

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Tema: “Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum*) por harina precocida de Oca (*Oxalis tuberosa*) para la elaboración de pan blanco”

Trabajo de titulación previa la obtención del
título de Ingeniera en Alimentos.

AUTORA: Cusanguá Arévalo Karla Lisseth

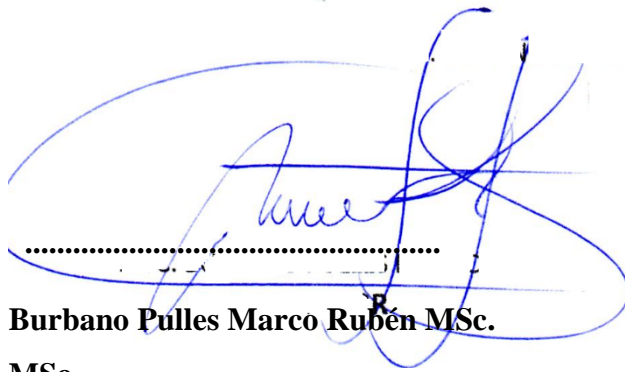
TUTOR: Burbano Pulles Marco Rubén MSc.

Tulcán, 2019

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

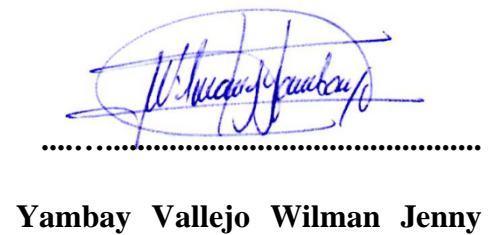
Certificamos que la estudiante Cusanguá Arévalo Karla Lisseth con el número de cédula 0401911581 ha elaborado el trabajo de titulación: “Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum*) por harina precocida de Oca (*Oxalis tuberosa*) para la elaboración de pan blanco”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



.....

**Burbano Pulles Marco Rubén MSc.
MSc.**



.....


Yambay Vallejo Wilman Jenny

Tulcán, octubre de 2019

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniera en la Carrera de Ingeniería en Alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo, Cusanguá Arévalo Karla Lisseth con cédula de identidad número 0401911581 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal. Los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

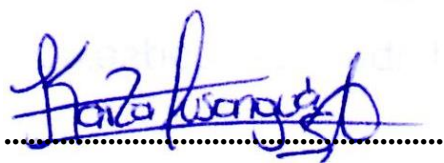
A handwritten signature in blue ink, reading "Karla Lisseth", is written over a horizontal dotted line. The signature is stylized and cursive.

Cusanguá Arévalo Karla Lisseth

Tulcán, octubre de 2019

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Cusanguá Arévalo Karla Lisseth declaro ser autora de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum*) por harina precocida de Oca (*Oxalis tuberosa*) para la elaboración de pan blanco” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Karla Lisseth', is written over a horizontal dotted line.

Cusanguá Arévalo Karla Lisseth

Tulcán, octubre de 2019

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a las personas más importantes en mi vida quienes desde que nací me han acompañado, brindándome todos sus consejos, enseñanzas, inculcándome valores y guiándome para ser la persona que hoy en día soy, a mi familia, en especial a mi madre Mercedes, quien ha sido la persona que me ha ayudado a salir adelante enfrentando cada obstáculo con valentía y con el entusiasmo que la caracteriza, a mi padre Patricio, quien me ha brindado todos sus consejos y me ha ayudado a enfrentar todo, a mis hermanos que a pesar de todo siempre han estado para apoyarme, al Ing. Marco quien me ha brindado sus conocimientos, a la Dra. Jenny quien me ha ayudado mucho con la realización de este trabajo y ha solventado todas mis dudas y por último pero no menos importante quiero dar gracias a Dios quien me ha cuidado y bendecido siempre.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi madre y a mi padre quienes me han formado como la persona que soy inculcándome valores y responsabilidades, apoyándome en cada uno de mis logros y fracasos, brindándome consejos para poder llegar hasta donde he llegado. Gracias mami y papi por permitirme salir adelante y muchas gracias por ser tan entregados a su familia los amo.

Karla Cusanguá

ÍNDICE

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR	3
AUTORÍA DE TRABAJO	4
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	5
AGRADECIMIENTO	6
DEDICATORIA	7
RESUMEN.....	16
ABSTRACT.....	16
INTRODUCCIÓN	18
I. PROBLEMA.....	19
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	20
1.3. JUSTIFICACIÓN	20
1.4. OBJETIVOS	21
1.4.1. Objetivo General.....	21
1.4.2. Objetivos Específicos.....	21
1.4.3. Preguntas de investigación.....	21
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	22
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	22
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	24
2.2.1. Cereales.....	24

2.2.2. Harina	24
2.2.2.1. Harina de trigo	25
2.2.2.2. Clasificación de la harina de trigo	25
2.2.2.3. Harina precocida.....	26
2.2.3. Oca (<i>Oxalis tuberosa</i>).....	26
2.2.3.1. Taxonomía.....	26
2.2.3.2. Propiedades de la Oca.....	27
2.2.4. El pan.....	28
2.2.4.1. Tipos de pan.....	28
2.2.4.2. Contenido nutricional del pan común.....	29
2.2.5. Gluten	29
2.2.6. Análisis sensorial.....	30
2.2.6.1. Propiedades sensoriales de los alimentos	30
2.2.6.1.1. Color	30
2.2.6.1.2. Sabor.....	30
2.2.6.1.3. Olor.....	31
2.2.6.1.4. Textura.....	31
2.2.7. Análisis fisicoquímico	31
2.2.7.1. Análisis proximal de alimentos	32
III. METODOLOGÍA.....	33
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	33

3.1.1. Enfoque	33
3.1.2. Tipo de Investigación.....	33
3.2. HIPÓTESIS.....	33
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	33
3.3.1 Definición de variables	33
3.3.2. Operacionalización de variable	34
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS.....	36
3.4.1. Métodos específicos de manejo de experimento.....	36
3.4.1.1. Proceso de obtención de harina precocida de Oca	36
3.4.1.2. Proceso de elaboración de Pan.....	38
3.4.1.2.1. Formulaciones	38
3.4.1.3. Análisis sensorial del pan.....	41
3.4.1.4. Determinación del volumen específico del pan	41
3.4.1.5. Determinación de pH	42
3.4.1.6. Determinación de gluten	43
3.4.2. Metodología de análisis fisicoquímico y nutricional de la harina y el pan.....	44
3.4.2.1. Humedad	44
3.4.2.2. Cenizas	45
3.4.2.3. Proteína bruta. (AOAC 981.10)	45
3.4.2.4. Grasa	46
3.4.2.5. Carbohidratos	46

3.4.2.6. Fibra cruda.....	46
3.4.3. Análisis Estadístico.....	47
3.4.4. Análisis microbiológico.....	47
3.5. RECURSOS.....	47
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	49
4.1. RESULTADOS	49
4.1.1. Rendimiento de la harina precocida de oca	49
4.1.2. Análisis fisicoquímico de la harina precocida de oca.....	49
4.1.3. Contenido de gluten de las mezclas de harinas de trigo y oca	49
4.1.4. Análisis fisicoquímico y nutricional del pan blanco	50
4.1.4.1. Contenido de proteína.....	50
4.1.4.2. Contenido de humedad	51
4.1.4.3. Contenido de grasa	51
4.1.4.4. Contenido de cenizas	52
4.1.4.5. Contenido de carbohidratos	52
4.1.4.6. Contenido de Fibra cruda	53
4.1.4.7. pH	53
4.1.4.8. Volumen específico del pan blanco.....	53
4.1.5. Evaluación sensorial del pan blanco.....	54
4.1.5.1. Evaluación sensorial primera etapa	54
4.1.5.2. Evaluación sensorial segunda etapa	55

4.1.6. Análisis microbiológico	55
4.2. DISCUSIÓN	56
4.2.1. Análisis fisicoquímicos de la harina precocida de Oca.....	56
4.2.2. Análisis nutricional, fisicoquímico y microbiológico del mejor tratamiento de pan blanco.....	58
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
5.1. CONCLUSIONES	61
5.2. RECOMENDACIONES	62
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
VII. ANEXOS.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Composición nutricional de la Oca</i>	27
Tabla 2. <i>Contenido nutricional de pan común</i>	29
Tabla 3. <i>Operacionalización de variables</i>	35
Tabla 4. <i>Formulaciones</i>	38
Tabla 5. <i>Composición porcentual de las materias primas empleadas en los tratamientos</i>	38
Tabla 6. <i>Especificaciones de la materia prima para la elaboración de pan blanco</i>	39
Tabla 7. <i>Contenido de gluten para las diferentes mezclas de harina precocida de Oca</i>	50
Tabla 8. <i>pH de los tratamientos de pan blanco y harina precocida de oca.</i>	53
Tabla 9. <i>Volumen específico del pan</i>	54
Tabla 10. <i>Evaluación sensorial primera etapa</i>	54
Tabla 11. <i>Resultados del análisis microbiológico de T2 de pan blanco</i>	56
Tabla 12. <i>Análisis de Varianza Color</i>	84

Tabla 13. <i>Medias de los tratamientos para atributo Color</i>	84
Tabla 14. <i>Comparación de Tukey (Color)</i>	84
Tabla 15. <i>Análisis de Varianza Sabor</i>	84
Tabla 16. <i>Medias para el atributo Sabor</i>	85
Tabla 17. <i>Comparación de Tukey (Sabor)</i>	85
Tabla 18. <i>Análisis de Varianza Olor</i>	85
Tabla 19. <i>Medias para atributo Olor</i>	85
Tabla 20. <i>Comparación de Tukey (Olor)</i>	86
Tabla 21. <i>Análisis de Varianza Textura</i>	86
Tabla 22. <i>Medias para atributo Textura</i>	86
Tabla 23. <i>Comparación de Tukey (Textura)</i>	86
Tabla 24. <i>Análisis de Varianza Aceptación general del pan</i>	87
Tabla 25. <i>Medias para prueba de aceptación general</i>	87
Tabla 26. <i>Comparación de Tukey para Aceptación general</i>	87
Tabla 27. <i>Rendimiento harina precocida de Oca</i>	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo de elaboración de la harina precocida	37
Figura 2. Diagrama de flujo de elaboración de pan.....	40
Figura 3. Composición nutricional de la harina de Oca.	49
Figura 4. Contenido de proteína de los tratamientos diseñados	51
Figura 5. Contenido de humedad de los tratamientos diseñados.....	51
Figura 6. Contenido de grasa de los tratamientos diseñados.....	51
Figura 7. Contenido de cenizas de los tratamientos diseñados	52

<i>Figura 8.</i> Contenido de carbohidratos de los tratamientos diseñados	52
<i>Figura 9.</i> Contenido de fibra cruda de los tratamientos diseñados	53
<i>Figura 10.</i> Análisis sensorial segunda etapa	55
<i>Figura 11.</i> Deshidratación de la Oca.....	67
<i>Figura 12.</i> Hojuelas de Oca deshidratada	67
<i>Figura 13.</i> Oca deshidratada	67
<i>Figura 14.</i> Molienda de la Oca.....	67
<i>Figura 15.</i> Tamizado de la harina precocida de Oca.....	68
<i>Figura 16.</i> Harina precocida de Oca	68
<i>Figura 17.</i> Pesado de ingredientes para el pan	68
<i>Figura 18.</i> Mezcla de los ingredientes para pan.....	68
<i>Figura 19.</i> Amasado	69
<i>Figura 20.</i> Amasado del pan	69
<i>Figura 21.</i> Leudado del pan blanco.....	69
<i>Figura 22.</i> Horneado del pan.....	69
<i>Figura 23.</i> Pan blanco horneado.....	70
<i>Figura 24.</i> Determinación de pH de la harina precocida de Oca	70
<i>Figura 25.</i> Determinación de pH del pan blanco	70
<i>Figura 26.</i> Determinación de gluten.....	70
<i>Figura 27.</i> Determinación de volumen específico del pan.....	71
<i>Figura 28.</i> Preparación de muestras para análisis sensorial	71
<i>Figura 29.</i> Análisis sensorial primera etapa	72
<i>Figura 30.</i> Análisis sensorial segunda etapa	72
<i>Figura 31.</i> Análisis sensorial.....	72

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Evidencias fotográficas	67
---	----

Anexo 2. Hoja de análisis sensorial primera etapa.....	74
Anexo 3. Hoja de evaluación sensorial segunda etapa.....	76
Anexo 4. Análisis fisicoquímicos de harina precocida de Oca y pan blanco.....	76
Anexo 5. Resultados análisis estadístico primera etapa sensorial.....	83
Anexo 6. Resultados análisis estadístico segunda etapa sensorial	87
Anexo 7. Rendimiento de la harina precocida de Oca	87
Anexo 8. Normativa técnica ecuatoriana (INEN)	88
Anexo 9. Norma técnica colombiana para pan.....	99

RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad diseñar una formulación de pan blanco a partir de la sustitución parcial de harina de trigo por harina precocida de Oca, la cual se obtuvo mediante deshidratación a una temperatura constante de 60 °C durante 20 horas, continuando con una molienda y un tamizado. La composición nutricional de la harina presentó un contenido de proteína de 3,9 %; humedad 7,89 %; grasa 0,56 %; cenizas 1,82 %; carbohidratos totales 85,83 %, de los cuales 11,66 % fueron fibra cruda; bajo contenido de gluten de 4,18 % y un rendimiento de 50,20 %. Para la elaboración del pan se trabajó con cuatro niveles de sustitución (10 %, 15 %, 20 % y 25 % de harina precocida de Oca). Los 4 tratamientos se sometieron a un análisis sensorial basado en una prueba de aceptación con un panel de 56 jueces no entrenados dando como resultado que 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 $5,631 \pm 0,091$ y el análisis microbiológico reportó valores dentro de los rangos establecidos en la norma NTC 1369, los valores reportados fueron <10 UFC/g en cuanto a Coliformes totales, mohos y levaduras respectivamente.

Palabras clave: Oca, harina precocida, análisis fisicoquímico, pan blanco.

ABSTRACT

The purpose of this research was to design a white bread formulation based on the partial substitution of wheat flour by pre-cooked Oca flour, which was obtained by dehydration at a

constant temperature of 60 °C for 20 hours, followed by milling and sieving. The nutritional composition of the flour presented a protein content of 3.9 %; moisture 7.89 %; fat 0.56 %; ashes 1.82 %; total carbohydrates 85.83 %, of which 11.66 % were crude fiber; low gluten content of 4.18 % and a yield of 50.20 %. For the production of bread, four levels of substitution were used (10 %, 15 %, 20 % and 25 % of pre-cooked Oca flour). The 4 treatments underwent a sensory analysis based on an acceptance test with a panel of 56 untrained judges, resulting in the white bread of treatment 2 (15% substitution) was the most accepted; this product underwent a physicochemical analysis reporting protein values of 9.50%; humidity 21,54 %; fat 16,94 %; ashes 2,38 %; carbohydrates 49,63 %, of which 8,47 % were crude fiber and a pH of 5,631±0,091 and the microbiological analysis reported values within the ranges established in the norm NTC 1369, the reported values were <10 CFU/g as for total Coliforms, molds and yeasts respectively.

Keywords: Oca, pre-cooked flour, physicochemical analysis, white bread.

INTRODUCCIÓN

Enríquez y Maldonado (2017) afirman que, en Ecuador, el consumo anual per cápita de pan es de alrededor de 40 kilogramos. Así lo aseguran representantes de panificadoras. Este producto encabeza la lista de alimentos que más consumen los hogares ecuatorianos, según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). La misma entidad asegura que la compra de pan está concentrada en las tiendas de barrio. El INEC también sostiene que la elaboración de pan y otros productos de panadería tiene ventas en crecimiento.

Según González (2018) la importancia que el pan tiene dentro de una alimentación balanceada se ha ido dejando de lado, porque lo han culpado de ser el causante del aumento de peso en las personas, sin embargo, es necesario recordar que cualquier alimento consumido en exceso es perjudicial para la salud, debido al uso de harinas elaboradas a base de cereales, como la harina de trigo es la más extendida para la elaboración de pan, pero existen numerosos subtipos dependiendo principalmente de su contenido en proteínas y de la capacidad de estas para formar gluten, por tal motivo, el consumo de pan elaborado a base de harina de trigo puede acarrear enfermedades en las personas celíacas que son intolerantes al gluten y deben buscar un producto elaborado con harinas alternativas que les permita consumir pan sin ningún problema. (Interempresas, 2015)

El consumo de la oca está limitado al ámbito familiar y es muy reducido por la falta de conocimiento que encontramos en las regiones productoras de este tubérculo, generando que no se incorpore de manera adecuada en la gastronomía ecuatoriana y en el ámbito internacional. La oca tiene altos niveles nutricionales y su composición determina sus características sensoriales que sin duda alguna también varían dependiendo de los grupos genéticos a los que corresponden. (Moya, 2017)

En esta investigación se planteó el uso de un tubérculo autóctono de la zona andina del Ecuador como es la Oca (*Oxalis tuberosa*) para darle un valor agregado obteniendo una harina precocida utilizándola como sustituto parcial de harina de trigo en la elaboración de pan blanco, que es un producto de ingesta diaria, se tuvo como objetivo diseñar una formulación de un pan blanco a partir de la sustitución parcial de harina de trigo por harina precocida de oca, para así demostrar que se pueden utilizar harinas alternativas en la industria de panificación.

I. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La FAO indica que el pronóstico sobre la producción mundial de cereales en 2019 se sitúa en 2 685 millones de toneladas, sin variaciones y apunta a un aumento del 1,2 % en comparación con el 2018. El pronóstico sobre la utilización mundial de cereales en 2019/20 ha aumentado ligeramente desde junio; actualmente se calcula que la utilización superará los 2 708 millones de toneladas, un 1,0 % más que en 2018/19. La previsión correspondiente a la utilización total de trigo se sitúa en 758 millones de toneladas, es decir, un 1,5 % más que en 2018/19; el crecimiento previsto se debe mayormente al incremento de su uso como alimento.

Moreta (2015), indica que según el estudio elaborado por la Asociación Ecuatoriana de Molineros (Asemol) acerca del uso de la harina de trigo en el país, anualmente la demanda de trigo se incrementa entre el 2 y el 3 % y de cada tonelada de trigo que se muele en Ecuador el 78% termina como harina, es decir, se obtienen 468000 toneladas, el resto termina como subproductos (afrechillo y cáscara de trigo), que se comercializan a las fábricas productoras de balanceados. Las provincias que presentan un mayor índice en el consumo de harina son Pichincha, Guayas, Azuay y Tungurahua. Cabe destacar que actualmente a nivel nacional la provincia de Bolívar es una de las mayores productoras de trigo, le siguen Cotopaxi, Imbabura y Carchi, dicho producto se utiliza mayoritariamente en la industria de panificación, ello limita la posibilidad de cultivo de productos endémicos de la zona como la Oca que según el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) el conocimiento local sobre este tubérculo es bastante más restringido y hasta confuso por el hecho de que se han perdido algunos ecotipos de ocas que antes se cultivaban. Se conocen, principalmente, las ocas blancas, amarillas y chauchas. Se mencionan también la oca señorita o rosada, la chaquilula, la vicunda y la mareña.

Por tanto, el problema radica que se genera en la provincia del Carchi es el monocultivo de ciertos productos agrícolas y así mismo pese a ser un sector agro-ganadero, se considera que “la oca no es negocio” porque no goza de un mercado tan extendido como el melloco. En una provincia donde la agricultura está orientada “al mercado”, algunos productos, como las ocas, podrían perderse debido a la limitada demanda y un período prolongado de precios bajos; perdiendo así cultivos que son autóctonos de la zona andina. Por ende, la falta de industrialización de la oca contribuye a que este tubérculo tienda a desaparecer y solo se encuentre cultivado en pequeñas extensiones es decir en huertas familiares.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Es técnicamente viable la sustitución parcial de la harina de trigo por la harina precocida de oca en la elaboración de pan blanco?

1.3. JUSTIFICACIÓN

El redescubrimiento de alimentos olvidados como la Oca podría contribuir a aminorar el hambre en las zonas más desfavorecidas del planeta y eliminar la dependencia excesiva de la humanidad de unos pocos cultivos, que amenazan la seguridad alimentaria y debilitan a nuestros organismos, precisamente en una época en que la contaminación ambiental nos hace menos resistentes a las enfermedades. (FAO, sf). Denotando que el uso y consumo de tubérculos no tradicionales y sus derivados contribuirá a disminuir la necesidad y dependencia del consumo de ciertos alimentos y de productos de monocultivo.

La oca es uno de los alimentos más apreciados de la población andina en estado fresco es ligeramente ácida debido a la presencia de ácido oxálico; este se elimina mediante la exposición de los tubérculos al sol, el proceso se conoce como endulzamiento puesto que los carbohidratos se transforman en azúcares (Palate, 2013); por tal motivo la obtención de la harina precocida de oca busca dar un valor agregado y una alternativa de industrialización a la Oca (*Oxalis Tuberosa*), apoyando a los pequeños y grandes productores de los alrededores de la zona Andina, evitando que un cultivo con un contenido nutricional alto desaparezca por completo o se las deje de producir para la venta al público y únicamente se las produzca para consumo familiar y en huertas familiares. Es por esto que la investigación busca producir harina precocida de Oca para así ampliar la gama de harinas que se utilicen dentro del área de panificación y no depender únicamente del uso de harinas producidas a base de cereales como se hace en la actualidad.

De la misma manera, la producción de harina precocida es una alternativa de uso y consumo de un producto obtenido de materias primas de la zona andina, generando fuentes de empleo y ayuda económica para los habitantes de la zona y aprovechamiento nutricional de la oca. Es por eso que es importante el desarrollo de investigaciones como esta para poder diversificar el uso de tubérculos producidos en la zona andina específicamente en la provincia del Carchi dentro del área de panificación (elaborando pan blanco) y en sí en la industria alimentaria.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

- Diseñar una formulación de un pan blanco a partir de la sustitución parcial de harina de trigo por harina precocida de oca.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Obtener harina precocida de Oca (*Oxalis tuberosa*).
- Caracterizar fisicoquímicamente la harina precocida de Oca.
- Determinar las características fisicoquímicas y nutricionales de los panes blancos elaborados con diferentes formulaciones.
- Determinar la mejor formulación mediante análisis sensorial.
- Evaluar la calidad microbiológica del mejor tratamiento.

1.4.3. Preguntas de investigación

¿Qué alternativas de industrialización existen para la Oca?

¿Qué ventajas presenta la industrialización de la Oca?

¿Existe viabilidad en la elaboración de harina pre cocida de Oca?

¿Cuáles serían las ventajas que ofrecería la harina pre cocida de Oca?

¿Cuál sería la formulación técnicamente más idónea para la obtención del pan?

¿Cómo contribuiría el análisis sensorial en la determinación de los parámetros sensoriales de las formulaciones diseñadas?

¿Cuáles son los parámetros de calidad desde el punto de vista sensorial que garantizarían un producto aceptable?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

La investigación realizada por Poquioma (2016) tuvo por objetivo determinar la influencia de la sustitución parcial de harina de *Oxalis tuberosa* "Oca" por harina de trigo para la elaboración de pan tipo francés; para lo cual se realizó la sustitución en cuatro niveles 10 %, 15 %, 20 % y 25 %) y la fermentación en tres tiempos (2, 3 y 4 horas). La harina de oca se obtuvo mediante secado a 60° C a 2,5 m/s de velocidad del aire, molido y tamizado. El pan se elaboró mediante el cumplimiento de un flujo grama estándar para pan tipo francés donde resalta el amasado, fermentación y horneado. Posteriormente se le sometió al producto a evaluación organoléptica y fisicoquímica. Se elaboró el pan resultando que el mejor tratamiento es con mezcla de 10 % de harina de oca y a 4 horas de fermentación caracterizando pH 5,32, acidez total 0,56 %, sólidos solubles 11,30 °Brix, humedad 15,26 %, fibras 1,33 %, cenizas 1,33%, grasa 18,07 %, proteínas 30,84 % y carbohidratos 34,50 %; en lo cual se aprecia su contenido nutricional.

Mosquera (2015) en su investigación titulada "Estudio de la obtención de la harina de oca blanca (*Oxalis tuberosa*) y su aplicación en la elaboración de pan de molde por sustitución parcial de la harina de trigo" ha buscado procesar e industrializar la oca, con el fin de determinar el comportamiento de sus nutrientes y el aporte de los mismos a los subproductos. Para esta investigación se consideró la obtención de harina de oca blanca, mediante su industrialización, aplicando a muestras de oca tratamiento de escaldado y dos diferentes temperaturas de secado (50 °C y 60 °C), lo que permitió elaborar cuatro muestras de harina de oca. Se caracterizó fisicoquímicamente todas las muestras mediante análisis de humedad, ceniza, proteína, fibra, grasa, carbohidratos, pH, índice de absorción de agua, índice de solubilidad de agua y color. Se analizó las muestras de harina de oca, con el fin de determinar la muestra óptima, que fue la muestra E50, presentando valores de rendimiento de 15,73 %; tiempo de secado de 190 minutos, humedad de 9,66 %; cenizas de 4,86 %; grasa de 0,53 %; carbohidratos de 77,65 % y pH de 6,19. En base a la muestra de harina de oca blanca E50, se realizó cuatro formulaciones de pan de molde: 100% harina de trigo, 5 % harina de oca 95 % harina de trigo, 10 % harina de oca 90 % harina de trigo, 20 % harina de oca 80 % harina de trigo, cuyo comportamiento de masas se evaluó mediante análisis de Mixolab estándar. Una vez obtenido el producto final (pan de molde) se realizó análisis de color, volumen específico y evaluación sensorial en base a color, sabor, textura, aceptabilidad global e intención de compra. Los análisis de Mixolab determinan a la masa del pan de molde correspondiente al 5 % de harina de oca con mejores características reológicas, seguida muy de cerca de la masa del pan de 10 % de harina de oca;

sin embargo, sensorialmente el pan con 10 % harina de oca presentó mayor aceptación por parte del consumidor.

El informe de investigación realizado por Sánchez (2013) “Sustitución parcial de harina de trigo por harina de yuca en el pan suave”, tuvo como objetivo determinar qué porcentaje de harina de yuca debía añadirse a la formulación de pan suave para que el mismo tuviera buena calidad y aceptabilidad, en el trabajo se tomó como sustituto de la harina de trigo a la harina de yuca, a la cual se le realizó la caracterización fisicoquímica, se elaboraron diferentes mezclas utilizando 4 niveles de sustitución es decir; 6,25 %; 12,5 %; 18,75 % y 25,0 %. Realizando la caracterización fisicoquímica y reológica y a las masas se las evaluó su calidad sensorial. Se determinó que las harinas compuestas tienen un mayor contenido de fibra que la harina de trigo, también se incrementó el debilitamiento de la masa, la absorción de agua, la estabilidad y la tenacidad; y se disminuyó el tiempo de desarrollo, la extensibilidad, el índice de hinchamiento. Al momento de la elaboración del pan a medida que aumentó el nivel de sustitución disminuyó el tiempo de dilatación de las piezas en crudo y aumento el tiempo de cocción. Se comprobó que con el incremento del porcentaje de yuca aumentó la dureza y la humedad, sin embargo, disminuyó la altura, el volumen específico y el diámetro. La formulación aceptada mayormente fue la de 6,25 % de sustitución.

La investigación desarrollada por Cobo, Quiroz y Santacruz (2013), tuvo como objetivo estudiar la posibilidad de utilizar la harina de zanahoria blanca (*Arracia xanthorrhiza B.*) la elaboración de pan, para ello se utilizaron diferentes formulaciones como son sustituciones de 10 y 40 %, aquí analizaron la altura, volumen, volumen específico y el peso del pan, en los resultados se obtuvieron que la sustitución en la cual se utilizó la sustitución del 10 % de harina de zanahoria blanca y 90 % de harina de trigo el pan contó con las características más similares a un pan hecho netamente con 100 % de harina de trigo y así mismo el pan les gustó más a los consumidores.

La investigación realizada por (Chirán, 2015) pretendió difundir una alternativa de sustitución de harina de trigo por harina de papanabo (*Brassica rapa*) en la elaboración de pan común con la finalidad de mejorar su contenido nutricional. Para lo cual se empleó la hortaliza papanabo (*Brassica rapa*) como materia prima para elaborar harina. Para la elaboración del pan de esta investigación se utilizaron sustituciones de (0 %, 10 %, 20 % y 30 %) de harina de trigo por harina de papanabo, los mismos que fueron distribuidos bajo un Diseño Completamente al Azar con cuatro repeticiones por tratamiento, un análisis de significancia de prueba de Tukey al 5 %,

los tratamientos fueron cuatro y el tamaño de la unidad experimental fue de 1000 g de masa, las variables evaluadas fueron rendimiento y pH. Cada tratamiento se sometió a pruebas de degustación evaluando características de color, olor, sabor, textura, aceptabilidad y preferencia, con la participación de 30 panelistas semientrenados, usando una escala hedónica de 5 puntos donde se obtuvo como resultado que el tratamiento T1 (pan con 10 % de sustitución de harina de papanabo) tuvo una diferencia significativa con respecto a los otros tratamientos. Para determinar la calidad del pan se evaluó el contenido nutricional del mejor tratamiento T1 obteniendo como resultado un pan con un porcentaje considerable de proteína 12,62 %, constituyéndose en un producto con alto valor proteico.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Cereales

Según Dalleva (2018) los cereales son los frutos en forma de grano que crecen en las plantas de la familia de las gramíneas. Gramíneas, nombre común de una extensa familia de plantas con flor, la más importante del mundo desde los puntos de vista económico y ecológico. La familia contiene unos 635 géneros y 9.000 especies, y es la cuarta más extensa después de Leguminosas, Orquidáceas y Compuestas. A esta familia también se la conoce con el nombre de Poáceas. “Proviene del latín cereales, más concretamente de la palabra cerialia. Este era el término con el que los antiguos romanos designaban las fiestas en honor de Ceres, diosa de los granos. También era conocida como Deméter tierra madre, pues se la consideraba protectora de la agricultura y de los cereales.”

Proviene del latín cereales, más concretamente de la palabra cerialia. Este era el término con el que los antiguos romanos designaban las fiestas en honor de Ceres, diosa de los granos. También era conocida como Deméter tierra madre, pues se la consideraba protectora de la agricultura y de los cereales. (Dalleva, 2018)

2.2.2. Harina

Término que proveniente del latín farina, es el polvo fino que se obtiene del cereal molido (trigo, cebada, centeno y maíz) y de otros alimentos ricos en almidón como arroz, tubérculos y legumbres. (Angel y Aguilar, 2017)

2.2.2.1. Harina de trigo

Es el producto que se obtiene de la molienda y tamizado del endospermo del grano de trigo (*Triticum vulgare*, *Triticum durum*) hasta un grado de extracción determinado, considerando al restante como un subproducto (residuos de endospermo, germen y salvado). (NTE INEN 0521)

La harina contiene entre un 65 % y un 70 % de almidones, pero su valor nutritivo fundamental está en su contenido, ya que tiene del 9 % al 14% de proteínas; siendo las más importantes la gliadina y la gluteína, además de contener otras componentes como celulosa, grasas y azúcar.

La molienda de trigo consiste en separar el endospermo que contiene el almidón de las otras partes del grano. El trigo entero rinde más del 72 % de harina blanca y el resto es un subproducto. En la molienda, el grano de trigo se somete a diversos tratamientos antes de convertirlo en harina.

2.2.2.2. Clasificación de la harina de trigo

Según el Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN (2006), la harina de trigo de acuerdo a su uso se clasifica en:

Harina panificable

Extra, es la harina elaborada hasta un grado de extracción determinado, que puede ser tratada con blanqueadores y/o mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales.

Harina integral.

Es la harina obtenida de la molienda de granos limpios de trigo y que contiene todas las partes de éste, que puede ser tratada con mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales.

Harinas especiales.

Son harinas con un grado de extracción bajo, como lo permita el proceso de industrialización, cuyo destino es la fabricación de productos de pastificio, galletería y derivados de harinas autoleudantes, que pueden ser tratadas con mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales, las cuales se clasifican en:

Harina para pastificio. Elaborado a partir de trigos aptos para estos productos, que puede ser tratada con blanqueadores, mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales.

Harina para galletas. Elaborado a partir de trigos blandos y suaves o con otros trigos aptos para su elaboración, que puede ser tratada con blanqueadores, mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales.

Harina autoleudante. Contiene agentes leudantes y que puede ser tratada con blanqueadores, mejoradores y fortificada con vitaminas y minerales.

Harina para todo uso.

Es una harina de trigo apta para fabricar pan fideos, galletas, etc. Puede ser blanqueada y/o mejorada y fortificada (INEN, 2006).

2.2.2.3. Harina precocida

Se trata de una harina que no contiene gluten por lo que puede ser consumida por los celíacos. Sin embargo, este hecho hace que no se puedan confeccionar panes exclusivamente con ella dado que la ausencia de gluten impide que el pan tenga una consistencia y elasticidad adecuada. (Cocinistas, sf)

2.2.3. Oca (*Oxalis tuberosa*)

Según FAO (2016) la *Oxalis tuberosa* es una planta herbácea perenne, con tallo erguido en las primeras fases de desarrollo que pasa a postrarse más adelante, a medida que madura. Se cultiva por su crujiente raíz comestible, donde la planta almacena almidón durante el invierno o en los períodos fríos en que no está creciendo. La multiplicación vegetativa de la acederilla se lleva a cabo por medio de esquejes o a través de sus tubérculos. Los tubérculos tienen forma elíptica o cilíndrica y pueden ser de color blanco, amarillo, rojo y púrpura. Su longitud varía entre 5 y 7,5 cm y su diámetro, entre 2,5 y 3,75 cm.

2.2.3.1. Taxonomía

Según Ferreyra la "oca" tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Clase: Dicotiledonea

Orden: Geraniales

Familia: Oxalidaceae

Género: *Oxalis*

Especie: *Oxalis tuberosa*

Nombre vulgar: "Oca"

2.2.3.2. Propiedades de la Oca

Según Fundación Universitaria Iberoamericana (FUNIBER, 2017)

- Es un producto con una gran riqueza nutricional, con un alto poder nutritivo, al igual que la papa.
- Sus beneficios son reconocidos para reducir el dolor, la hinchazón de las heridas, lograr una rápida cicatrización
- Sirve como un efectivo astringente y se utiliza para desinflamar zonas delicadas del cuerpo.
- El cocimiento de las hojas se usa contra el dolor de oído.
- Se utiliza como almidón, se consume cocida y usualmente se pone al sol y se deshidrata; al ponerse al sol se pone más dulce pudiéndose utilizar para la preparación de dulces y postres.
- El tallo de la oca es un excelente forraje para los animales.
- El zumo ayuda a eliminar manchas, ya que contiene oxalato de potasio (debe ser consultado con un médico).

La composición nutricional de la Oca (*Oxalis tuberosa*) se describe en la Tabla 1.

Tabla 1. *Composición nutricional de la Oca*

Nutrientes	Cantidad
Agua	87 %
Calorías	73,5
Proteína	1,5 %
Carbohidratos	3,5 %
Fibra	32 %
Vitamina A	0,8 %
Vitamina B1 (tiamina)	3,3 %
Vitamina B2 (Riboflavina)	55 %
Vitamina B3 (niacina)	5,5 %
Vitamina C (ácido ascórbico)	66 %
Calcio (Ca)	1,7 %
Hierro (Fe)	70 %
Fosforo (P)	2,8 %
Zinc (Zn)	11,9 %

Tomado de (Leyva, 2018)

2.2.4. El pan

El pan es uno de los productos más consumidos en Occidente y ha constituido la base de alimentación de una gran parte de la humanidad históricamente. La elaboración del pan comienza al mezclar los distintos ingredientes, normalmente harina, sal y levadura, durante el amasado. En este proceso también se desarrolla una red de gluten capaz de retener el gas producido durante la fermentación. Una vez formada la masa debe procederse a su fermentación, papel del que se encargan las levaduras al transformar los azúcares presentes en CO₂ y alcohol. El gas formado es el responsable el aumento de volumen de las piezas y la creación de una estructura porosa, al ser atrapado por la red de gluten. Por último, las piezas se introducen en el horno, donde se produce una nueva expansión, se crea la estructura final de la miga y corteza a través de los fenómenos de gelatinización del almidón, desnaturalización proteica y secado. (Casp, 2014)

2.2.4.1. Tipos de pan

Pan blanco.- es el más habitual en el mercado. Está elaborado con harina refinada que se obtiene a partir de la molienda del endospermo del grano de trigo, y que supone aproximadamente entre el 81% y el 84% del peso del cereal. (Sanchez, 2015)

Según Mezas y Alegre (2002) el pan se clasifica en:

Pan común. – también conocido como pan blanco, se define como el de consumo habitual en el día, elaborado con harina de trigo, sal, levadura y agua, al que se le pueden añadir ciertos coadyuvantes tecnológicos y aditivos autorizados. Dentro de este tipo se incluyen:

- **Pan bregado**, de miga dura, español o candeal, es el elaborado con cilindros refinadores.
- **Pan de flama o de miga blanda**, es el obtenido con una mayor proporción de agua que el pan bregado y normalmente no necesita del uso de cilindros refinadores en su elaboración.

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

- **Pan integral**, es aquel en cuya elaboración se utiliza harina integral, es decir, la obtenida por trituración del grano completo, sin separar ninguna parte del mismo.
- **Pan de Viena o pan francés**, es el pan de flama que entre sus ingredientes incluye azúcares, leche o ambos a la vez.
- **Pan de molde o americano**, es el pan de corteza blanda en cuya cocción se emplean moldes.
- **Pan de cereales**, es el elaborado con harina de trigo más otra harina en proporción no inferior al 51%. Recibe el nombre de este último cereal. Ejemplo: pan de centeno, pan de maíz, etc.
- **Pan de huevo**, pan de leche, pan de miel y pan de pasas, etc., son panes especiales a los que se añade alguna de estas materias primas, recibiendo su nombre de la materia prima añadida.

2.2.4.2. Contenido nutricional del pan común

En la Tabla 2 se detalla el contenido bromatológico y nutricional del pan común.

Tabla 2. *Contenido nutricional de pan común*

Contenido	Cantidad (%)
Hidratos de carbono	47,8
Proteína	7,6
Grasa	1,3
Fibra	3,5
Agua	35

Tomado de: (Chirán, 2015), adaptación de (Composición de alimentos ecuatorianos, 1965)

2.2.5. Gluten

Según Casp (2014) el gluten es un compuesto proteínico de origen vegetal (fibrina vegetal) que se halla presente, en cantidades apreciables, en la harina de muchos cereales de secano. Representa entre el 80 % y 85 % de las proteínas del trigo y entre el 8 % y 15% de su harina.

El gluten suele añadirse para mejorar la calidad de las harinas en las propias harineras, pero en ocasiones también se incorpora en los mejorantes panarios, o directamente en las plantas de elaboración de pan o repostería. El gluten se obtiene en los procesos de molturación húmeda del trigo, al separarlo del almidón presente en la harina.

2.2.6. Análisis sensorial

El análisis sensorial es el examen de las propiedades sensoriales de un producto realizable con los sentidos humanos. Dicho de otro modo, es la evaluación de la apariencia, olor, aroma, textura y sabor de un alimento o materia prima. Este tipo de análisis comprende un conjunto de técnicas para la medida precisa de las respuestas humanas a los alimentos y minimiza los potenciales efectos de desviación que la identidad de la marca y otras informaciones pueden ejercer sobre el juicio del consumidor. Es decir, intenta aislar las propiedades sensoriales u sensoriales de los alimentos o productos en sí mismos y aporta información muy útil para su desarrollo o mejora, para la comunidad científica del área de alimentos y para los directivos de empresas. (García, 2014)

2.2.6.1. Propiedades sensoriales de los alimentos

2.2.6.1.1. Color

Según Chavarría (2016) el color es un indicador de las reacciones químicas que se producen en los alimentos tras someterlos a algún proceso térmico, en muchos casos el color puede ser una señal de deterioro del producto.

El color de la corteza se desarrolla durante la etapa de la cocción del pan y está asociado a las reacciones de Maillard y de caramelización, que producen compuestos que afectan al color y al sabor del pan. (Paredes, 2016)

2.2.6.1.2. Sabor

Chavarría (2016) afirma que las papilas gustativas de la lengua son capaces de identificar cinco tipos de sabores: dulce, salado, amargo, ácido y umami. Cada una de las partes de la lengua reconoce mejor uno u otro sabor, aunque todas las papilas pueden percibir todos los sabores. También se puede hablar de sabores inmediatos, como la acidez del ácido cítrico, y de sabores lentos, como la acidez del ácido málico (presente en algunas frutas y verduras con sabor ácido, sobre todo cuando no están maduras, como uvas, manzanas o cerezas)

El sabor del pan no puede ser explicado únicamente por sus compuestos volátiles. Atributos tales como dulce, ácido, salado, amargo, mantequilla son utilizados habitualmente en los perfiles descriptivos. Factores tales como el microorganismo empleado para la fermentación, el contenido en cenizas de la harina (relacionado con la tasa de extracción) o la temperatura de fermentación, influyen sobre el flavor del pan. (Paredes, 2016)

2.2.6.1.3. Olor

Según Chavarría (2016) esta propiedad, considerada una de las más difíciles de definir y caracterizar, viene dada por distintas sustancias volátiles presentes en los alimentos, bien de manera natural o procedente de su procesado (a través de aditivos alimentarios, como los aromas artificiales). Se considera que los productos vegetales son más ricos en estos compuestos volátiles, que aparecen también como productos secundarios de reacciones enzimáticas como la reacción de Maillard o la caramelización de los azúcares.

El olor del pan es otro de los factores determinantes en la aceptación por el consumidor. Aunque han sido identificados un gran número de compuestos volátiles relacionados con el aroma del pan, sólo unos pocos tienen una incidencia determinante en su olor final. (Paredes, 2016)

2.2.6.1.4. Textura

Es una de las particularidades más diferenciadoras entre alimentos clave en las preferencias de los consumidores. Esta propiedad la evalúan los estudios reológicos, que se centran en el análisis de aspectos como la viscosidad, el grosor, la dureza o la rigidez. Algunos alimentos cambian de aspecto y textura durante el almacenamiento, de ahí que las medidas reológicas se usen para predecir la estabilidad de vida útil. (Chavarría, 2016)

En los panes leudados (con volumen) la textura es un factor determinante de la calidad sensorial del pan e influyen en gran medida en las decisiones de compra de los consumidores. La textura de la miga del pan está relacionada con la cantidad de agua añadida a la masa y con el posible empleo de harinas especiales en el proceso, pero los factores más determinantes son la cantidad y la calidad de la proteína. (Paredes, 2016)

2.2.7. Análisis fisicoquímico

Olmos (2018) afirma que el análisis de las propiedades fisicoquímicas de los alimentos, es uno de los aspectos principales en el aseguramiento de su calidad. Cumple un papel importante en la determinación del valor nutricional, en el control del cumplimiento de los parámetros exigidos por los organismos de salud pública y también para el estudio de las posibles irregularidades como adulteraciones y falsificaciones, tanto en alimentos terminados como en sus materias primas.

2.2.7.1. Análisis proximal de alimentos

Se entiende por análisis elemental, básico o proximal a la determinación de un grupo de sustancias estrechamente emparentadas por los métodos que buscan investigar una serie de elementos, en algunos casos, de forma genérica, por eso se suele emplear el término “bruto” o general para indicar que lo que se determina no son compuestos individuales, sino conjuntos de sustancias más o menos próximas estructural o funcionalmente. (Insuasti, 2013)

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

El enfoque de la investigación es cuantitativo, ya que se enfocó a la recolección de datos, realizando el análisis causa-efecto entre las variables evaluadas, utilizando un análisis estadístico que permitió aprobar o refutar la hipótesis planteada, reportando resultados experimentales reales en la obtención de harina precocida de Oca para la elaboración de pan blanco.

3.1.2. Tipo de Investigación

La investigación es de tipo experimental por lo que se utilizaron formulaciones combinadas para lograr obtener la formulación idónea para elaborar pan, también se obtuvieron datos numéricos con los cuales se logró establecer la relación causa-efecto de las variables estudiadas, ya que se sustituyó parcialmente la harina de trigo por la harina precocida de Oca, para poder establecer la mejor formulación.

3.2. HIPÓTESIS

Hipótesis nula H_0 : No es factible la sustitución parcial de harina de trigo por harina precocida de Oca en la elaboración de pan blanco.

Hipótesis alternativa H_1 : Es factible la sustitución parcial de harina de trigo por harina precocida de Oca en la elaboración de pan blanco.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable Independiente (VI): Sustitución parcial de harina de trigo por harina precocida de Oca.

Variable Dependiente (VD): Características fisicoquímicas y sensoriales del pan blanco.

3.3.1 Definición de variables

VI Sustitución parcial de harina de trigo por harina precocida de Oca: Diferentes formulaciones diseñadas con harina de trigo (90 %, 85 %, 80 % y 75 %) y harina precocida de Oca (10 %, 15 %, 20 % y 25 %), esta harina fue sometida un tratamiento térmico previo a su molienda.

VD Características fisicoquímicas y sensoriales del pan blanco: Se evaluaron los parámetros de pH, acidez, volumen específico, contenido de proteína, humedad, grasa, cenizas, carbohidratos y fibra cruda. Además, se considera que un buen pan debe tener una corteza crujiente, de miga color blanco cremosa, de olor apetitoso y con buena conservación, por tal motivo se evaluó sensorialmente atributos como color, olor, sabor y textura del pan blanco.

3.3.2. Operacionalización de variable

En la Tabla 3 se detalla la operacionalización de variables que se utilizaron en la presente investigación.

Tabla 3. Operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicador	Técnica	Instrumento
VI: Sustitución parcial de harina de trigo por harina precocida a partir de Oca .	Tratamientos	T1: 10 %	Gravimetría	Hojas de registro de los datos. Instrumentos de laboratorio
		T2: 15 %		
		T3: 20 %		
		T4:25 %		
VD: Características físico químicas y sensoriales del pan blanco.	Análisis fisicoquímico	-pH	Potenciómetro	Hojas de registro de los datos
		-Proteína	AOAC 981.10	
		-Cenizas	AOAC 923.03	Instrumentos de laboratorio.
		-Fibra cruda	PEARSON	
		-Humedad	AOAC 925.10	
		-Grasas	AOAC 991.36	
	-Carbohidratos	Cálculo		
Análisis sensorial del pan blanco	-Sabor -Olor -Color -Textura	-Panel de catadores semi entrenados y no entrenados	Hojas de evaluación sensorial.	

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Métodos específicos de manejo de experimento

3.4.1.1. Proceso de obtención de harina precocida de Oca

Descripción del proceso de obtención de Harina de Oca

- **Recepción de materia prima:** la Oca como materia prima de esta investigación se obtuvo del caserío “Guamag Alto” ubicado en el sur oeste de la ciudad de Tulcán.
- **Selección y limpieza:** se seleccionaron las Ocas frescas de acuerdo a su color amarillo pálido y se desecharon las ocas que tenían golpes o cualquier tipo de anomalías; se lavaron con agua corriente hasta eliminarles todas las impurezas y se las colocó en un cernidor hasta que se escurriera toda el agua.
- **Desinfección:** una vez que las ocas pasaron por el proceso de selección y limpieza se realizó la desinfección utilizando una solución de hipoclorito de Sodio a 70 ppm (70 mg/L)
- **Troceado y precocción:** luego de la desinfección de las ocas, se procedió a trocearlas con una laminadora obteniendo hojuelas de oca de aproximadamente 2 mm y se las sometió a un tratamiento térmico en una olla de acero inoxidable a 80 °C por un lapso de 20 minutos para lograr gelatinizar el almidón que poseen, luego se las colocó en un cernidor para eliminar toda el agua.
- **Secado:** a la oca precocida se la sometió a un proceso de secado en estufa Ecocell B070027 a 60 °C durante 20 horas.
- **Molienda:** una vez que la oca cumplió con el tiempo y la temperatura de secado se realizó la molienda en un procesador de alimentos marca Imusa a una potencia de 650 kW.
- **Tamizado:** el resultado de la molienda se tamizó en una torre de tamices seleccionando la fracción 60-80 mesh, con el fin de separar las impurezas y materiales extraños de la harina.
- **Empacado:** la harina que se obtuvo del tamizado se envasó en fundas plásticas evitando que la misma tuviera contacto con el ambiente para evitar la absorción de agua del medio ambiente.
- **Almacenado:** se almacenó en un lugar fresco y seco a una temperatura de 20 y 27 °C.

En la Figura 1 se muestra el diagrama de flujo de la obtención de harina precocida de Oca.

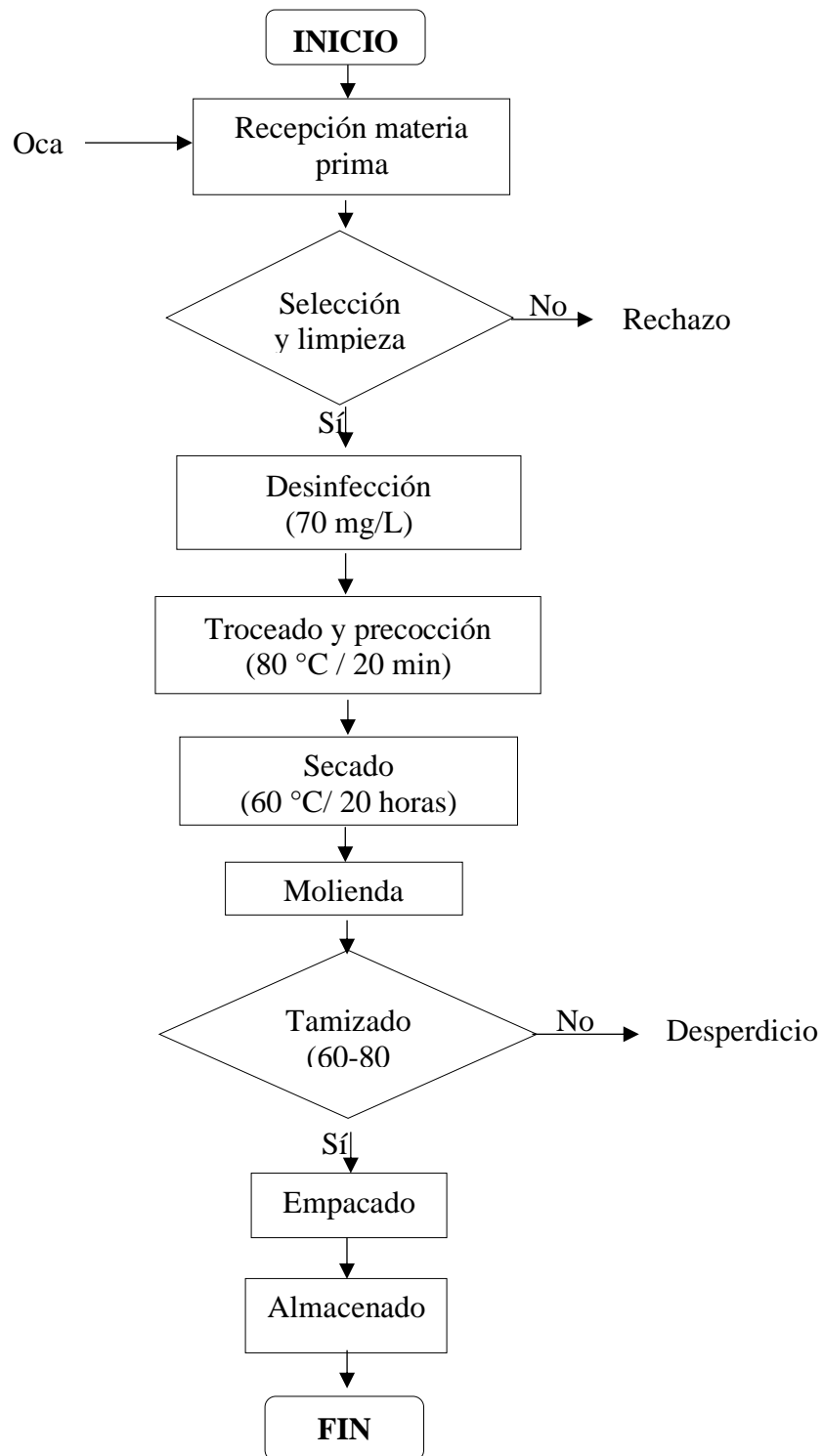


Figura 1. Diagrama de flujo de elaboración de la harina precocida

Equipos y utensilios para la obtención de harina pre cocida de Oca

Equipos

- Procesador de alimentos marca IMUSA
- Estufa marca Ecocell B070027

- Termómetro de alcohol
- Balanza marca BOECO Germany d=0,01g
- Cocina marca Indurama

Utensilios

- Ollas de acero inoxidable
- Cuchillos
- Recipientes
- Papel aluminio

3.4.1.2. Proceso de elaboración de Pan

3.4.1.2.1. Formulaciones

En la elaboración de pan blanco se establecieron diferentes formulaciones tomando como referencia las proporciones indicadas por Poquioma (2016) quien elaboró pan francés con la sustitución de harina de oca y cuyas formulaciones se detallan a continuación en la Tabla 4:

Tabla 4. *Formulaciones*

Tratamientos	Harina precocida de Oca %	Harina de trigo %
T1	10	90
T2	15	85
T3	20	80
T4	25	75

Fuente: Poquioma (2016)

Materia prima

La materia prima que se utilizó para la elaboración del pan se describe en la Tabla 5 en la cual se detallan los porcentajes de los ingredientes que se emplearon para la elaboración de pan blanco.

Tabla 5. *Composición porcentual de las materias primas empleadas en los tratamientos*

Ingredientes	T1	T2	T3	T4
Harina de oca	5,26	7,46	9,68	11,77
Harina de trigo	47,33	42,25	38,71	35,36
Huevo	5,79	5,47	5,33	5,19
Mantequilla	17,39	16,43	16,00	15,58
Levadura	1,64	1,55	1,51	1,47
Sal	1,10	1,04	1,01	0,98
Azúcar	2,18	2,06	2,01	1,95
Agua	19,32	23,74	25,77	27,69

Especificaciones de la materia prima

La materia prima que se empleó para la elaboración de pan blanco fueron elegidas de acuerdo a la normativa vigente en el país, como se describe en la Tabla 6 que contiene la información sobre las especificaciones de la materia prima empleada.

Tabla 6. *Especificaciones de la materia prima para la elaboración de pan blanco*

Materia prima	Proveedor	Contacto	Normativa
Harina	Molino “San Luis”	(06) 301-1604	NTE INEN 616
Mantequilla	Bonella	1800-131300	NTE INEN 276
Levadura	Levapan	(02) 2464 861	
Sal	Crisal	5000-666	NTE INEN 0057
Azúcar	Tababuela	(06) 2998100	NTE INEN 259
Agua	Astrea	(06) 2987133	NTE INEN 2200

3.4.1.2.2. Descripción del proceso de elaboración de Pan blanco

Las etapas utilizadas en el proceso de elaboración de pan fueron: amasado, división, boleado, formado, fermentación, reposo y horneado.

- **Recepción de materia prima:** la materia prima que se receiptó cumplió con los parámetros establecidos en la normativa vigente en el país como se describe en la Tabla 6.
- **Pesaje:** se procedió a realizar los cálculos de los ingredientes de acuerdo a los porcentajes descritos en la Tabla 5.
- **Amasado:** se formó una circunferencia con la harina en una superficie lisa y se colocaron todos los ingredientes y se mezcló homogéneamente hasta formar una masa flexible y elástica, lo cual se consiguió en aproximadamente 20 minutos.
- **Primera fermentación:** Se dejó la masa en reposo durante 5 minutos a temperatura ambiente.
- **División y boleado:** se cortó y pesó la masa (50 g), luego se formaron bolas con la masa es decir se boleó la masa formado el pan, luego se colocaron los panes formados en latas previamente engrasadas con mantequilla.
- **Segunda Fermentación:** una vez realizado el boleado se deja reposar nuevamente hasta doblar el volumen, esto se consiguió aproximadamente en 50 minutos a un rango de 50-60 °C.

- **Cocción - horneado:** luego de que se fermentó la masa, se introdujeron las latas en un horno marca Andino Elite previamente calentado hasta que ésta se infló hasta alcanzar los 55 °C internamente y se formó la miga, a medida que aumentó la temperatura, la corteza se endureció y el pan adquirió un tono dorado.
- **Enfriado:** se dejó enfriar a temperatura ambiente de 18 °C aproximadamente en bandejas de aluminio para proceder a empacar.
- **Empacado:** se empacó el pan en fundas plásticas evitando que se absorba agua del ambiente.
- **Almacenado:** se almacenó en un lugar fresco y seco.

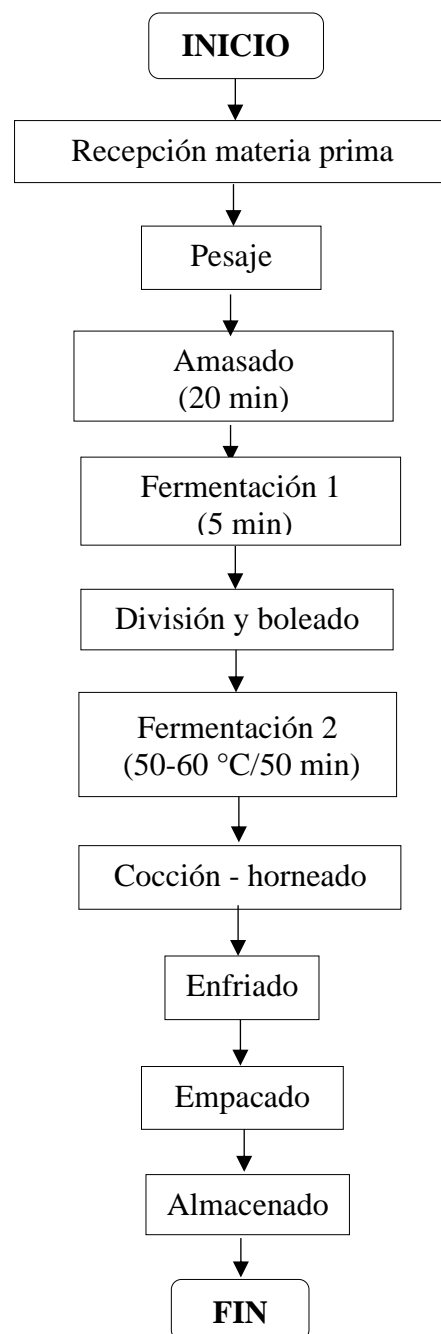


Figura 2. Diagrama de flujo de elaboración de pan

Equipos y utensilios para la elaboración de pan blanco

Equipos

- Horno a gas marca Andino Elite de dos latas
- Balanza marca BOECO Germany d=0,01g
- Termómetro de alcohol
- Vaso de precipitación 250 ml marca Germany
- Probeta de 250 ml marca Germany

Utensilios

- Recipientes
- Cucharas de acero inoxidable
- Hornilla

3.4.1.3. Análisis sensorial del pan

En el análisis sensorial se realizó en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi contando con la presencia de un panel de 12 evaluadores semi entrenados en su primera etapa, aplicando una prueba de preferencia con una escala hedónica: distribuidos de la siguiente manera, 1: me disgusta mucho, 2: me disgusta poco, 3: no me gusta ni me disgusta, 4: me gusta poco y 5: me gusta mucho, evaluando atributos sensoriales como color, olor, sabor y textura; y en su segunda etapa, se realizó con un panel de 56 evaluadores no entrenados mediante una prueba de aceptación cuyo objetivo fue definir el grado de aceptación del producto por parte del consumidor. (Ver anexo 3 y anexo 4)

3.4.1.4. Determinación del volumen específico del pan

Este parámetro fue medido empleando una modificación del método 10-05 de la AACC (2000) propuesta por Lainez (2006) el cual consistió en determinar el volumen del pan por medio del desplazamiento de semillas de linaza en un recipiente cilíndrico (vaso de precipitación con un diámetro de 9,8) el método es el siguiente:

En el cilindro vacío se introducen las semillas y se marca la altura alcanzada, luego se vacía el cilindro colocando las semillas en otro recipiente. Posteriormente se introduce la unidad de pan al cilindro, se colocan nuevamente todas las semillas y se mide la distancia de desplazamiento de las mismas a partir de las marcas. Finalmente se aplica la siguiente ecuación.

$$V = \pi \times r^2 \times D$$

Donde:

V= volumen del pan en centímetros cúbicos.

r= radio del cilindro (cm)

D= distancia desplazada desde la marca.

Por otra parte, se pesa la unidad de pan. El volumen específico se determina mediante la división del volumen (cm³) obtenido entre el peso (g) de la unidad de pan. Esta prueba se hizo por triplicado.

3.4.1.5. Determinación de pH

Se determinó con la finalidad de evaluar el rango de acidez o alcalinidad y establecer si el pan con harina de Oca se encuentra dentro de los parámetros que establece la norma NTE INEN 95: 1979.

Para determinar este parámetro se emplearon los siguientes equipos y materiales con el respectivo procedimiento:

Materiales y equipos de laboratorio.

- Vasos de precipitación de 100 ml
- Agitador magnético
- Embudos de vidrio
- Trípode
- Papel filtro
- Potenciómetro

Procedimiento para determinar pH.

- a. Se pesó 10 g de muestra (miga).
- b. Se midió 100 mL de agua destilada.

c. En un vaso de precipitación se adicionó el agua destilada y la miga, colocar en el agitador magnético por 5 minutos para homogenizar la muestra.

d. Se filtró la solución, medir y reportar el pH.

3.4.1.6. Determinación de gluten

La determinación de gluten se lo realizó mediante (INEN, 1980) utilizando la siguiente metodología:

Procedimiento

La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

1. Se pesó con aproximación al 0,01 g, aproximadamente 10 g de muestra preparada y verter cuidadosamente en el mortero de porcelana o de metal esmaltado.
2. Se agregó gota a gota 5,5 cm³ de la solución de cloruro de Sodio, remover continuamente la harina con la espátula, comprimir la mezcla con la espátula, cuidando de no perder nada de harina y formar una bola de masa. La masa adherida a la pared del mortero añadir a la bola de masa.
3. Para homogeneizar la masa, se la enrolló con la palma de la mano sobre la placa de vidrio deslustrada, hasta que tuvo una longitud de 7 a 8 cm, luego se le volvió a dar forma de bola y se repitió el amasado de la misma manera 5 veces. La mano que efectúa la homogenización debe estar revestida de un guante de caucho, con el fin de proteger la masa del calor y de la transpiración.
4. Lavado a mano, se dejó caer un ligero chorro de agua (el que debe estar a la temperatura ambiente) sobre la bola de masa formada y que se encontraba en la palma de la mano. El ritmo del goteo fue de aproximadamente 0,75 litros de agua que se desaguó en 8 minutos. Durante este tiempo se prensó alternativamente la masa y se la retira siete veces, de forma que se partió en dos trozos que se juntaron enseguida. La duración del lavado depende del contenido de la masa en gluten; sin embargo, debe ser aproximadamente la misma siempre y no rebasar 8 minutos, si es posible.
5. Lavado con el extractor de gluten, se colocó la bola de masa sobre la gasa de seda, ligeramente tensa, del extractor. Se mojó la masa con un ligero chorro de agua y se

colocó en su sitio el disco excéntrico. El lavado duró 10 minutos tiempo en el cual se gastó aproximadamente unos 400 cm³ del chorro de agua.

6. Al lavado mecánico del gluten le siguió un lavado a mano, cuya duración, en general, no excedió 2 minutos. Se consideró terminada la extracción del gluten cuando el agua del lavado no llevó almidón, lo que se comprobó usando la solución 0,001 N de yodo.
7. Se desprendió de la bola de gluten la mayor parte de la solución de lavado adherente, se tomó a ésta con la punta de los dedos de la mano y se sacudió 3 veces brevemente con fuerza. Luego se estiró suavemente el gluten en lámina delgada, manteniéndolo entre los dedos, se llevó a la prensa y se la cerró. Se abrió a los cinco segundos, llevando la lámina del gluten a sitio seco sin deformarla. Se prensó nuevamente, realizando esta operación 15 veces, secando bien la superficie de vidrio después de cada prensado.
8. Se pesó el gluten con aproximación al 0,01 g.

Determinación del gluten seco

Procedimiento.

1. La bola de gluten, obtenida según 8, se introdujo en la estufa a $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$; y se dejó por un tiempo de 24 horas, luego se dejó enfriar en desecador y se pesó.
2. Se repitió el calentamiento por períodos de 2 horas, enfriando y pesando, hasta que no hubo disminución de la masa. Este valor correspondió al gluten seco.

3.4.2. Metodología de análisis fisicoquímico y nutricional de la harina y el pan

El análisis nutricional tanto de la harina y del pan se los realizó en el laboratorio acreditado OSP de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador.

3.4.2.1. Humedad

Se secó en Estufa de aire marca Memmert, modelo M 400 a $130 \pm 3^{\circ}\text{C}$ por una hora. Referencia AOAC, "Official Methods of Analysis" 18 th Edition, MÉTODO OFICIAL AOAC 925.10. Sólidos Totales y humedad en harinas, Método de estufa de aire.

3.4.2.2. Cenizas

Se secó en la mufla marca Barnstead Thermolyne, mod. F6010 a 550°C aproximadamente 1 hora. Referencia AOAC "Official Methods of Analysis", 18 th Edition MÉTODO OFICIAL AOAC 923, 03 Cenizas en Harinas. Método directo.

3.4.2.3. Proteína bruta. (AOAC 981.10)

La determinación de la proteína bruta se realizó por el método Kjeldahl que consiste en tres etapas (García y Fernández, sf):

Procedimiento:

a) Digestión: En primer lugar, se pesó aproximadamente 0,5 g de muestra seca en un papel libre de nitrógeno, en una balanza analítica "Mettler Toledo" 204 máx 220 g, d=0,1 mg, y se lo transfirió a los tubos de vidrio para digestión de 250 mL (m). Después, se colocaron dos núcleos de ebullición en cada tubo de digestión, 2 pastillas catalizadoras Kjeldahl Velp Scientifica (3,5 g K₂SO₄; 0,105 g CuSO₄.5H₂O; 0,105 g TiO₂) y 20 mL de ácido sulfúrico concentrado "Fisher" al 96 % grado analítico. Luego, se colocaron los tubos en el equipo de digestión, "VELP Scientifica DK6" previamente calentado a 420 °C por 1 hora. Una vez transcurrido el tiempo, se dejaron enfriar los tubos por 10 minutos y se colocaron 100 mL de agua destilada tipo II.

b) Destilación: Se transfirió el contenido de los tubos a los balones de destilación de 500 mL y se agregaron, lentamente, 100 mL de solución de hidróxido de sodio al 40 % p/v, preparada a partir de 400 g de hidróxido de sodio grado analítico marca J.T Baker aforados a 1000 mL con agua destilada tipo II. Después, se agregaron 25 mL de solución de ácido bórico al 4 %, preparada a partir de 10 g de ácido bórico grado analítico de marca Fisher, disueltos en agua caliente y aforados a 250 mL con agua destilada tipo II; luego, se colocaron 5 gotas del indicador de Tashiro, compuesto de 100 mg de rojo de metilo y de verde de bromocresol disueltos en 100 mL de metanol en proporción 2:1, en los erlenmeyeres, y se procedió a armar el equipo de destilación. Por último, se destilaron las muestras durante 25 minutos, hasta que el indicador vire de color rojo a verde.

c) Titulación: Primero, se preparó una solución de ácido clorhídrico 0,1 N (M) a partir de 8,23 mL de ácido clorhídrico concentrado al 37 %, grado analítico, marca Fisher, aforados a 1000 mL con agua destilada tipo II. Luego, se valoró la solución con un estándar primario de carbonato de sodio, grado analítico marca Fisher. Después, se colocaron 25 mL de la solución

ácida en una bureta y se procedió a titular el contenido de los erlenmeyers, hasta que el indicador vire de color verde a lila (VA).

3.4.2.4. Grasa

Se sometió a hidrólisis la muestra en elernmeyer de 250 mL a temperatura de ebullición añadiendo 100 mL de HCl 6N y núcleos de ebullición por una hora. Referencia AOAC, "Official Methods of Analysis", 18th Edition, MÉTODO OFICIAL AOAC 991.36 Grasa (cruda). Método de Extracción por solvente (Submersión).

3.4.2.5. Carbohidratos

La determinación del contenido de carbohidratos presentes tanto en la harina y el pan se la realizó mediante cálculo.

3.4.2.6. Fibra cruda

Según (FAO, 1993) la determinación de fibra cruda se realiza de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Se pesó con aproximación de miligramos de 2 a 3 gramos de la muestra desengrasada y seca. Colocando en el matraz y adicione 200 mL de la solución de ácido sulfúrico en ebullición.
2. Se colocó el condensador y lleve a ebullición en un minuto; de ser necesario adicionando antiespumante. Dejando hervir exactamente por 30 min, manteniendo constante el volumen con agua destilada y moviendo periódicamente el matraz para remover las partículas adheridas a las paredes.
3. Se instaló el embudo Buchner con el papel filtro y se precalentó con agua hirviendo. Simultáneamente y al término del tiempo de ebullición, se retiró el matraz, dejándolo reposar por un minuto y filtrando cuidadosamente usando succión; la filtración se realizó en menos de 10 min. Se lavó el papel filtro con agua hirviendo.
4. Se transfirió el residuo al matraz con ayuda de una piceta conteniendo 200 mL de solución de NaOH en ebullición y dejando hervir por 30 min como en paso 2.
5. Se precalentó el crisol de filtración con agua hirviendo y se filtró cuidadosamente después de dejar reposar el hidrolizado por 1 min.

6. Se lavó el residuo con agua hirviendo, con la solución de HCl y nuevamente con agua hirviendo, para terminar con tres lavados con éter de petróleo. Colocando el crisol en el horno a 105°C por 12 horas y enfriando en desecador.

7. Se pesó rápidamente los crisoles con el residuo (no los manipule) y se colocó en la mufla a 550°C por 3 horas, dejándolos enfriar en un desecador y pesándolos nuevamente.

Uno de los problemas más frecuentes durante la evaluación de la fibra cruda es la oclusión de los filtros, por lo que en algunos casos se recomienda sustituir el papel (paso 4 del método) por una pieza de tela de algodón. Para evitar la saturación del crisol de filtración (paso 6) colóquelo ligeramente inclinado y agregue muy lentamente el material a filtrar, de manera que gradualmente se vaya cubriendo la superficie filtrante.

Con el uso los crisoles de filtración tienden a taparse. Para su limpieza calcínelos a 500°C y hágalos pasar agua en sentido inverso. Cuando se han tapado con partículas minerales, prepare una solución que contenga 20 % KOH, 5 % de Na₃PO₄ y 0.5 % de EDTA sal sódica, caliéntela y hágala pasar por el crisol en sentido inverso. Este tratamiento erosiona al filtro de vidrio.

3.4.3. Análisis Estadístico

El modelo estadístico que se utilizó para el desarrollo del proyecto de investigación fue ANOVA de un solo factor, con una prueba paramétrica y la comparación de TUKEY, teniendo una significancia de 95 % de confiabilidad. Para realizar este análisis se utilizó un paquete estadístico denominado Minitab versión 2018.

3.4.4. Análisis microbiológico

El análisis microbiológico se realizó mediante la utilización de Placas Petrifilm 3M para determinación de Coliformes, mohos y levaduras, este análisis se lo realizó en el laboratorio 204 de microbiología de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, siguiendo parámetros de la norma técnica colombiana NTC 1369 requisitos para pan.

3.5. RECURSOS

Para realizar la investigación se utilizaron los siguientes recursos:

Institucionales: Los recursos institucionales que se utilizaron en la investigación fueron los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi en los cuales se procesó la harina y se elaboró el pan blanco.

Materiales: Los recursos materiales que se emplearon en la investigación fueron: las ocas como la materia prima para la investigación, así mismo se utilizaron recipientes, materiales de laboratorio y hojas para efectuar las anotaciones de los datos que se obtuvieron.

Económicos: Para la realización de la presente investigación no se contó con ningún tipo de financiación ya que todos los recursos fueron propios de la investigadora.

Tecnológicos: Se utilizó un computador en el cual se registraron los obtenidos durante la investigación y así mismo se la utilizo para la aplicación del análisis estadístico y la elaboración del informe final. De la misma manera se emplearon equipos tecnológicos de laboratorio.

Humanos: Los recursos humanos que se utilizaron en esta investigación fueron todas las personas que intervinieron en la misma como: el estudiante que realizó la investigación, personal de laboratorio, los docentes que se encargaron de orientar y solventar las dudas del estudiante investigador.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

Los resultados que se obtuvieron en la investigación realizada se describen a continuación:

4.1.1. Rendimiento de la harina precocida de oca

El rendimiento calculado para la harina precocidad de oca fue de 50,20 %. (Ver anexo 6)

4.1.2. Análisis fisicoquímico de la harina precocida de oca

Del análisis fisicoquímico que se realizó a la harina precocida de Oca (*Oxalis tuberosa*), se obtuvieron los resultados que se indican en la Figura 3, en la cual se establece un porcentaje de 3,9 % de proteína; 7,89 % humedad, 85,83 % carbohidratos; 11,6 % fibra; 1,82 % cenizas y grasa el 0,56 %.

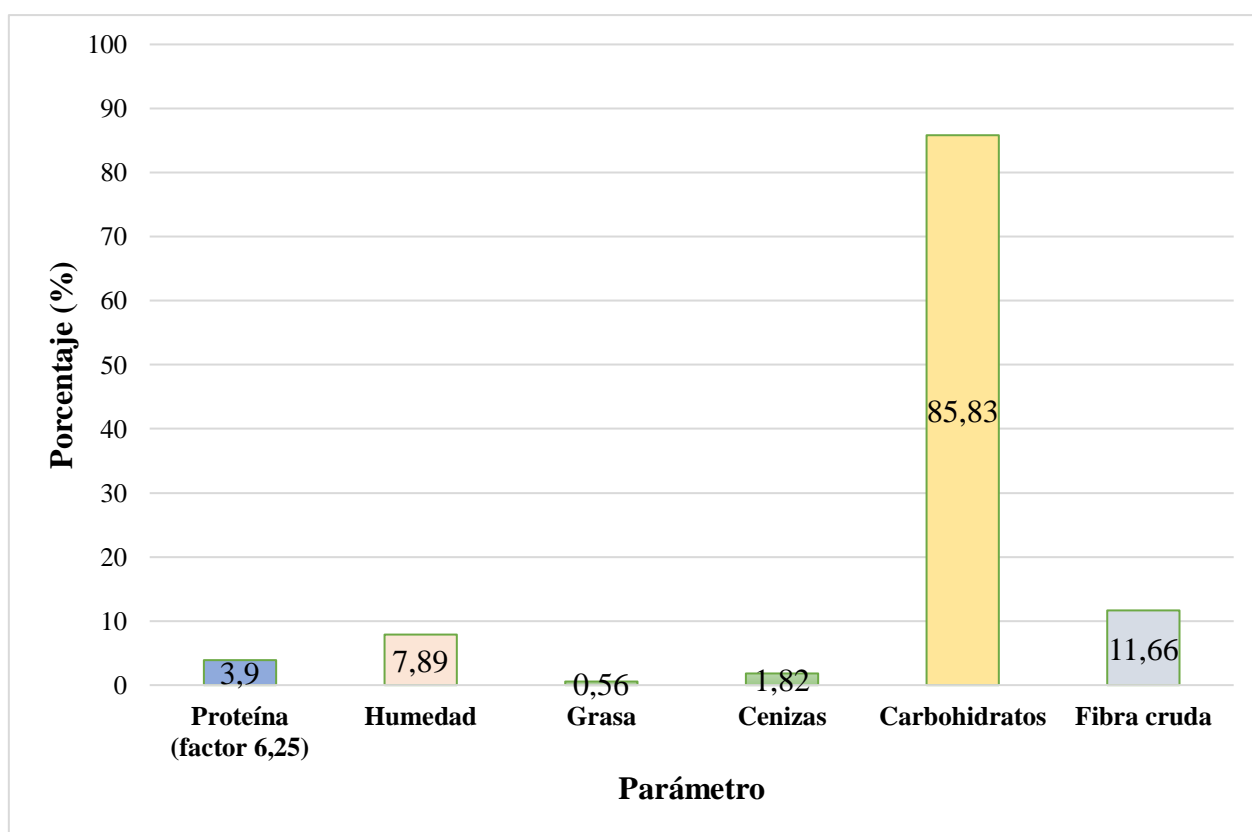


Figura 3. Composición nutricional de la harina de Oca.

4.1.3. Contenido de gluten de las mezclas de harinas de trigo y oca

El contenido de gluten de las mezclas de la harina precocida de oca y trigo arrojó un valor máximo de 5,14 % y un valor mínimo de 4,32 %, valores que indican un contenido bajo de

gluten de acuerdo a la normativa técnica ecuatoriana NTE INEN 529: Determinación del gluten (INEN, 1980), por lo cual se establece que mientras mayor sea la sustitución de la harina de oca menor será el contenido de gluten como se evidencia en la Tabla 7.

Tabla 7. *Contenido de gluten para las diferentes mezclas de harina precocida de Oca*

Tratamiento	R1	R2	\bar{X}	Gluten seco (%)	Descripción
T1	1,25	1,32	1,29	5,14	Bajo
T2	1,1	1,26	1,18	4,72	Bajo
T3	1	1,24	1,12	4,48	Bajo
T4	1,16	1	1,08	4,32	Bajo

4.1.4. Análisis fisicoquímico y nutricional del pan blanco

En los resultados que se presentan a continuación se establece una comparación de los parámetros proteína, humedad, grasas, cenizas, carbohidratos y fibra cruda entre los tratamientos codificados como T1, T2, T3 y T4 que representan las formulaciones con las cuales se elaboró el pan.

4.1.4.1. Contenido de proteína

El contenido de proteína en los productos de los diferentes tratamientos presentó un valor máximo de 9,57 % para el tratamiento 1 y un valor mínimo de 9,06 % para el tratamiento 3, como se muestra en la Figura 4.

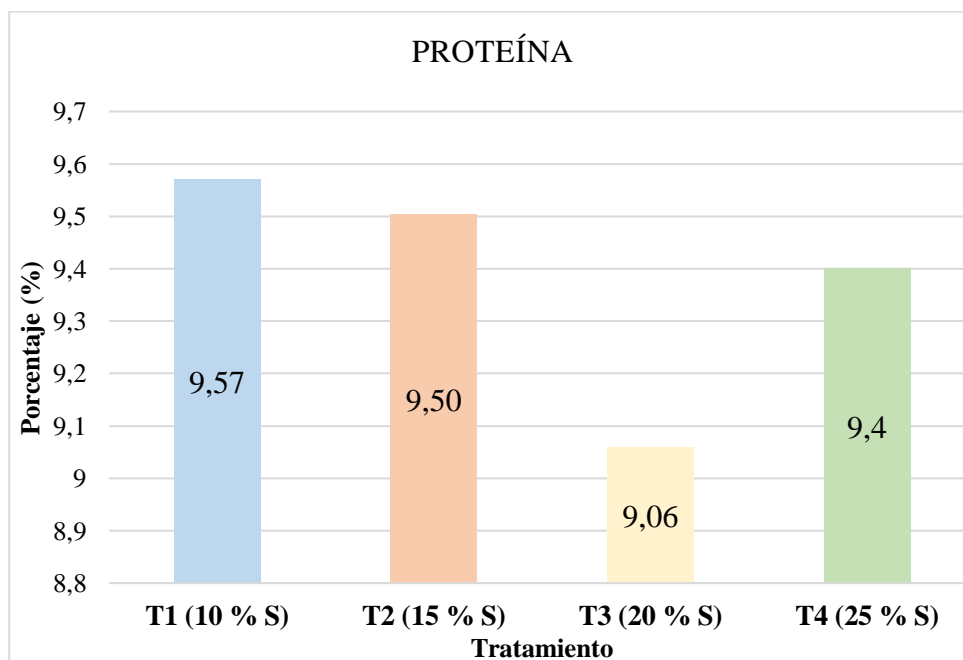


Figura 4. Contenido de proteína de los tratamientos diseñados

4.1.4.2. Contenido de humedad

Los porcentajes de humedad que presentaron los tratamientos se encuentran dentro del rango establecido (45 % de humedad) para pan común en la normativa nacional vigente (INEN, 2945) mostrando un valor máximo de 22,61 % para el tratamiento 3 y un valor mínimo de 16 % para el tratamiento 1, como se representa en la Figura 5.

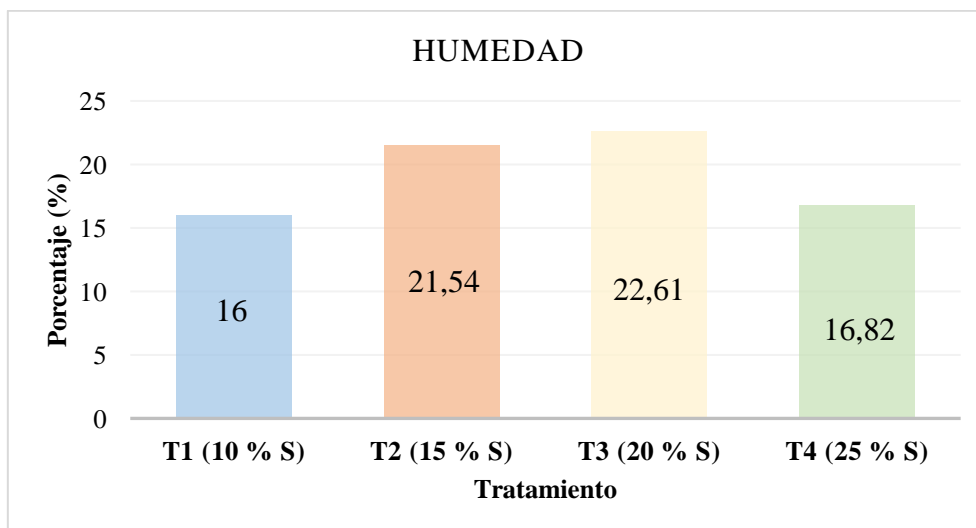


Figura 5. Contenido de humedad de los tratamientos diseñados

4.1.4.3. Contenido de grasa

En el contenido de grasa que se muestra en la Figura 6 se evidencia un valor máximo para el tratamiento 1 (10 % de sustitución) con 20,33 % y un valor mínimo para el tratamiento 3 (20 % de sustitución) con 15,51 %.

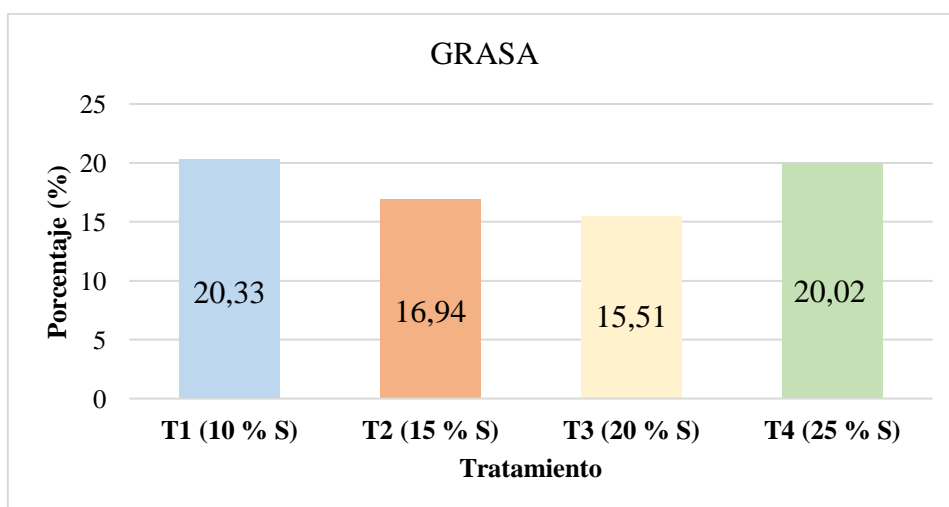


Figura 6. Contenido de grasa de los tratamientos diseñados

4.1.4.4. Contenido de cenizas

El contenido de cenizas que presentaron los tratamientos de pan blanco fueron iguales entre los tratamientos T2 y T3 con un valor de 2,38 % siendo este el máximo y con valor mínimo del T1 de 1,83 % como se muestra en la Figura 7.

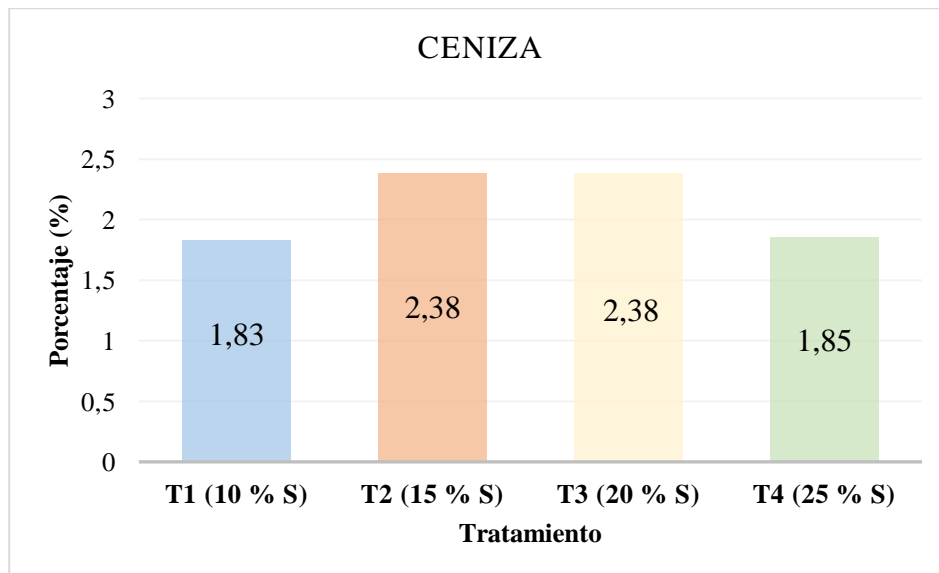


Figura 7. Contenido de cenizas de los tratamientos diseñados

4.1.4.5. Contenido de carbohidratos

Los porcentajes de carbohidratos que se determinaron mediante cálculo en los diferentes tratamientos de pan, se muestran en la Figura 8 teniendo un valor máximo de 52,27 % para T1 y un valor mínimo de 49,63 % para T2.

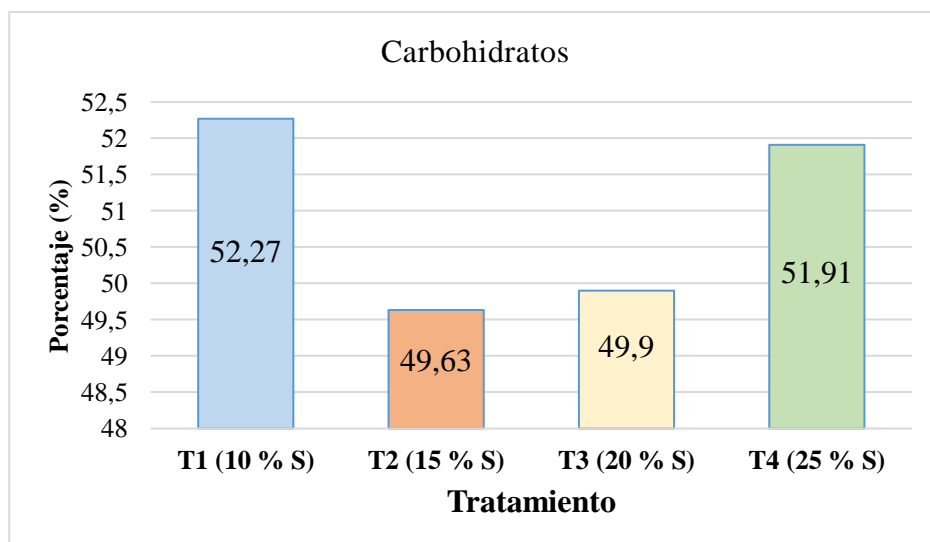


Figura 8. Contenido de carbohidratos de los tratamientos diseñados

4.1.4.6. Contenido de Fibra cruda

El contenido máximo de fibra cruda reportado para el T3 fue 9,31 % y el valor mínimo fue para el T4 7,75 % como lo muestra la Figura 9.

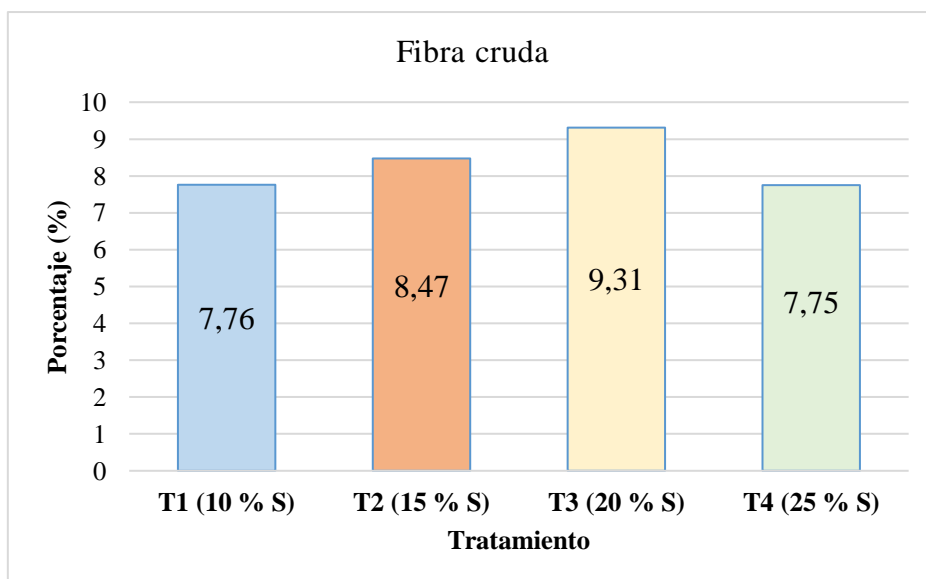


Figura 9. Contenido de fibra cruda de los tratamientos diseñados

4.1.4.7. pH

En la Tabla 8, se describe el valor de pH que presentó cada uno de los tratamientos de pan blanco y la harina precocida de oca.

Tabla 8. pH de los tratamientos de pan blanco y harina precocida de oca.

Tratamiento	pH
T1	5,571±0,203
T2	5,631±0,091
T3	5,822±0,0605
T4	5,918±0,048
Harina de Oca	6,531±0,043

4.1.4.8. Volumen específico del pan blanco

El volumen específico calculado demostró que el valor aumenta de acuerdo al contenido de sustitución, es decir, el volumen específico es directamente proporcional al porcentaje de sustitución, denotando que la sustitución de harina precocida de oca en la elaboración de pan común ayuda a que el volumen aumente gracias a la gelatinización de almidones al momento de la precocción del tubérculo. En la Tabla 10 se detalla el volumen específico que se calculó para cada tratamiento de pan blanco con su respectiva desviación estándar (\pm).

Tabla 9. *Volumen específico del pan*

Tratamiento	Volumen (cm ³ /g)
T1	3,661±0,39
T2	3,829±0,13
T3	3,985±0,36
T4	4,081±0,15

4.1.5. Evaluación sensorial del pan blanco

La evaluación sensorial se realizó en dos etapas, la primera consistió en someter a los 5 tratamientos a una evaluación sensorial en la que participaron 12 jueces con conocimientos en evaluación sensorial, de la cual se obtuvieron los dos mejores tratamientos, los cuales fueron sometidos a una evaluación sensorial de aceptación realizada con 56 jueces no entrenados (consumidores). A continuación, se detalla los resultados obtenidos en las evaluaciones sensoriales:

4.1.5.1. Evaluación sensorial primera etapa

En cuanto a los atributos color, olor, sabor y textura del pan blanco en base a los valores de p calculados (Ver anexo 4), se establece que los tratamientos no presentan una diferencia estadística significativa, lo cual se evidencia en los valores que se detallan en la Tabla 10. Cabe destacar que en base a las medias calculadas se determinaron los dos mejores tratamientos que fueron T2 (15 % de sustitución) con valores más altos en cuanto a los cuatro atributos evaluados, seguido de T1 (10 % de sustitución) que presenta valores menores en cuanto a los atributos de color, sabor y textura.

Tabla 10. *Evaluación sensorial primera etapa*

Atributo	T1	T2	T3	T4
Color	3,083±1,08 ^a	3,250±1,422 ^a	2,667±1,155 ^a	3,083±1,676 ^a
Olor	3,000±1,044 ^a	3,417±1,084 ^a	3,250±0,965 ^a	3,250±0,965 ^a
Sabor	3,417±1,165 ^a	3,833±1,403 ^a	3,083±1,165 ^a	2,500±1,243 ^a
Textura	3,222±1,106 ^a	3,361±1,058 ^a	2,750±0,986 ^a	3,111±0,557 ^a

Nota: los valores presentados en esta tabla corresponden al análisis estadístico realizado en la primera etapa del análisis sensorial mostrando los promedios con su respectiva desviación estándar (\pm). Las codificaciones de T1, T2, ..., Tn corresponden a los tratamientos utilizados para la elaboración del pan blanco. Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes (a), con un nivel de confianza de ($p < 0,05$).

*0,05 nivel de significancia

4.1.5.2. Evaluación sensorial segunda etapa

Después del análisis estadístico de la primera etapa del cual se obtuvo que los tratamientos más aceptados por los jueces fueron el T2 seguido de T1 se realizó una prueba de aceptación general para los dos tratamientos más aceptados contando con 56 jueces no entrenados que reportaron que el T1 y T2 no son tratamientos estadísticamente diferentes ya que el valor de $p=0,407$ (ver anexo 5), así mismo se determinó que el T2 con 15 % de sustitución de harina de trigo por harina precocida de oca fue el más aceptado por los jueces como se lo demuestra en la Figura 10.

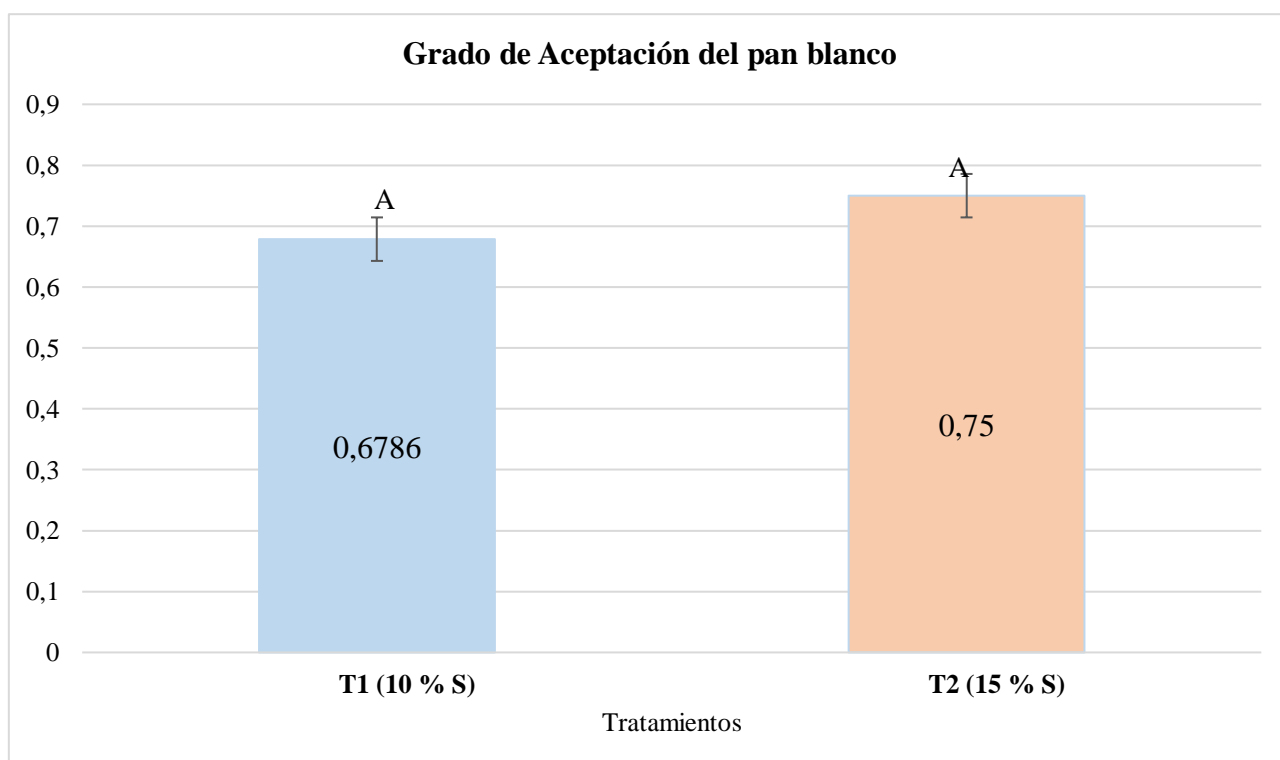


Figura 10. Análisis sensorial segunda etapa

4.1.6. Análisis microbiológico

El tratamiento de pan blanco más aceptado por los jueces T2 (15 % de sustitución) se sometió al análisis microbiológico cuyos resultados se detallan en la Tabla 12, en cuanto a Mohos y Levaduras se obtuvieron valores de <10 UFC/g respectivamente, valores que se encuentran dentro de lo que establece la Norma Técnica Colombiana (2006) requisitos generales para pan, para Coliformes totales presentó <10 UFC/g, valor que demuestra que el tratamiento térmico al cual fue sometido el pan no tuvo fallas y se eliminaron estos microorganismos durante este proceso.

Tabla 11. Resultados del análisis microbiológico de T2 de pan blanco

Microorganismos	Resultado (UFC/g)
Coliformes totales	<10
Mohos	<10
Levaduras	<10

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1. Análisis fisicoquímicos de la harina precocida de Oca

Los resultados del análisis fisicoquímico y nutricional de la harina precocida de Oca (*Oxalis tuberosa*) fueron comparados con valores obtenidos de investigaciones de otros tubérculos como yuca, zanahoria y papanabo. De la misma manera, los datos se compararon con la NTE INEN 1737: Harina de maíz precocida. Requisitos (INEN, 1991), debido a que es la única norma existente a nivel nacional de harinas precocidas.

La proteína de la harina precocida de Oca fue 3,9 %; en comparación a los datos reportados por Mosquera (2015) para la harina de oca sometida a un tratamiento previo de escaldado que fue de 6,62 %; estos valores se encuentran por debajo de los rangos que se establecen en la NTE INEN 1737: Harina de maíz precocida. Requisitos (INEN, 1991) que es 7 %, destacando que la diferencia entre el contenido de proteína pudiera deberse a la diferencia del tiempo de precocción y secado con los que se obtuvieron las harinas de cada investigación. Muy por el contrario, Poquioma (2016) reportó 27,56 % para la harina de oca, siendo este valor elevado en comparación con las investigaciones descritas, debido a que en esta investigación no se sometió a la materia prima (oca) a un proceso térmico previo al secado. Por otra parte, Chirán (2015) para la harina de papanabo obtuvo 11,02 % y 2,14 % fue el dato que Sánchez (2013) dio a conocer para la harina de yuca, indicando así que existe diferencia en el valor proteico de cada tipo de harina dependiendo de la materia prima utilizada y del proceso de obtención de la harina.

La humedad que presentó la harina precocida de oca fue de 7,89 %; valor similar a los reportados por Poquioma (2016) de 8,70 % y Mosquera (2015) de 9,66 %; siendo todos estos valores menores al rango máximo establecido en la NTE INEN 1737 (INEN, 1991) que es de 13,5 %. Esto les permite ser menos percibles al ataque por microorganismos y alargar la vida útil de todas estas harinas. Por otra parte, para la harina de papanabo Chirán (2015) y para la harina de yuca Sánchez (2013) obtuvieron 14,38 % y 11,18 % respectivamente, siendo estos

valores diferentes a los de la harina precocida de oca, debiéndose esto posiblemente al tiempo de secado al cual sometieron los tubérculos.

El contenido de grasa reportado por Mosquera (2015) para la harina precocida de oca fue 0,53 %; y para la harina precocida de oca el valor obtenido fue 0,56 % demostrando así, que por ser harinas precocidas de oca cuentan con valores similares. Por el contrario, Poquioma (2016) para la harina de oca sin ningún tratamiento térmico previo obtuvo un 1,6 % siendo un valor mayor a los de las harinas precocidas de oca, de la misma manera, Chirán (2015) para la harina de papanabo, obtuvo un valor de 1,02 %, siendo este un valor mayor al de la harina precocida, pero no muy exagerado, ya que los vegetales contienen un bajo contenido de grasa. Cabe destacar que todos los valores se encuentran dentro del rango establecido en la NTE INEN 1737 (INEN, 1991), ya que el valor máximo de grasa para la harina precocida es de 2 %.

El contenido de cenizas para la harina precocida de oca fue 1,82 %, Mosquera (2015) para la harina sometida a un tratamiento previo de escaldado reportó un valor de 4,86 % y Poquioma (2016) para la harina de oca obtuvo un dato de 3 %; siendo estos valores diferentes entre cada investigación y de igual manera al que se encuentra en la NTE INEN 1737 (INEN, 1991) que es 1 % de cenizas para una harina precocida, denotando que las harinas de tubérculos cuentan con valores mayores de minerales en referencia a la normativa vigente.

El contenido de fibra para la harina precocida de oca de la presente investigación fue 11,66 %; por el contrario, Poquioma (2016) para la harina de oca reportó 2 % y Mosquera (2015) obtuvo un valor de 0,61 % para la harina de oca sometida a un escaldado. Posiblemente las diferencias tan grandes que se dan entre investigaciones se deban a que los autores realizan un proceso de pelado del tubérculo eliminando una cantidad importante de fibra que la cáscara de la oca posee, denotando que la harina de la presente investigación cuenta con un alto contenido de fibra en comparación a las investigaciones descritas.

En cuanto al rendimiento de la harina se obtuvo como resultado que la harina precocida de oca presenta un rendimiento de 50,20 % valor que es diferente al reportado para la harina de trigo que tiene un rango de 70 a 71,06 % según lo indicó (Cuniberti *et al.* 2016)

El contenido de gluten que se determinó para cada mezcla de harina precocida de oca y harina de trigo demuestra que mientras mayor sea la sustitución de la harina de oca en la elaboración del pan blanco, menor será el contenido de gluten. Es decir, que el contenido de gluten va descendiendo a medida que la sustitución aumenta. Dichos valores se encuentran en un rango

bajo (4,1-6) de acuerdo a la norma INEN NTE 0529, determinación de gluten en la harina (INEN, 1980) en la cual se describe que rangos superiores a 13 % corresponden a un contenido excepcional de gluten y valores inferiores a 4 % corresponden a un contenido muy bajo de gluten. Cabe mencionar que se determinó el contenido de gluten en las mezclas, porque la harina precocida de oca no contiene gluten.

4.2.2. Análisis nutricional, fisicoquímico y microbiológico del mejor tratamiento de pan blanco

Los resultados del análisis nutricional, fisicoquímico y microbiológico que se realizaron al pan blanco elaborado a base de harina precocida de oca de la presente investigación se compararon con panes elaborados a base de materias primas de diferentes tubérculos (papanabo, yuca y zanahoria blanca) y de pan elaborado a base de masa de oca, como se describe a continuación:

De las formulaciones de pan blanco que se utilizaron para la investigación, una vez sometidas a un análisis sensorial se obtuvo que el pan blanco con la sustitución de 15 % de harina precocida de oca por harina de trigo (T2) fue el más aceptado por el panel de evaluadores con una media de $0,7500 \pm 0,4369$ en la prueba de aceptación global analizada estadísticamente.

En cuanto a la humedad para el mejor tratamiento T2 (15 % de sustitución) se reportó un valor de 16,94 %, de la misma manera 15,26 % fue el dato que Poquioma (2016) obtuvo para el mejor tratamiento de su investigación (sustitución de 10 % de harina de oca) siendo estos valores similares entre las investigaciones y que se encuentra dentro de los rangos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2945 (INEN, 2016) que establece un máximo de 45 % de humedad para pan. Por el contrario, Mora y Ruano (2012) obtuvieron una humedad de 26,82 % en su mejor tratamiento (20 % de sustitución de masa de oca), a la vez Chirán (2015) para el mejor tratamiento de pan de harina de papanabo (10 % de sustitución) obtuvo 24,85 % de humedad y Sánchez (2013) para su mejor tratamiento de pan con harina de yuca (12,5 % de sustitución) obtuvo 32,8 % de humedad, demostrando así que los panes con harina de oca tienen valores similares y los panes de otros tubérculos cuentan con valores distintos, pudiéndose deber esto a la capacidad de absorción de agua de la harina de cada investigación dependiendo del tubérculo. Cabe destacar que los valores de humedad de los panes de las diferentes investigaciones se encuentran dentro de los rangos establecidos por la normativa vigente.

El contenido de proteína del tratamiento 2 de pan blanco (15 % de sustitución) presentó un valor de 9,50 %; por el contrario, Poquioma (2016) para su mejor tratamiento (10 % de sustitución)

reportó un valor de 30,84 %, posiblemente este cambio se deba a que la harina precocida cuenta con un debilitamiento de proteína por haberse sometido a un tratamiento térmico.

En cuanto al porcentaje de grasa para el tratamiento 2 fue 16,94 % y Poquioma (2016) reportó un valor de 18,07 % siendo valores similares entre cada investigación, ya que en la elaboración del pan se utilizaron las mismas cantidades de mantequilla debido a la importancia que tienen las grasas en la industria de panificación. Así mismo, el contenido de cenizas para el T2 fue 2,38 % valor diferente al de Poquioma (2016) y Chirán (2015) que reportaron 1,33 %, y 1,22 % respectivamente, denotando que el pan con harina precocida de oca cuenta con un valor superior en cuanto a minerales.

El contenido de carbohidratos del T2 fue 49,63 %, siendo en un 15,13 % superior al valor establecido en la investigación de Poquioma (2016), convirtiéndose así en un aporte energético significativo desde el punto de vista nutricional.

En cuanto al porcentaje de fibra para el tratamiento 2 (15 % de sustitución) fue 8,47 % siendo este un valor superior a los reportados por Poquioma (2016) con 10 % de sustitución que fue 1,33 %, Chirán (2015) para el pan con 10 % de sustitución de harina de papanabo obtuvo un valor 0,80 %; denotando que la cantidad de fibra presente en el pan elaborado a base de harina precocida de oca es superior al contenido de fibra de los diferentes panes elaborados a base de harina de otros tubérculos, pudiéndose deber a que la oca cuenta con un valor alto en cuanto a fibra (32 %), por tal motivo el pan con harina precocida de oca favorecerá la digestión, previniendo el estreñimiento, regulando los niveles de colesterol en sangre manteniendo la salud del corazón (Leyva, 2018).

El pH del mejor tratamiento T2 fue de 5,6 y en la investigación de Poquioma (2016) el valor fue 5,32 que son valores óptimos para panificación que se encuentran dentro de los rangos establecidos en la normativa legal NTE INEN 2945 (INEN, 2016) que establece un rango de entre 4,3 y 7 de pH para pan común.

El volumen específico del pan blanco del mejor tratamiento fue 3,99 cm³/g, valor similar a los reportados por Mosquera (2015) para pan con harina de oca sometido a un tratamiento de escaldado que fue 4,07 cm³/g, y Cobo, Quiroz y Santacruz (2013) para pan con 10 % de sustitución de harina de zanahoria que fue 3,71 cm³/g, que denotan que el volumen específico del pan blanco elaborado con harina precocida de oca es casi similar al volumen específico de los panes elaborados con harinas de tubérculos, ya que estas harinas aportan almidones que ayudan a conseguir un volumen específico mayor dependiendo de la cantidad de sustitución.

Finalmente, en lo que se refiere al análisis microbiológico realizado al tratamiento más aceptado por los consumidores se obtuvo como resultados que a los 6 días se reportó una concentración de <10 UFC/de Coliformes totales, mohos y levaduras, coincidiendo con los datos establecidos en la investigación de Chirán (2015) que reportó que el pan de harina de papanabo tuvo una concentración de <10 UFC/g en cuanto a mohos y levaduras, valores que se encuentran dentro de los rangos establecidos de acuerdo a la norma técnica Colombiana 1369: Requisitos para pan (Norma Técnica Colombiana, 2006).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se establece que el diseño de la formulación idónea de pan blanco es 7,46 % de harina precocida de oca (*Oxalis tuberosa*), 42,25 % de harina de trigo (*Triticum*); 5,47 % de huevo; 16,43 % de mantequilla; 1,55 % de levadura; 1,04 % de sal; 2,06 % de azúcar y 23,74 % de agua, obteniendo así un pan con características sensoriales aceptables por parte de los evaluadores y cuyo contenido nutricional y microbiológico cumple con los rangos establecidos en la normativa vigente.
- Se obtuvo una harina precocida de Oca cuyas características nutricionales fueron: 7,89 % humedad; 3,9 % proteína; 0,56 % grasa; 1,82 % cenizas; 85,83 % de carbohidratos totales, de los cuales el 11,66 % es fibra cruda, valores que se encuentran dentro de los rangos establecidos en la Norma técnica ecuatoriana (INEN). Los parámetros óptimos de obtención (secado 60 °C/ 20 horas y tamizado con un rango de 60-80 mesh, permitieron obtener un producto de alta calidad nutricional, con rendimiento de 50,20 %, bajo contenido de gluten de 4,72 % y pH de 6,31.
- Del análisis fisicoquímico realizado a los panes blancos de los 4 tratamientos, se obtuvo que el T1 (10 % de sustitución) fue el pan blanco con las mejores características nutricionales con valores de proteína (9,57 %); grasa (20,33 %) y carbohidratos (52,27 %).
- De acuerdo a la evaluación sensorial realizada, el pan blanco del T2 (15 % de sustitución) fue el de mayor aceptación por parte de los jueces, el cual se sometió a un análisis fisicoquímico reportando valores de pH de $5,631 \pm 0,091$; proteína de 9,50 %; grasa 16,94 %; cenizas 2,38 %; carbohidratos totales 49,63 %, de los cuales 8,47 % fue fibra cruda. Cabe destacar el alto contenido de fibra, característica nutricional importante para los consumidores. El bajo contenido de humedad (21,54 %) permitirá presentar condiciones menos favorables al ataque por microorganismos alargando su vida útil.
- La evaluación microbiológica realizada al tratamiento 2 arrojó <10 UFC/g en cuanto a Coliformes totales, mohos y levaduras, demostrando así que el producto cumple con las características de inocuidad, siendo éste apto para el consumo humano, de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana (2006) Requisitos generales para pan.

- Se demostró que es factible la sustitución parcial de harina de trigo por harina precocida de Oca (*Oxalis tuberosa*) en la elaboración de pan blanco, por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar nuevas investigaciones utilizando la harina precocida de Oca (*Oxalis tuberosa*) a nivel de la industria alimentaria, proponiendo nuevos productos como por ejemplo integrales, debido al contenido nutricional de la harina y para aprovechar la cantidad de fibra que esta posee.
- Para nuevas investigaciones es recomendable secar la oca en rodajas con diámetro igual para que se deshidrate en el mismo tiempo, evitando pérdidas de la materia prima y posible contaminación al momento de manipularla.
- Determinar la actividad de agua del pan durante su almacenamiento para analizar el cambio microbiológico que se produce durante esta etapa.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Casp, A. (2014). *Tecnología de los alimentos de origen vegetal* (Vol. 2). España: SÍNTESIS S.A.
- Chavarría, M. (9 de Junio de 2016). *Propiedades sensoriales de los alimentos*. Recuperado el Agosto de 2019, de Consumer/Seguridad alimentaria: <https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/propiedades-organolepticas-de-los-alimentos.html>
- Chirán, G. (2015). "*Estudio del comportamiento de la harina de papanabo (Brassica rapa var. Purple Top White Globe) como sustituto parcial de la harina de trigo y su influencia en la elaboración de pan común*". Informe de Investigación , Tulcán. Recuperado el Julio de 2019
- Cobo, G., Quiroz, M., y Santacruz, S. (2013). Sustitución parcial de trigo (*Triticum aestivum*) por zanahoria blanca (*Arracacia*. *Avances en Ciencia e Ingeniería*, 5(2). Recuperado el 9 de Junio de 2018
- Cocinistas. (sf). *Harina*. Obtenido de Harina: <https://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/ingredientes-del-mundo/harina-de-maiz.html>
- Cuniberti, M., Mir, L., Chialvo, E., Berra, O., Macagno, S., Pronotti, M., y Mansilla, G. (2016). *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*. Recuperado el 02 de Septiembre de 2019, de Laboratorio de Calidad Industrial y Valor Agregado de Cereales y Oleaginosas: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_calidadtrigocentral_17.pdf
- Dalleva, M. (25 de Mayo de 2018). *Tecnología de los cereales*. Recuperado el 11 de Julio de 2018, de <https://es.scribd.com/doc/235988391/TECNOLOGIA-DE-LOS-CEREALES-pdf>
- Enríquez, C., y Maldonado, P. (2017). Los alimentos que más gasto generan son pan, arroz y gaseosas. *Líderes*. Recuperado el Agosto de 2019, de <https://www.revistalideres.ec/lideres/alimentos-gasto-comercio-consumo-supermercados.html>
- FAO. (1993). *Análisis Proximales*. Recuperado el Agosto de 2019, de <http://www.fao.org/3/AB489S/AB489S01.htm#ch1>

- FAO. (2016). *Cultivo Tradicional del Mes*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura : <http://www.fao.org/traditional-crops/oca/es/>
- FAO. (2017). *Situación Alimentaria Mundial*. Obtenido de Los suministros de cereales seguirán siendo abundantes en 2017/18: <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es/>
- FAO. (sf). *Producción Orgánica de Tubérculos Andinos*. Recuperado el 07 de Junio de 2018, de http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf
- FUNIBER. (2017). *Base de Datos Internacional de Composición de Alimentos*. Recuperado el 14 de Junio de 2018, de Oca P.C: <https://www.composicionnutricional.com/alimentos/OCA-PC-4>
- García, M. (2014). *Análisis sensorial de alimentos* (Vol. III). Hidalgo: Universidad autónoma del Estado de Hidalgo. doi: <https://doi.org/10.29057/icbi.v2i3.533>
- González, N. (18 de Septiembre de 2018). *Levapan*. Recuperado el Agosto de 2019, de ¿LA INDUSTRIA PANADERA AÚN PUEDE VENDER MÁS PAN?: <http://www.levapan.com.ec/2018/09/18/la-industria-panadera-aun-puede-vender-mas-pan/>
- INEN. (1891). *NTE INEN 517 1980-12*. Recuperado el Septiembre de 2019, de Determinación de tamaños de partícula: <https://archive.org/details/ec.nte.0517.1981/page/n1>
- INEN. (1980). *INEN 529 : Determinación del gluten*. Recuperado el 2019, de https://archive.org/stream/ec.nte.0529.1981/ec.nte.0529.1981_djvu.txt
- INEN. (1991). *NTE INEN 1737: Harina de maíz precocida. Requisitos*. Recuperado el 2019, de <https://archive.org/details/ec.nte.1737.1991/page/n3>
- INEN. (2012). *NTE INEN 2945: Requisitos para pan*. Recuperado el 2019, de https://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_2945.pdf
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (sf). *Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativa para la conservación y uso sostenible en el Ecuador*. Quito-Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3261/1/iniapscCD55p3.pdf>

- Insuasti, G. (2013). *Prácticas de Laboratorio de Química de Alimentos 1*. Recuperado el Agosto de 2018, de <https://sites.google.com/site/quimalim6toiq/analisis-proximal>
- Interempresas. (2 de Febrero de 2015). *Industria Alimentaria*. Recuperado el Agosto de 2019, de <http://www.interempresas.net/Alimentaria/Articulos/132722-La-importancia-de-la-harina-en-la-produccion-de-pan.html>
- Leyva, L. (4 de Octubre de 2018). *Oca*. Recuperado el 2019, de Tubérculos.org: <https://www.tuberculos.org/o-ca-ibia/>
- Mezas, J., y Alegre, M. (2002). El pan y su proceso de elaboración. *Ciencia y tecnología Alimentaria*, 3(5).
- Moreta, M. (2015). 48 000 toneladas de harina consume el país. *Líderes*.
- Mosquera, C. (2015). *ESTUDIO DE LA OBTENCIÓN DE LA HARINA DE OCA BLANCA (Oxalis tuberosa) Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE PAN DE MOLDE POR SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO*. Quito. Recuperado el Agosto de 2019, de http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/14283/62182_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Moya, M. (2017). *Conservación de la oca como patrimonio alimentario en el Cantón Píllaro Parroquia La Matriz*. Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del título de Licenciado en Arte Culinario y Administración de Empresas de Alimentos y Bebidas. Recuperado el Agosto de 2019, de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6952/1/135968.pdf>
- Norma Técnica Colombiana. (2006). *NTC 1369*. Recuperado el 2019, de <https://es.calameo.com/read/000974658ee2921422c97>
- Olmos, L. (2018). *Control de calidad de los alimentos*. Recuperado el Agosto de 2019, de INSPECCION DE ALIMENTOS: <http://cca1131570.blogspot.com/p/fisicoquimica.html>
- Paredes, M. (29 de Enero de 2016). *Atributos sensoriales del pan, la importancia de la cata*. Recuperado el 2019, de <https://elpanaderoerrante.wordpress.com/2016/01/29/atributos-sensoriales-del-pan-la-importancia-de-la-cata/>

Poquioma, C. (2016). *INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE Oxalis tuberosa "OCA" POR HARINA DE TRIGO, PARA LA ELABORACION DE PAN TIPO FRANCES. PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL, CHACHAPOYAS-PERÚ*. Recuperado el Abril de 2019

Sánchez, C. (2013). *Sustitución parcial de harina de trigo por harina de yuca en el pan suave*. Tesis en opción al Título en Licenciatura en Ciencias Alimentarias, La Habana. Recuperado el 9 de Junio de 2018

Sanchez, J. (11 de Septiembre de 2015). *Novalife*. Recuperado el Septiembre de 2019, de ¿Qué diferencia hay entre el pan blanco, el integral y el de grano entero?: https://www.antena3.com/novalife/recetas-cocina/que-diferencia-hay-pan-blanco-integral-grano-entero_2015091157da90a30cf251f2ac12a388.html

VII. ANEXOS

Anexo 1. Evidencias fotográficas



Figura 11. Deshidratación de la Oca



Figura 12. Hojuelas de Oca deshidratada



Figura 13. Oca deshidratada



Figura 14. Molienda de la Oca



Figura 15. Tamizado de la harina precocida de Oca



Figura 16. Harina precocida de Oca



Figura 17. Pesado de ingredientes para el pan



Figura 18. Mezcla de los ingredientes para pan



Figura 19. Amasado



Figura 20. Amasado del pan



Figura 21. Leudado del pan blanco



Figura 22. Horneado del pan



Figura 23. Pan blanco horneado



Figura 24. Determinación de pH de la harina precocida de Oca

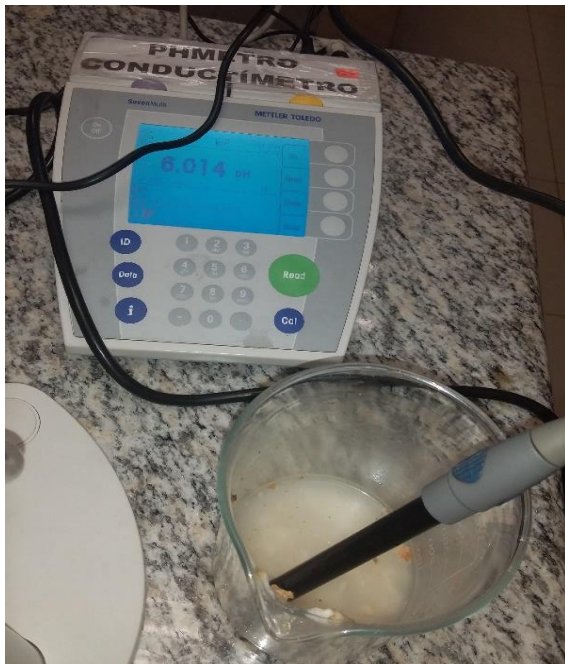


Figura 25. Determinación de pH del pan blanco

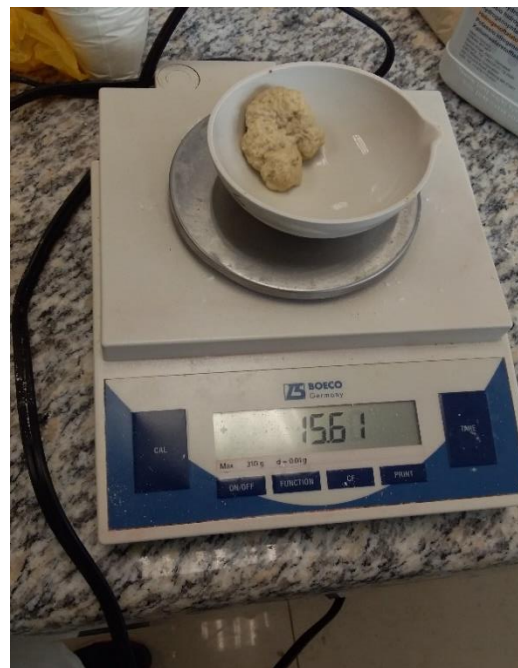


Figura 26. Determinación de gluten



Figura 27. Determinación de volumen específico del pan



Figura 28. Preparación de muestras para análisis sensorial



Figura 29. Análisis sensorial primera etapa



Figura 30. Análisis sensorial segunda etapa



Figura 31. Análisis sensorial

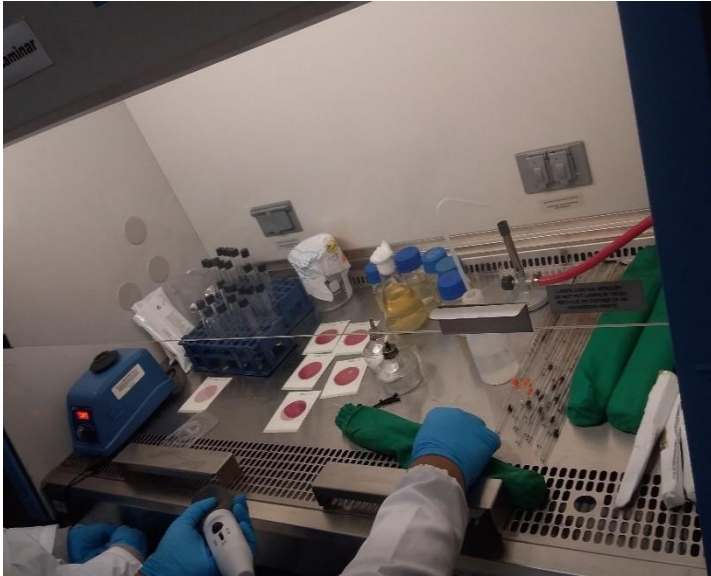


Figura 32. Análisis microbiológico



Figura 33. Análisis microbiológico



Figura 34. Placas petrifilm para Coliformes totales



Figura 35. Placas petrifilm para mohos y levaduras

Anexo 2. Hoja de análisis sensorial primera etapa



HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE PAN

Edad: _____

Género: Femenino

Masculino

La siguiente evaluación sensorial se desarrollará con el fin de complementar la investigación denominada “Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum*) por harina precocida de Oca (*Oxalis tuberosa*) para la elaboración de pan blanco”.

Instrucciones:

- Limpiar su paladar con agua antes y después de degustar cada muestra y marcar con una X el cuadro indicando el grado de preferencia.
- Antes de la degustación proceder a analizar el color en las muestras que se encuentran en el centro de la mesa
- Continuar con la evaluación de olor, sabor y textura en el panel asignado.

1	2	3	4	5
Me disgusta mucho	Me disgusta poco	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta mucho

Código de muestra	Atributo	1	2	3	4	5
125	Color					
	Olor					
	Sabor					
	Textura					
986	Color					
	Olor					
	Sabor					
	Textura					
542	Color					
	Olor					
	Sabor					
	Textura					
276	Color					

	Olor					
	Sabor					
	Textura					

Observaciones: _____

¡Muchas Gracias por su colaboración!

Anexo 3. Hoja de evaluación sensorial segunda etapa

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Edad: _____

Género: Femenino Masculino

La siguiente evaluación sensorial se desarrollará con el fin de determinar el grado de aceptación del pan blanco elaborado con la sustitución parcial de harina de trigo por harina precocida de oca, siendo este un trabajo de investigación por lo que se ruega su total sinceridad.

Instrucciones:

- A continuación, se presentan 2 muestras de pan blanco.
- Limpie su paladar con agua antes y después de degustar cada muestra y marcar con una X el cuadro indicando el grado de aceptación. (Sí/No)
- Señale la aceptación o rechazo de cada tratamiento.

Código de muestra	Grado de aceptación del producto en general	
	Sí	No
755		
419		

¡Muchas Gracias por su colaboración!

Anexo 4. Análisis fisicoquímicos de harina precocida de Oca y pan blanco



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE ALIMENTOS
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. ALI- 27220
ORDEN DE TRABAJO No. 61203

SOLICITADO POR:	CUSANGUA AREVALO KARLA LISSETH
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	TULCÁN, URBANIZACIÓN IEOS
MUESTRA DE:	MUESTRAS
DESCRIPCIÓN:	MUESTRA HaO (HARINA DE OCA)
LOTE:	----
FECHA DE ELABORACIÓN:	----
FECHA DE VENCIMIENTO:	----
FECHA DE RECEPCIÓN:	25/04/2019
HORA DE RECEPCIÓN:	15:44
FECHA DE ANÁLISIS:	09-21/05/2019
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	21/05/2019
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	Característico
OLOR:	Característico
ESTADO:	SOLIDO
Contenido:	150g
OBSERVACIONES:	La muestra ingresa al Laboratorio el 07/05/2019
Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.	
MUESTREADO POR:	El Cliente

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Proteína (factor 6.25)	%	3.90	MAL-04/ AOAC 981.10
Humedad	%	7.89	MAL-13/ AOAC 925.10
Grasa	%	0.56	MAL-03/ AOAC 991.36
Cenizas	%	1.82	MAL-02/ AOAC 923.03
Carbohidratos	%	85.83	Cálculo
Fibra cruda	%	11.66	MAL-50/PEARSON



Dr. Geovany Garófalo
JEFE AREA DE ALIMENTOS

5 1/1

RAL-4.1-04



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE ALIMENTOS
INFORME DE RESULTADOS

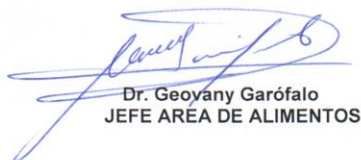
INF. LAB. ALI- 27374
ORDEN DE TRABAJO No. 61726

SOLICITADO POR:	POZO VILLOTA LADY VIVIANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	TULCÁN, CDLA. PADRE CLEMENTE GUERRÓN
MUESTRA DE:	MUESTRAS
DESCRIPCIÓN:	PAN (KARLA CUSANGUA) T1R1
LOTE:	----
FECHA DE ELABORACIÓN:	----
FECHA DE VENCIMIENTO:	----
FECHA DE RECEPCIÓN:	09/07/2019
HORA DE RECEPCIÓN:	09:28
FECHA DE ANÁLISIS:	10-16/07/2019
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	19/07/2019
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	Característico
OLOR:	Característico
ESTADO:	SOLIDO
Contenido:	125 g
OBSERVACIONES:	
Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.	
MUESTREADO POR:	El Cliente

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Proteína (factor 6.25)	%	9.57	MAL-04/ AOAC 981.10
Humedad	%	16.00	MAL-13/ AOAC 925.10
Grasa	%	20.33	MAL-03/ AOAC 991.36
Cenizas	%	1.83	MAL-02/ AOAC 923.03
Carbohidratos	%	52.27	Cálculo
Fibra cruda	%	7.76	MAL-50/PEARSON




Dr. Geovany Garófalo
JEFE AREA DE ALIMENTOS

4 1/1

RAL-4.1-04



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE ALIMENTOS
INFORME DE RESULTADOS


INF. LAB. ALI- 27375
ORDEN DE TRABAJO No. 61726

SOLICITADO POR:	POZO VILLOTA LADY VIVIANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	TULCÁN, CDLA. PADRE CLEMENTE GUERRÓN
MUESTRA DE:	MUESTRAS
DESCRIPCIÓN:	PAN (KARLA CUSANGUA) T2R1
LOTE:	----
FECHA DE ELABORACIÓN:	----
FECHA DE VENCIMIENTO:	----
FECHA DE RECEPCIÓN:	09/07/2019
HORA DE RECEPCIÓN:	09:28
FECHA DE ANÁLISIS:	10-16/07/2019
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	19/07/2019
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	Característico
OLOR:	Característico
ESTADO:	SOLIDO
Contenido:	115 g
OBSERVACIONES:	
Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.	
MUESTREADO POR:	El Cliente

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Proteína (factor 6.25)	%	9.40	MAL-04/ AOAC 981.10
Humedad	%	16.82	MAL-13/ AOAC 925.10
Grasa	%	20.02	MAL-03/ AOAC 991.36
Cenizas	%	1.85	MAL-02/ AOAC 923.03
Carbohidratos	%	51.91	Cálculo
Fibra cruda	%	7.75	MAL-50/PEARSON




Dr. Geovany Garófalo
JEFE AREA DE ALIMENTOS

5 /11

RAL-4.1-04



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE ALIMENTOS
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. ALI- 27216
ORDEN DE TRABAJO No. 61203

SOLICITADO POR:	CUSANGUA AREVALO KARLA LISSETH
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	TULCÁN, URBANIZACIÓN IEOS
MUESTRA DE:	MUESTRAS
DESCRIPCIÓN:	MUESTRA T3R1
LOTE:	----
FECHA DE ELABORACIÓN:	----
FECHA DE VENCIMIENTO:	----
FECHA DE RECEPCIÓN:	25/04/2019
HORA DE RECEPCIÓN:	15:44
FECHA DE ANÁLISIS:	09-21/05/2019
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	21/05/2019
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	Característico
OLOR:	Característico
ESTADO:	SOLIDO
Contenido: 150g	
OBSERVACIONES:	La muestra ingresa al Laboratorio el 07/05/2019
Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.	
MUESTREADO POR:	El Cliente

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Proteína (factor 6.25)	%	9.45	MAL-04/ AOAC 981.10
Humedad	%	21.45	MAL-13/ AOAC 925.10
Grasa	%	16.61	MAL-03/ AOAC 991.36
Cenizas	%	2.36	MAL-02/ AOAC 923.03
Carbohidratos	%	50.13	Cálculo
Fibra cruda	%	7.27	MAL-50/PEARSON




Dr. Geovany Garófalo
JEFE AREA DE ALIMENTOS

RAL-4.1-04



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE ALIMENTOS
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. ALI- 27217
ORDEN DE TRABAJO No. 61203

SOLICITADO POR:	CUSANGUA AREVALO KARLA LISSETH
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	TULCÁN, URBANIZACIÓN IEOS
MUESTRA DE:	MUESTRAS
DESCRIPCIÓN:	MUESTRA T3R2
LOTE:	----
FECHA DE ELABORACIÓN:	----
FECHA DE VENCIMIENTO:	----
FECHA DE RECEPCIÓN:	25/04/2019
HORA DE RECEPCIÓN:	15:44
FECHA DE ANÁLISIS:	09-21/05/2019
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	21/05/2019
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	Característico
OLOR:	Característico
ESTADO:	SOLIDO
Contenido: 145g	
OBSERVACIONES:	La muestra ingresa al Laboratorio el 07/05/2019
Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.	
MUESTREADO POR:	El Cliente

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Proteína (factor 6.25)	%	9.52	MAL-04/ AOAC 981.10
Humedad	%	22.40	MAL-13/ AOAC 925.10
Grasa	%	17.46	MAL-03/ AOAC 991.36
Cenizas	%	2.37	MAL-02/ AOAC 923.03
Carbohidratos	%	48.25	Cálculo
Fibra cruda	%	8.68	MAL-50/PEARSON




Dr. Geovany Garófalo
JEFE AREA DE ALIMENTOS

RAL-4.1-04



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE ALIMENTOS
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. ALI- 27218
ORDEN DE TRABAJO No. 61203

SOLICITADO POR:	CUSANGUA AREVALO KARLA LISSETH
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	TULCÁN, URBANIZACIÓN IEOS
MUESTRA DE:	MUESTRAS
DESCRIPCIÓN:	MUESTRA T3R3
LOTE:	----
FECHA DE ELABORACIÓN:	----
FECHA DE VENCIMIENTO:	----
FECHA DE RECEPCIÓN:	25/04/2019
HORA DE RECEPCIÓN:	15:44
FECHA DE ANÁLISIS:	09-21/05/2019
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	21/05/2019
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	Característico
OLOR:	Característico
ESTADO:	SOLIDO
Contenido:	145g
OBSERVACIONES:	La muestra ingresa al Laboratorio el 07/05/2019
Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.	
MUESTREADO POR:	El Cliente

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Proteína (factor 6.25)	%	9.54	MAL-04/ AOAC 981.10
Humedad	%	20.77	MAL-13/ AOAC 925.10
Grasa	%	16.75	MAL-03/ AOAC 991.36
Cenizas	%	2.42	MAL-02/ AOAC 923.03
Carbohidratos	%	50.52	Cálculo
Fibra cruda	%	9.47	MAL-50/PEARSON




Dr. Geovany Garófalo
JEFE AREA DE ALIMENTOS

3 1/1

RAL-4.1-04



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuqe.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE ALIMENTOS
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. ALI- 27219
ORDEN DE TRABAJO No. 61203

SOLICITADO POR:	CUSANGUA AREVALO KARLA LISSETH
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	TULCÁN, URBANIZACIÓN IEOS
MUESTRA DE:	MUESTRAS
DESCRIPCIÓN:	MUESTRA T4R1
LOTE:	----
FECHA DE ELABORACIÓN:	----
FECHA DE VENCIMIENTO:	----
FECHA DE RECEPCIÓN:	25/04/2019
HORA DE RECEPCIÓN:	15:44
FECHA DE ANÁLISIS:	09-21/05/2019
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	21/05/2019
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	Característico
OLOR:	Característico
ESTADO:	SOLIDO
Contenido: 145g	
OBSERVACIONES:	La muestra ingresa al Laboratorio el 07/05/2019
Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.	
MUESTREO POR:	El Cliente

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Proteína (factor 6.25)	%	9.06	MAL-04/ AOAC 981.10
Humedad	%	22.61	MAL-13/ AOAC 925.10
Grasa	%	15.51	MAL-03/ AOAC 991.36
Cenizas	%	2.38	MAL-02/ AOAC 923.03
Carbohidratos	%	49.90	Cálculo
Fibra cruda	%	9.31	MAL-50/PEARSON



Dr. Geovany Garófalo
JEFE AREA DE ALIMENTOS



4 1/1

RAL-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Catto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquiuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com

Anexo 5. Resultados análisis estadístico primera etapa sensorial

ANOVA de un solo factor: Color vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Tabla 12. *Análisis de Varianza Color*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	2,333	0,5833	0,32	0,862
Error	55	99,667	1,8121		
Total	59	102,000			

Medias

Tabla 13. *Medias de los tratamientos para atributo Color*

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	12	3,083	1,084	(2,305; 3,862)
2	12	3,250	1,422	(2,471; 4,029)
3	12	2,667	1,155	(1,888; 3,445)
4	12	3,083	1,676	(2,305; 3,862)

Desv.Est. agrupada = 1,34615

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tabla 14. *Comparación de Tukey (Color)*

Tratamiento	N	Media	Agrupación
2	12	3,250	A
4	12	3,083	A
1	12	3,083	A
3	12	2,667	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA de un solo factor: Sabor vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Tabla 15. *Análisis de Varianza Sabor*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	11,57	2,892	1,95	0,115
Error	55	81,42	1,480		
Total	59	92,98			

Medias

Tabla 16. Medias para el atributo Sabor

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	12	3,417	1,165	(2,713; 4,121)
2	12	3,833	1,403	(3,129; 4,537)
3	12	3,083	1,165	(2,379; 3,787)
4	12	2,500	1,243	(1,796; 3,204)

Desv.Est. agrupada = 1,21668

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tabla 17. Comparación de Tukey (Sabor)

Tratamiento	N	Media	Agrupación
2	12	3,833	A
1	12	3,417	A
3	12	3,083	A
4	12	2,500	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA de un solo factor: Olor vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Tabla 18. Análisis de Varianza Olor

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	1,767	0,4417	0,40	0,806
Error	55	60,417	1,0985		
Total	59	62,183			

Medias

Tabla 19. Medias para atributo Olor

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	12	3,000	1,044	(2,394; 3,606)
2	12	3,417	1,084	(2,810; 4,023)
3	12	3,250	0,965	(2,644; 3,856)
4	12	3,250	0,965	(2,644; 3,856)

Desv.Est. agrupada = 1,04809

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tabla 20. Comparación de Tukey (Olor)

Tratamiento	N	Media	Agrupación
2	12	3,417	A
4	12	3,250	A
3	12	3,250	A
1	12	3,000	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA de un solo factor: Textura vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Tabla 21. Análisis de Varianza Textura

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	2,581	0,6454	0,64	0,638
Error	55	55,685	1,0125		
Total	59	58,267			

Medias

Tabla 22. Medias para atributo Textura

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	12	3,222	1,076	(2,640; 3,804)
2	12	3,361	1,058	(2,779; 3,943)
3	12	2,750	0,986	(2,168; 3,332)
4	12	3,111	0,557	(2,529; 3,693)

Desv.Est. agrupada = 1,00621

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tabla 23. Comparación de Tukey (Textura)

Tratamiento	N	Media	Agrupación
2	12	3,361	A
1	12	3,222	A
4	12	3,111	A
3	12	2,750	A

Anexo 6. Resultados análisis estadístico segunda etapa sensorial

ANOVA de un solo factor: Aceptación vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Tabla 24. Análisis de Varianza Aceptación general del pan

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	1	0,1429	0,1429	0,69	0,407
Error	110	22,7143	0,2065		
Total	111	22,8571			

Medias

Tabla 25. Medias para prueba de aceptación general

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	56	0,6786	0,4713	(0,5582; 0,7989)
2	56	0,7500	0,4369	(0,6297; 0,8703)

Desv.Est. agrupada = 0,454416

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tabla 26. Comparación de Tukey para Aceptación general

Tratamiento	N	Media	Agrupación
3	56	0,7500	A
2	56	0,6786	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 7. Rendimiento de la harina precocida de Oca

Tabla 27. Rendimiento harina precocida de Oca

Peso final	Peso inicial	Rendimiento (%)
120	250	48,00
125	250	50,00
130	250	52
127	250	50,80
Promedio	250	50,20

Anexo 8. Normativa técnica ecuatoriana (INEN)



**NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA**

NTE INEN 2945
2018-10

PAN. REQUISITOS

BREAD. REQUIREMENTS

ICS: 67.060

3
Páginas

PAN REQUISITOS

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

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

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

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

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

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

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

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

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

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

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

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

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

3.1

pan

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

3.2

pan común

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

3.3

pan especial

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

3.4

pan Integral

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

3.5**pan Integral especial**

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

4. REQUISITOS

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

4.1 estar elaborados de conformidad con lo establecido en CPE INEN-CODEX 1,

4.2 utilizar ingredientes alimentarios aptos para el consumo humano,

4.3 cumplir con los requisitos físicos y químicos establecidos en la Tabla 1.

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

Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Humedad ^a	% ^a	-	45,0	NTE INEN-ISO 712
pH	-	4,3	7,0	NTE INEN 526

^a fracción húmeda en base seca expresada como % en producto terminado.

NOTA: En el caso de que sean usados métodos de ensayo alternativos a los señalados en esta tabla, estos deben ser oficiales. En el caso de no ser un método oficial, este debe ser validado.

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

5. ENVASADO

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

6. ROTULADO

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

<p>Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria</p>	<p>HARINA DE MAIZ PRECOCIDA. REQUISITOS.</p>	<p>INEN 1 737 1990-10</p>
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la harina de maíz precocida, para consumo humano.</p> <p style="text-align: center;">2. TERMINOLOGIA</p> <p>2.1 Harina de maíz precocida. Es el producto obtenido a partir del endospermo de granos de maíz (<i>Zea Mays L</i>) clasificados para consumo humano, que han sido sometidos a procesos de limpieza, desgeminación, precocción y molienda.</p> <p>2.2 Limpieza de granos. Es el proceso en el cual se separan las materias extrañas: polvos, semillas, hierbas, granos de otros cereales, etc.</p> <p>2.3 Desgeminación (pilado). Es el proceso de separación de la cáscara (pericarpio) y del germen por medios mecánicos y/o manual para la obtención del endospermo (maíz pilado).</p> <p>2.4 Precocción. Es el proceso en el cual se gelatinizan los almidones del endospermo, confiriéndole la característica de absorción de agua y formación de masa.</p> <p style="text-align: center;">3. CLASIFICACION</p> <p>3.1 Según su procedencia, la harina precocida de maíz se clasifica en:</p> <p>3.1.1 Harina de maíz precocida blanca. Es aquella definida en 2.1 obtenida a partir de maíz blanco.</p> <p>3.1.2 Harina de maíz precocida amarilla. Es aquella definida en 2.1 obtenida a partir de maíz amarillo.</p> <p>3.1.3 Harina de maíz precocida mezclada. Es aquella definida en 2.1 proveniente de la mezcla de maíces de diferentes colores y/o tipo.</p> <p style="text-align: center;">4. REQUISITOS</p> <p>4.1 El maíz del que se obtenga la harina deberá cumplir con la Norma INEN 187.</p> <p>4.2 Requisitos del producto. La harina de maíz precocida deberá cumplir con los siguientes requisitos:</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Calle 17-01 -3909 - Baquerizo Moreno ES-20 y A Imago - Calle-Ecuador - Prohibida la reproducción

4.2.1 Deberá ser un producto de aspecto homogéneo, con olor y sabor característicos.

4.2.2 Deberá estar libre de excretas de animales, larvas, insectos vivos y fragmentos de los mismos.

4.2.3 La harina de maíz precocida no deberá contener aditivos.

4.2.4 La harina de maíz precocida, ensayada de acuerdo con las normas ecuatorianas, deberá cumplir con los requisitos físico-químicos establecidos en la Tabla 1.

TABLA 1. Requisitos físico-químicos

REQUISITO	UNIDAD	LIMITE		METODO DE ENSAYO
		Mínimo	Máximo	
Humedad	%	-	13,5	INEN 518
Cenizas	%	-	1,0*	INEN 520
Greña	%	-	2,0*	INEN 523
Proteína	%	7,0*	-	INEN 519
Expansión	cm		8,5	INEN 1 736
Tamaño de partícula	mm		0,84	INEN 517

* Porcentaje sobre base seca

4.2.5 La harina de maíz precocida deberá cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la Tabla 2.

TABLA 2. Requisitos microbiológicos de la harina de maíz precocida

REQUISITO	UNIDAD	N	C	LIMITE		METODO DE ENSAYO
				m	M	
Recuento, estándar en placa, REP	UFC/g	5	1	10^5	3×10^5	INEN 1 529-3
Mohos*	UFC/g	5	2	10^2	5×10^2	INEN 1 529-8
Coniformes, NMP	UFC/g	5	2	0	10	INEN 1 529-6
Salmonella	UFC/25g	5	0	0	0	INEN 1 529-15

Siendo:

n = Número de muestras que van a examinarse

e = número de muestras defectuosas

m = límite mínimo o único

M = límite máximo

(Continúa)

4.3 Requisitos complementarios

4.3.1 Envasado. Los envases deberán salvaguardar las condiciones organolépticas, higiénicas y nutritivas del producto. El material de los envases debe ser inerte al producto, tal como: papel, celofán, plástico, etc.

4.3.2 Rotulado. Cada envase deberá llevar impreso, conforme con la norma INEN 1 334, la siguiente información:

- a) Nombre del producto
- b) marca comercial,
- c) identificación del lote,
- d) lista de ingredientes,
- e) contenido neto en unidades S I,
- f) razón social de la empresa,
- g) número del Registro Sanitario,
- h) fecha de producción,
- i) fecha máxima de consumo,
- j) precio de venta al público (PVP),
- k) país de origen
- l) norma técnica INEN de referencia.

4.3.3 La comercialización de este producto cumplirá con lo dispuesto en las regulaciones y resoluciones dictadas, con sujeción a la ley de Pesas y Medidas.

5. MUESTREO

5.1 El muestreo debe realizarse de acuerdo con la Norma INEN 617.

(Continúa)

Norma Técnica Ecuatoriana	<p style="text-align: center;">HARINA DE TRIGO. DETERMINACION DEL GLUTEN</p>	<p style="text-align: center;">INEN 529 1980-12</p>
<p style="text-align: center;">1. OBJ ETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el método para determinar el contenido de gluten en harinas de trigo, lo cual sirve para establecer la calidad de las harinas en sus diferentes usos.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma describe las siguientes determinaciones:</p> <p>a) gluten húmedo,</p> <p>b) gluten seco.</p> <p style="text-align: center;">3. TERMINOLOGÍA</p> <p>3.1 Gluten. Es el producto plástico-elástico compuesto principalmente por las proteínas glutenina y gliadina, insolubles en agua y extraídas mediante procedimientos normalizados.</p> <p>3.2 Glutenina. Es la porción de gluten (gluteína) a la que se le atribuye el papel de dar firmeza y fuerza a la harina; se encuentra en las semillas de la gramínea Junto con el almidón.</p> <p>3.3 Gliadina. Es la porción del gluten (prolamina) que actúa como el adhesivo y mantiene unidas las partículas de glutenina.</p> <p style="text-align: center;">4. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>4.1 Para determinar el contenido de gluten en las diferentes harinas de trigo, puede usarse cualquiera de los dos métodos descritos en esta norma. En casos de discrepancia o litigio, debe usarse el método de determinación del gluten húmedo.</p> <p>4.2 El material que se use debe estar debidamente estandarizado e inspeccionado.</p> <p style="text-align: center;">5. DETERMINACIÓN DEL GLUTEN HUMEDO</p> <p>5.1 Principio.</p> <p>5.1.1 Preparar de la harina de trigo una masa con solución de cloruro de sodio. Aislar el gluten de la masa mediante lavado salino y agua, luego secar y pesar el residuo.</p>		

6.2 Instrumental.

6.2.1 Cápsula de porcelana o de otro material inalterable a las condiciones del ensayo.

6.2.2 Mortero de porcelana, barnizado interiormente, o de metal esmaltado de 10 a 15 cm de diámetro.

6.2.3 Espátula de cuerno de 18 a 20 cm de longitud.

6.2.4 Bureta de 10 cm³ con graduaciones al 0,1 cm³.

6.2.5 Extractor de gluten, con disco excéntrico y mecanismo tensor para gasa de seda; el disco debe dar 80 revoluciones por minuto.

6.2.6 Cronómetro, capaz de medir pequeños intervalos de tiempo.

6.2.7 Recipiente para agua, botella tubular con gasto regulable (cantidad de fluido que sale por un orificio en unidad de tiempo).

6.2.8 Marco de madera, de 30 por 40 cm, revestido de gasa para sémola No. 56.

6.2.9 Placa de vidrio ligeramente deslustrada, de 40 por 40 cm.

6.2.10 Guantes de caucho delgado y de superficie lisa.

6.2.11 Prensa para gluten, sistema Berliner, cuya distancia entre placas debe ser de 2,4 mm. Para comprobar la distancia entre las placas, calentar suavemente un trozo de cera o de parafina, aplastar en la prensa y medir el espesor de la placa obtenida, valiéndose de un tornillo micrométrico.

6.2.12 Balanza analítica, sensible al 0,01 g.

6.3 Reactivos.

6.3.1 Solución al 2% de cloruro de sodio (pH 6,2). Disolver 200 g de cloruro de sodio químicamente puro; 7,54 g de KH₂PO₄ y 1,40 g de Na₂HPO₄·2H₂O, en 10 litros de agua destilada. La solución debe prepararse cada día que se use.

6.3.2 Solución 0,001 N de yodo, debidamente estandarizada.

6.4 Preparación de la muestra.

6.4.1 Las muestras para el ensayo deben estar acondicionadas en recipientes herméticos, limpios, secos (vidrio, plástico u otro material inoxidable) y completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.

6.4.2 La cantidad de muestra de harina extraída dentro de un lote determinado debe ser representativa y no debe exponerse al aire mucho tiempo.

6.4.3 Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.

6.6 Procedimiento.

6.6.1 La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

6.6.2 Pesar, con aproximación al 0,01 g, aproximadamente 10 g de muestra preparada y verter cuidadosamente en el mortero de porcelana o de metal esmaltado.

6.6.3 Agregar gota a gota $5,5 \text{ cm}^3$ de la solución de cloruro de sodio (ver 5.3.1), remover continuamente la harina con la espátula, comprimir la mezcla con la espátula, cuidando de no perder nada de harina y formar una bola de masa. La masa adherida a la pared del mortero añadir a la bola de masa.

6.6.4 Para homogeneizar la masa, se la enrolla con la palma de la mano sobre la placa de vidrio deslustrada, hasta que tenga una longitud de 7 a 8 cm, luego se la vuelve a dar forma de bola y se repite el amasado de la misma manera 5 veces. La mano que efectúa la homogenización debe estar revestida de un guante de caucho, con el fin de proteger la masa del calor y de la transpiración.

6.6.5 Lavado a mano. Dejar caer un ligero chorro de agua (el que debe estar a la temperatura ambiente) sobre la bola de masa formada y que se encuentra en la palma de la mano. El ritmo del goteo debe ser tal que aproximadamente 0,75 litros de agua desagüe en 8 minutos. Durante este tiempo se prensa alternativamente la masa y se la retira siete veces, de forma que se parta en dos trozos que se juntan enseguida. La duración del lavado depende del contenido de la masa en gluten; sin embargo, debe ser aproximadamente la misma siempre y no rebasar 8 minutos, si es posible (ver nota 1).

6.6.6 Lavado con el extractor de gluten. Colocar la bola de masa sobre la gasa de seda, ligeramente tensa, del extractor. Mojar la masa con un ligero chorro de agua y colocar en su sitio el disco excéntrico. El lavado dura 10 minutos tiempo en el cual debe gastarse aproximadamente unos 400 cm^3 del chorro de agua.

6.6.7 Al lavado mecánico del gluten sigue un lavado a mano, cuya duración, en general, no debe exceder de 2 minutos. Se puede considerar terminada la extracción del gluten cuando el agua del lavado no lleve almidón, lo que se comprueba usando la solución 0,001 N de yodo.

6.6.8 Desprender de la bola de gluten la mayor parte de la solución de lavado adherente, tomando a ésta con la punta de los dedos de la mano y sacudiéndola 3 veces brevemente con fuerza. Luego estirar suavemente el gluten en lámina delgada, manteniéndolo entre los dedos, llevar a la prensa y cerrarla. Abrir a los cinco segundos, llevar la lámina del gluten a sitio seco sin deformarla. Pressar nuevamente, realizando esta operación 15 veces, secando bien la superficie de vidrio después de cada pressado.

6.6.9 Pesar el gluten con aproximación al 0,01 g.

6.8 Cálculos.

NOTA 1. El lavado a mano señalado en 5.5.5 se realizará solo en el caso de no disponer del aparato extractor del gluten.

6.6.1 El contenido de gluten húmedo en la harina de trigo se calcula multiplicando por 10 el peso obtenido, según 5.5.9, y se expresa en porcentaje de masa.

6. DETERMINACIÓN DEL GLUTEN SECO

6.1 Instrumental.

6.1.1 Estufa con regulador de temperatura ajustado a $100 \pm 5^\circ\text{C}$.

6.2 Procedimiento.

6.2.1 La bola de gluten, obtenida según 5.5.9, introducir en la estufa calentada a $100 \pm 5^\circ\text{C}$; calentarla por un tiempo de 24 horas, enfriar en desecador y pesar.

6.2.2 Repetir el calentamiento por periodos de 2 horas, enfriando y pesando, hasta que no haya disminución de la masa. Este valor corresponde al gluten seco.

6.3 Cálculos.

6.3.1 El contenido de gluten seco en la harina de trigo se calcula multiplicando por 4 el peso obtenido según 6.2.2 y se expresa en porcentaje de masa (ver Anexo A).

7. ERRORES DE MÉTODO

7.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder del 0,5%. Si la desviación es mayor, se realiza una tercera determinación y la media de las tres determinaciones efectuadas se debe tomar como expresión del contenido de gluten. Si la desviación encontrada entre los valores más alto y más bajo en los tres ensayos es mayor del 1%, se debe proceder a la cuarta determinación.

8. INFORME DE RESULTADOS

8.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación.

8.2 En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

8.3 Deben incluirse todos los detalles para la completa identificación de la muestra.

ANEXO A

A.1 Equivalencias del contenido de gluten en el trigo, en porcentaje de masa:

Gluten %	Equivalencia
Más de 13	excepcional
de 10,1 - 13	muy alto
de 8,1 - 10	alto
de 6,1 - 8	mediano
de 4,1 - 6	bajo
inferior a 4	muy bajo

Anexo 9. Norma técnica colombiana para pan

**NORMA TÉCNICA
COLOMBIANA**

**NTC
1363**

2005-10-26

**PAN.
REQUISITOS GENERALES**



E: BREAD. GENERAL REQUIREMENTS

CORRESPONDENCIA:

DESCRPTORES: productos de molinería - pan; pan común - requisitos.

I.C.S.: 67.060.00

Elabora por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Avenida 14237 Bogotá, D.C. - Tel. 6078668 - Fax 2221435

Prohibida su reproducción

Segunda actualización
Emitida 2005-11-08

COMPANÍA NACIONAL DE LEVADURAS
LEVAPÁN S.A.
CONALPAN LTDA.
DEL PILAR
DELGRANO
DISA S.A.
DISTRACEITES S.A.
DON MAÍZ S.A.
DOÑA ALEJA
DOÑA LUCHA
DOÑA PAISA
DOÑA PAULA
DOÑA ROSA
FABRICA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS
RIALTO LTDA.
FRITOLAY COLOMBIA LTDA.
HARINERA ANTIOQUEÑA S.A.
INDACOL/ANIPAN ASOCIACIÓN INDUSTRIAL
DE LA PANADERÍA Y ALIMENTOS
COMPLEMENTARIOS

INDUSTRIA DE HARINAS TULÚA LTDA.
INDUSTRIAS DEL MAÍZ S.A.
INSTITUTO PARA LA VIGILANCIA DE
MEDICAMENTOS Y ALIMENTOS -INVIMA-
LISTA ALIMENTICIA S.A.
MAMIPAN DE COLOMBIA LTDA.
MAZAPÁN
MINISTERIO DE PROTECCIÓN SOCIAL
MOLINOS SAN MARTÍN
NABISCO ROYAL INC
PRODUCTOS QUAKER S.A.
PRODUCTOS YUPI S.A.
PROMASA S.A.
PRONTAREPA E.U.
PURAC SITESES
UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO
UNIVERSIDAD NACIONAL, LABORATORIO
DE TOXICOLOGÍA

ICONTEC cuenta con un Centro de Información que pone a disposición de los interesados normas internacionales, regionales y nacionales y otros documentos relacionados.

DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

PRÓLOGO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, **ICONTEC**, es el organismo nacional de normalización, según el Decreto 2269 de 1993.

ICONTEC es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo.

La representación de todos los sectores involucrados en el proceso de Normalización Técnica está garantizada por los Comités Técnicos y el periodo de Consulta Pública, este último caracterizado por la participación del público en general.

La NTC 1363 (Segunda actualización) fue ratificada por el Consejo Directivo del 2005-10-26.

Esta norma está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

A continuación se relacionan las empresas que colaboraron en el estudio de esta norma a través de su participación en el Comité Técnico 50 Productos de Molinería.

BAALBEK	HARINERA DEL VALLE S.A.
BIANÁLISIS LTDA.	INDACOL / ANIPAN ASOCIACIÓN
BISCOCHERÍA Y PANADERÍA PANISAN	INDUSTRIAL DE LA PANADERÍA Y
CAFAM	ALIMENTOS COMPLEMENTARIOS
CARULLA VIVERO S.A.	INDUSTRIAS ALIMENTICIAS NOEL - S.A.
CENALPAN LTDA.	INDUSTRIA PANIFICADORA AMAPOLITA
COLDAENZIMAS LTDA.	INDUSTRIA PANIFICADORA NUESTRO
COMESTIBLES LA 80	PAN
CONALPAN LTDA.	INDUSTRIA SANTA CLARA LTDA.
DALBERT INTERNACIONAL DE	INDUSTRIAS ALIMENTICIAS KAREN
COLOMBIA S.A.	LTDA.
DELICOL S.A.	MOLINO EL LOBO LTDA.
DIETESA S.A.	PANADERÍA NUESTRO PAN
DISTRACEITES S.A.	PANADERÍA NÉCTAR
ENZIPÁN DE COLOMBIA LTDA.	PANIFICADORA GIRARDOT
FEDERACIÓN NACIONAL DE	PANIFICADORA PANISAN
MOLINEROS DE TRIGO.	PRÓCCHARINAS LTDA.
GENERAL MILLS DE COLOMBIA S.A.	PRODUCTOS ALIMENTICIOS DORIA S.A.

Además de las anteriores, en Consulta Pública el Proyecto se puso a consideración de las siguientes empresas:

AREPA LISTA LTDA.	CARREFOUR COLOMBIA SEDE
AREPAS DE LA FINCA	CENALPAN LTDA.
AREPAS EL ANTOJO	COLOMBINA S.A.
ASOCIACIÓN NACIONAL DE INDUSTRIALES	COMPANÍA INDUSTRIAL DE CEREALES S.A.
BAALBEK	

PAN.

REQUISITOS GENERALES

1. ALCANCE

Esta norma establece los requisitos y métodos de ensayo para el pan.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos normativos referenciados son indispensables para la aplicación de este documento normativo. Para referencias fechadas, se aplica únicamente la edición citada. Para referencias no fechadas, se aplica la última edición del documento normativo referenciado (incluida cualquier corrección).

NTC 267:1998, Harina de trigo.

NTC 282:1986, Métodos de ensayo para la harina de trigo.

NTC 440, Productos alimenticios. Método de ensayo.

NTC 668, Alimentos y materias primas. Determinación de los contenidos de grasa y fibra cruda.

NTC 4132, Microbiología. Guía general para el recuento de mohos y levaduras. Técnica de recuento de colonias a 25 °C.

NTC 4458, Microbiología de alimentos y de alimentos para animales. Guía general para el recuento de coliformes. Técnica de recuento de colonias.

NTC 4491-1:2006, Microbiología de alimentos y alimentos para animales. Preparación de muestras de prueba, suspensiones iniciales y diluciones decimales para el análisis microbiológico - parte 1. Reglas generales para la preparación de la suspensión inicial y de diluciones decimales.

NTC 4574, Microbiología de alimentos y de alimentos para animales. Guía general sobre métodos para detección de *Salmonella*.

NTC 4679, Microbiología. Guía general para el recuento de *Bacillus cereus*. Técnica del recuento de colonias.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1363 (Segunda actualización)

NTC 4779, Microbiología de alimentos y alimentos para animales. Método horizontal para el recuento de estafilococos coagulasa positivo - *Staphylococcus aureus* y otras especies.

GTC 99: 2004, Guía para la selección de un plan, un esquema o un sistema de muestreo para aceptación en la inspección de ítemes individuales en lotes.

NTC-ISO 2859-1: 2002, Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1: Planes de muestreo determinados por el Nivel Aceptable de Calidad (NAC) para inspección lote a lote.

NTC-ISO 2859-2: 1994, Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 2: Planes de muestreo determinados por la Calidad Límite (CL) para la inspección de un lote aislado

NTC-ISO 2859-3:1994, Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 3: Procedimientos de muestreo intermitentes.

NTC-ISO 3951:1995, Procedimientos de muestreo y gráficas de inspección por variables para porcentaje no conforme.

3. DEFINICIONES Y CLASIFICACIÓN

3.1 DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma se establecen las siguientes:

3.1.1

pan

producto alimenticio resultante de la fermentación y horneado de una mezcla básica de harina de trigo, agua, sal y levadura, que puede contener otros ingredientes, y/o aditivos permitidos por la legislación vigente.

3.1.2

esponja

masa con previo reposo que interviene en el proceso de panificación cuya apariencia es similar a una esponja.

3.1.3

corteza

parte externa de un producto horneado con características de color, resistencia, grosor y consistencia propias del producto.

3.1.4

miga

parte interna de un producto horneado caracterizado por una estructura porosa.

3.1.5

fragilidad

atributo mecánico de textura relacionado con la cohesión, y con la fuerza necesaria para romper un producto en migajas o pedazos. Se evalúa aplicando una fuerza brusca a un producto colocado entre los dientes (incisivos) o los dedos.

3.1.6

desmenoradizo

"crumbly"

adjetivo correspondiente al nivel de fragilidad bajo. Por ejemplo: panes fabricados con polvo de hornear (pan coco).

3.1.7

crocante

"crunchy"

adjetivo correspondiente al nivel de fragilidad nivel moderado. Ejemplo: pan tostado.

3.1.8

crujiente

"crispy"

adjetivo correspondiente al nivel de fragilidad nivel alto. Ejemplo: corteza del pan francés

3.1.9

dureza

"hardness"

atributo mecánico de textura relacionado con la fuerza requerida para lograr una deformación o penetración dada en un producto. En la boca, se percibe al comprimir el producto entre los dientes (para productos sólidos) o entre la lengua y el paladar (para productos semisólidos).

3.1.10

blando

"soft"

adjetivo correspondiente a un nivel de dureza bajo en pan. Ejemplo: pan fajado o pan dulce.

3.1.11

duro

"hard"

adjetivos correspondiente a un nivel de dureza alto en pan. Ejemplo: panes de corteza.

3.2 CLASIFICACIÓN

3.2.1 Según su sabor, el pan se clasifica en:

3.2.1.1 Pan de sal: pan en el que tanto en su masa como en su relleno predomina el sabor de sal.

3.2.1.2 Pan de dulce: pan en el que tanto en su masa como en su relleno predomina el sabor dulce.

3.2.2 Por la textura, el pan se clasifica en:

3.2.2.1 Panes blandos

Panes que se caracterizan por su contenido alto de humedad y la suavidad en toda su estructura.

3.2.2.2 Panes de corteza crujiente

Panes de nivel de fragilidad alto, caracterizados por poseer cortezas delgadas, duras al tacto.

3.2.2.3 Panes tostados

Panes de nivel de fragilidad moderado, que se caracterizan por tener bajo contenido de humedad, con toda su estructura crocante.

3.2.2.4 Panes hojaldrados

Panes que presentan una estructura de capas finas, sobrepuestas, y cuyo contenido de grasa es alto.

3.2.2.5 Panes con fibra

Panes que contienen fibra proveniente de diferentes vegetales, por ejemplo: cereales como el trigo, leguminosas u oleaginosas.

3.2.3 Por proceso de mezcla, el pan se clasifica en:

(Véase el diagrama de proceso de panes en el Anexo A, informativo.)

3.2.3.1 Panes de proceso directo

Panes cuya mezcla y fermentación de ingredientes se realiza en una sola etapa.

3.2.3.2 Pan de proceso por esponja

Panes cuya mezcla de ingredientes se realiza en dos etapas con fermentaciones independientes.

3.2.4 Panes para regímenes especiales

Por panes para regímenes especiales se entienden los elaborados o preparados especialmente para satisfacer necesidades particulares de la alimentación humana. La composición de tales panes debe ser fundamentalmente diferente de la composición de los panes comunes de naturaleza análoga. Ejemplos de estos, son panes multocereales, sin levadura, sin azúcar, integrales, bajos en grasa, etc.

4. REQUISITOS GENERALES

- 4.1** En el pan la parte superior y las partes laterales de la corteza, no deben tener ampollas.
- 4.2** El color debe ser uniforme de dorado o ligeramente moreno. La corteza no debe estar quemada, ni tener hollín o materia extraña alguna.
- 4.3** La miga debe ser elástica porosa y uniforme, no debe ser pegajosa ni desmenuzable.
- 4.4** El olor y el sabor deben ser los característicos a su formulación y acordes con su clasificación.
- 4.5** El pan debe estar bien horneado y cocido, libre de olores y sabores desagradables.
- 4.6** Se permite la adición de harina de otros cereales, oleaginosas y tubérculos que hayan sido procesados de manera que sean aptos para alimentación humana.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1363 (Segunda actualización)

4.7 No se permite la adición de colorantes y otros aditivos diferentes a los aprobados por la legislación nacional vigente o el *Código Alimentario*, ni ningún otro componente que afecte la salud.

5. REQUISITOS ESPECÍFICOS

5.1 Los diferentes tipos de pan deben cumplir con los requisitos que aparecen en la Tabla 1.

NOTA. Los requisitos indicados en la Tabla 1 tienen en cuenta que todos los ingredientes que constituyen las fórmulas, están calculados con base en 100 g de harina.

5.2 Por formulación, para su elaboración, los panes de sal deben tener como mínimo 1,5 g y máximo 2,5 g de sal en 100 g de harina.

5.3 Por formulación, para su elaboración, los panes dulces deben tener como mínimo 15 g y máximo 30 g de azúcar, melaza, panela u otro edulcorante en 100 g de harina.

5.4 El pH del pan lo define el proceso y su formulación, debe estar acorde con el tipo y la expectativa de su vida útil. Debe medirse inmediatamente después del horneado y, como valor mínimo, debe estar en 4,8 y como valor máximo en 6,0, excepto los panes para regímenes especiales o rellenos.

5.5 Para el pan de sal el valor mínimo es de 0 y máximo 14 % de azúcar contenido en g/100g de harina. Para el pan dulce el valor mínimo es de 15 y máximo 30 % de azúcar contenido en g/100g de harina.

Tabla 1. Requisitos del pan

Requisito	Pan blando		Pan de corteza		Pan tostados		Panes hojaldrados		Panes con fibra	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Grasa (g/100 g de harina)	6,0	18	-	4,0	-	12	20	40	-	-
Humedad, en % mín	20	40	20	30	-	10	20	30	-	-
Fibra cruda, en %	-	-	-	-	-	-	-	-	15	30
Proteínas en %	9	-	9	-	9	-	9	-	9	-

5.6 REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS

5.6.1 Los requisitos para el pan sin relleno son los siguientes:

Requisitos microbiológicos en pan agentes microbianos	Límite por g			
	n	c	m	M
Mohos y Levaduras (UFC/g)	3	1	10 ²	10 ³

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1363 (Segunda actualización)

5.6.2 Los requisitos para pan con relleno, con coberturas o ambos, son:

Requisitos microbiológicos en pan Agentes microbianos	Límite por g			
	n	c	m	M
<i>Escherichia coli</i> (UFC/g)	3	2	0	0
<i>Staphylococcus aureus coagulasa positiva</i> (uic/g)	3	2	0	0
Salmonella en 25g	3	0	0	—
Mohos y Levaduras UFC/g	3	2	10 ²	10 ³
<i>Bacillus cereus</i> UFC/g	3	1	10	10 ³

en donde:

- n = tamaño de la muestra
- m = índice máximo permisible para identificar el nivel de buena calidad
- M = índice máximo permisible para identificar el nivel aceptable de calidad.
- c = número máximo de muestras permisibles con resultados entre m y M.

6 TOMA DE MUESTRAS Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO DEL PRODUCTO

6.1 TOMA DE MUESTRAS

La muestra de pan debe tomarse cuando su temperatura interna, sea igual a la temperatura ambiente.

Los planes de muestreo se podrán acordar entre las partes según lo establecido en la GTC 99, NTC-ISO 2859-1, NTC-ISO 2859-2, NTC-ISO 2859-3 y la NTC-ISO 3958.

6.2 ACEPTACIÓN O RECHAZO

Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos indicados en esta norma, de acuerdo con los criterios de aceptación o rechazo definidos por las partes en el plan de muestreo seleccionado (numeral 6.1), se rechazará el lote. En caso de discrepancia, se repetirán los ensayos sobre la muestra reservada para tales efectos.

Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso será motivo para rechazar el lote.

7 MÉTODOS DE ENSAYO Y PREPARACIÓN DE MUESTRAS

7.1 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS PARA ANÁLISIS DEL PAN

Según el tipo de análisis, se deben tomar las muestras representativas. Para la toma de muestra del pan como producto terminado, se debe tener en cuenta lo indicado en la NTC 4491-1.

7.2 MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE *Escherichia coli*.

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 4458.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1363 (Segunda actualización)

7.3 MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE *Staphylococcus aureus* coagulasa positivos

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 4779.

7.4 MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE *Salmonella* spp.

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 4574.

7.5 MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE MOHOS Y LEVADURAS

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 4132.

7.6 MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE *Bacillus cereus*

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 4579.

7.7 DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 282.

7.8 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 282.

7.9 DETERMINACIÓN DE LA GRASA

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 668.

7.10 DETERMINACIÓN DE AZÚCAR

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 440.

7.11 DETERMINACIÓN DEL pH DEL EXTRACTO ACUOSO

7.11.1 Reactivos

Agua destilada o desmineralizada de pH 6,2 a 7. Inmediatamente antes de usar el agua se hierve durante 10 min y luego se enfría a temperatura ambiente. Si el pH del agua no está dentro del intervalo requerido, se debe destilar en un equipo de vidrio.

7.11.2 Preparación del extracto acuoso del material

Se pesan 10 g de pan y se trituran en un mortero hasta obtener una pasta fina, se agregan 100 cm³ de agua y se mezcla cuidadosamente, se deja en reposo durante 15 min, se filtra la mezcla y se recoge el filtrado en un vaso de precipitados y se determina el pH en un potenciómetro con electrodo de vidrio.

7.12 DETERMINACIÓN DE LA FIBRA CRUDA

7.12.1 Reactivos

- a) Éter de petróleo.
- b) Ácido sulfúrico 1,25 % (m/v) exactamente preparado.

- c) Hidróxido de sodio 1,25 % exactamente preparado.
- d) Etanol de 95 % en volumen.

7.12.2 Procedimiento

7.12.2.1 Se pesan 2,5 g de muestra libre de humedad y se somete a extracción con éter de petróleo en un aparato Soxhlet, durante 1 h, luego se transfiere el material desengrasado a un matraz de 1 dm³, se calienta hasta ebullición en un vaso de precipitados 200 cm³ de ácido sulfúrico y después se transfiere el ácido en caliente al matraz y se calienta a reflujo durante 30 min, se debe revolver constantemente el contenido del matraz evitando que el pan se adhiera a las paredes y no esté en contacto con el ácido.

7.12.2.2 Se filtra el contenido del matraz a través de un lienzo fino. (18 hilos por cm) colocado en un embudo, se lava el residuo con agua caliente hasta que el agua del lavado sea neutra, lo cual se comprueba con papel tornasol.

7.12.2.3 En un vaso de precipitados se calientan hasta ebullición 200 cm³ de hidróxido de sodio, se transfiere el residuo que quedó en el lienzo al matraz y se adiciona el hidróxido de sodio hirviendo, se calienta a reflujo al matraz durante 30 min, se retira inmediatamente el matraz y se filtra a través de un lienzo (18 hilos x cm). Se lava cuidadosamente el residuo con agua hirviendo y se transfiere a un crisol Gooch, que ha sido preparado previamente con una copa de asbesto fina pero compacta.

7.12.2.4 Después se lava el residuo, primero con agua caliente y luego con 15 cm³ de alcohol etílico. Se seca el contenido de crisol a 105 °C ± 2 °C en una estufa hasta masa constante, se enfría y se pesa. Luego se calcina el contenido del crisol en una mufla a 600 °C ± 2 °C hasta que se halla eliminado todo el carbono, se enfría en un desecador y luego se pesa .

7.12.3 Cálculos

El contenido de fibra se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$F = \frac{100(m_1 - m_2)}{m}$$

en donde:

- F = fibra cruda, en porcentaje en masa, en base seca.
- m₁ = masa del crisol Gooch y su contenido antes de calcinarlo, en gramos.
- m₂ = masa del crisol Gooch con asbestos y cenizas, en gramos.
- m = masa del pan libre de humedad empleado para análisis, en gramos.

7.13 DETERMINACIÓN DE COLORANTES

Se efectúa de acuerdo con el método de la Asociación of official analytical chemists. Washington 12 ed. Official method of analysis of the association of Official Analytical Chemists. Washington AOAC, 1975 P 631(AOAC synthetic organic color additives in foods).

8. EMPAQUE Y ROTULADO

Además de lo establecido en la NTC 512-1 y la NTC 512-2 podrán incluirse en el rotulo cualquier otra especificación establecida por la autoridad sanitaria competente o la que el fabricante considere, o ambas.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERIA EN ALIMENTOS

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN DE:

NOMBRE: CUSANGUÁ ARÉVALO KARLA LISSETH
NIVEL/PARALELO: DÉCIMO

CÉDULA DE IDENTIDAD: 0401911581
PERIODO ACADÉMICO: ABRIL - AGOSTO 2019

TEMA DE INVESTIGACIÓN: "Sustitución parcial de harina de trigo (Triticum) por harina precocida de oca (Oxalis tuberosa) para la elaboración de pan blanco"

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:

PRESIDENTE: PHD. DOMÍNGUEZ RODRÍGUEZ FRANCISCO JAVIER
LECTOR: MSC. YAMBAY VALLEJO WILMAN JENNY
ASESOR: MSC. BURBANO PULLES MARCO RUBÉN

De acuerdo al artículo 21: Una vez entregados los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director de Carrera integrará el Tribunal de Pre-defensa del informe de investigación, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

EDIFICIO DE AULAS: 4 **AULA:** 106
FECHA: 24 de Septiembre de 2019
HORA: 9h15


Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa: 5,80
2) Trabajo escrito 2,90
Nota final de PRE DEFENSA 8,70


Por lo tanto: **APRUEBA CON OBSERVACIONES** ; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 24.- De los estudiantes que aprueban el Plan de Investigación con observaciones. - El estudiante tendrá el plazo de 10 días laborables para proceder a corregir su informe de investigación de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el 24 de Septiembre de 2019


PHD. DOMÍNGUEZ RODRÍGUEZ FRANCISCO JAVIER
PRESIDENTE


MSC. BURBANO PULLES MARCO RUBÉN
TUTOR


MSC. YAMBAY VALLEJO WILMAN JENNY
LECTOR

Adj.: Observaciones y recomendaciones