



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum spp.*)
POR HARINA DE OCA (*Oxalis tuberosa*) EN LA ELABORACIÓN DE
PAN INTEGRAL”**

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

Autores:

Caisalitin Tercero Brayan Lenin

Chuquiana Olobacha Evelyn Maricela

Tutora:

Zambrano Ochoa Zoila Eliana

LATACUNGA - ECUADOR

Agosto 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Caisalitin Tercero Brayan Lenin, con cédula de ciudadanía N° 0504450453; y Chuquiana Olobacha Evelyn Maricela , con cédula de ciudadanía N° 1850819903 declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum spp*), POR HARINA DE OCA (*Oxalis tuberosa*) EN LA ELABORACIÓN DE PAN INTEGRAL.”**, siendo la Ingeniera Mg. Zoila Eliana Zambrano Ochoa, 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, 15 de agosto del 2024



Brayan Lenin Caisalitin Tercero
CC: 0504450453
ESTUDIANTE



Evelyn Maricela Chuquiana Olobacha
CC: 1850819903
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **CAISALITIN TERCERO BRAYAN LENIN**, identificado con cédula de ciudadanía N° 0504450453, de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Dr. Idalia Eleonora Pacheco Tigsalema, en calidad de Rectora 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 Agroindustria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum spp*), POR HARINA DE OCA (*Oxalis tuberosa*) EN LA ELABORACIÓN DE PAN INTEGRAL.**” 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: Octubre 2020 – Marzo 2021

Fecha de finalización: Abril 2024 - Agosto 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 29 de febrero del 2024

Tutora: Ing. Zoila Eliana Zambrano Ochoa, Mg.

Tema: “**SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum spp*), POR HARINA DE OCA (*Oxalis tuberosa*) EN LA ELABORACIÓN DE PAN INTEGRAL.**”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando 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 institucional, 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. - **OBJETO 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 contemplada 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 las cláusulas 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 resulten 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 cumplimiento 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 15 días del mes de agosto del 2024.

Brayan Lenin Caisalitin Tercero

EL CEDENTE

Dr. Idalia Eleonora Pacheco Tigsalema

LA CESIONARIA

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **CHUQUIANA OLABACHA EVELYN MARICELA**, identificada con cédula de ciudadanía N° 1850819903, de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, Dr. Idalia Eleonora Pacheco Tigsalema, en calidad de Rector Encargado 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 Agroindustria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum spp*), POR HARINA DE OCA (*Oxalis tuberosa*) EN LA ELABORACIÓN DE PAN INTEGRAL.**” 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: Octubre 2020 – Marzo 2021

Fecha de finalización: Abril 2024 – Agosto 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 29 de febrero del 2024

Tutora: Ing. Zoila Eliana Zambrano Ochoa, Mg.

Tema: “**SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum spp*), POR HARINA DE OCA (*Oxalis tuberosa*) EN LA ELABORACIÓN DE PAN INTEGRAL**”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando 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 institucional, 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. - OBJETO 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 contemplada 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 las cláusulas 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 resulten 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 cumplimiento 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 solicite.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 15 días del mes de agosto del 2023.

Evelyn Maricela Chuquiana Olobacha

LA CEDENTE

Dr. Idalia Eleonora Pacheco Tigsalema

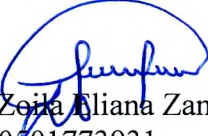
LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum spp*), POR HARINA DE OCA (*Oxalis tuberosa*) EN LA ELABORACIÓN DE PAN INTEGRAL.”, de Brayan Lenin Caisalitín Tercero; y, Evelyn Maricela Chuquiana Olobacha, de la carrera de Agroindustria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también han incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 15 de agosto del 2024


Ing. Zeila Eliana Zambrano Ochoa, Mg.
CC: 0501773931
DOCENTE TUTORA

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN


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: Caisalitín Tercero Brayan Lenin y Chuquiama Olobacha Evelyn Maricela, con el título del Proyecto de Investigación: **“SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum spp*), POR HARINA DE OCA (*Oxalis tuberosa*) EN LA ELABORACIÓN DE PAN INTEGRAL”**, 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 grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

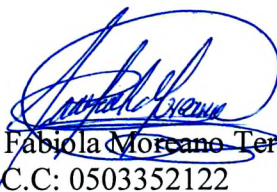
Latacunga, 15 de agosto del 2024



Ing. Gabriela Beatriz Arias Palma, Mg.
C.C: 1714592746
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Ing. Renato Agustín Romero Corral, Mg.
C.C: 1717122483
LECTOR 2 (MIEMBRO)



Ing. Nancy Fabiola Morcán Terán, Mg.
C.C: 0503352122
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

A mis padres por todos los consejos y apoyo incondicional que me brindaron durante todos estos años, también por darme un ejemplo de humildad, sacrificio y enseñarme el valor de las cosas.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, especialmente a la carrera de Agroindustria por impartirme todos los conocimientos adquiridos durante esta etapa de mi vida, así como también a todos mis docentes, un infinito agradecimiento.

A mis amistades, por ser unas excelentes personas y amigos/as; por formar parte de esta maravillosa etapa de mi vida, agradecerles por los buenos y malos momentos que pasamos juntos; por las experiencias y conocimientos que impartimos juntos durante estos años.

A mi compañera y amiga de tesis Evelyn Chuquiana, por la ayuda en este proyecto y por la amistad brindada.

Y, por último, a mi tribunal conformado por mi tutora y guía Ing. Mg. Zoila Zambrano y lectores Ing. Mg. Gabriela Arias, Ing. Mg. Renato Romero, Ing. Mg. Nancy Moreano por su ayuda, paciencia y consejos brindados para el desarrollo de este proyecto.

Brayan Lenin Caisalitin Tercero

AGRADECIMIENTO

Me gustaría agradecer en primer lugar a Dios por brindarme la vida, salud e inteligencia y poder alcanzar esta meta ansiada. A mis padres por ser los pilares de apoyo incondicional, de amor y paciencia que con su gran esfuerzo, sacrificio y consejos me hicieron salir adelante, e inculcarme ese deseo de superación, por guiarme en los pasos del saber y por sus consejos, motivaciones diarias. A mi hermano por el constante apoyo y ser fuente constante de alegría y comprensión para seguir adelante y cumplir mis metas.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi y especialmente a la carrera de Agroindustria la cual me ha dotado de conocimiento y experiencia durante esta etapa de mi vida, así como también a los docentes que impartieron su sabiduría para avanzar y mejorar a lo largo de mi carrera universitaria.

A mi amigo y compañero de tesis Brayan Caisalitin, por la ayuda en este proyecto y por la amistad brindada. A mis compañeros y amigos/as con los que compartí la mejor etapa de mi vida en los buenos y en los malos momentos.

Finalmente, a mi tribunal conformado por mi tutora y guía Ing. Mg. Zoila Zambrano y lectores Ing. Mg. Gabriela Arias, Ing. Mg. Renato Romero, Ing. Mg. Nancy Moreano por su ayuda, paciencia y consejos brindados para reforzar y mejorar el desarrollo de este proyecto.

Evelyn Maricela Chuquiana Olobacha

DEDICATORIA

A mi madre Aurora por brindarme los consejos que me han servido hoy por hoy; por ayudarme a forjar mi carácter que me ha servido de mucho, por darme lo que nunca nadie podrá darme jamás, la vida, palabras sinceras, apoyo y amor incondicional.

A mis hermanas, por la motivación, apoyo brindado y por los buenos momentos que pasamos en esta etapa de mi vida, por servirme de motivación que sin ellos no podría haber estado donde estoy hoy en día.

Que Dios me permita tenerlos muchos años más.

Brayan Lenin Caisalitin Tercero

DEDICATORIA

El presente trabajo de tesis quiero dedicar a Dios, por ser uno de mis pilares importantes en mi vida por haberme bendecido, acompañado y guiado.

Dedico con mucho amor y consideración a mis queridos padres Luis Chuquiana y Rocío Olobacha quienes me dieron la vida y realizaron grandes esfuerzos y sacrificios para yo poder culminar mis estudios, por ser el pilar fundamental para cumplir mis metas y alcanzar un escalón más, por la paciencia y el apoyo que me han brindado desde el inicio de mi vida estudiantil, además de brindarme su confianza y su amor incondicional.

A mi querido hermano Lenin Chuquiana, quien siempre me ha mostrado su cariño y apoyo para seguir adelante en mi vida y en la culminación de mi carrera. A mis queridos abuelitos Gaspar e Ignacia y Asunción por sus consejos y apoyo incondicional y allá en el cielo a mi abuelito Juan quien me cuida y me derrama bendiciones.

A mi familia, amigos y compañeros quienes confiaron en mí y me apoyaron en el transcurso de mi vida Universitaria.

Evelyn Maricela Chuquiana Olobacha.

ÍNDICE GENERAL

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 DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vii
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	viii
AGRADECIMIENTO.....	ix
DEDICATORIA	xi
DEDICATORIA	xii
RESUMEN	xxi
ABSTRACT	xxii
Introducción.....	1
1. Datos Generales	2
2. Diseño del proyecto.....	3
2.1. Planteamiento del problema.....	3
2.2. Marco contextual.....	4
2.3. Formulación del problema	4
2.4. Objetivos	5
2.4.1. Objetivo general	5
2.4.2. Objetivos específicos.....	5
2.5. Actividades y tareas en relación con los objetivos planteados	5
2.6. Fundamentación teórica o marco referencial	7
2.6.1. Antecedentes	7
2.6.2 Marco teórico	9
2.6.1.1. Trigo.....	9
2.6.1.1.1. Origen y cultivo (taxonomía).....	9
2.6.1.1.2. Propiedades nutricionales del trigo.....	10
2.6.1.2. Oca.....	11
2.6.1.2.1. Origen y cultivo (taxonomía).....	11
2.6.1.2.2. Propiedades nutricionales de la oca.....	12
2.6.1.2.3. Beneficios de la oca.....	13
2.6.1.2.4. Usos tradicionales y modernos de la oca.....	13

2.6.1.3. Harina de trigo.....	14
2.6.1.3.1. Composición y propiedades.....	14
2.6.1.3.2. Impacto en la salud	15
2.6.1.3.3. Sostenibilidad y producción	15
2.6.1.3.4. Clasificación de harinas	16
2.6.1.4. Tipos de deshidratado para obtener la harina.....	17
2.6.1.4.1. Secado natural con la ayuda del sol.....	17
2.6.1.4.2. Deshidratación mecánica.....	17
2.6.1.5. Tipos de pan	18
2.6.1.6. Pan integral.....	18
2.6.1.6.1. Origen y evolución	18
2.6.1.6.2. Valor nutricional del pan integral.....	19
2.6.1.7. Endulzantes	20
2.6.1.7.1. Azúcar.....	20
2.6.1.7.2. Miel de abeja.....	20
2.6.1.8. Sustitución de harinas en el pan integral.....	21
2.6.1.8.1. Aspectos tecnológicos	21
2.6.1.8.2. Comportamiento de la masa	21
2.6.1.8.3. Proceso de fermentación.....	22
2.6.1.8.4. Cocción y horneado	22
2.6.1.9. Efectos en las propiedades del pan.....	23
2.6.1.9.1. Olor.....	23
2.6.1.9.2. Color	23
2.6.1.9.3. Sabor.....	24
2.6.1.9.4. Textura.....	24
2.6.2. Macro conceptual	24
2.7. Metodología del proyecto de investigación	26
2.7.1. Tipos de Investigación.....	26
2.7.1.1. Investigación experimental.....	26
2.1.1.1.1. Investigación exploratoria	27
2.1.1.1.2. Investigación descriptiva	28
2.1.1.1.3. Investigación bibliográfica	28
2.7.2. Métodos de investigación.....	29
2.7.2.1. Método científico	29

2.7.3.	Técnicas de investigación.....	29
2.7.3.1.	Observación.....	29
2.7.3.2.	Estudio causal y comparativo.....	30
2.7.4.	Instrumentos de investigación	30
2.7.4.1.	Análisis sensorial.....	30
2.7.4.2.	Balance de materia	31
2.7.5.	Materias primas insumos y equipos	31
2.7.5.1.	Materia prima	31
2.7.5.2.	Conservantes	31
2.7.5.3.	Materiales	31
2.7.5.4.	Equipos.....	32
2.7.6.	Métodos y Técnicas.....	32
2.7.6.1.	Diagrama de flujo de la obtención de harina de oca mediante deshidratado mecánico. 32	
2.7.6.2.	Descripción de diagrama de flujo de la obtención de harina de oca mediante deshidratado mecánico.	34
2.7.6.2.1.	Recepción y seleccionado de la materia prima:.....	34
2.7.6.2.2.	Limpieza	34
2.7.6.2.3.	Rebanado	35
2.7.6.2.4.	Blanquear.....	35
2.7.6.2.5.	Escurrido.....	36
2.7.6.2.6.	Carga en bandejas	36
2.7.6.2.7.	Deshidratación	37
2.7.6.2.8.	Enfriado	37
2.7.6.2.9.	Molienda.....	38
2.7.6.2.10.	Tamizado	38
2.7.6.2.11.	Envasado.....	39
2.7.6.2.12.	Almacenamiento	39
2.7.6.3.	Diagrama de flujo de la obtención de harina de oca deshidratado al ambiente.	40
2.7.6.4.	Descripción de la obtención de harina de oca deshidratado al ambiente.	41
2.7.6.5.	Diagrama de flujo de la elaboración de pan integral.....	48
2.7.6.6.	Descripción de la elaboración de pan integral.....	49
2.7.9.	Formulación de los 9 tratamientos	52
2.7.10.	Análisis sensorial.....	54

2.7.10.4. Metodología de los análisis sensoriales realizados	54
2.7.9. Análisis bromatológico de la harina de oca.....	54
2.7.10. Análisis físico químico del pan integral	55
2.7.11. Análisis microbiológico del pan integral.....	55
2.8. Hipótesis o preguntas científicas.....	55
2.9. Diseño experimental.....	55
2.9.9. Identificación de Factores y Tratamientos	56
2.9.10. Análisis estadístico	57
2.10. Análisis y discusión de resultados.....	59
2.10.1. Balance de materia	59
2.10.1.1. Balance de materia de obtención de harina de oca mediante el deshidratado mecánico (secado por deshidratador eléctrico).....	59
2.10.1.2. Balance de materia de obtención de harina de oca deshidratado al ambiente (secado al sol) 60	
2.10.2. Balance de materia del mejor tratamiento pan integral	62
2.7.11. Análisis bromatológicos de la harina de oca	63
2.10.3. Resultados estadísticos inferenciales análisis sensorial	65
2.10.4. Olor.....	65
2.10.4.1. Sabor.....	67
2.10.4.2. Color.....	69
2.10.4.4. Aceptabilidad.....	74
2.10.5. Comparación del mejor tratamiento	77
2.10.6. Análisis fisicoquímicos, nutricionales y microbiológicos del mejor tratamiento	78
2.10.6.1. Análisis Fisicoquímicos correspondientes al T9.	78
2.10.1.1. Resultados nutricionales y bromatológicos	79
2.10.1.2. Resultados microbiológicos	80
3. Impactos del proyecto	81
3.1. Impacto técnico	81
3.2. Impacto Social.....	81
3.3. Impacto ambiental.....	81
3.4. Impacto Económico	81
4. Recursos y presupuesto	82
5. Conclusiones	83
6. Recomendaciones.....	84

7. Bibliografía	85
8. Anexos	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y tareas en relación con los objetivos planteados.....	5
Tabla 2. Propiedades nutricionales del trigo	10
Tabla 3. Propiedades nutricionales de la oca.....	12
Tabla 4. Propiedades nutricionales de la oca.....	14
Tabla 5. Valor nutricional del pan integral.....	19
Tabla 6. Formulación para la elaboración de pan integral con los diferentes tratamientos.	53
Tabla 7. Parámetros sensoriales evaluados en el pan integral.....	54
Tabla 8. Factores de estudio	56
Tabla 9. Diferentes combinaciones de estudio	57
Tabla 10. Modelo de análisis de varianza.....	58
Tabla 11. Operacionalización de variables.....	58
Tabla 12. Resultados bromatológicos de harinas obtenidas mediante dos procesos de secado.	64
Tabla 13. Cuadro de análisis de varianza de la variable olor.	65
Tabla 14. Prueba de Tukey de la variable olor.	66
Tabla 15. Cuadro de análisis de varianza de la variable sabor.	67
Tabla 16. Prueba de Tukey de la variable sabor.....	68
Tabla 17. Cuadro de análisis de varianza de la variable color.	69
Tabla 18. Prueba de Tukey de la variable color.	70
Tabla 19. Cuadro de análisis de varianza de la variable textura.....	72
Tabla 20. Prueba de Tukey de la variable textura.	72
Tabla 21. Cuadro de análisis de varianza de la variable aceptabilidad.	74
Tabla 22. Prueba de Tukey de la variable aceptabilidad.	75
Tabla 23. Resultados de las medias	77
Tabla 24. Características del mejor tratamiento	78
Tabla 25. Resultados fisicoquímicos del pan integral con harina de oca que presentó mayor aceptabilidad.....	78

Tabla 26. Resultados nutricionales y bromatológicos del pan integral con mayor aceptabilidad	79
Tabla 27. Resultados microbiológicos del pan integral con harina de OCA con mayor aceptabilidad.....	80
Tabla 28. Determinación del costo de producción	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo de la obtención de harina de oca mediante el método de deshidratado mecánico.	32
Figura 2. Recepción de materia prima.....	34
Figura 3. limpieza.....	34
Figura 4. Rebanado.....	35
Figura 5. Blanquear	35
Figura 6. Ecurrido	36
Figura 7. Carga en bandejas	36
Figura 8. Deshidratación.....	37
Figura 9. Enfriado.....	37
Figura 10. Molienda	38
Figura 11. Tamizado.....	38
Figura 12. Envasado	39
Figura 13. Almacenamiento	39
Figura 14. Diagrama de flujo de la obtención de harina de oca deshidratado al ambiente.	40
Figura 15. Recepción de materia prima.....	41
Figura 16. Selección y clasificado.....	41

Figura 17. Lavado.....	42
Figura 18. Soleado.....	42
Figura 19. Lavado y limpieza.....	43
Figura 20. Rebanado.....	43
Figura 21. Acondicionamiento.....	44
Figura 22. Deshidratado.....	44
Figura 23. Enfriado.....	45
Figura 24. Molienda.....	45
Figura 25. Tamizado.....	46
Figura 26. Envasado.....	46
Figura 27. Almacenamiento.....	47
Figura 28. Diagrama de flujo de la elaboración de pan integral.....	48
Figura 29. Pesado de ingredientes.....	49
Figura 30. Mezclado.....	49
Figura 31. Moldes.....	50
Figura 32. Leudado.....	50
Figura 33. Horneado.....	51
Figura 34. Enfriado.....	51
Figura 35. Envasado.....	52
Figura 36. Balance de materia de harina de oca deshidratado mecánico.....	59
Figura 37. Balance de materia harina de oca deshidratado al ambiente.....	60
Figura 38. Balance de materia de elaboración de pan integral.....	62
Figura 39. Promedios variable olor.....	67
Figura 40. Promedios variable sabor.....	69
Figura 41. Promedios variable color.....	71

Figura 42. Promedios variable textura.....	73
Figura 43. Promedio variable aceptabilidad	76

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Aval de Traducción –Profesional Externo.....	95
Anexo 2. Hoja de vida Tutora de Titulación.	96
Anexo 3. Ficha de los estudiantes	97
Anexo 4. Obtención de Harina de oca (Deshidratado mecánico).....	98
Anexo 5. Obtención de Harina de oca (Deshidratado al ambiente)	99
Anexo 6. Producto terminado.....	99
Anexo 7. Pan Integral	100
Anexo 8. Explicación al panel de catadores	100
Anexo 9. Panel de catadores.....	100
Anexo 10. Ficha de catación	101
Anexo 11. Análisis de harina de Oca deshidratado al ambiente.	102
Anexo 12. Análisis de harina de oca mediante deshidratado mecánico.....	103
Anexo 13. Análisis del mejor tratamiento ‘‘pan integral’’.....	105
Anexo 14. Análisis de varianza y prueba de Tukey variable olor.....	106
Anexo 15. Análisis de varianza y prueba de Tukey variable sabor.....	106
Anexo 16. Análisis de varianza y prueba de Tukey variable color	107
Anexo 17. Análisis de varianza y prueba de Tukey variable textura	107
Anexo 18. Análisis de varianza y prueba de Tukey variable aceptabilidad	108
Anexo 19. Tabulación de la variable olor.....	109
Anexo 20. Tabulación de variable sabor	109
Anexo 21. Tabulación de variable color.....	109
Anexo 22. Tabulación de textura.....	110
Anexo 23. Tabulación de aceptabilidad	110
Anexo 24. Norma INEN.....	111

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

TÍTULO: “SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum spp*), POR HARINA DE OCA (*Oxalis tuberosa*) EN LA ELABORACIÓN DE PAN INTEGRAL”.

Autores:

Caisalitin Tercero Brayan Lenin
Chuquiana Olobacha Evelyn Maricela

RESUMEN

El presente trabajo de titulación se realizó con la finalidad de evaluar la viabilidad de sustituir parcialmente la harina de trigo por harina de oca en la elaboración de pan integral, destacando la importancia nutricional como las características sensoriales. La metodología adoptada incluyó la caracterización de las harinas de oca obtenidas mediante dos métodos de secado: deshidratado al ambiente (secado al sol) de 9am a 15pm durante 15 días) y deshidratado mecánico (secado en deshidratador eléctrico a una temperatura constante 60 °C durante 24 horas), continuando con la molienda y tamizado. Luego se analizaron las propiedades bromatológicas de las harinas de oca para comparar con la harina de trigo tradicional. De acuerdo con los resultados de los análisis bromatológicos se escogió la mejor harina que en este caso fue la que se obtuvo mediante deshidratado al ambiente, la misma que cumplía con los requerimientos de la Norma INEN 616:2015, la composición bromatológica de la harina presentó un contenido de humedad de 7,36%; materia seca 92,64%; proteína 12%; fibra 2,71%; grasa 0,54; ceniza 0,5% y materia orgánica de 95,38%. Posteriormente, se procedió a la elaboración de pan integral, con tres niveles de sustitución (40%; 50%;60%) de harina de oca, se incrementó endulzantes (azúcar y miel). Se realizó 9 tratamientos para determinar la formulación óptima que se equilibre a la calidad y aceptabilidad del pan integral. Las pruebas sensoriales jugaron un papel crucial dentro de esta investigación para ello se emplearon un panel de 40 catadores no entrenados que evaluaron características como olor, sabor, color, textura y aceptabilidad; proporcionando como resultado que el tratamiento 9 con (40 % harina de trigo + 40% harina de trigo +miel) fue el de mejor aceptación; dicho producto se sometió a análisis fisicoquímicos y nutricionales en los cuales arrojó los siguientes resultados; humedad total de 22,30%; ceniza 1,84% ; acidez 5,52%; pH 3,37 ;materia seca 77,7%; proteína 9,57%; fibra 1,03%; grasa 4%; y carbohidratos de 58,54% y los análisis microbiológicos, abordaron ausencia de coliformes totales UFC/g; mohos UFC/g y levaduras UFC/g en el pan integral , determinado durante 8 días. Los resultados revelaron que ciertas cantidades de harina de oca no solo mantuvieron las cualidades deseadas del pan integral, sino que, en algunos casos, mejoraron su perfil nutricional y su aceptabilidad general, demostrando la potencial aplicación de la harina de oca en la industria panadera.

Palabras clave: Sustitución, harina de oca, harina de trigo, pan integral, sensoriales.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

**THEME: “PARTIAL REPLACEMENT OF WHEAT FLOUR (*Triticum spp*), BY
GOOSE FLOUR (*Oxalis tuberosa*) IN THE PREPARATION OF WHOLE
WHEAT BREAD”**

Authors:

Caisalitin Tercero Brayan Lenin
Chuquiana Olobacha Evelyn Maricela

ABSTRACT

This thesis was carried out with the aim of evaluating the viability of partially replacing wheat flour with goose flour in the preparation of whole wheat bread, highlighting the nutritional importance as well as the sensorial characteristics. The methodology adopted included the characterization of the goose flours obtained by two drying methods: dehydration at room temperature (drying in the sun) from 9am to 3pm for 15 days) and mechanical dehydration (drying in an electric dehydrator at a constant temperature of 60°C for 24 hours), followed by grinding and sifting. The bromatological properties of the goose flours were then analyzed to compare with traditional wheat flour. According to the results of the bromatological analyses, the best flour was chosen, which in this case was the one obtained by dehydration at room temperature, which met the requirements of the INEN 616:2015 standard. The bromatological composition of the flour presented a moisture content of 7.36%; dry matter 92.64%; protein 12%; fiber 2.71%; fat 0.54; ash 0.5% and organic matter 95.38%. Subsequently, whole wheat bread was made, with three levels of substitution (40%; 50%; 60%) of goose flour, and sweeteners (sugar and honey) were increased. Nine treatments were carried out to determine the optimal formulation that balances the quality and acceptability of whole wheat bread. Sensory tests played a crucial role in this research. For this, a panel of 40 untrained tasters was used to evaluate characteristics such as smell, flavor, color, texture and acceptability; providing as a result that treatment 9 with (40% wheat flour + 40% wheat flour + honey) was the best accepted; said product was subjected to physicochemical and nutritional analysis in which the following results were obtained; total humidity of 22.30%; ash 1.84%; acidity 5.52%; pH 3.37; dry matter 77.7%; protein 9.57%; fiber 1.03%; fat 4%; and carbohydrates of 58.54% and microbiological analyses addressed the absence of total coliforms UFC/g; molds UFC/g and yeasts UFC/g in whole wheat bread, determined during 8 days. The results revealed that certain amounts of goose flour not only maintained the desired qualities of whole wheat bread, but in some cases improved its nutritional profile and overall acceptability, demonstrating the potential application of goose flour in the baking industry.

Keywords: Substitution, goose flour, wheat flour, whole wheat bread, sensory.

Introducción

La industria panadera ha experimentado un creciente interés en la innovación de sus productos, especialmente en la búsqueda de alternativas más saludables y nutritivas que respondan a las exigencias del consumidor moderno. En este contexto, la sustitución de ingredientes convencionales por otros menos tradicionales se ha vuelto una tendencia prominente. (Chulde, 2022).

La oca (*Oxalis tuberosa*) es un tubérculo andino, tradicionalmente cultivado y consumido en países como Perú, Bolivia y Ecuador. Su procesamiento en forma de harina presenta una oportunidad interesante para la industria alimentaria debido a su alto contenido de micronutrientes, antioxidantes y compuestos bioactivos. Estas características sugieren que la harina de oca podría complementar o incluso mejorar el perfil nutricional del pan integral.

La propuesta de sustitución parcial de harina de trigo por harina de oca en la elaboración de pan integral busca no solo innovar en términos de ingredientes, sino también ofrecer un producto con posibles beneficios para la salud. Además, esta iniciativa podría favorecer la biodiversidad agrícola y el desarrollo económico de regiones donde la oca es un cultivo tradicional. Sin embargo, la integración de harinas no convencionales plantea desafíos significativos en términos de las propiedades tecnológicas del producto final, como la textura, el volumen y el sabor, que son críticos para la aceptación del consumidor (Sandoval, 2024).

Por lo tanto, la investigación sobre la viabilidad de incorporar harina de oca en la panificación es fundamental. Contexto bajo el cual el presente estudio aborda no solo la optimización de las proporciones de sustitución para equilibrar calidad y aceptabilidad, sino también evaluar los impactos nutricionales y sensoriales. La adopción de enfoques multidisciplinarios será crucial para entender completamente las implicaciones de esta innovación, desde la agronomía hasta la ingeniería de alimentos y la nutrición.

1. Datos Generales

Título del proyecto de investigación: “SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum spp*), POR HARINA DE OCA (*Oxalis tuberosa*) EN LA ELABORACIÓN DE PAN INTEGRAL”.

Fecha de inicio: abril 2024

Fecha de finalización: agosto 2024

Lugar de ejecución

Barrio: Salache

Parroquia: Eloy Alfaro

Cantón: Latacunga

Provincia: Cotopaxi

Zona: 3

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultas que auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia: Carrera de Agroindustria

Equipo de Trabajo:

- Caisalitin Tercero Brayan Lenin
- Chuquiana Olobacha Evelyn Maricela

Línea de investigación:

- Desarrollo y seguridad alimentaria

Sub línea de investigación

- Investigación-innovación y emprendimientos.

2. Diseño del proyecto

2.1. Planteamiento del problema

La creciente demanda de productos alimenticios más saludables y sostenibles ha llevado a la industria panadera a explorar alternativas innovadoras que puedan satisfacer las nuevas preferencias de los consumidores. Uno de los enfoques actuales en la reformulación de productos es la sustitución parcial de ingredientes tradicionales por opciones más nutritivas y ecológicamente sostenibles. En este marco, la harina de trigo, tradicionalmente utilizada en la elaboración de pan integral, se presenta como candidata para ser parcialmente reemplazada por harinas derivadas de cultivos andinos como la oca (*Oxalis tuberosa*) (Condori, 2020).

El cultivo de la oca, que ha sido un componente esencial en la dieta de las comunidades andinas por siglos, ofrece no solo diversidad agrícola sino también beneficios nutricionales significativos. La harina de oca, rica en compuestos fenólicos y con un alto contenido de fibra, podría enriquecer el valor nutricional del pan integral. Sin embargo, la incorporación de esta harina plantea desafíos técnicos específicos relacionados con las características de horneado y textura del pan, que pueden diferir sustancialmente de las propiedades que ofrece la harina de trigo.

Un problema central en la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de oca es la potencial alteración de las propiedades mecánicas y sensoriales del pan. Estas propiedades incluyen la elasticidad de la masa, la estructura del alveolo y la textura final del pan, que son determinantes en la aceptación del consumidor. Además, la variabilidad en la composición química de la harina de oca, dependiendo de factores agronómicos y de procesamiento, podría afectar la consistencia del producto final (Ferro, 2021).

El desafío de integrar harina de oca en la producción de pan integral también implica consideraciones económicas y logísticas. Desde el abastecimiento de una materia prima de calidad constante hasta la adaptación de las líneas de producción existentes, los costos asociados a estos cambios podrían ser significativos. Lo cual plantea la necesidad de realizar estudios detallados que evalúen no solo la viabilidad técnica, sino también la viabilidad económica de tal sustitución.

Por tanto, el problema no solo reside en el desarrollo de una receta que incorpore harina de oca manteniendo o mejorando la calidad del pan, sino también en garantizar que esta innovación pueda ser sostenible y aceptable desde el punto de vista del consumidor y del productor. Tales aspectos subrayan la importancia de un enfoque multidisciplinario para

abordar la sustitución parcial de harina de trigo por harina de oca, considerando tanto los impactos tecnológicos, sociales y económicos.

2.2. Marco contextual

La incorporación de ingredientes alternativos en la industria panadera ha ganado impulso en los últimos años, promovida por un cambio en las preferencias de los consumidores hacia productos más saludables y sostenibles. La harina de trigo, tradicionalmente empleada en la elaboración del pan integral, ha sido objeto de estudios que buscan su sustitución parcial por harinas derivadas de cultivos no convencionales. La harina de oca (*Oxalis tuberosa*), un tubérculo andino conocido por su alto valor nutritivo y su papel en la agrobiodiversidad surge como una alternativa prometedora.

La oca es un cultivo ancestral en la región andina, valorado por su resistencia a condiciones climáticas adversas y su bajo requerimiento de insumos químicos, lo cual lo hace particularmente atractivo en el contexto de una agricultura sostenible. La transformación de la oca en harina podría ofrecer una fuente alternativa de carbohidratos, fibra, y antioxidantes, elementos esenciales para una dieta equilibrada. Sin embargo, la integración de esta harina en productos panificados como el pan integral no es trivial, dado que sus propiedades funcionales difieren considerablemente de las de la harina de trigo.

Desde el punto de vista técnico, la sustitución de harina de trigo por harina de oca implica desafíos significativos en relación con la manipulación de la masa, la fermentación, y la textura del pan final. La harina de oca podría afectar la capacidad de retención de gases durante la fermentación, alterando así la estructura y el volumen del pan. Además, los cambios en la textura y el sabor son aspectos críticos que pueden influir en la aceptación del consumidor.

2.3. Formulación del problema

¿Cómo afecta la sustitución parcial de harina de trigo por harina de oca en las características fisicoquímicas, nutricionales y sensoriales del pan integral?

2.4. Objetivos

2.4.1. *Objetivo general*

Evaluar el efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum spp*) por harina de oca (*Oxalis tuberosa*) en la elaboración de pan integral.

2.4.2. *Objetivos específicos*

- Obtener y caracterizar la harina de oca (*Oxalis tuberosa*) por dos métodos de secado.
- Elaborar pan integral con distintas formulaciones de adición parcial de la mejor harina de oca.
- Determinar la aceptabilidad del mejor tratamiento mediante análisis sensoriales.
- Evaluar propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y nutricionales del mejor tratamiento conforme a la normativa INEN

2.5. Actividades y tareas en relación con los objetivos planteados

Tabla 1. *Actividades y tareas en relación con los objetivos planteados*

Objetivo	Actividad	Metodología	Resultado
Obtener y caracterizar la harina de oca (<i>Oxalis tuberosa</i>) por dos métodos de secado.	-Realizar dos métodos de secado; deshidratado al ambiente (secado al sol) y deshidratado mecánico (secado en deshidratador eléctrico). -Se procede a pesar las ocas deshidratadas para luego proceder con la molienda y tamizado. -Realizar análisis bromatológicos de las harinas obtenidas.	Según (Cusanguá, 2019), en la tesis de grado “Sustitución parcial de harina de trigo (<i>Triticum</i>) por harina precocida de Oca (<i>Oxalis tuberosa</i>) para la elaboración de pan blanco” manifiesta que para la obtención de harina de Ocas deshidratadas se debe utilizar un deshidratador mecánico eléctrico a diferentes temperaturas y tiempos. -Después se realizó los análisis bromatológicos	-Obtención de dos tipos de harina de oca con sus respectivas caracterizaciones bromatológicas. -Comparación de las propiedades nutricionales de cada tipo de harina (Tabla 12).

		<p>en un laboratorio acreditado. SETLAB.</p> <p>-Conforme a la normativa vigente.</p> <p>-AOAC 925.10, 930.15 y 923.03 (Gravimétrico)</p> <p>-AOAC 2001.11 Kjeldahl.</p>	
Elaborar pan integral con distintas formulaciones de adición parcial de la mejor harina de oca.	<p>Desarrollar formulaciones de pan integral utilizando diferentes proporciones de harina de oca y harina de trigo integral.</p> <p>Realizar pruebas piloto de panificación.</p>	<p>(Trasmonte Pinday, 2023) Recomienda realizar pruebas de mezclado, fermentación, y cocción ajustando las proporciones hasta lograr la mejor textura y calidad del pan.</p>	<p>Se obtuvieron 9 formulaciones de pan integral con diferentes niveles de adición de harina de oca. (Tabla 6).</p>
Determinar la aceptabilidad del mejor tratamiento mediante análisis sensoriales.	<p>-Realizar una ficha de cataciones para evaluar los diferentes tratamientos.</p> <p>- Llevar a cabo pruebas sensoriales con un panel de jueces para evaluar características como olor, color, sabor, textura y</p>	<p>(Alvarado, 2022). Recomienda utilizar métodos estadísticos (InfoStat/E) para evaluar los datos obtenidos de las pruebas sensoriales.</p> <p>-(DBCA) bajo un A* B</p>	<p>Resultados de las pruebas sensoriales indicando el nivel de aceptabilidad del pan con harina de oca.</p> <p>-Análisis estadístico de la aceptabilidad. (Tabla 23).</p>

	aceptabilidad. -Diseño experimental		
Evaluar propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y nutricionales del mejor tratamiento conforme a la normativa INEN.	-Analizar el pan seleccionado para determinar su composición fisicoquímica, calidad microbiológica y perfil nutricional.	(Gaibor, 2020) Recomendación realizar análisis conforme a los métodos establecidos por la normativa INEN, incluyendo pruebas de estabilidad, contenido nutricional y análisis microbiológicos. -INEN 521,973(Colorimétrico) -AOAC (Gravimétricos). -AOAC 991.01; 997.02(Petrifilm).	-Se obtuvo un informe detallado del laboratorio SETLAB , sobre las propiedades fisicoquímicas, (Tabla 24) análisis nutricionales (Tabla 25) y microbiológicos (Tabla 26) del pan integral, asegurando el cumplimiento de las normativas vigentes.

Elaborado por: Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).

2.6. Fundamentación teórica o marco referencial

2.6.1. Antecedentes

Para la realización del presente trabajo de titulación, se tomó en cuenta diversos documentos con temática similar, tales como:

Según, (Cusanguá, 2019). En la tesis de grado “Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum*) por harina precocida de Oca (*Oxalis tuberosa*) para la elaboración de pan blanco”, se centró en diseñar una formulación de pan blanco mediante la sustitución parcial de harina de trigo por harina precocida de Oca (*Oxalis tuberosa*). La harina de oca se obtuvo deshidratándola a 60 °C por 20 horas y sometiénola a molienda y tamizado. Se experimentó con cuatro niveles de sustitución (10 %, 15 %, 20 % y 25 %), siendo el pan con 15 % de sustitución el más aceptado según un análisis sensorial con 56 jueces. Este pan mostró adecuados valores nutricionales y microbiológicos, cumpliendo con la norma NTC 1369.

Según, (Manzano, 2024). En el trabajo de titulación “Sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*), por harina de papa super chola (*Solanum tuberosum*) y harina de quinua precocida (*Chenopodium quinua*) en la elaboración de una galleta tipo dulce”, abordó la sustitución parcial de harina de trigo por harinas de papa super chola y quinua precocida en la elaboración de galletas dulces, buscando enriquecer la dieta con productos andinos. Se formularon cuatro tratamientos, destacando el T2 (50% HP, 20% HQ, 30% HT) por su alta aceptación sensorial y propiedades fisicoquímicas favorables, como mayor contenido de minerales y proteínas, y menor grasa. Los análisis microbiológicos confirmaron que todos los tratamientos cumplían con las normas INEN 2085:2005, sin presencia de microorganismos nocivos.

Según, (Malusin, 2022). En el artículo investigativo “Sustitución parcial de harina de trigo (*triticum aestivum L*) por harina de zapallo (*cucúrbita máxima*) en la elaboración de extruidos de origen alimentario cultivadas en Ecuador”, evaluó la sustitución parcial de harina de trigo por harina de zapallo en la elaboración de extruidos, con el objetivo de mejorar sus propiedades nutricionales. Se experimentó con distintas velocidades de rotación del tornillo y temperaturas de extrusión, analizando 18 tratamientos mediante pruebas sensoriales, fisicoquímicas, bromatológicas y microbiológicas. El tratamiento más destacado fue el que combinó 80% de harina de trigo con 20% de harina de zapallo, procesado a 160 rpm y 120°C. Este mostró una mejora en las características nutricionales y cumplió con las normativas establecidas, demostrando su viabilidad para enriquecer productos alimentarios.

Según, (Padilla, 2023). En la tesis de grado “Evaluación de la Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum*) por harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) y harina precocida de maíz amarillo (*Zea mayo*) en la elaboración de galletas dulces”, abordó la sustitución parcial de harina de trigo por harina de cascarilla de cacao y harina precocida de maíz amarillo en la elaboración de galletas dulces en Ecuador. Se evaluaron fisicoquímica y sensorialmente cuatro niveles de sustitución, destacando el tratamiento con 15% de cada harina alternativa como el más aceptado. Las galletas resultantes mostraron adecuados parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, cumpliendo con la normativa INEN 2085. Este estudio demostró que las harinas de cascarilla de cacao y maíz amarillo pueden enriquecer nutricionalmente las galletas, aprovechando efectivamente subproductos locales y diversificando el uso de cultivos andinos.

Según, (Bertinetti, 2021). En el trabajo de pregrado “Sustitución parcial de harina de trigo (*triticum aestivum l.*) Por harina de tocosh de papa (*Solanum tuberosum*) y pasta de tarwi

(*Lupinus mutabilis*) en panificación”, evaluó la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh de papa y pasta de tarwi en la elaboración de pan. Se experimentó con diferentes porcentajes de sustitución, resultando más aceptable la formulación con 75% de harina de trigo, 10% de harina de tocosh de papa y 15% de pasta de tarwi. Esta combinación presentó características farinográficas óptimas, como una absorción de agua del 66% y un tiempo de desarrollo de la masa de 12,55 minutos. El pan resultante mostró mejoras en volumen, textura, sabor y perfil nutricional comparado con un pan control.

2.6.2 Marco teórico

2.6.1.1. Trigo

2.6.1.1.1. Origen y cultivo (taxonomía)

El trigo, uno de los cereales más cultivados y consumidos en todo el mundo, pertenece a la familia Poaceae, comúnmente conocida como las gramíneas. Este cereal es fundamental en la dieta de billones de personas, proporcionando una fuente importante de carbohidratos, proteínas y fibra. La taxonomía del trigo es compleja, dado que existen múltiples especies y subespecies que han evolucionado a lo largo de miles de años mediante procesos naturales y de selección artificial (Jiménez, 2020).

El origen del trigo se remonta a hace más de 10,000 años en la región del Creciente Fértil, un área que abarca partes de lo que hoy conocemos como Irak, Irán, Siria, Líbano, Israel y Jordania. Dentro de esta región, los antiguos agricultores comenzaron el proceso de domesticación de las gramíneas silvestres, seleccionando aquellas variedades que ofrecían espigas más grandes y granos que no se desprendían fácilmente, características deseables para la recolección y el cultivo (Jiménez, 2020).

Cabe destacar que el trigo se clasifica principalmente en dos grandes grupos: (*triticum aestivum*), conocido como trigo blando, que es predominantemente utilizado para hacer pan debido a su alto contenido de gluten, y (*triticum durum*), el trigo duro, utilizado principalmente para la producción de pastas y sémolas debido a su mayor contenido de proteínas y su menor elasticidad en comparación con el trigo blando (Jiménez, 2020).

2.6.1.1.2. *Propiedades nutricionales del trigo.*

Tabla 2. *Propiedades nutricionales del trigo*

100 gramos de germen de trigo contienen	
Energía	333,20 kcal
Agua	11,5 g
Proteína total	25 g
Grasas Totales	11, 11 g
Ácidos grasos saturados	1,50 g
Ácidos grasos monoinsaturados	1,20 g
Ácidos grasos poliinsaturados	5,30 g
Hidratos de carbono totales	33,30 g
Fibra	15,95 g
Magnesio	250 mg
Potasio	971 mg
Fosforo	971 mcg
Vitamina E	21 mcg

Fuente. *Programa de cálculo nutricional CESNID*

El trigo es una fuente vital de numerosos nutrientes esenciales y juega un papel crucial en la dieta mundial. Tal cereal, en sus diversas formas, proporciona una cantidad significativa de energía principalmente en forma de hidratos de carbono complejos, los cuales son fundamentales para el funcionamiento del cerebro y otros procesos metabólicos esenciales. Asimismo, el trigo es una buena fuente de proteínas vegetales, ofreciendo una variedad de aminoácidos que son vitales para la reparación celular y el crecimiento (Vivanco, 2023).

A más de carbohidratos y proteínas, el trigo es rico en fibra dietética, especialmente en sus formas integrales. La fibra del trigo integral contribuye a una digestión saludable, ayuda a regular los niveles de azúcar en la sangre y puede reducir el riesgo de enfermedades crónicas como la diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares. El consumo regular de productos de trigo integral también está asociado con un menor riesgo de varios tipos de cáncer, especialmente los gastrointestinales (Vivanco, 2023).

El trigo también es una fuente importante de vitaminas del grupo B, incluyendo tiamina, riboflavina, niacina y ácido fólico. Tales vitaminas son esenciales para convertir el alimento en energía, mantener el sistema nervioso saludable y formar células sanguíneas. Conjuntamente, proporciona minerales como el hierro, que es crucial para el transporte de

oxígeno en la sangre; zinc, que juega un papel en el sistema inmunológico y la reparación celular; y magnesio, que es necesario para más de 300 reacciones bioquímicas en el cuerpo (Vivanco, 2023).

2.6.1.2. Oca

2.6.1.2.1. Origen y cultivo (taxonomía)

La oca, también conocida como papa o batata de los Andes, es un tubérculo originario de la región andina de Sudamérica. Este alimento, que lleva el nombre científico de *Oxalis tuberosa*, pertenece a la familia Oxalidaceae. A diferencia de otros tubérculos más comunes como la papa, la oca se distingue por su sabor dulce y su textura crujiente, además de sus vibrantes colores que van desde el amarillo y naranja hasta el rojo y el rosado (Ccencho, 2023).

El cultivo de la oca se remonta a miles de años atrás, siendo uno de los alimentos básicos de las culturas precolombinas, junto con la papa y la quinua. Su cultivo se ha adaptado a altitudes elevadas de los Andes, donde otros cultivos son menos viables debido a las condiciones climáticas extremas. La oca prospera en suelos bien drenados y climas fríos, lo que la hace ideal para las regiones montañosas de países como Perú, Bolivia y Ecuador (Ccencho, 2023).

La taxonomía de la oca ha sido objeto de estudio por su capacidad para adaptarse a diversas condiciones ambientales y por su potencial agrícola. A pesar de su importancia en la dieta andina, la oca no ha alcanzado el mismo nivel de comercialización global que otros tubérculos como la papa. Sin embargo, en los últimos años, ha comenzado a ganar popularidad en otras partes del mundo debido a sus propiedades nutricionales y su versatilidad en la cocina (Ccencho, 2023).

2.6.1.2.2. *Propiedades nutricionales de la oca.*

Tabla 3. *Propiedades nutricionales de la oca.*

100 gramos de oca contienen	
Energía	63,00 kcal
Agua	83,80%
Proteína total	1,0 g
Grasas Totales	0,6 g
Carbohidratos	13,8 g
Fibras	0,8 g
Cenizas	0,8 g
Calcio	4,0 g
Hierro	0,8 g
Fosforo	34,0 g
Tiamina	0,05 g
Riboflavina	0,07 g
Niacina	0,4 mg
Ácido Ascórbico	37.00 mg

Fuente. *Puno (2012)*

La oca, un tubérculo nativo de los Andes, es altamente apreciada no solo por su diversidad de colores y sabores sino también por sus notables propiedades nutricionales. Este tubérculo, a menudo comparado con la papa, se distingue por su contenido excepcionalmente alto en carbohidratos, principalmente en forma de azúcares naturales, lo que le otorga un sabor dulce que se intensifica con la cocción. A diferencia de otros tubérculos más comunes, la oca proporciona una fuente energética rápida y fácilmente asimilable (Cui, 2020).

Además de los carbohidratos, la oca es una fuente rica en fibra dietética, lo cual es beneficioso para la salud digestiva. La fibra ayuda a regular el tránsito intestinal y puede contribuir a la prevención de enfermedades como el estreñimiento, además de jugar un papel importante en la regulación de los niveles de glucosa y colesterol en sangre. Su bajo contenido en grasas y su densidad de nutrientes la convierten en una opción alimentaria saludable para personas de todas las edades (Cui, 2020).

En términos de vitaminas y minerales, la oca es particularmente rica en vitamina C, un poderoso antioxidante que ayuda a fortalecer el sistema inmunológico y a mejorar la absorción de hierro en el cuerpo. También contiene cantidades significativas de potasio, esencial para la regulación de la presión arterial y el funcionamiento muscular y nervioso. Adicionalmente, la oca aporta una variedad de otros micronutrientes esenciales, como el hierro, que es crucial para la formación de hemoglobina y el transporte de oxígeno en la sangre (Cui, 2020).

2.6.1.2.3. Beneficios de la oca.

La oca, un tubérculo originario de los Andes, no solo es apreciada por su diversidad gastronómica, sino también por los múltiples beneficios que ofrece para la salud, lo que la convierte en un componente valioso en la dieta de muchas culturas andinas. Este colorido tubérculo es especialmente reconocido por su capacidad para proporcionar energía de manera sostenida, gracias a su alto contenido en carbohidratos complejos y azúcares naturales, lo que lo hace ideal para personas que requieren altos niveles de energía durante el día (Teodoro, 2021).

Uno de los beneficios más destacados de la oca es su contribución a la salud digestiva. Su riqueza en fibra dietética ayuda a mejorar el tránsito intestinal, previniendo problemas comunes como el estreñimiento y manteniendo un sistema digestivo saludable. Asimismo, la fibra presente en la oca puede jugar un papel crucial en la regulación de los niveles de azúcar en la sangre, lo que es especialmente beneficioso para personas con diabetes, ya que ayuda a moderar los picos de glucosa después de las comidas (Teodoro, 2021).

En el ámbito de la salud cardiovascular, la oca ofrece ventajas significativas debido a su bajo contenido en grasa y su alta concentración de potasio. Este último ayuda a regular la presión arterial y reduce la carga sobre el sistema cardiovascular, disminuyendo el riesgo de enfermedades cardíacas. Además, la vitamina C y otros antioxidantes presentes en la oca ayudan a combatir los radicales libres, reduciendo el estrés oxidativo y promoviendo la salud general del corazón (Teodoro, 2021).

2.6.1.2.4. Usos tradicionales y modernos de la oca.

La oca, un tubérculo venerado en las tradiciones agrícolas de los Andes, ha sido parte integral de la cocina y cultura andina durante milenios. Tradicionalmente, la oca se ha utilizado no solo como alimento, sino también en diversas prácticas culturales y rituales, reflejando su importancia en la vida social y espiritual de las comunidades indígenas. Dentro de la cocina

tradicional, la oca se consume principalmente cocida o asada, similar a la papa, pero también se prepara de maneras únicas que resaltan su sabor dulce y textura crujiente (Ore, 2022).

Uno de los métodos tradicionales más distintivos de preparar la oca es a través del proceso de "khaya", donde los tubérculos se exponen al sol y al frío nocturno durante varios días. Tal proceso natural no solo aumenta el contenido de azúcar de la oca, haciéndola aún más dulce, sino que también permite su conservación para el consumo durante los meses de escasez. Además, en algunas comunidades andinas, la oca se utiliza para hacer "chicha", una bebida fermentada que ocupa un lugar central en festividades y rituales (Ore, 2022).

En tiempos modernos, la versatilidad de la oca ha llevado a su incorporación en la gastronomía contemporánea, tanto en Sudamérica como en otras partes del mundo. Puesto que, en la cocina moderna, la oca se utiliza para innovar en platos donde tradicionalmente se usarían otros tubérculos. Su dulzura natural y su capacidad para absorber sabores la hacen ideal para postres, mientras que su textura firme es perfecta para ensaladas, guisos y como acompañamiento en platos principales (Ore, 2022).

2.6.1.3. Harina de trigo

2.6.1.3.1. Composición y propiedades

Tabla 4. *Propiedades nutricionales de la oca.*

100g de harina de trigo contiene	
Kcal	63,00 kcal
Carbohidratos	80%
Proteína total	1,0 g
Grasas Totales	0,6 g
Fibras	13,8 g

Fuente. *Botánica (2013)*

La harina de trigo es uno de los ingredientes más fundamentales en la gastronomía mundial, formando la base de una variedad innumerable de productos, desde panes y pasteles hasta fideos y salsas. Su composición química y sus propiedades físicas la hacen única y versátil en el ámbito culinario. La harina de trigo se obtiene del molido del grano de trigo, y dependiendo del grado de refinamiento, puede conservar distintos niveles de la cáscara, el germen y el endospermo del grano (Martínez, 2021).

Desde el punto de vista de su composición, la harina de trigo contiene principalmente carbohidratos en forma de almidón, que representa alrededor del 70% a 80% de su peso. El

almidón es crucial para dar estructura a los productos horneados, ya que gelatiniza con el calor y absorbe agua, lo que contribuye a la textura final del producto. Además, la harina de trigo es una fuente significativa de proteínas, principalmente gluten, que es un conjunto de proteínas formado por gliadina y glutenina (Martínez, 2021).

Por lo tanto, se puede inferir que la harina de trigo es un ingrediente culinario fundamental que ofrece tanta versatilidad como beneficios nutricionales, dependiendo de su grado de refinamiento. Su capacidad para desarrollar gluten hace posible la creación de una amplia gama de texturas en productos horneados, mientras que su contenido de nutrientes contribuye a una dieta equilibrada (Martínez, 2021).

2.6.1.3.2. Impacto en la salud

La harina de trigo es un alimento omnipresente en numerosas dietas alrededor del mundo, conocida tanto por sus aplicaciones culinarias como por su impacto en la salud. Su consumo tiene diversas repercusiones, tanto positivas como negativas, que dependen en gran medida del tipo de harina de trigo consumida y de la susceptibilidad individual a ciertos componentes del trigo (Calixto, 2021).

En el aspecto positivo, la harina de trigo integral es altamente beneficiosa para la salud. Al incluir el germen y el salvado del grano, la harina integral conserva una cantidad significativa de fibra dietética, vitaminas del complejo B y minerales como hierro, magnesio y zinc. La fibra ayuda a mejorar la digestión, reduce el riesgo de enfermedades crónicas como la diabetes tipo 2 y ayuda a mantener un peso saludable al proporcionar una sensación de saciedad (Calixto, 2021).

Sin embargo, la harina de trigo refinada, comúnmente utilizada en muchos productos horneados y procesados, puede tener efectos menos deseables en la salud. Este tipo de harina ha sido despojado de su germen y salvado durante el proceso de refinamiento, eliminando la mayoría de la fibra y nutrientes esenciales. El consumo excesivo de productos hechos con harina refinada puede contribuir a diversos problemas de salud, incluyendo un aumento en el riesgo de obesidad, enfermedades cardíacas y diabetes tipo 2, debido a su alto índice glucémico que provoca picos rápidos en los niveles de azúcar en sangre (Calixto, 2021).

2.6.1.3.3. Sostenibilidad y producción

Desde una perspectiva ambiental, la producción intensiva de trigo puede tener impactos significativos. El uso extensivo de agua, fertilizantes químicos y pesticidas en muchos sistemas de cultivo de trigo convencionales contribuye a la degradación de la tierra, la

contaminación del agua y la pérdida de biodiversidad. Conjuntamente, estas prácticas agrícolas pueden llevar a la erosión del suelo y a la reducción de su calidad a largo plazo (Calvo, 2021).

En el ámbito económico, la producción de trigo enfrenta la volatilidad de los precios en los mercados globales, lo que puede afectar significativamente a los agricultores, especialmente a los pequeños productores en países en desarrollo. Tales agricultores a menudo dependen del trigo como su principal fuente de ingresos, por lo que las fluctuaciones en los precios pueden tener impactos directos en su bienestar económico (Calvo, 2021).

En términos de sostenibilidad social, la producción de trigo también tiene el potencial de contribuir significativamente al desarrollo comunitario. Implementar prácticas agrícolas que respeten tanto el medio ambiente como los derechos de los trabajadores puede llevar a comunidades rurales más robustas y resilientes. Educación sobre técnicas agrícolas sostenibles, acceso a tecnologías que reduzcan la mano de obra pesada y la exposición a productos químicos, y políticas que apoyen la equidad de género en la agricultura son todas medidas que pueden mejorar la sostenibilidad social de la producción de trigo (Calvo, 2021).

2.6.1.3.4. Clasificación de harinas

La harina de trigo se clasifica principalmente por su contenido de proteínas, lo que determina su capacidad para formar gluten, esencial para la textura de los productos horneados. Las harinas con alto contenido de proteínas, como la harina de pan, son ideales para elaborar panes y otros productos que requieren una estructura elástica y firme. En contraste, las harinas con bajo contenido proteico, como la harina pastelera, son perfectas para pasteles y repostería, donde se busca una textura más suave y delicada (Cutipa, 2022).

Otro criterio de clasificación es el grado de refinamiento. La harina integral, que incluye todo el grano, es rica en fibra y nutrientes, mientras que la harina blanca, que se obtiene al eliminar el salvado y el germen, ofrece una textura más fina y ligera. Esta última es ampliamente utilizada en una variedad de recetas culinarias debido a su versatilidad y resultados consistentes (Cutipa, 2022).

Finalmente, las harinas también pueden diferenciarse por tratamientos específicos durante su procesamiento, como el blanqueamiento, que modifica su color y textura. La harina blanqueada es común en repostería por su apariencia limpia y uniforme, mientras que la harina sin blanquear es preferida para la mayoría de los panes y productos horneados, conservando un tono más natural y auténtico (Cutipa, 2022).

2.6.1.4. Tipos de deshidratado para obtener la harina

2.6.1.4.1. *Secado natural con la ayuda del sol.*

La deshidratación al natural es una técnica ancestral utilizada en diversas culturas para conservar alimentos, incluidos los granos que se utilizan para hacer harina. Dicho método implica exponer los alimentos directamente al sol para eliminar la humedad, lo que inhibe el crecimiento de microorganismos y prolonga la vida útil del producto. Al aplicar esta técnica a los granos, como el trigo o el maíz, se prepara el material para su posterior molienda en harina (García, 2020).

Una de las ventajas significativas de la deshidratación al sol es su sostenibilidad y bajo costo. No requiere el uso de electricidad o combustibles fósiles, lo que la convierte en una opción ecológica y accesible para muchas comunidades agrícolas, especialmente en regiones donde el acceso a tecnologías modernas es limitado. Además, este método puede potenciar ciertas cualidades organolépticas de los granos, como el sabor y la textura, lo que a su vez puede influir positivamente en las características de la harina y los productos finales (García, 2020).

Sin embargo, la deshidratación al sol también presenta desafíos, particularmente en términos de controlar la calidad y uniformidad del producto final. Las condiciones climáticas, como la humedad y la intensidad solar, pueden variar significativamente, afectando la eficiencia del proceso y la consistencia de la deshidratación. Además, la exposición prolongada al aire libre puede aumentar el riesgo de contaminación por polvo, insectos y otros contaminantes ambientales (García, 2020).

2.6.1.4.2. *Deshidratación mecánica.*

La deshidratación mediante un deshidratador es un método moderno y eficiente para preparar granos antes de su molienda en harina. Tal proceso utiliza un dispositivo específicamente diseñado para eliminar la humedad de los alimentos de manera controlada y uniforme. Al aplicar este método a granos como el trigo, el maíz o el centeno, se facilita su conservación y se mejora su aptitud para ser molidos en harina de alta calidad (Cabrera, 2021).

Uno de los beneficios clave de utilizar un deshidratador es la capacidad de mantener condiciones constantes de temperatura y humedad, lo que asegura una deshidratación uniforme y reduce significativamente el riesgo de desarrollo de moho y bacterias. Esto es especialmente importante en la producción de harina, ya que la presencia de humedad puede comprometer la calidad y seguridad del producto final. Asimismo, los deshidratadores

modernos permiten ajustar los parámetros según el tipo de grano, optimizando el proceso según las características específicas de cada variedad (Cabrera, 2021).

A pesar de su eficacia, la deshidratación mediante deshidratador implica una inversión inicial en equipo y un consumo energético continuo, lo que puede ser una limitación para pequeños productores o para aquellos en regiones donde el acceso a la energía eléctrica es restringido. No obstante, para operaciones a gran escala o para productores que buscan una calidad consistente y una larga vida útil de sus productos de harina, la deshidratación mediante deshidratador ofrece una solución robusta y confiable (Cabrera, 2021).

2.6.1.5. Tipos de pan

Los tipos de pan varían enormemente en todo el mundo, reflejando una diversidad cultural y culinaria que se ha desarrollado a lo largo de miles de años. Cada tipo de pan tiene características únicas que dependen de los ingredientes, métodos de preparación y orígenes geográficos, ofreciendo una rica tapestria de sabores, texturas y formas (Galán, 2021).

Uno de los tipos de pan más básicos y ampliamente reconocidos es el pan blanco, que se elabora principalmente con harina de trigo refinada, agua, levadura y sal. Este pan es apreciado por su miga suave y corteza ligeramente crujiente, ideal para acompañar comidas o como base para sándwiches. En contraste, el pan integral se hace con harina de trigo completa, que incluye el salvado y el germen del grano. Lo cual le confiere un contenido más alto de fibra y nutrientes, así como un sabor y textura más densos y robustos, preferidos por aquellos que buscan opciones más saludables (Galán, 2021).

Al mismo tiempo, existen variedades de panes que incorporan otros granos y semillas, como el pan de centeno, pan de espelta y panes multigrano, que ofrecen sabores distintivos y beneficios nutricionales adicionales. El pan de centeno, por ejemplo, es típico de la gastronomía de Europa del Norte y se caracteriza por su densidad y sabor ligeramente ácido, ideal para acompañar platos fuertes y embutidos. Mientras tanto, en otras partes del mundo se encuentran panes tradicionales que no utilizan levadura, como la chapata italiana y el naan indio, cada uno con métodos de preparación que reflejan su herencia cultural y adaptaciones a los ingredientes locales (Galán, 2021).

2.6.1.6. Pan integral

2.6.1.6.1. Origen y evolución

El pan integral, conocido por su valor nutricional y su textura densa, tiene orígenes que se remontan a las primeras civilizaciones agrícolas, aunque su popularidad y desarrollo han

evolucionado significativamente a lo largo del tiempo. Inicialmente, el pan hecho con granos enteros era la norma, ya que las técnicas para refinar los granos no estaban desarrolladas. Los antiguos egipcios, que fueron pioneros en la panificación, ya utilizaban granos molidos para hacer una forma primitiva de pan integral (Cordon, 2022).

Con la industrialización y la llegada de técnicas más avanzadas para moler el trigo, el pan blanco se hizo popular, especialmente en las sociedades occidentales, debido a su textura suave y sabor menos amargo. Durante mucho tiempo, el pan integral fue considerado menos deseable y a menudo asociado con las clases menos acomodadas. No obstante, en el siglo XX, el panorama comenzó a cambiar debido a un creciente cuerpo de investigación que destacaba los beneficios para la salud de los granos enteros (Cordon, 2022).

La resurgencia del interés por el pan integral en las últimas décadas se debe en parte a la conciencia sobre la importancia de la fibra dietética y otros nutrientes esenciales que se encuentran en el salvado y el germen del grano, los cuales se pierden en el proceso de refinamiento del trigo para hacer harina blanca. Esto llevó a un renacimiento en la producción y consumo de pan integral, promovido tanto por movimientos de salud como por una nueva valoración de sabores y texturas más rústicos en la panadería (Cordon, 2022).

2.6.1.6.2. *Valor nutricional del pan integral*

Tabla 5. *Valor nutricional del pan integral.*

100 gramos de pan integral contienen	
Calorías	258 kcal
Proteínas	8 g
Grasas totales	1,4 g
Hidratos de carbono totales	49 g
Fibra	8,5 g
Calcio	21 mg
Magnesio	91 mg
Sodio	540 mg
Potasio	220 mg
Fosforo	195 mg

Fuente. *FEN (2022)*

El pan integral se distingue significativamente del pan blanco en términos de valor nutricional debido a su método de producción, que incluye la totalidad del grano de trigo. Esto significa que conserva el salvado, el germen y el endospermo del grano, lo que resulta en un contenido

más rico de nutrientes esenciales que se pierden en el pan blanco durante el proceso de refinamiento (Maldonado, 2023).

Uno de los principales beneficios del pan integral es su alto contenido en fibra dietética. La fibra es crucial para la salud digestiva, ya que ayuda a regular el tránsito intestinal y puede contribuir a la prevención de enfermedades como el estreñimiento, las hemorroides y la diverticulosis. Además, la fibra tiene un papel importante en la regulación de los niveles de glucosa en sangre y en la reducción del colesterol, lo que puede disminuir el riesgo de enfermedades cardiovasculares y diabetes tipo 2 (Maldonado, 2023).

A más de la fibra, el pan integral es una fuente importante de vitaminas del grupo B, incluyendo niacina, tiamina y ácido fólico, esenciales para el metabolismo energético y la salud neurológica. También aporta minerales como el hierro, necesario para la formación de hemoglobina y transporte de oxígeno en la sangre; el magnesio, que juega un papel en más de 300 reacciones enzimáticas; y el selenio, un antioxidante que ayuda a combatir los daños de los radicales libres en el cuerpo (Maldonado, 2023).

2.6.1.7. Endulzantes

2.6.1.7.1. Azúcar

Los endulzantes de azúcar son una categoría amplia que incluye varios tipos de sustancias usadas para impartir dulzura a alimentos y bebidas. Estos pueden ser naturales o artificiales, y su uso varía según las preferencias de sabor, consideraciones de salud y requerimientos de producción. Los más comunes en esta categoría son el azúcar de mesa, también conocido como sacarosa, que se extrae principalmente de la caña de azúcar o la remolacha azucarera (Acosta, 2021).

La sacarosa es el endulzante más universalmente empleado, apreciado por su capacidad para realzar sabores y proporcionar una textura deseable en productos horneados, confitería y bebidas. Sin embargo, en respuesta a preocupaciones de salud pública sobre el consumo excesivo de azúcar, como el aumento de enfermedades relacionadas con la dieta como la diabetes tipo 2 y la obesidad, ha surgido un mercado en expansión para alternativas de azúcar (Acosta, 2021).

2.6.1.7.2. Miel de abeja

La miel es un endulzante natural que ha sido valorado por la humanidad desde tiempos antiguos, tanto por su dulzura como por sus propiedades medicinales. Producida por las abejas a partir del néctar de las flores, la miel no solo endulza, sino que también aporta un

complejo perfil de sabores que varía según el origen floral, lo que la hace única entre los endulzantes. Además de su uso culinario, la miel ha sido empleada en remedios tradicionales y prácticas de cuidado de la salud debido a sus componentes bioactivos (Lema, 2022).

Nutricionalmente, la miel es principalmente una mezcla de fructosa y glucosa, con pequeñas cantidades de otros azúcares, agua, minerales, vitaminas y antioxidantes. Los antioxidantes presentes en la miel, como los flavonoides y los fenoles, son los que potencian sus beneficios para la salud, incluyendo propiedades antiinflamatorias y antibacterianas. Esto hace que la miel sea no solo un endulzante, sino también un aliado en la prevención y tratamiento de diversas afecciones, desde resfriados y heridas hasta problemas de inflamación crónica (Lema, 2022).

2.6.1.8. Sustitución de harinas en el pan integral

2.6.1.8.1. Aspectos tecnológicos

La sustitución de harinas en la producción de pan integral incorpora aspectos tecnológicos avanzados que buscan optimizar tanto la calidad nutricional como las características sensoriales del producto final. Este proceso a menudo implica el uso de harinas no convencionales, como las de legumbres, cereales sin gluten o pseudocereales, que pueden enriquecer el pan con proteínas, fibras y micronutrientes adicionales (Chaglla, 2024).

Todo esto teniendo en cuenta que la sustitución de harinas en pan integral también implica técnicas avanzadas de procesamiento y formulación para asegurar que el producto no solo sea nutritivo, sino también atractivo para los consumidores. Los productores pueden emplear métodos como la fermentación controlada, ajustes en los perfiles de cocción y experimentación con diversas proporciones de mezclas de harinas para optimizar el sabor, la textura y la vida útil del pan (Chaglla, 2024).

2.6.1.8.2. Comportamiento de la masa

El comportamiento de la masa en la producción de pan integral cambia significativamente cuando se sustituyen las harinas tradicionales con alternativas no convencionales. Las harinas de legumbres, cereales sin gluten o pseudocereales carecen de gluten, una proteína esencial que proporciona elasticidad y estructura a la masa. Para compensar esta falta, los panaderos utilizan aditivos tecnológicos como hidrocoloides (por ejemplo, goma xantana) y enzimas que mejoran la capacidad de la masa para retener gas, imitando así las propiedades del gluten (Espitia, 2023).

Cabe destacar que la sustitución de harinas influye en la hidratación de la masa, ya que diferentes harinas absorben agua a distintas tasas. Lo cual requiere ajustes precisos en la cantidad de líquido añadido para lograr la consistencia deseada. La fermentación también se ve afectada, ya que las harinas alternativas pueden cambiar la actividad de la levadura (Espitia, 2023).

2.6.1.8.3. *Proceso de fermentación*

El proceso de fermentación en la producción de pan integral se ve alterado al sustituir las harinas tradicionales con alternativas como legumbres, cereales sin gluten o pseudo cereales. Tales harinas pueden afectar la actividad de la levadura y la capacidad de la masa para retener gas, lo que es crucial para el leudado del pan. Para abordar estos desafíos, los panaderos utilizan técnicas de fermentación controlada, ajustando el tiempo y la temperatura para optimizar la actividad de la levadura y mejorar la estructura de la masa (Cruz, 2023).

Esto debido a que las harinas alternativas pueden requerir un mayor tiempo de fermentación para desarrollar adecuadamente los sabores y la textura deseada en el pan integral. Este proceso prolongado permite una mejor integración de los ingredientes y una mejora en las propiedades organolépticas del pan. La fermentación prolongada también puede ayudar a descomponer ciertos componentes de las harinas no convencionales, haciendo el pan más digestible y nutritivo (Cruz, 2023).

2.6.1.8.4. *Cocción y horneado*

El proceso de cocción y horneado en la producción de pan integral se ve influenciado por la sustitución de harinas tradicionales con alternativas como las de legumbres, cereales sin gluten o pseudo cereales. Estas harinas pueden alterar la forma en que el pan se hornea, afectando la textura y la apariencia del producto final. Para asegurar una cocción uniforme, los panaderos a menudo deben ajustar la temperatura y el tiempo de horneado, así como la humedad dentro del horno (Maradiaga, 2023).

Asimismo, las harinas alternativas pueden impactar la formación de la corteza y la miga del pan. Por ejemplo, algunos pseudo cereales pueden producir una miga más densa y menos aireada. Para mejorar estos aspectos, se pueden utilizar técnicas de horneado que incorporen vapor, lo que ayuda a desarrollar una corteza crujiente mientras mantiene la humedad en la miga (Maradiaga, 2023).

2.6.1.9. Efectos en las propiedades del pan

2.6.1.9.1. Olor

El olor del pan recién horneado es una de las propiedades más apreciadas tanto por panaderos como por consumidores. Este aroma característico proviene de la compleja interacción de ingredientes durante el proceso de cocción, donde la Maillard y la caramelización de los azúcares y proteínas en la superficie del pan juegan un papel crucial. El tipo de harina utilizada también influye en el aroma; por ejemplo, las harinas integrales y las de cereales alternativos pueden ofrecer notas más ricas y terrosas comparadas con las harinas blancas refinadas (Verdú, 2022).

A más de ser agradable, el aroma del pan recién horneado puede influir en la percepción de su frescura y calidad. Un pan con un aroma fuerte y atractivo es más probable que se perciba como sabroso y de alta calidad, incentivando el apetito y la experiencia de consumo. La sustitución de harinas tradicionales con alternativas también puede modificar el perfil aromático del pan, aportando matices únicos que pueden enriquecer la oferta y satisfacer paladares diversos, realzando la percepción global del producto final (Verdú, 2022).

2.6.1.9.2. Color

El color del pan recién horneado es una de las propiedades más visualmente atractivas y puede influir significativamente en la percepción de su calidad. La tonalidad dorada y la corteza crujiente son resultados del proceso de Maillard y la caramelización que ocurren durante el horneado. El tipo de harina utilizada juega un papel importante en el color final del pan; las harinas integrales y las de cereales alternativos, por ejemplo, tienden a producir un pan de color más oscuro y rico en comparación con las harinas blancas refinadas (Hinostroza, 2022).

Además de su atractivo visual, el color del pan puede ser un indicador de sus propiedades nutricionales. Los panes más oscuros, hechos con harinas integrales o alternativas, no solo ofrecen una apariencia más rústica y natural, sino que también sugieren un mayor contenido de fibra y nutrientes. La sustitución de harinas tradicionales por alternativas puede agregar variedad cromática al pan, brindando a los consumidores una amplia gama de opciones visualmente atractivas que también reflejan beneficios adicionales para la salud (Hinostroza, 2022).

2.6.1.9.3. Sabor

El sabor del pan es una de las propiedades más cruciales que define su aceptación y disfrute por parte de los consumidores. El tipo de harina utilizada tiene un impacto significativo en el perfil de sabor del pan. Las harinas integrales y las de cereales alternativos, como la espelta o el centeno, aportan sabores más complejos y robustos, a menudo descritos como terrosos, nuez o ligeramente dulces, en comparación con el sabor más neutro del pan hecho con harina blanca refinada (Pedroza, 2023).

El proceso de fermentación también contribuye al desarrollo del sabor en el pan. Los métodos de fermentación prolongada, como los usados en panes de masa madre, pueden intensificar los sabores, añadiendo notas ligeramente ácidas y un mayor umami. La sustitución de harinas tradicionales por alternativas no solo diversifica el perfil nutricional del pan, sino que también enriquece su paleta de sabores, ofreciendo a los consumidores experiencias gustativas únicas y más gratificantes (Pedroza, 2023).

2.6.1.9.4. Textura

La textura del pan es una característica esencial que afecta su aceptación y disfrute por parte de los consumidores. El tipo de harina utilizada influye significativamente en la textura del pan. Las harinas integrales y las de cereales alternativos, como la quinoa o el mijo, suelen producir una miga más densa y una corteza más robusta en comparación con las harinas blancas refinadas, que tienden a generar un pan más ligero y aireado (Villalobos, 2024).

En última instancia, cabe destacar que la presencia o ausencia de gluten en las harinas utilizadas puede cambiar drásticamente la textura del pan. Las harinas ricas en gluten, como la de trigo, proporcionan una estructura elástica y una miga esponjosa, mientras que las harinas sin gluten requieren aditivos como goma xantana o psyllium para aproximarse a estas propiedades. La sustitución de harinas tradicionales por alternativas puede ofrecer una variedad de texturas que van desde crujientes y densas hasta suaves y esponjosas, enriqueciendo la experiencia sensorial del pan y satisfaciendo diversas preferencias de los consumidores (Villalobos, 2024).

2.6.2. Macro conceptual

- 1. Azúcar:** Sustancia cristalina perteneciente al grupo químico de los hidratos de carbono, de sabor dulce y de color blanco en estado puro, soluble en el agua, que se obtiene de la caña dulce, de la remolacha y de otros vegetales.

2. **Calidad:** Refiere a las características de un producto o servicio que satisfacen las necesidades o deseos del consumidor. Es la relación entre las características reales y deseadas de un producto o como la medida en que se satisface al consumidor.
3. **Deshidratado:** Se trata de un proceso en el cual se logra eliminar prácticamente la totalidad del agua de un alimento mediante el calor, sin alterar los nutrientes, vitaminas y minerales de los mismos y concentrando su sabor.
4. **Endulzantes:** Se le llama edulcorante a cualquier sustancia, natural o artificial, que endulza, es decir, que sirve para dotar de sabor dulce a un alimento o producto que de otra forma tiene sabor amargo o desagradable.
5. **Espelta:** Es un ingrediente altamente energético, pero aporta menos caloría que la harina clásica de trigo. Destaca por su alto contenido en proteínas beneficiosas para el organismo como la lisina, escasa en otros cereales.
6. **Extrusión:** Es una técnica consolidada y muy versátil de alimentos, piensos, aditivos nutricionales y sabores. Hace posible un medio de producción continuo y rentable y su control preciso garantiza una calidad del producto alta y constante.
7. **Fenoles:** Son compuestos orgánicos cuyas estructuras moleculares contienen al menos un grupo fenol, un anillo aromático unido a un grupo hidroxilo. Muchos son clasificados como metabolitos secundarios de las plantas, aquellos productos biosintetizados en las plantas que poseen la característica biológica de ser productos secundarios de su metabolismo.
8. **Fermentación:** La fermentación o metabolismo fermentativo es un proceso catabólico de oxidación incompleta, que no requiere oxígeno, y cuyo producto final es un compuesto orgánico.
9. **Hidrocoloides:** Estos son macromoléculas hidrofílicas capaces de modificar la absorción de agua de la harina, generar cambios en el comportamiento reológico de las masas y en los atributos de calidad del pan.
10. **Maillard:** Se designa a un conjunto muy complejo de reacciones químicas que traen consigo la producción de melanoidinas coloreadas que van desde el amarillo claro hasta el café muy intenso e incluso el negro.
11. **Miel:** La miel es un fluido muy dulce y viscoso producido por abejas¹ del género *Apis*, principalmente la abeja doméstica, a partir del néctar de las flores o de secreciones de partes vivas de plantas.

12. **Oca:** La oca (del quechua: uqa), papa oca o ibia (*Oxalis tuberosa*) es una planta que se cultiva principalmente en la puna de los Andes centrales y meridionales.
13. **Pan integral:** El pan integral, también conocido como pan moreno o pan marrón, es aquel pan que ha sido elaborado con harina no refinada, es decir, que se ha dejado el grano integral, lo que incluye el salvado, por lo que posee una gran cantidad de fibra dietética, a diferencia del pan blanco, que sí está refinado.
14. **Prueba sensorial:** Definido como la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar esas respuestas a los productos percibidos a través de los sentidos de la vista, el olfato, el tacto, el gusto y el oído.
15. **Regulaciones Alimentarias:** Se utiliza para referirse al conjunto de leyes que regula la producción, el comercio y la manipulación de alimentos, y por ende abarca la regulación del control de los alimentos, la inocuidad de los alimentos y los aspectos pertinentes al comercio de estos.
16. **Salvado:** Salvado o cascarilla es el resultado de una parte de la molienda de los granos de cereales.
17. **Sostenibilidad:** Aquello que, especialmente en ecología y economía, se puede mantener durante largo tiempo sin agotar los recursos o causar grave daño al medio ambiente.
18. **Sustitución parcial:** Se refieren a aquellos productos que se utilizan para sustituir o reemplazar uno o dos tipos. Suelen ser altos en proteína y están complementados con vitaminas y minerales con la finalidad de tener todos los nutrientes.
19. **Trigo:** Es una gramínea ampliamente cultivada por su semilla, un grano de cereal que es un alimento básico en todo el mundo. Las numerosas especies de trigo juntas forman el género *Triticum*; el más cultivado es el trigo blando.
20. **Tradicional:** El conjunto de costumbres, prácticas, valores, saberes y creencias que son transmitidos de generación en generación y que hacen parte de la cultura de una comunidad humana.

2.7. Metodología del proyecto de investigación

2.7.1. Tipos de Investigación

2.7.1.1. Investigación experimental

Según, (Nereyda, 2015) autor del libro *El Proyecto de Investigación*, manifiesta que “la investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de

individuos en determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente)”.

Para la realización del presente proyecto de investigación, se empleó una metodología exhaustiva enfocada en el estudio y aplicación de la harina de oca (*Oxalis tuberosa*) en la producción de pan integral. Este enfoque metodológico comienza con la obtención y caracterización de la harina de oca mediante dos métodos deshidratados distintos: el deshidratado al ambiente (secado al sol) y deshidratado mecánico (secado en deshidratado eléctrico).

Se obtuvieron muestras de oca, las cuales se procesaron mediante los dos métodos de deshidratación mencionados previamente. Posteriormente, se molió cada muestra deshidratada para obtener harinas finas, las cuales se analizaron para determinar su composición nutricional y propiedades funcionales. Este paso es crucial para asegurar la consistencia y calidad del ingrediente a incorporar en el producto final (Arroyo, 2020).

Utilizando la harina de trigo como base, se realizaron pruebas para incorporar gradualmente harina de oca en diferentes proporciones (40%, 50% y 60%). Para cada proporción, se prepararon lotes de pan integral, siguiendo un procedimiento estandarizado que asegurara la reproducibilidad de los resultados. Se controlaron variables como el tiempo de amasado, fermentación y cocción para observar cómo estas afectaban las características del pan, como la textura, el volumen y el sabor.

Los panes producidos fueron sometidos a evaluaciones sensoriales mediante un panel de catadores conformado por catadores no entrenados. Además, se realizaron análisis de calidad que incluyeron pruebas de textura, humedad y proteína. Estos análisis permitieron determinar la aceptabilidad del producto y cómo la sustitución afectaba las propiedades organolépticas y físicas del pan.

2.1.1.1.1. Investigación exploratoria

Según, (Sampieri, 2019) los estudios de alcance exploratorios se realizan cuando el objetivo del estudio es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes con mayor amplitud.

Todo esto teniendo en cuenta que el objetivo de estos procesos es conservar y potenciar las propiedades nutricionales y funcionales del tubérculo, permitiendo su utilización eficaz en la panificación. Cabe destacar que tal enfoque meticuloso y bien estructurado asegura que todas

las fases del proyecto sean llevadas a cabo con rigor científico, desde la selección y preparación de la materia prima hasta la evaluación final del producto. Puesto que este proyecto no solo busca innovar en términos de producto, sino también contribuir al conocimiento científico y tecnológico en el campo de la ciencia alimentaria y la nutrición.

2.1.1.1.2. Investigación descriptiva

Según, (Martinez, 2018) manifiesta que, “el tipo de investigación que tiene como objetivo describir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos, utiliza criterios sistemáticos que permiten establecer la estructura o el comportamiento de los fenómenos en estudio, proporcionando información sistemática y comparable con la de otras fuentes”

Los análisis bromatológicos se realizarán para evaluar aspectos críticos como la humedad, proteínas, grasas, cenizas y fibra. Estos análisis son esenciales para asegurar que la harina de oca cumpla con los estándares de calidad necesarios para luego realizar la comparación con la harina de trigo tradicionalmente usada en la elaboración de pan integral.

2.1.1.1.3. Investigación bibliográfica

En el desarrollo de la metodología para el estudio sobre la sustitución parcial de harina de trigo por harina de oca en la elaboración de pan integral, es esencial emplear una investigación bibliográfica exhaustiva. Esta etapa metodológica implica la recopilación, análisis y síntesis de información relevante extraída de fuentes académicas y científicas que aborden temas relacionados con las propiedades nutricionales y funcionales de la harina de trigo y de oca, así como las técnicas de panificación integral.

Se realiza una búsqueda sistemática en bases de datos académicas como: Sitios Web , ciencia y Google Académico. Se incluirán palabras clave como "harina de trigo", "harina de oca", "pan integral", "sustitución de harina" y "propiedades nutricionales de la oca". Se seleccionarán estudios publicados en los últimos diez años para garantizar la relevancia y actualidad de la información (Vizcaïno, 2023).

Posteriormente, se analizan los documentos obtenidos para extraer datos sobre composición química, beneficios nutricionales, y comportamiento en procesos de panificación de ambas harinas. Este análisis permitirá identificar las proporciones adecuadas de sustitución que no comprometan la calidad del pan integral, basándose en evidencia científica sobre la

interacción de los componentes de las harinas y su impacto en la textura, el sabor y el valor nutricional del producto final.

2.7.2. Métodos de investigación

2.7.2.1. Método científico

Todo esto teniendo en cuenta que el objetivo de estos procesos es conservar y potenciar las propiedades nutricionales y funcionales del tubérculo, permitiendo su utilización eficaz en la panificación. Los análisis bromatológicos se realizarán para evaluar aspectos críticos como la humedad, proteínas, grasas, cenizas y fibra. Estos análisis son esenciales para asegurar que la harina de oca cumpla con los estándares de calidad necesarios y para determinar su comparabilidad con la harina de trigo tradicionalmente usada en la elaboración de pan integral.

Este enfoque metodológico también incluirá la revisión de estudios sobre las características organolépticas de productos elaborados con harinas alternativas, lo cual es crucial para evaluar la aceptabilidad del consumidor frente a cambios en sabor, textura y apariencia del pan integral. Se considerarán investigaciones que detallen las respuestas sensoriales a la inclusión de harinas no convencionales en productos de panadería, lo que permitirá anticipar posibles desafíos en la aceptación del mercado y ajustar las recetas de acuerdo con las preferencias del consumidor (Arévalo C. G., 2020).

Adicionalmente, se contemplaron la realización de pruebas piloto para ajustar los parámetros de cocción y mezcla, determinando así las condiciones óptimas para la elaboración de pan integral con harina de oca. Estas pruebas ayudaron a identificar las mejores prácticas en términos de tiempo de amasado, fermentación y horneado, asegurando que el producto final no solo sea nutritivo, sino también agradable al paladar.

2.7.3. Técnicas de investigación

2.7.3.1. Observación

Según, (Zapata, 2017) redacta que "Las técnicas de observación son procedimientos que utiliza el investigador para presenciar directamente el fenómeno que estudia, sin actuar sobre él esto es, sin modificarlo o realizar cualquier tipo de operación que permita manipular".

Posteriormente, se procedió a desarrollar diversas formulaciones de pan, incorporando distintas proporciones de harina de oca en sustitución de la harina de trigo. Este paso es crucial para identificar la mezcla óptima que permita no solo mantener sino potencialmente

mejorar las características del pan integral, como su textura, volumen y sabor. Las pruebas de panificación son rigurosas, incluyendo ajustes en las técnicas de mezclado, fermentación y cocción. El objetivo es optimizar estos procesos para asegurar que el pan producido sea de alta calidad y aceptable para los consumidores.

2.7.3.2. Estudio causal y comparativo

Según, (Ramos, 2020) La comparación es una herramienta fundamental del análisis. Agudiza nuestro poder de descripción, y juega un papel fundamental en la formación de conceptos, enfocando similitudes sugestivas y contrastes entre casos. La comparación se utiliza de manera rutinaria en la evaluación de hipótesis y puede contribuir al descubrimiento inductivo de nuevas hipótesis y a la formación de teorías.

El estudio causal y comparativo en el contexto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de oca en la elaboración de pan integral se centró en identificar las relaciones de causa y efecto entre la incorporación de harina de oca y las variaciones en las características del pan. Esta metodología permitirá comprender cómo la sustitución influye en aspectos como la textura, el sabor, el valor nutricional y la aceptabilidad del producto final.

2.7.4. Instrumentos de investigación

2.7.4.1. Análisis sensorial

Según, (Zenteno, 2020) manifiesta que es fundamental realizar una ficha de catación que permita recoger la percepción y aceptación del consumidor.

Esta herramienta proporcionará datos valiosos sobre las preferencias y expectativas del público respecto al pan integral modificado, facilitando así una evaluación más completa del impacto de la sustitución en el mercado. Para complementar el estudio causal y comparativo sobre la sustitución parcial de harina de trigo por harina de oca en la elaboración de pan integral,

Las pruebas sensoriales constituyeron una parte integral del estudio, empleando un panel de jueces no entrenados para evaluar el pan integral en términos de olor, sabor, textura, color y apariencia. Esta evaluación es fundamental para determinar la aceptabilidad del producto en el mercado, considerando que la percepción sensorial del consumidor juega un papel decisivo en el éxito comercial de nuevos productos alimenticios. Los resultados de estas pruebas ayudaron a refinar las formulaciones y a asegurar que el producto final no solo sea nutritivo y seguro, sino también atractivo para los consumidores.

2.7.4.2. Balance de materia

Es una de las herramientas más cruciales de la ingeniería de procesos que nos permiten calcular el rendimiento de los materiales utilizados en los procesos estos son los balances de materia y energía. Se utilizan para calcular los flujos de materia y energía entre un proceso industrial específico y sus alrededores, o entre las diversas operaciones que lo componen. (Henley, 2021)

Este balance de materia fue de mucha importancia para el desarrollo de nuestro proyecto, ya que nos permitió determinar el rendimiento de las materias primas e insumos utilizados en la elaboración tanto de la harina de oca y también en la elaboración del pan integral.

2.7.5. Materias primas insumos y equipos

2.7.5.1. Materia prima

- Oca
- Harina de trigo
- Huevos
- Mantequilla
- Manteca de cerdo
- Miel de abeja
- Azúcar
- Sal
- Agua

2.7.5.2. Conservantes

- Ácido cítrico
- Levadura
- Mejorador de masa

2.7.5.3. Materiales

- Olla
- Cucharón
- Cucharas
- Moldes
- Platos

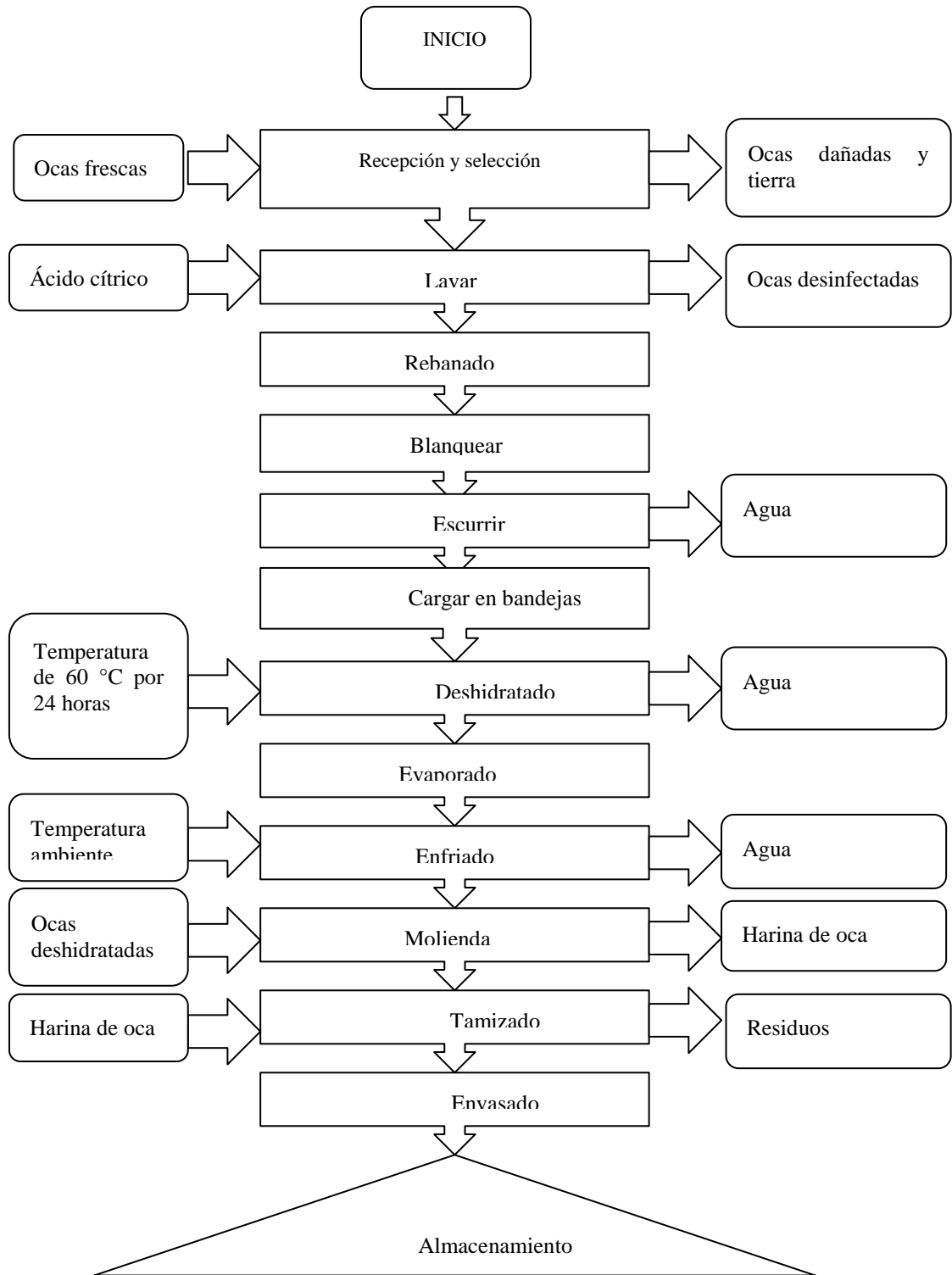
2.7.5.4. Equipos

- Deshidratador
- Rebanadora
- Triturador
- Molino
- Tamizadora
- Termómetro
- Balanza digital
- Amasadora
- Horno

2.7.6. Métodos y Técnicas

2.7.6.1. Diagrama de flujo de la obtención de harina de oca mediante deshidratado mecánico.

Figura 1. *Diagrama de flujo de la obtención de harina de oca mediante el método de deshidratado mecánico.*



Elaborado por: Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).

2.7.6.2. Descripción de diagrama de flujo de la obtención de harina de oca mediante deshidratado mecánico.

2.7.6.2.1. *Recepción y seleccionado de la materia prima:*

Al momento de la recepción se pesó toda la materia prima, teniendo un total de 10 kg de Oca. Se empieza recibiendo los tubérculos de oca frescos, los cuales se seleccionan cuidadosamente, debiendo encontrarse sanos, libres de magulladuras ni en estado de putrefacción.

Figura 2. *Recepción de materia prima*



Fuente: Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).

2.7.6.2.2. *Limpieza*

Se lavan manualmente los tubérculos con agua limpia potabilizada con el fin de retirar la tierra adherida a ellos y otras impurezas.

Figura 3. *limpieza*



Fuente: Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).

2.7.6.2.3. Rebanado

Con la ayuda de la rebanadora se realizó rodajas, para que las láminas de rodajas tengan un secado uniforme, esto con el fin de minimizar el tiempo de deshidratación y facilitar la molienda del producto.

Figura 4. *Rebanado*



Fuente: *Caisalitin, B., & Chuquiama, E. (2024).*

2.7.6.2.4. Blanquear

Consiste en sumergir las rodajas de oca en agua hirviendo durante 4 minutos, con la finalidad de inactivar las enzimas responsables de su pardeamiento.

Figura 5. *Blanquear*



Fuente: *Caisalitin, B., & Chuquiama, E. (2024).*

2.7.6.2.5. *Escurreido*

Se escurren las rodajas de oca por 15 minutos para reducir el tiempo de secado.

Figura 6. *Escurreido*



Fuente: *Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).*

2.7.6.2.6. *Carga en bandejas*

Por lo general se coloca el producto a deshidratar en bandejas de acero inoxidable, donde se colocan las rodajas de oca blanqueada uno por uno formando una sola capa.

Figura 7. *Carga en bandejas*



Fuente: *Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).*

2.7.6.2.7. *Deshidratación*

Se realizó en el deshidratador, equipo en el que circula aire caliente, el cual actúa como agente de secado, durante esta operación se eliminó el agua del tubérculo a temperatura de 60 °C por 24 horas.

Figura 8. *Deshidratación*



Fuente: *Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).*

2.7.6.2.8. *Enfriado*

Esta operación se realizó a temperatura ambiente (18 °C), por un tiempo de 20 min.

Figura 9. *Enfriado*



Fuente: *Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).*

2.7.6.2.9. *Molienda*

Se realizó en un molino, donde la oca deshidratada, se trituró hasta reducirla a polvo fino.

Figura 10. *Molienda*



Fuente: *Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).*

2.7.6.2.10. *Tamizado*

Se realizó con un cernidero metálico, para obtener una harina con granulometría fina.

Figura 11. *Tamizado*

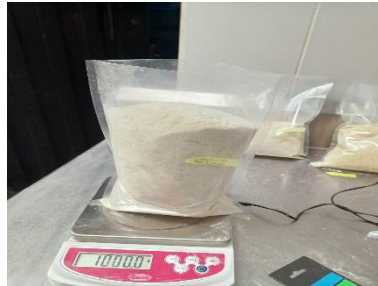


Fuente: *Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).*

2.7.6.2.11. *Envasado*

Las muestras de harina obtenida se pesaron en fracciones de kg y se envasaron en bolsas plásticas, selladas térmicamente.

Figura 12. *Envasado*



Fuente: *Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).*

2.7.6.2.12. *Almacenamiento*

La harina se almacena en lugares secos y frescos, en fundas herméticas a temperatura ambiente.

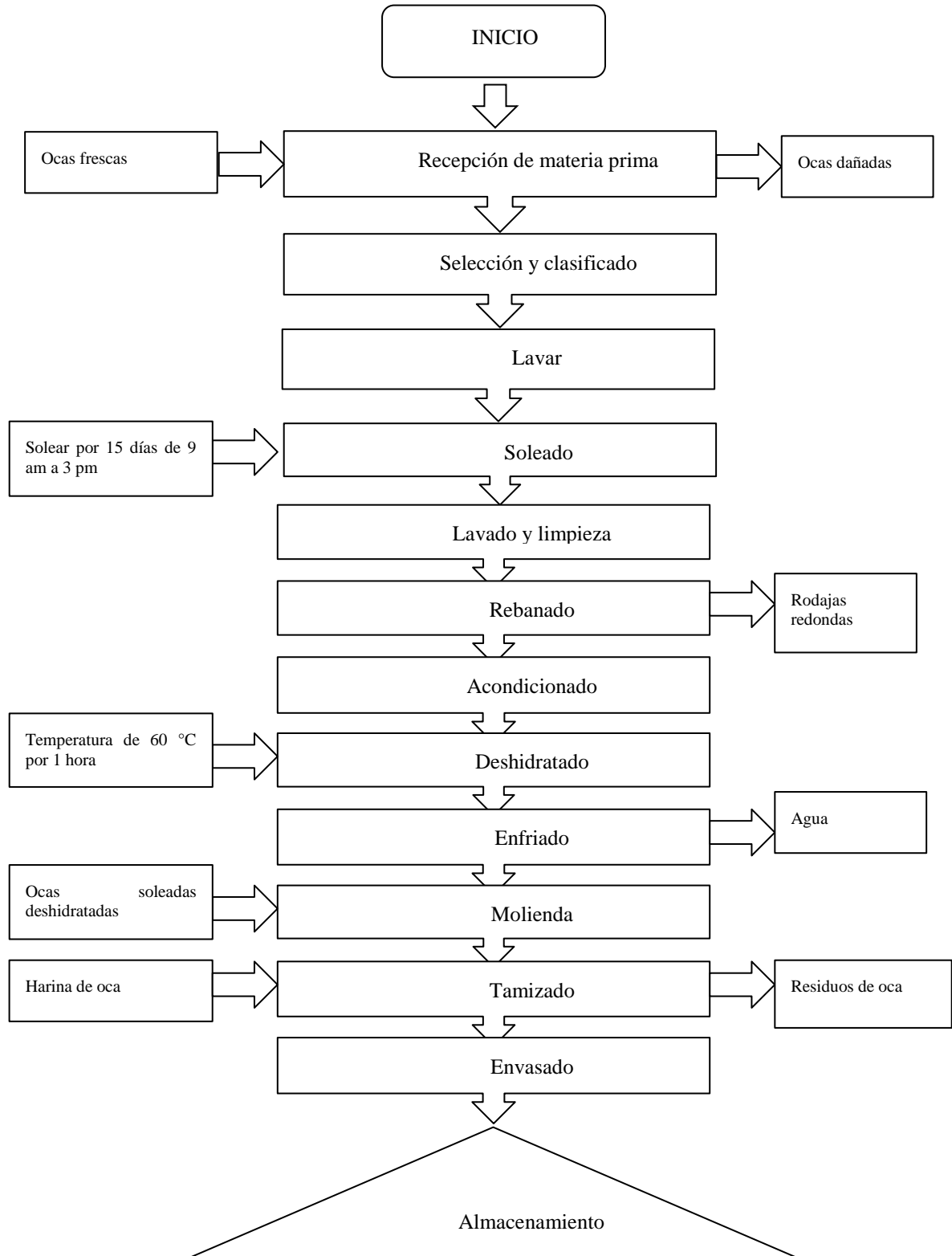
Figura 13. *Almacenamiento*



Fuente: *Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).*

2.7.6.3. Diagrama de flujo de la obtención de harina de oca deshidratado al ambiente.

Figura 14. *Diagrama de flujo de la obtención de harina de oca deshidratado al ambiente.*



Elaborado por: Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).

2.7.6.4. Descripción de la obtención de harina de oca deshidratado al ambiente.

1. Recepción de la materia prima

Al momento de la recepción se pesó toda la materia prima, teniendo un total de 25 kg de Oca.

Figura 15. *Recepción de materia prima*



Fuente: *Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).*

2. Selección y clasificación

Se escogió la oca fresca, sana que no presentaban ningún daño mecánico, ni principios de descomposición por efectos microbianos. Se clasificaron los tubérculos de tamaño mediano y grande de los pequeños.

Figura 16. *Selección y clasificado*



Fuente: *Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).*

3. Lavado

El proceso de lavado es muy importante para poder limpiar partículas que se encuentran adheridas en la oca, con la finalidad de eliminar la tierra adherida a la superficie y otros compuestos indeseables.

Figura 17. *Lavado*



Fuente: *Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).*

4. Soleado

Se expuso al sol durante 15 días, desde las 9 am hasta las 3 pm, con la finalidad de reducir el agua presente en el tubérculo, disminuir el ácido oxálico e incrementar la concentración de azúcar.

Figura 18. *Soleado*



Fuente: *Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).*

5. Lavado y limpieza

Se realizó un lavado con agua, para eliminar las partículas extrañas adheridas al tubérculo durante el soleado. Se eliminaron las puntas y secciones de corteza deteriorada.

Figura 19. *Lavado y limpieza*



Fuente: *Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).*

6. Rebanado

Con la ayuda de la rebanadora se realizó rodajas, para que las láminas de rodajas tengan un secado uniforme.

Figura 20. *Rebanado*



Fuente: *Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).*

7. Acondicionado

Los tubérculos cortados se sometieron a un baño de agua previamente preparada con ácido cítrico al 0,4% por un tiempo de 5 minutos para evitar el pardeamiento enzimático, además para que pueda mejorar las condiciones de la muestra para la deshidratación porque se rompen las paredes celulares de la muestra, lo que facilitó el proceso de evaporación durante la deshidratación.

Figura 21. *Acondicionamiento*



Fuente: *Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).*

8. Deshidratación

Se realizó en el deshidratador equipo en el que circula aire caliente, el cual actúa como agente de secado, durante esta operación se eliminó el agua del tubérculo mediante temperatura de 60° C por 1 hora

Figura 22. *Deshidratado*



Fuente: *Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).*

9. Enfriado

Esta operación se realizó a temperatura ambiente (18 °C), por un tiempo de 20 min.

Figura 23. *Enfriado*



Fuente: *Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).*

10. Molienda

Se realizó en un molino, donde la oca deshidratada, se trituró hasta reducirla a polvo fino.

Figura 24. *Molienda*



Fuente: *Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).*

11. Tamizado

Se realizó con un cernidero plástico, para obtener una harina con granulometría fina.

Figura 25. *Tamizado*



Fuente: *Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).*

12. Envasado

Las muestras de harina obtenida se pesaron en fracciones de kg y se envasaron en bolsas plásticas, selladas térmicamente.

Figura 26. *Envasado*



Fuente: *Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).*

13. Almacenamiento

La harina se almacena en lugares secos y frescos, en fundas herméticas a temperatura ambiente.

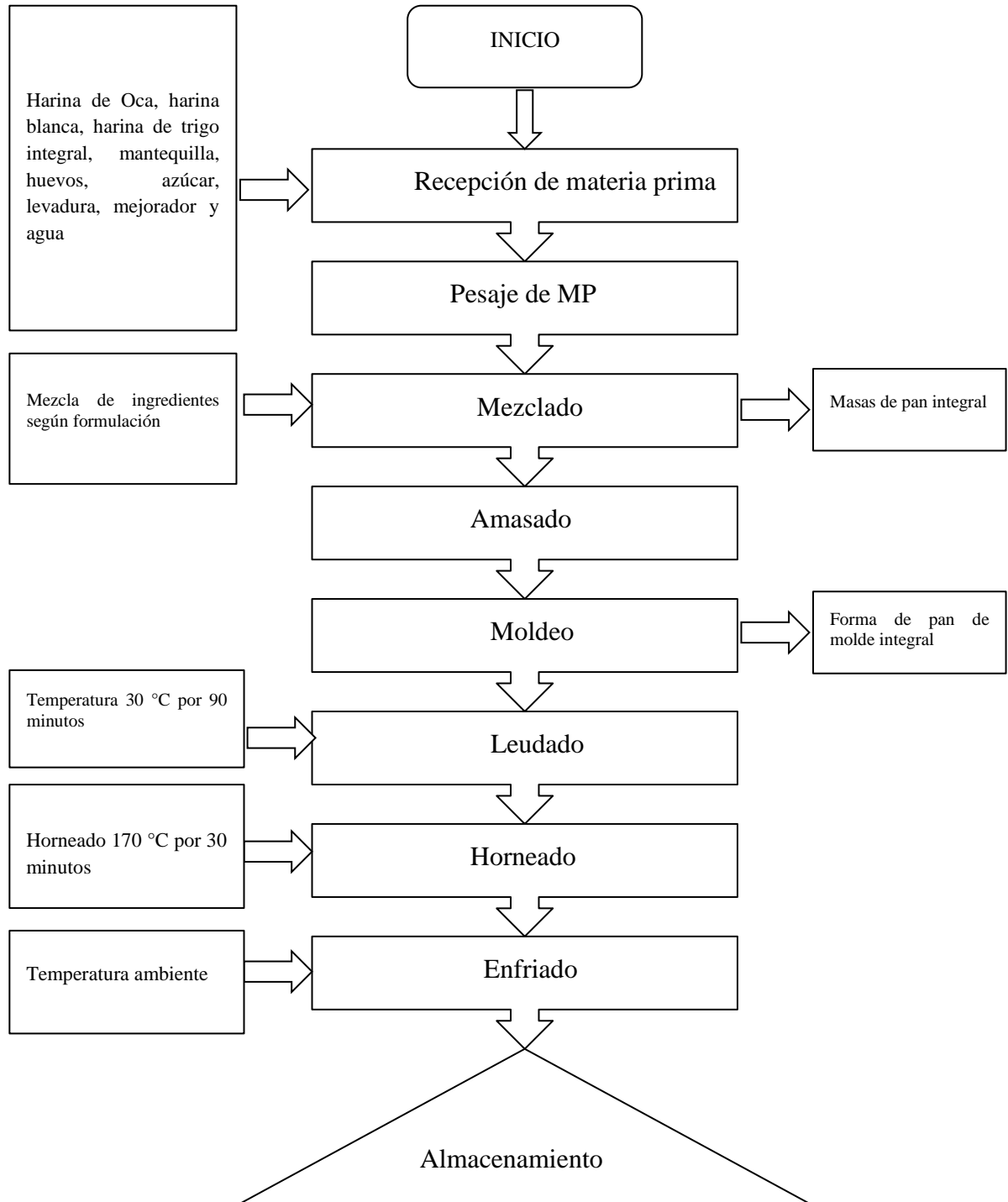
Figura 27. *Almacenamiento*



Fuente: *Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).*

2.7.6.5. Diagrama de flujo de la elaboración de pan integral

Figura 28. Diagrama de flujo de la elaboración de pan integral



Elaborado por: Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).

2.7.6.6. Descripción de la elaboración de pan integral

1. Pesaje y medición de ingredientes

Consiste en determinar mediante el peso, las distintas cantidades de los ingredientes señalados en una fórmula para proceder a elaborar la masa del pan. El pesaje es una operación sencilla que debe realizarse con exactitud para obtener productos de buena calidad.

Figura 29. *Pesado de ingredientes*



Fuente: Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).

14. Mezclado

Consiste en unir o mezclar en la máquina mezcladora todos los ingredientes que contiene una fórmula específica para la elaboración del pan. (Debe llevar un orden para la incorporación de los ingredientes a la tolva de la mezcladora).

Figura 30. *Mezclado*



Fuente: Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).

15. Moldeado

Se trata de una operación que en ocasiones se práctica después del pesaje y que consiste en enrollar la masa dividida para dar la forma de moldes de pan integral.

Figura 31. Moldes



Fuente: Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).

16. Leudado

Es la etapa de acondicionamiento en la masa moldeada en la cual actúan los fermentos y se alimentan de los azúcares dando paso al desarrollo de su sabor y olor agradable, se produce y retiene gran cantidad de gas y es apta para obtener de ella un producto altamente digerible. La temperatura utilizada fue de 30°C por 90 minutos.

Figura 32. Leudado



Fuente: Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).

17. Horneado

Es la última etapa del proceso de panificación, consiste en exponer las unidades ya formadas, al calor a 170°C durante 30 minutos en un equipo especial llamado horno. Esta etapa es importante porque en ella complementan las reacciones químicas que se iniciaron en el leudado de la masa de pan integral.

Figura 33. *Horneado*



Fuente: *Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024)*

18. Enfriado

Consiste en enfriar los moldes de pan integral recién salidos del horno para de esta forma garantizar un sabor agradable y no alterar su composición química al momento del envasado. Temperatura ambiente 35 °C.

Figura 34. *Enfriado*



Fuente: *Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024)*

19. Envasado

Por lo general se realiza el envasado cuando el producto ya esté frío y se lo puede realizar en fundas plásticas para que de esta forma no pierda mucha humedad y el pan se mantenga crocante.

Figura 35. *Envasado*



Fuente: *Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).*

2.7.9. *Formulación de los 9 tratamientos*

En la elaboración de pan integral se establecieron diferentes formulaciones de harina de oca. La harina de oca utilizada fue la deshidratada al ambiente (secada al sol) ya que cumplía con la mayoría de los parámetros de la harina tradicional de trigo según la norma INEN y se añadió diferentes porcentajes de ingredientes para la elaboración de pan integral.

Tabla 6. *Formulación para la elaboración de pan integral con los diferentes tratamientos.*

Ingredientes	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9	
Unidad	g	%	g	%	g	%	G	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
Harina integral de trigo (g)	300	45,87	300	40,32	300	39,79	250	38,23	125	20,19	250	33,16	200	30,58	200	26,88	200	26,53
Harina integral de Oca (g)	200	30,58	200	26,88	200	26,53	250	38,23	250	40,39	250	33,16	300	45,87	300	40,32	300	39,79
Mejorador (g)	6	0,92	6	0,81	6	0,80	6	0,92	6	0,97	6	0,80	6	0,92	6	0,81	6	0,80
Levadura (g)	40	6,12	40	5,38	40	5,31	40	6,12	40	6,46	40	5,31	40	6,12	40	5,38	40	5,31
Sal (g)	8	1,22	8	1,08	8	1,06	8	1,22	8	1,29	8	1,06	8	1,22	8	1,08	8	1,06
Azúcar (g)	0	0,00	90	12,10	0	0,00	0	0,00	90	14,54	0	0,00	0	0,00	90	12,10	0	0,00
Miel (g)	0	0,00	0	0,00	100	13,26	0	0,00	0	0,00	100	13,26	0	0,00	0	0,00	100	13,26
Mantequilla (g)	100	15,29	100	13,44	100	13,26	100	15,29	100	16,16	100	13,26	100	15,29	100	13,44	100	13,26
TOTAL	654	100	744	100	754	100	654	100	619	100	754	100	654	100	744	100	754	100

Elaborado por. *Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).*

2.7.10. Análisis sensorial

2.7.10.4. Metodología de los análisis sensoriales realizados

Para realizar el análisis sensorial del pan integral se optó por realizar una encuesta de catación la cual se aplica en total a 40 catadores no entrenados la cual se dio una calificación del 1 al 4. La evaluación realizada es de suma importancia porque ayuda a identificar el mejor tratamiento de pan integral de acuerdo con los siguientes atributos:

Tabla 7. *Parámetros sensoriales evaluados en el pan integral*

PARÁMETROS	DESCRIPCIÓN
Olor	El olor se lo puede describir con las siguientes definiciones: aroma a oca, dulce suave, tostado y leve a fermentación.
Color	Puede definirse como un color marrón claro, marrón medio, marrón oscuro y marrón dorado.
Sabor	Se lo puede caracterizar como un sabor: sabor a oca, ligeramente dulce, ligeramente amargo y salado.
Textura	Se la puede definir bajo las siguientes características: denso, grueso, masticable y crujiente.

Fuente: *Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).*

De esta manera se puede observar el tratamiento con mayor aceptabilidad en el InfoStat/E para determinar el análisis de varianza de los tratamientos para cada variable, Posteriormente según su significancia se realiza la prueba de Tukey al 0,05.

2.7.9. Análisis bromatológico de la harina de oca

Se consideraron parámetros que fueron evaluados mediante métodos AOAC. La humedad y los sólidos totales se determinaron con el método gravimétrico (AOAC925.10). La proteína se determinó mediante el método Kjeldahl (AOAC 2001.11). La Fibra se determinó con el método gravimétrico (AOAC 930.15). La grasa se determinó mediante el método Goldfish (AOAC920.39). La ceniza y materia orgánica se determinó mediante el método gravimétrico (AOAC 923,03). Los carbohidratos de determino por calculo.

2.7.10. Análisis físico químico del pan integral

Se consideraron parámetros que fueron evaluados mediante métodos de la norma INEN. La acidez se determinó con el método Colorimétrico (INEN 521). El pH se determinó por el método de Colorimétrico (INEN 973).

2.7.11. Análisis microbiológico del pan integral

Se consideraron parámetros como Coliformes totales UEC/g con el método Petrifilm (AOAC991.01) y los parámetros de Moho y Levaduras con el método Petrifilm (AOAC997.02).

2.8. Hipótesis o preguntas científicas

- **Hipótesis Alternativa (H1):** El porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de oca si influye en las características fisicoquímicas, nutricionales y sensoriales del pan integral.
- **Hipótesis Nula (Ho):** El porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de oca no influye en las características fisicoquímicas, nutricionales y sensoriales del pan integral.

Por lo tanto, se valida la Hipótesis Alternativa dado que la adición de harina de Oca integral si influyo en las características fisicoquímicas, nutricionales y sensoriales del pan integral de manera favorable tanto fisicoquímicos, sensorial y nutricionalmente por lo tanto se puede concluir que nuestro proyecto de sustitución si tuvo resultado porque el producto elaborado tuvo una gran aceptabilidad por parte de los catadores siendo el Tratamiento 9 el mejor y más aceptado, y tras los respectivos análisis correspondientes al dicho tratamiento se evidenció que se encuentra dentro de los requisitos que exige y debe cumplir un pan integral. Por lo tanto, nuestro producto elaborado está apto para el consumo de todos y cada una de las personas que lo deseen adquirir

2.9. Diseño experimental

El diseño empleado en la investigación fue un Diseño de Bloques Completamente al Azar dentro de un arreglo factorial (A * B) con tres niveles en cada factor y dos repeticiones, como primer factor porcentaje de harinas (a_1, a_2, a_3) como segundo factor tipos de endulzantes (b_1, b_2, b_3).

Una vez descrito el diseño, la fuente de bloqueo fue el panel de catadores integrado por 40 panelistas no entrenados. Los bloques (Panelistas): Cada panelista es un bloque para controlar la variabilidad en la percepción sensorial. En este diseño se evaluaron todas las formulaciones (tratamientos) indicadas en la tabla 6, utilizando un pan (5 g) de cada tratamiento por panelista.

2.9.9. Identificación de Factores y Tratamientos

Factores de estudio

FACTOR A: Porcentaje de harinas.

FACTOR B: Tipos de endulzantes.

Tabla 8. Factores de estudio

Factores	Nivel
FACTOR A: Porcentaje de harinas.	A₁: harina de Oca 40%, trigo 60%
	A₂: harina de Oca 50%, trigo 50%
	A₃: harina de Oca 60%, trigo 40%
FACTOR B: Tipos de endulzantes	B₁: sin endulzante
	B₂: Azúcar
	B₃: Miel

Elaborado por: Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).

Lo cual resulta en 9 tratamientos diferentes con 2 repeticiones

Tabla 9. *Diferentes combinaciones de estudio*

Réplicas	Tratamientos	Codificación	Descripción
I	t ₁	a ₁ b ₁	Harina de trigo 60% + harina de Oca 40% + sin endulzante.
	t ₂	a ₁ b ₂	Harina de trigo 60% + harina de Oca 40% + azúcar.
	t ₃	a ₁ b ₃	Harina de trigo 60% + harina de Oca 40% + Miel.
	t ₄	a ₂ b ₁	Harina de trigo 50% + harina de Oca 50% + sin endulzante.
	t ₅	a ₂ b ₂	Harina de trigo 50% + harina de Oca 50% + azúcar.
	t ₆	a ₂ b ₃	Harina de trigo 50% + harina de Oca 50% + Miel.
	t ₇	a ₃ b ₁	Harina de trigo 40% + harina de Oca 60% + sin endulzante.
	t ₈	a ₃ b ₂	Harina de trigo 40% + harina de Oca 60% + azúcar.
	t ₉	a ₃ b ₃	Harina de trigo 40% + harina de Oca 60% + Miel.
II	t1	a ₁ b ₁	Harina de trigo 60% + harina de Oca 40% + sin endulzante.
	t2	a ₁ b ₂	Harina de trigo 60% + harina de Oca 40% + azúcar.
	t3	a ₁ b ₃	Harina de trigo 60% + harina de Oca 40% + Miel.
	t4	a ₂ b ₁	Harina de trigo 50% + harina de Oca 50% + sin endulzante.
	t5	a ₂ b ₂	Harina de trigo 50% + harina de Oca 50% + azúcar.
	t6	a ₂ b ₃	Harina de trigo 50% + harina de Oca 50% + Miel.
	t7	a ₃ b ₁	Harina de trigo 40% + harina de Oca 60% + sin endulzante.
	t8	a ₃ b ₂	Harina de trigo 40% + harina de Oca 60% + azúcar.
	t9	a ₃ b ₃	Harina de trigo 40% + harina de Oca 60% + Miel.

Elaborado por: *Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).*

2.9.10. Análisis estadístico

La información de las variables sensoriales fue sometida al análisis de varianza (ANOVA) para establecer la existencia de efectos significativos. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey, al 5% de probabilidad de error tipo 1. El software que se utilizó para esta valoración fue InfoStat/E.

Tabla 10. Modelo de análisis de varianza

Fuentes de variación	Simbología	Simbología
Tratamientos	(t-1)	(9-1)
Repeticiones	(r-1)	(2-1)
Error experimental	(t-1) (r-1)	(9-1)(2-1)
Total	(rt-1)	(2*9 -1)

Elaborado por: Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).

Tabla 11. Operacionalización de variables

Variable dependiente	Variable independiente	Indicadores	Medición
Pan Integral	Porcentaje de harina de Oca 40% 50% 60% Porcentaje de harina de trigo 60% 50% 40% Endulzantes Azúcar Miel	Análisis bromatológicos	-Humedad -Materia seca -Proteína -Fibra -Grasa -Ceniza Materia Orgánica
		Análisis sensorial del pan.	-Sabor -Color -Olor -Textura -Aceptabilidad
		Análisis nutricional del mejor tratamiento del pan	-Proteína, -Grasa -Fibra -Carbohidratos -Calorías.
		Análisis microbiológicos del pan.	-Coliformes -Moho -Levaduras

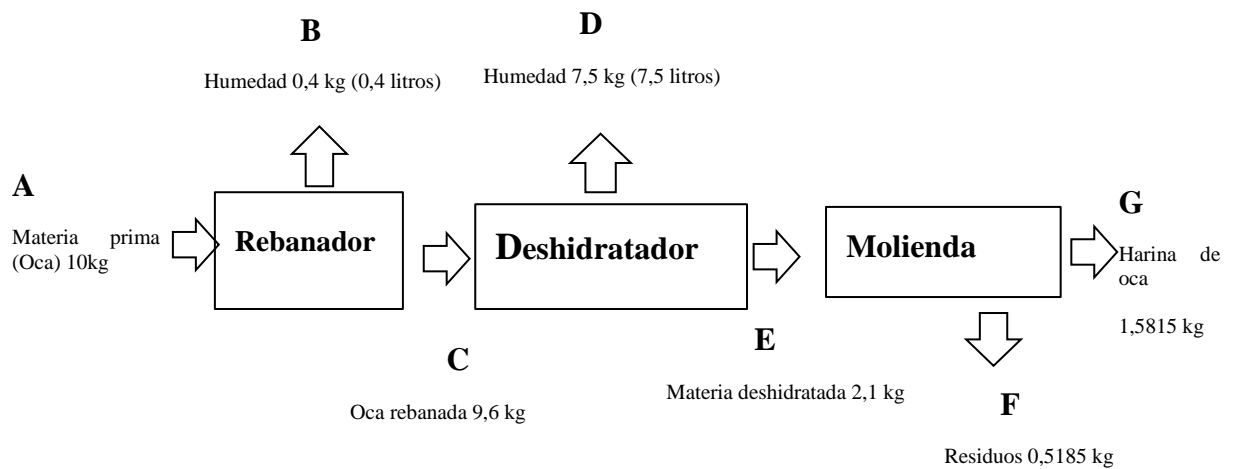
Elaborado por: Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).

2.10. Análisis y discusión de resultados

2.10.1. Balance de materia

2.10.1.1. Balance de materia de obtención de harina de oca mediante el deshidratado mecánico (secado por deshidratador eléctrico).

Figura 36. Balance de materia de harina de oca deshidratado mecánico



Elaborado por: Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).

Balance parcial Rebanador

$$A = B + C$$

$$10 = 0,4 + 9,6$$

$$10 = 10$$

Balance parcial Molienda

$$E = F + G$$

$$2,1 = 0,52 + 1,58$$

$$2,1 = 2,1$$

Balance parcial Deshidratador

$$C = D + E$$

$$9,6 = 7,5 + 2,1$$

$$9,6 = 9,6$$

Balance total

$$A = B + D + F + G$$

$$10 = 0,4 + 7,5 + 0,52 + 1,58$$

$$10 = 10$$

Rendimiento de la oca en la obtención de harina

$$\% \text{ rendimiento} = \text{Peso} \frac{\text{final}}{\text{inicial}} \times 100$$

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{1,58}{10} \times 100$$

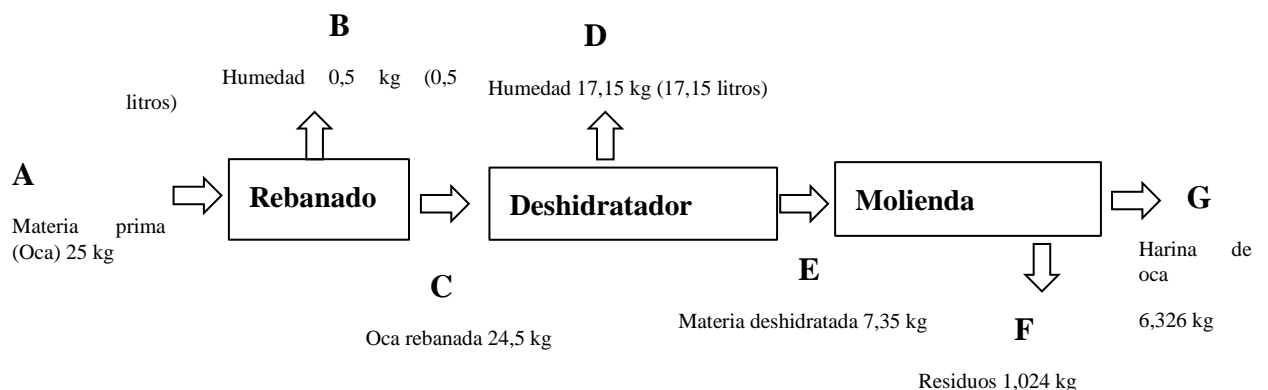
$$\% \text{ rendimiento} = 15,8 \%$$

Se realizó un balance de materia para la obtención de harina de trigo a partir de ocas frescas para ello se clasificó la materia prima, y se obtuvo 10 kg de esta posteriormente se la introdujo a una rebanadora para obtener rodajas de oca 9,6 kg. Luego de esto se lo introdujo en el deshidratador en el mismo que se tuvo una pérdida de agua o humedad de 7,5 litros en se obtuvo 2.1 kg de producto deshidratado y finalmente se realizó la respectiva molienda de ocas deshidratadas, se pasó por un tamiz hasta que se obtuvo 1,5815 kg de harina de Oca integral y 0,5185 kg de residuo. Lo que nuestro balance de materia indica es que la mayor cantidad de contenido que se pierde en este proceso es el agua ya que se evapora en mayor porcentaje.

Una vez realizado el balance de materia se procedió a calcular el porcentaje de rendimiento mediante la siguiente ecuación donde se calculó el peso final dividido para el peso inicial por 100 %. Obteniendo un rendimiento de 15,8% de la harina obtenida mediante deshidratado mecánico.

2.10.1.2. Balance de materia de obtención de harina de oca deshidratado al ambiente (secado al sol)

Figura 37. Balance de materia harina de oca deshidratado al ambiente



Elaborado por: Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).

Balance parcial Rebanador

$$A = B + C$$

$$25 = 0,5 + 24,5$$

$$25 = 25$$

Balance parcial Molienda

$$E - F = G$$

$$7,35 - 1,024 = 6,326$$

Balance parcial Deshidratador

$$C = D + E$$

$$24,5 = 17,15 + 7,35$$

$$24,5 = 24,5$$

Balance total

$$A = B + D + F + G$$

$$25 = 0,5 + 17,15 + 1,024 + 6,326$$

$$6,326 = 6,326$$

$$25 = 25$$

Rendimiento de la oca en la obtención de harina

$$\% \text{ rendimiento} = \text{Peso} \frac{\text{final}}{\text{inicial}} \times 100$$

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{6,326}{25} \times 100$$

$$\% \text{ rendimiento} = 25,3\%$$

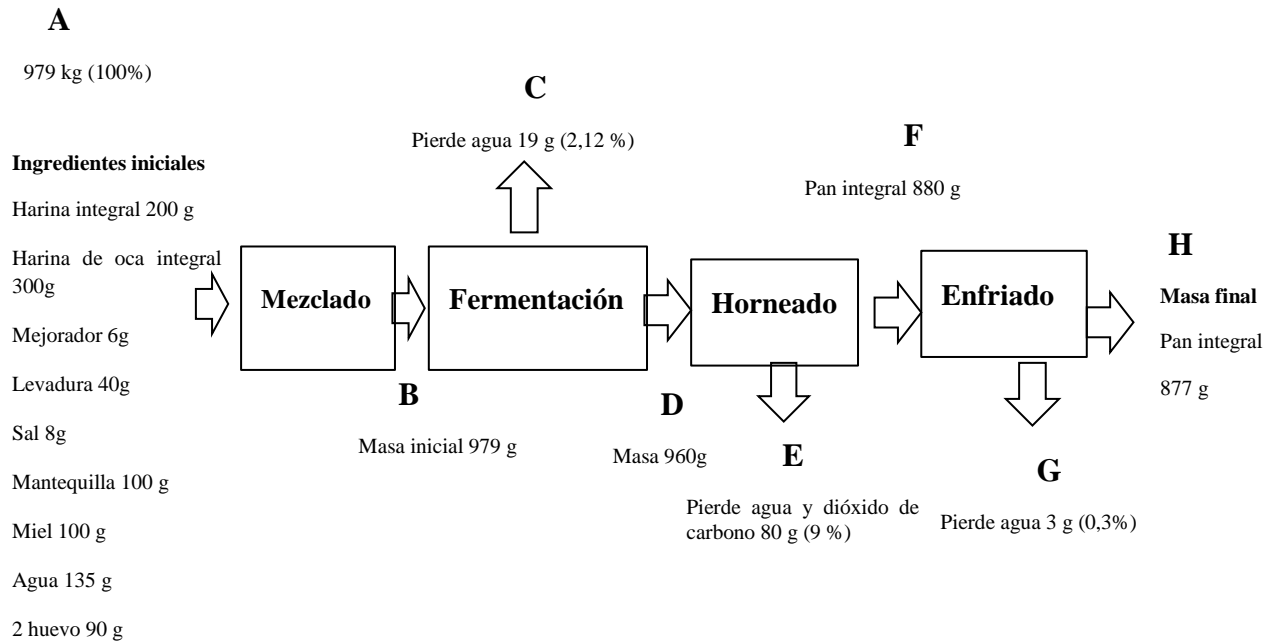
Se realizó un balance de materia para la obtención de harina a partir de Ocas soleadas para ello se clasificó la materia prima, y se trabajó con 25 kg de esta, posteriormente se la introdujo a una rebanadora para obtener rodajas de oca 24,5 kg muy accesibles a ser deshidratadas en corto tiempo. Luego de esto se lo introdujo en el deshidratador en el mismo que se tuvo una pérdida de agua de 17,15 litros y se obtuvo 7,35 kg de producto deshidratado. Finalmente se realizó la respectiva molienda de ocas deshidratadas, se pasó por un tamiz hasta que se obtuvo 6,328 kg de harina de oca integral y 1,024 g de residuo.

Nuestro balance de materia indica que la mayor cantidad de materia se pierde en el momento de la deshidratación de las ocas.

Una vez realizado el balance de materia se procedió a calcular el porcentaje de rendimiento mediante la siguiente ecuación donde se calculó el peso final dividido para el peso inicial por 100 %. Obteniendo un rendimiento de 25,3% de harina de ocas secadas naturalmente.

2.10.2. Balance de materia del mejor tratamiento pan integral

Figura 38. Balance de materia de elaboración de pan integral



Elaborado por: Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).

Balance parcial Mezclado

$$A = B$$

$$979 = 979$$

$$979 = 979$$

Balance parcial Horneado

$$D = E + F$$

$$960 = 80 + 880$$

$$960 = 960$$

Balance total del pan integral

$$A = C + E + G + H$$

$$979 = 19 + 80 + 3 + 877$$

$$979 = 979$$

Balance parcial Fermentación

$$B = C + D$$

$$979 = 19 + 960$$

$$979 = 979$$

Balance Enfriado

$$H = F - G$$

$$877 = 880 - 3$$

$$877 = 877$$

Rendimiento de la oca en la obtención de harina

$$\% \text{ rendimiento} = \text{Peso} \frac{\text{final}}{\text{inicial}} \times 100$$

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{877}{979} \times 100$$

$$\% \text{rendimiento} = 89,58\%$$

En este proceso se puede apreciar un balance de materia el en cual ingresa un total de 979g que sería el 100% en lo que se compone la masa inicial la misma que contiene todos los ingredientes señalados en la imagen, esta masa es sometida a fermentación donde las levaduras se alimentan de los azúcares y dando paso al leudado de la masa, y aquí la misma pierde 19 g de agua que equivale a un 2,12%, lo que la masa vendría a pesar 960 g, seguidamente esta es sometida al horneado en el cual también pierde agua pero también dióxido de carbono entre los dos un total de 80 g equivalente a 19%, y casi finalmente se obtiene un pan integral de 880 g de peso antes de enfriarlo, una vez que este pan se encuentre enfriando pierde un 0.3 % de agua equivalente a 3 g. pasando a ser valorado su peso final y listo para ser empacado un pan de 877 g. que equivale a 78.58% de su materia inicial.

Una vez realizado el balance de materia se procedió a calcular el porcentaje de rendimiento mediante la siguiente ecuación donde se calculó el peso final dividido para el peso inicial por 100 %. Obteniendo un rendimiento de 89,58% del pan integral.

2.7.11. Análisis bromatológicos de la harina de oca.

Se realizó la obtención de 2 harinas de oca, por dos métodos deshidratado al ambiente (secado al sol) y deshidratado mecánico (secado por deshidratador eléctrico), posterior a esto en el Laboratorio SETLAB, se realizó el análisis bromatológico de acuerdo a los resultados obtenidos posteriormente se hizo una comparación con la harina de trigo integral según la normativa INEN y de acuerdo a este análisis, la harina que cumplió con los rangos fue la que se utilizó para la elaboración del pan integral. En la tabla 12 se describen los resultados obtenidos del análisis bromatológico de la harina de oca obtenida según los dos procesos evaluados.

Tabla 12. Resultados bromatológicos de harinas obtenidas mediante dos procesos de secado.

Análisis	Harina de oca obtenida mediante deshidratado al ambiente	Harina de oca obtenida mediante deshidratado mecánico.	Normativa NTE INEN 616:2015
Humedad total (%)	7,36	12,99	Máximo 14,5%
Materia seca (%)	92,64	87,01	No especificado
Proteína (%)	12	2,52	Mínimo 10%
Fibra (%)	2,71	2,64	No especificado
Grasa (%)	0,54	0,41	Máximo 2%
Ceniza (%)	4,62	4,73	Máximo 1 %
Materia Orgánica (%)	95,38	95,27	No especificado

Fuente: Laboratorio SETLAB

Los resultados muestran que, en términos de humedad, tanto la harina de oca deshidratado al ambiente, mediante temperatura de 60°C por 1 hora y por un deshidratado mecánico mediante temperatura de 60°C por 24 horas, cumplen con el requisito máximo de la norma que es de 14,5%. La harina de oca integral deshidratada al ambiente presenta un contenido de humedad de 7,36%, mientras que la harina de oca por deshidratado mecánico tiene un contenido de 12,99%, ambos valores son significativamente menores al límite establecido, asegurando la estabilidad y conservación del producto.

En cuanto al contenido de proteína, la harina de oca deshidratado al ambiente 12% cumple con la norma INEN, mientras que la harina integral de oca fresca no cumple con el requisito mínimo de la norma, que es de 10%, la harina de oca deshidratado mecánico un 2.52%, lo que indica una considerable deficiencia en comparación con la normativa. Este bajo contenido proteico podría afectar el valor nutricional del producto para los consumidores.

El contenido de grasa en las harinas de oca está dentro de los límites permitidos por la norma, que establece un máximo de 2%. La harina de oca (deshidratado al ambiente) tiene un contenido de grasa de 0,54% y la harina de oca (deshidratado mecánico) de 0,41%. Respecto al contenido de cenizas, ninguna de las muestras cumple con los requisitos de la norma, que establece un máximo de 1%, lo que podría indicar la presencia de impurezas minerales o material no orgánico en la harina.

Los resultados del estudio de (Yungán, 2020). determinó valores promedios de tres harinas de Oca, obteniendo que la humedad fue de 8,60 %; grasa: 1,73 %; fibra: 6,76 %; proteína: 6,32 %; cenizas: 5,18 %; carbohidratos: 71,42 %,

En conclusión, el proceso de deshidratado al ambiente demuestra ser más eficiente en la eliminación de humedad y en la concentración de proteínas en comparación con el deshidratado mecánico, dado que, la harina obtenida mediante deshidratado al ambiente presenta un contenido de humedad significativamente menor y un mayor porcentaje de materia seca, lo que indica una mejor eliminación de agua durante el proceso. Además, el deshidratado al ambiente logra conservar un mayor contenido de proteínas en la harina, lo cual es beneficioso para la calidad nutricional del producto. Por ende, para la elaboración de pan integral se seleccionó la harina oca obtenida mediante deshidratado al ambiente, porque es la que más se apega a los requerimientos de la Normativa NTE INEN 616:2015.

2.10.3. Resultados estadísticos inferenciales análisis sensorial

Una vez obtenida la harina de oca se procedió a elaborar un pan integral sustituyendo parcialmente la harina de trigo por harina de oca en distintos porcentajes, obteniendo un total de 9 tratamiento, los cuales se sometieron a un análisis sensorial utilizando una escala hedónica, dichos resultados se describen a continuación:

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para evaluar la aceptabilidad de los diferentes tratamientos, considerando las siguientes categorías: "Me disgusta mucho" (1), "Me disgusta un poco" (2), "Me gusta poco" (3) y "Me gusta mucho" (4).

A continuación, se presentan los resultados del análisis de varianza (ANOVA).

2.10.4. Olor

Tabla 13. Cuadro de análisis de varianza de la variable olor.

Cuadro de Análisis de la varianza (SC tipo III)

Variable	N	R ²	R ² (Aj)	CV	
Olor	360	0,34	0,28	7,31	
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	51,31	27	1,9	6,23	<0,0001
Catadores	31,29	39	1,65	5,4	<0,0001
Tratamientos	20,02	8	2,5	8.20	<0,0001
Error	101,31	332	0,31		
Total	152,62	359			

Elaborado por: Caisalitin, B., & Chuquiána, E. (2024).

De acuerdo a los resultados en la tabla 13, en el análisis de varianza del parámetro olor se observa que el F calculado es mayor al F crítico por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, a un nivel de confianza 95%, en donde se analiza que los tratamientos son altamente significativos con un p-valor $<0,0001$, por lo tanto, se establece que existe diferencia significativa entre los tratamientos para esta variable, es decir que las diferentes proporciones de harina usada y los tipos de endulzantes afectan la percepción del olor en el panel de catadores. Además, se pudo comprobar que el coeficiente de variación es confiable ya que el 7,31% va a ser diferentes y el 92,69 % va a ser confiable. A continuación, se presentan los resultados de la prueba Tukey para la variable olor.

Tabla 14. Prueba de Tukey de la variable olor.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,6532

Error:0,3052 gl:332

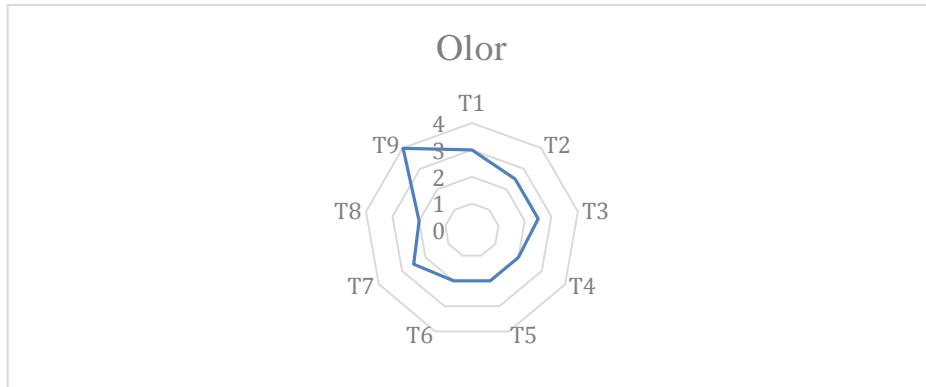
Tratamientos	Medias	N	E. E		
9	3,2	40	0,09	A	
5	2,7	40	0,09		B
7	2,7	40	0,09		B
6	2,6	40	0,09		B C
3	2,6	40	0,09		B C
8	2,55	40	0,09		B C
4	2,5	40	0,09		B C
1	2,45	40	0,09		B C
2	2,3	40	0,09		C

Medidas con una letra común no son significativas diferentes ($p>0,05$)

Elaborado por: Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).

En la prueba Tukey para la variable del parámetro del olor, en la cual concluye que el mejor tratamiento de acuerdo con la valoración realizada en la encuesta es el tratamiento t9 (40% harina de trigo + 60% harina de oca + miel) que presento un olor característico a dulce suave con una media representativa de 3,20 perteneciente al grupo homogéneo A. Por lo tanto, si existe diferencia significativa entre los tratamientos en la variable olor, según (Cinthia Ricce, 2013) manifiesta el olor del pan integral es característico por su profundidad y riqueza aromática, que se distingue del pan blanco convencional. Este aroma es más terroso y robusto, debido a la presencia de cereales completos y salvado. Al hornearse, el pan integral emite un olor que recuerda a nueces, semillas y una ligera dulzura natural

- Promedio de variable olor

Figura 39. Promedios variable olor

Elaborado por: Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).

En la gráfica se observa los promedios de los tratamientos realizados y analizados en el párrafo anterior en la que se puede observar que el mejor tratamiento es el t9 de acuerdo con la evaluación sensorial realizada a 40 catadores no entrenados. Teniendo en cuenta la prueba de Tukey se determinó que el tratamiento 9 (40% harina de trigo+ 60% harina de oca +miel) el olor característico es el dulce suave presentó un valor mayor de media en los 9 tratamientos evaluados.

En el anexo 19 muestra los resultados tabulados en Excel se obtuvo la siguiente discusión. Dichos tratamientos muestran una clara variación en la percepción del olor. Aroma a oca es más destacado en el T2 con un 70%, seguido por T8 con un 40%, indicando una fuerte presencia de este aroma en estos tratamientos. El olor dulce suave tiene su mayor frecuencia en T9 (95%) y T3 (40%), mientras que los tratamientos T1, T4, T5, y T8 también tienen una percepción notable de este olor (30-50%). En contraste, el olor tostado es más prominente en T5 (25%) y T7 (25%), sugiriendo una percepción tostada más fuerte en estos tratamientos. Leve a fermento se distribuye de manera uniforme entre los tratamientos, con T1 y T3 mostrando un 30%, y disminuyendo gradualmente hasta el 5% en T9.

2.10.4.1. Sabor

Tabla 15. Cuadro de análisis de varianza de la variable sabor.

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

Variable	N	R ²	R ² (Aj)	CV	
Sabor	360	0,47	0,43	10,25	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	99,3	47	3,68	11,08	<0,0001
Catadores	62,14	39	3,27	9,85	<0,0001
Tratamientos	37,16	8	4,64	13,99	<0,0001

Error	110,23	332	0,33
Total	209,53	359	

Elaborado por: Caisalitin, B., & Chuquiñana, E. (2024).

De acuerdo a los resultados en la tabla 15, en el análisis de varianza del parámetro sabor se observa que el F calculado es mayor al F crítico por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, a un nivel de confianza 95%, en donde se analiza que los tratamientos son altamente significativos con un p-valor $<0,0001$, por lo tanto, se establece que existe diferencia significativa entre los tratamientos para esta variable, es decir que las diferentes proporciones de harina usada y los tipos de endulzantes afectan la percepción del sabor en el panel de catadores. Además, se pudo comprobar que el coeficiente de variación es confiable ya que el 10,25% va a ser diferentes y el 89,75 % va a ser confiable. A continuación, se presentan los resultados de la prueba Tukey para la variable sabor.

A continuación, se presentan los resultados de la prueba Tukey para la variable sabor.

Tabla 16. Prueba de Tukey de la variable sabor.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,40053

Error:0,3320 gl:332

Tratamientos	Medias	N	E. E		
9	3,3	40	0,09	A	
3	2,55	40	0,09	B	
6	2,5	40	0,09	B	C
2	2,45	40	0,09	B	C
8	2,35	40	0,09	B	C
4	2,35	40	0,09	B	C
5	2,3	40	0,09	B	C
1	2,28	40	0,09	B	C
7	2,1	40	0,09		C

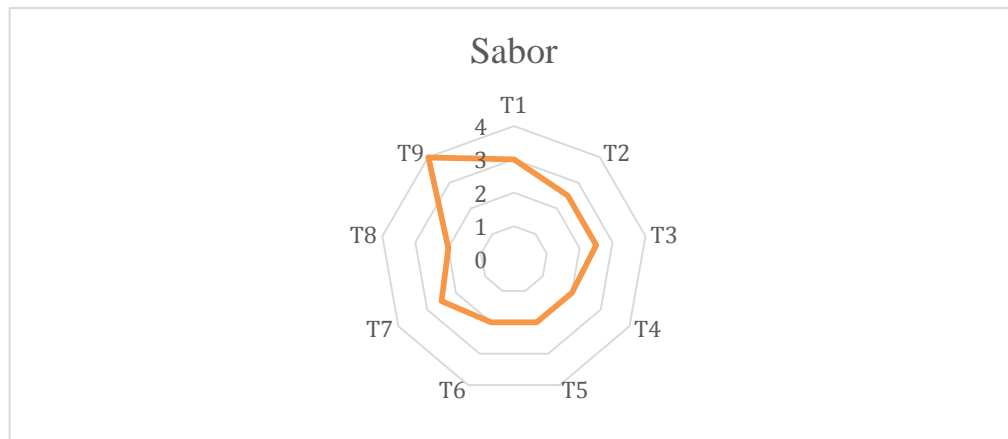
Medidas con una letra común no son significativas diferentes ($p>0,05$)

Elaborado por: Caisalitin, B., & Chuquiñana, E. (2024).

En la prueba Tukey para la variable del parámetro del sabor, en la cual concluye que el mejor tratamiento de acuerdo con la valoración realizada en la encuesta es el tratamiento t9 (40% harina de trigo + 60% harina de oca + miel) que presentó un sabor característico ligeramente dulce con una media representativa de 3,30 perteneciente al grupo homogéneo A. Por lo tanto, si existe diferencia significativa entre los tratamientos en la variable sabor, según (LISSETTE, 2022) manifiesta que el sabor se origina en los granos completos y el salvado, brindando matices sutiles a nuez y una leve dulzura natural. Su consistencia firme y rica en fibra también aporta a una experiencia de sabor más plena y contundente, lo que hace que el pan integral resulte más sustancial y nutritivo.

- **Promedio del sabor**

Figura 40. *Promedios variable sabor*



Elaborado por: Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).

En la gráfica se observa los promedios de los tratamientos realizados y analizados en el párrafo anterior en la que se puede observar que el mejor tratamiento es el t9 de acuerdo con la evaluación sensorial realizada a 40 catadores no entrenados. Teniendo en cuenta la prueba de Tukey se determinó que el tratamiento 9 (40% harina de trigo+ 60% harina de oca +miel) el sabor característico ligeramente dulce presentó un valor mayor de media, en los 9 tratamientos evaluados.

En el anexo 20 muestra los resultados tabulados en Excel se obtuvo la siguiente discusión. El sabor muestra variaciones interesantes entre los tratamientos. Sabor a oca tiene su mayor frecuencia en T6 (17,65%) y T9 (16,67%), indicando una presencia notable en estos tratamientos. El sabor Ligeramente dulce es más prominente en T9 (77,78%) y T5 (65%), lo que sugiere una fuerte percepción de dulzura en estos tratamientos. En contraste, el sabor Ligeramente amargo es más alto en T4 (60%) y T7 (54,17%), indicando una percepción amarga significativa en estos tratamientos. El sabor Ligeramente salado tiene una mayor frecuencia en T4 (30%) y T6 (17,65%), pero es prácticamente inexistente en T9 (0%).

2.10.4.2. Color

Tabla 17. *Cuadro de análisis de varianza de la variable color.*

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Variable	N	R ²	R ² (Aj)	CV	
Color	360	0,46	0,42	11,56	
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	94,81	47	3,51	10,67	<0,0001

Catadores	54,79	39	2,88	8,76	<0,0001
Tratamientos	40,02	8	5	15,19	<0,0001
Error	109,31	332	0,33		
Total	204,12	359			

Elaborado por: Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).

De acuerdo a los resultados en la tabla 17, en el análisis de varianza del parámetro color se observa que el F calculado es mayor al F crítico por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, a un nivel de confianza 95%, en donde se analiza que los tratamientos son altamente significativos con un p-valor <0,0001, por lo tanto, se establece que existe diferencia significativa entre los tratamientos para esta variable, es decir que las diferentes proporciones de harina usada y los tipos de endulzantes afectan la percepción del color en el panel de catadores. Además, se pudo comprobar que el coeficiente de variación es confiable ya que el 11,56% va a ser diferentes y el 88,44 % va a ser confiable. A continuación, se presentan los resultados de la prueba Tukey para la variable color.

Tabla 18. Prueba de Tukey de la variable color.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,39885

Error:0,3293gl:332

Tratamientos	Medias	n	E. E		
9	3,45	40	0,09	A	
2	2,6	40	0,09		B
7	2,55	40	0,09		B
3	2,55	40	0,09		B
6	2,5	40	0,09		B C
8	2,45	40	0,09		B C
4	2,45	40	0,09		B C
1	2,45	40	0,09		B C
5	2.15	40	0,09		C

Medidas con una letra común no son significativas diferentes ($p > 0,05$)

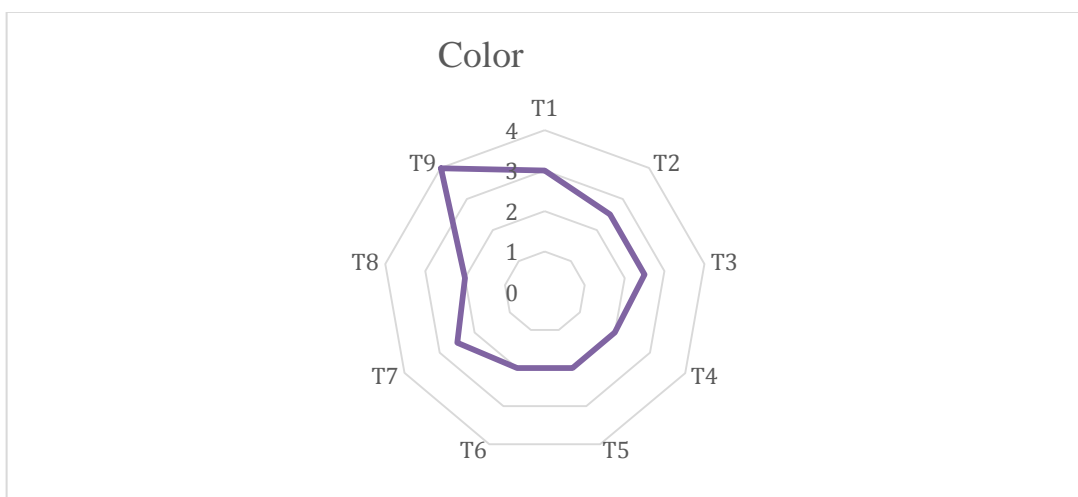
Elaborado por: Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).

En la prueba Tukey para la variable del parámetro del color, en la cual concluye que el mejor tratamiento de acuerdo con la valoración realizada en la encuesta es el tratamiento t9 (40% de harina de trigo + 60% harina de oca + miel) que presentó un color característico marrón medio con una media representativa de 3,45 perteneciente al grupo homogéneo A. Por lo tanto, si existe diferencia significativa entre los tratamientos en la variable color, según (Escobedo Anticona, 2019) menciona que el tono del pan integral es distintivo marrón medio o marrón oscuro gracias a la harina integral, la cual mantiene el salvado, el germen y el

endospermo del trigo. Este color natural sugiere que el pan tiene un mayor contenido de fibra y nutrientes en contraste con el pan elaborado con harina blanca refinada.

- Promedio variable color

Figura 41. *Promedios variable color*



Elaborado por: *Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).*

En la gráfica se observa los promedios de los tratamientos realizados y analizados en el párrafo anterior en la que se puede observar que el mejor tratamiento es el t9 de acuerdo con la evaluación sensorial realizada a 40 catadores no entrenados. Teniendo en cuenta la prueba de Tukey se determinó que el tratamiento 9 (40% harina de trigo+ 60% harina de oca +miel) el color característico marrón medio presentó un valor mayor de media, en los 9 tratamientos evaluados.

En el anexo 21 muestra los resultados tabulados en Excel se obtuvo la siguiente discusión. En cuanto a marrón claro, los tratamientos T5 y T4 (45,0% y 35,0% respectivamente) destacan

por su alta frecuencia, mientras que T2 y T9 (10,0% y 30,0%) tienen frecuencias más bajas. marrón medio es más común en T1 (55,0%) y T7 (50,0%), lo que indica una tendencia hacia este tono en estos tratamientos, marrón oscuro es más frecuente en T2 (45,0%) y T3 (35,0%), sugiriendo una mayor oscuridad en estos casos y marrón dorado es menos común en general, pero T9 (25,0%) presenta la mayor frecuencia.

2.10.4.3. Textura

Tabla 19. Cuadro de análisis de varianza de la variable textura.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Variable	N	R ²	R ² (Aj)	CV	
Textura	360	0,22	0,16	12,53	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	22,87	47	0,85	3,54	<0,0001
Catadores	4,44	39	0,23	0,98	0,486
Tratamientos	18,42	8	2,3	9,63	<0,0001
Error	79,36	332	0,24		
Total	102,22	359			

Elaboración en InfoStat/E: Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).

De acuerdo a los resultados en la tabla 19, en el análisis de varianza del parámetro textura se observa que el F calculado es mayor al F crítico por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, a un nivel de confianza 95%, en donde se analiza que los tratamientos son altamente significativos con un p-valor <0,0001, por lo tanto, se establece que existe diferencia significativa entre los tratamientos para esta variable, es decir que las diferentes proporciones de harina usada y los tipos de endulzantes afectan la percepción de la textura en el panel de catadores. En los catadores no es significativo ya que no presenta diferencias entre los catadores con relación a la variable de textura. Además, se pudo comprobar que el coeficiente de variación es confiable ya que el 12,53% va a ser diferentes y el 87,47 % va a ser confiable. A continuación, se presentan los resultados de la prueba Tukey para la variable textura.

Tabla 20. Prueba de Tukey de la variable textura.

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,33983

Error:0,2390 gl:332

Tratamientos	Medias	N	E.E	
9	3,35	40	0,08	A
7	2,9	40	0,08	B
3	2,8	40	0,08	B C
8	2,75	40	0,08	B C

2	2,75	40	0,08	B	C
6	2,65	40	0,08	B	C
5	2,65	40	0,08	B	C
4	2,6	40	0,08	B	C
1	2,55	40	0,08		C

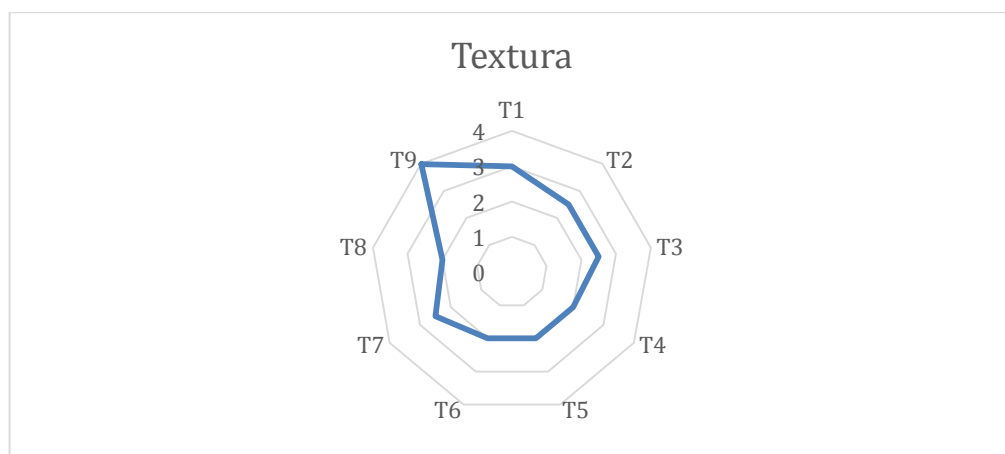
Medidas con una letra común no son significativas diferentes ($p > 0,05$)

Elaboración en InfoStat/E: Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).

En la prueba Tukey para la variable del parámetro textura, en la cual concluye que el mejor tratamiento de acuerdo con la valoración realizada en la encuesta es el tratamiento t9 (40% de harina de trigo + 60% harina de oca + miel) que presentó una textura característica crujiente con una media representativa de 3,35 perteneciente al grupo homogéneo A. Por lo tanto, si existe diferencia significativa entre los tratamientos en la variable textura, según (Bravo, 2010) indica que el pan integral se caracteriza por una textura densa y compacta, pero sin resultar pesada. A diferencia del pan blanco, que es suave y esponjoso, el integral presenta una miga más firme debido al contenido de salvado y germen del grano entero. La corteza es típicamente más gruesa y crujiente. Asimismo, puede tener una textura algo granulada o áspera, dependiendo de la cantidad y variedad de granos enteros o semillas que se utilicen. En general, la experiencia al masticarlo es más sustanciosa y menos ligera, lo que aporta a su sabor un carácter más robusto y profundo.

- Promedio variable textura

Figura 42. Promedios variable textura



Fuente: Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).

En la gráfica se observa los promedios de los tratamientos realizados y analizados en el párrafo anterior en la que se puede observar que el mejor tratamiento es el t9 de acuerdo con la evaluación sensorial realizada a 40 catadores no entrenados. Teniendo en cuenta la prueba

de Tukey se determinó que el tratamiento 9 (40% harina de trigo+ 60% harina de oca +miel) la textura característica es crujiente y presentó un valor mayor de media, en los 9 tratamientos evaluados.

En el anexo 22 muestra los resultados tabulados en Excel se obtuvo la siguiente discusión. La textura masticable es la más predominante en todos los tratamientos, especialmente en T1, T3, T2, y T5, con porcentajes que van del 70% al 80%. Esta característica se destaca como la más percibida por los participantes. La textura densa tiene su mayor frecuencia en T3 (15%) y T4, T7 (10-15%), aunque en general, es una característica menos dominante. La textura gruesa es más notable en T7 (30%) y T8 (25%), indicando una percepción de mayor grosor en estos tratamientos. Finalmente, la textura crujiente es más destacada en T9 con un 35%, mientras que en otros tratamientos es prácticamente inexistente o muy baja (0-5%).

2.10.4.4. Aceptabilidad

Tabla 21. Cuadro de análisis de varianza de la variable aceptabilidad.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Variable	N	R ²	R ² (Aj)	CV	
Aceptabilidad	360	0,4	0,35	14,11	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	77,69	47	2,88	8,13	<0,0001**
Catadores	8,93	19	0,47	1,33	<0,0001**
Tratamientos	68,76	8	8,59	24,29	<0,0001**
Error	117,47	332	0,35		
Total	195,16	359			

Elaboración en InfoStat/E: Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).

De acuerdo a los resultados en la tabla 21, en el análisis de varianza del parámetro aceptabilidad se observa que el F calculado es mayor al F crítico por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, a un nivel de confianza 95%, en donde se analiza que los tratamientos son altamente significativos con un p-valor <0,0001, por lo tanto, se establece que existe diferencia significativa entre los tratamientos para esta variable, es decir que las diferentes proporciones de harina usada y los tipos de endulzantes afectan la percepción de la aceptabilidad en el panel de catadores. Además, se pudo comprobar que el coeficiente de variación es confiable ya que el 14,11% va a ser diferentes y el 85,89 % va a ser confiable. A continuación, se presentan los resultados de la prueba Tukey para la variable aceptabilidad.

Tabla 22. Prueba de Tukey de la variable aceptabilidad.

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,41346

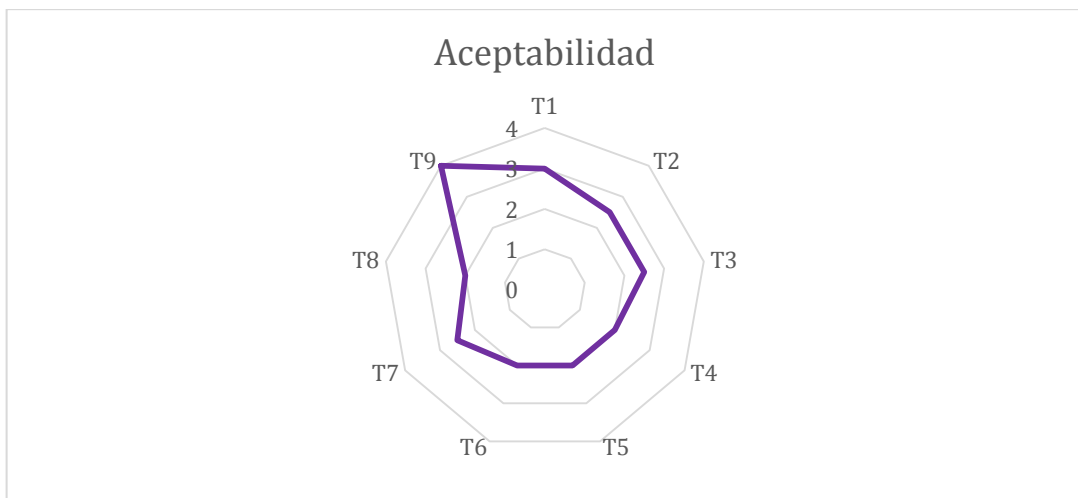
Error:0,3538gl:332

Tratamientos	Medias	n	E.E		
9	3,75	40	0,09	A	
2	2,65	40	0,09		B
1	2,65	40	0,09		B
4	2,55	40	0,09		B C
3	2,45	40	0,09		B C
5	2,4	40	0,09		B C
8	2,35	40	0,09		B C
7	2,35	40	0,09		B C
6	2.15	40	0,09		C

Medidas con una letra común no son significativas diferentes ($p>0,05$)**Elaboración en InfoStat/E:** Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).

En la prueba Tukey para la variable del parámetro de aceptabilidad, en la cual concluye que el mejor tratamiento de acuerdo con la valoración realizada en la encuesta es el tratamiento t9 (40% harina de trigo + 60% harina de oca + miel) que presento una aceptabilidad característica me gusta mucho con una media representativa de 3,75 perteneciente al grupo homogéneo A. Por lo tanto, si existe diferencia significativa entre los tratamientos en la variable aceptabilidad, según (Valenzuela, 2014) La aceptabilidad de un pan integral puede describirse de forma subjetiva, dependiendo de la experiencia personal con el producto. Si te atrae mucho, pero al mismo tiempo te desagrada, esto podría sugerir que ciertos aspectos del pan te parecen atractivos, mientras que otros no satisfacen tus expectativas. Por ejemplo, podrías disfrutar de su sabor o de sus beneficios para la salud, pero no te convence su textura o aroma. En este caso, la aceptabilidad sería un equilibrio entre las cualidades positivas y negativas, donde la valoración final dependerá de qué factores sean más importantes para ti como consumidor.

Figura 43. Promedio variable aceptabilidad



Fuente: Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).

En la gráfica se observa los promedios de los tratamientos realizados y analizados en el párrafo anterior en la que se puede observar que el mejor tratamiento es el t9 de acuerdo con la evaluación sensorial realizada a 40 catadores no entrenados. Teniendo en cuenta la prueba de Tukey se determinó que el tratamiento 9 (40% harina de trigo+ 60% harina de oca +miel) la mayor aceptabilidad me gusta mucho presentó un valor mayor de media, en los 9 tratamientos evaluados.

En el anexo 23 muestra los resultados tabulados en Excel se obtuvo la siguiente discusión. La categoría me disgusta mucho tiene su mayor frecuencia en T4 (15,0%) y T2 (10,0%), indicando que estos tratamientos fueron los menos aceptados. En me disgusta un poco, T4 (65,0%) y T1 (55,0%) tienen las frecuencias más altas, sugiriendo una percepción negativa significativa en estos tratamientos. Para me gusta poco, los tratamientos T3 (45,0%) y T2 (40,0%) son los más representativos, mientras que me gusta mucho muestra su mayor frecuencia en T9 (61,90%) y seguido T5 (30,0%), destacando estos tratamientos como los más aceptados. Al evaluar las tendencias y resultados, el tratamiento T9 se destaca como el

mejor tratamiento, ya que tiene los porcentajes más altos de aceptación en ambas repeticiones, especialmente en la categoría "Me gusta mucho", y los menores porcentajes en las categorías negativas.

2.10.5. Comparación del mejor tratamiento

Tabla 23. Resultados de las medias

Tratamientos	Olor	Sabor	Color	Textura	Aceptabilidad
1	2,45	2,28	2,45	2,55	2,65
2	2,3	2,45	2,6	2,75	2,65
3	2,6	2,55	2,55	2,8	2,45
4	2,5	2,35	2,45	2,6	2,55
5	2,7	2,3	2,15	2,65	2,4
6	2,6	2,5	2,5	2,65	2,15
7	2,7	2,1	2,55	2,9	2,35
8	2,55	2,35	2,45	2,75	2,35
9	3,2	3,3	3,45	3,35	3,75

Elaborado por: Caisalitin, B., & Chuquiana, E. (2024).

(Hernández, 2012), manifiesta que el contraste de medias (t de Student) tanto para muestras independientes como para muestras relacionadas se hace fácilmente con EXCEL y también en programas de Internet, en este caso (Infostat) sin más información que el número de sujetos y los valores de la media y de la desviación típica, el tamaño del efecto también lo encontramos programado en Internet.

En la tabla 23, se observa el análisis de los datos del pan integral en relación a la norma NTE INEN 95:1979, en cuanto a los atributos sensoriales, T9 sobresale en todas las categorías evaluadas incluyendo un olor, sabor, color, textura y aceptabilidad lo que sugiere que es el tratamiento más atractivo para los catadores. Los resultados obtenidos infostat muestran que el tratamiento 9 (Harina de trigo 40% + harina de Oca 60% + Miel) presenta diferencia significativa con respecto al resto de los tratamientos. Estos resultados indican que el Tratamiento 9 se caracteriza principalmente por un olor dulce suave, un color marrón medio, un sabor ligeramente dulce, la textura crujiente y una aceptabilidad donde la mayoría de los evaluadores indicaron "que les gusta mucho". Por lo tanto, se concluye que T9 no solo cumple

con las normativas vigentes, sino que también ofrece una experiencia sensorial superior, lo que lo posiciona como la mejor opción para la producción de pan integral.

Tabla 24. Características del mejor tratamiento

Tratamiento	Formulación	Olor	Color	Sabor	Textura	Aceptabilidad
T9	(60%harina de oca+40%harina de trigo + miel)	Dulce suave	Marrón medio	Ligeramente dulce	Crujiente	Me gusta mucho

2.10.6. Análisis fisicoquímicos, nutricionales y microbiológicos del mejor tratamiento

2.10.6.1. Análisis Fisicoquímicos correspondientes al T9.

Una vez realizada las respectivas comparaciones el T9 fue el de mayor aceptación, por lo que se efectuó el análisis, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 25. Resultados fisicoquímicos del pan integral con harina de oca que presentó mayor aceptabilidad.

Análisis	Resultado	NTE INEN 2945. Requisitos para pan
Acidez	3,37	No especificado
pH	5,52	4,3-7

Fuente: Laboratorio SETLAB

La acidez se considera de suma importancia el control de la acidez, ya que esto ayuda a determinar el tiempo de almacenamiento al cual puede ser sometido el producto, debido a que la presencia de ácidos grasos presenta una elevación de la humedad y de la acción microbiana, por lo cual el porcentaje máximo de acidez expresado como ácido sulfúrico debe ser del 0.2% (Salazar, 2015)

Según la norma NTE INEN 2945: 2016 Pan. Requisitos, describe los diferentes tipos de pan de acuerdo con el tipo de harina de trigo utilizada para su elaboración y también manifiesta que el control de pH es muy importante para la conservación de los alimentos, pues este sirve como indicador de las condiciones higiénicas para el control de los procesos de transformación. En el caso del pan se conserva más tiempo si su valor de pH está comprendido entre 4.3 a 7.0.

El análisis fisicoquímico del pan elaborado con harina de oca muestra un valor de Ph de 5.52 el cual se encuentra dentro del rango aceptable de 4,3 a 7 según la norma; sin embargo, el valor de acidez obtenido es de 3.37, la norma NTE INEN 2945 no especifica un valor máximo

para la acidez. Existe aspectos entre nivel alto - nivel adecuado; un nivel tan alto podría impactar negativamente en el sabor del pan, haciéndolo más ácido de lo deseado y posiblemente afectando su aceptación entre los consumidores. Un nivel adecuado de acidez también puede ayudar en la preservación del pan, reduciendo el crecimiento de microorganismos indeseables y extendiendo su vida útil.

2.10.1.1. Resultados nutricionales y bromatológicos

Dado que el T9 fue el de mayor aceptación, se le efectuó la caracterización nutricional y bromatológica del pan, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 26. *Resultados nutricionales y bromatológicos del pan integral con mayor aceptabilidad*

Análisis	Pan integral	NTE INEN 2945. Requisitos para pan
Humedad total (%)	22,30	Máximo 45%
Materia seca (%)	77,7	No especificado
Proteína (%)	9,57	Mínimo 7%
Fibra (%)	2	Mínimo 1,91%
Grasa (%)	4	1,5-4%
Ceniza (%)	1,84	No especificado
Materia Orgánica (%)	98,16	No especificado
Carbohidratos	58,54	No especificado

Fuente: *Laboratorio SETLAB*

El análisis del pan integral elaborado con harina de oca muestra que cumple con el requisito de humedad, situándose en un 22,30%, también cumple con el contenido mínimo de proteína, con un valor de 9,57%, superando el requisito de al menos 7%, también cumple con el contenido de fibra mínima con un 2%. Sin embargo, el contenido de grasa es 4% de grasa está dentro del límite permitido por la normativa INEN del pan, también cumple con el rango aceptable de 1,5-4%. Un contenido de grasa en el rango de 4% puede ofrecer una textura más tierna y un sabor más rico, lo cual puede ser deseable para algunos consumidores.

Según (Arévalo K. L., 2019) manifiesta el pan blanco del tratamiento 2 (15 % de sustitución) fue el de mayor aceptación; dicho producto se sometió a un análisis fisicoquímico reportando valores de proteína de 9,50 %; humedad 21,54 %; grasa 16,94 %; cenizas 2,38 %; carbohidratos 49,63 %, de los cuales 8,47 % fueron fibra cruda y un pH de 5,631±0,091.

Según, NTE INEN 95:2012. Pan Común. Requisitos manifiesta que, la calidad del pan va de la mano con la calidad de las materias primas utilizadas en su elaboración, las mismas que deben cumplir con las respectivas reglamentaciones técnico-sanitarias. Además, dentro de su formulación el pan podrá contener aditivos y coadyuvantes que estén permitidos y autorizados, complementos de panificación, mejor antes con valor nutritivo, azúcares comestibles, harina de malta, extracto de malta, harinas de leguminosas y grasas comestibles. Ingredientes que resaltarán sus características organolépticas al momento de degustar el producto final.

2.10.1.2. Resultados microbiológicos

Dado que el T9 fue el de mayor aceptación, se le efectuó un análisis microbiológico, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 27. *Resultados microbiológicos del pan integral con harina de OCA con mayor aceptabilidad*

Análisis	Rch 10048	VLP*
Coliformes totales UFC/g	Ausencia	<1
Mohos UFC/g	Ausencia	<10
Levaduras UFC/g	Ausencia	<10

Fuente: *Laboratorio SETLAB*

Resultados de análisis microbiológico del pan integral elaborado con harina de oca muestra que no se detectaron coliformes totales, mohos ni levaduras en el transcurso de 8 días, lo cual indica que el pan es microbiológicamente seguro para el consumo, sin presencia de microorganismos que puedan causar enfermedades o afectar la calidad del producto. La ausencia de estos contaminantes asegura la inocuidad del pan, garantizando que es apto para el consumo humano y cumple con los estándares de higiene necesarios.

Según, (Chamorro, 2010), manifiesta que el pan con sustitución parcial de 30% tuvo el contenido de proteína más alto (27.10%). Los análisis microbiológicos de levaduras y coliformes mostraron un valor mínimo con respecto al máximo permitido. El pan con 30% de sustitución tuvo mayor aceptabilidad en cuanto a sabor y textura, en lo que respecta a color el pan con sustitución de 20 % tuvo mayor aceptabilidad.

Resultados similares se obtuvo en el estudio de (Vega, 2011), en el cual, el análisis microbiológico de Coliformes totales reporta que en todas las muestras hay un resultado

menor de 1. De igual manera, se tiene el estudio (Pereira) , en el cual se determinó que el pan elaborado con chía no presenta microorganismos.

3. Impactos del proyecto

3.1. Impacto técnico

Desde la perspectiva técnica, se logró la adaptación de procesos de producción para incorporar la harina de oca, lo cual implicó ajustes en las técnicas de mezclado y horneado. La harina de oca, al tener propiedades distintas a la harina de trigo, requirió una revisión exhaustiva de las proporciones y condiciones de elaboración para mantener la calidad y las características deseadas del pan, como su textura y volumen.

3.2. Impacto Social

En el aspecto social, el proyecto promovió el consumo de un producto innovador y nutritivo, ofreciendo una alternativa más saludable que respondió a la demanda creciente por productos alimenticios que contribuyan al bienestar general. Además, al incluir un ingrediente tradicional de los Andes, se valoró y difundió el patrimonio cultural asociado al cultivo de la oca, fortaleciendo la identidad y las tradiciones locales.

3.3. Impacto ambiental

En términos ambientales, el cultivo de oca se destacó por su bajo impacto ecológico, ya que se adapta bien a condiciones adversas sin necesidad de insumos químicos intensivos. Esto permitió una producción más sostenible y amigable con el medio ambiente. Además, la tesis podría proponer estrategias para reducir el impacto ambiental, mediante la adopción de ingredientes orgánicos, el uso de envases biodegradables o la implementación de prácticas de producción más amigable con el medio ambiente.

3.4. Impacto Económico

Desde la perspectiva económica, el proyecto incentivó la cadena de valor local al fomentar el cultivo de oca por parte de agricultores andinos, proporcionando una fuente de ingresos alternativa y potencialmente más rentable que los cultivos tradicionales. El desarrollo de un nuevo mercado para la harina de oca va a contribuir la economía regional y crear oportunidades de negocio en áreas rurales, contribuyendo así al desarrollo económico de comunidades menos favorecidas.

4. Recursos y presupuesto

Tabla 28. *Determinación del costo de producción*

Recursos	Cantidad	Unidad/10 años	Valor unitario	Valor total
Equipo				
Horno	1	Precio/ tiempo vida útil	\$ 300	\$ 30
Rebanadora	1	Precio/ tiempo vida útil	\$ 250	\$ 25
Deshidratador	1	Precio/ tiempo vida útil	\$ 350	\$ 35
Balanza	1	Precio/ tiempo vida útil	\$ 18	\$ 1,80
SUBTOTAL				\$ 91,80
Materias primas		Unidad		
Oca blanca fresca	1\2	Quintal	\$ 20	\$ 10
Oca blanca soleada	1\2	Quintal	\$ 70	\$ 35
SUBTOTAL				\$ 45
Reactivos		Unidad		
Ácido cítrico	2	Gramos	\$ 1	\$ 2
SUBTOTAL				\$ 2
Análisis		Unidad		
Análisis de harinas	2	Muestras	\$ 50	\$ 100
Análisis del pan integral	1	Muestra	\$ 100	\$ 100
SUBTOTAL				\$ 200
Ingredientes		Unidad		
Levadura	2	Kg	\$ 4,50	\$ 9
Mantequilla	2	Kg	\$ 2,50	\$ 5
Sal	2	Kg	\$ 1	\$ 2
Miel de abeja	2	Litros	\$ 15	\$ 30
Azúcar	2	Kg	\$ 3	\$ 6
Huevos	1	Cubeta	\$ 3,50	\$ 3,50
Mejorador de masa	1	kg	\$ 12	\$ 12
SUBTOTAL				\$ 67,50
Materiales		Unidad		
Fundas	18	unidades	\$	\$ 0,90

			0,05	
Gas	1	Tanque	\$ 3,50	\$ 3,50
Trinches	40	Unidades	\$ 0,05	\$ 2
Vasos	40	Unidades	\$ 0,07	\$ 2,80
Platos	40	Unidades	\$ 0,05	\$ 2
Moldes	18	Moldes	\$ 1	\$ 18
Fundas herméticas	8	Unidades	\$ 0,25	\$ 2
SUBTOTAL				\$ 29,20
Material bibliográfico y copias		Unidad		
Anillados	12	Unidades	\$ 6	\$ 72
Impresiones	1200	Hojas	\$ 0,06	\$ 72
Copias para la pre defensa	428	Hojas	\$ 0,06	\$ 25,68
SUBTOTAL				\$ 169,68
TOTAL				\$ 605,18

5. Conclusiones

- Se concluyó que los métodos de deshidratado al ambiente y mecánico fueron eficaces para la producción de harina de oca (*Oxalis tuberosa*), siendo posible diferenciar sus propiedades bromatológicas. La harina obtenida mostró un contenido variable de humedad 7,36%, proteínas 12%, grasas 0,54%, cenizas 4,62% y fibra 2,71%, lo que cumple con la NTE INEN 616:2015 implicó diferencias significativas en sus características nutricionales y funcionales.
- El proceso de elaboración de pan integral con incorporación de harina de oca demostró que es viable utilizar esta harina como sustituto parcial de la harina de trigo, logrando no solo mantener su apariencia, sino en algunos casos mejorar, las características sensoriales y nutricionales del pan integral, ofreciendo así un producto más saludable y con características organolépticas aceptadas por el panel de catadores.
- Los análisis sensoriales indicaron una aceptación favorable del pan integral con harina de oca por parte de los panelistas, quienes evaluaron positivamente las características como: el sabor, olor, color, textura y aceptabilidad. La inclusión de harina de oca

enriqueció el perfil nutricional del pan integral, lo que también contribuyó a una percepción más positiva del producto. Mediante análisis sensorial con 40 catadores (no entrenados) se evaluó los tratamientos, se procedió a realizar en una encuesta con 4 puntos, obtenido como resultados, donde el mejor tratamiento fue el 40% harina de trigo + 60% harina de oca +miel.

- Se determinó el análisis fisicoquímico, nutricional y microbiológicos del mejor tratamiento T9 que corresponde a la combinación (a3b3) harina de trigo 40%+harina de oca 60% +miel se revelo que el producto se encuentra dentro de los requisitos de la normativa INEN 2945 obteniendo los siguientes resultados acidez 3,37; pH 5,52; humedad total 22,30%; solidos totales 77,70%; proteína 9,57%; fibra 1,03%; grasa 4%; ceniza 1,84%; carbohidratos 58,54%. Además, el análisis nutricional destacó un aumento en la fibra dietética y antioxidantes, enfatizando el potencial de la harina de oca para mejorar la oferta de alimentos funcionales en el mercado. En el análisis microbiológico se obtuvo los siguientes resultados Coliformes totales UFC/g Ausencia; en mohos UFC/g Ausencia; levaduras UFG/g Ausencia teniendo encuentra a la Normativa 2945 se encuentra dentro de los parámetros establecidos. Mostrando que el pan integral es seguro para el consumo, manteniendo su calidad durante el período de prueba de 8 días.

6. Recomendaciones

- Se recomienda realizar estudios adicionales para optimizar los parámetros de los métodos de secado, especialmente el método de deshidratado al ambiente que ha demostrado ser superior en la preservación de nutrientes y compuestos bioactivos en la harina de oca. Puesto que sería beneficioso explorar diferentes configuraciones de temperatura y tiempo, así como evaluar el impacto de estos ajustes en la escala de producción industrial.
- Se sugiere realizar más experimentaciones con diferentes proporciones de harina de oca en la formulación del pan integral que maximice los beneficios nutricionales sin comprometer las propiedades sensoriales y de textura del producto final. Además, sería provechoso explorar el uso de esta harina en otros productos panificados, como galletas, pasteles y snacks, para diversificar la gama de productos saludables disponibles en el mercado.
- Se recomienda ampliar la investigación sobre la aceptabilidad del pan integral con harina de oca a un grupo demográfico más amplio, incluyendo diferentes regiones y

grupos etarios, para obtener una comprensión más completa de las preferencias del consumidor. Realizar estudios de mercado a mayor escala ayudará a identificar las expectativas de los consumidores y las posibles barreras para la adopción del producto.

- Se aconseja asegurar que todos los productos desarrollados cumplan estrictamente con las normativas locales e internacionales, especialmente en términos de etiquetado nutricional y de salud. Además, es importante desarrollar estrategias de marketing que comuniquen efectivamente los beneficios de salud de la harina de oca, como su alto contenido de fibra y antioxidantes.

7. Bibliografía

Acosta, C. &. (2021). *Evaluación teórica de endulzantes para reemplazar el azúcar en bebidas carbonatadas*. Obtenido de <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/2460>

Alvarado, C. (2022). Evaluación de tres concentraciones de miel de abeja parcialmente cristalizada en la aceptabilidad sensorial del néctar de “mango ciruelo”(Spondias dulcis P.) Chulucanas-Piura. Obtenido de <https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/1790>

Arévalo, C. G. (30 de Diciembre de 2020). Obtenido de Actualización en metodología de la investigación científica: <https://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/1686>

Arévalo, K. L. (2019). Sustitución parcial de harina de trigo (Triticum) por harina precocida de Oca (Oxalis tuberosa) para la elaboración de pan blanco. Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/871>

- Arroyo. (2020). Obtenido de Metodología de la investigación en las ciencias empresariales:
<http://hdl.handle.net/20.500.12918/5402>
- Bertinetti. (2021). *Sustitución parcial de harina de trigo (*triticum aestivum l.*) por harina de tocosh de papa (*Solanum tuberosum*) y pasta de tarwi (*Lupinus mutabilis*) en panificación*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14292/1892>
- Bravo, G. y. (2010). “Alternativas de Aprovechamiento de Harinas no Tradicionales. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/31640/1/D-79186.pdf>
- Cabrera. (5 de Abril de 2021). *DESHIDRATACIÓN DE FRUTAS EN EL CANTÓN GUANO*. Obtenido de <https://doi.org/10.47187/d6krvz50>
- Calixto, P. &. (2021). *Calidad panadera de harinas de trigo entero mediante pruebas convencionales y una prueba no convencional*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8503524>
- Calvo, L. &. (10 de Febrero de 2021). *Evaluación fisicoquímica y sensorial de un pan tipo baguette utilizando harinas de trigo (*Triticum spp*) y chícharo (*Pisum sativum L.*)*. Obtenido de <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v22i3.1227>
- Ccencho. (5 de Septiembre de 2023). *Bebida funcional del extracto del tallo de *Oxalis tuberosa Mol.* y zumo de *Gaultheria glomerata (Cav.) Sleumer* y evaluación fisicoquímica*. Obtenido de <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/unh/6017>
- Chaglla. (21 de Junio de 2024). *Evaluación de la sustitución de harinas de trigo y plátano en el proceso de elaboración de pan*. Obtenido de <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/16122>

- Chamorro, R. (2010). Elaboración de pan con sustitución parcial de harina pre cocida de ñuña (*Phaseoleus vulgaris* L.) y tarwi (*Lupinus mutabilis*). Obtenido de https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri_alimentos/article/view/816
- Chulde. (Diciembre de 2022). *Evaluación de harinas de tres variedades de papa en la sustitución parcial de harina de trigo para la elaboración de pan común*. Obtenido de <http://181.198.77.137:8080/jspui/handle/123456789/1943>
- Cinthia Ricce, M. L. (2013). Uso de residuos agroindustriales de La Libertad en la elaboración de un pan integral. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6583392>
- Condori. (2020). *Evaluación de pan fortificado a base de lactosuero con tres diferentes niveles de harina de granos andinos (*Chenopodium quinoa* - *Chenopodium pallidicaule*) como sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) en el municipio de Viacha*. Obtenido de <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/25337>
- Cordon. (2022). *Desarrollo de pan molde integral con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de Hierba Mora (*Solanum Americanum*)*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/7331>
- Cruz. (5 de Julio de 2023). *Evaluación del perfil de textura de pan elaborados con sustitución parcial de harina de trigo por harina de maíz*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/5910>
- Cui, Z. &. (1 de Abril de 2020). *Comparison of physicochemical properties of oca (*Oxalis tuberosa*), potato, and maize starches*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.01.028>

- Cusanguá. (Octubre de 2019). *Sustitución parcial de harina de trigo (Triticum) por harina precocida de Oca (Oxalis tuberosa) para la elaboración de pan blanco*. Obtenido de <http://181.198.77.137:8080/jspui/handle/123456789/871>
- Cutipa. (2022). *Influencia de la sustitución parcial de la harina de trigo (Triticum aestivum L.) por harina de cushuro (Nostoc sphaericum) en el volumen y características organolépticas del pan francés*. Obtenido de <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/5195>
- Escobedo Anticona, M. I. (2019). Efecto de la sustitución de harina de trigo (Triticum aestivum) por harina de haba (Vicia faba) variedad mayor sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en pan de molde integral. Obtenido de <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4946>
- Espitia, M. L. (19 de Junio de 2023). *Calidad panadera y galletera de mezclas de harina integral de amaranto y refinada de trigo*. Obtenido de <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i8.3162>
- Ferro. (2021). *Conservación de oca (Oxalis tuberosa) bajo condiciones in vitro y corroboración de la estabilidad genética*. Obtenido de <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2886378>
- Gaibor, S. (2020). *Formulación de chocolate con fruta milagrosa (synsepalum dulcificum) (Bachelor's thesis)*. Obtenido de <https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/12140>
- Galán. (2021). *Nuevo criterio de clasificación en el IAE del horneado y cocción de pan en los establecimientos comerciales*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7947035>

- García, S. J. (Junio de 2020). *Deshidratación de frutas en un módulo solar multipropósito*.
Obtenido de <http://dx.doi.org/10.21754/tecnia.v30i1.852>
- Henley. (2021). A. *Balances de Materia y Energía*. Obtenido de
<https://www.ugr.es/~aulavirtualpfciq/BMyBE.html#:~:text=Introducci%C3%B3n,distintas%20operaciones%20que%20lo%20integran>.
- Hernández, M. (2012). Programa informático para uso en metodología observacional. Cuadernos de Psicología del Deporte. Obtenido de
<https://scielo.isciii.es/pdf/cpd/v12n1/articulo06.pdf>
- Hinostroza. (2022). *Influencia de la sustitución parcial de la harina de trigo (Triticum aestivum L.) por harina de cushuro (Nostoc sphaericum) en el volumen y características organolépticas del pan francés*. Obtenido de
<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/5195>
- Huaman. (2024). *Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de pan de árbol (Artocarpus altilis F.), α amilasa y lactosuero, en las características tecnológicas y sensoriales de pan de molde*. Obtenido de
<https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/123456789/6766>
- Je, M. (s.f.). Prácticas pedagógicas: Análisis mediante la cartografía conceptual. Obtenido de
Tobón, S., MARTINEZ, J. E., Valdez, E., & Quiriz, T. (2018). Prácticas pedagógicas: Análisis mediante la cartografía conceptual. *Revista Espacios*, 39(53).
- Jiménez, B. &. (31 de Julio de 2020). *Producción de forrajes de avena y trigo bajo sistemas hidropónico y convencional*. Obtenido de
https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1386

- Karla, C. (2019). *Sustitución parcial de harina de trigo (Triticum) por harina precocida de Oca (Oxalis tuberosa) para la elaboración de pan blanco*. Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/871>
- L, K. V. (2014). Evaluación de la aceptabilidad del pan reducido en sodio en consumidores de la Región Metropolitana de Chile. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182014000100009
- Lema, C. &. (Marzo de 2022). *Caracterización de una bebida refrescante carbonatada a partir de lacto suero y endulzada con miel de agave, miel de abeja y miel de caña*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8632>
- Liñan, A. (2010). El método comparativo y el análisis de configuraciones causales. Revista latinoamericana de política comparada. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62376229/El_metodo_comparativo_fundamentos_y_desa20200315-116107-wb5dja-libre.pdf?1584420869=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEl_metodo_comparativo_fundamentos_y_desa.pdf&Expires=1723572438&Signature
- LISSETTE, G. A. (2022). INFLUENCIA DE LA HARINA DE COCO (Cocos nucifera) Y MORINGA (Moringa oleifera) EN LAS CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES Y SENSORIALES. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GUEVARA%20ACOSTA%20DENISE%20LISSETTE.pdf>
- Maldonado, T. &. (29 de Junio de 2023). *Evaluación del pan integral elaborado con harina de tarwi (Lupinus mutabilis) en el municipio de Viacha*. Obtenido de <https://doi.org/10.53287/ijks7177db33b>

- Malusin, S. &. (14 de Diciembre de 2022). *Sustitución parcial de harina de trigo (*triticum aestivum* L) por harina de zapallo (cucúrbita máxima) en la elaboración de extruidos de origen alimentario cultivadas en Ecuador*. Obtenido de <https://doi.org/10.56712/latam.v3i2.202>
- Manzano. (Julio de 2024). *Sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*), por harina de papa super chola (*Solanum tuberosum*) y harina de quinua precocida (*Chenopodium quinoa*) en la elaboración de una galleta tipo dulce*. Obtenido de <http://181.198.77.137:8080/jspui/handle/123456789/2435>
- Maradiaga. (2023). *Desarrollo de un pan molde integral con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de albedo de maracuyá (*Passiflora edulis*)*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11036/7747>
- Martínez, E. &. (11 de Octubre de 2021). *La productividad del trigo harinero bajo diferentes condiciones de riego*. Obtenido de <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i6.2050>
- Martinez, J. (2018). *Prácticas pedagógicas: Análisis mediante la cartografía conceptual*. Obtenido de <https://w.revistaespacios.com/cited2017/cited2017-31.html>
- Nereyda, H. (2015). *La investigación: una experiencia formativa*. Asociación de Profesores, Universidad de Carabobo. Obtenido de <https://scholar.google.es/citations?user=RRgHmSsAAAAJ&hl=es&oi=sra>
- Ochoa. (Abril de 2022). *Sustitución parcial de harina de trigo por harina de pasto de trigo (*Triticum vulgare* L.) en la elaboración de un pan artesanal*. Obtenido de <http://181.198.77.137:8080/jspui/handle/123456789/1531>
- Ore, M. R. (15 de Diciembre de 2022). *Actividad antioxidante de la bebida funcional del extracto de tallo de *Oxalis tuberosa* Mol. y jugo de *Gaultheria glomerata* (Cav.)*

Sleumer tratado térmicamente. Obtenido de
<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.190>

Padilla. (Octubre de 2023). *Evaluación de la Sustitución parcial de harina de trigo (Triticum) por harina de cascarilla de cacao (Theobroma cacao L.) y harina precocida de maíz amarillo (Zea mayo) en la elaboración de galletas dulces.* Obtenido de
<http://181.198.77.137:8080/jspui/handle/123456789/1982>

Pedroza. (20 de Julio de 2023). *Elaboración de pan de molde con sustitución parcial de harina de semilla de zapallo y semilla entera chía.* Obtenido de
<https://hdl.handle.net/20.500.14278/4469>

Pereira, S. (2020). *Elaboración y caracterización de pan de molde a base de harina de chía (salvia hispánica L.) y quinua (Chenopodium quinoa wild).* Obtenido de
file:///C:/Users/Romulo/Downloads/taltamarp,+003_Art%C3%ADculo+5.pdf

Ramos, V. (2020). *Riesgo de cáncer de colon en docentes universitarios de salud y humanidades, un estudio comparativo.* Obtenido de
<https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=93580>

Salazar, S. (2015). *CALIDAD NUTRITIVA, MICROBIOLÓGICA Y.* Obtenido de
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MAGALLANES%20QUINTO%20KEVIN%20ABEL.pdf>

Sampieri, H. (2019). *Validación de un instrumento para medir las dimensiones del clima organizacional psicológico.* Obtenido de
https://www.academia.edu/download/65000949/METODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION_LAS_RUTA.pdf

- Sanchez. (2020). *Efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de hongo de pino (*Suillus luteus*), sobre las características fisicoquímicas y propiedades sensoriales del pan de molde*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/130803>
- Sandoval, C. L. (2024). *Efectos del reemplazo parcial de harina de trigo con harina de banano verde sobre las propiedades reológicas de la masa y las propiedades de calidad de pan*. Obtenido de <https://doi.org/10.17081/invinno.12.1.6573>
- Teodoro, G. &. (2021). *Propiedades funcionales de productos tradicionales congelados y secados al sol de oca (*Oxalis tuberosa* Molina) y olluco (*Ullucus tuberosus* Caldas): Una revisión*. Obtenido de <https://shs.hal.science/halshs-03093532/>
- Trasmonte Pinday, W. (2023). *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua (*Chenopodium quinoa* willd), tiempo y temperatura de fermentación en el volumen de la masa y calidad del pan francés*. Obtenido de <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/8154>
- Valenzuela, K. (2014). *Evaluación de la aceptabilidad del pan reducido en sodio en consumidores de la Región Metropolitana de Chile*. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182014000100009
- Vega. (2011). *Interpretación de resultados de análisis microbiológicos en alimentos: Planes de atributos*. Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-04772006000200006
- Verdú, V. I. (5 de Septiembre de 2022). *Efecto del tratamiento térmico en harina de avena utilizada en la sustitución de harina de trigo para la elaboración de pan*. Obtenido de <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v23i2.1388>

- Villalobos, O. &. (30 de Mayo de 2024). *Efecto en las propiedades reológicas y texturales de pan elaborado a base de harina de trigo y harina de mijo tratada térmicamente*. Obtenido de <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v26.2214>
- Vivanco, V. &. (Septiembre de 2023). *Estudio de la capacidad antioxidante de panqueques elaborados a base de harina de chontaduro, amaranto y trigo*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/39532>
- Vizcaíno, C. &. (2023). Obtenido de Metodología de la investigación científica: guía práctica: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658
- Yungán, M. (2020). Elaboración y caracterización de harina de oca. Obtenido de [file:///C:/Users/Romulo/Downloads/1223-Texto%20del%20art%C3%ADculo-5388-2-10-20200511%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Romulo/Downloads/1223-Texto%20del%20art%C3%ADculo-5388-2-10-20200511%20(1).pdf)
- Zapata, J. (2017). Evaluación comparativa entre MELD y Child-Pugh como escalas pronósticas de sobrevida en pacientes con cirrosis hepática en Chile. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0034-98872017000100003&script=sci_arttext&tlng=en
- Zenteno. (2020). Obtenido de Metodología De La Investigación Jurídica: <https://repositorio.uvm.edu.ve/handle/123456789/547>

9. Anexos

Anexo 1. Aval de Traducción –Profesional Externo

AVAL DE TRADUCCIÓN - PROFESIONAL EXTERNO

Yo Guanín Taipe José Francisco, con cédula de identidad número: 1804031274, Magister en Ciencias de la Educación Especialidad Inglés con número de registro de la SENESCYT No. 1010-2024-2873443; **CERTIFICO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma inglés del resumen del trabajo de investigación con el título: **“SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum spp*), POR HARINA DE OCA (*Oxalis tuberosa*) EN LA ELABORACIÓN DE PAN INTEGRAL”** de: **Caisalitín Tercero Brayan Lenin y Chuquiána Olobacha Evelyn Maricela** de la carrera de **Agroindustria**, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

En virtud de lo expuesto y para constancia de lo mismo se registra la firma respectiva.

Latacunga, 15 de agosto del 2024.



José Francisco Guanín Taipe
C.I: 1804031274

Email: jguanin1274@uta.edu.ec

Contacto: 0999021697

Anexo 2. Hoja de vida Tutora de Titulación.

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Zambrano Ochoa

NOMBRES: Zoila Eliana

ESTADO CIVIL: Casada

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 0501773931

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: Alausí, 07 de agosto de 1971

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: El Loreto, calle Quito y Gabriela Mistral

TELÉFONO CONVENCIONAL: 032814188

TELÉFONO CELULAR: 095232441

CORREO ELECTRÓNICO: zoila.zambrano@utc.edu.ec

EN CASO DE EMERGENCIA CONTACTARSE CON: Laura Ochoa. 032802919



ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TÍTULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO EN EL CONESUP	CÓDIGO DEL REGISTRO CONESUP
TERCER	Ingeniera Agroindustrial	2002-08-27	1020-02-180061
CUARTO	Magíster en Gestión de la Producción	2007-10-29	1020-07-668515

HISTORIAL PROFESIONAL – FACULTAD EN LA QUE LABORA

FACULTAD: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

CARRERA: Agroindustria

AREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA: Ingeniería, industria y construcción

Ing. Magister Z. Eliana Zambrano Ochoa

C.C. 0501773931

Anexo 3. Ficha de los estudiantes

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Caisalitin Tercero

NOMBRES: Brayan Lenin

ESTADO CIVIL: Soltero

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 0504450453

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: Salcedo, 22 de febrero de 1998

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: Salcedo Comunidad Papahurco

TELÉFONO CONVENCIONAL: 0962611704

TELÉFONO CELULAR: 0962611704

CORREO ELECTRÓNICO: brayan.caisalitin0453@utc.edu.ec

EN CASO DE EMERGENCIA CONTACTARSE CON: Carlos Caisalitin. 0984506428



FORMACIÓN ACADÉMICA

ESTUDIOS PRIMARIOS: UNIDAD EDUCATIVA PAPAURCO

ESTUDIOS SECUNDARIOS: UNIDAD EDUCATIVA PAPAURCO

ESTUDIOS UNIVERSITARIOS: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

IDIOMAS: SUFICIENCIA EN INGLÉS NIVEL B1

CURSOS REALIZADOS

- I Seminario Nacional de Innovación y Emprendimiento en Tiempos de Pandemia y Post pandemia "Emprender con Éxito"
- I Congreso Internacional Multidisciplinario de Vinculación con la Sociedad "Experiencias, Resultados e Impactos de los Proyectos de Vinculación de las IES"
- IV Jornadas de Investigación Agroindustrial

HISTORIA LABORAL

EMPRESA: INDUSTRIA LÁCTEA DE COTOPAXI "INLADEC"

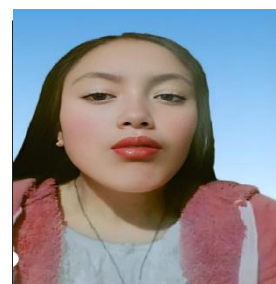
OCUPACIÓN: Pasante

ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑÓ: Control de calidad.

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Chuquiana Olobacha

NOMBRES: Evelyn Maricela



CÉDULA DE CIUDADANÍA: 18508199903

FECHA DE NACIMIENTO: Quisapincha, 25 de enero de 2002

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: Quisapincha, Barrio la Alborada

TELÉFONO CELULAR: 0994866631

CORREO ELECTRÓNICO: evelyn.chuquiana9903@utc.edu.ec

EN CASO DE EMERGENCIA CONTACTARSE CON: Luis Chuquiana. 032772694

FORMACIÓN ACADEMICA

ESTUDIOS PRIMARIOS: Escuela Doctor "Elías Toro Funes"

ESTUDIOS SECUNDARIOS: Unidad Educativa "Quisapincha"

ESTUDIOS UNIVERSITARIOS: Universidad Técnica de Cotopaxi (octavo ciclo)

IDIOMAS: Suficiencia en inglés B1

CURSOS REALIZADOS

- I Seminario Nacional de Innovación y Emprendimiento en Tiempos de Pandemia y Post pandemia "Emprender con Éxito"
- I Congreso Internacional Multidisciplinario de Vinculación con la Sociedad "Experiencias, Resultados e Impactos de los Proyectos de Vinculación de las IES"
- IV Jornadas de Investigación Agroindustrial
- Semana de la difusión del Centro de Emprendimiento UTC como eje transversal de las funciones sustantivas.
- Certificado de Prácticas Pre-profesionales Industria Láctea "KAZÚ" e industria cárnica "Alimentos Ambateños MP".
- I Seminario Nacional de Especialización en Bebidas alcohólicas: Fermentados y Destilados.
- Seminario Internacional Intercambio Científico, realizado por la Universidad Técnica de Cotopaxi-Ecuador, Universidad Regional Amazónica IKIAM - Ecuador y la Universidad del Quindío-Colombia.

Anexo 4. *Obtención de Harina de oca (Deshidratado mecánico)*



Anexo 5. *Obtención de Harina de oca (Deshidratado al ambiente)*



Anexo 6. *Producto terminado*



Anexo 7. *Pan Integral*



Anexo 8. *Explicación al panel de catadores*



Anexo 9. *Panel de catadores*



Anexo 10. Ficha de catación

Producto: "Sustitución parcial de harina de trigo (*triticum*) por harina de oca (*oxalis/tuberosa*) en la elaboración de pan integral"

Marque con una "X" su respuesta.

		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Olor										
Aroma a Oca	4									
Dulce suave	3									
Toasted	2									
Leve a fermentación	1									
Color										
Marrón claro	4									
Marrón medio	3									
Marrón oscuro	2									
Marrón dorado	1									
Sabor										
Ligeramente oca	4									
Ligeramente dulce	3									
Levemente amargo	2									
Ligeramente salado	1									
Textura										
Crujiente	4									
Masticable	3									
Grueso	2									
Denso	1									
Acceptabilidad										
Me gusta mucho	4									
Me gusta poco	3									
Me disgusta un poco	2									
Me disgusta mucho	1									

GRACIAS POR SU COLABORACION.

REPORTE DE RESULTADOS

Código Rmp- 09987

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant

Srs: Brayan Lenin Caisalitin Tercero, Evelyn Maricela Chuquiana Olobacha

Domicilio / Address

Teléfonos / Telephones

Salcedo

Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested

Harina de Oca soleada

Marca comercial / Trade Mark

No tiene

Características del producto / Ratings of the product

Color, Olor y sabor característico

RESULTADOS BROMATOLÓGICOS

Emitido en: Riobamba, el 5 junio de 2024

PARAMETRO	RESULTADO(PS)	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL, (%)	7.36	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 925.10
MATERIA SECA, (%)	92.64	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 925.10
PROTEINA, (%)	12	AOAC/kjeldahl /AOAC 2001.11
FIBRA, (%)	2.71	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 930.15
GRASA, (%)	0.54	AOAC/Goldfish/ AOAC 920.39
CENIZA, (%)	4.62	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 923.03
MATERIA ORGANICA, (%)	95.38	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 923.03


Dr. William Viñan A.
RESPONSABLE TÉCNICO

SETLAB
Servicio de Transferencia Tecnológica
y Laboratorios Agropecuarios
Culo Plaza 28 - 55 y Jaime Roldós
032366-764

REPORTE DE RESULTADOS

Código Rmp- 09988

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant

Srs: Brayan Lenin Caisalitin Tercero, Evelyn Maricela Chuquiana Olobacha

Domicilio / Address

Teléfonos / Telephones

Salcedo

Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested

Harina de Oca fresca

Marca comercial / Trade Mark

No tiene

Características del producto / Ratings of the product

Color, Olor y sabor característico

RESULTADOS BROMATOLÓGICOS

PARAMETRO	RESULTADO(PS)	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL, (%)	12.99	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 925.10
MATERIA SECA, (%)	87.01	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 925.10
PROTEÍNA, (%)	2.52	AOAC/kjeldahl /AOAC 2001.11
FIBRA, (%)	2.64	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 930.15
GRASA, (%)	0.41	AOAC/Goldfish/ AOAC 920.39
CENIZA, (%)	4.73	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 923.03
MATERIA ORGANICA, (%)	95.27	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 923.03

Emitido en: Riobamba, el 5 junio de 2024


Dr. William Viñan A.
RESPONSABLE TÉCNICO

SETLAB
Servicio de Transferencia Tecnológica
y Laboratorios Agropecuarios
Calle Plaza 28 - 55 y Jaime Roldós
032366-764

Anexo 13. Análisis del mejor tratamiento "pan integral"

REPORTE DE RESULTADOS

Código Rmp- 10059

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant

Srs: Evelyn Maricela Chuquiana Olobacha-Brayan Lenin Caisalitin Tercero

Domicilio / Address

Teléfonos / Telephones

Salcedo-Ambato

0994866631-0962611704

Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested

Pan integral

Marca comercial / Trade Mark

No tiene

Características del producto / Ratings of the product

Color, Olor y sabor característico

Análisis Físico

PARAMETRO	RESULTADO	METODO/NORMA
Acidez	3.37	INEN 521 /Colorimetrico
pH	5.52	INEN 973 /Colorimetrico

Análisis Químico

PARAMETRO	RESULTADO(PS)	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL, (%)	22.30	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 925.10
SOLIDOS TOTALES, (%)	77.70	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 925.10
PROTEINA, (%)	9.57	AOAC/kjeldahl /AOAC 2001.11
FIBRA, (%)	2	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 930.15
GRASA, (%)	4	AOAC/Goldfish/ AOAC 920.39
CENIZA, (%)	1.84	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 923.03
MATERIA ORGANICA, (%)	98.16	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 923.03
CARBOHIDRATOS	58.54	Cálculo

Resultados Microbiologicos

Parámetro	Rch-10048	VLP*	Método/Norma
Coliformes Totales UFC/g Coliformes Totales UFC/g	AUSENCIA	< 1	Petrifilm AOAC991, 01
Mohos UFC/g	AUSENCIA	< 10	Petrifilm AOAC 997.02
Levaduras UFC/g	AUSENCIA	< 10	Petrifilm AOAC 997.02

Emitido en: Riobamba, el 15 julio de 2024


 Dr. William Viñan A.
 RESPONSABLE TÉCNICO

SETLAB
 Centro de Transferencia Tecnológica
 Laboratorios Agropecuarios
 Calle Plaza 28 - 55 y Jaime Roldós
 032366-764

Anexo 14. Análisis de varianza y prueba de Tukey variable olor

Cuadro de Análisis de la varianza (SC tipo III)

Variable	N	R ²	R ² (Aj)	CV	
Olor	360	0,34	0,28	7,31	
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	51,31	27	1,9	6,23	<0,0001
Catadores	31,29	39	1,65	5,4	<0,0001
Tratamientos	20,02	8	2,5	8,20	<0,0001
Error	101,31	332	0,31		
Total	152,62	359			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,6532

Error:0,3052 gl:332

Tratamientos	Medias	N	E. E			
9	3,2	40	0,09	A		
5	2,7	40	0,09		B	
7	2,7	40	0,09		B	
6	2,6	40	0,09		B	C
3	2,6	40	0,09		B	C
8	2,55	40	0,09		B	C
4	2,5	40	0,09		B	C
1	2,45	40	0,09		B	C
2	2,3	40	0,09			C

Medidas con una letra común no son significativas diferentes (p>0,05)

Anexo 15. Análisis de varianza y prueba de Tukey variable sabor

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

Variable	N	R ²	R ² (Aj)	CV	
Sabor	360	0,47	0,43	10,25	
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	99,3	47	3,68	11,08	<0,0001
Catadores	62,14	39	3,27	9,85	<0,0001
Tratamientos	37,16	8	4,64	13,99	<0,0001
Error	110,23	332	0,33		
Total	209,53	359			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,40053

Error:0,3320 gl:332

Tratamientos	Medias	N	E. E			
9	3,3	40	0,09	A		
3	2,55	40	0,09		B	
6	2,5	40	0,09		B	C
2	2,45	40	0,09		B	C
8	2,35	40	0,09		B	C
4	2,35	40	0,09		B	C
5	2,3	40	0,09		B	C
1	2,28	40	0,09		B	C
7	2,1	40	0,09			C

Medidas con una letra común no son significativas diferentes (p>0,05)

Anexo 16. Análisis de varianza y prueba de Tukey variable color

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Variable	N	R ²	R ² (Aj)	CV	
Color	360	0,46	0,42	11,56	
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	94,81	47	3,51	10,67	<0,0001
Catadores	54,79	39	2,88	8,76	<0,0001
Tratamientos	40,02	8	5	15,19	<0,0001
Error	109,31	332	0,33		
Total	204,12	359			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,39885

Error:0,3293gl:332

Tratamientos	Medias	n	E. E		
9	3,45	40	0,09	A	
2	2,6	40	0,09		B
7	2,55	40	0,09		B
3	2,55	40	0,09		B
6	2,5	40	0,09		B C
8	2,45	40	0,09		B C
4	2,45	40	0,09		B C
1	2,45	40	0,09		B C
5	2,15	40	0,09		C

Medidas con una letra común no son significativas diferentes (p>0,05)

Anexo 17. Análisis de varianza y prueba de Tukey variable textura

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Variable	N	R ²	R ² (Aj)	CV	
Textura	360	0,22	0,16	12,53	
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	22,87	47	0,85	3,54	<0,0001
Catadores	4,44	39	0,23	0,98	0,486
Tratamientos	18,42	8	2,3	9,63	<0,0001
Error	79,36	332	0,24		
Total	102,22	359			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,33983

Error:0,2390 gl:332

Tratamientos	Medias	N	E.E	
9	3,35	40	0,08	A

7	2,9	40	0,08	B	
3	2,8	40	0,08	B	C
8	2,75	40	0,08	B	C
2	2,75	40	0,08	B	C
6	2,65	40	0,08	B	C
5	2,65	40	0,08	B	C
4	2,6	40	0,08	B	C
1	2,55	40	0,08		C

Anexo 18. Análisis de varianza y prueba de Tukey variable aceptabilidad

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

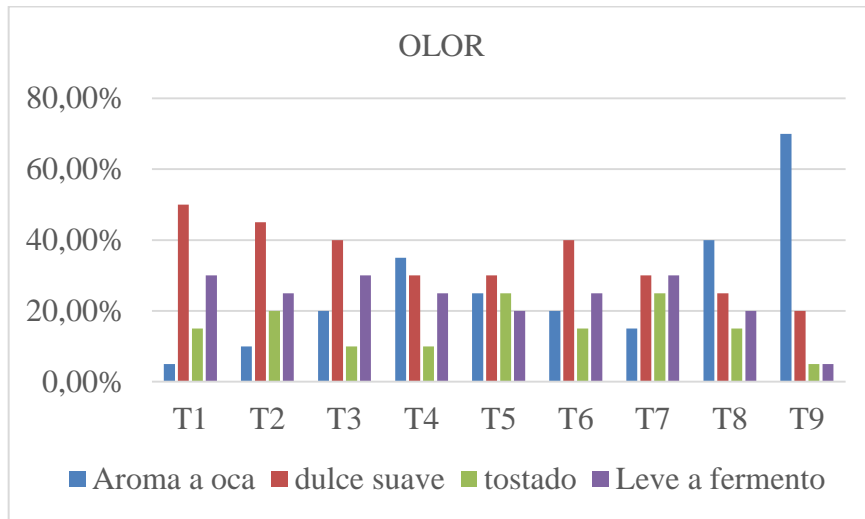
Variable	N	R ²	R ² (A _j)	CV	
Aceptabilidad	360	0,4	0,35	14,11	
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	77,69	47	2,88	8,13	<0,0001**
Catadores	8,93	19	0,47	1,33	<0,0001**
Tratamientos	68,76	8	8,59	24,29	<0,0001**
Error	117,47	332	0,35		
Total	195,16	359			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,41346

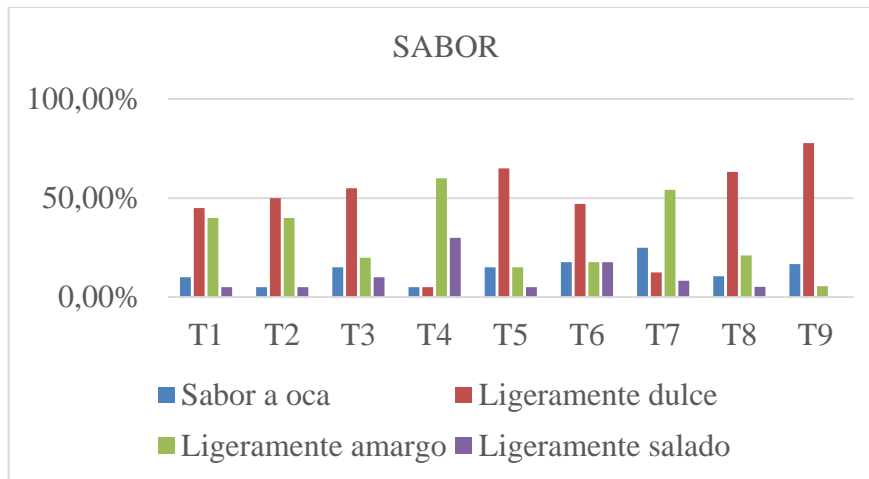
Error:0,3538gl:332

Tratamientos	Medias	N	E.E			
9	3,75	40	0,09	A		
2	2,65	40	0,09		B	
1	2,65	40	0,09		B	
4	2,55	40	0,09		B	C
3	2,45	40	0,09		B	C
5	2,4	40	0,09		B	C
8	2,35	40	0,09		B	C
7	2,35	40	0,09		B	C
6	2,15	40	0,09			C

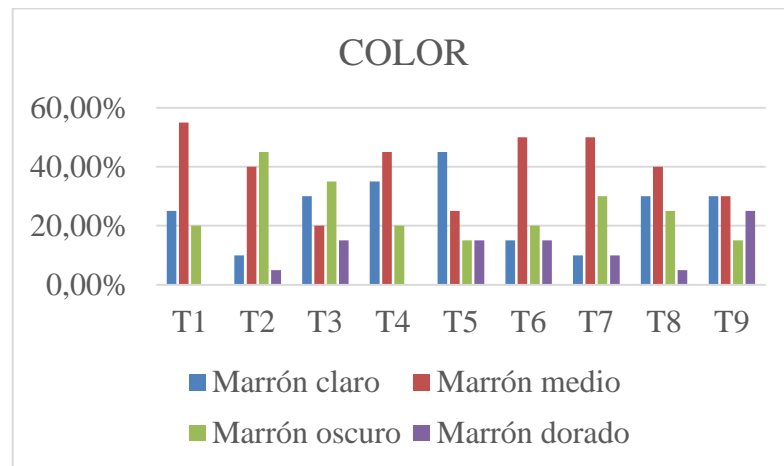
Anexo 19. Tabulación de la variable olor



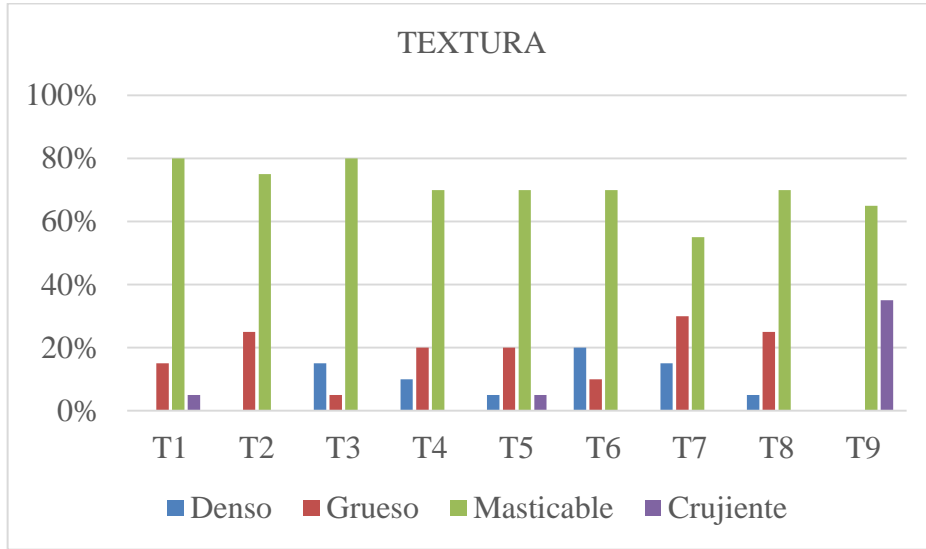
Anexo 20. Tabulación de variable sabor



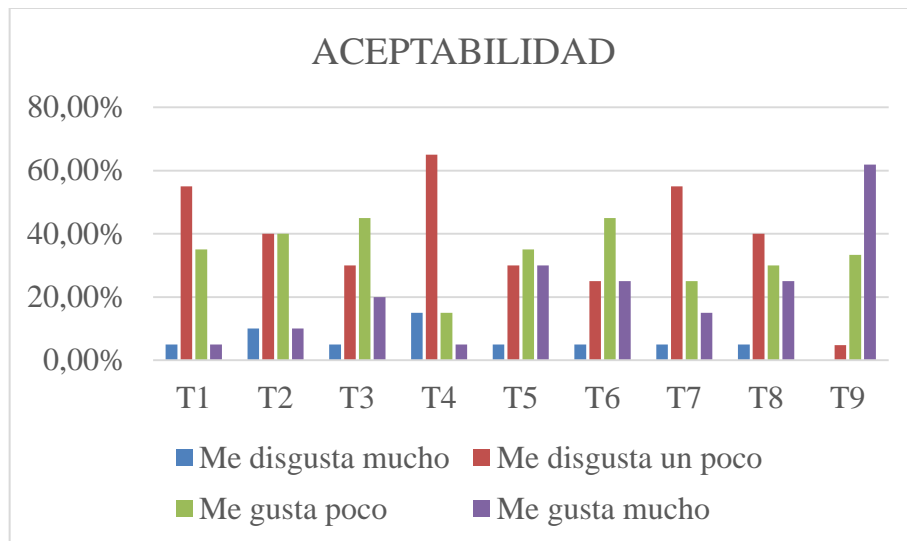
Anexo 21. Tabulación de variable color



Anexo 22. Tabulación de textura



Anexo 23. Tabulación de aceptabilidad



Anexo 24. Norma INEN



Quito – Ecuador

NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA

NTE INEN 2945

2014-XX

PAN. REQUISITOS

BREAD. REQUIREMENTS