales.

Según Alpala (2016) en su investigación titulada la “*Obtención de la harina utilizando la hoja de castilla (Opuntia ficus-indica) y su aplicación en repostería, Riobamba 2015*” realizada en la Universidad Técnica de Chimborazo la investigación realizada muestra como resultado que la inclusión de la harina de nopal en la elaboración de galletas y alfajores tuvo una excelente respuesta al momento de incorporarla con el resto de ingredientes obteniendo una masa con un buen aspecto de color característico verde opaco, un sabor agradable y un olor herbáceo, que al momento de su cocción realza este atributo siendo bien aceptados por los degustadores.

Según González et al. (2019) en su investigación titulada “*Calidad microbiológica del pan de caja adicionadas con harinas no convencionales (Jamaica y nopal)*” realizada en la Universidad de la Cañada en su investigación realizada como resultado que la

incorporación del 3% de harinas no convencionales (Jamaica y nopal) presentó un efecto positivo con la inhibición del crecimiento microbiano.

7.2. Fundamentación Teórica

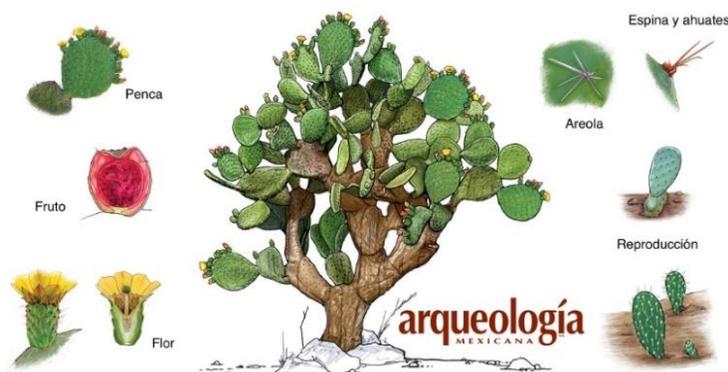
7.2.1. Origen, distribución y taxonomía de los nopales

Según (Gongora, 2016) en su investigación da a conocer que:

Los nopales son originarios de América tropical y subtropical, hoy en día se encuentra en forma silvestre o cultivada, distribuidos en todo el continente americano, cubriendo una gran variedad de condiciones agroclimáticas. Además, se han difundido a África, Asia, Europa y Oceanía, donde también se cultiva o se encuentra en forma silvestre. La taxonomía de los nopales se describe en la imagen 1. (p.5)

Imagen 1

Partes del nopal (Opuntia ficus-indica)



Fuente tomada de: (Ríos, 2009)

Cuadro 2

Cuadro taxonómico del nopal (Opuntia ficus-indica)

Reino	Vegetales
Subreino	<i>Embryophita</i>
División	<i>Angiospermae</i>
Clase	<i>Dicotledonea</i>
Subclase	<i>Dialípetalas</i>
Orden	<i>Opuntiales</i>

Familia	<i>Cactácea</i>
Subfamilia	<i>Opuntioideae</i>
Tribu	<i>Opuntiae</i>
Géneros	<i>Opuntia</i> y <i>Nopalea</i>

Fuente: (Chávez, 2012)

7.2.2. Características generales del nopal (*Opuntia ficus-indica*)

Según (Góngora, 2016) en su investigación manifiesta que “El nopal es una de las plantas con gran capacidad de adaptación al medio, esta adaptación la efectúa mediante modificaciones morfológicas, las cuales tiene relación con la conformación de varios de sus órganos”. (p, 7)

También hace referencia que las plantas de esta variedad como es la de *Opuntia* es una planta grande que puede alcanzar los 5 metros de altura, poseen tallos o cladodios suculentos y articulados, comúnmente llamados pencas, que presentan forma de raqueta ovoide o alongada de 60-70 cm de longitud, y además se dan en climas semiáridos ya que al pasar el tiempo han ido desarrollando mecanismo de resistencia a la sequía. (p, 7)

7.2.3. Composición física y química del nopal (*Opuntia ficus-indica*)

7.2.3.1. Composición física

Según (Díaz, et al., 2015) en su análisis hace referencia que en la composición física:

Existe diferencia altamente significativa en las características físicas: peso, longitud, anchura, grosos, número total de hojas y firmeza de los nopales entre las clases o los grupos de productores y salvo en el grosor apical, además, todas las variables físicas son significativas diferentes ($p < 0.05$) entre las clases.

Tabla 1

*Características físicas del nopal (*Opuntia ficus-indica*)*

Variable	Medida	Clase
Peso(g)	163,04 a	Nacional
	125,35 b	Exportación
Longitud (cm)	23,86 a	Nacional
	21,66 b	Exportación
Grosor apical (mm)	5,30 a	Nacional
	4,50 b	Exportación
Grosor basal (mm)	13,49 a	Nacional
	12,73 b	Exportación
Firmeza (Newton)	36,03 a	Nacional

	34,86 b	Exportación
Hojas (número)	95,14 b	Nacional
	130,40 a	Exportación

Las medidas de cada variable con letra diferente entre clases son estadísticamente diferentes($p \leq 0.05$): n:98 nacional y 100 exportación

Fuente: Características físicas y químicas de nopal verdura (*Opuntia ficus-indica*) para exportación y consumo nacional (Díaz, et al.,2015)

7.2.3.2. Composición química.

Según (Díaz, et al.,2015) manifiesta acerca de la composición química de los nopales porque nos dice que: Existen diferencia altamente significativa en las variables de composición química entre las clases de nopal, salvo en el contenido de mucílago; entre los grupos de productos también son significativa ($p < 0,01$) para el contenido de humedad y de carotenoides.

Tabla 2

Composición química del nopal (Opuntia ficus-indica)

Variable	Medida	Clase
Humedad (%)	94,84 a	Nacional
	94,56 b	Exportación
Acidez (%)	1,11 a	Nacional
	0,99 b	Exportación
Mucílago (%)	4,50 a	Nacional
	4,73 a	Exportación
Clorofila (mg 100g-1)	8,50 b	Nacional
	8,96 a	Exportación
Carotenoides (mmol g-1)	1,63 b	Nacional
	1,75 a	Exportación

Las medidas de cada variable con la letra distinta son estadísticamente diferentes($p \leq 0.05$): n: 98 para consumo nacional y 100 para exportación

Fuente: Características físicas y químicas de nopal verdura (*Opuntia ficus-indica*) para exportación y consumo nacional (Díaz, et al.,2015)

7.2.4. Componentes nutricionales del nopal (Opuntia ficus-indica)

7.2.4.1. Aspectos nutricionales

Según (Inglese et al.,2018) en su análisis pone en consideración que “La composición nutritiva de las tunas y cladodios depende de muchos factores; especie, variedad, factores

ambientales tales como condiciones edáficas, manejo del cultivo incluyendo fertilización y manejo postcosecha, así como madurez” (p.156)

Según (Muñoz, 2010 p.15) manifiesta que:

Los componentes nutricionales del cladodio de tuna (*Opuntia ficus indica*) en materia seca son: 18,72% de proteína, 13,09% de ceniza (minerales), 2,66% de extracto etéreo y 65,53% de fibra cruda total e hidratos de carbono de los cuales el mucilago (carbohidrato) del cladodio es un recurso potencial de fibra dietaria, ofreciendo nuevas alternativas de añadir propiedades funcionales a los alimentos (p.15).

7.2.5. Beneficios del nopal (*Opuntia ficus-indica*)

7.2.5.1. Obesidad.

Según (Sacatoro, 2017) en su investigación da a conocer que:

El nopal contiene 17 aminoácidos de los cuales ocho son esenciales, proveen de mayor energía y ayudan al cuerpo a bajar el nivel de azúcar en la sangre, disminuye la fatiga y el apetito, a la vez que provee de nutrientes, las fibras insolubles que contiene crean una sensación de saciedad y ayudan a una buena digestión, absorbe agua y acelera el paso de los alimentos por el tracto digestivo impidiendo o retrasando la absorción de azúcares; las proteínas vegetales promueven la movilización de líquidos en el torrente sanguíneo disminuyéndose la celulitis y la retención de fluidos (p. 13)

7.2.5.2. Colesterol.

Como expresa (Sacaroto, 2017) en su averiguación “Los aminoácidos, la fibra y el niacina previene que el exceso de azúcar en la sangre se convierta en grasa; por otro lado, metaboliza la grasa y los ácidos grasos reduciendo así los niveles de colesterol”.

7.2.5.3. Padecimientos gastrointestinales.

La fibra y los mucílagos (la baba) controlan la producción en exceso de ácidos gástricos y protegen la mucosa gastrointestinal, contribuye a una buena digestión evitando problemas de estreñimiento” (Sacaroto, 2017)

7.2.5.4. Digestión.

Según (Sacaroto, 2017) manifiesta que “El nopal contiene vitamina A, complejo B, minerales: calcio, magnesio, sodio, potasio, hierro y fibra en lignina, celulosa, hemicelulosa, pectina y mucílagos que en conjunto con los 17 aminoácidos ayudan a eliminar toxinas”.

7.2.5.5. Limpieza del Colon.

Como lo pone a considerar (Sacaroto, 2017) en su investigación:

Las fibras dietéticas insolubles del nopal, conocidas como pajas o forraje, absorben agua y aceleran el paso de los alimentos por el tracto digestivo y contribuye a regular el movimiento intestinal, además ayudan a diluir la concentración de cancerígenos que pudieran estar presentes en el colon.

7.2.6. Usos alimentarios de nopal

“El nopal (*Opuntia ficus-indica*) es una fruta multipropósito de la cual se puede derivar un amplio rango de productos y subproductos ya que presentan numerosas alternativas para el proceso de tunas y nopalitos” como se lo que puede observar en el cuadro 3 (Inglese, et al., 2018, p. 140)

Cuadro 3

Usos del nopal

Producto	Usos del nopal y sus derivados
Pulpa del nopal (tuna cladodio)	Producción de medidas alcohólicas y no alcohólicas
Jugo de nopal y cladodios	Elaboración de jaleas y mermeladas
Productos de cladodios deshidratados	Los cladodios no son deshidratados para consumo directo sino transformación en polvo.
Productos congelados	Puede ser elaborado directamente para la conservación de la pulpa o elaboración de helados.

Fuente: Proceso y utilización de frutos, cladodios y semillas (Inglese, et al, p. 140)

7.2.7. Deshidratación

Según (Marín B et al., 2006) en su investigación manifiesta que “Los alimentos deshidratados deben en lo posible rehidratarse lo más rápido posible y mostrar las mismas características estructurales y química del alimento fresco, como también sus propiedades nutricionales y sensoriales”.

7.2.8. Técnicas de deshidratación de los alimentos.

7.2.8.1. Deshidratación al aire libre.

“Esta técnica tiene limitación porque se la puede realizar en regiones templadas o cálidas donde el viento y la humedad del aire son adecuadas” (Alpala, 2015)

7.2.8.2. Deshidratación por aire.

De acuerdo con (Alpala, en 2015) da a conocer “Para que pueda llevarse a cabo de forma directa, es necesario que la presión de vapor de agua en el aire que rodea el producto a deshidratar, sea significativamente inferior que su presión saturada a la temperatura de trabajo”

Puede realizarse de dos formas: por partidas o de forma continua, constando el equipo de: túneles, desecadores de bandeja u horno, desecadores de tambor o giratorios y desecadores neumáticos de cinta acanalada, giratorios, de cascada, torre, espiral, lecho fluidificado, de tolva y de cinta o banda (p.10).

7.2.8.3. Deshidratación por rocío.

Según (Alpala, 2015) en su investigación manifiesta que “Los sistemas de deshidratación por rocío requieren la instalación de un ventilador de potencia apropiada, así como un sistema de calentamiento de aire, un atomizador, una cámara de desecación y los medios necesarios para retirar el producto seco”.

7.2.8.4. Deshidratación por congelación.

(Alpala, 2015) en su investigación explica que la deshidratación por congelación:

Consiste en la eliminación de agua mediante evaporación directa desde el hielo y esto se consigue manteniendo la temperatura y la presión por debajo de las condiciones del punto triple (punto en el que pueden coexistir los tres estados físicos, tomando el del agua un valor de 0,0098°C)

7.2.8.5. Deshidratación natural

Según (Burbano, 2015) pone en consideración “La deshidratación natural es el proceso utilizado por tiempos milenarios, este es en base del uso del fuego, este es un proceso copiado de la naturaleza”

7.2.8.6. Deshidratación con aire caliente

(Burbano, 2015) trata sobre la deshidratación con aire caliente por lo que dice:

Este tipo de deshidratación utiliza hornos de generación de aire caliente, dentro de los cuales se deposita la fruta, a diferente temperatura y por diferentes lapsos de tiempo, para que, por medio de la circulación del aire dentro del mismo de abajo hacia arriba, la fruta se vaya secando de manera uniforme y progresiva, hasta tener los porcentajes de deshidratación deseados (p15).

7.2.8.7. Deshidratación por sistema de reflectores

Según (Torres et al., 2016) “La deshidratación se realiza en un secador solar con sistema de reflectores de tipo indirecto, cien por ciento por convección. Y lo fundamental es registrar temperatura y tomar el tiempo”.

7.2.9. Que es harina

Producto que se obtiene de la molienda de los granos de trigo. Puede o no tener aditivos alimentarios.

7.2.10. Tipos de harinas

La (Norma Técnica Ecuatoriana, INEN 616, 2015) en su normativa da a conocer los diferentes tipos y clasificación de harinas como son:

7.2.10.1. Fortificación o enriquecimiento.

Adición de uno o más micronutrientes a un alimento, tanto si esta como si no está contenido normalmente en el alimento, con el fin de prevenir o corregir una deficiencia demostrada de uno o más nutrientes en la población o en un grupo específicos de la población.

7.2.10.2. Harina fortificada.

Harina de trigo a la que se ha adicionado vitaminas, sales minerales u otros micronutrientes.

7.2.10.3. Harina integral.

Harina elaborada a partir de granos de trigo que conserva el salvado y el germen.

7.2.11. Requisito para la harina

La harina debe de cumplir los siguientes requisitos:

- a) Estar exenta de cualquier peligro físico, químico o biológico que afecte la inocuidad del producto
- b) Tener un olor y sabor característico al de la materia prima.

Clasificación:

La harina se clasifica de acuerdo a su uso en:

- ❖ Harina para panificación
- ❖ Harina para pastificios
- ❖ Harina para pastelería y galletería
- ❖ Harina autoleudante

❖ Harina para todo uso

7.2.12. Pan, producción y consumo.

Según (Ayón Wu, 2017) manifiesta que:

El pan es un producto de gran técnica en su elaboración y puede incorporar una amplia variedad de componentes tales como harina, agua, levadura, sal, azúcar, grasa, emulsificantes, leche, mejorantes, entre otros. Un buen pan debe tener una corteza crujiente, de miga de color blanco cremoso, de olor apetitoso, sabroso y con buena conservación. Las materias primas que se utilizan tienen una gran influencia en las variaciones de estas características (p. 2)

7.2.12.1. Tipos de panes

Según (Mesa & Alegre, 2002) en su investigación manifiestan que existen diferentes tipos de panes como pan común o blanco, pan especial, pan integral, pan de viena o pan francés, pan de molde o americano y pan de cereales:

Pan común o blanco: Se define como el de consumo habitual en el día, elaborado con harina de trigo, sal, levadura y agua, al que se le pueden añadir ciertos coadyuvantes tecnológicos y aditivos autorizados.

Pan especial: Es aquel que, por su composición por incorporar algún aditivo o coadyuvante especial por el tipo de harina, por otros ingredientes especiales (leche, huevos, grasas, cacao, etc.), por no llevar sal, por no haber sido fermentado, o por cualquier otra circunstancia autorizada, no corresponde a la definición básica de pan común (p. 308).

Pan integral: Es aquel en cuya elaboración se utiliza harina integral es decir obtenida por trituration del grano completo, sin separar ninguna parte del mismo.

Pan de viena o pan francés: Es el pan de flama que entre sus ingredientes incluye azúcares, leche o ambos a la vez.

Pan de molde o americano: Es el pan de corteza blanda en cuya cocción se emplean moldes.

Pan de cereales: Es el elaborado con harina de trigo más otra harina en proporción no inferior al 51%. Recibe el nombre de este último cereal. Ejemplo: pan de centeno, pan de maíz, etc.

8. Glosario de términos

- ✓ **Análisis de alimentos:** Es la herramienta para evitar la infección o intoxicación alimentaria.
- ✓ **Cactáceo:** Es una planta dicotiledónea de tallos carnosos, en forma de bola. De paleta o primaticos, sin hojas, pero cubiertos de espina; flores solitarias, llamativas por su forma y vivos colores.
- ✓ **Cladodio:** Los cladodios o también conocido como pencas, son tallos u hojas arbustivas de la planta de nopal.
- ✓ **Deshidratador:** Son aparatos sencillos con forma de horno que funciona con un ventilador o más, termostato y en los modelos más avanzados, temporizador.
- ✓ **Diabetes:** Es una enfermedad en la que los niveles de glucosa (azúcar) de la sangre están muy alta.
- ✓ **Fermento:** Cuerpo orgánico que, puesto en contacto con otro, lo hace fermentar o le precipita la fermentación.
- ✓ **Fibra:** La fibra alimentaria es un nutriente fundamental de la alimentación por su participación en funciones reguladoras de distintos órganos y sistema.
- ✓ **Fisicoquímico:** Se denomina así a la parte química que estudia las propiedades físicas y estructurales de la materia.
- ✓ **Formulación:** Es una mezcla o combinación de todos los ingredientes para elaborar un nuevo tipo de producción alimenticio.
- ✓ **Harina:** Se define a la harina como un producto finamente triturado obtenido de la molturación del grano del trigo, o mezcla del trigo blando y trigo duro, maduro, sano y seco e industrialmente limpio.
- ✓ **Homogénea:** Mezcla que se puede diferenciarse a simple vista.
- ✓ **Microbiológico:** Microorganismo o seres no visibles al ojo humano
- ✓ **Molienda:** Proceso mediante el cual se reduce el tamaño de la muestra al tamaño que se desea.
- ✓ **Nopal:** Planta cactácea que tiene tallos carnosos formados por una serie de palas ovaladas y erizadas de espinas.

- ✓ **Nutrientes:** Se conoce como un elemento obtenido a partir de los alimentos, sin fin es aportar nutrientes y micronutrientes al organismo que deben ser aprovechados de una forma correcta.
- ✓ **Sensorial:** Es el análisis que se realiza a los alimentos para conocer sus propiedades organolépticas, por medio de los sentidos.
- ✓ **Pan:** Productos poroso obtenido de la cocción de una masa preparada con una mezcla esencialmente compuesto de harina de trigo, levadura, agua y sal, la cual puede contener grasa animal o vegetal.
- ✓ **Panificación:** Es usualmente aplicado a alimentos que estén hechos a base de harina y cereales ejemplo trigo, maíz, etc. Estos productos son beneficiosos para este negocio ya que tienen una larga vida y más cuando ya se han horneado.
- ✓ **Proceso:** Se considera como proceso a una cadena, una secuencia o industrializa para producir algo nuevo.
- ✓ **Productividad:** Capacidad de producir por unidad de trabajo o industrializa para producir algo nuevo.
- ✓ **Sustitución:** Es reemplazar cualquier materia prima, compuesto por otro para poder mejorar el producto.
- ✓ **Tamizado:** Proceso mecánico físico por el cual las partículas sólidas de diferentes tamaños se separan al pasar a través de un tamiz.
- ✓ **Trozado:** Consiste en cortar en partes pequeñas para facilitar el manejo en el proceso de cualquier materia prima.
- ✓ **Vitaminas:** Compuestos impredecibles para el organismo, que se ingiere de una manera equilibrada y unas dosis esenciales.

9. Preguntas directrices

¿La sustitución parcial de harina de nopal por harina de trigo influye en el rendimiento, calidad nutricional y sensorial del pan elaborado?

Debido a las características de la harina de nopal demuestra que, si influye en la producción del pan, con respecto a sus características sensoriales color, olor, sabor, debido que nos proporciona cualidades propias de la planta de nopal y lo que es su calidad nutricional este tipo de pan proporciona componentes nutricionales como: fibra, calcio y vitaminas.

10. Metodología/ Diseño experimental

10.1. Tipos de investigación

Es un procedimiento científico y sistemático de recopilación de datos, compilación, análisis, interpretación e implicación en relación con cualquier problema de conocimiento.

10.1.1. Investigación documental

Según (Asesoría MSS, 2020) expresa que la investigación documental:

Es la que se realiza, apoyándose en fuentes de carácter documental, esto es, en documentos de cualquier especie tales como, las obtenidas a través de fuentes bibliográficas, hemerográficas o archivísticas. La investigación documental se basa en fuentes ya elaboradas con anterioridad por otros investigadores o por el propio investigador.

Este tipo de investigación se emplea en todo el trabajo investigativo, puesto que todo el proyecto se basa en investigación bibliográfica.

10.1.2. Investigación predicativa

Según (Ferrer, 2010) manifiesta que la investigación predicativa “Se plantea predecir fenómenos o hechos basándose en datos anteriores y técnicas cuantitativas tales como regresión, múltiple o análisis casuales”.

Se utilizó para poder comparar información tanto de un autor como de diferentes autores relacionados con el mismo tema.

10.1.3. Investigación bibliográfica

Es la revisión bibliográfica de tema para conocer el estado de la cuestión. La búsqueda, recopilación, organización, valoración, crítica e información bibliográfica sobre un tema específico. (Ferrer, 2010)

Es netamente la que influyó en todo el proyecto, ya que se llevó a cabo una recopilación de información necesaria para el cumplimiento del trabajo de investigación.

10.2. Métodos de investigación

10.2.1. Método teórico

Permite la construcción y desarrollo de la teoría científica y en el enfoque general para abordar los problemas de la ciencia. (Hernández Meléndrez, 2006)

Este tipo de método se utilizó para poder tener una idea de lo que queremos hacer en la investigación bibliográfica.

10.2.2. Método científico

Según (Ramos Chagoya, 2018) en su análisis expresa que “El método científico permite obtener conocimientos acerca del comportamiento del objeto de investigación tal y como se da en la realidad, que accede a la información directa o inmediata sobre lo que se está investigando”. Se empleó para poder obtener información acerca de la deshidratación del nopal, análisis de la harina de nopal y de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de nopal.

10.3. Técnicas de la investigación

10.3.1. Acumular las referencias

Según (Matos Ayala, s.f.) “Las referencias incluyen cualquier tipo de documento escrito o audiovisual que será esencial para sustentar la investigación, con la finalidad de obtener mayor información del tema de investigación”.

Aplicaremos esta técnica para una buena descripción de la información.

10.3.2. Seleccionar las referencias

Según (Matos Ayala, s.f.) manifiesta que “Se escogerá el material que respete los estándares de calidad y de actualidad, que será útil para puntos claves de la investigación. Aquí se eliminarán buena parte de ellas, quedando sólo las que se emplearán específicamente en el trabajo”.

En las técnicas de investigación se utilizó para seleccionar la información que tenga mayor relevancia al trabajo de investigación.

10.4. Instrumentos de investigación

10.4.1. Fichas de contenido

Según (Castillo, s.f.) la ficha de contenido (o de trabajo) “Es uno de los instrumentos de investigación documental más usados. Estas permiten conservar los datos que se van obteniendo de una manera organizada y visible”.

10.4.2. Fichas bibliográficas

Según (Castillo, s.f.) “Los instrumentos de investigación documental es la ficha bibliográfica. Esta contiene los datos bibliográficos de las fuentes documentales”.

10.5. Equipos y Materiales

10.5.1. Materias primas

10.5.1.1. Materias primas para producción de pan

Según (Ludeña Sánchez, 2011) manifiesta que las materias primas para la producción de pan son:

- a) **La harina:** Producto obtenido por la molturación del trigo industrialmente limpio. La calidad de una harina se apreciará en primer lugar por el tacto. El olor debe ser agradable y neutro; el sabor, dulce y un color blanco (grano tierno), o ligeramente amarillo (grano duro).
- b) **Levadura:** Es una masa constituida por microorganismos que actúa como fermento. La levadura de panificación está constituida por células del hongo *Saccharomyces cerevisiae*.
- c) **La sal:** Es el producto constituido de cloruro sódico en condiciones que la hacen apta para el consumo humano.
- d) **El azúcar:** También conocida como sacarosa. Se denomina azúcar a aquella sustancia extraída de la savia de la caña de azúcar, jugo de la remolacha azucarera o de otros vegetales sacarinos. Los azúcares tienen como funciones ser el alimento de la levadura. Mejorar el color del pan, otorgar poder higroscópico y/o retención de humedad.
- e) **Materias grasas:** La materia grasa es el ingrediente enriquecedor más importante de la masa, pues lubrica, suaviza y hace más apetitoso el producto. Las materias grasas pueden ser elaboradas a partir de aceites hidrogenados animales o vegetales, o a partir de grasas animales como manteca de cerdo o grasa de vacuno.
- f) **La leche:** La leche de vaca cruda es un líquido de color blanco amarillento que ha adquirido gran importancia en la alimentación humana. Al hablar de leche se entiende única y exclusivamente la natural de vaca. En la panificación, se considera a la leche como un ingrediente mejorador y enriquecedor del pan.
- g) **El agua:** Sustancia elemental y humectante universal. Es el disolvente y dispersante de las sustancias sólidas que participan de la preparación de la masa.
- h) **Los mejoradores:** Son productos químicos o biológicos que tienen por finalidad corregir algunas posibles fallas de las masas en el proceso, mejorando las características panaderas de la harina.

- i) **El huevo:** El huevo está envuelto por una cascara caliza, de carácter poroso; el huevo de gallina es de color blanco entre amarillo y marrón.

10.5.2. Equipos

10.5.2.1. Equipo para deshidratación

Deshidratador

Según (Wikipedia, s.f.) dice que “Deshidratador es un equipo que elimina la humedad de los alimentos para ayudar a su preservación. El secado de alimentos es un método de preservar frutas, vegetales y carnes que ha sido practicado desde la antigüedad”

10.5.2.2. Equipo para elaboración de pan

Según (Tobias, 2017) la maquinaria y utensilios que se utilizan con mayor frecuencia en la panificación son los siguientes:

- ✓ **Pesadora y divisora:** Sirve para pesar y dividir cada uno de los ingredientes que compone el pan, para que de su mezcla salga un exquisito producto o bien un delicioso pastel.
- ✓ **Amasadora:** Su labor es amasar los ingredientes que dan como resultado la masa del pan. Es el primer paso antes que el pan fermente y se introduzca en el horno, existen amasadoras en diferentes clases.
 - Amasadora de brazo vertical
 - Amasadora de brazos con volcador
 - Amasadora espiral con volcador
- ✓ **Refinadora:** Son máquinas diseñadas para el refinado de la pasta, tanto en panadería como en repostería. Suelen ser o bien de rodillo verticales o bien refinadoras horizontales.
- ✓ **Cámaras de fermentación:** Hay dos tipos de cámara, estáticas o de reposo y tiene como cometido dar a las piezas de masa el reposo necesario para darles formas más tarde.
- ✓ **Horno:** Uno de los elementos más esenciales en cualquier panadería, pastelería o confitería. Existen gran variedad de hornos concebidos para utilidades o fines diferentes, y entre otros muchos podemos encontrar hornos rotativos, de cilindros, eléctricos de piso o de gas.
- ✓ **Batidora:** Batir y entremezclar los ingredientes es su labor y también existen laminadoras para la laminación de las masas.

- ✓ **Mesa de trabajo:** Es metálica de acero inoxidable, tener en cuenta la altura en referencia al trabajador, ya que una mesa baja causaría un dolor de espalda al trabajador, adicionalmente siempre mantenerla limpia con un paño humedecido en agua.

10.5.3. Materiales

10.5.3.1. Materiales utilizados para la producción de pan.

Según (Javier, 2016) los materiales o utensilios que se emplea con mayor frecuencia son los siguientes:

- ✓ **Bol de acero inoxidable:** Para las masas, se utilizan como tapa para las masas.
- ✓ **Rasqueta:** Es vital para quitar la masa pegada de la mesa de trabajo.
- ✓ **Balanza de presión:** Imprescindible para pesar ingredientes con medidas exactas y en pequeñas cantidades.
- ✓ **Rodillo:** Se utiliza para poder estirar la masa.
- ✓ **Cuchillo de pan:** Para poder cortar el pan una vez que ya haiga pasado el proceso de cocción y enfriado.
- ✓ **Brocha:** Se usan para glaseados y bañas en algunos panes y en pastelería.
- ✓ **Tijera:** Se pueden utilizar para hacer cortes especiales y decorar la masa.

10.6. Metodología para la obtención de harina de nopal

10.6.1. Proceso de obtención de harina de nopal (*Opuntia ficus-indica*)

Para el proceso de obtención de harina, en la propuesta se planteando los siguientes pasos a seguir para su producción:

Recepción de la materia prima: Los cladodios de *Opuntia ficus-indica* se receptorán en la parroquia Eloy Alfaro.

Selección: Se debe verificar que los cladodios estén verdes sin ningún defecto ni contaminación que pueda ser física o química y que se presenten en buenas condiciones que estén libre de plagas, enfermedades y de daños mecánicos.

Despinado: Luego de haber seleccionado, se utilizará lo que son guantes y cuchillo para eliminar las espinas y bordes teniendo en cuenta solo retirar la capa más fina del cladodio para evitar la pérdida de su contenido de fibra.

Lavado: Se lo realizará con mucha agua para eliminar todo tipo de suciedad que está adherida en los cladodios, además se utilizará guantes para evitar cualquier tipo de imprevisto que pueda pasar.

Picado o troceado: Los cladodios se cortará en rebanadas de 2 cm de espesor, lo cual permitirá un secado más rápido. Es importante cuidar el tamaño de las rebanadas para que sea uniforme y homogéneas durante el secado.

Deshidratado: Los cladodios una vez ya rebanado son colocados en tamices y luego llevados al horno deshidratador para ser deshidratados. La duración del secado es aproximadamente de tres horas a una temperatura de 65°C.

Molienda: Una vez deshidratado los cladodios se da paso a la molienda para disminuir las partículas, mediante un molino

Tamizado: Consiste pasar por un tamiz de 212 micras de la molienda para poder obtener la granulometría deseada.

Control de calidad: Los controles de calidad del producto final es verificar la ausencia de partículas extrañas o de tamaño no deseado de la apertura del tamiz.

Se realizará los análisis físico-químicos de la harina de nopal de acuerdo a la Norma INEN 616 (2015) del Ecuador para harinas.

Empacado: Se empacará en fundas de polietileno con fines de garantizar que no pase luz al producto ni adquiera humedad.

Almacenado: El almacenado se realizará en condiciones adecuadas para que no existan ningún tipo de contaminación.

10.6.2. Proceso de elaboración de pan

(Mesas & Alegre, 2002) manifiesta que las características propias de cada técnica de elaboración y de cada tipo de pan, el proceso de elaboración consta de algunas etapas:

Pesado: Es lo primero que se debe tener en cuenta para un buen producto.

Amasado: Su objetivo es lograr una mezcla homogénea de todos los ingredientes y conseguir, por medio del trabajo físico del amasado, la característica de elasticidad de la masa, así como su perfecta oxigenación.

Corte y pesado: Su objetivo es dar a las piezas el peso justo. Si se trata de piezas grandes se suelen pesar a mano. Si se trata de piezas pequeñas se puede utilizar una divisora hidráulica, pesando a mano un fragmento de masa múltiplo del número de piezas que da la divisora.

Boleado: Consiste en dar forma de bola al fragmento de masa y su objetivo es reconstruir la estructura de la masa tras la división. Puede realizarse a mano, si la baja producción o el tipo de pan así lo aconsejan.

Reposo: El objetivo del reposo es dejar descansar la masa para que se recupere de la desgasificación (pérdida de oxígeno) sufrida durante la división y boleado.

Formado: Su objetivo es dar la forma que corresponde a cada tipo de pan. Si la pieza es redonda, el resultado del boleado proporciona ya dicha forma. Pero si se desea otra forma de dar a la masa se utiliza un bolillo.

Fermentación: Consiste básicamente en una fermentación alcohólica llevada a cabo por levaduras que transforman los azúcares fermentables en etanol, CO₂ y algunos productos secundarios. En el caso de utilizar levadura de masa se producen en menor medida otras fermentaciones llevadas a cabo por bacterias.

Esta fase suele realizarse en cámaras de fermentación climatizadas a 30°C y 75% de humedad durante 60 a 90 minutos, aunque los tres parámetros pueden variar según las necesidades del panadero.

Corte: Operación intermedia que se hace después de la fermentación, justo en el momento en que el pan va a ser introducido en el horno. Consiste en practicar pequeñas incisiones en la superficie de las piezas. Su objetivo es permitir el desarrollo del pan durante la cocción.

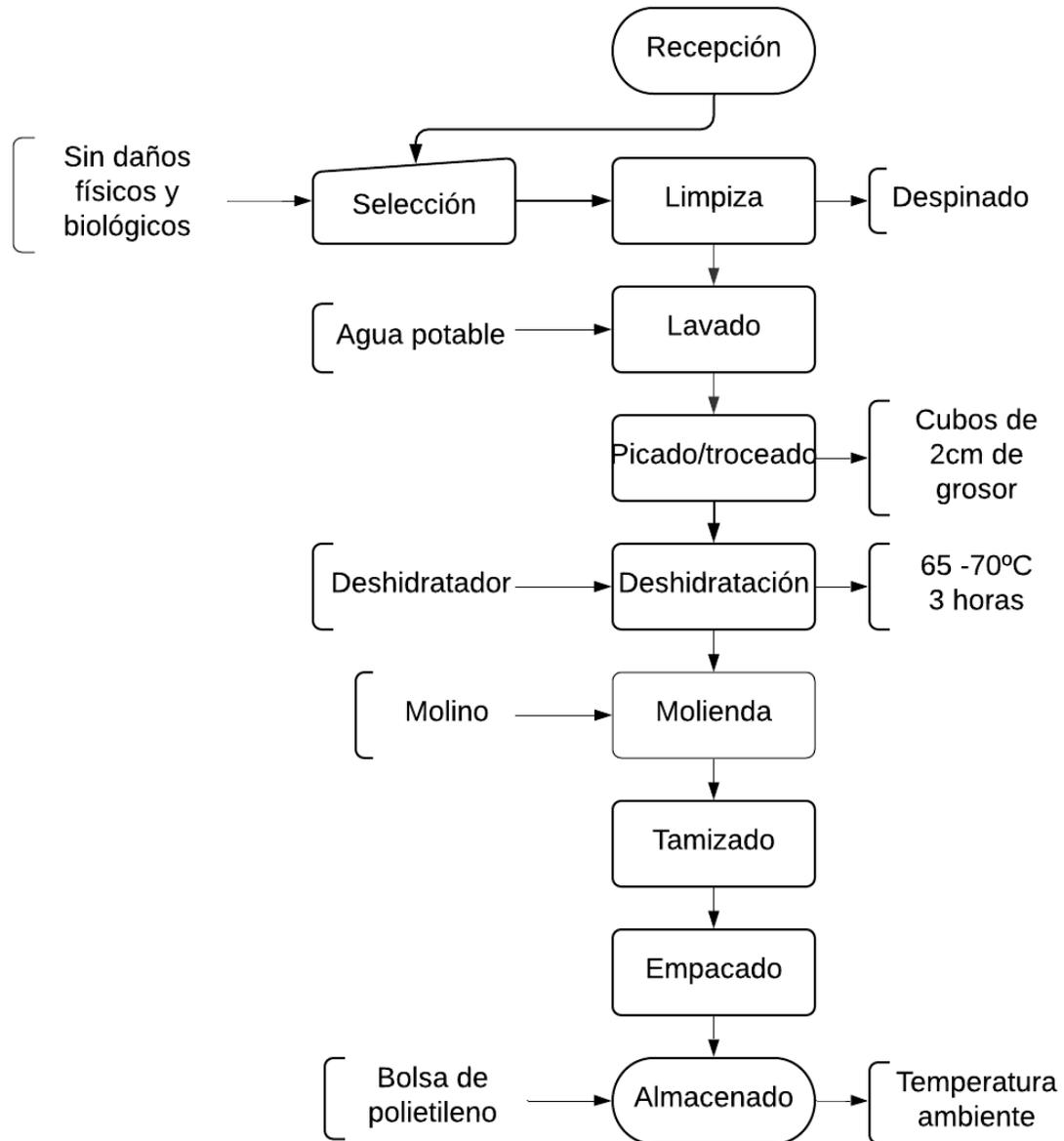
Cocción u horneado: Es la última etapa de la transformación de la masa fermentada en pan, lo que conlleva: evaporación de todo el etanol producido en la fermentación, evaporación de parte del agua contenida en el pan, coagulación de las proteínas, transformación del almidón en dextrinas y azúcares menores y pardeamiento de la corteza. La cocción se realiza en hornos a temperaturas que van desde los 180 a los 260°C, eso dependiendo del tipo de pan que se vaya a hornear, aunque el interior de la masa nunca llega a rebasar los 100°C.

Tras la cocción y enfriamiento el pan está listo para su consumo, aun así, el proceso completo puede que conlleve rebanado y/o empaquetado.

10.6.3. Diagrama de flujo de obtención de harina de nopal

Flujograma 1

Producción de harina de nopal

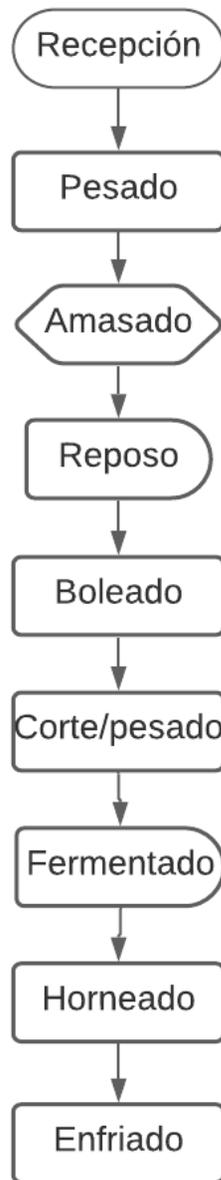


Fuente: Cando y Gallardo, (2020)

10.6.4. Diagrama de flujo de pan

Flujograma 2

Elaboración de pan



Fuente: Cando y Gallardo (2020)

Para una mejor explicación véase en el punto 11.3 (Manual de elaboración del pan) donde se llega a una explicación más detallada acerca de la elaboración del pan

11. Análisis y discusión de los resultados

11.1. Metodologías para la propuesta de elaboración de harina de nopal (*Opuntia ficus-indica*).

11.1.1. Metodologías propuestas

(Berigüete, et, al., 2012) según su investigación “*Harina de Nopal (Opuntia ficus-indica) aplicados en la Elaboración de Productos de Panificación*” da a conocer la metodología que aplicó para la obtención de harina mediante un deshidratador y cladodios tiernos: El procedimiento para la obtención de la harina de nopal consistió en la recolección de los cladodios semi-tiernos, de 15 a 20 días del brote, la selección fue sin daño físico ni biológico, el lavado y el retiro de las espinas se realizó con agua potable comercial y la desinfección consistió en sumergir los cladodios en una solución de cloro 21-50ppm., por 10 minutos y luego fueron enjuagados con abundante agua potable. Para el rebanado se realizó en una rebanadora marca SNF de acero inoxidable, a un grosor de 2cm para lograr partes uniformes y obtener el mínimo tiempo en la deshidratación. El nopal rebanado uniformemente fue colocado en las bandejas y puesto en el deshidratador por tres horas a una temperatura de 65°C, con un control de actividad de agua (Aw) cada 30 minutos, el proceso de molienda se realiza en el molino D6A de martillo utilizando en tamiz con una abertura de 0,30 mm con perforación es redondas en acero inoxidable, el cual fue alimentado con nopal seco con AW 0,4 y se procedió a la molienda para obtener la harina de nopal (p.19).

Ilustración 1

Harina de nopal “Berigüete”



Fuente: Harina de Nopal (*Opuntia ficus-indica*) aplicados en la Elaboración de Productos de Panificación (Berigüete, et, al., 2012)

(Castillo, et, Al.,2013) en su artículo “*Obtención de la harina de nopal y formulación de alfajores de alto contenido en fibra*” hace referencia la metodología de obtención de harina por medio de una estufa por lo que nos pone a consideración: Que se utilizaron nopal maduro de 1 a 3 años de edad, la cosecha y la recolección de tallos, botánicamente llamados cladodios se efectuó a mano, seleccionando nopales de calidad “Extra” y de calibre “E”, según las disposiciones establecidas por el Codex Alimentarius. Los mismos fueron pre-tratados, realizándose un desespinado manual, lavado por aspersión, trozado en bastones de 10 cm de largo por 1 cm de ancho, los que se acondicionaron en bandejas metálicas y secaron en estufa con corriente de aire a una temperatura de 75°C durante 23 horas. Posteriormente se procedió a la molienda y tamizado (mesh 80, tamaño de 177 micrones según Normas A.S.T.M.), envasándose el producto molido en bolsas herméticas (p.23).

Ilustración 2

Harina de nopal “Castillo”



Fuente: Obtención de la harina de nopal y formulación de alfajores de alto contenido en fibra (Castillo, et. Al.,2013, p.23).

Desde el punto de vista de (Medina et al., 2006) en su artículo “*Digestibilidad in siti de dietas con harina de nopal deshidratado conteniendo un preparado de enzimas fibrolíticas exógenas*” da a conocer cómo podemos obtener harina de nopal por medio de la deshidratación por lo que manifiesta que: Se cosecharon cladodios maduros de aproximadamente 2 años de edad. El material fresco se pasó por un molino de martillo; el producto de la molienda se extendió de inmediato sobre una plataforma de cemento, que forma una capa uniforme de aproximadamente 5 cm de espesor, y quedo expuesta a los rayos del sol para su secado; el material fue volteado diariamente, por espacio de 5 a 7 días, hasta que estuvo completamente seco y quebradizo. El nopal deshidratado se sometió a molienda, en una criba de 2 cm para obtener harina, en total 300 kg, la cual se almacenó en bolsa de polietileno para su uso posterior.

(Loubet, 2008) en su tesis “*Biodisponibilidad de calcio presente en harina de nopal (Opuntia ficus-indica) en función a su estado de maduración*” recomienda la metodología por medio de deshidratación para la obtención de harina de nopal por lo que destaca que, se seleccionaron pencas de nopal variedad *Opuntia ficus-indica* en tres diferentes etapas de desarrollo, tomando en cuenta como factor determinante la relación existente entre la etapa de madurez y el peso de la penca, recolectándose pencas con pesos de 200, 400 y 500 g. El nopal se lavó con agua destilada y posteriormente se lo desinfecto con hipoclorito de sodio (4,5 mg/L) durante 30 min, las espinas fueron previamente removidas y cada una de las pencas fueron rebanado procurando que el espesor fuera de 5 mm aproximadamente. Una vez rebanado, se extendieron 2 kg de nopal de manera uniforme en charolas de acero inoxidable. Finalmente se secó el nopal a una temperatura ambiente de 45°C y 10⁻² torr para evitar la degradación térmica de los componentes del mismo. Una vez seco, éste se molió usando un molino casero para café marca Brahun y se almacenó en bolsa de plástico perfectamente sellado a temperatura ambiente, hasta su posterior uso. Según (Villareal, 2005) en su tesis “*Evaluación de mezclas de harina de nopal natural y harina integral de trigo para la elaboración de pan con bajo contenido calórico*” da a conocer su metodología para obtener harina de nopal, el nopal se lavó, se limpió y se eliminaron perfectamente todas las espinas y bordes, se cortó en cubos uniformes de 1cm por lado aproximadamente, los cuales se colocaron en charolas de aluminio y se secaron en una estufa (Maeca Robertshaw) a una temperatura de 55-60°C por 48 horas. Posteriormente el producto seco se molió en un molino (willey), con una abertura de malla de 1mm, para la obtención de la harina.

Ilustración 3

Harina de nopal “Villareal”



Fuente: Evaluación de Mezclas de Harina de Nopal Naturales y Harina Integral de Trigo para la Elaboración de Pan con bajo Contenido Calórico (Villareal, 2005)Comparación de metodologías aplicadas

11.1.2. Comparación de metodologías aplicadas

Cuadro 4

Comparación de las metodologías para la obtención de harina de nopal

Autores	Metodología aplicada	Equipos	Tiempo/Temperatura	Tipo de nopal utilizado	Ventajas	Desventajas
(Berigüete et al., 2012)	Deshidratación	Deshidratador marca TSUNG HSING	3 horas a una temperatura de 65°C	Cladodios semi-tierno, de 15 a 20 días del brote	Deshidratación rápida El nopal tierno muestra un aporte importante en minerales de interés en sólidos y los carbohidratos son los que menos aporta.	La utilización de nopales tiernos tiende a mostrar una textura desagradable a los ojos del catador (presencia de tejidos leñosos)
(Castillo et al., 2013)	Deshidratación	Estufa Molino Tamiz	75°C, 23 horas	La variedad cladodios con un índice de madurez maduros de 1-3 años de edad	Los cladodios maduros brindan un color propio de la materia prima utilizada lo cual hace que se diferencia de otras harinas. Al tacto manual nos brinda una textura suave y adherente	Toma más tiempo la deshidratación. La harina de nopal presenta una apariencia de polvo fino con partículas aglomeradas pequeñas no uniformemente distribuidas a causa del molino y del tamiz. Olor intenso. Ligeramente picante

							a la nariz a vegetal, herbáceo.
(Medina et al., 2006)	Secado		Exposición a los rayos del sol Molino de martillo	Rayos de sol 5 a 7 días a una temperatura ambiente de aprox. 25°C	Cladodios maduros de aproximadamente dos años de edad	Más accesible económicamente.	Necesita de más tiempo. La temperatura nunca será igual. Expuesta a contaminación. No tener una deshidratación equilibrada.
(Alma Loubet, 2008)	Deshidratación		Deshidratador Molino	45°C y 10 ⁻² torr	Tierno Semitierno Maduro	Ahorro de tiempo. Producto de mejor calidad.	Perdida de características sensoriales como olor.
Alma (2005)	Deshidratación	Villareal	Estufa (robrshaw) Molino(wiley) Tamiz malla de 1mm	55 – 60 °C por 48h	Cladodios maduros de 1 año	Tendrá mayor vida útil Fáciles de transportar y de guardar en bodegas	Perdida de características sensoriales como olor.

Fuente: Cando y Gallardo (2020)

11.1.3. Análisis de metodologías

Se puede apreciar en el cuadro N.º 4 una comparación entre las metodologías analizadas donde se puede observar que hay una diferencia muy grande entre las metodologías utilizadas para la producción de harina, y esto se debe a los equipos utilizados como son los deshidratadores, estufas y las metodologías de secado, por lo que se llega a la conclusión que la mejor opción que se puede tomar es por medio de un equipo de deshidratación, ya que con este equipo se puede controlar tiempos y temperaturas por lo que se ahorra tiempo y se puede tener una deshidratación homogénea. Además, con este método se puede controlar la carga microbiana, ya que si realiza un secado natural estos parámetros no pueden ser controlados.

11.2. Propuesta de guía para análisis fisicoquímico y nutricional de la harina de nopal (*Opuntia ficus-indica*)

11.2.1. Análisis físico – químico

Según (Luna, 2020) en su investigación hace referencia que: La producción de las harinas es necesario tener en cuenta que se deben de considerar de manera principal un análisis fisicoquímico ya que estos son los requisitos que deben cumplir las harinas destinadas al consumo humano y al uso en la elaboración de otros productos alimenticios ya que de esta manera se garantiza la inocuidad del producto y subproducto.

(SENA, 2014) Da a conocer la manera en la que se debe de realizar el análisis físico indicando que al “Observar la textura y si el color es normal y el sabor es agradable. También se debe observar con el microscopio la apariencia de los granos de la harina, y si hay presencia de materiales extraños como afrecho o minerales o si está contaminada por insectos o residuos de ellos”.

11.2.2. Requisitos físicos-químicos para la harina de nopal

Para los requisitos de análisis físico químico en la harina de nopal se realizó una tabla de comparación con las normas INEN 616 de la harina de trigo y los análisis de los proyectos ya investigados conjuntamente con la normativa peruana para poder tener noción de las propiedades que el nopal nos aporta como nos indica la cuadro 5.

Cuadro 5

Comparación harina de trigo y harina de nopal (Cladodios)

Autores	Norma INEN Ecuador (Harina de trigo) 616:2015	Norma Técnica Peruana 011.182:2016	Harina de Nopal (<i>Opuntia indica-ficus</i>) aplicada en la Elaboración de Productos de Panificación (Beriguete et al., 2012)	Harina y derivados del nopal (IIBI, s.f.)	Digestibilidad in situ de dietas con harina de nopal deshidratado conteniendo un preparado de enzima fibrolíticas exógenos (Medina Romo et al., 2006)
Requisitos					
Humedad máxima	14,5%	6%	9%		10,1%
Proteína (materia seca mínima)	10%	10%	8.1%	8%	5%

Ceniza (materia seca) máximo	1%	16%	-----	----	17,6%
Acidez (expresado en ácido sulfúrico), máximo	0,2%	---	---	---	---
Gluten húmedo, mínimo	28%	---	---	---	---
Grasa (materia seca) mínimo	2%	1,00%	0,02%	0,02%	1,7%
Tamaño de partículas pasado por un tamiz de 212 micras	95	---	70	---	---
Fibra		48%	----	---	---
Calcio mg		310	80,6%	9%	---
Carbohidratos		18%	58,4%	58%	---
Energía (kcal)	---	----	266,3	266	---

Fuente: Cando y Gallardo (2020)

Como se puede observar en la cuadro 5 se puso a comparación la harina de trigo con la norma INEN 616, la harina de nopal con datos que nos presentaban diferentes proyectos de investigación ya elaborados por lo que llega a presentar características similares tanto físicas como químicas lo cual es muy importante ya que por ser harina debe presentar datos cercanos a los de la normativa ya establecida Considerando los principales parámetros como son humedad, ceniza, grasa , gluten , acidez y poniendo a parecer que la harina de nopal contiene porcentajes en calcio y fibra lo cual son beneficios para la salud de las personas .

11.2.3. Importancia nutricional de la harina de nopal (Opuntia ficus-indica)

(Castillo, et, al., 2013) manifiesta lo siguiente sobre el aporte nutricional de la harina de nopal: La importancia nutricional de la harina de nopal está dada principalmente por su alto contenido de fibra alimentaria. Los resultados de la caracterización de la misma demuestran la viabilidad de la utilización del producto para la elaboración de harinas mezclas trigo-nopal, como ingrediente en la formulación de productos de panificación y fideos. La utilización de harina de nopal es un importante recurso para la formulación de alimentos, representando un ingrediente no tradicional que contribuiría a cubrir las recomendaciones diarias de fibra. Como así también podría ser incorporado en la formulación de productos dietéticos (p.25).

11.2.4. Análisis sensorial de la harina de nopal.

En el cuadro 7 se muestra las características sensoriales que debe de tener la harina de nopal al realizar la producción de la misma.

Cuadro 6

Características sensoriales de la harina de nopal

Características sensoriales de la harina de nopal	
Autores	
(Castillo, 2013)	(Alpala, 2015)
Nopal Maduro Color: Verde pálido Olor: Herbáceo Textura: Suave y adherente Sabor: Herbáceo	Nopal Maduro Color: Verde pardo Olor: Vegetal Textura: Polvo fino y adherente Sabor: Herbáceo

Fuente: Cando y Gallardo (2020)

11.2.5. Que es la toma y preparación de la muestra.

Según la (Organización de las Naciones Unidas Para La Agricultura y Alimentación, 1992) Define que:

Antes de extraer la parte de la muestra que se va a analizar, el analista ha de asegurarse que todos los registros estén en orden, que se haya mantenido la integridad de la muestra, que los recipientes de las muestras estén intactos y que el inspector haya recogido e incluido los adecuados controles de la muestra (que se examinan más adelante) (p31).

(Regional Distrito Capital Sistema de Gestión de la Calidad y Ambiente, 2014), considera que “La muestra que se va a utilizar para análisis debe ser representativa del lote, para que los resultados obtenidos tengan validez. Con este fin tomar porciones de las partes periféricas y centrales de los sacos, mezclar bien y guardar en frasco seco y bien tapado” (p.2).

La preparación de la muestra para análisis significa una disminución cualitativa de la muestra, la reducción en el tamaño de la partícula, así como el proceso de mezclado de las diferentes partes que constituyen la muestra con el fin de obtener una sustancia homogénea.

(Chuqui & Pilatasig s.f.) da a conocer el procedimiento por el método del cuarteo de como tomar la muestra por lo que: Se depositan los gránulos o polvo sobre una gran hoja de papel y se mezcla con una espátula. Se traza una cruz sobre el montón de material apilado y luego se eliminan dos de los segmentos opuestos y se vuelven a introducir en el empaque original, se continúa este

procedimiento hasta que quede una muestra de unos 250 gramos que se transfiere a un frasco de muestra bien sellado. (p.5)

11.2.6. Tipos de materiales para la toma de muestra:

(Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, 1992) da a conocer los diferentes materiales y lo que se debe de hacer para la toma de muestra como es: (p. 31)

- a) **Recipiente estéril (sin abrir).** Si se emplean recipientes estériles, deberá presentarse un recipiente sin abrir, esterilizado en las mismas condiciones que las muestras.
- b) **Recipiente esterilizado (abierto).** Por lo menos un recipiente vacío, esterilizado en las mismas condiciones que las muestras, deberá abrirse y cerrarse en la zona de muestreo y presentarse junto con la muestra.
- c) **Guantes esterilizados desechables.** Si se emplearon guantes esterilizados desechables para manejar el producto muestreado, deberá presentarse un guante no usado en un envase esterilizado.
- d) **Equipo esterilizado de muestreo (sin abrir).** Si se emplearon instrumentos pre-esterilizados de muestreo (cucharas, espátulas, tijeras, cuchillos, etc.), deberá presentarse por lo menos un instrumento de muestreo no abierto de cada tipo.
- e) **Equipo esterilizado de muestreo (abierto).** Deberá presentarse por lo menos un instrumento de muestreo de cada tipo, que haya sido abierto, pero no utilizado en la zona de muestreo, en un envase esterilizado.

11.2.7. Análisis nutricionales

Según (INEN, 2016) en sus normas especifica que la “Sustancia química consumida normalmente como componente de un alimento que proporciona energía, o es necesaria para el crecimiento, desarrollo y mantenimiento de la salud y la vida, o cuya carencia produce cambios químicos y fisiológicos característicos”. (p.3)

11.2.8. Guía práctica para análisis fisicoquímico**UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI****UNIDAD ACADEMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DE RECURSOS NATURALES****CARRERA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL****DOCENTE:****CICLO:****FECHA:****PRACTICA:****TEMA:** Análisis físico químico de la harina**Introducción**

La harina es el resultado del secado y molienda de los granos también llamada polvo que queda reducidas después de un proceso de trituración, a lo cual es necesario realizar un análisis físico químico ya que solo así se podrá identificar ciertas características propias de la harina y se podrá definir si la harina es pura o tiene algún problema en su textura.

Esta guía cuenta con ciertos métodos de análisis que se pueden realizar a la harina como es el gluten, la proteína, la fibra, la ceniza, grasa, humedad, lo cual son importantes saber para así identificar la calidad de la misma por lo que es necesario tener en cuenta el manejo de la muestra y la utilización de los equipos.

Objetivo

Realizar los diferentes análisis físicos químicos propuestos para saber el estado de calidad de la harina.

Materiales y reactivos**Materiales**

- 1 balanza analítica
- 2 bureta automática (10 cm³)
- 1 equipo destilador Kjendahl
- 1 equipo digestor Kjendahl
- 1 frascos de cristal oscuro con tapón de rosca
- 1 matraz volumétrico aforado de 1000 ml
- 2 pipeta de 10 ml

- 3 matraces Erlenmeyer de 250 ml
- Aparato de extracción, tipo Soxhlet u otro similar.
- Cápsulas de porcelana.
- Conos de hule.
- Crisol de filtración.
- Crisol.
- Dedal de Soxhlet de porosidad adecuada.
- Desecador
- Embudo Buchner.
- Equipo de agitación
- Espátula de acero inoxidable.
- Estufa
- Eter de petróleo.
- Guantes de caucho delgado y de superficie lisa.
- Hidróxido de sodio al 40%
- Horno de laboratorio.
- Matraz de bola fondo plano, 600 ml, cuello esmerilado.
- Matraz Kitazato de un litro.
- Mortero de porcelana.
- Muestra de harina
- Mufla.
- Municiones de zinc
- Papel filtro
- Pastillas catalíticas
- Perlas de cristal
- Pincel.
- Pinza, para la cápsula.
- Pizeta de 500 ml.
- Placa de vidrio ligeramente deslustrada.
- Plancha eléctrica de calentamiento.

- Probeta de 100 ml
- Tubos Kjendahl
- Unidad de condensación para el matraz.
- Vaso de precipitación.

Reactivos

- Ácido bórico al 3%
- Ácido clorhídrico al 0.1 N
- Ácido sulfúrico concentrado
- Agua destilada
- Alcohol etílico al 95% (V/V).
- Antiespumante (ej. alcohol octil o silicona).
- Solución 0,001 N de yodo.
- Solución al 2% de NaCl
- Solución de ácido clorhídrico al 1% (V/V).
- Solución de ácido sulfúrico 0.255N.
- Solución de hidróxido de sodio 0,313N, libre de carbonato de sodio.
- Indicador mixto (rojo de metilo + azul de metileno)
- Cloruro de calcio

Metodología

11.2.8.1. Determinación de Proteína

Método: Kjeldahl

Procedimiento

Preparación de soluciones:

Antes de comenzar se deben de tomar en cuenta las medidas de seguridad para el manejo de sustancias corrosivas y ácidas. El NaOH genera una reacción exotérmica por lo que se deben usar guantes aislantes al calor.

Solución de NaOH al 40%. Pesar 400 g de NaOH, colocarlos en un matraz aforado de 1000 ml y adicionar agua destilada hasta el aforo. Una vez preparada la solución. Dejar enfriar y guardar en un frasco con tapón de rosca.

Ácido clorhídrico al 0.1 N. Medir con la ayuda de una pipeta 8,30 ml de HCl aparte. En un matraz volumétrico colocar 100 ml de agua destilada y agregar poco el HCl. Aforar a un litro y guardar la solución en un frasco con tapón de rosca, preferentemente oscuro o color ámbar.

Ácido bórico al 3%. Pesar 30 g de ácido bórico, colocarlo en un matraz volumétrico aforado de 1000 ml y agregar agua destilada hasta aforar. Para una mejor dilución, utilice un termo agitador.

Indicador mixto. Pesar 2 g de rojo de metilo y disolverlos en 1000 ml de alcohol etílico del 96% y 1g de azul de metileno a cada uno de ellos por separado. Mezclar en proporción 2:1, respectivamente. Es decir, dos partes de solución de rojo de metilo al 0,2% con una parte de azul de metileno al 0,2%. Guardar en un frasco ámbar.

Método Kjendahl:

Triturar y mezclar de 5 a 10 g de la muestra para homogeneizar; luego, pesar entre 1 y 2 g de muestra colocándola en papel. En muestras con contenidos de nitrógeno muy pequeño. Tomar la muestra suficiente para que contenga como máximo 5 mg de nitrógeno.

Colocar perlas de cristal dentro del tubo Kjendahl y añadir el papel con la muestra.

Agregar entre 15 y 20 ml (Tubo macro) de H₂SO₄ concentrado y una pastilla catalítica (8 g). En caso de utilizar tubos micro, el máximo de H₂SO₄ de 5 ml.

Colocar los tubos en el digestor Kjendahl y hacer lo siguiente:

En función del contenido de agua de la muestra, empezar la digestión a 150°C por 30 minutos.

Después de ese tiempo, elevar la temperatura del digestor a 270 °C y 300 °C entre 15 o 30 minutos para reducir la producción de humos blancos.

Posteriormente continuar la digestión a 400 °C entre 60 y 90 minutos.

Sacar los tubos del digestor y dejar enfriar a temperatura ambiente.

Añadir con precaución 25 ml de agua destilada en cada tubo y hacer una agitación suave para que no se solidifique la muestra. Si es necesario calentar ligeramente el tubo.

Dejar enfriar de nuevo el tubo hasta temperatura ambiente. Para evitar pérdidas de nitrógeno y reacciones violentas no introducir el tubo todavía caliente al destilador.

Situarse un matraz Erlenmeyer de 250 ml a la salida del refrigerante del equipo destilador Kjendahl con 50 ml de ácido bórico al 3 % y tres gotas del indicador mixto.

Colocar en el dosificador un matraz que contenga el NaOH al 40% e introducir el tubo Kjendahl en el equipo.

Destilar hasta recoger de 150 a 250 ml de la muestra destilada. Recuerde que 50 ml corresponden al ácido bórico.

Cálculo

Fórmula 1: Determinación de Proteína

$$\%N = \frac{V * N - V' * N'}{m} * 100$$

Donde:

%N= Contenido de nitrógeno de la muestra, expresado en %.

V= Volumen, en ml de ácido titulado.

N= Normalidad de ácido titulado

V'= Volumen de base titulada empleado en la valoración

N'=Normalidad de la base empleada en la valoración

m= Masa pesada de muestra, miligramos.

11.2.8.2. Determinación de grasa

Fuente: NTE INEN 523

Método: Extracto etéreo

Introducción:

Un exceso de grasa (germen) en la harina tendría un efecto positivo sobre el valor nutritivo de ésta, pero limitará claramente su conservación. En función de la tasa de extracción de la harina y del contenido en agua de ésta pueden producirse efectos nefastos durante la conservación provocada por reacciones enzimáticas.

Reactivos:

Éter anhidro. “Preparar lavando éter etílico comercial con dos o tres porciones de agua; agregar hidróxido de sodio o hidróxido de potasio sólidos y dejar en reposo hasta que toda el agua sea extraída del éter”.

Transferir a un frasco que previamente ha sido limpiado con cuidado y agregar pequeños pedazos de sodio metálico; cuando ya no se observe desprendimiento de hidrógeno, guardar el éter deshidratado sobre sodio metálico en el mismo frasco, sin ajustar la tapa. Arena purificada con ácido y calcinada, con un tamaño de grano entre 0,1 y 0,3 mm.

Procedimiento:

- La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

- Lavar el balón del aparato Soxhlet y secarlo en la estufa calentada a $100 \pm 5^\circ\text{C}$, por el tiempo de una hora. Transferir al desecador y pesar con aproximación al 0,1 mg, cuando haya alcanzado la temperatura ambiente.
- En el dedal de Soxhlet, pesar, con aproximación al 0,1 mg, 2,35 g de la muestra de harina, 2 g de arena bien seca; mezclar íntimamente con la espátula, limpiando ésta con el pincel.
- Colocar algodón hidrófilo en la parte superior del dedal a manera de tapa e introducir en la estufa calentada a $130 \pm 5^\circ\text{C}$, por el tiempo de una hora, y luego transferir el dedal con su contenido al desecador y dejar enfriar hasta temperatura ambiente.
- Colocar el dedal y su contenido en el aparato Soxhlet, agregar suficiente cantidad de éter anhidro y extraer durante cuatro horas, si la velocidad de condensación es de cinco a seis gotas por segundo, o durante 16 h, si dicha velocidad es de dos a tres gotas por segundo.
- Terminada la extracción, recuperar el disolvente por destilación en el mismo aparato y eliminar los restos de disolvente en baño maría.
- Colocar el balón que contiene la grasa, durante 30 min, en la estufa calentada a $100 \pm 5^\circ\text{C}$; enfriar hasta temperatura ambiente en el desecador y pesar.
- Repetir el calentamiento por períodos de 30 min, enfriando y pesando, hasta que la diferencia entre los resultados de dos operaciones de pesaje sucesivas no exceda de 0,2 mg.

Cálculos

Fórmula 2: Determinación de grasa

$$\%G = \frac{(m2 - m1)}{m (100 - H)} * 100$$

G = contenido de grasa en la harina, en porcentaje de masa.

m = masa de la muestra, en g.

m1 = masa del balón vacío, en g.

m2 = masa del balón con grasa, en g.

H = porcentaje de humedad en la muestra.

11.2.8.3. Determinación de humedad

Fuente: NTE INEN-ISO 712

Método: De referencia (IDT)

Introducción:

Para el (Codex Standard 152-1985, 1995) en sus normas plantea que el “Contenido de humedad 15,5 % m/m máximo Para determinados destinos, por razones de clima, duración del transporte y almacenamiento, deberían requerirse límites de humedad más bajos”.

El contenido de humedad es uno de los parámetros de mayor interés entre los que regulan la calidad de los granos y sus productos derivados, de allí la importancia de su determinación. También influye de manera determinante en su conservación o resistencia al deterioro, a su vez es la referencia de la base seca del análisis bromatológico y en las operaciones comerciales de compra y venta. (SENA, 2014)

Procedimiento:

- Pesar con exactitud 5 g de muestra en una cápsula de níquel o acero inoxidable previamente desecada, extendiendo la muestra en una capa lo más fina posible sobre la base de la cápsula.
- Colocar la cápsula con su contenido en estufa a 105° C y desecar durante cuatro horas.
- Retirar la cápsula, enfriar en desecador y pesar.
- Volver a colocar la cápsula en la estufa y desecar nuevamente durante otros treinta minutos. Retirar, enfriar y pesar.
- Continuar la desecación hasta alcanzar peso constante.

Cálculo y discusión

Fórmula 3: Determinación de la humedad

$$\% \text{ de humedad} = \frac{P_f}{P_i} * 100$$

Donde:

P_i = peso de la muestra

P_f = peso del residuo

11.2.8.4. Determinación de fibra

Introducción.

La fibra es un componente vegetal que contiene polisacáridos y lignina y que es altamente resistente a la hidrólisis de las enzimas digestivas humanas. La fibra tiene un papel fundamental en la defecación y en el mantenimiento de la microflora del colon.

Procedimiento

- Pese con aproximación de miligramos de dos a tres gramos de la muestra desengrasada y seca.
- Colóquela en el matraz y adicione 200 ml de la solución de ácido sulfúrico en ebullición.
- Coloque el condensador y lleve a ebullición a un minuto; de ser necesario adiciónale antiespumante. Déjelo hervir exactamente por 30 min, manteniendo constante el volumen con agua destilada y moviendo periódicamente el matraz para remover las partículas adheridas a las paredes.
- Instale el embudo Buchner con el papel filtro y precaliéntelo con agua hirviendo. Simultáneamente y al término del tiempo de ebullición, retire el matraz, déjelo reposar por un minuto y filtre cuidadosamente usando succión; la filtración se debe realizar en menos de 10 min. Lave el papel filtro con agua hirviendo.
- Transfiera el residuo al matraz con ayuda de una pizeta conteniendo 200ml de solución de NaOH en ebullición y deje hervir por 30 min como en paso 2.
- Precaliente el crisol de filtración con agua hirviendo y filtre cuidadosamente después de dejar reposar el hidrolizado por 1 min.
- Lave el residuo con agua hirviendo, con la solución de HCl y nuevamente con agua hirviendo, para terminar con tres lavados con éter de petróleo. Coloque el crisol en el horno a 105°C por 12 horas y enfríe en desecador.
- Pese rápidamente los crisoles con el residuo (no los manipule) y colóquelos en la mufla a 550°C por 3 horas, déjelos enfriar en un desecador y péselos nuevamente.

Cálculo y discusión

Fórmula 4: Determinación de la fibra

$$\%Fibra = \frac{A - B}{C} * 100$$

A = Peso del crisol con el residuo seco (g)

B = Peso del crisol con la ceniza (g)

C = Peso de la muestra (g)

11.2.8.5. Determinación de ceniza

Fuente: NTE INEN 520

Introducción.

Según (Marquez, 2014a) en su investigación describe que:

Las cenizas representan el contenido en minerales del alimento; en general, las cenizas suponen menos del 5% de la materia seca de los alimentos. Los minerales, junto con el agua, son los únicos componentes de los alimentos que no se pueden oxidar en el organismo para producir energía; por el contrario, la materia orgánica comprende los nutrientes (proteínas, carbohidratos y lípidos) que se pueden quemar (oxidar) en el organismo para obtener energía, y se calcula como la diferencia entre el contenido en materia seca del alimento y el contenido en cenizas (p, 9).

Procedimiento:

- Se colocan a peso constante los crisoles que van a ser utilizados en esta prueba.
- Pesar 3g de la muestra sobre un crisol y añadir 3ml de la solución de acetato de magnesio al 1,5%.
- Introducir a la mufla el crisol que contiene la muestra de la solución.
- En otro crisol, añadir 3ml de la solución (blanco) e introducir a la mufla.
- Los crisoles (el que contiene la muestra y el que contiene el blanco), deben permanecer dentro de la mufla a una temperatura de 650°C durante un tiempo de 2 horas.
- Pasado el tiempo, se sacan y se ponen a enfriar dentro del desecador, aproximadamente 1 hora.

Cálculo y resultado.

Fórmula 5: Determinación de las cenizas.

$$\% C = \frac{M3 - M}{M2 - M} * 100$$

Donde:

C= Contenido de cenizas en % de masa.

M= Masa de crisol vacío en g.

M2= Masa de crisol con la muestra antes de la incineración en g.

M3= Masa de crisol con sólidos totales después de la incineración en g.

11.2.8.6. Determinación de acidez

Fuente: NTE 521

Introducción:

La acidez de las harinas es debido a la presencia de ácidos grasos provenientes de la transformación de las materias grasas. Un valor de acidez puede modificar la calidad del gluten disminuyendo su elasticidad y su grado de hidratación. La acidez de la harina va aumentando a medida que pasa el tiempo de almacenamiento, de esta forma las harinas viejas dan valores elevados de acidez.

Materiales:

- Matraz Erlenmeyer con tapón esmerilado, de 100 cm³.
- Matraz Erlenmeyer, de 50 cm³. Pipetas, de 10 y de 25 cm³.
- Bureta, de 25 cm³, con divisiones de 0,05 cm³ o de 0,1 cm³.

Reactivos

- Solución 0,02 N de hidróxido de sodio, debidamente estandarizada.
- Solución Indicadora de fenolftaleína. Disolver 0,1 g de fenolftaleína en 100 cm³ de alcohol etílico de 60% (V/V).
- Alcohol etílico de 90% (V/V). Neutralizado

Procedimiento:

- Pesar exactamente 5 g de muestra de harina y transferir al matraz de 100 ml.
- Agregar lentamente 50 ml de alcohol al 90% (v/v) neutralizado, tapan el matraz y agitar fuertemente.
- Dejar en reposo durante 24 horas, agitando de vez en cuando.
- Tomar con la pipeta una alícuota de 10 ml de líquido claro sobrenadante y transferir a un matraz de 50 ml, agregar dos gotas de fenolftaleína.
- Agregar lentamente y con agitación la solución de NaOH 0,02 N hasta conseguir un color rosa que permanezca por 30 segundos.
- Anotar el volumen de NaOH 0,02 N utilizado.

Cálculo

Fórmula 6: Determinación de la acidez

$$A = \frac{490 (N * V * V1)}{M (100 - H)} * V2$$

Dónde:

A: acidez expresada en ácido sulfúrico

V: volumen de NaOH empleado en la titulación

V1: volumen de alcohol en ml

V2: volumen de la alícuota tomada para la titulación en ml

M: masa de la muestra tomada para la titulación en g

H: % de humedad en la muestra

N: normalidad del NaO.

11.2.8.7. Determinación del gluten y gluten seco.

Determinación del gluten

Introducción:

Según (Miralbés, 2020) Considera que el gluten “Está constituido por dos fracciones de proteínas del trigo insolubles en agua, denominadas gluteninas y gliadinas que representan el 85% del total de las proteínas. El gluten está reconocido como un factor básico de calidad de la harina de trigo”.

Procedimiento.

- Pesar aproximadamente 30 g de muestra y verter en el mortero de porcelana.
- Agregar gota a gota 16,5 ml de solución de NaCl, remover continuamente la harina con la espátula; comprimir la mezcla con la espátula, cuidando de no perder nada de harina y formar una bola de masa, la masa adherida a la pared del mortero añadir a la bola de masa.
- Para homogenizar la masa debe ser estirada y nuevamente enrollada hasta dar la forma de bola por varias veces. La mano que efectúa la homogenización debe estar revestida de un guante de caucho con el fin de proteger la masa del calor y la transpiración.
- Lavar a mano dejando caer un ligero chorro de agua sobre la bola de masa por un tiempo de 8 minutos, prensando la masa y retirando del chorro 7 veces, de forma que se parta en dos trozos que se juntan enseguida.
- Se puede considerar terminada la extracción del gluten cuando el agua del lavado no lleve almidón, lo que se comprueba usando una solución de yodo.

- Desprender de la bola de gluten la mayor parte de la solución de lavado adherente, tomándola con la punta de los dedos y sacudiéndola con fuerza.
- Eliminar la máxima cantidad de agua.
- Pesar el gluten.

Fórmula 7:

El contenido de gluten húmedo en la harina se calcula multiplicando por 10 el peso obtenido y se divide para 3.

Expresar en % de masa.

Determinación del gluten seco.

La bola de gluten obtenida en el proceso anterior, introducir en la estufa a 100° C, calentar por 24 horas, enfriar en el desecador y pesar.

El contenido de gluten seco en la harina de trigo se calcula multiplicando por el peso obtenido luego del secado y se expresa en % de masa.

Cálculos

El contenido de gluten húmedo en la harina se calcula multiplicando por 10 el peso obtenido, con la aproximación al 0,01g y se expresa en porcentaje de masa.

11.2.8.8. Determinación de la capacidad de retención de agua.

Procedimiento

- Colocar en un recipiente adecuado 5 g de harina, agregar 100 ml de agua destilada a 30°C y agitar por 30 minutos, manteniendo temperatura constante.
- Filtrar utilizando papel filtro.
- Recoger el filtrado en una probeta de 100 ml, leer el volumen total de filtrado.

Cálculo

Fórmula 8: Capacidad de retención de agua

$$CRA = \frac{100 - \text{Vol. Filtrado}}{\text{peso de la muestra}} * 100$$

11.2.9. Análisis físico

Para (Herrera, Peña 2004) menciona en su artículo dice que es importante tener presente los siguientes parámetros como:

Aspecto: El producto se presenta en forma de polvo, libre de terrones y exento de insectos en cualquier etapa de desarrollo, de excretas de animales, de hongos y otros parásitos y de otras materias extrañas al mismo.

Olor y sabor: El producto debe tener olor y sabor característicos. Libre de olor y/o sabor amargo, rancio, mohoso o cualquier otro olor o sabor diferente al característico.

Color: El color del producto debe ser cremoso, de acuerdo al tipo que corresponda. (p.23)

Procedimiento:

Realizar la toma de muestra y fijarse si la muestra analizar tiene algún componente extraño al de la muestra todo esto se realizará conforme al gusto, vista y tacto.

Resultados

Realizar un cuadro donde explique las características que se pudieron presenciar en la muestra

Conclusiones

Recomendaciones

11.3. Propuesta del manual para la elaboración del pan a base de la harina de nopal

Como resultado de la propuesta tres se muestra el desarrollo de un manual cuya finalidad es que las personas a desarrollar el producto, tengan una fuente de conocimiento de lo que se requiere para la producción del pan con sustitución parcial entre la harina de trigo por harina de nopal.

El manual tiene como parámetros los siguientes puntos:

- ✓ Introducción
- ✓ Objetivos
- ✓ Marco teórico
- ✓ Proceso de elaboración de pan
- ✓ Diagrama de flujo
- ✓ Porcentajes de sustitución que se puede realizar entre la harina de trigo con harina de nopal para la producción de pan
- ✓ Formulaciones propuestas para posible producción de pan
- ✓ Guía de análisis que se tiene que realizar para determinar la calidad del pan

Introducción

(Mesa & Alegre, 2002) manifiestan que “El pan constituye la base de la alimentación desde hace 7000 u 8000 años. Al principio era una pasta plana, no fermentada, elaborada con una masa de granos machacados groseramente y cocida, muy probablemente sobre piedras planas calientes”.

Fue en Egipto donde apareció el primer pan fermentado, cuando se observó que la masa elaborada el día anterior producía burbujas de aire y aumentaba su volumen, y que, añadida a la masa de harina nueva, daba un pan más ligero y de mejor gusto (p. 308).

En esta fase de la investigación se pretende dar a conocer parámetros exactos para llevar a cabo la producción de pan y a su vez identificar en que porcentaje de sustitución de harina de trigo por nopal sería el adecuado para la producción de pan con la ayuda de diagramas de flujo y cuadros de tratamientos tomados de tesis, artículos, etc. Previo a esto se tomará en cuenta la norma INEN 2945 como referencia para la elaboración del pan.

Objetivo

Establecer un manual para la elaboración de pan con diferentes porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de nopal.

Específico

- ✓ Realizar un diagrama de flujo de la producción de pan con sustitución parcial de harina de trigo por nopal
- ✓ Mediante fuentes bibliográficas encontrar el mejor tratamiento para la producción pan con sustitución parcial entre las harinas.

Marco conceptual

Generalidades del pan

(Flecha, 2015) en su trabajo manifiesta que El pan es un alimento transcendental que forma parte de alimentación diaria de quienes lo consumen en todo el mundo, y su preparación resulta de una mezcla de ingredientes tal cual es principalmente la harina, agua y sal junto con el horneado.

Aporte nutricional del pan de nopal

(Inglese et al., 2018) pone en consideración que: “Los cladodios maduros se deshidratan y muelen para obtener harina y otros productos. La harina de nopal es rica en fibra dietaría que alcanza hasta 43% en base seca, sirven para fortificar recetas de alimentos conteniendo harinas de otras fuentes”. (p. 157)

El pan es un alimento común que todas las personas lo consumen sin embargo mediante este proyecto se pretende potencializar el consumo del nopal mediante la elaboración del mismo por lo que nos brinda un aporte nutricional con un alto valor en fibra (soluble e insoluble), calcio y vitaminas.

Beneficio del pan de nopal.

En consideración de (Agro, 2017) en su investigación nos da a conocer que:

Los panes a partir del nopal contienen una importante cantidad de fibra que ayuda al buen funcionamiento del aparato digestivo, alto contenido de vitaminas y minerales como el calcio, hierro, riboflavina y niacina, que ayudan a la hemoglobina en la sangre, a prevenir calambres, migrañas, y enfermedades del sistema nervioso, mientras que su alto contenido de fibra sirve al buen funcionamiento del aparato digestivo.

Sustitución parcial de harina de trigo (HT) por harina de nopal (HN) en la producción de pan

La combinación con la mezcla de las harinas entre trigo y nopal resulta manejable tecnológicamente en la elaboración de los productos de panificación, según los parámetros de

manipulación de la masa, fermentación, configuración, horneado, características físicas y visuales de los productos elaborados con las diferentes proporciones de harina de nopal.

Equipos y materiales

Los equipos que son necesarios para la producción de pan se encuentran detallados en el punto 10.5 de la investigación.

Equipos necesarios para la producción de pan

- ✓ Horno
- ✓ Amasadora
- ✓ Balanza digital
- ✓ Moldes

Materiales necesarios para la producción de pan

- ✓ Harina de trigo/nopal
- ✓ Sal
- ✓ Azúcar
- ✓ Levadura
- ✓ Materia grasa
- ✓ Leche
- ✓ Agua
- ✓ Mejoradores
- ✓ Huevos

Proceso de elaboración del pan

Para la elaboración de pan con harina y nopal se lo realiza de la siguiente:

Recepción de la materia prima: La materia prima en especial la harina de nopal debe estar en buena calidad.

Pesado: Se debe de pesar en los porcentajes exactos para de un buen producto y de buena calidad.

Mezclado o Amasado: El objetivo del amasado es lograr que los ingredientes se mezclen homogéneamente, por medio del trabajo físico de la amasadora, para conseguir una elasticidad de la masa. Este proceso se lo realiza por unos 12 o 15 minutos.

Corte y pesado: Consiste en que las piezas o porción de la masa tenga el peso justo, siempre y cuando se deben diferentes formas a la masa. Si se va a elaborar algún pan más grande es preferible pesar la masa.

Boleado: Consiste en dar forma de bola a la fracción de masa pesa, además que es reconstruir la estructura de la masa.

Formado: Su objetivo es dar la forma que uno desea a cada tipo de pan. Las porciones de masa pueden ser redonda, cuadradas, espiral, bastones o la forma que uno desea. Además, se puede utilizar un bolillo.

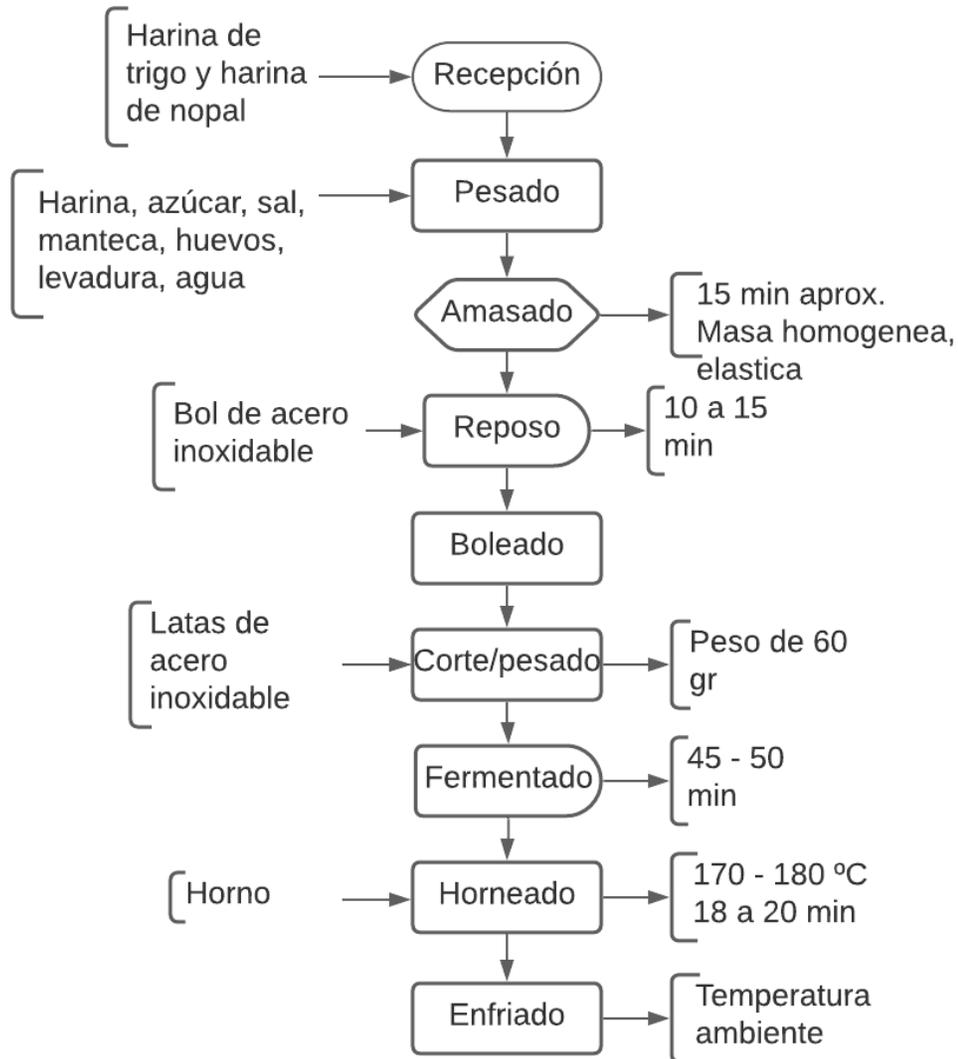
Fermentación: Es básicamente la fermentación alcohólica que se produce por la presencia de la levadura que transforman los azúcares fermentables en etanol, CO₂ y algunos productos secundarios. Esto se lo realiza una vez que el pan están colocado en las latas este proceso suele realizarse en cámaras de fermentación climatizadas, aproximadamente por un tiempo de 45 a 60 minutos.

Corte: Esta fase es opcional ya que cada una de las personas que elaboran el pan pueden dar un toque especial a la masa antes de ser horneado.

Cocción u horneado: Es la última etapa de la transformación de la masa fermentada en pan, lo que es la evaporación de todo el etanol producido en la fermentación. La cocción u horneado se lo realiza en hornos a temperaturas que van desde los 160 a los 220°C, esto varia de la variedad de pan que se vaya a hornear, aunque el interior de la masa nunca llega a rebasar los 100°C. Después del horneado viene el enfriamiento del pan que luego está listo para su consumo.

Producción de pan

Flujo grama para la producción de pan



Fuente: Cando y Gallardo (2020)

Cuadro de sustitución parcial de harina de trigo (HT) por harina de nopal (HN) en la producción de pan.

Cuadro 7

Tabla de sustitución de harinas

Autor/es	Sustitución (tratamiento)		Características	Grafico
	H. T	H. N		
(Beriguete et al., 2012)	80%	20%	Los productos de panificación mostraron resultados organolépticos favorables en la sustitución de harina de trigo por harina de Nopal. Los productos de panificación presentaron cambios organolépticos notorios como son: textura dura, presencia de filamentos, color verdoso y olor a hoja seca. Sin embargo, su valor nutricional mejoró con la mezcla de la harina de nopal con harina de trigo. Teniendo una varianza en el componente del calcio y la fibra.	
(González et al., 2019)	95%	5%	El pan elaborado se utilizando un método directo, empleando los ingredientes necesarios para su elaboración. Producto con nutrientes La formulación trigo-nopal tiene un efecto contra la formación de colonias por un periodo de tiempo de 8 días de almacenamiento. Características sensoriales, similares al pan elaborado de harina de trigo en su 100%	
(Sandoval et al., 2008)	90%	10%	Elevado porcentaje de fibra En la formulación del pan de nopal de un 90% HT con un 10% HN. No existe diferencia significativa en cuanto a los parámetros de color, olor, apariencia y textura, excepto en el sabor por lo que le adicionaron saborizante a chocolate.	Sin Imagen.
(Villarreal Martínez, 2005)	97%	3%	El pan presenta mayor contenido de fibra, cenizas, calcio y menor valor de energía metabolizable debido a su aplicación de miel y nuez en la elaboración de los mismos	

Fuente: Cando y Gallardo (2020)

Discusión

El análisis del cuadro N.º 8 de los diferentes porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de nopal para la elaboración de pan se puede deducir que cada pan ofrece diferentes características sensoriales como en su aroma, color y sabor, además se establece que entre más porcentaje de harina de nopal el pan tiende a acoplarse a las características propias del nopal, sin embargo todos los panes presentan mejores cualidades nutricionales como su contenido de fibra, calcio, vitaminas, minerales, etc., el mejor porcentaje de sustitución para la elaboración de productos de panificación es de 90% Harina de trigo y 10% Harina de nopal, por el motivo que el pan tiende a adoptar mejor en sus características sensoriales. Sin embargo, se pone a consideración el poder establecer formulaciones con un contenido más alto con la harina de nopal, pero hay que tener en cuenta que estas formulaciones sería la óptima para la producción de pan de dulce ya que tiende a cambiar en sus características sensoriales. La utilización de la harina de nopal es una fuente de consumo mediante productos de panificación o pastelería.

Formulación de pan con sustitución parcial de harina de trigo con harina de nopal

Las siguientes formulaciones quedan propuestas por los autores del manual.

Formulación 1 (90% H.T y 10% (H.N), pan de dulce.

La formulación para la elaboración de pan se lo realiza con una inclusión de harina de trigo en un 90% y de harina de nopal en un 10%.

Nombre	Pan redondo de dulce		
Peso	60 gramos		
Observación	Formulación (90% H.T y 10% (H.N), en relación a 2500 g de harina		
Ingredientes	Unidad	Cantidad	Mise en place
Harina de trigo	g	2250	Tamizar
Harina de nopal	g	250	Tamizar
Azúcar	g	500	Pesar
Manteca	g	250	Pesar
Levadura	g	65	Pesar
Agua	ml	1000	Medir
Huevo	u	2	-----
Procedimiento			
<p>Pesado: Cada materia prima e insumo previo a la mezcla serán pesados (harinas, levadura, azúcar, manteca, huevo y agua).de acuerdo a la cantidad de harina que se va a utilizar.</p> <p>Mezclado: Se mezcla todos los ingredientes como azúcar, grasa vegetal, levadura, agua, huevos, las harinas (nopal, trigo).</p> <p>Amasado: Sera amasado por unos 15 minutos en la cual la masa estará ligera, elástica y homogénea.</p> <p>Reposo: Se dejará reposar la masa en un bol de acero con papel film, con el objetivo de que la levadura efectué su proceso de fermentación sobre la masa.</p> <p>Boleado: Después de haber transcurrido el tiempo necesario de la fermentación de la masa, se procede al boleado de la misma.</p> <p>Pesado: Cada una de la división de la masa deberá pesar aproximadamente de 60 gramos.</p> <p>Fermentación: Se procede a colocar en las latas y llevarlos a un espacio para dejarlo reposar por un tiempo determinado de 45 min donde se producirá la fermentación alcohólica lo cual logrará su segunda fermentación en lo que consiste en que la masa adquiera el crecimiento de la misma</p> <p>Horneado: Una vez ya transcurrido el tiempo de fermentación se procede a llevar al horno que previamente debe estar a una temperatura de 170°C y se procederá a dar paso al proceso de horno por aproximadamente 18 a 20 minutos o hasta que alcanzará un punto de dorado.</p> <p>Enfriado: Una vez ya acabado el proceso de horneado se dejará enfriar a la temperatura ambiente, hasta que esté completamente frio.</p>			

Formulación 2 (90% H.T y 10% (H.N), pan de sal

La formulación para la elaboración de pan se lo realiza con una inclusión de harina de trigo en un 90% y de harina de nopal en un 10%.

Nombre	Pan redondo			
Peso	60 gramos			
Observación	Formulación (90% H.T y 10% (H.N), en relación a 2500 g de harina			
Ingredientes	Unidad	Cantidad	Mise en place	
Harina de trigo	g	2250	Tamizar	
Harina de nopal	g	250	Tamizar	
Azúcar	g	250	Pesar	
Sal	g	65	Pesar	
Manteca	g	500	Pesar	
Levadura	g	65	Pesar	
Agua	ml	1000	Medir	
Huevo	u	4	----	
Procedimiento				
<p>Pesado: Cada materia prima e insumo previo a la mezcla serán pesados (harinas, levadura, azúcar, manteca, huevo y agua).de acuerdo a la cantidad de harina que se va a utilizar.</p> <p>Mezclado: Se mezcla todos los ingredientes como azúcar, grasa vegetal, levadura, agua, huevos, las harinas (nopal, trigo).</p> <p>Amasado: Sera amasado por unos 12 a 15 minutos en la cual la masa estará ligera, elástica y homogénea.</p> <p>Reposo: Se dejará reposar la masa con papel film, con el objetivo de que la levadura efectúe su proceso de fermentación sobre la masa.</p> <p>Boleado: Después de haber transcurrido el tiempo necesario de la fermentación de la masa, se procede al boleado de la misma.</p> <p>Pesado: Cada una de la división de la masa deberá pesar aproximadamente de 60 gramos.</p> <p>Fermentación: Se procede a colocar en las latas y llevarlos a un espacio para dejarlo reposar por un tiempo determinado de 45 a 50 min donde se producirá la fermentación alcohólica lo cual logrará su segunda fermentación en lo que consiste en que la masa adquiera el crecimiento de la misma</p> <p>Horneado: Una vez ya transcurrido el tiempo de fermentación se procede a llevar al horno que previamente debe estar a una temperatura de 180°C y se procederá a dar paso al proceso de horno por aproximadamente 18 a 20 minutos o hasta que alcanzará un punto de dorado.</p> <p>Enfriado: Una vez ya acabado el proceso de horneado se dejará enfriar a la temperatura ambiente, hasta que esté completamente frio.</p>				

Formulación 3 (80% H.T y 20% (H.N), pan de sal.

La formulación para la elaboración de pan se lo realiza con una inclusión de harina de trigo en un 80% y de harina de nopal en un 20%.

Nombre		Bolillo de nopal		
Peso		65 gramos		
Observación		Formulación (80 H.T y 20% (H.N), en relación a 2500 g de harina		
Ingredientes	Unidad	Cantidad	Mise en place	
Harina de trigo	g	2125	Tamizar	
Harina de nopal	g	375	Tamizar	
Azúcar	g	250	Pesar	
Sal	g	65	Pesar	
Manteca	g	500	Pesar	
Levadura	g	65	Pesar	
Agua	ml	1000	Medir	
Huevo	u	4	-----	
Procedimiento				
<p>Pesado: Cada materia prima e insumo previo a la mezcla serán pesados (harinas, levadura, azúcar, manteca, huevo y agua).de acuerdo a la cantidad de harina que se va a utilizar.</p> <p>Mezclado: Se mezcla todos los ingredientes como azúcar, grasa vegetal, levadura, agua, huevos, las harinas (nopal, trigo).</p> <p>Amasado: Sera amasado por unos 12 a 15 minutos en la cual la masa estará ligera, elástica y homogénea.</p> <p>Reposo: Se dejará reposar la masa con papel film, con el objetivo de que la levadura efectué su proceso de fermentación sobre la masa.</p> <p>Boleado: Después de haber transcurrido el tiempo necesario de la fermentación de la masa, se procede al boleado de la misma y posterior mente dar la forma de un bolillo a la masa.</p> <p>Pesado: Cada una de la división de la masa deberá pesar aproximadamente de 65 gramos.</p> <p>Fermentación: Se procede a colocar en las latas y llevarlos a un espacio para dejarlo reposar por un tiempo determinado de 45 a 50 min donde se producirá la fermentación alcohólica lo cual logrará su segunda fermentación en lo que consiste en que la masa adquiera el crecimiento de la misma</p> <p>Horneado: Una vez ya transcurrido el tiempo de fermentación se procede a llevar al horno que previamente debe estar a una temperatura de 180°C y se procederá a dar paso al proceso de horno por aproximadamente 18 a 20 minutos o hasta que alcanzará un punto de dorado.</p> <p>Enfriado: Una vez ya acabado el proceso de horneado se dejará enfriar a la temperatura ambiente, hasta que esté completamente frio.</p>				

Formulación 4 (90% H.T y 10% (H.N), pan de dulce forma de rosca.

La formulación para la elaboración de pan se lo realiza con una inclusión de harina de trigo en un 90% y de harina de nopal en un 10%.

Nombre		Pan de nopal		
Peso		500 gramos		
Observación		Formulación (90% H.T y 10% (H.N), en relación a 2500 g de harina		
Ingredientes	Unidad	Cantidad	Mise en place	
Harina de trigo	g	2250	Tamizar	
Harina de nopal	g	250	Tamizar	
Azúcar	g	1250	Pesar	
Aceite	ml	1250	Pesar	
Polvo de hornear	g	100	Pesar	
Huevo	u	12	----	
Vainilla	cda	2	----	
Canela molida	ctda	2	----	
Procedimiento				
<p>Pesado: Cada materia prima e insumo previo a la mezcla serán pesados (harinas, azúcar, aceite, polvo de hornear, huevos, vainilla y canela molida).</p> <p>Mezclado: Se mezcla todos los ingredientes como harinas, azúcar, aceite, polvo de hornear, huevos, vainilla y canela molida).</p> <p>Cremado: Se mezcla el azúcar y el aceite hasta tener una mezcla cremosa, luego ir incorporando los huevos uno a uno. Luego se incorpora los demás ingredientes como la harina de trigo y nopal, vainilla y la canela y mezclar todo hasta tener una mezcla homogénea. La mezcla se coloca en un molde de pan previamente engrasado.</p> <p>Horneado: Se procede al a 180°C por unos 35 a 40 minutos o hasta que un palillo lo introduzcas y salga limpio.</p> <p>Enfriado: Una vez ya acabado el proceso de horneado se dejará enfriar a la temperatura ambiente, hasta que esté completamente frío.</p>				

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y RECURSOS

NATURALES

GUÍA DE PRACTICA DE LABORATORIO

PARA ANÁLISIS DE PAN

Introducción

El pan común es el producto resultante de la cocción de una mezcla de harina de trigo, agua, sal y levaduras. El agua representa el 55-60% del peso total de la mezcla. La sal que se añade en torno a un 2% del peso total del producto, contribuye al sabor y contribuye a la formación de glútenes más fuertes. Los iones de la sal contrarrestan las cargas propias de las proteínas y entonces permiten una menor repulsión entre éstas permitiendo que el gluten sea más fuerte. Igualmente, retrasa un poco la actividad de las levaduras por lo que se añade la sal al final. Las levaduras fermentarán de forma rápida la sacarosa y maltosa presente en la harina liberándose gas CO₂ que es el que provoca la formación de los típicos agujeros que se pueden observar en la miga del pan. La temperatura óptima de crecimiento del *Saccharomyces cerevisiae* es de 25°C y la de fermentación es en torno a 30°C por lo que es el margen que se ha de someter en un principio al pan.

Objetivo.

Determinar mediante un análisis de laboratorio la calidad del pan y de los productos de panadería.

Materiales y reactivos.

- ✓ Balanza analítica.
- ✓ Matraz erlenmeyer de 250 ml.
- ✓ Matraz volumétrico.
- ✓ Centrífuga.
- ✓ Estufa.
- ✓ Desecador.
- ✓ pH metro.
- ✓ Vasos de precipitación.
- ✓ Mortero.
- ✓ Cápsulas de porcelana.
- ✓ Crisoles.
- ✓ Vidrio reloj.
- ✓ Agua destilada.
- ✓ Tiras de pH.
- ✓ Solución de ácido fosfotúngstico.

MUESTRA A ANALIZAR.

8 panes con un peso de 20g, 30g, 40, 100g.

Metodología.**Determinación del peso de una muestra de pan:**

Pesar individualmente 8 panes usando la balanza analítica. Registrar los pesos obtenidos de cada muestra.

Determinación de las características sensoriales del pan aspecto externo.

Color exterior: La superficie exterior y la corteza deben presentar un color amarillo rojizo, el cual deberá ser lo más uniforme por el horneado.

Tipo de corteza: Debe presentar una capa regularmente gruesa y dorada y no debe ser correosa.

Color de la miga: Debe ser blanca, con un matiz uniforme, sin manchas ni coloraciones.

Olor: Debe ser característico, agradable.

Sabor: Agradable, característico y ligeramente salado, no debe ser ácido.

Textura: La corteza debe presentar una textura firme en forma de costra dorada. La miga debe ser suave y esponjosa, característica que adquiere por la formación de gas durante la fermentación, no debe ser seca.

A. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SÓLIDOS TOTALES.

Las determinaciones deben realizarse por duplicado:

Cortar los panes en trozos pequeños. Rebanar las secciones cortadas y trocearlas en forma de cubos muy pequeños (migajas).

Utilizar la balanza de rayos infrarrojos para determinar el % de sólidos en la muestra.

Registrar el peso inicial y final de la muestra.

Calcular el % de sólidos totales con la siguiente fórmula:

$$\%ST = [\text{Peso final (seco)} / \text{Peso inicial (húmedo)}] \times 100$$

B. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CENIZAS DEL PAN:

Utilizar crisoles los cuales resisten altas temperaturas. Trabajar por duplicado.

Pesar los crisoles vacíos, secos y limpios.

Colocar 5 g de muestra.

Llevarlos a la mufla a una temperatura de 530°C + 20°C hasta obtener cenizas libres de partículas de carbón, lo cual ocurre en un tiempo de 3 h aproximadamente.

Dejar enfriar los crisoles en el desecador y pesar con aproximación de 0,1 mg. Repetir el calentamiento por períodos de 30 min, enfriando y pesando hasta que haya disminución de masa.

El contenido de cenizas en el pan se determina aplicando la siguiente fórmula:

$$C = (M3 - M / M2 - M) \times 100$$

Dónde:

C = contenido de cenizas en % de masa

M = masa del crisol vacía en g

M2 = masa del crisol con pan (antes de la incineración) en g

M3 = masa del crisol con los sólidos totales (después de la incineración) en g.

C. DETERMINACIÓN DE LA ÁCIDEZ O pH.

Las determinaciones deben realizarse por duplicado:

Cortar los panes en trozos pequeños. Rebanar las secciones cortadas y trocearlas en forma de cubes muy pequeños (migajas).

Pesar una cantidad de muestra no menor a 10 g, sobre un vidrio reloj previamente pesado.

Transferir la muestra al matraz erlenmeyer de 250 ml limpio y seco. Añadir 100 cm³ de agua destilada y agita cuidadosamente hasta que las partículas queden uniformemente en suspensión.

Continuar agitando ocasionalmente durante 30 minutos y dejar en reposo por 10 minutos.

Decantar el líquido sobrenadante en un vaso seco y determinar el pH por medio de un pH metro de lectura; directa.

D. PRUEBA DEL OLOR CUALITATIVA.

Para determinar la presencia de bacterias (*bacillus*). Se le añaden 75 ml de agua hirviendo (100°C) a una muestra de pan durante 15 minutos, se incuba después a 30-35°C durante 24 horas y se huele, tratando de detectar el olor a podrido.

E. DETERMINACIÓN DE LA LACTOSA.

Agitar durante treinta minutos 25 g. de muestra con 300 ml. de agua destilada caliente en un matraz volumétrico de 500 ml.

- ✓ Enfriar a 20°C y diluir hasta la señal de enrase. Filtrar.
- ✓ Pipeta 250 ml. de filtrado a un matraz volumétrico de 500 ml. y diluir con etanol del 95 por ciento hasta la señal de enrase. Agitar intermitentemente durante quince minutos.
- ✓ Tomar 250 ml. y evaporar el alcohol sobre una placa caliente, añadiendo algunas perlas de vidrio para controlar la ebullición.

- ✓ Usando la mínima cantidad de agua posible, transferir la solución a un matraz volumétrico de 200 ml. Añadir 0,25 g. de amilasa pancreática y mantener el matraz y su contenido a 55°C durante treinta minutos.
- ✓ Calentar hasta ebullición y, a continuación, enfriar rápidamente a 20°C. Añadir 10 ml. De una solución al 25% de levadura de panadería lavada.
- ✓ Tapar el matraz con algodón y mantener a 28°C durante dieciocho horas.
- ✓ Transferir a un tubo de centrifuga y separar el precipitado por centrifugación.
- ✓ Tomar la capa líquida y reducir el volumen por evaporación hasta 25 ml. transferir a un matraz graduado de 100 ml.
- ✓ Añadir 10 ml de solución saturada y neutra de acetato de plomo. Diluir hasta la señal de enrase y centrifugar la solución.
- ✓ Pipeta 80 ml. a un matraz volumétrico de 100 ml. y añadir 2 1/2 ml de solución de cloruro mercúrico al 5%. Dejar en reposo durante treinta minutos. Permitir que sedimente y a continuación añadir 10 ml de solución de ácido fosfotúngstico al 20%. Diluir hasta la señal del envase. Filtrar.

Notas:

El resultado tiene que multiplicarse por 0,97 para corregir la pérdida por fermentación.

F. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD.

Pesar con exactitud 5 g. de muestra en una cápsula de níquel o acero inoxidable previamente desecada, extendiendo la muestra en una capa lo más fina posible sobre la base de la cápsula.

Colocar la cápsula con su contenido en estufa a 105°C y desecar durante cuatro horas.

Retirar la cápsula, enfriar en desecador y pesar.

Volver a colocar la cápsula en la estufa y secar nuevamente durante otros treinta minutos. Retirar, enfriar y pesar.

Continuar la desecación hasta alcanzar peso constante.

Calcular el contenido en humedad a partir de la pérdida de peso de la muestra.

$$\% H = (\text{peso del residuo} / \text{peso de la muestra}) \times 100$$

Cálculos y resultados.

Discusión.

Conclusiones.

Recomendaciones.

11.4. Análisis de costo de elaboración de pan con harina de nopal

Son los gastos incurridos en la producción, administración y venta de los productos o servicios, el costo de producción está relacionado con los siguientes costos como son materia prima, mano de obra, material de empaque y los costos indirectos de fabricación ya que son necesario realizarlos porque así se determinará el costo de producción del producto.

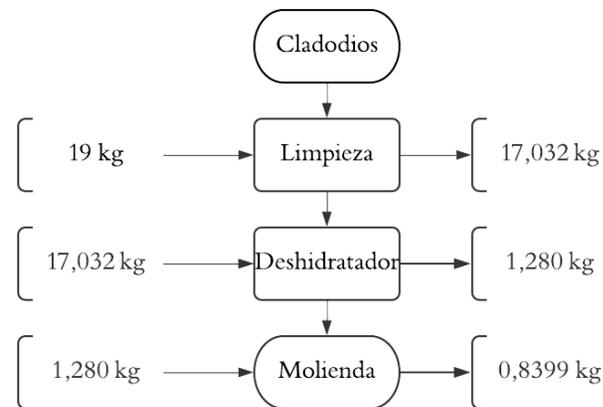
11.4.1. Costo para la producción de harina de nopal

Según Villareal (2005) manifiesta que de 19 kg de nopal se obtiene 17,032kg de nopal limpio, sin espinas y cortado, la cantidad recuperada del secado es de 1,280 kg así mismo se lleva a molienda y se obtiene 0,8399 kg de harina de nopal por lo tanto del 100% de nopal fresco se recupera el 4,42% en harina de nopal. (p. 36)

11.4.2. Balance de material

Flujograma 3

Rendimiento del nopal



Fuente: (Villareal, 2005)

11.4.3. Costo de la harina de nopal (*Opuntia ficus-indica*)

Tabla 3

Determinación del costo de la harina

Materia prima	Cantidad	Costo	Costo total Cladodios	Costo harina 1kg
Cladodios	1 kg	\$ 0,25	\$ 4,754	\$ 5,65

Fuente: Cando y Gallardo (2020)

Nota: El costo del nopal (cladodios) se adquiere por medio de las personas que estas dispuestas a vender su producto en la parroquia Eloy Alfaro a un precio de 0,25ctv cada kg de cladodios.

11.4.4. Costos para la producción de pan tipo molde (90%HT y 10%HN)

11.4.4.1. Costo de materia prima directa

Tabla 4

Costo de materia prima directa para la elaboración de pan tipo molde (90% HT y 10%HN)

Descripción	Unidad	Cantidad	Cantidad %	Costo Unitario	Costo Total	Costo Total %
Harina de trigo	kg	2,25	52,78	\$ 0,9	\$ 2,025	39,56
Harina de nopal	kg	0,25	5,86	\$ 5,65	\$ 1,4125	27,59
Azúcar	kg	0,5	11,73	\$ 1	\$ 0,50	9,77
Sal	kg	0,0001	0,0023	\$ 0,50	\$ 0,00005	0,00
Levadura	kg	0,00065	0,0152	\$ 4,50	\$ 0,002925	0,06
Agua	kg	1	23,46	\$ 0,45	\$ 0,45	8,79
Manteca	kg	0,25	5,86	\$ 1,80	\$ 0,45	8,79
Huevos	kg	0,00130	0,03	\$ 0,12	\$ 0,24	4,69
Mejoradores	kg	0,011	0,26	\$ 3,50	\$ 0,0385	0,75
TOTAL		4,263	100		\$ 5,12	100
		4263	g		\$ 0,57	c/u de 475 g
		9	unidades			

Fuente: Cando y Gallardo (2020)

Nota: El valor de la materia prima para cada pan de 475 g tiene un costo de \$ 0.57.

11.4.4.2. Costo de material de empaque.

Tabla 5

Costo del material de empaque para pan tipo molde (90% HT y 10%HN)

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Fundas	U	9	\$ 0,05	\$ 0,45
Total				\$ 0.45

Fuente: Cando y Gallardo (2020)

11.4.4.3. Mano de obra

Tabla 6

Mano de obra

Trabajadores	Numero	Sueldo Mensual	Sueldo Diario	Total
Tiempo Completo				\$ 0,00
Medio Tiempo	1	\$ 197,00	\$ 9,85	\$ 9,85

Fuente: Cando y Gallardo (2020)

11.4.4.4. Costos indirectos de fabricación

Tabla 7

Tabla de costo indirecto de fabricación

Descripción	Costo	Total (Cif)
Horno	\$ 1420	\$ 0,30
Batidora	\$ 600	\$ 0,13
Balanza	\$ 50	\$ 0,010
Moldes	\$ 90	\$ 0,02
Deshidratador	\$ 1760	\$0,36
Gas	\$ 3	\$ 0,60
Luz	\$ 25	\$1,25
Agua	\$ 5	\$ 0,25
Total		\$ 2,92

Fuente: Cando y Gallardo (2020)

Tabla 8*Depreciación de materiales*

	U	Depreciación C/Año	10%	Dp. C/Mes	Dp7. C/Día	Dp. C/H
Horno	\$	\$ 142,00		\$ 11,83333333	\$0,591666667	\$ 0,073958333
Batidora	\$	\$ 60,00		\$ 5,00	\$ 0,25	\$ 0,03125
Balanza	\$	\$ 5,00		\$ 0,416666667	\$ 0,020833333	\$ 0,002604167
Moldes	\$	\$ 9,00		\$ 0,75	\$ 0,0375	\$ 0,0046875
Deshidratador	\$	\$ 176,00		\$ 14,6666	\$ 0,733	\$ 0.091666
Gas	-	-		-	-	-
Luz	-	-		-	-	-
Agua	-	-		-	-	-

Fuente: Cando y Gallardo (2020)

$$CP = MPD + MOD + MED + CIF$$

$$CP = \$ 5,12 + \$ 9,85 + \$ 0,45 + \$ 2,92$$

$$CP = \$ 18,33/9$$

$$CP = \$ 2,04$$

El costo de producción para cada pan de molde (90%HT y 10%HN) con un peso de 475g va a tener un costo de \$ 2,04 por lo que en relación con el pan de molde comercial no varía excesivamente, por lo que estaría apto para comercializarse.

11.4.5. Análisis

Mediante una recopilación de datos de los panes más conocidos en el Ecuador con características similares a la del pan de nopal procedemos a la realización de la (tabla 7) el cual describe el precio, presentación y propiedades de los diferentes productos.

11.4.6. Comparación entre el pan comercial y pan de nopal (90%HT y 10%HN)

Cuadro 8

Tabla de comparación de panes

Marca	Descripción	Gráficos
Pan de Molde Integral (Supan)	Pan elaborado con harina de trigo integral que contiene todo lo bueno del grano entero de trigo, proteínas, carbohidratos, antioxidantes y fibra para una alimentación integral. Presentación: 500 g. Precio: \$ 2,00	
Pan bimbo de molde integral	Contiene casi una cucharada cafetera de azúcar por cada dos rebanadas. Contiene dos diferentes tipos de endulzantes: jarabe de maíz de alta fructosa y glucosa Presentación: 680g. Precio \$ 2,05	
Pan tradicional de panadería	El pan que se vende en lo que son los locales comerciales son de consumo diario por lo que el valor de venta al público es de una presentación: 250 g o pan de molde Precio \$ 1,50	

Fuente: Cando y Gallardo (2020)

12. Impacto (Técnicos, sociales, ambientales o económicos)

12.1. Impactos técnicos

El impacto técnico es positivo ya que permitirá el desarrollo de recurso tecnológicos para la producción, ya que mediante el trabajo de investigación el proyecto proporciona alternativa de crear e innovar nuevas fuentes de consumo para la elaboración de nuevos productos y así poder aprovechar y potencializar esta planta que se verá utilizada para fines agroindustriales.

12.2. Impactos ambientales

Mediante la creación de este proyecto de investigación para la industrialización del nopal en la producción de harina de cladodios y su aplicación en panificación no tiene impactos ambientales negativos, sin embargo, se sugiere a los gobiernos de turno establecer una política de incentivos hacia los agricultores que utilicen sustancias orgánicas para sus cultivos, con el fin de que se reduzca la contaminación y contribuir al expendio de productos naturales.

12.3. Impactos económicos

Los impactos son de aspecto positivo ya que la inclusión de harina en diferentes productos permitirá mejorar los ingresos a los productores de nopal porque tendrán un aprovechamiento total de la planta y no solo del fruto y una vez que la planta este industrializada permitirá impulsar a subir el porcentaje de producción de esta especie lo cual se necesita mano de obra y como resultado será plaza de empleos.

12.4. Impactos sociales.

El presente proyecto representa un impacto social positivo para la sociedad ya que muchos de los agricultores de nopal se dedican a la venta del fruto olvidándose de las hojas del nopal (cladodios) por falta de conocimiento en lo que se pueda utilizar, con este proyecto se impulsa a elevar sus cultivos de nopal para darle un valor agregado para que la industria lo tenga como materia prima que servirá para la producción de varios productos.

13. Presupuesto

Presupuesto para la ejecución de elaboración de pan mediante la sustitución parcial de harina de trigo por harina de nopal (*Opuntia ficus-indica*)

Presupuesto del proyecto				
Recurso	Cantidad	Unidad	V. unitario	Valor Total
Equipos				
Horno	1	½ día de alquiler/ Precio de depreciación	\$ 0,30	\$ 0,30
Batidora /Amasadora	1	½ día de alquiler/ Precio de depreciación	\$ 0,13	\$ 0,13
Balanza digital	1	½ día de alquiler/ Precio de depreciación	\$ 0,010	\$ 0,010
Deshidratador	1	½ día de alquiler/ Precio de depreciación	\$ 0,346	\$ 0,35
Molino	1	u	\$20,00	\$20,00
Tamiz	1	u	\$ 5,00	\$ 5,00
Subtotal				\$ 25,79
Materiales e insumo				
Cuchillo de acero inoxidable	2	u	\$ 7,00	\$ 14,00
Mesa de acero inoxidable	1	u	\$ 500,00	\$ 500,00
Tinas	2	u	\$ 4,00	\$ 8,00
Cuchara	1	u	\$ 0,75	\$ 0,75
Tabla de picar	2	u	\$ 2,00	\$ 4,00
Espátula	1	u	\$ 2,50	\$ 2,50
Moldes para pan	8	u	\$ 11,25	\$ 90,00
Fundas herméticas	8	u	\$ 0,50	\$ 4,00
Subtotal				\$ 623,25
Materias primas				
Harina de nopal (Cladodios)	1	kg	\$ 5,65	\$ 5,65
Harina de trigo	2	kg	\$ 0,90	\$ 1,80
Sal	1	kg	\$ 0,50	\$ 0,50
Azúcar	1	kg	\$ 1,00	\$ 1,00
Levadura	1	kg	\$ 4,50	\$ 4,50
Agua	1	l	\$ 0,45	\$ 0,45
Grasa vegetal	1	kg	\$ 1,80	\$ 1,00
Huevos	2	u	\$ 0,12	\$ 0,24
Mejoradores	1	kg	\$ 3.50	\$3,50

Subtotal				\$ 18,64
Análisis de Laboratorio				
Análisis físico-químico	1			\$ 50,00
Análisis químico	1			\$ 15,00
Análisis nutricional	1			\$ 138,00
Análisis microbiológico	1			\$ 85,00
Subtotal				\$ 288,00
Subtotal				\$ 955,68
Gastos varios				\$ 200,00
Subtotal				\$ 1155,68
Imprevistos 15%				\$ 173,35
Total				\$ 1329,03

Fuente: Cando y Gallardo (2020)

13.1. Presupuesto del trabajo de investigación.

Materiales/ Oficina				
Flash memory	1	u	\$ 8,00	\$ 8,00
Impresiones	500	u	\$ 0,10	\$ 50,00
Carpeta	2	u	\$ 0,75	\$ 1,50
Copias	300	u	\$ 0,02	\$ 6,00
Anillados	7	u	\$ 1,00	\$ 7,00
Cuaderno/esfero	6	u	\$ 1,15	\$ 6,90
Transporte	12	días	\$ 1,00	\$ 12,00
Internet	50	horas	\$ 0,50	\$ 25,00
Empastado	3	u	\$ 16,00	\$ 48,00
Subtotal				\$ 164,40
Imprevistos 10%				\$16,44
Total				\$180,84

Fuente: Cando y Gallardo (2020)

14. Conclusiones y recomendaciones

14.1. Conclusiones

- Con relación al objetivo general del mejor método de elaboración de pan empleando una sustitución parcial de harina de trigo por harina de nopal (*Opuntia ficus-indica*) buscando darle un valor agregado a la planta no reconocida, pero que aporta beneficios ya que tiene un alto porcentaje de fibra, calcio, vitaminas etc.
- De acuerdo a la comparación de distintas metodologías aplicadas a la obtención de Harina de nopal (*Opuntia ficus-indica*) se deduce que el mejor método estaría en que los cladodios sean maduros de uno a tres años cortados a una dimensión de tiras de 2cm de grosor y aplicarlos a una deshidratación en un deshidratador industrial a una temperatura de 65 a 70°C por un tiempo aproximado de tres a cuatro horas.
- Mediante la guía de un análisis fisicoquímico y nutricional para la harina de nopal se afirma que existen varios parámetros que son necesarios ejecutar para realizar una producción adecuada del producto final. Parámetros fisicoquímicos como: grasa 0,02%, humedad 6%, fibra 48%, ceniza 16%, acidez 0,2%, gluten húmedo 28%, y nutricionales para la producción del mismo como: proteínas 10%, calcio 310 mg, carbohidratos 18%.
- Al elaborar el manual de sustitución parcial de harina de trigo por harina de nopal para la producción de pan, la mejor formulación planteada es la de 90 % harina de trigo y 10% harina de nopal y se puede llegar hasta un porcentaje de 80% harina de trigo con un 20% de harina de nopal, además este manual aporta parámetros importantes para llegar a la producción del mismo.
- Al realizar un análisis de costo del mejor porcentaje de sustitución de harina de trigo en un 90% harina de trigo con 10% harina de nopal se obtiene un valor de \$2,04 para el costo de producción en una presentación de 475 g.

14.2. Recomendaciones

- El nopal (*Opuntia ficus-indica*) es una planta de múltiples beneficios por lo cual se recomienda seguir con las investigaciones en referencia a esta planta ya que es muy poco reconocida, pero con grandes beneficios por lo cual sería un amplio campo para la industrialización.
- Aplicar las propuestas de la producción de pan con las diferentes formulaciones planteadas.
- Es necesario considerar la importancia que se le debe de dar a cada proceso para la producción del pan con sustitución de harina de trigo por nopal, ya que cada uno de los procesos se detallan parámetros de una manera específica para lograr obtener un producto inocuo.

15. Referencias bibliográficas

Tesis

- Alpala Guerrero D. (2016). *Obtención de harina utilizando la hoja de nopal de castilla (opuntia ficus-indica) y su aplicación en repostería, Riobamba 2015* [Tesis de licenciado en gestión gastronómica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Archivo digital <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/11362/1/84T00513.pdf>
- Ayón-Wu J. (2017). *Implementación de punto caliente para expendio de panadería en formato cash and carry* [Trabajo monográfico de ingeniero en industrias alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina.]. Archivo digital. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2906/E21-A96-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Burbano-Torres J. (2015). *Mejora de los procesos de producción y ventas de una pequeña empresa de la industria de deshidratación de frutas "caso: Aclalau Alimentos S.A."* [Tesis de Magister en administración de empresas con mención en gerencia de calidad y productividad, Pontificia Universidad Católica Del Ecuador.] Archivo digital <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/10657/Tesis%20Aclalau%20Alimentos%20S.A.%20Juan%20Burbano.pdf?sequence=1>
- Gongora-Cauich, J. (Noviembre de 2016). *Establecimiento de un proceso de hidrólisis a partir de cladodios frescos y secos de nopal (opuntia spp.) para la obtención de azúcares fermentables.* [Tesis de grado, Centro De Investigación Y Asistencia En Tecnología Y Diseño Del Estado De Jalisco, A.C.]. <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/378/1/Jos%C3%A9%20Vicente%20Gongora%20Cauich.pdf>
- Loubet-González A. (2008). *Biodisponibilidad de calcio presente en harina de nopal (opuntia ficus indica) en función de su estado de maduración* [Tesis de licenciada en nutrición, Universidad Del Estado De Hidalgo]. Archivo digital. http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/363/Biodisponibilidad%20calcio%20harina%20nopal.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR2UeOpnSzeR-V8WQ9RiB2QP09dRJmGg1V3Tj_7TnGUPyaQHID_IbWPBA4Q
- Muñoz-Gonzales J. (2010). *Identificación de fibra dietaria en la cáscara, pulpa y en el residuo de la extracción de gel de penca de tuna (opuntia ficus-indica), variedades amarilla y*

- blanca* [tesis de Ingeniero n industrias Agropecuarias, Universidad Técnica Particular De Loja.]. Archivo digital
<http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/1766/3/Mu%C3%B1oz%20Gonz%C3%A1lez%20Juan%20Jos%C3%A9.pdf>
- Ortiz-Rodríguez L. (Marzo de 2010). *Efecto de la deshidratación osmótica sobre las propiedades físico-químicas, mecánicas y sensoriales del nopal (opuntia spp) liofilizado* [Trabajo de maestrías en ciencias alimentarias, Universidad Veracruzana]. Archivo digital
<https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/46794/OrtizRodriguezLilia.pdf;jsessionid=ADA7D5BE017BD6970F763D93A39E42CD?sequence=2>
- Sacaroto Días F. (2017). *Aprovechamiento de nopal "Nopal energy bar"*. [Título de ingeniería Agroindustrial, Universidad Tecnica De Cotopaxi]. Repositorio Universidad Tecnica De Cotopaxi(Biblioteca). Archivo digital
<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4273/1/UTC-PC-000215.pdf>
- Villarreal-Martínez A.(Septiembre de 2005). *Evaluación de mezclas de harina de nopal natural y harina integral de trigo para la elaboración de pan con bajo contenido calorico* [Tesis, Universidad Autónoma Agraria "ANTONIO NARRO".] archivo digital
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7242/T15132%20VILLARREAL%20MARTINEZ%2C%20ALMA%20PATRICIA%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Artículos

- Beriguete, E I, Merette O., Gómez, E., y Calderón, C. (Junio de 2012). *Harina de Nopal (Opuntia ficus) aplicada en la elaboración de productos de panificación*. *Researchgate*, 1(1), 19-28.
https://www.researchgate.net/profile/Luis_Wong_Vega/publication/281866037_Respuesta_a_cinco_tratamientos_de_asepsia_en_distintos_explantos_de_guanabana_Anonna_muricata_L_por_Adriana_Chavarria_Lines_Yaneury_Done_Dipre_y_Luis_Wong-Vega_InnovaBiotec_Viol_1_n
- , D., G., Peña V., C., García N., R., Arévalo G., L., Calderón Z., G., y Anaya R., S. (Enero - Febrero de 2015). *Características físicas y químicas de nopal verdura (Opuntia ficus-indica) para exportación y consumo nacional*. *SciELO*, 49(1).
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952015000100003

- González, M., L., Altamirano, F., R. y Campos P., J. (19 de Febrero de 2019). *Calidad microbiológica del pan de caja adicionadas con harinas no convencionales (jamaica y nopal)*. Investigación y desarrollo en ciencia y tecnología de alimentos (4). <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume4/4/8/104.pdf>
- Marín B, E., Lemus M, R., Flores M, V., y Vega G, A. (Diciembre de 2006). *La rehidratación de alimentos deshidratados*. *Scielo*, 33(4). https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182006000500009
- Medina R., M., Tirado E., G., Méjia H., I., Camarillo S., I., y Cruz V., C. (Julio de 2006). *Digestibilidad in situ de dietas con harina de nopal deshidratado conteniendo un preparado de enzimas fibrolíticas exógenas*. *Scielo*, 41(7). https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2006000700014#:~:text=Los%20resultados%20del%20an%C3%A1lisis%20qu%C3%ADmico,5%25%2C%20CNF%2041%25.
- Mesa, J. M., y Alegre, M. T. (Diciembre de 2002). *El pan y su proceso de elaboración*. *Redalyc*, 3(5), 307 - 313. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/724/72430508.pdf>
- Padrón P., C., Aguirre O., C., y Moreno Á., M. (Septiembre de 2009). Influencia de la Sustitución Parcial de Harina de Trigo con Harinas de Cladodios de Cactus (*Opuntia boldinghii* Britton & Rose) Integral e Hidrolizada Enzimáticamente como Fuente de Fibra en Postres Tipo Ponquecito. *Revista Tecnológica ESPOL*, 22(1), 63 -71. <https://pdfs.semanticscholar.org/e9b7/7e1f78b0c37eeacceba3ada6cd17b7e8c4db.pdf>
- Torres J. Henández, O., Arce G., y Vizuet J (2016). *Secado de nopal (Opuntia ficus) utilizando secador solar con sistema de reflectores*. *Revista de Energía Química y Física*, 3, 39-46. http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Energia_Quimica_y_Fisica/vol3num6/Revista_Energia_Quimica_Fisica_V3_N6_6.pdf

Artículo sin publicar

- Sandoval Iturbide , A., Navarro Cruz , A. R., Avila Sosa, S. R., Lazcano Hernández , M., & Dávila Márquez , R. M. (s.f.). *Elaboración de un producto de panificación utilizando harina de nopal viejo o pie de cría* . *Respyn*, 1-8. Obtenido de <http://respyn2.uanl.mx/especiales/2008/ee-08-2008/documentos/A053.pdf>

Conferencia

Viera M., A. (22 de Noviembre de 2016). *Elaboración de un panque con harina de avena, trigo y nopal utilizando un diseño de mezclas para su formulacion*[Ponencia] *Univerisdad Autonoma De San Luis Potos.* Obtenido de <http://www.ingenieria.uaslp.mx/agroindustrial/Documents/Proyectos/Presentaciones%20sem%202016-2017%20I/Elaboraci%C3%B3n%20de%20panqu%C3%A9%20de%20avena%20trigo%20y%20nopai.pdf>

Página web

- Asesoria MSS. (12 de Julio de 2020). *Tipos de investigación en la elaboración de tesis de grado.* *Aesoriamss.* <https://www.asesoriamss.com/ofertas-de-cursos/tecnicos-y-administrativos/item/153-tipos-de-investigacion-en-la-elaboracion-de-tesis-de-grado>
- Agro. (21 de Septiembre de 2017). *Pan y tortilla elaborados del nopal.* <http://www.2000agro.com.mx/tecnologia/pan-tortilla-elaborados-partir-del-nopal/#:~:text=Adem%C3%A1s%2C%20las%20tortillas%20y%20panes,a%20prevenir%20calambres%2C%20migra%C3%B1as%2C%20y>
- Castillo, I. (s.f.). *7 Instrumentos de investigación documental.* *Liferder.* <https://www.liferder.com/instrumentos-investigacion-documental/>
- Centro Nacional De Hotelería y turismo. (2014). *Guia de laboratorio fisicoquimica .* Reguional distrito capital sistema de gestion de la calidad y ambiental <https://es.scribd.com/doc/245061724/Control-Fisicoquimico-Harina-de-Trigo-y-Analisis-Del-Pan-revisar-para-todo-esta>
- Ferrer, I., J. (2010). *Tipos de investigación y diseño de investigación,* Blogspot, 02. (Blogspot) <http://metodologia02.blogspot.com/p/operacionalizacion-de-variables.html>
- ISOwin. (2015). *La calibración en la norma ISO 9001.* <https://isowin.org/blog/calibracion-ISO-9001/>
- Javier. (12 de Septiembre de 2016). *Ingredientes básicos.* pan para hoy <http://www.panparahoy.com/los-ingredientes-basicos/>
- Luna, G. (2020). *Analisis físico-químico de los alimentos -harinas y panificacion .* https://es.slideshare.net/Gerardo_25/analisis-fisicoquimico-de-los-alimentos-harinas-y-panificacion

- Matos A., A. (s.f.). *Investigación bibliográfica: Definición, tipos, técnicas*, Liferder. <https://www.liferder.com/investigacion-bibliografica/>
- Miralbés, C. (2020). *composición y funcionalidad*. <https://panypizza.com/tecnica/proteinas-del-trigo-composicion-funcionalidad/>
- Peña A., C. (s.f.). *Importancia de la determinación de cenizas la*. Coursehero. <https://www.coursehero.com/file/pvb7su/Importancia-de-la-determinaci%C3%B3n-de-cenizas-La-cantidad-de-cenizas-representa-el/>
- Ramos C., E. (01 de Julio de 2018). *Métodos y técnicas de investigación*. Gestipolis. <https://www.gestipolis.com/metodos-y-tecnicas-de-investigacion/>

Documento web

- Alanís Villarreal, C. (2017). *Panadería, Pastelería y repostería*. Academia.edu. https://www.academia.edu/31773011/Manual_Panader%C3%ADa_I
- Ludeña A. (Abril del 2011). *Panadería. Centro de servicio para la capacitación laboral y el desarrollo (CAPLAB)*. <http://files.edu-piedra1.webnode.es/200000056-f2ecc00bf8/Gu%C3%ADa%20del%20estudiante%20panader%C3%ADa.pdf>
- Flecha, M. (29 de Julio de 2015). *Procesos y técnicas de panificación* Academia.edu. https://www.academia.edu/30170096/PROCESOS_Y_TECNICAS_DE_PANIFICACION_Manuel_Flecha
- Hernández Meléndrez, E. (2006). *Metodología de la investigación. Escuela Nacional de Salud Pública*. Obtenido de <https://especialidades.sld.cu/medinterna/files/2009/10/metodologia-de-la-investigacion-como-escribir-una-tesis.pdf>
- IIBI, I. (s.f.). *Harina y derivados del nopal fomento del consumo e industrialización para la soberanía alimentaria*. (Instituto De Innovación En Biotecnología E Industria) Obtenido de Academia De Ciencias De La Republica Dominicana: <http://www.ideassonline.org/pic/doc/BrochureHarinadeNopal.pdf>
- Organizacion de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. (FAO) (1992). *Mauales para el control de calidad en los alimentos*. <http://www.fao.org/3/a-t0451s.pdf>
- Ortiz, C., K. (2016). *Manual de practicas de laboratorio Química general I*. Universidad de San Carlos Guatemala: https://www.academia.edu/30993571/MANUAL_DE_PR%C3%81CTICAS_DE_LABORATORIO_QU%C3%8DMICA_GENERAL_I

ChemicalSafetyFacts. (s.f.). *ChemicalSafetyFacts*. Obtenido de <https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/hidroxido-de-sodio/>

Tobias. (20 de Junio de 2017). *Las máquinas necesarias para montar una panadería industrial*. *Empresa Conectada*. <http://empresaconectada.com/las-maquinas-necesarias-montar-una-panaderia-industrial/>

Libros

Inglese, P., Jacobo, C. M., Nefzaoui, A., y Sáenz, C. (2018). *Ecología del cultivo manejo y usos del nopal* Organización de las naciones unidas, Science for resilient livelehoods in dry areas: <http://www.fao.org/3/i7628es/I7628ES.pdf>

Paginas en la worl wide web (www)

Codex Standard 152-1985. (1995). *Norma del codex para la harina de trigo* . ///C:/Users/Usuario/Downloads/CXS_152s.pdf

Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 616) (2015). *Harina de trigo. Requisito*. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte-inen-616-4.pdf?fbclid=IwAR2BImrZvn2TXah1TFNrh53QP5ftCPDjE9-o1biuCHCWX3Jr3-2sbrInUR4>

Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 2945) (2015) *Requisitos para pan* https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2945.pdf?fbclid=IwAR2IJl2HPnaNoNPLHOfIV4IRHxBlcaNGnkyH9tMw6fLImfo0M1eLtjub77o

Norma Técnica Peruana (NTP 011.184) (2016). *Harina de nopal* (opuntia ficus L. Millar). Definición y Requisitos

16. Anexos

Anexo 1. Aval de traducción



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados de la Carrera de **INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL** de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**, **GALLARDO GUANOQUIZA LUIS MIGUEL Y CANDO CHASILOA KAROLINA ELIZABETH**, cuyo título versa **“SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO POR HARINA DE NOPAL (OPUNTIA FICUS-INDICA) EN LA ELABORACIÓN DE PAN”**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Septiembre 21 del 2020

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Patricia Marcela Chacón Porras'.

Mg. Patricia Marcela Chacón Porras
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 0502211196



CENTRO
DE IDIOMAS

Anexo 2 Lugar de ejecución



Fuente: <https://www.google.com/maps/search/latacunga+/@0.0819519,-77.2607643,1>

Vista satelital de la ubicación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Provincia de Cotopaxi, donde se ejecutará el proyecto de investigación.

Anexo 3. Datos informativos del tutor académico

Datos personales

Apellidos: Zambrano Ochoa

Nombres: Zoila Eliana

Estado civil: Casado

Cedula de ciudadanía: 050177393-1

Numero de carga familiares:

Lugar y fecha de nacimiento: Alausí, 07 de agosto de 1971

Dirección domiciliaria: El Loreto, Calle Quito y Gabriela Mistral

Teléfono convencional: 03 2814 – 188 **Teléfono celular:** 0995232441

E-mail institucional: zoila.zambrano@utc.edu.ec

Tipo de discapacidad: Ninguna

de carnet conadis: na



Estudios realizados y títulos obtenidos niveles

Nivel	Título obtenido	Fecha de registro en el CONESUP	Código del registro Senescyt
Tercer	Ingeniería	27 – Agosto - 2002	1020-02-180061
Cuarto	Magister en gestión de la producción	29 -Octubre - 2007	1020-07-668515

Historial profesional

Facultad en la que labora: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera a la que pertenece: Ingeniería Agroindustrial

Área del conocimiento en la que se desempeña: Ingeniería Agroindustrial, Ciencias de los Alimentos, Aseguramiento de la Calidad, Políticas Alimentarias

Periodo académico de ingreso a la UTC: Septiembre 2000 -Febrero 2001

Firma

Anexo 4 Datos informativos del estudiante

Datos personales

Apellidos y Nombres: Cando Chasiloa Karolina Elizabeth

Cedula de ciudadanía: 055035622-4

Fecha de nacimiento: 28 de Junio de 1996

Estado civil: Soltera

Ciudad: Latacunga

Domicilio: México y 10 de Agosto

Teléfono celular: 0983538653

Correo electrónico: karolina.cando6224@utc.edu.ec



Formación académica

Estudios primarios: Escuela Fiscal Elvira Ortega

Dirección: Latacunga

Estudios secundarios: Colegio Nacional Primero de Abril

Dirección: Latacunga

Estudios Universitarios: Universidad Técnica de Cotopaxi (Decimo ciclo)

Idiomas. Suficiencia en ingles B1

Cursos realizados

II Congreso de Agroindustrias: Tendencia industriales y biotecnología y emprendimiento 2019

Seminario Internacional de Ingeniería, Ciencia y Tecnología 2018

II Congreso Internacional de Agroindustrias Ciencias y Tecnología e Ingeniería de alimentos 2018

Elaboración de productos cárnicos 2018

Firma

Anexo 5 Datos informativos del estudiante

Datos personales

Apellidos y nombres: Gallardo Guanoquiza Luis Miguel

Cedula de ciudadanía: 050435187-5

Fecha de nacimiento: 07 de Enero de 1997

Estado civil: Casado

Ciudad: Saquisilí

Domiciliaria: Saquisilí – Barrio Guasin Mollepamba San Ramón

Teléfono: 0984395304

Correo electrónico: luis.gallardo1875@utc.edu.ec



Formación académica

Estudios Primarios: Escuela Mariscal Antonio José de Sucre

Dirección: Saquisilí

Estudios Secundarios: Colegio Nacional Saquisilí

Dirección: Saquisilí

Estudios Universitarios: Universidad Técnica de Cotopaxi (Decimo ciclo)

Idiomas: Suficiencia en ingles B1

Cursos realizados

I Seminario de Inocuidad de Alimentos Agroindustria 2017.

II Congreso Internacional de Agroindustrias, Ciencias Tecnología e Ingeniería de Alimentos 2018.

Seminario Internacional de Ingeniería, Ciencia y Tecnología Agroindustrial de 2018.

XXV Simposio de la Industria Del Cuero “Nuestra Piel En Tu Mundo” 2018.

II Seminario Internacional Agroindustrial “Desafios en Nuestra Región en Procesos Tecnológicos, Desarrollo e Innovación, Investigación y Publicación de Artículos Científicos” 2019.

II Congreso de Agroindustria Tendencia Industriales, Biotecnología y Emprendimiento.

Firma

Anexo 6 Norma Técnica Ecuatoriana INEN para Pan



Servicio Ecuatoriano de Normalización

Quito – Ecuador

**NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA**

NTE INEN 2945
2016-10

PAN. REQUISITOS

BREAD. REQUIREMENTS

PAN REQUISITOS

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma establece los requisitos para el pan destinado al consumo humano.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos en su totalidad o en parte, son indispensables para la aplicación de este documento. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición (incluyendo cualquier enmienda).

CPE INEN-CODEX 1, *Principios generales de higiene de los alimentos*

NTE INEN-CODEX 192, *Norma general del Codex para los aditivos alimentarios*

NTE INEN-ISO 712, *Cereales y productos de cereales. Determinación del contenido de humedad. Método de referencia*

NTE INEN 526, *Harinas de origen vegetal. Determinación de la concentración de ión hidrógeno o pH*

NTE INEN 1334-1, *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requisitos*

NTE INEN 1334-2, *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos*

NTE INEN 1334-3, *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 3. Requisitos para declaraciones nutricionales y declaraciones saludables*

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, se adoptan las siguientes definiciones:

3.1

pan

Producto obtenido de la fermentación y horneado de una masa básica hecha de harina de trigo, agua, levadura y sal.

3.2

pan común

Producto a base de harina de trigo, agua, levadura, sal, adicionado o no de grasas o aceites comestibles, azúcar u otros aditivos alimentarios.

3.3

pan especial

Producto a base de harina de trigo u otro tipo de harinas solas o mezcladas, agua, levadura, con o sin sal, adicionado o no de grasas o aceites comestibles, con o sin azúcar, aditivos alimentarios y otros ingredientes alimentarios como, por ejemplo, huevos y sus derivados, leche y sus derivados, frutas, etc.

3.4

pan integral

Producto a base de harinas integrales de cereales, agua, levadura, sal, adicionado o no de grasas o aceites comestibles, azúcar u otros aditivos alimentarios.

3.5**pan integral especial**

Producto a base de harinas integrales de cereales, agua, levadura, con o sin sal, adicionado o no de grasas o aceites comestibles, con o sin azúcar, aditivos alimentarios y otros ingredientes alimentarios, como por ejemplo, frutas, granos, oleaginosas, etc.

4. REQUISITOS

El pan, pan común, pan especial, pan integral y pan integral especial, deben:

- 4.1 estar elaborados de conformidad con lo establecido en CPE INEN-CODEX 1,
- 4.2 utilizar ingredientes alimentarios aptos para el consumo humano,
- 4.3 cumplir con los requisitos físicos y químicos establecidos en la Tabla 1.

TABLA 1. Requisitos físicos y químicos para el pan, pan común, pan especial, pan integral y pan integral especial

Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Humedad *	% *	-	45,0	NTE INEN-ISO 712
pH	-	4,3	7,0	NTE INEN 526
* fracción másica en base seca expresada como % en producto terminado.				
NOTA. En el caso de que sean usados métodos de ensayo alternativos a los señalados en esta tabla, estos deben ser oficiales. En el caso de no ser un método oficial, este debe ser validado.				

- 4.4 cumplir con los límites máximos de aditivos alimentarios establecidos en NTE INEN-CODEX 192.

5. ENVASADO

El envase utilizado será de un material apto para productos alimenticios, resistente y que asegure la buena conservación del producto.

6. ROTULADO

El rotulado del pan debe cumplir con lo establecido en NTE INEN 1334-1, NTE INEN 1334-2 y NTE INEN 1334-3.

BIBLIOGRAFÍA

NTC 1363 *Pan. Requisitos*

NMX-F-442-1983 *Alimentos – Pan – Productos de Bolería*. Dirección General de Normas

21CFR136, *Bakery products*. Code of Federal Regulations of U.S. Food and Drug Administration. 2015

Real Decreto 1137/1984, de 28 de marzo, por el que se aprueba la *Reglamentación Técnico-Sanitaria para la Fabricación, Circulación y Comercio del Pan y Panes Especiales*. Última modificación: 29 de marzo de 2013

RM N° 1020-2010/MINSA, *Norma Sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería*. Dirección General de Salud Ambiental. Ministerio de Salud. Lima. 2011

SEMIĆ A., ORUČEVIĆ S., BAUMAN I., MUMINOVIĆ Š., SPAHO N., KLEPO B. (2009). *Effects of increasing sourness of bread dough on bread quality*, 5th International Congress Flour-Bread and 7th Croatian Congress of Cereal Technologists, 416-424

HOLMES J.T. and HOSENEY R.C. (1987). *Chemical Leavening: Effect of pH and certain ions on breadmaking properties*. Cereal Chemical, Vol. 64, No 5, 343-348.

AMERICAN INSTITUTE OF BAKING (AIB International). *Curso Tecnología Aplicada a la panificación*. Lección quince.

AMBLER THOMPSON and BARRY N. TAYLOR. *Guide for the Use of the International System of Units (SI)*. National Institute of Standards and Technology-NIST of U.S. Department of Commerce. 2008.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. (ICMSF). *Microorganisms in Foods 8. Use of Data for Assessing Process Control and Product Acceptance*. London. 2011. 209-225.

Anexo 7 Norma Técnica Peruana Harina de Nopal (2945, 2016)

NORMATÉCNICA
PERUANA

NTP 011.182
1 de 14

HARINA DE NOPAL (*Opuntia ficus L. Millar*). Definición y requisitos.

1. OBJETO

La Norma Técnica Peruana establece los requisitos que debe cumplir la Harina de Nopal destinada al consumo humano.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que, al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda Norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

2.1 Normas Técnicas Peruanas

2.1.1	NTP 209.038:2003	ALIMENTOS ENVASADOS. Etiquetado
2.1.2	NTP 205.002:1979	CEREALES Y MENESTRAS. Determinación del contenido de Humedad.
10.2	NTP 205.003:1980	CEREALES Y MENESTRAS. Determinación de la Fibra Cruda.
10.3	NTP 205.004:1979	CEREALES Y MENESTRAS. Determinación de cenizas.

- 10.4 NTP 205.005:1979 CEREALES Y MENESTRAS. Determinación de Proteínas totales.
- 10.5 NTP 205.006:1980 CEREALES Y MENESTRAS. Determinación de la Materia Grasa.
- 10.6 NTP 205.029:1982 CEREALES Y MENESTRAS. Análisis físicos.
- 2.1.2 NTP-ISO.10725:200 PROCEDIMIENTOS Y PLANES DE MUESTREO PARA LA INSPECCIÓN DE MATERIALES A GRANEL
- 2.2 **Normas Técnicas Nacionales**
- 2.2.1 NTC 2160: 2006 Harina de Avena para consumo humano. Capítulo 6.9
- 2.3 **Normas Técnicas de Asociación**
- 2.3.1 AOAC 966.23C Microbiological Method C. Aerobic Plate Count. 17th Edition, (2000), Tomo I, Capítulo 17, Página5
- 2.3.2 AOAC 987.09 *Staphylococcus aureus* in Foods. 17th Edition, (2000), Tomo I, Capítulo 17, Página 5
- 2.3.3 FDA/CFSAN Bacteriological Analytical Manual. On Line (2001). Revisión de la 8ª Edición. Capítulo 18. Yeasts, molds and mycotoxins
- 2.3.4 FDA/ CFSAN Bacteriological Analytical Manual. On Line (2001). Revisión de la 8ª Edición. Capítulo 5. Salmonella
- 1/1

3. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana es aplicable a la harina de nopal para consumo humano.

4. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las siguientes definiciones:

4.1 **cladodios:** Tallos del nopal, también conocidos como palos o pencas, son articulados, aplanados y con tejidos carnosos.

4.2 **aditivo alimentario:** Sustancia que se agrega a los alimentos y bebidas con el objeto de mejorar sus características organolépticas y favorecer su conservación.

4.3 **fibra alimentaria:** Es un conjunto de hidratos de carbono que nuestro cuerpo no puede metabolizar ni asimilar como nutriente y que, por lo tanto, es expulsada al final del recorrido digestivo limpiando el organismo y colaborando con la flora intestinal.

4.4 **molienda:** Proceso mediante el cual se reduce el tamaño de partícula, este dependerá del tipo y característica del molino.

4.5 **secado:** Proceso mediante el cual se retira agua de la matriz de un alimento, resultando un producto con una humedad menor, la fuente de calor es por lo general aire caliente.

4.6 **tamizado:** Proceso mediante el cual se separan partículas de distinto tamaño, por medio de mallas o placas perforadas de distintas dimensiones.

5. CONDICIONES GENERALES

5.1 La harina de nopal deberá provenir del secado, molienda y tamizado de cladodios de nopal fresco.

5.2 La harina de nopal deberá ser procesada y envasada bajo condiciones higiénicas - sanitarios acordes con los Principios Generales de Higiene de los Alimentos, establecidas en las disposiciones legales vigentes.

6. REQUISITOS

6.1 Requisitos físicos

6.1.1 Materia extraña: La harina de nopal no deberá contener materias extrañas.

6.1.2 No está permitido su obtención a partir de cladodios de nopal descompuestos como consecuencia del ataque de hongos, roedores o insectos.

6.1.3 Deberá tener la consistencia de un polvo fluido en toda su masa, sin grumos de ninguna clase (considerando la compactación natural del envasado automático y del estibado).

6.1.4 Tamaño de partícula: El 98 % o más de la harina deberá pasar a través de un tamiz (No. 70) de 212 micras

6.2 Requisitos químicos

La harina de nopal deberá cumplir con los requisitos que se especifica en la tabla 1.

TABLA 1 - Requisitos físicos y químicos para la harina de nopal (expresada en mg por 100 g en base seca)

Requisitos	Mínimo	Máximo
Humedad (g/100g)	-	6.00
Proteína	10.00	13.00
Fibra Alimentaria total	-	48.00
Cenizas	16.00	20.00
Grasa	1.00	3.00
Carbohidratos por diferencia (base seca)	10.00	16.00

TABLA 2 - Macro nutrientes en la harina de nopal (expresada en mg por 100 g en base seca)

Requisitos	Mínimo	Máximo
Calcio(mg)	310.00	350.00
Fósforo(mg)	310.00	320.00
Sodio(mg)	190.00	200.00

Los valores establecidos en la tabla precedente son para harina gelatinizada de nopal, sin adición de vitaminas, minerales ni aditivos alimentarios.

6.3 Requisitos microbiológicos

La harina de nopal deberá cumplir con los siguientes criterios microbiológicos:

TABLA 3 - Requisitos microbiológicos en harina de nopal

AGENTE MICROBIANO	Categoría	Clase	n	c	Límite UFC/g	
					m	M
Aerobios mesófilos	3	3	5	1	10 ⁴	10 ⁵
Mohos	5	3	5	2	10 ²	10 ⁴
Levaduras	2	3	5	2	10 ²	10 ⁴
Staphylococcus aureus coagulasa +	8	3	5	1	10	10 ²
Salmonella / 25 g (**)	15	2	60(*)	0	0	--
(*) Solo para pulverizado						
(**) Hacer compósito para analizar						

6.4 Requisitos organolépticos

La harina de nopal tendrá color, sabor y olor característico al producto. Estarán libres de sabores y olores indeseables.

6.5 Contaminantes

6.5.1 Metales pesados

La harina de trigo deberá estar exenta de metales pesados en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana.

6.5.2 Residuos de plaguicidas

La harina de nopal se deberá ajustar a los límites máximos para residuos establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius para este producto.

6.5.3 Micotoxinas

La harina de nopal deberá ajustarse a los límites máximos para micotoxinas establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius para este producto.

7. MUESTREO

El muestreo se realizará según lo recomendado en las NTP-ISO 10725.

8. MÉTODOS DE ENSAYO

8.1 Métodos para requisitos físicos

La determinación del tamaño de partícula se realizará según lo recomendado en la NTC 2160.

8.2 Métodos para requisitos químicos

8.2.1 La determinación de humedad se realizará según lo recomendado en las NTP 205.002:1979

8.2.2 La determinación de fibra cruda se realizará según lo recomendado en las NTP 205.003:1980

8.2.3 La determinación de cenizas se realizará según lo recomendado en las NTP 205.004:1979

8.2.4 La determinación de proteína se realizará según lo recomendado en las NTP 205.005:1979

8.2.5 La determinación de materia grasa se realizará según lo recomendado en las NTP 205.029:1982

8.3 Métodos para requisitos microbiológicos

8.3.1 El recuento de aerobios mesófilos se realizará según lo recomendado por las AOAC Official Method 966.23 C

El recuento de mohos y levaduras se realizará según lo recomendado por la FDA / FCSAN.

8.3.3 El recuento de *Staphylococcus Aureus* se realizará según lo recomendado por las AOAC Official Method 987.09

8.3.4 El recuento de *Salmonella* en 25g se realizará según lo recomendado por FDA/FCSAN BAM Capítulo 5

9. ENVASE Y ROTULADO

9.1 Envase

El producto deberá estar contenido en envases de material adecuado que lo protejan y aseguren su conservación, los mismos cuyo uso deberán estar autorizados.

9.1.1 La harina de Nopal deberá estar envasada en recipientes que salvaguarden las cualidades higiénicas, nutritivas y organolépticas del producto.

9.1.2 Los recipientes, incluidos el material de envasado, deberán ser fabricados con sustancias que sean inocuas y adecuadas para el uso que se destina. No deberán transmitir al producto ninguna sustancia tóxica ni olores o sabores desagradables.

9.2 Rotulado

El rótulo deberá cumplir con lo especificado en la NTP 209.038.

10. ANTECEDENTES

10.1	NTP 205.031: 1975	Sub productos de la molienda del trigo
10.2	NTP 205.044: 1976	Harinas sucedáneas procedentes de leguminosas de grado alimenticio
10.3	NTP 209.602: 2007	Harina de Algarroba. Definiciones y requisitos
10.3	NTP 011.182: 2008	Harina y rebujada de masa (<i>Lepidium peruvianum</i>) Harina y rebujada de masa (<i>Lepidium peruvianum</i>) Harina y rebujada de masa (<i>Lepidium peruvianum</i>)

**ANEXO
(INFORMATIVO)**

BIBLIOGRAFÍA

A.1 CASTILLO, S., ESTRADA, L., MARGALEF, M. Y S. TÓFFOLI. Obtención de harina de nopal y formulación de alfajores de alto contenido en fibra. *Diaeta*. 31 (142) 20-26. 2013

A.2 CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO. MINISTERIO DE SALUD – DIGESA. Publicación en el peruano – Resolución Ministerial N° 615 – 2003 – SA/DM, 30 de mayo 2003.

A.3 La trazabilidad en el Sector Agroalimentario: Una Cuestión de Confianza: VII Cumbre Iberoamericana de Agricultura. Santiago de Compostela, España 25, 26 y 27 de Setiembre de 2005.

A.4 LOAYZA, D. Y J. CHAVEZ. Estudio bromatológico del cladodio del nopal (*Opuntia ficus-indica*) para el consumo humano. *Rev. Doc. Quím.* 73(11) 41-45. 2007

A.5 Norma Sanitaria para la Fabricación de Suplementos Nutricionales Naturales destinados al Consumo Humano – DIGESA.

A.6 OWEN R. FENEMA. QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS. Editorial Acribia, SA. Zaragoza – España. Segunda edición 2000.