



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“INCIDENCIA DE LA MASA DE OCA (*Oxalis tuberosa*) COMO
SUSTITUTO PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO (*Triticum spp.*) PARA
LA ELABORACIÓN DE PAN DULCE”**

**Tesis previa a la obtención del Título de:
Ingeniero Agroindustrial**

**AUTORAS: Mora Getial Adriana Maricela
Ruano Enríquez Tatiana Mercedes**

DIRECTOR: Ing. Ángel Satama

Ibarra – Ecuador

2012

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“INCIDENCIA DE LA MASA DE OCA (*Oxalis tuberosa*) COMO
SUSTITUTO PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO (*Triticum spp.*) PARA
LA ELABORACIÓN DE PAN DULCE”**

Tesis revisada por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como
requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

APROBADA

Ing. Ángel Satama
Director

Ing. Milton Núñez
Asesor

Ing. Marcelo Vacas
Asesor

Dra. Lucía Toromoreno
Asesor



**Ibarra – Ecuador
2012**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO 1			
Cédula de identidad:	040134308 – 2		
Apellidos y nombres:	Mora Getial Adriana Maricela		
Dirección:	Av. 17 de julio - El olivo		
Email:	muvis_18@hotmail.com		
Teléfono fijo:	062234026	Teléfono móvil:	092151635

DATOS DE CONTACTO 2			
Cédula de identidad:	040158840 – 5		
Apellidos y nombres:	Ruano Enríquez Tatiana Mercedes		
Dirección:	Av. Pérez Guerrero y bolívar		
Email:	tatys0404@hotmail.es		
Teléfono fijo:	062954129	Teléfono móvil:	080883954

DATOS DE LA OBRA	
Título:	“Incidencia de la masa de oca (<i>oxalis tuberosa</i>) como sustituto parcial de la harina de trigo (<i>triticum spp.</i>) para la elaboración de pan dulce”
Autores:	Mora Adriana, Ruano Tatiana
Fecha:	11 de Abril de 2012
Solo para trabajos de grado	
Programa:	Pregrado
Título por el que opta:	Ing. Agroindustrial

Director:	Ing. Ángel Satama
------------------	-------------------

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Nosotras, **Adriana Maricela Mora Getial**, con cédula de ciudadanía Nro. **040134308 – 2** y **Tatiana Mercedes Ruano Enríquez**, con cédula de ciudadanía Nro. **040158840 – 5**; en calidad de autoras y titulares de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hacemos entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizamos a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 143.

3. CONSTANCIAS

Las autoras manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 30 de Abril del 2012

LOS AUTORES:

ACEPTACIÓN:

Adriana Maricela Mora Getial

040134308 – 2

Tatiana Mercedes Ruano Enríquez

040158840 – 5

Esp. Ximena Vallejo

JEFE DE BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Nosotras, **Adriana Maricela Mora Getial**, con cédula de ciudadanía Nro. 040134308 – 2 y **Tatiana Mercedes Ruano Enríquez**, con cédula de ciudadanía Nro. 040158840 – 5; manifestamos la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autoras de la obra o trabajo de grado denominada **“INCIDENCIA DE LA MASA DE OCA (*Oxalis tuberosa*) COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO (*Triticum spp.*) PARA LA ELABORACIÓN DE PAN DULCE”**, que ha sido desarrollada para optar por el título de **Ingenieras Agroindustriales** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En nuestra condición de autoras nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte

Adriana Maricela Mora Getial

040134308 – 2

Tatiana Mercedes Ruano Enríquez

040158840 – 5

Ibarra, 9 de Mayo del 2012

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: 2531 FICAYA-UTN
Fecha: 10 – 10 - 2011

MORA GETIAL ADRIANA MARICELA, RUANO ENRIQUEZ TATIANA MERCEDES. “Incidencia de la masa de oca (*oxalis tuberosa*) sustituto parcial de la harina de trigo (*triticum spp.*) para la elaboración de pan dulce”/ TRABAJO DE GRADO. Ingenieras Agroindustriales Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agroindustrial Ibarra. EC. Abril 2012. 134 p. 24 anexos.

DIRECTOR: Ing. Ángel Satama

El objetivo principal de la presente investigación fue, evaluar la incidencia de la masa de oca (*Oxalis tuberosa*) como sustituto parcial de la harina de trigo (*Triticum spp*) en la elaboración de pan dulce. Entre los objetivos específicos se obtuvo la masa de oca (*Oxalis tuberosa*) en tres estados de madurez, además se elaboró pan dulce a partir de diferentes niveles de masa de oca en tres estados de madurez. Se evaluó las características fisicoquímicas en el producto terminado y el testigo. También se analizó las características organolépticas y la calidad microbiológica.

Fecha: 11 de Abril del 2012

Ing. Ángel Satama
Director de Tesis

Adriana Maricela Mora Getial
Autora

Tatiana Mercedes Ruano Enríquez
Autora

DEDICATORIA

A mi padre Alirio Mora, por estar siempre en los momentos importantes de mi vida, por ser el ejemplo para salir adelante y por los consejos que han sido de gran ayuda para mi vida.

Esta tesis es el resultado de lo que me has enseñado en la vida, ya que siempre has sido una persona honesta, entregada a tu trabajo, y un gran líder, pero más que todo eso, una gran persona que siempre ha podido salir adelante y ser triunfador. Es por ello que hoy te dedico este trabajo de tesis. Gracias por confiar en mí y darme la oportunidad de culminar esta etapa en mi vida.

A mi madre Marlene Getial, por hacer de mí una mejor persona a través de sus consejos, enseñanzas y amor. Gracias por ayudarme a cumplir mis objetivos como persona y estudiante.

A mi hermana Mireya, por estar siempre presente, cuidándome y brindándome aliento.

A mi tío Tulio y mis primos Evelin y William, quienes siempre creyeron en mí.
A mis amigos, por estar en las buenas y en las malas, jamás los olvidaré.

Adriana Maricela Mora Getial

DEDICATORIA

Agradezco a Dios porque gracias a él nos encontramos con vida.

A mis padres Wilson Ruano y Alba Enríquez por ser quienes me
dieron el apoyo durante todos estos años.

A mis hermanos por estar siempre con migo en las buenas y malas.

A toda mi familia y amigos por ser el complemento durante toda mi
vida estudiantil y por creer en mí.

Tatiana Mercedes Ruano Enríquez

AGRADECIMIENTO

Al cumplir con éxito la presente investigación, hacemos público nuestro más sincero agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte, institución a la cual debemos nuestra realización profesional. Y a todos, que de una u otra manera contribuyeron a la realización de este estudio.

Al ingeniero Ángel Satama, Director de Tesis, por su orientación y apoyo desinteresado para el desarrollo de la presente investigación.

Al ingeniero Marco Cahueñas, por su valioso aporte en la revisión estadística.

A la Doctora Lucía Toromoreno, a los ingenieros Milton Núñez y Marcelo Vacas, integrantes del Comité de Asesores, por las valiosas aportaciones que nos hicieron para mejorar la presente investigación.

De la misma forma a nuestros padres y hermanos y amigos, quienes influyeron día a día con su apoyo incondicional a la culminación exitosa de esta investigación

LAS AUTORAS

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDOS	Páginas
CAPITULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. GENERALIDADES.....	1
1.1.1. El problema.....	1
1.1.2. Justificación.....	3
1.2. OBJETIVOS.....	5
1.2.1. Objetivo general.....	5
1.2.2. Objetivo específicos.....	5
1.3. FORMULACIÓN DE HIPOTESIS.....	6
CAPITULO II.....	7
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. PANIFICACIÓN.....	7
2.1.1. Proceso de panificación.....	7
2.2. PAN DULCE.....	10
2.2.1. Origen y evolución.....	11
2.2.2. Valor nutritivo.....	11
2.2.3. Ingredientes y sus funciones.....	12
2.2.3.1. Levadura.....	13
2.2.3.2. Líquido.....	14
2.2.3.3. Sal.....	15
2.2.3.4. Azúcar.....	16
2.2.3.5. Grasa.....	16
2.2.3.6. Huevos.....	16
2.2.3.7. Harina de trigo.....	17
2.2.3.7.1. Clasificación de las harinas.....	19

2.2.3.7.1.1.	Harina extrafina.....	20
2.2.3.7.1.2.	Harina fina.....	20
2.2.3.7.1.3.	Harina superfina.....	20
2.2.3.7.1.4.	Harinas suaves (galleteras).....	21
2.2.3.7.2.	Obtención y características de la harina.....	21
2.2.3.7.3.	Calidad de las harinas panificables.....	22
2.2.3.7.4.	Usos de la harina en la industria alimenticia.....	23
2.2.3.7.5.	Proteínas de la harina de trigo.....	24
2.2.3.7.5.1.	Con base en la solubilidad.....	24
2.2.3.7.5.2.	Con base en su funcionalidad.....	25
2.2.3.7.5.3.	Propiedades funcionales de las proteínas de la harina de trigo	28
2.2.4.	Pan común.....	30
2.3.	TRIGO.....	31
2.3.1.	Importaciones de trigo.....	32
2.3.2.	Contenido nutricional del trigo.....	32
2.3.3.	Usos del trigo.....	33
2.4.	OCA.....	34
2.4.1.	Taxonomía local sobre la oca.....	34
2.4.2.	Valor nutritivo.....	37
2.4.3.	Preparación y consumo.....	37
2.4.4.	Conservación.....	38
2.4.5.	Comercialización.....	39
CAPÍTULO III.....		40
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	40
3.1.	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	40
3.1.1.	Ubicación.....	40
3.1.2.	Localización del experimento	40
3.1.3.	Características climatológicas.....	41
3.2.	MATERIALES.....	41
3.2.1.	Materia prima e insumos.....	41
3.2.2.	Instrumentos para la elaboración.....	41

3.3.	MÉTODOS.....	42
3.3.1.	Factores en estudio.....	42
3.3.2.	Combinación de tratamientos.....	43
3.3.3.	Diseño experimental.....	43
3.3.4.	Características del experimento.....	43
3.3.5.	Análisis estadístico.....	44
3.3.6.	VARIABLES EVALUADAS.....	45
3.3.6.1.	VARIABLES CUANTITATIVAS.....	46
3.3.6.2.	VARIABLES CUALITATIVAS.....	46
3.3.6.3.	Descripción de los métodos de evaluación.....	46
3.4.	MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO.....	52
3.4.1.	Elaboración de pan dulce a base de masa de oca y harina de trigo.....	52
3.4.2.	Descripción del diagrama de flujo para la obtención de la masa de oca.....	55
3.4.3.	Descripción del diagrama de flujo para la elaboración de pan dulce.....	58
	CAPÍTULO IV.....	65
4.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	65
4.1.	ANÁLISIS DE VARIABLES CUANTITATIVAS.....	65
4.1.1.	Análisis estadístico de la variable Temperatura de fermentación (° C).....	66
4.1.2.	Análisis estadístico del volumen del producto terminado (ml).....	91
4.1.3.	Análisis estadístico de la variable peso final del peso.....	100
4.2.	ANÁLISIS DE VARIABLES CUALITATIVAS.....	110
4.3.	ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LOS TRES MEJORES TRATAMIENTOS (T12, T10, T3) Y DEL TESTIGO (T19).....	114
4.4.	RENDIMIENTO.....	116

4.5.	COSTOS DE PRODUCCIÓN.....	119
CAPÍTULO V.....		122
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	122
5.1	CONCLUSIONES.....	122
5.2.	RECOMENDACIONES.....	124
CAPÍTULO VI.....		126
6.	RESÚMEN Y SUMMARY.....	126
6.1.	RESÚMEN.....	126
6.2.	SUMMARY.....	128
CAPÍTULO VII.....		130
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	130
7.1	FUENTE DE INFORMACIÓN FÍSICA.....	130
7.2.	LINKOGRAFÍA.....	132
CAPÍTULO VIII.....		134
8.	ANEXOS.....	134

INDICE DE CUADROS

Cuadro	CONTENIDOS	Páginas
Cuadro 1	Tabla de composición nutritiva (por 100 g de porción comestible.....)	12
Cuadro 2	Composición de harina de trigo por cada 100 g.....	18
Cuadro 3	Contenido nutricional del gluten INEC- Estadísticas agropecuarias del Ecuador ESPAC 2008	30
Cuadro 4	Características superficie sembrada. Producto: trigo grano seco.....	31
Cuadro 5	Ecuador: Importaciones de harina de trigo 200 - 2008.....	32
Cuadro 6	Composicion promedio de un grano de trigo perteneciente a la especie <i>Triticum aestevium L.</i>	32
Cuadro 7	Valor nutritivo de la oca.....	37
Cuadro 8	Esquema de análisis de varianza.....	44
Cuadro 9	Datos obtenidos de Temperatura (° C) al inicio de la fermentación.....	66
Cuadro 10	Análisis de la varianza para la variable Temperatura (° C) al inicio de la fermentación.....	67
Cuadro 11	Prueba de Tukey para tratamientos en la variable Temperatura (° C) al inicio de la fermentación.....	68
Cuadro 12	Prueba de D.M.S. para Factor A (niveles de masa de oca) en la variable temperatura (° C) al inicio de la fermentación.....	69
Cuadro 13	Prueba de D.M.S. para Factor B (estados de madurez) en la variable temperatura (° C) al inicio de la fermentación.....	70
Cuadro 14	Prueba de D.M.S. para Factor C (tiempo de amasado) en la variable temperatura (° C) al inicio de la fermentación.....	70

Cuadro 15	Datos obtenidos de temperatura (° C) a los 30 minutos de la fermentación.....	75
Cuadro 16	Análisis de la varianza para la variable temperatura (° C) a los 30 minutos de la fermentación.....	76
Cuadro 17	Prueba de Tukey para tratamientos en la variable temperatura (° C) a los 30 minutos de la fermentación.	77
Cuadro 18	Prueba de D.M.S. para Factor A (niveles de masa de oca) en la variable temperatura (° C) a los 30 minutos de la fermentación.....	78
Cuadro 19	Prueba de D.M.S. para Factor B (estado de madurez) en la variable temperatura (° C) a los 30 minutos de la fermentación.....	78
Cuadro 20	Prueba de D.M.S. para Factor C (tiempo de amasado) en la variable temperatura (° C) a los 30 minutos de la fermentación.....	79
Cuadro 21	Datos obtenidos de temperatura (° C) a los 60 minutos de la fermentación.....	84
Cuadro 22	Análisis de la varianza para la variable temperatura (° C) a los 60 minutos de la fermentación.....	85
Cuadro 23	Prueba de Tukey para tratamientos en la variable temperatura (° C) a los 60 minutos de la fermentación.....	86
Cuadro 24	Prueba de D.M.S. para Factor A (niveles de masa de oca) en la variable temperatura (° C) a los 60 minutos de la fermentación.....	87
Cuadro 25	Prueba de D.M.S. para Factor B (estado de madurez) en la variable temperatura (° C) a los 60 minutos de la fermentación.....	87
Cuadro 26	Prueba de D.M.S. para Factor C (tiempo de amasado) en la variable temperatura (° C) a los 60 minutos de la fermentación.....	88

Cuadro 27	Datos obtenidos del volumen del producto terminado (ml).....	91
Cuadro 28	Análisis de la varianza para el volumen del producto terminado (ml).....	92
Cuadro 29	Prueba de Tukey para tratamientos en el volumen del producto terminado (ml).....	93
Cuadro 30	Prueba de D.M.S. para Factor A (niveles de masa de oca) en el volumen del producto terminado (ml).....	94
Cuadro 31	Prueba de D.M.S. para Factor B (estado de madurez) en el volumen del producto terminado (ml).....	94
Cuadro 32	Prueba de D.M.S. para Factor C (tiempo de amasado) en el volumen del producto terminado (ml).....	95
Cuadro 33	Datos obtenidos del peso final del pan (g).....	100
Cuadro 34	Análisis de varianza para el peso final del pan (g).....	101
Cuadro 35	Prueba de Tukey para tratamientos en la variable peso final del pan (g).....	102
Cuadro 36	Prueba de D.M.S. para Factor A (niveles de masa de oca) en la variable peso final del pan (g).....	103
Cuadro 37	Prueba de D.M.S. para Factor B (estados de madurez) en la variable peso final del pan (g).....	103
Cuadro 38	Prueba de D.M.S. para Factor C (tiempo de amasado) en la variable peso final del pan (g).....	104
Cuadro 39	Datos obtenidos de Dureza (g).....	107
Cuadro 40	Análisis de varianza para la variable Dureza (g).....	108
Cuadro 41	Prueba de Tukey para tratamientos en la variable Dureza (g).....	109
Cuadro 42	Prueba de D.M.S. para Factor A (niveles de masa de oca) en la variable Dureza (g).....	109
Cuadro 43	Prueba estadística de Friedman para las variables no paramétricas del pan.....	111

Cuadro 44	Cuadro nutricional y análisis microbiológico de los mejores tratamientos y el testigo.....	114
Cuadro 45	Costos de producción de la mezcla 1.....	119
Cuadro 46	Costos de producción de la mezcla 2.....	120
Cuadro 47	Costos de producción de la mezcla 3.....	121

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico	Contenido	Páginas
Gráfico 1	Diagrama de proceso en la elaboración de harina extraído www.prillwitz.com.ar con la autorización de la empresa (Grupo Molinero).....	22
Gráfico 3	Interacción de los factores A x C, de la variable Temperatura al inicio de la fermentación.....	71
Gráfico 4	Interacción de los factores A x B, de la variable Temperatura al inicio de la fermentación.....	72
Gráfico 5	Interacción de los factores B x C, de la variable Temperatura al inicio de la fermentación.....	73
Gráfico 6	Media de los tratamientos para la variable Temperatura (°C) al inicio del proceso de fermentación.....	74
Gráfico 7	Interacción de los factores A x B, de la variable Temperatura a los 30 minutos de la fermentación.....	80
Gráfico 8	Interacción de los factores A x C, de la variable Temperatura a los 30 minutos de la fermentación.....	81
Gráfico 9	Interacción de los factores B x C, de la variable Temperatura a los 30 minutos de la fermentación.....	82
Gráfico 10	Media de los tratamientos para la variable Temperatura (°C) a los 30 minutos del proceso de fermentación.....	83
Gráfico 11	Media de los tratamientos para la variable Temperatura (°C) a los 60 minutos del proceso de fermentación.....	89
Gráfico 12	Interacción de los factores A x B, del volumen del producto terminado.....	96
Gráfico 13	Interacción de los factores A x C, del volumen del producto terminado.....	97
Gráfico 14	Interacción de los factores B x C, del volumen del producto terminado.....	98

Gráfico 15	Media de los tratamientos para el volumen del producto terminando (ml).....	99
Gráfico 16	Interacción de los factores A x B, de la variable peso final del pan (g).....	104
Gráfico 17	Interacción de los factores A x C, de la variable peso final del pan (g).....	105
Gráfico 18	Media de los tratamientos para peso final del pan (g).....	106
Gráfico 19	Media de los tratamientos para la variable Dureza (g).....	110
Gráfico 20	Interacción de Friedman para las variables no paramétricas del pan.....	112

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. GENERALIDADES

1.1.1. El problema

Según el Censo Agropecuario Nacional realizado en el año 2001, el Ecuador registra 22000 hectáreas de trigo nacional cultivado en 10 provincias de la Sierra del país (Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar, Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja).

La producción de trigo alcanza para cubrir un 1,6% de los requerimientos de los molinos que existen a nivel nacional (22 molinos); por lo que para poder abastecer a la industria molinera en su totalidad, es necesario importarlo.

Según el MAGAP, se estima que los 13'000 000 de ecuatorianos consumimos 27 Kg de trigo y formas de derivados al año, esto hace que se demande aproximadamente 350 000 toneladas métricas de trigo importado por año. El destino que se da a la producción de trigo nacional e importado es para la producción de harina, de la cual el 77% está destinado para panificación, el 18% para la fabricación de fideos y el 5% se destina para galletería.

El pan blanco es uno de los principales alimentos de la dieta diaria en nuestro país, su consumo en la actualidad se ve afectado principalmente por el alto y variable costo de la materia prima como es la harina de trigo, lo cual conduce a investigar nuevas alternativas de uso, con la finalidad de sustituir parcialmente la harina de trigo con productos autóctonos del Ecuador.

En nuestro país se encuentra un sinnúmero de productos, que pueden sustituir parcialmente a la harina de trigo en la elaboración de pan dulce como son: harinas de maíz, avena, cebada o masa de camote, papa, yuca, oca entre otros, los cuales no tienen las mismas características leudantes de la harina de trigo, pero en diferentes niveles nos sirven para sustituirla parcialmente en la elaboración de pan dulce, obteniendo un producto con similares y hasta mejores características que el pan dulce tradicional.

La oca (*Oxalis tuberosa*) es un alimento conocido desde tiempos ancestrales. Durante la época de la colonia fue reemplazada por alimentos traídos por los conquistadores como son: trigo, cebada, avena etc. Sin embargo se cultivó oca en pequeñas cantidades que no representaron mayor rentabilidad económica ni comercial.

El MAGAP informa que, la oca es un tubérculo andino sub-utilizado que requiere maduración previa para su consumo, es decir, que después de ser cosechada se la expone al sol para que adquiera un sabor dulce, por la transformación de almidones en azúcares. Se puede utilizar el azúcar natural de éste para elaborar productos dulces sin añadir ningún tipo de edulcorante.

En la provincia del Carchi, en el cantón Huaca, existe producción importante de este tubérculo, más el consumo es escaso, lo que significa que el productor agrícola ha relegado este cultivo por los bajos rendimientos económicos; es por eso que, se debe buscar nuevas alternativas de consumo e industrialización, y de ésta forma evitar que desaparezca, y más bien fomentar una cultura de consumo a

nivel nacional. Esta investigación pretende estudiar la incidencia de la masa de oca en sustitución parcial de la harina de trigo para la elaboración de pan dulce.

Otra alternativa sería la obtención de harina y almidón de oca madurada al sol. Sin embargo es muy costosa y nuestro objetivo es sacar un producto final que esté al alcance de todas las familias.

1.1.2. Justificación

La presente investigación plantea elaborar pan dulce a base de la mezcla de harina de trigo y masa de oca, como alternativa de consumo de éste tubérculo. Según la página (www.fcial.uta.edu.ec), la oca tiene alto contenido de almidón, minerales y ácidos orgánicos, que permiten numerosas aplicaciones como son la panificación y la extracción de alcohol mediante la fermentación.

Las investigaciones buscan implementar nuevas formas de consumo de diferentes productos y así mejorar las condiciones alimentarias y económicas de los seres humanos. Es necesario fortalecer conocimientos aplicando nuevos procesos agroindustriales y de ésta manera evitar que el cultivo desaparezca.

De forma paralela estamos incorporando un nuevo producto a la industria panadera, sea a nivel artesanal o industrial; ya que a más de consumirlo por su bajo precio éste posee un alto valor nutritivo y especialmente calórico.

El pan dulce elaborado con la mezcla de harina de trigo y masa de oca reúne ciertas características fisicoquímicas y organolépticas que facilitan su consumo, ya que el pan es uno de los productos más consumidos por la población ecuatoriana.

Utilizamos masa de oca y no harina o almidón de la misma con el fin de disminuir el costo de elaboración del pan dulce, debido que ésta es mucho más económica que la harina de trigo, pues un quintal de harina de trigo cuesta aproximadamente

40 dólares, mientras que un quintal de ocas cuesta aproximadamente 15 dólares. Se aspira que más familias, sea cual sea su estatus social tengan acceso a este producto, e incluso personas diabéticas, ya que no contiene ningún tipo de edulcorante. La investigación permite que los agricultores amplíen el mercado de consumo, a través de nuevas alternativas de uso de la oca.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Evaluar la incidencia de la masa de oca (*Oxalis tuberosa*) como sustituto parcial de la harina de trigo (*Triticum spp*) para la elaboración de pan dulce.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Obtener masa de oca (*Oxalis tuberosa*) en tres estados de madurez.
- Elaborar pan dulce a partir de diferentes niveles de masa de oca en tres estados de madurez.
- Evaluar las características fisicoquímicas (peso, humedad, proteína, fibra, grasa, dureza, azúcares reductores libres, azúcares totales, volumen y cenizas) en el producto terminado y el testigo.
- Evaluar las características organolépticas (olor, color, sabor, miga y textura) en el producto terminado y el testigo.
- Evaluar la calidad microbiológica (mohos, levaduras y recuento total) a los tres mejores tratamientos y el testigo.
- Realizar el balance de materiales a fin de determinar el rendimiento y costo del producto terminado.

1.3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Los niveles de masa de oca como sustituto parcial de la harina de trigo, el estado de madurez pos cosecha de la oca y el tiempo de amasado influyen en el rendimiento, en la calidad fisicoquímica y organoléptica del pan dulce.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. PANIFICACIÓN

Según Soto, P. (2000), el pan es el producto alimenticio que se obtiene cociendo al horno la masa formada al mezclar con agua la harina de ciertos cereales, sobre todo la de trigo, masa a la que, por lo general, se agrega levadura con el fin que se realice la fermentación y se produzca un alimento ligero y esponjoso, fácil de consumir y digestivo; el proceso se denomina PANIFICACIÓN.

2.1.1. PROCESO DE PANIFICACIÓN

Según Soto, P. (2000), la harina es una materia básica para la elaboración de pan, galletas, pastas alimenticias y otros productos de panadería y pastelería. Junto con la harina, la sal, el agua y la levadura, son los componentes básicos para la elaboración de pan. Cuando se trata de la elaboración de productos de panadería y pastelería entran en juego otras materias primas, tales como: huevos, leche en polvo, grasas animales y aceites vegetales, azúcar, glucosa, miel y zumo de frutas. La más importante de las proteínas funcionales de la harina de trigo es el gluten, que tiene la propiedad de que cuando se humedece y se amasa mecánicamente forma una masa elástica que puede extenderse en todos los sentidos bajo la

presión de un gas que se está dilatando y formando burbujas. Además, si se le expone al calor suficiente, el gluten coagula, formando una estructura semirrígida. Las harinas fuertes contienen mayor cantidad de gluten y del tipo que se extiende más sin romperse, son las que se escogen para la elaboración de pan.

El gluten de la harina de trigo se combina con el almidón, que no forma película como el gluten, pero cuando se humedece y se calienta, forma una pasta que se pone más rígida, es decir, se gelatiniza. Por consiguiente, los principales componentes de la harina de trigo en combinación forman masas, de acuerdo con la cantidad de agua añadida, cuando se calientan dan origen a estructuras semirrígidas.

Las principales operaciones que tienen lugar durante el proceso de la elaboración de pan son las siguientes:

1.- AMASADO. Consiste en mezclar la harina, la sal, el agua y la levadura prensada en el recipiente de amasado, ajustando la temperatura del agua de manera que tras 15 minutos de amasado, en amasadora mecánica, la masa tenga 24°C. El amasado produce dos efectos importantes:

- a) Que las enzimas de harina conviertan parte del almidón en maltosa, que es el nutriente más importante de la levadura.
- b) Que el trabajo mecánico hecho por las palas de la amasadora permita la absorción de agua por las proteínas del gluten (gliadinas + gluteninas), desarrollando su elasticidad y extensibilidad, y también por parte de los gránulos triturados de almidón.

El amasado dura de 10 a 20 minutos pero con las amasadoras de alta velocidad se puede reducir el tiempo a 3 minutos y medio; en general, cuánto más blanda es la harina más corto es el tiempo de mezclado.

2.- FERMENTACIÓN DE LA MASA. La masa se mantiene a una temperatura de 24°C, dejándose fermentar durante dos horas y media. Según el proceso de elaboración se varía el tiempo de fermentación, al final del cual la masa, habrá aumentado 4 ó 5 veces su volumen inicial. A continuación se vuelve a amasar mecánicamente durante 5 minutos, dejándose fermentar sobre una hora y media.

3.- DIVISIÓN Y MOLDEADO. Después de la fermentación, la masa se lleva a una divisora, que la corta en piezas de un determinado peso. Estas piezas son convertidas en bolas, mecánicamente por otra máquina que actúa a continuación llamada moldeadora o divisora, que a su vez deja caer las piezas en un elevador de cangilones y éste las deposita en el madurador intermedio, donde la masa sigue fermentando a temperatura controlada. La maduración intermedia dura unos 10 minutos, permitiendo que las características del gluten se recuperen de la acción mecánica sufrida por el cortado y moldeado.

4.- MADURACIÓN FINAL. Las piezas son transportadas del madurador intermedio a una segunda máquina moldeadora, que coloca cada pieza, más o menos alargada y fermentada, en un envase individual con forma apropiada, una vez que las piezas están en el molde se deja madurar nuevamente, en éste proceso la masa se recupera de la acción desfavorable del segundo moldeado.

5.- COCCIÓN. La cocción del pan se hace en hornos continuos a una temperatura externa de 235-260°C (aunque la temperatura de la pasta sea algo inferior a 100°C), para fijar rápidamente la estructura proteínica, es decir coagular el gluten con la rapidez necesaria para que el trozo de masa no se desparrame y permanezca rígida, influyendo en la estructura característica del pan y la gelatinización parcial de los gránulos de almidón.

Al ir aumentando la temperatura de la pieza suceden una serie de fenómenos tales como:

- La levadura trabaja rápidamente y da mayor cantidad de anhídrido carbónico, produciéndose lo que se llama crecido en el horno del pan. Por encima de 42°C las levaduras se incitan, y cuando el centro de la masa ha alcanzado los 54,4°C toda la levadura ha muerto.
- Las amilasas siguen dando maltosa y dextrina a partir del almidón. Esta acción se paraliza cuando se alcanza una temperatura de 76,5°C.
- A la temperatura de 50°C comienzan los procesos de desnaturalización de las proteínas del gluten y continúan cada vez con más rapidez hasta los 80°C. La estructura esponjosa del pan queda así estabilizada.
- El vapor de agua y el alcohol escapan del interior de la masa. La superficie pierde gran parte de su humedad, produciéndose un endurecimiento por desecación (corteza) y un pardeamiento no enzimático que va acompañado de la formación de compuestos odorantes, particularmente maltol.
- El calor también produce una pérdida de vitamina B1, del orden del 15% o más si aumenta el pH de la pasta por adición de bicarbonato, que se utiliza para aumentar la producción de CO₂.
- A 110 – 120°C las dextrinas amarillas pasan a dextrinas pardas, que adquieren el color verdaderamente pardo a lo 160°C.

2.2. PAN DULCE

Se conoce como pan de dulce o pan dulce a la gran variedad de panes elaborados con alguna particular característica, a la que comúnmente le deben su nombre popular y que los diferencian del llamado pan blanco. El pan dulce se distingue por su elaboración y presentación final de otros panes.

El pan dulce es un alimento sabroso y tradicional de alta densidad energética; se diferencia de los demás por el alto contenido de azúcares.

2.2.1. Origen y evolución

Su origen es algo incierto, pero se sabe que, ya en época de los romanos, se tenía la costumbre de elaborar un pan con miel de un intenso y agradable sabor dulce. Si se buscan referencias históricas más cercanas de esta variedad hay que situarse en Alemania. Al parecer, en este país ha existido de siempre la costumbre de tomar, en Navidad, un pan que en su origen sea elaborada con levadura y mazapán, cuya receta ha ido evolucionado con el paso de los años incluyendo frutos secos. La receta llegó a Italia en el siglo XV, se la denominó panettone. Posteriormente se fue extendiendo por el resto de Europa y, finalmente, llegó a América.

Hoy día se lo conoce como Stollen o pan de Cristo en Alemania, como panettone en Italia y como pan de Pascua o criollo en Chile. En todos los casos, se trata de un pan que suele tomarse principalmente en las fiestas navideñas. Su sabor varía según los ingredientes de la receta, ya que los hay que incluyen mayor cantidad de frutas o, en el caso del pan dulce de Génova, mayor cantidad de anís.

Fuente:http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender_a_comer_bien/curiosidades/2007/05/16/162710.php. [Consulta: 2011, Mayo 12].

2.2.2. Valor Nutritivo

Según Quaglia, G. (1991), el pan dulce es rico en carbohidratos (aproximadamente el 58%), considerándose por tanto como una óptima fuente de calorías. Además debe tenerse en cuenta que también contiene otros nutrientes, como proteínas (9%).

La ingesta de 100g de pan cubre el 32% de la necesidad diaria de proteínas vegetales.

Entre los carbohidratos y el almidón se encuentra en mayor porcentaje, pero están también presentes las dextrinas, disacáridos como maltosa, y monosacáridos como la glucosa.

Estas moléculas más simples de carbohidratos proceden de la degradación enzimática del almidón que se produce durante la fermentación de la masa y durante la cocción, confiriendo además a la parte superficial del producto, un aspecto tostado, olor característico y una apetecible corteza crujiente.

El diferente contenido de uno y otro de estos carbohidratos depende del tipo o de la calidad de enzimas presentes en la harina, del tiempo de fermentación, y de una eventual adición de glucosa o de sacarosa con el fin de mejorar las características tecnológicas del producto.

Como ya sabemos el pan no debe mirarse exclusivamente como fuente energética, ya que su contenido proteico cubre cerca del 30% de las necesidades de proteínas de origen vegetal.

En un alimento es importante desde el punto de vista nutritivo, determinar no sólo la cantidad de proteínas presentes sino también el tipo y la cantidad de aminoácidos que componen la proteína. El valor biológico de la proteína viene determinado por la comparación de su composición aminoacídica con la proteína del huevo.

Cuadro 1. Tabla de composición nutritiva (por 100 g de porción comestible).

Kcal (n)	Proteínas (g)	Grasas (g)	HC (g)	Fibra (g)	Mg (mg)	Na (mg)	K (mg)	Vit. B1 (mg)	Vit. B2 (mg)	Niacina (mg)
250	8,8	1,0	58	2,2	26	540	100	0,12	0,05	1,7

Fuente: <http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/guia-alimentos/cereales-y-derivados/2001/02/20/35277.php>. [Consulta: 2011, Mayo 12].

2.2.3. Ingredientes y sus Funciones

Según Soto, P. (2000) la harina, el líquido, la levadura y la sal son ingredientes esenciales en la masa de levadura. El azúcar y la grasa, aunque no son absolutamente necesarios, generalmente se incluyen. Los huevos se utilizan de manera opcional.

2.2.3.1. Levadura

Según Soto, P. (2000) la levadura para el pan está hecha de células de cepas selectas del microorganismo *saccharomyces cerevisiae*. Las células de levaduras frescas y activas se encuentran en el mercado como tortas comprimidas o como pastillas secas. Si la levadura del pan comprimida se mantiene a temperatura ambiente, las células mueren pronto. Aún en el refrigerador, la levadura comprimida permanecerá fresca y las células viables sólo durante unos pocos días. Si la levadura comprimida fresca se congela y se mantiene de este modo, las células de la levadura vivirán y la torta de levadura permanecerá fresca durante 3 a 4 meses. La levadura seca activa en forma de pastillas puede mantenerse sin refrigeración durante varias semanas.

El secreto de su estabilidad a la temperatura ambiente es que el contenido de humedad de la suspensión de las células de levadura se ha reducido hasta aproximadamente el 8% en comparación con el 70% de levadura en forma de torta comprimida. Las pastillas (8 gramos o ¼ de onza) están selladas en paquetes para evitar la absorción de humedad, luego que el contenido se ha sometido a una corriente de nitrógeno gaseoso para poder prolongar su vida en el anaquel. Si un paquete de levadura en pastillas se abre, la porción no usada debe almacenarse en un recipiente cerrado en el refrigerador. El tiempo de utilización de una pastilla de levadura se indica mediante una fecha de expiración marcada en el paquete.

La levadura se incluye en la masa del pan debido a que, como las células metabolizan azúcares fermentantes, bajo las condiciones anaeróbicas que

prevalecen en la masa, producen bióxido de carbono como producto de desecho. Este producto de desecho del metabolismo de las células de levadura se utiliza en la masa como leudante. Las células de levadura son capaces de fermentar cuatro azúcares: glucosa, fructosa, sacarosa y maltosa; no pueden utilizar el azúcar de la leche. Los cambios bioquímicos que tienen lugar cuando los azúcares son fermentados por la levadura son complejos. La reacción global principal ignorando un número de pasos intermedios para la producción de CO₂ con la glucosa como azúcar, se puede expresar por la ecuación de Gay-Lussac:



Las células de levadura también poseen la enzima invertasa (sacarasa) sobre o cerca de la pared celular, que actúa como catalizadora para la hidrólisis del disacárido sacarosa, para los azúcares simples (y fermentantes) en la siguiente reacción:



La maltosa se fermenta sólo después que el aporte de glucosa y fructosa se ha agotado. Incluso entonces, la fermentación procede lentamente. Las células de levadura no sólo producen bióxido de carbono que infla la masa, sino también sustancias que modifican la elasticidad, la adhesividad y las propiedades de flujo de la masa. Todo esto contribuye en la forma en que se comporta la masa. Los productos de la fermentación de la levadura contribuyen con el aroma del pan.

2.2.3.2. Líquido

Según Soto, P. (2000) el agua puede ser utilizada como líquido en la masa de levadura, aunque la leche, que es 87% agua, es la que generalmente se utiliza. La leche aumenta el valor alimenticio y también retarda el endurecimiento del pan.

El líquido disuelve la sal y el azúcar y ayuda a dispersar las células de levadura a través de la harina. También sirve como medio para transportar alimento a la levadura a través de las membranas celulares. El agua es esencial para la hidrólisis de almidón y de la sacarosa.

El agua hidrata el almidón y la proteína de la harina y es esencial para el desarrollo del gluten a medida que la masa se manipula. Aunque la hidratación de los constituyentes de la harina es esencial, también lo es la presencia del agua libre. El agua libre en la masa influye en su extensibilidad. Si es mucha, la masa es pegajosa y muy suave; si es poca, se hace dura y se resiste al estiramiento.

La consistencia de la masa influye en el grado en que las capas de gluten alrededor de las burbujas de gas resisten la presión del bióxido de carbono acumulado durante la fermentación y la presión de los gases expandidos durante el horneado.

El volumen del pan y la textura del migajón también se ven afectados. El agua es esencial para la gelatinización del almidón cuando se hornea la masa y el vapor que proporciona, contribuye la expansión en el horno.

2.2.3.3. Sal

Según De Souza, E. (1989), la sal tiene acción fortificante y estabilizadora del gluten, es usada en un porcentaje de 1,5-2,8% regulando la fermentación de la masa, retarda la producción de los gases producidos por la levadura durante la fermentación. Resalta el sabor, tiene efecto bactericida controlando el desarrollo del ácido láctico, es muy importante en la fijación del agua en el gluten, es digestiva. Tiene influencia sobre la densidad, elasticidad y otras cualidades del gluten. Otras funciones son estabilizar y mejorar harinas débiles. Por su higroscopia aumenta el poder de absorción, mejora la retención de la humedad y permite la actividad de las enzimas.

2.2.3.4. Azúcar

Según Soto, P. (2000) el azúcar se incluye en la masa para pan de levadura, principalmente para servir como una fuente de azúcar fermentable. La harina contiene sólo una pequeña cantidad de sacarosa (aproximadamente 1 por ciento). Durante los primeros minutos después de haberse mezclado la masa, un alto porcentaje de la sacarosa se hidroliza en el azúcar invertido. En ausencia de azúcar agregada, la producción de bióxido de carbono por las células de levadura se limita y se retarda, dependiendo la hidrólisis del almidón en la harina para maltosa, de las amilasas.

Los azúcares reducidos que permanecen en la masa cuando se lleva al horno, ayudan en el tostamiento y también al sabor del producto.

2.2.3.5. Grasa

Según Soto, P. (2000) agregar grasa a la masa de levadura es opcional, ya que un buen pan puede hacerse sin ella. La grasa hace que el producto sea más suave y la cubierta se tueste mejor. El aumento de volumen en el pan cuando se incluye la grasa se atribuye a los huecos hechos por la grasa en las paredes de la masa alrededor de las células de gas.

Esto hace que se puedan expandir más antes de romperse y perder el bióxido de carbono. Para éste propósito, la grasa vegetal o animal es superior a la grasa líquida. Los glucolípidos de la harina son esenciales para la formación del gluten.

2.2.3.6. Huevos

Según Soto, P. (2000) muchos panes de levadura se hacen sin huevo. Cuando los huevos se incluyen en la masa hacen que el producto se vea más atractivo y tenga un mejor sabor. La proteína del huevo le proporciona una elasticidad adicional a la masa, sin hacerla pegajosa.

2.2.3.7. Harina de Trigo.

Según Méndez, F. (2007), la harina para hacer pan se consigue al moler el endospermo llamada **harina flor**, su color es marfil, suave y fina al tacto. En su composición se encuentra almidón, cuya cantidad varía en los distintos tipos de harina. El promedio es de un 70%. El almidón de trigo, al igual que otros almidones, se gelatiniza cuando se une al agua caliente.

La harina contiene igualmente humedad, para la cual influye la humedad atmosférica y varía en un promedio del 15% más o menos. Las proteínas que contienen las harinas son sustancias nitrogenadas, unas solubles en agua como la albúmina, o en solución salina como la globulina y otras, las insolubles que son las que constituyen el gluten y se pueden separar lavando la harina. Estas proteínas son las llamadas globulinas, gliadina, gluteína o glutenina. En la harina se encuentra una sustancia llamada caroteno que le da color. También contiene grasa y según el grado de extracción de la harina, así será el porcentaje de grasa que en ella se encuentre. Las harinas finas tienen una menor cantidad de aceite.

Los azúcares contenidos en la harina tienen la composición y propiedades del azúcar de caña. En la harina se encuentra también maltosa, minerales y cenizas como fosfatos de potasio, magnesio, calcio y algunos rastros de hierro y aluminio.

Cuadro 2. Composición de la harina de trigo por cada 100 g.

Tipo	Integral	Refinada	Reforzada
Agua	10,27 g	11,92 g	11,92 g
Energía	339 kcal	364 kcal	364 kcal
Grasa	1,87 g	0,98 g	0,98 g
Proteína	13,70 g	15,40 g	15,40 g
Hidratos de carbono	72,57 g	76,31 g	76,31 g
Fibra	12,2 g	2,7 g	2,7 g
Potasio	405 mg	107 mg	107 mg
Fósforo	346 mg	108 mg	108 mg
Hierro	4,64 mg	3,88 mg	4,64 mg
Sodio	5 mg	2 mg	2 mg
Magnesio	138 mg	22 mg	22 mg
Calcio	34 mg	15 mg	15 mg
Zinc	2,93 mg	0,70 mg	0,70 mg
Manganeso	3,79 mcg	0,682 mcg	0,682 mcg
Vitamina C	0 mg	0 mg	0 mg
Vitamina A	0 UI	0 UI	0 UI
Vitamina B1 (Tiamina)	0,4 mg	0,1 mg	0,7 mg
Vitamina B2 (Riboflavina)	0,215 mg	0,04 mg	0,494 mg
Vitamina B3 (Niacina)	6,365 mg	0 mg	5,904 mg
Vitamina B6 (Piridoxina)	0,341 mg	0,044 mg	0,2 mg
Vitamina E	1,23 mg	0,06 mg	0,06 mg
Ácido Fólico	44 mcg	0 mcg	128 mcg

Fuente:<http://es.wikipedia.org/wiki/Harina> [22 MAYO 2011].

2.2.3.7.1. Clasificación de las harinas

Para clasificar las harinas se utilizan los siguientes valores:

W. Es la fuerza que tiene la harina.

P/L. Indica el equilibrio de la harina y ayuda a saber qué tipo de trabajo panadero es más adecuado para cada harina.

Valor P. (Tenacidad). Es la absorción que tiene la harina sobre el agua.

Valor L. (Extensibilidad). Es la capacidad que tiene la harina para ser estirada cuando se mezcla con agua.

La absorción es un dato de mucha importancia en panificación y depende de la calidad del gluten.

FallingNumber. Es para medir indirectamente la actividad alfa-amilásica existente en la harina.

Maltosa. Es el azúcar existente en la harina sobre el que actúa la levadura para producir gas carbónico durante el proceso de fermentación.

Por consiguiente, es necesario relacionar todos los valores y no limitarse a uno solo, ya que puede darse el caso de que dos harinas tengan el mismo W pero diferente P/L, y por lo tanto su comportamiento en panificación será muy distinto.

2.2.3.7.1.1. Harina Extrafina

Características	Usos
W=270-330	Panes muy ricos y bollería especial.
P/L=0,9-1,3	
P=100-130	
L=90-120	
Gluten seco= 9-12%	
Falling Number= 320-380 seg.	
Índice de Maltosa= 2-2,4	

2.2.3.7.1.2. Harina Fina

Características	Usos
W=180-270	Para panes especiales. Fermentación larga y proceso frío, de bollería y panadería.
P/L=0,5-0,7	
P=50-90	
L=100-120	
Gluten seco= 0,9 -11,5%	
Falling Number= 320-380 seg.	
Índice de Maltosa= 1,8-2,2	

2.2.3.7.1.3. Harina Semifina

Características	Usos
W=110-180	Para procesos medios y largos de fermentación. Croissant, hojaldres y bizcochos.
P/L=0,4-0,6	
P=40-65	
L=100-120	
Gluten seco= 8-11%	
Falling Number= 27-330 seg.	
Índice de Maltosa= 1,8-2,2	

2.2.3.7.1.4. Harinas Suaves (Galleteras)

Características	Usos
W=80-110	Para panificaciones muy rápidas y muy mecanizadas. Con una Fermentación máxima de 90 minutos También se pueden usar para magdalenas y otras elaboraciones abiscochadas.
P/L=0,2-0,3	
P=30-40	
L=60-75	
Gluten seco= 7-9%	
Falling Number= 250-300 seg.	
Índice de Maltosa= 1,6-1,8	

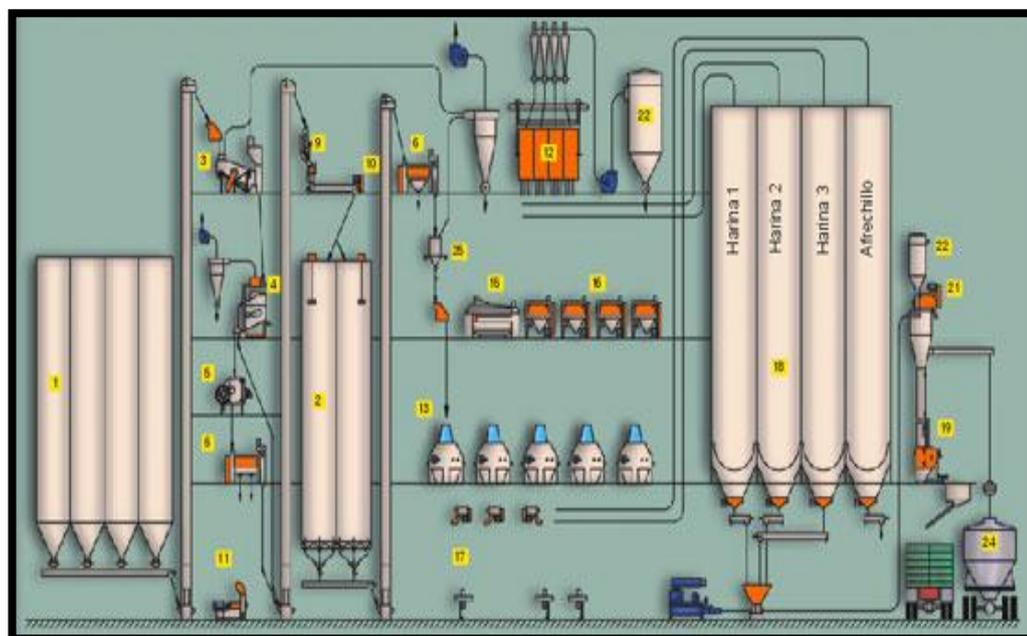
Fuente: http://www.harina.org/harina_def.php (24 MAYO 2011)

2.2.3.7.2. Obtención y características de la harina

Después de la recolección y la trilla que separa la paja del grano de trigo, éste habitualmente se lava y se empapa con agua de modo que su núcleo se rompa adecuadamente.

A continuación en la operación de la molienda, se desmenuza el grano y se hace pasar a través de un conjunto de cilindros apisonadores. Cuando las partículas de menor tamaño han sido cribadas, se introducen las más gruesas a través de nuevos rodillos. La operación se repite hasta conseguir una harina blanca que posee un índice de aprovechamiento medio del 72% respecto de la cantidad inicial de grano. Cuando el porcentaje global extraído supera esta cifra, se obtienen las denominadas harinas integrales y oscuras, que contienen la cáscara del grano además de su meollo. La harina blanca soporta mejor largas temporadas de almacenamiento en silos, al no poseer un alto contenido en aceites vegetales.

Gráfico 1. Diagrama del Proceso de la elaboración de harina, extraído www.prillwitz.com.ar con la autorización de la empresa (Grupo Molinero).



1. Silo de materia prima	6. Despuntadora	11. Molino a martillos	16. Cepilladoras	21. Cernido cónico
2. Silos de descanso	7. Desgerminadoras	12. Plansichter	17. Disgregadores	22. Filtro de mangas
3. Zaranda	8. Imán	13. Bancos de cilindros	18. Silos de almacenaje	23. Camión
4. Despedradora gravimétrica	9. Humectador Automático	14. Turbotarara	19. Embolsadora	24. Camión tolva
5. Separador a discos	10. Mojador	15. Sasor	20. Mesa densimétrica	25. Balanza automática

Fuente: http://www.grupomoliner.com.ar/harina_de_trigo_y_de_trigo_integral.htm (22 mayo 2011).

2.2.3.7.3. Calidad de las harinas panificables

Según Tejeros, F. (1992), la harina cuando le llega al panadero se encuentra en un estado de sequedad. Con el paso del tiempo va adquiriendo una maduración y al mismo tiempo una transformación que afecta la calidad. La harina, una vez reposada por 1 o 2 semanas antes de ser amasada, tiene un cambio en sus propiedades panaderas. Presenta aparentemente mayor fuerza y a medida que esta

maduración continúa va adquiriendo mayor capacidad para dejarse laminar y estirar. Estas transformaciones están originadas por ciertos procesos de oxidación, por acción directa del oxígeno del aire. La harina recién molturada presenta falta de fuerza y algunas dificultades en las distintas etapas de mecanización. Durante el amasado, tiene la sensación de que nunca llega amasarse adecuadamente.

En la operación del formado acarrea problemas de tenacidad, llegando en muchos casos a la ruptura de la masa. Durante la fermentación se suele apreciar decaimiento de la masa y falta de tolerancia.

2.2.3.7.4. Usos de la harina en la industria alimentaria

Las harinas tienen múltiples aplicaciones en la industria alimentaria y se utilizan habitualmente en repostería, mezcladas con grasas y aceites, azúcar y otros componentes como el cacao, la vainilla y otras esencias. Con ellas se prepara una gran variedad de productos que incluye pasteles, tortas, bizcochos, galletas y rosquillas. Asimismo se emplean para elaborar pastas, para lo cual se usan harinas de trigo duro, si bien en algunos países se dispone también de pastas hechas a partir de la harina de soja.

La inmensa mayoría de la harina de trigo producida se emplea para fabricar pan. La variedad más apropiada para este tratamiento es el trigo crecido en climas secos, que posee mayor dureza y alcanza un valor en proteínas comprendido entre el 11 y el 15%. Los trigos de clima húmedo, de contenido proteínico más bajo, son más blandos y recomendables para la producción de pastas y tortas. Aunque la mayor parte del trigo sembrado se utiliza para el consumo alimenticio humano y alrededor del 10% se destina a nueva siembra, se reservan pequeños porcentajes para empleo industrial en la elaboración de féculas, almidones, pastas, dextrosas, alcoholes y otros productos.

Fuente: <http://www.elgastronomo.com.ar/harina/> (24 MAYO 2011).

2.2.3.7.5. Proteínas de la Harina de Trigo

Clasificación:

Las proteínas de la harina de trigo se clasifican por:

1. Su solubilidad
2. Su funcionalidad

2.2.3.7.5.1. Con base en su solubilidad

Esta clasificación fue desarrollada por Osborne y consiste en una serie de extracciones consecutivas con: agua, solución de sal diluida, solución de alcohol y solución de ácidos o álcalis diluidos. Usando esta secuencia de separación, las proteínas se pueden clasificar en albúminas, globulinas, gliadinas y gluteninas respectivamente. La tabla 2, muestra las proteínas presentes en las diferentes fracciones, además su papel biológico y funcional.

Una fracción importante de proteínas se excluye de las fracciones de Osborne por que no son extraíbles con ninguno de los disolventes utilizados.

Las fracciones de Osborne no proporcionan una clara separación entre las proteínas para poder diferenciarlas bioquímicamente, genéticamente o en funcionalidad durante la elaboración de pan.

Actualmente los nombres gliadinas y gluteninas son generalmente usados para indicar la relación bioquímica/funcionalidad de las proteínas en lugar de la exclusiva solubilidad de la fracción de Osborne.

El fraccionamiento de Osborne se usa todavía extensamente en estudios que relacionan la composición de proteínas con su funcionalidad, en la elaboración de pan. Además, debido a que este método de separación es relativamente simple, a

menudo es muy usado como una etapa de separación inicial para obtener fracciones semipuras de proteína.

2.2.3.7.5.2. Con base en su funcionalidad

Desde el punto de vista de la funcionalidad de las proteínas, se pueden distinguir dos grupos de proteínas de trigo. Proteínas pertenecientes al gluten con un desempeño muy importante en la elaboración del pan y proteínas no pertenecientes al gluten, con un desempeño secundario en la elaboración del pan.

Las proteínas no pertenecientes al gluten representan entre un 15–20 % del total de las proteína del trigo, principalmente se encuentran en las capas externas del grano de trigo y en bajas concentraciones en el endospermo. Estas proteínas son extraídas en soluciones de sales diluidas y por lo tanto se encuentran en las fracciones de Osborne de albúminas y globulinas.

En su mayor parte son proteínas monoméricas, estructurales o fisiológicamente activas (enzimas). No obstante a estas proteínas también pertenecen un grupo secundario de proteínas poliméricas de almacenamiento, llamadas tritricinas, que pertenecen a la clase globulinas de las proteínas de almacenamiento de la semilla. Están relacionadas con la mayoría de las proteínas de almacenamiento de legumbres y en otros cereales, como la avena y el arroz. Estas proteínas se han encontrado en el residuo que queda después del fraccionamiento de Osborne. Su papel en la formación de pan no está muy claro.

Las proteínas del gluten representan entre un 80–85 % del total de las proteínas del trigo, representan la mayor parte de las proteínas de almacenamiento. Pertenecen a la clase de prolaminas. Las proteínas del gluten se encuentran en el endospermo del grano de trigo maduro donde forman una matriz continua alrededor de los gránulos de almidón. Las proteínas de gluten son en gran parte insolubles en agua o en soluciones de sales diluidas. Pueden distinguirse dos grupos funcionalmente distintos de proteínas de gluten: gliadinas que son

monoméricas y gluteninas que son poliméricas y estas últimas se subclasifican en extraíbles y no extraíbles. La tabla 3, muestra la clasificación de las proteínas con base en su funcionalidad.

Las gliadinas y gluteninas se encuentran normalmente en una relación 50/50 en el trigo.

Las gliadinas representan un grupo sumamente polimórfico de proteínas monoméricas del gluten, con pesos moleculares que varían entre 30 000 y 80 000. Bioquímicamente se han identificado tres tipos (α , γ y ω). Estas son fácilmente solubles en soluciones de alcohol en agua y son por lo tanto los principales componentes en la fracción de gliadinas de Osborne, como se ve en la siguiente tabla:

Tabla 1. Proteínas presentes en las fracciones de Osborne.

Fracción Osborne	Comportamiento en Solubilidad	Composición	Papel biológico	Papel funcional
Albúminas	Extraíbles en agua	Proteínas no del gluten (principalmente monoméricas)	Proteínas estructurales y metabólicas	Variable
Globulinas	Extraíbles en sales diluidas	Proteínas no del gluten (principalmente monoméricas)	Proteínas estructurales y metabólicas	Variable
Gliadinas	Extraíbles en soluciones de alcohol	Proteínas del gluten (principalmente gliadinas monoméricas y polímeros de glutenina de bajo peso molecular)	Proteínas de almacenamiento de la semilla tipo prolaminas	Viscosidad a la masa/ extensibilidad
Gluteninas	Extraíbles en ácido acético diluido	Proteínas del gluten (principalmente polímeros de glutenina de alto peso molecular)	Proteínas de almacenamiento de la semilla tipo prolaminas	Elasticidad a la masa/ tenacidad
Residuo	Sin extraer	Proteínas del gluten (polímeros de alto peso molecular) y proteínas no del gluten poliméricas (triticinas)	Proteínas de almacenamiento de la semilla, tipo prolamina (gluten) y tipo globulinas (triticinas)	Variable

Por otra parte, las gluteninas son una mezcla heterogénea de polímeros con pesos moleculares que varían desde aproximadamente 80 000 hasta varios millones de kDa (kilodaltons). Las gluteninas están entre las proteínas más grandes

encontradas en la naturaleza. El verdadero tamaño de las proteínas poliméricas más grandes no ha sido determinado con precisión por su enorme tamaño. Mientras que aquellas gluteninas de tamaño relativamente pequeño, son solubles en soluciones de alcohol al igual que las gliadinas y ello ha permitido conocer su peso molecular.

Una gran parte es soluble en ácidos diluidos. Sin embargo, una parte importante no puede ser solubilizada sin cambiar su estructura. Esta importante insolubilidad de las gluteninas explica porque a pesar de los esfuerzos significativos, de ya más de un siglo, se ha encontrado poca información sobre la estructura de las gluteninas.

Las gluteninas están constituidas por subunidades que están unidas a través de enlaces disulfuro. Estas subunidades de gluteninas pueden liberarse reduciendo enlaces disulfuro con agentes tales como el b-mercaptoetanol o ditiotreitól. Las subunidades de glutenina están bioquímicamente relacionadas con las gliadinas y son solubles en soluciones de alcohol en agua.

Cuatro diferentes grupos de subunidades de gluteninas pueden ser distinguidos: subunidades de glutenina de alto peso molecular que van entre 65,000 y 90,000 kDa. Subunidades de bajo peso molecular tipos B, C y D, con pesos moleculares entre 30,000 y 60,000.

Tabla 2. Clasificación de las proteínas del gluten, gliadinas y globulinas, con base en sus pesos moleculares.

Proteínas del gluten	Rango pesos moleculares	Subunidades de gluteninas extraíbles	Tipos
Gliadinas	30,000–80 000		α γ ω
Gluteninas	80,000–varios millones	Alto peso molecular	
		Bajo peso molecular	B C D

Por otro lado, las proteínas del gluten también se pueden clasificar en: ricas en azufre, pobres en azufre. La α y γ gliadinas y las subunidades de glutenina de bajo peso molecular (tipos B y C) forman el primer grupo (ricas en azufre).

Las gliadinas tipo ω y las subunidades de glutenina de bajo peso molecular tipo D forman el segundo tipo (pobres en azufre). La tabla 5, muestra la clasificación de las gluteninas con base al contenido de azufre.

Las proteínas que contienen cisteína con el grupo tiol disponible, representan aproximadamente sólo el 5% y son capaces de formar agregados de alto peso molecular unidos por enlaces disulfuro intermoleculares. Estas cisteínas tienen un papel clave en la funcionalidad de la masa. En tanto que aproximadamente el 95 % de los residuos de cisteína de los componentes de la proteína del gluten se encuentran en forma de disulfuro en la harina recién preparada. El grupo tiol puede catalizar reacciones de intercambio tiol–disulfuro durante el mezclado de la masa.

En la red de gluten, la elasticidad está determinada por los enlaces disulfuro intermoleculares entre las gluteninas, mientras que la viscosidad está determinada por la fracción monomérica de gliadinas, teniendo solamente enlaces disulfurointramoleculares. El número y cantidad de subunidades de glutenina de bajo peso molecular (tipo B y C) están significativamente relacionados con la extensibilidad de la masa.

2.2.3.7.5.3. Propiedades funcionales de las proteínas de la harina de trigo

Las proteínas de la harina de trigo, específicamente las proteínas del gluten le confieren a la masa una funcionalidad única que la diferencia del resto de las harinas de otros cereales, la masa de harina de trigo se comporta desde el punto de vista reológico como un fluido visco elástico, esta propiedad hace que la masa sea elástica y extensible.

Tabla 3. Clasificación de la harina de trigo de acuerdo a su fuerza (W, X 10 –4 Joules).

Harina con gluten		
Fuerte	Medio	Débil
W > 300	300 > W > 200	W < 200

Tabla 4. Clasificación de la harina de trigo de acuerdo a su índice de equilibrio.

Harina con gluten		
Tenaz	Balanceado	Extensible
P/G > 6	6 > P/G > 4	P/G < 4

Tabla 5. Clasificación de la harina de trigo de acuerdo a su fuerza e índice de equilibrio.

Fuerza	Índice equilibrio	Uso
300 > W > 200	6 > P/G > 4	Panadería
W < 200	P/G < 4	Galletas
W > 300	P/G	Pastas

Fuente: http://www.utm.mx/edi_antiores/Temas38/2NOTAS%2038-1.pdf (25 mayo 2011).

El gluten

Según Potter, N y Hotch, J. (1995), la principal proteína funcional de la harina es el gluten.

Alimento sano y nutritivo, preparado en la forma correcta tiene la misma apariencia que la carne pero no contiene toxinas y ácido úrico. El gluten contiene la parte proteica del trigo y es rico en vitaminas y minerales, pero sobre todo en proteína (45%). Su UNP es de 39, ya que es deficiente en lisina; de ahí que para obtener una proteína de mejor calidad se debe combinar con leguminosas o

lácteos, que son ricos en este aminoácido. Además de ser nutritivo y barato, es fácil de hacer y conservar.

Tiene la importante propiedad de formar una masa elástica al humedecerse y trabajarse por acción mecánica.

Cuadro 3. Contenido nutricional del gluten

Proteínas	45%
Hidratos de carbono	20%
Grasas	10%
Agua	20%
Minerales	5%
Vitaminas	e, b1, b2, b3, b5 y b6

2.2.4. Pan Común

Según la norma INEN N°95, se define como pan común al que tiene miga blanca u oscura, elaborado a base de harina de trigo: blanca, semi-integral o integral, agua potable, levadura, sal, azúcar, grasa comestible (animal o vegetal) y aditivos autorizados.

Según SOTO, R (2000), el pan es un alimento básico de una gran parte de la humanidad, elaborado a partir de diferentes cereales y con distintos procedimientos en las diferentes zonas del mundo, fue consumido ya por el hombre en los tiempos neolíticos, hace unos doce mil años, para lo cual probablemente se mezclaba el grano triturado con agua hasta formar una masa que se extendía después sobre piedras a alta temperatura y se cubría con una capa de ceniza caliente para conseguir su cocción.

El pan es el producto alimenticio que se obtiene cocinando al horno la masa formada al mezclar con agua la harina de ciertos cereales, sobre todo la de trigo, masa a la que, por lo general, se agrega levadura con el fin que se realice la

fermentación y se produzca un alimento ligero y esponjoso, fácil de consumir y digestivo; el proceso se denomina PANIFICACIÓN.

2.3. TRIGO

Cuadro 4. INEC- Estadísticas agropecuarias del Ecuador ESPAC 2008.

Características: superficie sembrada. Producto: trigo, grano, seco.

1. Ámbito	2. Condición	3. Sembrada	4. Cosechada	5. Producción	6. Ventas
Sierra	Certificada	845	845	6913,00	1829
Costa	Certificada	109501,00	103894,00	477448,00	433286,00
Oriente	Certificada	16	16	29	
Total Nacional	Certificada	110361,00	104755,00	484390,00	435115,00
Sierra	Común	626	574	820	221
Costa	Común	178544,00	164430,00	599099,00	492828,00
Oriente	Común	2189,00	2189,00	16942,00	15533,00
Total Nacional	Común	181359,00	167193,00	616862,00	508582,00
Costa	Hibrida Internacional	2830,00	2806,00	13010,00	12543,00
Total Nacional	Hibrida Internacional	2830,00	2806,00	13010,00	12543,00
Costa	Hibrida Nacional	3015,00	2868,00	11956,00	11253,00
Total Nacional	Hibrida Nacional	3015,00	2868,00	11956,00	11253,00
Oriente	Mejorada	167	167	344	197
Sierra	Mejorada	2645,00	2645,00	15672,00	15093,00
Costa	Mejorada	82502,00	74407,00	299818,00	275500,00
Total Nacional	Mejorada	85314,00	77220,00	315834,00	290790,00

Datos de Superficies en Hectáreas (Has) y Datos de Producción y Ventas en Toneladas Métricas (Tm).

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), Ecuador 2008

2.3.1. Importaciones de trigo

Cuadro 5. Ecuador: Importaciones de trigo 2000-2008.

Año	Volumen (TM)	Valor FOB (000Usd)	Valor CIF (000Usd)
2000	296	65	93
2001	173	39	54
2002	851	178	229
2003	282	74	91
2004	198	66	81
2005	130	43	54
2006	175	65	81
2007	155	72	85
2008*	26690	11690	14240
Fuente: BCE; Elaborado. SDEA-MAGAP * a octubre			

Fuente: Banco Central del Ecuador, elaborado por SICA-MAG, (2008).

2.3.2. Contenido nutricional del trigo

Cuadro 6. Composición promedio de un grano de trigo perteneciente a la especie *Triticum aestivum L.*

Componentes	Porcentajes (%)
Humedad	12-14
Carbohidratos	65-70
Proteína	13-15
Grasa	1,5-2,5
Fibra	2-2,5
Ceniza	1,5-2

Fuente: CALLEJO, M. (2000), Industrias de Cereales y Derivados.

Garza, G. (2007) afirma que, el grano maduro del trigo está formado por: hidratos de carbono (fibra cruda, almidón, maltosa, sacarosa, glucosa, melibiosa, pentosanos, galactosa, rafinosa), compuestos nitrogenados (principalmente proteínas: albúmina, globulina, prolamina, residuo y gluteínas), lípidos (ácidos grasos: mirístico, palmítico, esteárico, palmitooleico, oléico, linoléico), sustancias minerales (K, P, S, Cl) y agua junto con pequeñas cantidades de vitaminas (inositol, colina y complejo B), enzimas (β - amilasa, celulasa, glucosidasas) y otras sustancias como pigmentos.

2.3.3. Usos del trigo

Según Manual Agropecuario. (2002), el trigo tiene una gran cantidad de usos. El más frecuente es la producción de harina para elaborar pan, pastas, galletas y fabricar bebidas.

Del grano puede obtenerse el almidón, y el gluten separado se lo utiliza como adhesivo emulsionante, para vitaminas sintéticas.

La industria prefiere un contenido más alto de almidón para la maltería, fase de la producción de cerveza.

El salvado excedente de la molienda y paja fresca sirve como alimento para el ganado, la paja seca es utilizada como relleno y fibra para la industria del tejido.

2.4. OCA



Según Espinosa, P, Vaca, R, Abad, J, Crissman, CH. (1996), La oca es un tubérculo andino del género oxalis. Existen diversas variedades de oca como fruto del trabajo domesticador de los antiguos habitantes de la región y que han llegado hasta nuestros días, pasando y mejorando de generación en generación.

Su sabor es dulce y su consistencia harinosa, su contenido casi del 9% de proteína hacen de este tubérculo un alimento nutritivo, por sus cualidades culinarias y nutricionales la oca ha captado la aceptación.

La oca tiene alto contenido de almidón, minerales y ácidos orgánicos, que permiten numerosas aplicaciones como por ejemplo la panificación y la extracción de alcohol mediante la fermentación.

2.4.1. Taxonomía local sobre la oca

Según el Proyecto “Diagnóstico de las limitantes de producción y consumo de las raíces y tubérculos”. (1994), el conocimiento local sobre la oca es bastante más restringido y hasta confuso por el hecho de que se han perdido algunas clases de ocas que antes se cultivaban.



Reino:	Plantae
Filo:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Geraniales
Familia:	Oxalidaceae
Género:	Oxalis
Especie:	Tuberosa

Fuente: http://www.peruecologico.com.pe/flo_oca_1.htm (25 Octubre 2011)

Según Espinosa, P, Vaca, R, Abad, J, Crissman, CH. (1996), la clasificación incluye dos variedades cruzadas: el color y la textura se presenta a continuación:

- ✓ **Blanca:** crespa, Lisa
- ✓ **Amarilla**

Clasificación local de la oca

- ✓ **Chaucha:** crespa, Lisa
- ✓ **Señorita o rosada**
- ✓ **Chaquilula**
- ✓ **Vicunda**
- ✓ **Mareña**

Algunos de estos ecotipos solamente se señalan por referencias de los informantes. En la zona de San Gabriel se pudo identificar y recoger ocas únicamente blancas, chauchas, amarilla y señoritas.

La oca blanca rinde mejor en la altura y presenta un mayor tiempo de conservación frente a la chaucha. Esta última está mejor adaptada en las zonas bajas (2800 – 2900 msnm), se produce y se cuece en menor tiempo. La

característica más visible de la oca chaucha es su tubérculo amarillo-crema presenta pequeñas manchas de color rosado sobre los ojos. Se dice también que ésta oca endulza mejor y que es más combinable para cualquier preparación culinaria. Esta oca es sin embargo más delicada y requiere mayores cuidados (ejemplo: si se golpea se echa a perder y se pudre con mucha facilidad). Estos dos ecotipos tienen gran salida en el mercado local y provincial, al contrario de la oca señorita de color rosado con ojos blancos, cuyo cultivo se va perdiendo paulatinamente.

La oca amarilla se cultiva poco pero con certeza aún se cultiva en la provincia del Carchi. No se pudo observar ningún tubérculo de la clase referida como chaquilula- ojos morados, crespita, ni de la mareña- morada larga y gruesa, ni de la vicunda- morada oscura de ojos blancos.

Estas últimas clases de oca, que según los informantes rendían mejor en el monte (por la humedad y la cobertura de los árboles), parecen haber desaparecido del mismo modo en que lo hicieron la mashua amarilla y la negra. Esta última localmente conocida como *majua*, relegada ahora sólo a unas pocas matas en el mejor de los casos y en razón de su valor medicinal.

2.4.2. Valor nutritivo

Según el Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos-INIAP. (1988), la materia fresca del tubérculo fue analizado en un laboratorio independiente.

Cuadro 7. Valor nutritivo de la oca

Componente (%) 100/g	Mínimo	Máximo
Proteína	3,0	8,4
Carbohidratos	80,2	84,6
Grasa	0,5	0,6
Ceniza	1,9	3,5
Fibra cruda	4,0	5,1
Calorías/ 100g	368,7	364,0
Humedad	80,2	84,6

*todos los valores están presentes a base de materia seca

2.4.3. Preparación y consumo

Según el Proyecto “Diagnóstico de las limitantes de producción y consumo de las raíces y tubérculos”. (1994), la oca se prefiere en las zonas rurales, el consumo es mayor cuanto más periférica es la zona; se consume en diversas preparaciones hasta dos veces a la semana.

La oca tiene una preparación más diversificada que el melloco, dependiendo si se utiliza fresco o después de haberse asoleado/curado. Fresca, recién cosechada se utiliza para sopas, cortada como las papas y, al decir de algunas personas, tiene un gusto mejor que el de la papa. También se hace puré de ocas y envueltos como el “quimbolito” (la oca se muele cruda y después se sazona con dulce y se envuelve en hojas de achera (*cannaedulis*) o mijao, cocinándose como las humitas).

El proceso de asoleo de la oca no tiene un número de días determinado; recién cosechada presenta un color claro que va amarillándose tras cada día de sol, asimismo va perdiendo humedad y poniéndose rugoso. Las ocas se pueden asolear de dos modos: directamente extendidas sobre el suelo al sol o colgadas sobre una soga, amarradas entre dos de ellas. En ocasiones se escoge las ocas pequeñas para loco (comida de sal) y las grandes para endulzar. Ya endulzadas por el asoleo, las ocas se comen preferentemente con dulce (miel de panela) o en coladas. La colada de oca tiene un gusto y un color muy semejante al del zapallo. En el Carchi la gente expresa un especial gusto por la mezcla de ocas con leche.

Con frecuencia, la oca, en lugar de asolearse, es dejada en el soberado para que se seque con el humo de los fogones. Después de un tiempo de someterse a este proceso (aproximadamente un mes), la oca pierde la cáscara con suma facilidad y adquiere un muy buen gusto, por lo que se prefiere para algunas preparaciones.

Respecto a las virtudes y los usos medicinales de los tubérculos andinos, está muy extendido el conocimiento de que la mashua negra cocinada con panela contrarresta la prostatitis; antes se administraba también para aliviar la blenorragia. Los enfermos de los riñones mejoran al tomar un agua de mashua, caballochupa y pelo de choclo (maíz).

2.4.4. Conservación

Según el Proyecto “Diagnóstico de las limitantes de producción y consumo de las raíces y tubérculos”. (1994), la oca chaucha al fresco puede guardarse unos 15 días sin que pierda su calidad, en contraste con la oca blanca que tiene un tiempo de almacenamiento superior a los dos meses. El tiempo de almacenamiento de las ocas, sin embargo, se extiende considerablemente después de haber sido expuesta al sol o dejadas en el soberado.

2.4.5. Comercialización

Según el Proyecto, “Diagnóstico de las limitantes de producción y consumo de las raíces y tubérculos”. (1994), menciona que generalmente “la oca no es de plata” porque no goza de un mercado tan extendido como el melloco o, por supuesto, la papa. En una provincia donde la agricultura está orientada “al negocio”, algunos productos como las ocas, podrían perderse debido a una excesiva fluctuación de los precios o a un período prolongado de precios bajos.

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1. Ubicación

Provincia: Imbabura

Cantón: Ibarra

Parroquia urbana: Azaya

Lugar: Laboratorios FICAYA – UTN

3.1.2. Localización del experimento

El desarrollo del experimento se llevó a cabo en el Laboratorio de Panificación de las Unidades Productivas de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA de la Universidad Técnica del Norte, ubicados en el sector del camal, cantón de Ibarra.

3.1.3. Características climatológicas

Altitud:	2,384 m.s.n.m
Temperatura:	15,6 C
Humedad Relativa:	86 %
Precipitación:	611,2 mm

Fuente: Departamento de Meteorología de la Dirección de Aviación Civil Aeropuerto Militar Atahualpa de la ciudad de Ibarra (20 abril 2012).

3.2. MATERIALES

3.2.1. Materia Prima e Insumos

- ✓ 2 sacos de ocas (200 lb)
- ✓ 50 lb Harina Panadera
- ✓ 1 Kg Levadura fresca
- ✓ 1 kg Sal
- ✓ 6 kg Grasa Vegetal (margarina y manteca)
- ✓ Agua potable
- ✓ 1 lb Azúcar
- ✓ Huevos

3.2.2. Instrumentos y Equipo para la Elaboración

- ✓ Horno para pan con capacidad para 4 latas
- ✓ Amasadora con capacidad de 5 lb
- ✓ Balanza analítica con capacidad hasta 1000 g
- ✓ 1 Balanza digital (500 g)
- ✓ 3 canastillas de plástico
- ✓ 4 recipientes plásticos
- ✓ 2 Espátulas de madera
- ✓ Bandejas plásticas

- ✓ 2 cronómetros
- ✓ 6 Latas para pan
- ✓ 2 cucharas
- ✓ Termómetro
- ✓ Mesa para moldeo
- ✓ Raspador de masa
- ✓ 1 Cocina industrial
- ✓ 1 probeta
- ✓ Material y equipo de laboratorio

3.3. MÉTODOS

3.3.1. Factores en estudio

La presente investigación consta de tres factores:

FACTOR A: Porcentaje de masa de oca

A1 = 40 %

A2 = 45 %

A3 = 50 %

FACTOR B: Estado de madurez pos cosecha de la oca

B1 = 14 días

B2 = 21 días

B3 = 28 días

FACTOR C: Tiempos de amasado

C1 = 15 minutos

C2 = 25 minutos

3.3.2. Combinación de tratamientos

TRATAMIENTOS		FACTORES		
		Masa de oca (%)	Estado de madurez de la oca (Exposición solar días)	Tiempo de amasado (min)
A1B1C1	T1	40	14	15
A1B1C2	T2	40	14	25
A1B2C1	T3	40	21	15
A1B2C2	T4	40	21	25
A1B3C1	T5	40	28	15
A1B3C2	T6	40	28	25
A2B1C1	T7	45	14	15
A2B1C2	T8	45	14	25
A2B2C1	T9	45	21	15
A2B2C2	T10	45	21	25
A2B3C1	T11	45	28	15
A2B3C2	T12	45	28	25
A3B1C1	T13	50	14	15
A3B1C2	T14	50	14	25
A3B2C1	T15	50	21	15
A3B2C2	T16	50	21	25
A3B3C1	T17	50	28	15
A3B3C2	T18	50	28	25
T	T19	0	-	20

3.3.3. Diseño Experimental

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial A x B x C + 1, con tres repeticiones por tratamiento.

3.3.4. Características del experimento

El diseño que se aplicó para cada una de las mezclas, tiene las siguientes características.

Número de repeticiones	Tres (3)
Número de tratamientos	Diez y nueve (19)
Número de unidades experimentales	Cincuenta y siete (57)

Unidad Experimental

Cada unidad experimental fue de 1057,58g, que corresponde a 22 panes con un peso de 48 g.

3.3.5. Análisis Estadístico

Cuadro 8. Esquema de análisis de varianza

F de V	GL
Total	56
Tratamientos	18
Factor A	2
Factor B	2
Factor C	1
Interacción A x B	4
Interacción A x C	2
Interacción B x C	2
Interacción A x B x C	4
T vs RESTO	1
Error experimental	38

ANÁLISIS FUNCIONAL

- ✓ Se calculó el coeficiente de variación (C.V.).
- ✓ Para determinar diferencias estadísticas entre tratamientos se realizó la prueba de Tukey al 5%.

- ✓ Para detectar diferencias estadísticas entre niveles de masa de oca, estado de madurez pos cosecha y tiempo de amasado, se realizó la prueba de D.M.S.
- ✓ Para detectar diferencias estadísticas entre las interacciones de los factores, se realizó gráficas.
- ✓ Las variables cualitativas (olor, sabor, color, miga y textura) se evaluaron mediante la prueba de Friedman al 5% para los diez y nueve (19) tratamientos.

3.3.6. Variables Evaluadas

3.3.6.1. Variables Cuantitativas

Materia Prima

- ✓ Porcentaje Azúcares Reductores.- AOAC 906.01.
- ✓ Porcentaje Azúcares totales.- AOAC 931.07.
- ✓ Porcentaje de almidón.- NTE INEN 266.
- ✓ Humedad en el tubérculo.- AOAC 925.10.

Proceso

- ✓ Temperatura final de la masa
- ✓ Temperatura de fermentación
- ✓ Humedad de la masa.- AOAC 925.10.

Producto terminado

- ✓ Humedad.- AOAC 925.10.
- ✓ Fibra.- AOAC 985.29
- ✓ Proteína. AOAC 920.87.

- ✓ Azúcares reductores.- AOAC 906.01.
- ✓ Azúcares totales.- AOAC 931.07.
- ✓ Cenizas.- AOAC 923.03.
- ✓ Grasa.- AOAC 920.85.
- ✓ Peso
- ✓ Rendimiento
- ✓ Volumen
- ✓ Recuento de aerobios totales.- AOAC 990.12.
- ✓ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g).- NTE-INEN 1529-10.

3.3.6.2. Variables Cualitativas

- ✓ Color
- ✓ Sabor
- ✓ Olor
- ✓ Miga
- ✓ Textura

Las variables cualitativas fueron evaluadas, mediante pruebas de degustación, comparando nuestro producto con un testigo.

3.3.6.3. Descripción de los métodos de Evaluación

Análisis de la materia prima para obtener masa de oca

a) Almidón

Se determinó, según el método señalado en la norma NTE- INEN 266, con la finalidad de establecer el porcentaje de almidón presente en la oca a utilizar en el proceso de elaboración de pan.

b) Humedad

Se determinó, según el método señalado en la norma AOAC 925.10. Se realizó, con la finalidad de conocer de qué manera afecta la exposición del tubérculo a los rayos solares en la humedad del mismo, estableciendo así las pérdidas.

c) Azúcares reductores libres

Se determinó según el método señalado en la norma AOAC 906.01. Su determinación se realizó desde el punto de vista nutricional energético.

d) Azúcares totales

Se determinó según el método señalado en la norma AOAC 931.07. Su determinación se realizó desde el punto de vista nutricional energético.

Análisis de la masa de oca

a) Humedad

Se determinó, según el método señalado en la norma AOAC 925.10. Se realizó con la finalidad de conocer el porcentaje de agua que se incorpora en la masa al momento de la cocción y así no alterar la composición ni textura de la masa con el resto de los ingredientes.

b) Azúcares reductores libres

Se determinó según el método señalado en la norma AOAC 906.01. Su determinación se realizó desde el punto de vista nutricional energético.

c) Azúcares totales

Se determinó según el método señalado en la norma AOAC 931.07. Su determinación se realizó desde el punto de vista nutricional energético.

Análisis durante el proceso

a) Temperatura final de la masa

La temperatura de la masa al final del amasado juega un papel importante tanto en el equilibrio y en la fuerza de la masa como en la fermentación. Para medir esta variable se utilizó un termómetro digital y se la midió al final del amasado. Estos datos nos sirven para verificar el rango óptimo de temperatura que está entre los 26 y 30°C.

b) Temperatura de fermentación

La temperatura ideal para la fermentación oscila entre 26 y 30°C, intervalo en que la producción de CO₂ es satisfactoria. La temperatura de fermentación se midió en intervalos de 10 minutos desde el momento en que la masa salió de la amasadora (0 minutos), hasta el ingreso del pan al horno (60 minutos), con la ayuda de un termómetro digital.

c) Humedad de la masa en el horneado

Se determinó, según el método señalado en la norma AOAC 925.10. Se realizó con la finalidad de conocer el porcentaje de agua que se pierde durante el horneado. Los análisis se los realizó en la masa, antes de que entre al horno y en el pan en el momento que se extrae del horno.

Análisis al producto terminado

a) Porcentaje de Humedad

Esta variable se realizó según las especificaciones de la norma AOAC 925.10.

b) Fibra

Se realizó según las especificaciones señaladas en la norma AOAC 985.29, la cual tiene por objeto determinar la fracción fibrosa del alimento.

c) Porcentaje de Proteína

Se determinó según el método señalado en la norma AOAC 920.87.

d) Azúcares reductores libres

Se determinó según el método señalado en la norma AOAC 906.01. Su determinación se realizó desde el punto de vista nutricional energético.

e) Azúcares reductores totales

Se determinó según el método señalado en la norma AOAC 931.07. Su determinación se realizó desde el punto de vista nutricional energético.

f) Cenizas

Se determinó según el método señalado en la norma AOAC 923.03.

g) Porcentaje de Grasa

Se determinó según las especificaciones señaladas en la norma AOAC 920.85. De igual manera se la realizó desde el punto de vista nutricional.

h) Dureza

Se determinó con la utilización de un penetrómetro, a todos los tratamientos en el producto terminado.

i) Peso

Esta variable se determinó con la finalidad de establecer diferencia en el producto terminado, en todos los tratamientos con sus respectivas repeticiones, con la ayuda de una balanza digital con una apreciación de 0,1g.

j) Volumen

Se lo obtuvo a través del método de “**Desplazamiento de semillas**”, el mismo que consistió en colocar en un recipiente semillas de linaza, se anotó el nivel que ocupó este, posteriormente se procedió a retirar las semillas, se colocó dentro del recipiente el pan cuyo volumen debía determinarse, se recubrió con las semillas hasta volver al nivel que ocupó anteriormente sin el pan, luego se midió el volumen de las semillas desplazadas o no utilizadas por medio de una probeta, siendo ése el volumen del pan, para promediar el volumen del pan se midió al azar todos los tratamientos con sus respectivas repeticiones.

k) Rendimiento

Se determinó en relación al peso, realizando cuadros comparativos entre los valores del peso inicial y peso final, para determinar si el porcentaje utilizado de masa de oca permitió un incremento en el rendimiento.

Análisis microbiológicos

Recuento de aerobios totales.- Se determinó según el método señalado en la norma AOAC 990.12.

Recuento de mohos y levaduras.- Se determinó según el método señalado en la norma NTE INEN 1529-10.

Variables organolépticas del producto final

El análisis organoléptico es desde el punto de vista del consumidor la parte más importante; ya que a través de ella se decide cuál es el mejor tratamiento. La degustación se la realizó con la presencia de 10 catadores, a los cuales se les proporcionó los respectivos documentos de catación. (Ver anexo 1).

Todas las muestras se evaluaron en una escala de 0 a 30; correspondiendo el 30 a la muestra que en la variable medida mejor se ajustó a la característica deseada. Las características deseadas son:

- a. Color:** El color debe ser uniforme de dorado a ligeramente marrón, corteza de color uniforme, sin quemaduras ni hollín u otras materias extrañas.
- b. Olor:** El olor debe ser característico al del pan recién horneado, fresco, libre de olores extraños o rancios.
- c. Sabor:** Su sabor no debe ser amargo, ácido o con indicios de rancidez.

- d. **Miga:** La miga debe ser elástica, porosa, uniforme, no pegajosa ni desmenuzable.
- e. **Textura:** El migajón debe ser húmedo y elástico, además debe existir una porosidad uniforme, no pegajosa ni desmenuzable.

3.4. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

3.4.1. Elaboración de pan dulce a base de masa de oca y harina de trigo

El proceso de elaboración de pan dulce a base de masa de oca y harina de trigo, se realizó de acuerdo al diagrama que se describe posteriormente (figura 1). Los factores que se evaluaron fueron: porcentajes de masa de oca, estado de madurez pos cosecha de la oca y tiempo de amasado; teniendo un total de 19 tratamientos con tres repeticiones. Cada unidad experimental fue de 22 unidades con un peso aproximado de 47 g cada uno.

A continuación se describen las tres formulaciones que se utilizaron para la elaboración de pan dulce a base de masa de oca y harina de trigo:

Fórmulas	1	2	3
Ingredientes	Porcentajes	Porcentajes	Porcentajes
Masa de oca	40	45	50
Harina de Trigo	60	55	50
Margarina	10	10	10
Manteca Vegetal	10	10	10
Huevos	15	15	15
Levadura	2,5	2,5	2,5
Sal	2	2	2

Figura 1. Diagrama de flujo para la obtención de masa de oca

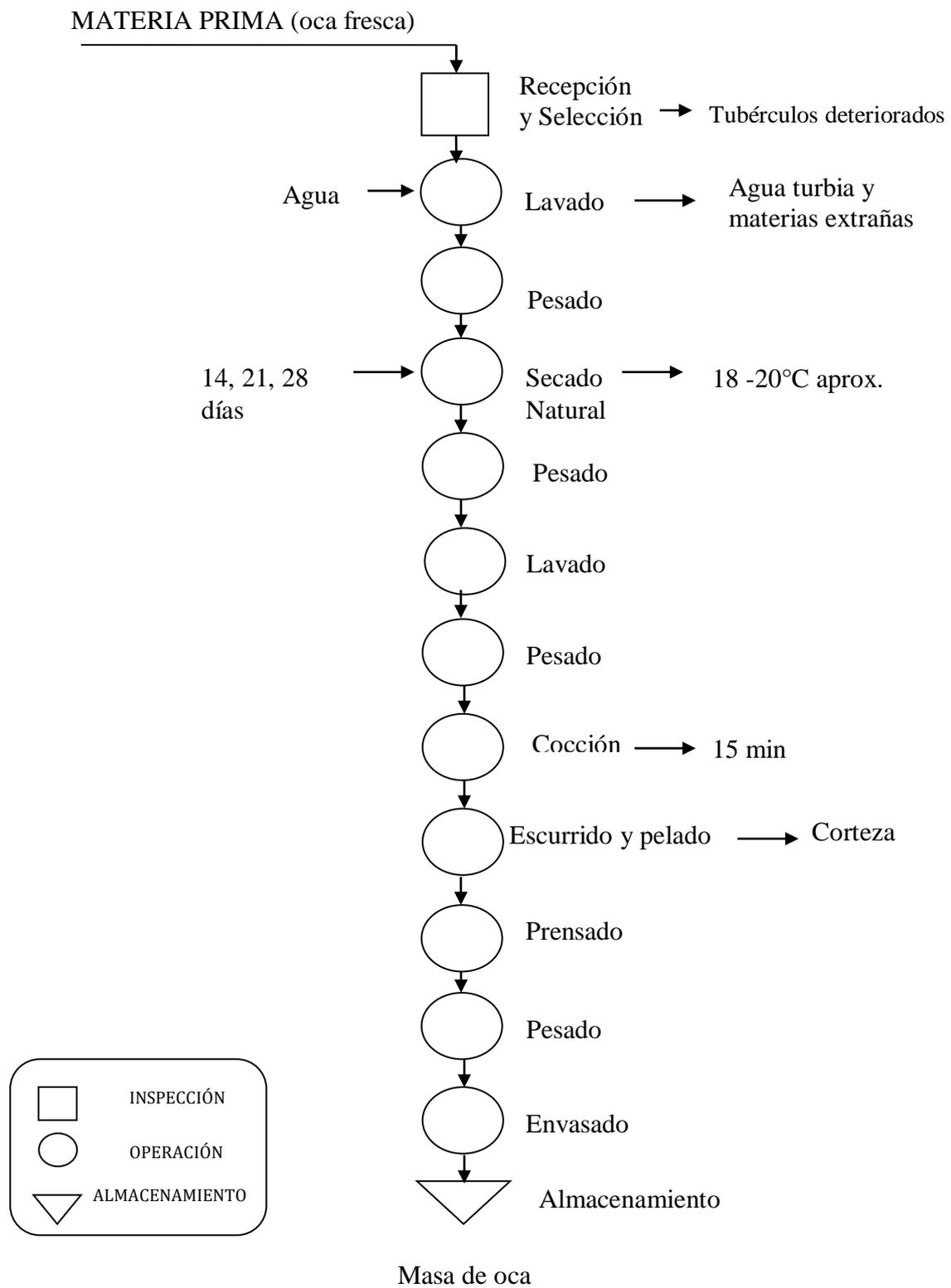
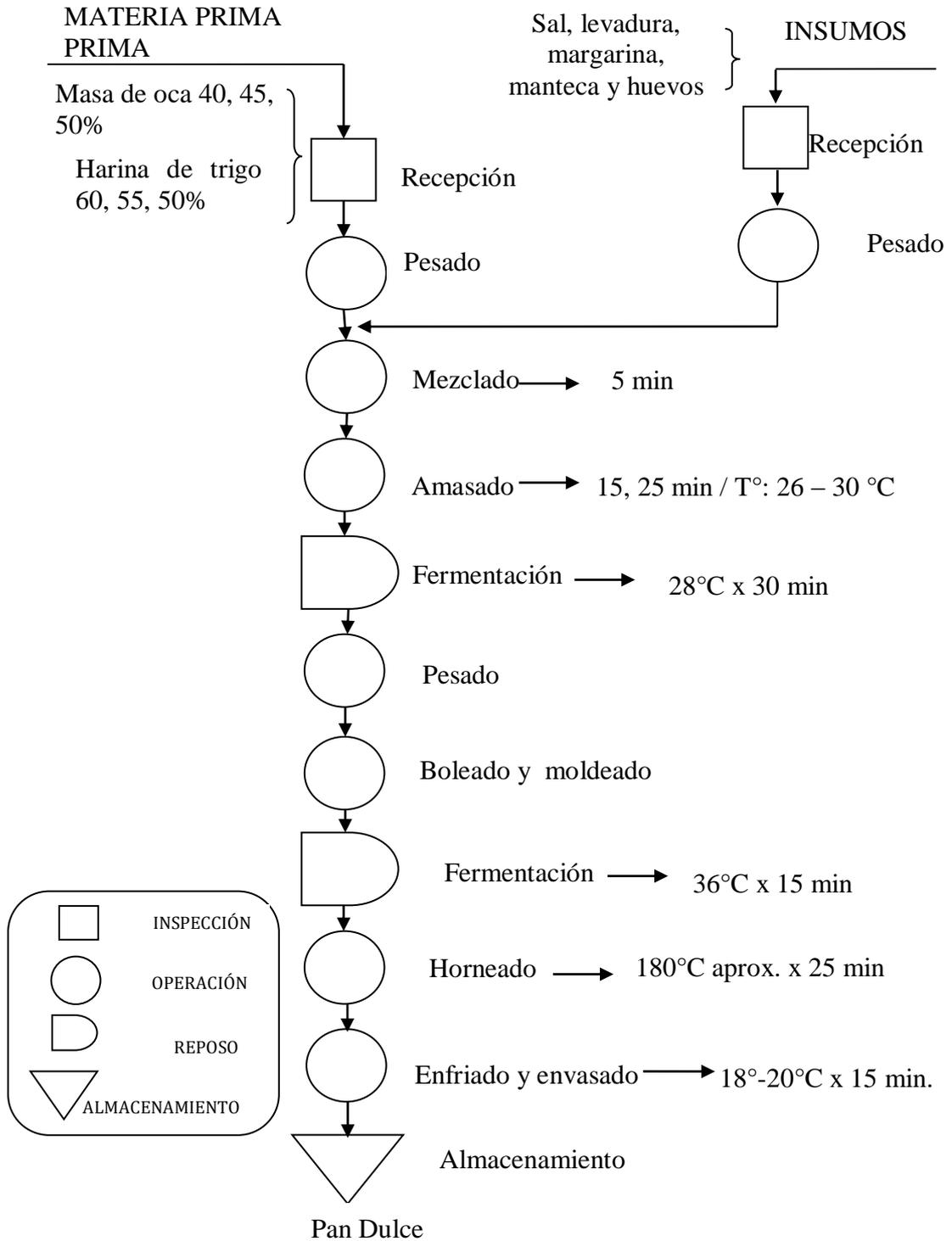


FIGURA 2. Diagrama de flujo para la elaboración de pan dulce a base de masa de oca y harina de trigo



3.4.2. Descripción del diagrama de flujo para la obtención de masa de oca

1. Adquisición, recepción y selección de la materia prima



La oca de variedad amarilla se la adquirió en Guananguicho, Provincia del Carchi, luego de recibir se selecciona, a continuación se pesan los tubérculos que estén deteriorados y se desechan.

2. Lavado



Receptada la materia prima, se procedió a lavar los tubérculos con la finalidad de extraer toda suciedad y materias extrañas.

3. Secado Natural



Se procede con la exposición de los tubérculos a los rayos solares, para que los almidones se transformen en azúcares, y así obtener la madurez pos cosecha deseada en los 3 intervalos de tiempo (14, 21 y 28 días); para esto se extienden las ocas en una mesa con un plástico debajo, de tal manera que la exposición de los rayos solares sea uniforme para todas.

4. Pesado

Se pesó la materia prima con la finalidad de registrar la cantidad de oca que ingresa al proceso de cocción.

5. Lavado

Una vez que la oca cumplió el tiempo de exposición al sol, se procedió a lavar con abundante agua, para eliminar todo tipo de suciedad y materias extrañas; para esto se utilizó agua potable.

6. Cocción

Luego de haber lavado las ocas, se las somete a tratamiento térmico en olla a presión (4 litros) por un lapso de 15 minutos, con la cantidad suficiente de agua para cubrirlas.

7. Escurrido y Pelado

Se retira la olla presión del fuego dejando escapar el vapor, a continuación se peló las ocas con un pelador manual, con el fin de sacar la corteza.

8. Prensado

Luego de pelar las ocas se las colocó en un recipiente plástico de 5 litros y con la ayuda de un molidor de madera se prensó hasta obtener una masa consistente y sin grumos.

9. Pesado

Después de prensadas las ocas, nuevamente se registra el peso con la finalidad de conocer la cantidad de masa que se obtiene por cada libra de oca.

10. Envasado

La masa de oca se la colocó en recipientes plásticos con tapa.

11. Almacenamiento

La masa de oca se la mantuvo a temperatura de refrigeración (6°C aprox.).

3.4.3. Descripción del diagrama de flujo para la elaboración de pan dulce

1. Adquisición y recepción de la materia prima

La harina panadera y los insumos que se utilizaron en el experimento se adquirieron en centros comerciales locales, mientras que, la masa de oca se la obtuvo mediante el proceso que anteriormente se detallo.

2. Pesado



Para el pesado de la materia prima (harina de trigo y masa de oca) se utilizó una balanza analítica; y para pesar los insumos una balanza digital con una precisión de 0,1 g.

3. Mezclado



Por un lado se mezcla la levadura con la masa de oca con la finalidad de que la levadura se active, la masa de oca debe estar a una temperatura de 26° C.

En un recipiente plástico se procedió a colocar la harina panadera, y en el centro de la misma se colocó la mezcla de masa de oca y levadura, luego de 5 minutos se agregó los huevos, la sal y al final la margarina de acuerdo a los porcentajes establecidos en las formulaciones; y se procedió a mezclar durante 5 minutos hasta obtener una masa consistente.

4. Amasado



A continuación se procedió a realizar el amasado, operación para la cual requerimos una amasadora de acción mecánica (capacidad de 5 kg), con el fin de obtener una masa homogénea y de fácil manipulación. En este proceso se investigó los cambios de temperatura que presenta la masa de pan al final del amasado, determinando que a mayor tiempo mayor temperatura; el aumento de temperatura se debe a que esta operación genera energía que se transforma en calor.

Los tiempos determinados para esta investigación fueron 15 y 25 minutos.

5. Fermentación inicial



Se retiró la masa de la amasadora colocándola en una mesa previamente limpia y engrasada, aquí se dejó en reposo durante 30 minutos cubierta con una funda plástica.

Para el control de temperatura de fermentación se utilizó un termómetro digital, y se lo hizo en rangos de 30 minutos es decir, tomamos la temperatura al inicio y al final de la fermentación inicial.

La temperatura óptima para el crecimiento y la reproducción de la levadura oscila entre 26 y 30 °C.

6. Pesado, Boleado y Moldeado



Transcurrido el tiempo de fermentación inicial, se procedió a pesar y bolear cada porción de masa. El proceso radica en dividir manualmente la masa, pesarlas y

convertir las porciones en bolas, cuyo peso unitario fue de 60 gramos aproximadamente, las mismas que se dejaron en reposo durante 10 minutos, para posteriormente moldear cada una de ellas dándoles la forma comercial del pan.

7. Fermentación Final



La masa ya moldeada se colocó en bandejas metálicas, se dejó en reposo durante 15 minutos para permitir que ésta se esponje nuevamente.

Para el control de temperatura de fermentación se utilizó un termómetro digital, y se lo realizó al final de este proceso, es decir a los 60 minutos de fermentación.

8. Horneado



El horneo es otra operación importante en la elaboración del pan, donde, el pan cambia sus características tales como: color, suavidad, apariencia y composición química, por efectos del calor, que se transmite por medio del aire.

De tal manera que las bandejas con el pan moldeado se introdujeron al horno y se monitoreó por un tiempo de 25 minutos, en el cual la temperatura de horneado fue aproximadamente de 180° C.

9. Enfriado y envasado



Horneado el pan se extrajo del horno y desde ese momento, él inicia su etapa de envejecimiento por cuanto la corteza se hará dura y correosa. Es conveniente asegurar que el pan sea enfriado en un área cercana al horno por un tiempo aproximado de 15 minutos; de lo contrario el vapor que acompaña al pan caliente lo volverá pastoso si es que se aplica un cambio brusco de temperatura.

Transcurrido los 15 minutos de reposo del pan cerca al horno, la bandeja se colocó en otro lugar al medio ambiente (18-20°C aprox.), para posteriormente envasarlos.

10. Almacenamiento

El pan se colocó en recipientes plásticos con tapa, en un lugar fresco a temperatura ambiente para ser expandido inmediatamente.

El testigo se lo elaboró con la siguiente fórmula:

INGREDIENTES	PORCENTAJES
Harina de trigo	100
Azúcar	20
Margarina	10
Manteca vegetal	10
Huevos	15
Levadura	2,5
Sal	2
Agua	55

Pesamos la materia prima (harina de trigo) en una balanza analítica y los insumos (azúcar, margarina, manteca vegetal, huevos, levadura, sal y agua) en una balanza digital con una precisión de 0,1g.

Por un lado diluimos la levadura en agua caliente (26°C) con la finalidad de que la levadura se active.

En un recipiente plástico se procedió a colocar la harina panadera y en el centro de la misma se añadió la levadura activada, luego de 5 minutos se agregó el azúcar, huevos, sal, agua y al final la manteca y margarina; mezclamos todos los ingredientes durante 5 minutos con el fin de obtener una masa blanda, húmeda y consistente.

Una vez que mezclamos los ingredientes, llevamos la masa a la amasadora por 20 minutos, transcurrido el tiempo se la retiró y colocó en una mesa previamente limpia y engrasada, dejándola en reposo durante 30 minutos cubierta con una funda plástica.

Luego se procedió a pesar y bolear cada porción de masa, cuyo peso unitario fue de 60g aproximadamente; las mismas que se dejaron en reposo 10 minutos para posteriormente moldear cada una de ellas dándole la forma comercial del pan.

La masa ya moldeada se colocó en bandejas metálicas, se dejó en reposo durante 15 minutos para permitir que se esponje nuevamente.

Las bandejas se introdujeron en el horno y se monitoreó por un tiempo de 25 minutos aproximadamente, transcurrido este tiempo se retiró las bandejas y se dejó enfriar el pan cerca del horno, posteriormente se colocó en recipientes plásticos con tapa, en un lugar fresco a temperatura ambiente.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

A continuación se detalla los análisis estadísticos de las variables cuantitativas y cualitativas efectuadas en el estudio de la incidencia de la masa de oca como sustituto parcial de la harina de para la elaboración de trigo pan dulce.

4.1. ANÁLISIS DE VARIABLES CUANTITATIVAS

Las variables cuantitativas se consideran aquellas que son tangibles, medibles a través de instrumentos, equipos, y el método pre-establecido; y, que son independientes de la apreciación de los sentidos. Estas son: Temperatura de fermentación, volumen del pan y peso final del pan.

Los datos obtenidos de los análisis de: materia prima, masa de oca, masa de pan y producto terminado se encuentran en anexos 7, 8, 9 al 19.

4.1.1. Análisis estadístico de la variable Temperatura de fermentación (° C)

Cuadro 9. Datos obtenidos de Temperatura (° C) al inicio de la fermentación.

Tratamientos	Código	Repeticiones			SUMA	MEDIA
		I	II	III		
T1	A1B1C1	30,50	31,40	32,10	94,00	31,33
T2	A1B1C2	34,80	35,10	34,80	104,70	34,90
T3	A1B2C1	30,90	31,60	33,30	95,80	31,93
T4	A1B2C2	34,60	35,60	34,50	104,70	34,90
T5	A1B3C1	28,30	29,10	30,30	87,70	29,23
T6	A1B3C2	31,70	32,10	32,20	96,00	32,00
T7	A2B1C1	30,20	30,00	30,80	91,00	30,33
T8	A2B1C2	31,30	33,10	34,10	98,50	32,83
T9	A2B2C1	32,70	32,80	32,10	97,60	32,53
T10	A2B2C2	28,10	29,70	31,90	89,70	29,90
T11	A2B3C1	29,80	30,00	30,20	90,00	30,00
T12	A2B3C2	28,50	29,10	30,30	87,90	29,30
T13	A3B1C1	33,10	34,40	34,90	102,40	34,13
T14	A3B1C2	35,10	36,20	35,10	106,40	35,47
T15	A3B2C1	31,60	32,70	32,70	97,00	32,33
T16	A3B2C2	35,00	35,20	33,30	103,50	34,50
T17	A3B3C1	29,80	30,10	30,70	90,60	30,20
T18	A3B3C2	31,10	30,90	30,20	92,20	30,73
T19	T	29,10	28,10	28,40	85,60	28,53
Σ Bloques		596,20	607,20	611,90	1815,30	31,85

A1 = 40%

A2 = 45%

A3 = 50%

B1= 14 días

B2= 21 días

B3= 28 días

C1= 15 min

C2= 25 min

Cuadro 10. Análisis de la varianza para la variable Temperatura (° C) al inicio de la fermentación.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	F. Tab.	
					0,01	0,05
TOTAL	56	279,10				
TRATAMIENTO	18	251,19	13,95	19,00 **	2,47	1,89
FA	2	42,20	21,10	28,72 **	5,22	3,25
FB	2	88,33	44,16	60,12 **	5,22	3,25
FC	1	26,04	26,04	35,45 **	7,36	4,1
I A X B	4	11,47	2,87	3,91 **	3,87	2,63
I A X C	2	25,68	12,84	17,48 **	5,22	3,25
I B X C	2	7,84	3,92	5,34 **	5,22	3,25
I A X B X C	4	49,62	12,41	16,89 **	3,87	2,63
T VS RESTO	1	34,78	34,78	47,35 **	7,36	4,1
ERROR EXP	38	27,91	0,73			

CV = 2,69%

NS = No Significativo

* = Significativo al 5%

** = Significativo al 1% (Altamente Significativo)

En el análisis de la varianza para la variable temperatura al inicio de la fermentación, presentó alta significación estadística para tratamientos, factores e interacciones.

Por lo cual se realizó las pruebas de significación estadística, Tukey al 5% para tratamientos y Diferencia Mínima Significativa para factores.

El coeficiente de variación para esta variable fue de 2,69%, el cual indicó la eficiencia del experimento.

Cuadro 11. Prueba de Tukey para tratamientos en la variable Temperatura (° C) al inicio de la fermentación.

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	MEDIAS	RANGOS DE TUKEY AL 5%
T14	A3B1C2	35,47	a
T2	A1B1C2	34,90	a
T4	A1B2C2	34,90	a
T16	A3B2C2	34,50	a
T13	A3B1C1	34,13	a
T8	A2B1C2	32,83	b
T9	A2B2C1	32,53	b
T15	A3B2C1	32,33	b
T6	A1B3C2	32,00	b
T3	A1B2C1	31,93	b
T1	A1B1C1	31,33	b
T18	A3B3C2	30,73	b
T7	A2B1C1	30,33	b
T17	A3B3C1	30,20	c
T11	A2B3C1	30,00	c
T10	A2B2C2	29,90	c
T12	A2B3C2	29,30	c
T5	A1B3C1	29,23	c
T19	T	28,53	c

Tukey al 5% para la variable de temperatura al inicio de la fermentación, determinó 3 rangos (a, b y c), el rango (a) para los tratamientos T14, T2, T4, T16, T13, presentan un comportamiento similar en las temperaturas alcanzadas luego del amasado mecánico con valores de 35,47°C, 34,90°C, 34,90°C, 34,5°C y 34,13°C respectivamente, de los cuales T14, T2, T4 y T16 fueron sometidos a 25 minutos de amasado; este es un factor influyente en cuanto a la temperatura de la masa, debido que la acción mecánica de la amasadora proporciona calor, entonces a mayor tiempo de amasado mayor temperatura.

En éste análisis observamos cómo se agrupa el rango (b), que comprende los tiempos de amasado de 15 y 25 minutos con un valor promedio de 31,75°C. Por

último en el rango (c) para los tratamientos T17, T11 y T5, presentan temperaturas bajas respecto al rango (a y b); se fueron reduciendo a medida que disminuyó el tiempo de amasado.

Según Quaglia, G. (1991). El trabajo realizado por amasadoras mecánicas tiene una relación directa con el desarrollo del calor, puesto que por cada W/Kg (vatios/kilogramo) de masa el aumento de la temperatura es de 1,27°C.

Se determinó que, las mejores temperaturas son las que están comprendidas entre 34 -35° C. Según Collister, L y Blake, A. (2001), las levaduras se mantienen activas alrededor de los 26°C. Si la temperatura baja, se enlentecen y quedan en reposo; a una temperatura más elevada superior a los 53°C las levaduras se destruyen.

Temperaturas por encima de los 28°C deberán usarse para fermentaciones cortas de 1 hora- 1 hora 30 minutos. Para tiempos de fermentación entre las 2- 4 horas la temperatura deberá ser de 25- 27°C y para períodos más largos de 23 a 25°C.

En definitiva cuanto más larga sea la duración del proceso, más baja debe ser la temperatura de fermentación.

Cuadro 12. Prueba de D. M. S. para Factor A (niveles de masa de oca) en la variable Temperatura (° C) al inicio de la fermentación.

Factor A	Niveles de masa de oca (%)	Media	Rangos D.M.S. al 5%
A3	50	33,30	a
A2	45	32,38	a
A1	40	30,82	b

D.M.S. = Diferencia Mínima Significativa

Al realizar la prueba de diferencia mínima significativa al 5% de la variable temperatura al inicio de la fermentación, muestra la existencia de 2 rangos (a y b); el rango (a) para los niveles de masa de oca (50 y 45%), notándose un incremento en la temperatura a medida que se aumente el porcentaje de masa de oca, y en el rango (b) para el nivel de masa de oca del 40% nos muestra una temperatura menor.

Cuadro 13. Prueba de D.M.S. para Factor B (estado de madurez) en la variable Temperatura (° C) al inicio de la fermentación.

Factor B	Estado de madurez (días)	Media	Rangos D.M.S. al 5%
B1	14	\	a
B2	21	32,68	a
B3	28	31,25	b

D.M.S. = Diferencia Mínima Significativa

Al realizar la prueba de diferencia mínima significativa al 5% de la variable temperatura al inicio de la fermentación, nos muestra 2 rangos (a y b) que corresponden a cada nivel del factor B (estado de madurez post cosecha de la oca). El rango (a) correspondiente al nivel B1 (14 días de cosechada) con un valor promedio de temperatura de 33,17°C y el nivel B2 (21 días de cosechada) con un valor promedio de 32,68°C. El rango (b) corresponde al nivel B3 (28 días de cosechada) con valor promedio de temperatura de 32,48°C.

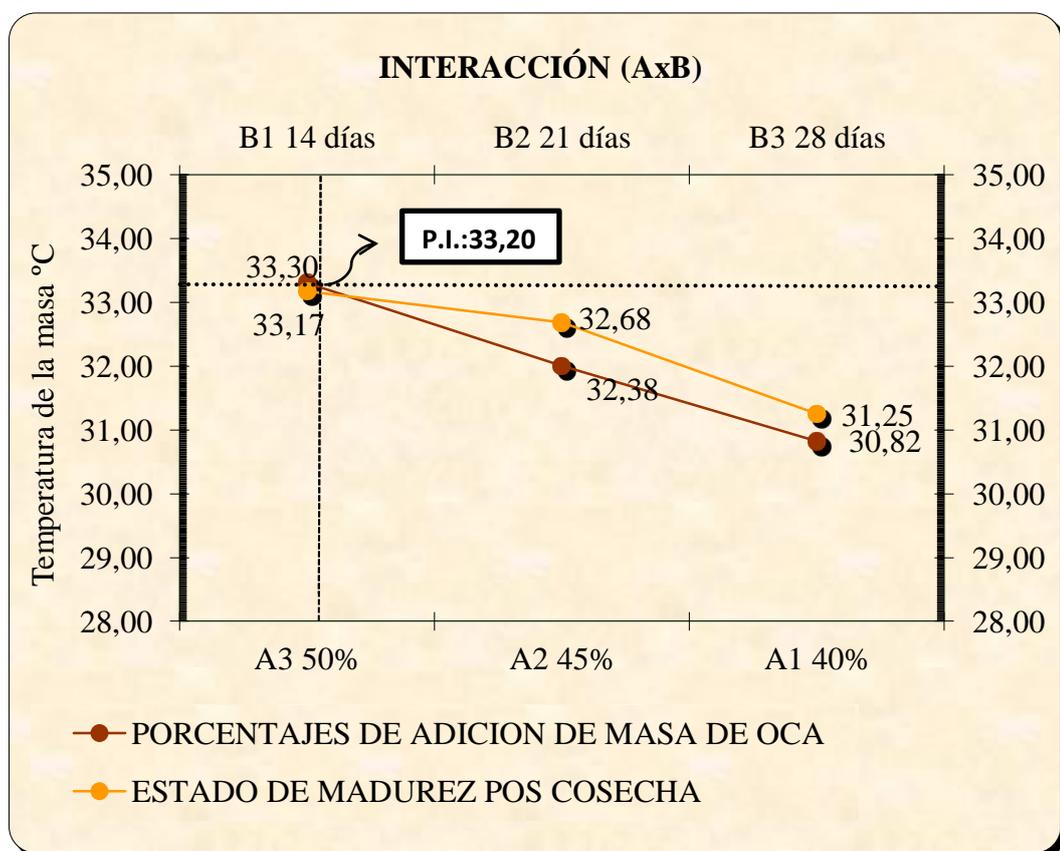
Cuadro 14. Prueba de D.M.S. para Factor C (tiempo de amasado) en la variable Temperatura (° C) al inicio de la fermentación.

Factor C	Tiempo de amasado (min)	Media	Rangos D.M.S. al 5%
C2	25	33,00	a
C1	15	31,34	b

D.M.S. = Diferencia Mínima Significativa

Al realizar la prueba de diferencia mínima significativa al 5% de la variable temperatura al inicio de la fermentación, nos muestra 2 rangos (a y b); notando que los niveles establecidos en este factor influyen en las temperaturas de la masa, a mayor tiempo de amasado se obtendrá mayor temperatura.

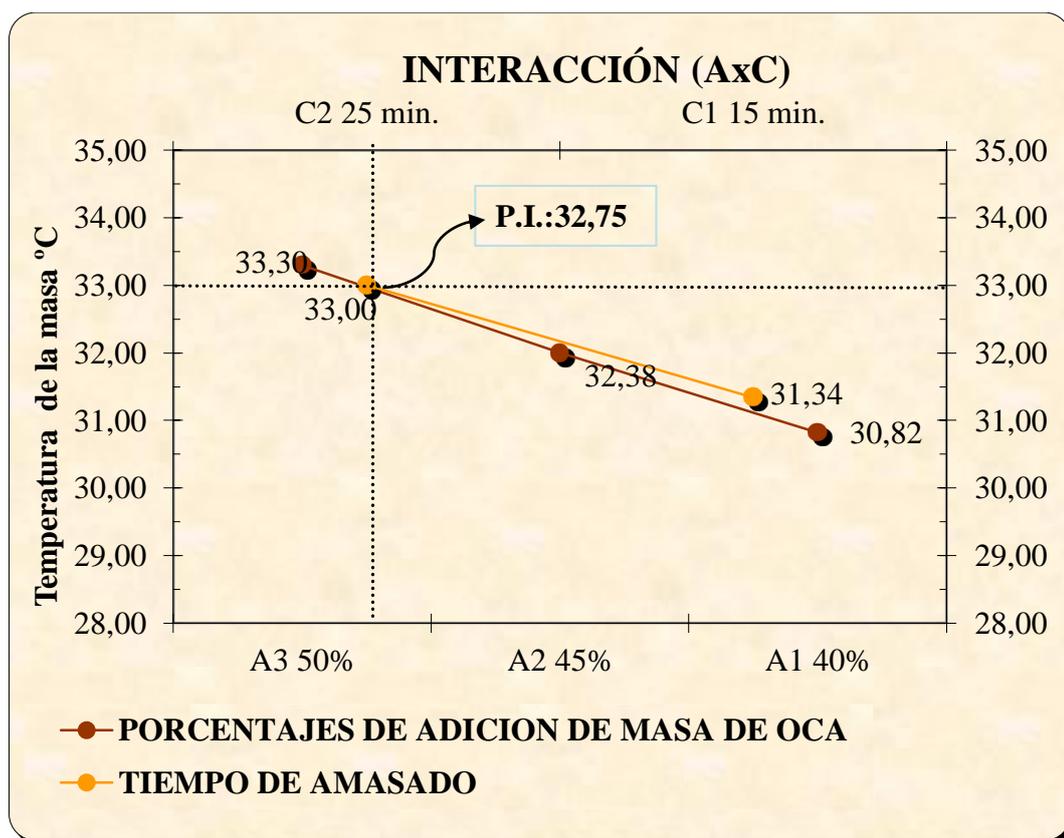
Gráfico 3. Interacción de los factores A x B, de la variable Temperatura al inicio de la fermentación.



En el gráfico de interacción de los factores A x B (niveles de masa de oca x estado de madurez post cosecha de la oca) de la variable temperatura al inicio del proceso de fermentación, el punto de interacción óptimo para la temperatura de la masa es 33,2°C que se encuentra entre los niveles A3 (50%) y B1 (14 días).

Terminado el proceso de amasado, se alcanzó mayor temperatura con el mayor porcentaje de masa de oca (50%) sometiendo el tubérculo a menor tiempo de exposición solar (días).

Gráfico 4. Interacción de los factores A x C, de la variable Temperatura al inicio de la fermentación.

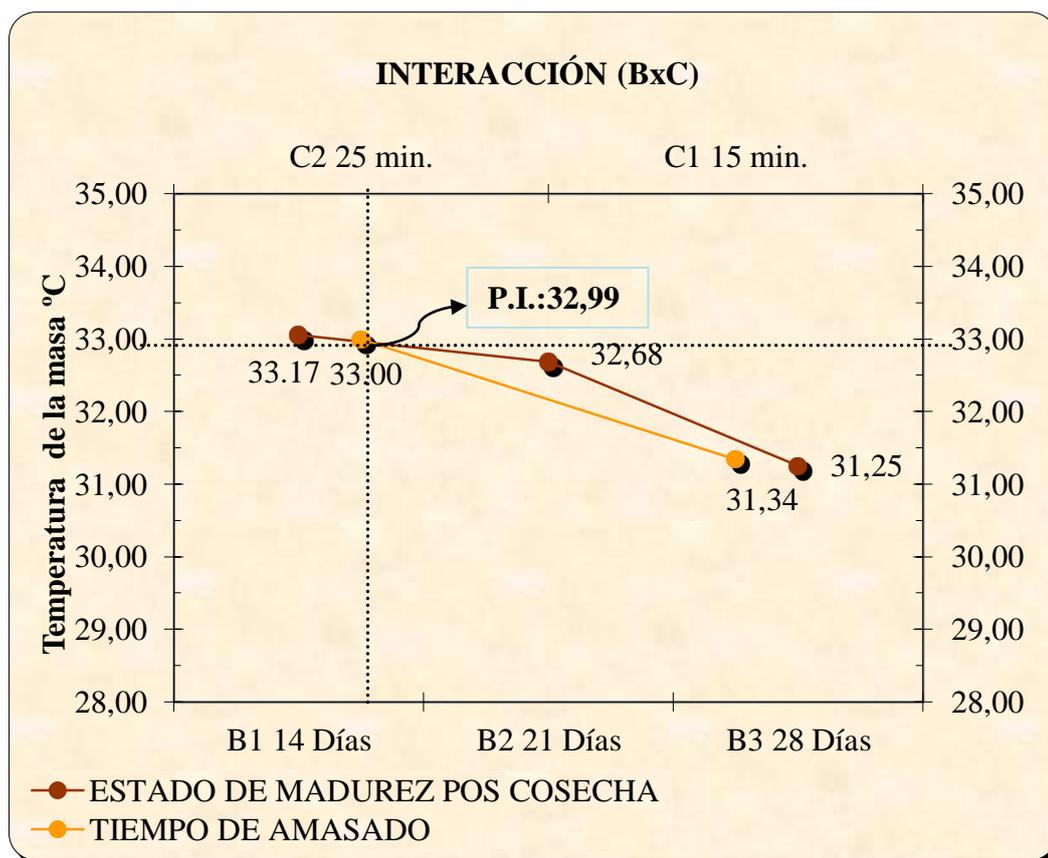


En el gráfico de interacción se observa que existe un punto de intersección entre los factores A (niveles de masa de oca) y C (Tiempo de amasado), de la variable temperatura al inicio del proceso de fermentación, en dicha intersección se aprecia que con el nivel A3 (50 %) de masa de oca y aplicando 25 minutos de amasado, la masa alcanza una temperatura de 32,75°C, que corresponde al punto óptimo.

Se aprecia que la temperatura de la masa es directamente proporcional en relación al tiempo de amasado. Es decir que conforme se incrementa el tiempo de amasado

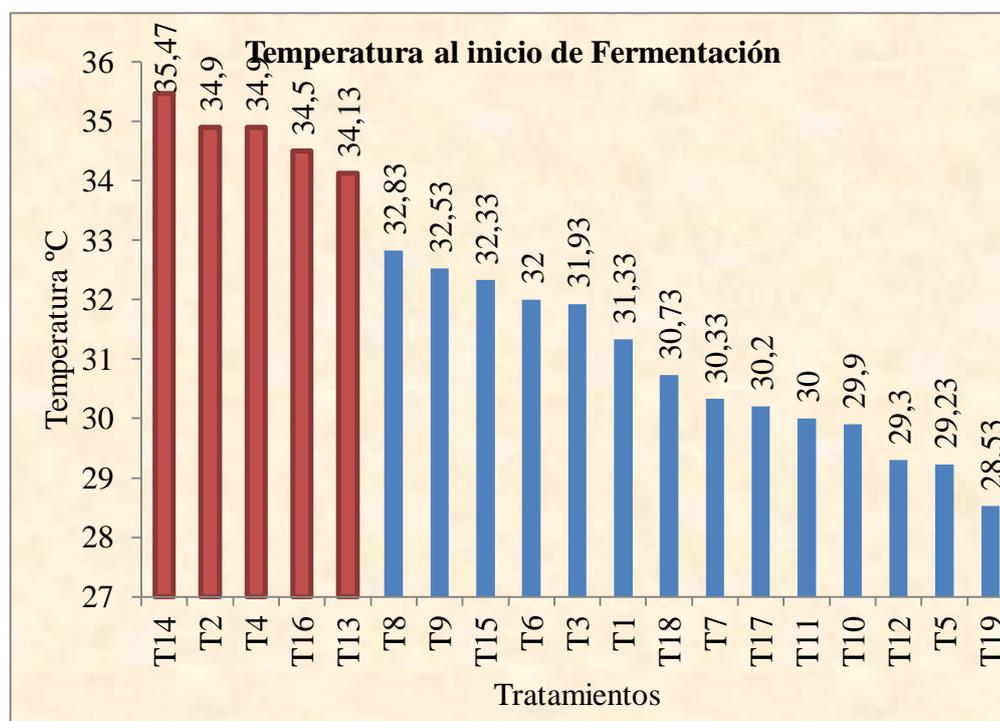
la temperatura aumenta, debido a la fricción producida entre las partículas de la masa de pan y las paletas de la amasadora.

Gráfico 5.- Interacción de los factores B x C, de la variable Temperatura al inicio de la fermentación.



En el gráfico de interacción de los factores B x C (estado de madurez pos cosecha de la oca x tiempo de amasado), de la variable temperatura al inicio del proceso de fermentación, se muestra un punto óptimo de interacción de 32,99°C, entre los niveles B1 (14 días) y C2 (25 minutos de amasado).

Gráfico 6. Media de los tratamientos para la variable Temperatura (° C) al inicio del proceso de fermentación.



Se representa gráficamente lo tratado en la prueba estadística de Tukey para tratamientos, se observa como la temperatura de la masa disminuye a medida que el tiempo de amasado disminuye, debido a la acción mecánica de la amasadora.

Dentro de los mejores tratamientos tenemos T14, T2, T4 y T16, que son los que obtuvieron mayor temperatura, debido a que fueron sometidos a 25 minutos de amasado pese a que tienen diferentes porcentajes de masa de oca, notándose claramente como el tiempo es quien influye en la temperatura de la masa.

Según Austin, G. (1989), las levaduras, bacterias y mohos utilizados para la fermentación requieren medio ambiente específico y alimentos especiales para asegurar su actividad. La temperatura más favorable varía de 5 a 40°C.

Cuadro 15. Datos obtenidos de temperatura (° C) a los 30 minutos de la fermentación.

Tratamientos	Código	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
		I	II	III		
T1	A1B1C1	30,30	30,70	31,90	92,90	30,97
T2	A1B1C2	34,70	35,10	34,70	104,50	34,83
T3	A1B2C1	31,10	31,20	33,30	95,60	31,87
T4	A1B2C2	34,40	35,40	33,80	103,60	34,53
T5	A1B3C1	27,60	29,10	30,60	87,30	29,10
T6	A1B3C2	31,30	31,80	32,20	95,30	31,77
T7	A2B1C1	30,20	30,10	30,90	91,20	30,40
T8	A2B1C2	31,30	33,10	34,20	98,60	32,87
T9	A2B2C1	32,80	33,10	32,60	98,50	32,83
T10	A2B2C2	28,40	30,20	32,30	90,90	30,30
T11	A2B3C1	30,00	30,20	30,60	90,80	30,27
T12	A2B3C2	28,30	29,30	30,40	88,00	29,33
T13	A3B1C1	33,80	34,60	35,10	103,50	34,50
T14	A3B1C2	35,60	36,20	35,20	107,00	35,67
T15	A3B2C1	32,30	33,20	32,90	98,40	32,80
T16	A3B2C2	35,30	35,40	33,70	104,40	34,80
T17	A3B3C1	30,20	30,60	31,10	91,90	30,63
T18	A3B3C2	31,50	31,10	29,80	92,40	30,80
T19	T	29,40	28,60	28,80	86,80	28,93
SUMA		598,50	609,00	614,10	1821,60	31,96

Cuadro 16. Análisis de la varianza para la variable temperatura (° C) a los 30 minutos de la fermentación.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	F. Tab.	
					0,01	0,05
TOTAL	56	277,12				
TRATAMIENTO	18	245,58	13,64	16,44 **	2,47	1,89
FA	2	43,63	21,82	26,28 **	5,22	3,25
FB	2	89,48	44,74	53,91 **	5,22	3,25
FC	1	22,17	22,17	26,71 **	7,36	4,1
I A X B	4	11,59	2,90	3,49 *	3,87	2,63
I A X C	2	26,21	13,10	15,79 **	5,22	3,25
I B X C	2	10,04	5,02	6,05 **	5,22	3,25
I A X B X C	4	42,46	10,62	12,79 **	3,87	2,63
T VS RESTO	1	28,97	28,97	34,90 **	7,36	4,1
ERROR EXP	38	31,54	0,83			

CV = 2,85%

En el análisis de la varianza para la variable temperatura a los 30 minutos de fermentación se observa que existe diferencia altamente significativa para tratamientos, factores e interacciones: A x C (niveles de masa de oca x tiempo de amasado) y B x C (estado de madurez post cosecha de la oca x tiempo de amasado) y AxBxC (niveles de masa de oca x estado de madurez post cosecha de la oca x tiempo de amasado), mientras que para la interacción A x B (niveles de masa de oca x estado de madurez post cosecha de la oca) existió significación estadística al 5%.

Por lo cual se procedió a realizar la prueba de Tukey para tratamientos y Diferencia Mínima Significativa para factores.

El coeficiente de variación fue de 2,85% el mismo que indicó la eficiencia del experimento.

Cuadro 17. Prueba de Tukey para tratamientos en la variable temperatura (°C) a los 30 minutos de la fermentación.

Tratamientos	Código	Media	Rangos de Tukey al 5%
T14	A3B1C2	35,67	a
T2	A1B1C2	34,83	a
T16	A3B2C2	34,80	a
T4	A1B2C2	34,53	a
T13	A3B1C1	34,50	a
T8	A2B1C2	32,87	a
T9	A2B2C1	32,83	b
T15	A3B2C1	32,80	b
T3	A1B2C1	31,87	b
T6	A1B3C2	31,77	b
T1	A1B1C1	30,97	b
T18	A3B3C2	30,80	b
T17	A3B3C1	30,63	b
T7	A2B1C1	30,40	b
T10	A2B2C2	30,30	b
T11	A2B3C1	30,27	b
T12	A2B3C2	29,33	c
T5	A1B3C1	29,10	c
T19	T	28,93	c

La prueba de Tukey al 5% para la variable de temperatura a los 30 minutos de fermentación, determinó 3 rangos (a, b y c), el rango (a) para los tratamientos T14, T2, T16, T4, T13 y T8, presentan un comportamiento similar en la temperaturas alcanzadas con valores de 35,67°C, 34,83°C, 34,80°C, 34,53°C, 34,50°C y 32,87°C respectivamente, de los cuales T14, T2, T16, T4 y T8 fueron sometidos a 25 minutos de amasado; este es un factor influyente en cuanto a la temperatura de la masa, debido que la acción mecánica de la amasadora proporciona calor (Quaglia, G 1991), entonces a mayor tiempo de amasado mayor temperatura.

En éste análisis observamos cómo se agrupa el rango (b), que comprende los tiempos de amasado de 15 y 25 minutos con un valor promedio de 31,26°C. Por último en el rango (c) para los tratamientos T12 y T5, presentan temperaturas bajas respecto al rango (a y b); se fueron reduciendo a medida que disminuyó el tiempo de amasado.

Según Quaglia, G. (1991), las levaduras se destruyen a una temperatura superior a los 53°C. La influencia de temperaturas altas incide en la calidad del pan, no solo en el aumento de la actividad de las levaduras, sino también en las características del gluten.

Cuadro 18. Prueba de D. M. S. para factor A (niveles de masa de oca) en la variable temperatura (° C) a los 30 minutos de la fermentación.

Factor A	Niveles de masa de oca (%)	Media	Rangos D.M.S. al 5%
A3	50	33,20	a
A2	45	31,50	b
A1	40	30,9	b

D.M.S. = Diferencia Mínima Significativa

Al realizar la prueba de diferencia mínima significativa al 5% de la variable temperatura a los 30 minutos de la fermentación, muestra la existencia de 2 rangos (a y b); el rango (a) para el nivel de masa de oca del 50%, con una temperatura de 33,20°C y el rango (b) presenta un valor de temperatura promedio de 31,20 °C.

Cuadro 19. Prueba de D.M.S. para factor B (estado de madurez) en la variable temperatura (° C) a los 30 minutos de la fermentación.

Factor B	Estado de madurez (días)	Media	Rangos D.M.S. al 5%
B1	14	33,21	a
B2	21	32,86	a
B3	28	31,50	b

D.M.S. = Diferencia Mínima Significativa

Al realizar la prueba de diferencia mínima significativa al 5% de la variable temperatura a los 30 minutos de la fermentación, nos muestra 2 rangos (a y b) que corresponden a cada nivel del factor B (estado de madurez post cosecha de la oca). El rango (a) correspondiente al nivel B1 (14 días de cosechada) con un valor promedio de temperatura de 33,17°C y el nivel B2 (21 días de cosechada) con un valor promedio de 32,68°C. El rango (b) correspondiente al nivel B3 (28 días de cosechada) con valor promedio de temperatura de 32,48 °C.

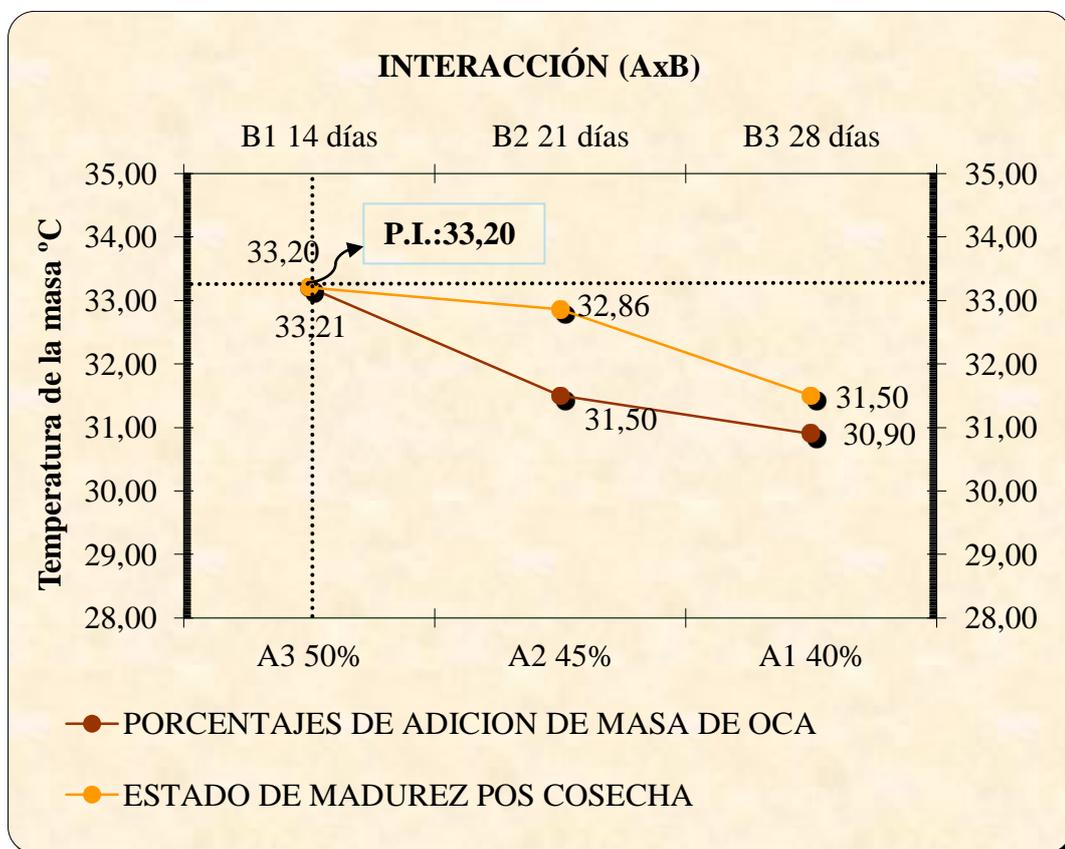
Cuadro 20. Prueba de D.M.S. para factor C (tiempo de amasado) en la variable temperatura (° C) a los 30 minutos de la fermentación.

Factor C	Tiempo de amasado (min)	Media	Rangos D.M.S. al 5%
C2	25	32,77	a
C1	15	31,49	a

D.M.S. = Diferencia Mínima Significativa

Al realizar la prueba de diferencia mínima significativa al 5% de la variable temperatura a los 30 minutos de la fermentación, indica la existencia de un solo rango (a), donde estadísticamente los niveles de tiempo de amasado (15 y 25 minutos) generan similares temperaturas, sin dejar de lado que a los 25 minutos la temperatura es mayor.

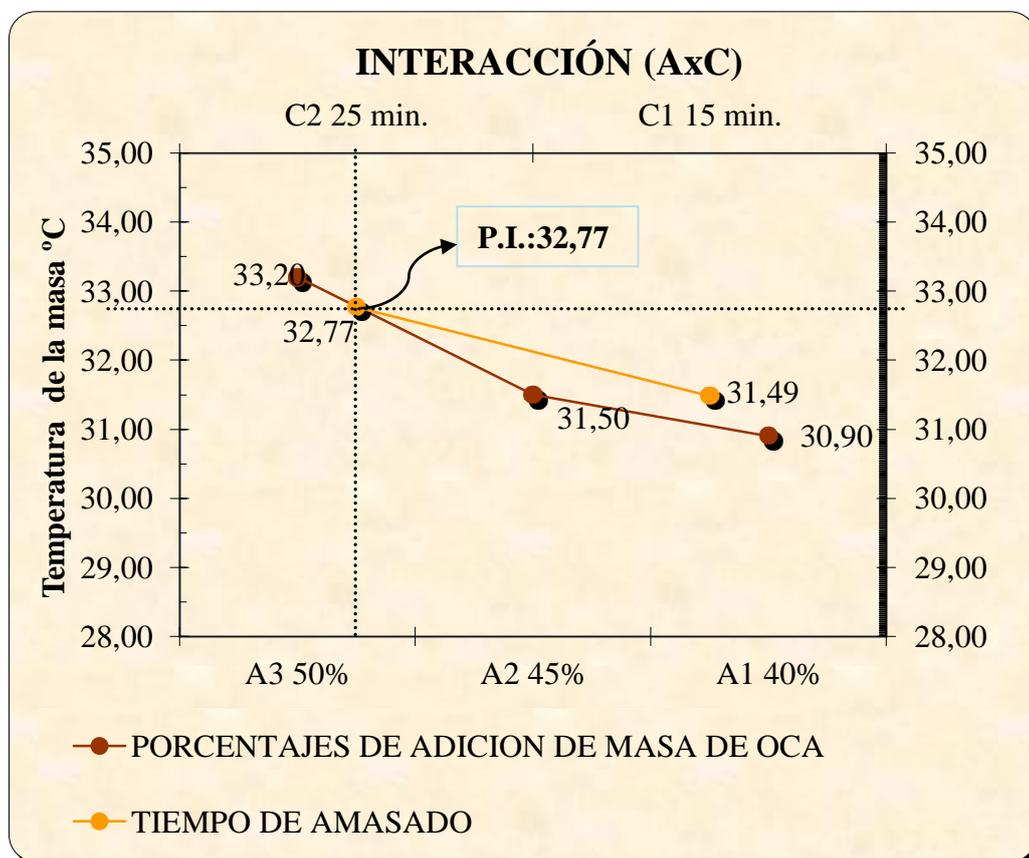
Gráfico 7. Interacción de los factores A x B, de la variable temperatura a los 30 minutos de la fermentación.



En el gráfico de interacción de los factores A x B (niveles de masa de oca x estado de madurez post cosecha de la oca) de la variable temperatura a los 30 minutos del proceso de fermentación, el punto de interacción óptimo para la temperatura de la masa es 33,2°C que se encuentra entre los niveles A3 (50%) y B1 (14 días).

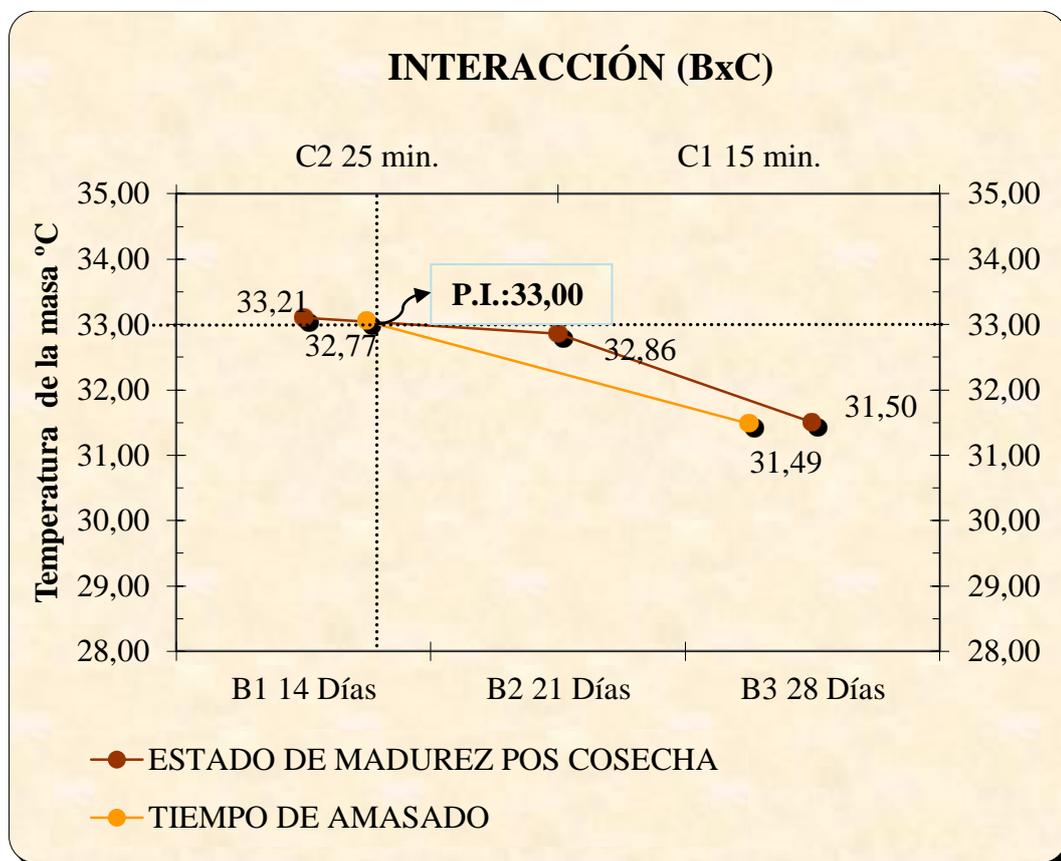
Mediante la investigación se determinó que: a mayor porcentaje de masa de oca, menor días de exposición al sol.

Gráfico 8. Interacción de los factores A x C, de la variable temperatura a los 30 minutos de la fermentación.



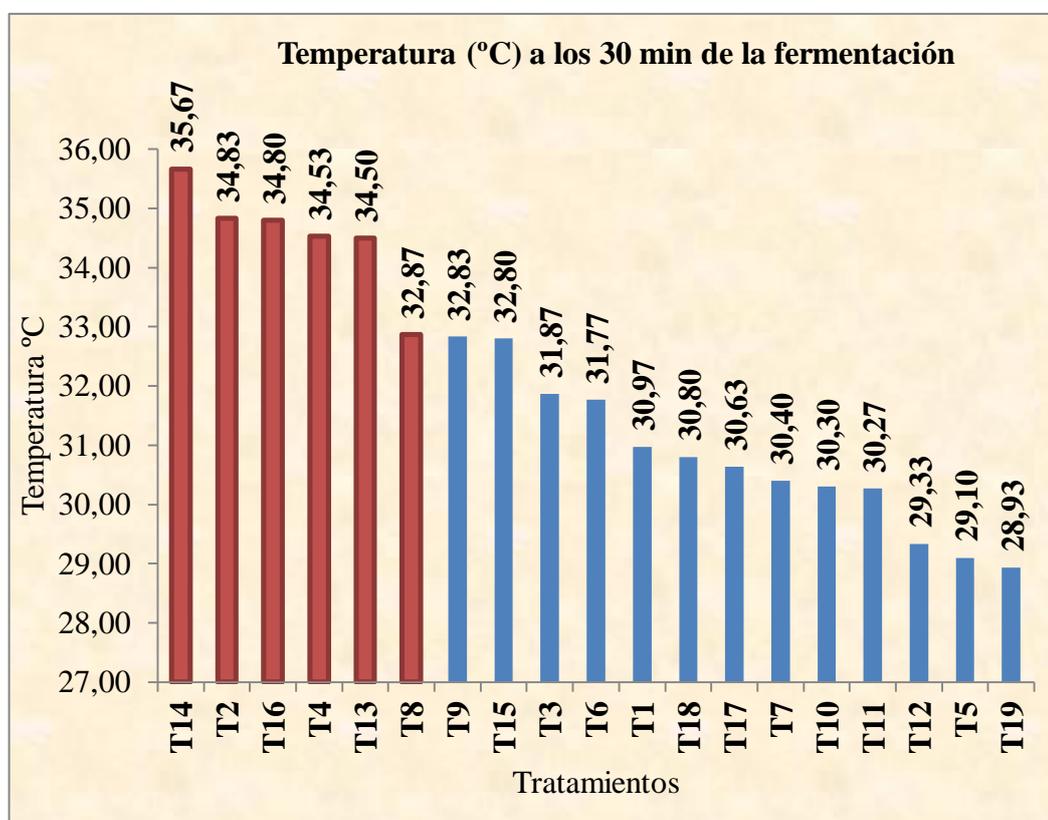
En el gráfico de interacción de los factores A x C (niveles de masa de oca x tiempo de amasado) de la variable temperatura a los 30 minutos del proceso de fermentación, el punto de interacción óptimo para la temperatura de la masa es 32,77°C que se encuentra entre los niveles A3 (50%) y C2 (25 minutos).

Gráfico 9. Interacción de los factores B x C, de la variable temperatura a los 30 minutos de la fermentación.



En el gráfico de interacción de los factores B x C (estado de madurez post cosecha de la oca x tiempo de amasado) de la variable temperatura a los 30 minutos del proceso de fermentación, el punto de interacción óptimo para la temperatura de la masa es 33°C que se encuentra entre los niveles B1 (14 días) y C2 (25 minutos de amasado).

Gráfico 10. Media de los tratamientos para la variable temperatura (° C) a los 30 minutos del proceso de fermentación.



Se representa gráficamente lo tratado en la prueba estadística de Tukey para tratamientos, se observa que la temperatura de la masa disminuye a medida que el tiempo de amasado disminuye, dentro de los mejores tratamientos tenemos T14, T2, T16, T4, y T8 que son los que obtuvieron mayor temperatura, debido a que fueron sometidos a 25 minutos de amasado pese a que tienen diferentes porcentajes de masa de oca, notándose claramente como el tiempo es quien influye en la temperatura de la masa.

Según Fleishmann. (1999), la levadura ha sido especialmente desarrollada y cultivada para alcanzar mayor resistencia, uniformidad y fuerza.

Acondiciona y hace crecer las masas, convirtiendo la masa inerte y pesada en un producto poroso, ligero y elástico, que al ser formado y horneado es apetitoso y nutritivo.

Las levaduras se desarrollan a temperaturas superiores a 26°C, a los 43°C la actividad se reduce, y con temperaturas superiores a los 53°C se destruyen.

Cuadro 21. Datos obtenidos de la variable temperatura (°C) a los 60 minutos de la fermentación.

Tratamientos	Código	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
		I	II	III		
T1	A1B1C1	29,80	31,80	31,20	92,80	30,93
T2	A1B1C2	32,10	33,10	33,20	98,40	32,80
T3	A1B2C1	31,30	30,70	32,60	94,60	31,53
T4	A1B2C2	32,50	33,10	31,60	97,20	32,40
T5	A1B3C1	27,20	27,20	29,10	83,50	27,83
T6	A1B3C2	27,70	27,80	28,80	84,30	28,10
T7	A2B1C1	29,70	29,60	30,50	89,80	29,93
T8	A2B1C2	33,30	32,20	33,80	99,30	33,10
T9	A2B2C1	33,10	31,60	33,30	98,00	32,67
T10	A2B2C2	31,20	32,20	33,20	96,60	32,20
T11	A2B3C1	28,80	29,20	29,50	87,50	29,17
T12	A2B3C2	27,50	27,80	29,30	84,60	28,20
T13	A3B1C1	34,20	34,90	35,20	104,30	34,77
T14	A3B1C2	34,90	33,30	32,70	100,90	33,63
T15	A3B2C1	33,70	34,60	35,10	103,40	34,47
T16	A3B2C2	35,10	34,10	35,10	104,30	34,77
T17	A3B3C1	29,20	29,80	31,30	90,30	30,10
T18	A3B3C2	30,30	31,60	31,80	93,70	31,23
T19	T	29,30	27,70	28,70	85,70	28,57
SUMA		590,90	592,30	606,00	1789,20	31,39

Cuadro 22. Análisis de varianza para la variable temperatura (° C) a los 60 minutos de la fermentación.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	F. Tab.	
					0,01	0,05
TOTAL	56	314,81				
TRATAMIENTO	18	288,37	16,02	23,03 **	2,47	1,89
FA	2	71,10	35,55	51,09 **	5,22	3,25
FB	2	162,90	81,45	117,06 **	5,22	3,25
FC	1	4,22	4,22	6,07 *	7,36	4,1
I A X B	4	1,92	0,48	0,69 NS	3,87	2,63
I A X C	2	1,82	0,91	1,31 NS	5,22	3,25
I B X C	2	3,72	1,86	2,67 NS	5,22	3,25
I A X B X C	4	42,68	10,67	15,34 **	3,87	2,63
T VS RESTO	1	25,23	25,23	36,26 **	7,36	4,1
ERROR EXP.	38	26,44	0,70			

CV = 2,66%

En el análisis de la varianza para la variable temperatura a los 60 minutos del proceso de fermentación se observa que existe diferencia altamente significativa para tratamientos, factores: A (niveles de masa de oca) y B (estado de madurez post cosecha de la oca), mientras que para el factor C (tiempo de amasado) existió significación estadística al 5%; más no existió significación estadística para las interacciones.

Por lo cual se procedió a realizar la prueba de Tukey para Tratamientos y Diferencia Mínima Significativa para factores.

El coeficiente de variación fue de 2,66% el cual indicó la eficiencia del experimento.

Cuadro 23. Prueba de Tukey para tratamientos en la variable temperatura (°C) a los 60 minutos de la fermentación.

Tratamientos	Código	Media	Rangos de Tukey al 5%
T16	A3B2C2	34,77	a
T13	A3B1C1	34,77	a
T15	A3B2C1	34,47	a
T14	A3B1C2	33,63	a
T8	A2B1C2	33,10	a
T2	A1B1C2	32,80	a
T9	A2B2C1	32,67	a
T4	A1B2C2	32,40	a
T10	A2B2C2	32,20	b
T3	A1B2C1	31,53	b
T18	A3B3C2	31,23	b
T1	A1B1C1	30,93	b
T17	A3B3C1	30,10	b
T7	A2B1C1	29,93	b
T11	A2B3C1	29,17	c
T19	T	28,57	c
T12	A2B3C2	28,20	c
T6	A1B3C2	28,10	c
T5	A1B3C1	27,83	c

Mediante esta prueba se pudo determinar la existencia de 3 rangos (a, b y c); el rango (a) para los tratamientos T16, T13, T15, T14, T8, T2, T9 y T4, presentando un comportamiento similar en cuanto a las temperaturas alcanzadas con valores de: 34,77°C, 34,77°C, 34,47°C, 33,63°C, 33,10°C, 32,80°C, 32,67°C y 32,40°C respectivamente, de los cuales T16, T14, T8, T2 y T4 fueron sometidos a 25 minutos de amasado, ya que, la masa para estar en condiciones ideales para la fermentación debe tener una temperatura superior a los 25°C; valores distintos, como consecuencia del desarrollo de fermentaciones secundaria, dan lugar a defectos en el producto acabado según Quaglia, G. (1991).

En éste análisis observamos cómo se agrupa el rango (b), que comprende los tiempos de amasado de 15 y 25 minutos con un valor promedio de 30,99°C. Por último en el rango (c) para los tratamientos T11, T12, T6 y T5, presentan temperaturas bajas respecto al rango (a y b); se fueron reduciendo a medida que disminuyó el tiempo de amasado.

Cuadro 24. Prueba de D. M. S. para factor A (niveles de masa de oca) en la variable temperatura (° C) a los 60 minutos de la fermentación.

Factor A	Niveles de masa de oca (%)	Media	Rangos D.M.S. al 5%
A3	50	33,16	a
A2	45	30,88	b
A1	40	30,60	b

D.M.S. = Diferencia Mínima Significativa

Al realizar la prueba de diferencia mínima significativa al 5% de la variable temperatura a los 60 minutos de fermentación, muestra la existencia de 2 rangos (a y b); el rango (a) para el nivel de masa del 50%, nos muestra una temperatura mayor, mientras que en el rango (b) correspondiente al nivel A2 (45% de masa de oca) con valor promedio de temperatura de 30,88°C y A1 (40% de masa de oca) con valor promedio de 30,60°C; según lo investigado podemos decir que, a medida que se aumenta la masa de oca se obtiene mayores temperaturas.

Cuadro 25. Prueba de D.M.S. para factor B (estado de madurez) en la variable temperatura (° C) a los 60 minutos de la fermentación.

Factor B	Estado de madurez (días)	Media	Rangos D.M.S. al 5%
B2	21	33,01	a
B1	14	32,53	a
B3	28	29,11	b

D.M.S. = Diferencia Mínima Significativa

Al realizar la prueba de diferencia mínima significativa al 5% de la variable temperatura a los 60 minutos de la fermentación, para el factor B (estado de madurez pos cosecha de la oca) indica que, al ser comparadas las medias de los niveles, 21 días de cosechada es el nivel con el cual la masa de pan alcanza mayor temperatura.

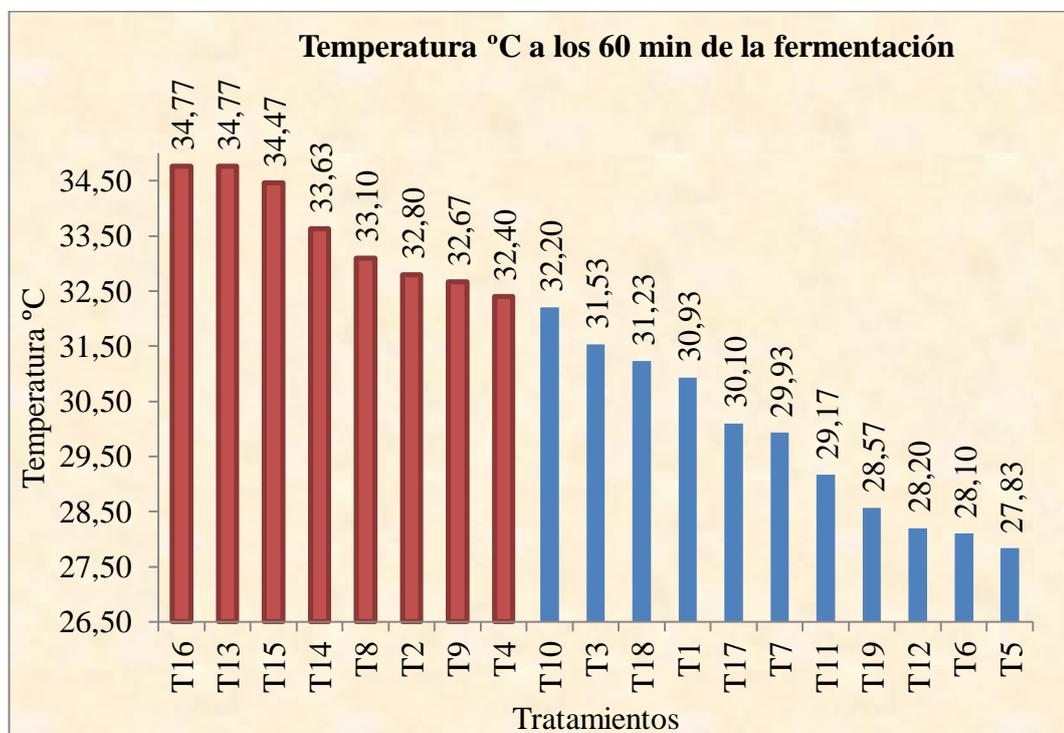
Cuadro 26. Prueba de D.M.S. para factor C (tiempo de amasado) en la variable temperatura (° C) a los 60 minutos de la fermentación.

Factor C	Tiempo de Amasado	Media	Rangos D.M.S. Al 5%
C2	25	31,83	a
C1	15	31,27	a

D.M.S. = Diferencia Mínima Significativa

Al realizar la prueba de diferencia mínima significativa al 5% de la variable temperatura a los 60 minutos de la fermentación, para el factor C (tiempo de amasado) muestra la existencia de un rango (a), donde estadísticamente los tiempos de amasado (15 y 25 minutos) generan similitud en las temperaturas alcanzadas.

Gráfico 11. Media de los tratamientos para la variable temperatura (°C) a los 60 minutos del proceso de fermentación.



La representación gráfica de la variable temperatura a los 60 minutos de fermentación, muestra que, T16 es el tratamiento que alcanzó mayor temperatura de 34,77°C, seguido de T13, T15, T14, T8, T2, T9 y T4 con valores de 34,77°C, 34,47°C, 33,63°C, 33,10°C, 32,80°C, 32,67°C y 32,40°C respectivamente, en los cuales predomina el factor C2 (25 minutos de amasado).

Según, Editorial MACRO E.I.R.L. (2007), la temperatura de la masa interior permanece inferior a 100°C, la cocción del pan provoca la gelatinización parcial de los gránulos de almidón y por consiguiente cierto aumento de su digestibilidad.

Al introducir en el horno caliente la masa, se forma una película sobre la superficie, se origina un rápido aumento del volumen, debido a la actividad de la levadura y a la expansión de los gases que se atrapan en las membranas elásticas del gluten; a los 41°C la levadura se inactiva y a los 55°C muere. De otro lado los

gránulos de almidón se gelatinizan y la diastasa trabaja en la producción de maltosa y dextrina, llegando su acción a cesar a los 77°C. Entre los 50 y 80°C, las proteínas del gluten se modifican, el pan se pone crocante, escapan vapores de agua y alcohol del interior, mientras empieza a formarse la corteza por pérdida de humedad superficial, alrededor de 110-120°C se produce dextrinas amarillas en la corteza y toma color más obscuro a partir de 160°C, el color marrón aparece por encima de los 200°C.

4.1.2. Análisis Estadístico del volumen del producto terminado (ml)

Cuadro 27. Datos obtenidos del volumen del producto terminado (ml).

Tratamientos	Código	Repeticiones			SUMA	MEDIA
		I	II	III		
T1	A1B1C1	191	193	197	581,00	193,67
T2	A1B1C2	218	216	215	649,00	216,33
T3	A1B2C1	192	193	198	583,00	194,33
T4	A1B2C2	229	230	226	685,00	228,33
T5	A1B3C1	231	229	233	693,00	231,00
T6	A1B3C2	231	236	230	697,00	232,33
T7	A2B1C1	222	220	224	666,00	222,00
T8	A2B1C2	184	188	182	554,00	184,67
T9	A2B2C1	166	170	162	498,00	166,00
T10	A2B2C2	218	216	212	646,00	215,33
T11	A2B3C1	215	210	206	631,00	210,33
T12	A2B3C2	223	220	228	671,00	223,67
T13	A3B1C1	174	172	176	522,00	174,00
T14	A3B1C2	205	210	207	622,00	207,33
T15	A3B2C1	208	208	210	626,00	208,67
T16	A3B2C2	175	172	177	524,00	174,67
T17	A3B3C1	203	208	207	618,00	206,00
T18	A3B3C2	193	192	197	582,00	194,00
T19	TESTIGO	205	207	204	616,00	205,33
∑ Bloques		3883,00	3890,00	3891,00	11664,00	204,63

Cuadro 28. Análisis de la varianza para el volumen del producto terminado (ml).

Fuentes de Variación	G.L.	S.C	C.M	FC	F. Tab.	
					0.05	0.01
Total	56	21495,26				
Tratamientos	18	21194,60	1177,48	148,82 **	1,89	2,47
FA	2	2785,81	1392,91	176,04 **	3,25	5,22
FB	2	3680,15	1840,07	232,56 **	3,25	5,22
FC	1	832,30	832,30	105,19 **	4,10	7,36
I A X B	4	8394,41	2098,60	265,23 **	2,63	3,87
I A X C	2	139,81	69,91	8,84 **	3,25	5,22
I B X C	2	562,37	281,19	35,54 **	3,25	5,22
I A X B X C	4	4799,74	1199,94	151,65 **	2,63	3,87
TES VS RESTO	1	1,56	1,56	0,20 NS	4,10	7,36
ERROR EXP.	38	300,67	7,91			

CV = 1,37%

En el análisis de la varianza para el volumen del pan se observa que existe diferencia altamente significativa para tratamientos, factores e interacciones, por lo cual se procedió a realizar la prueba de Tukey para Tratamientos y Diferencia Mínima Significativa para factores.

El coeficiente de variación fue de 1,37% el cual indicó la eficiencia del experimento.

Cuadro 29. Prueba de Tukey para tratamientos en el volumen del producto terminado (ml).

Tratamientos	Código	Media	Rangos de Tukey al 5 %
T6	A1B3C2	232,33	a
T5	A1B3C1	231,00	a
T4	A1B2C2	228,33	a
T12	A2B3C2	223,67	b
T7	A2B1C1	222,00	b
T2	A1B1C2	216,33	b
T10	A2B2C2	215,33	b
T11	A2B3C1	210,33	c
T15	A3B2C1	208,67	c
T14	A3B1C2	207,33	c
T17	A3B3C1	206,00	c
T19	TESTIGO	205,33	c
T3	A1B2C1	194,33	d
T18	A3B3C2	194,00	d
T1	A1B1C1	193,67	d
T8	A2B1C2	184,67	e
T16	A3B2C2	174,67	f
T13	A3B1C1	174,00	f
T9	A2B2C1	166,00	g

Según la prueba de Tukey al 5% aplicada para los tratamientos, nos muestra el ordenamiento de sus medias en forma descendente, donde se puede apreciar que los factores (niveles de masa de oca y tiempo de amasado) son quienes influyen en el volumen del pan, porque se necesita menor porcentaje de masa de oca y mayor tiempo de amasado para obtener mejores resultados en cuanto a volumen.

Quaglia, G. (1991) dice: “las proteínas que componen al gluten son: gliadina y glutenina. Las proteínas de la gliadina que se encuentran en la harina son responsables del volumen potencial del pan y en cambio las de la glutenina regulan el tiempo de amasado de la harina por lo que una justa proporción de ambas, nos dan las condiciones ideales para la harina dedicada a la panificación”.

La porosidad y el hinchamiento del pan se obtienen del anhídrido carbónico producido por la levadura o por la reacción de sustancias químicas al contacto con el calor o con los medios físicos.

Cuadro 30. Prueba de D. M. S. para factor A (niveles de masa de oca) en el volumen del producto terminado (ml).

Factor A	Niveles de masa de oca (%)	Media	Rangos D.M.S. al 5%
A1	40	216,00	a
A2	45	203,67	b
A3	50	200.91	c

D.M.S. = Diferencia Mínima Significativa

Al realizar la prueba de diferencia mínima significativa al 5% de la variable volumen del producto terminado, muestra la existencia de 3 rangos (a, b y c); cada uno hace referencia a cada nivel de masa de oca, con esto se puede mencionar que a menores porcentajes de masa de oca se obtendrá mayor volumen; debido a que el gluten es quien otorga la elasticidad al pan por ende el aumento de volumen, entonces al agregar mayor porcentaje de masa de oca se disminuye el porcentaje de gluten contenido en la harina de trigo.

Cuadro 31. Prueba de D.M.S. para factor B (estado de madurez) en el volumen del producto terminado (ml).

Factor B	Estado de madurez (días)	Media	Rangos D.M.S. al 5%
B3	28	216,22	a
B1	14	199,67	b
B2	21	197,89	b

D.M.S. = Diferencia Mínima Significativa

Al realizar la prueba de diferencia mínima significativa al 5% del volumen del producto terminado, para el factor B (estado de madurez pos cosecha de la oca) indica que, al ser comparadas las medias de los niveles, 28 días de cosechada es el nivel con el cual el pan presenta mayor volumen en el producto terminado.

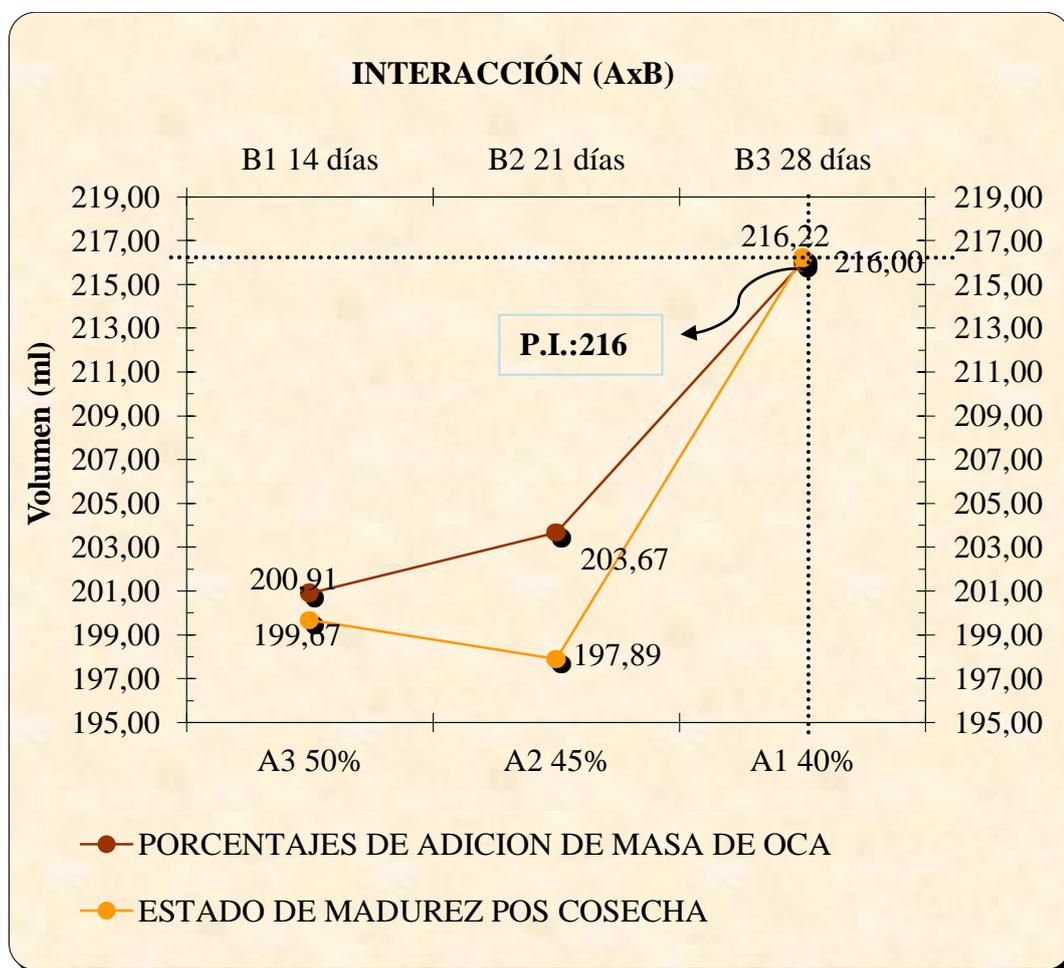
Cuadro 32. Prueba de D.M.S. para factor C (tiempo de amasado) en el volumen del producto terminado (ml).

Factor C	Tiempo de amasado (min)	Media	Rangos D.M.S. al 5%
C2	25	211,52	a
C1	15	202,67	b

D.M.S. = Diferencia Mínima Significativa

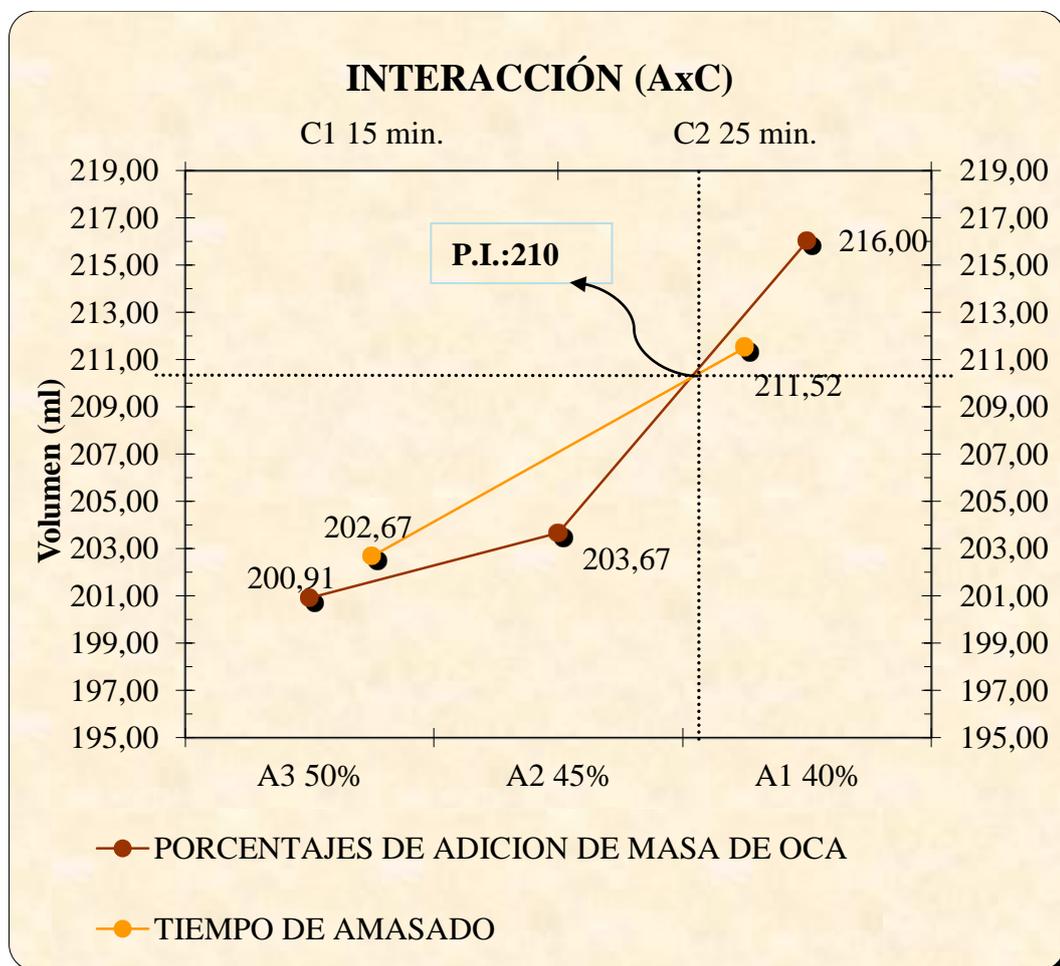
Al realizar la prueba de diferencia mínima significativa al 5% en el volumen del producto terminado, para el factor C (tiempo de amasado) presenta dos rangos (a y b), el rango (a) para 25 minutos de amasado obtuvo un volumen de 211,52 ml y el rango (b) para 15 minutos de amasado un volumen de 202,67 ml, lo que demuestra que los cambios de tiempo de amasado inciden en el volumen del producto terminado.

Gráfico 12. Interacción de los factores A x B, del volumen del producto terminado.



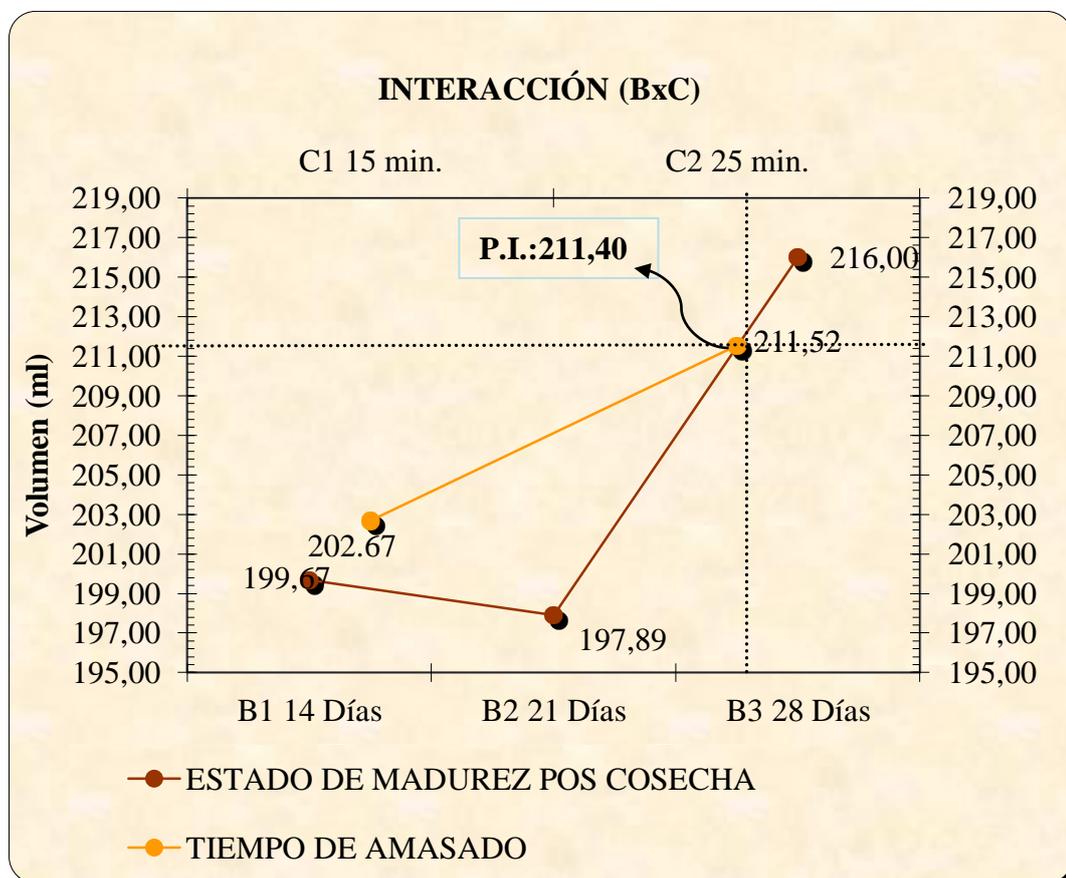
En el gráfico de interacción de los factores A x B (niveles de masa de oca x estado de madurez pos cosecha de la oca), el punto de interacción para el volumen del producto terminado es 216 ml, entre los niveles A1 (40%) y B3 (28 días).

Gráfico 13. Interacción de los factores A x C, del volumen del producto terminado.



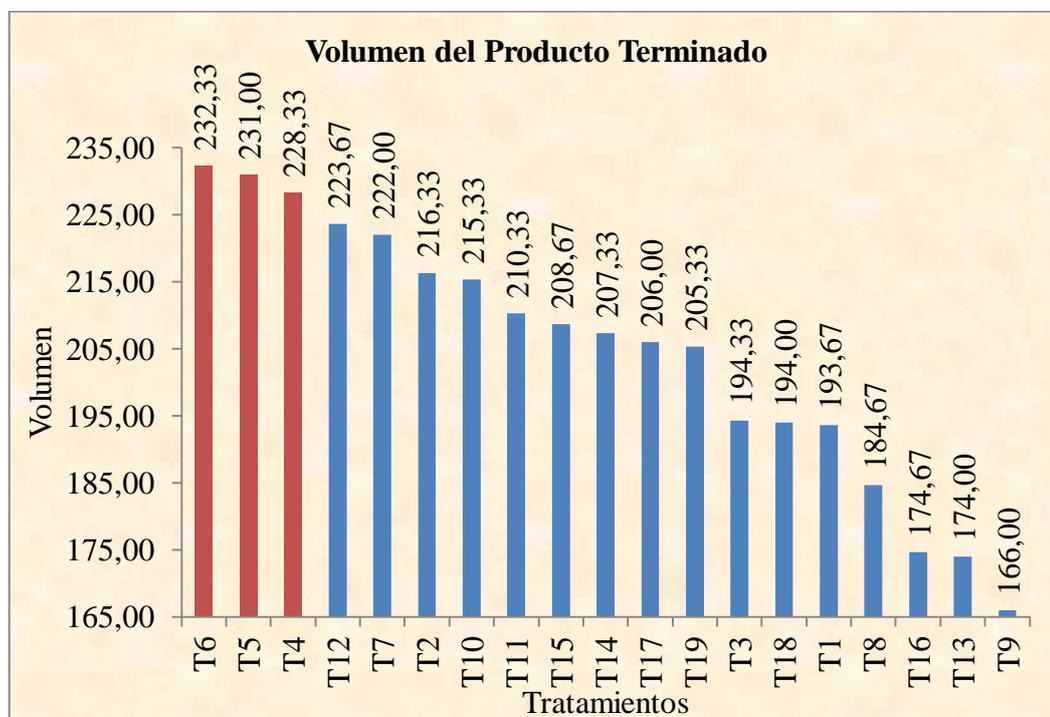
En el gráfico de interacción de los factores A x C (niveles de masa de oca x tiempo de amasado), el punto de interacción para el volumen del producto terminado es 210,00 ml, entre los niveles A1 (40%) y C2 (25 minutos).

Gráfico 14. Interacción de los factores B x C, del volumen del producto terminado.



En el gráfico de interacción de los factores B x C (estado de madurez pos cosecha de la oca x tiempo de amasado), el punto óptimo de interacción para el volumen del producto terminado es 211,40 ml, que corresponde a los niveles B3 (28 días) y C2 (25 minutos).

Gráfico 15. Media de los tratamientos para el volumen del producto terminado (ml).



La presentación del gráfico 15 muestra el comportamiento de los tratamientos de acuerdo al volumen del producto terminado, donde se observa que los tratamientos T6, T5 y T4 presentan mayor volumen, notándose como el porcentaje de masa de oca y el tiempo de amasado influyen directamente en el volumen del pan; entonces podemos decir que a menor porcentaje de masa de oca y mayor tiempo de amasado, obtenemos mejores resultados en cuanto a volumen; las causas según Soto, P. (2000), se deben a que, en la harina de trigo existe una proteína denominada gluten, es la más importante de las proteínas funcionales, tiene la propiedad de que cuando se humedece y se amasa mecánicamente forma una masa elástica que puede extenderse en todos los sentidos bajo la presión de un gas que se está dilatando y formando burbujas, haciéndolo esponjoso y de mejor volumen, mientras, con el 50% de masa de oca sucede lo contrario porque el porcentaje de gluten es menor.

4.1.3. Análisis Estadístico de la variable peso final del pan (g).

Cuadro 33. Datos obtenidos del peso final del pan (g).

Tratamientos	Código	Repeticiones			SUMA	MEDIA
		I	II	III		
T1	A1B1C1	50	49	50	149,00	49,67
T2	A1B1C2	50	48	48	146,00	48,67
T3	A1B2C1	50	48	49	147,00	49,00
T4	A1B2C2	50	50	50	150,00	50,00
T5	A1B3C1	50	50	48	148,00	49,33
T6	A1B3C2	50	50	50	150,00	50,00
T7	A2B1C1	45	46	45	136,00	45,33
T8	A2B1C2	48	47	49	144,00	48,00
T9	A2B2C1	45	43	45	133,00	44,33
T10	A2B2C2	47	47	46	140,00	46,67
T11	A2B3C1	45	44	45	134,00	44,67
T12	A2B3C2	51	48	46	145,00	48,33
T13	A3B1C1	43	42	44	129,00	43,00
T14	A3B1C2	43	40	40	123,00	41,00
T15	A3B2C1	43	45	45	133,00	44,33
T16	A3B2C2	45	45	41	131,00	43,67
T17	A3B3C1	49	44	45	138,00	46,00
T18	A3B3C2	46	48	49	143,00	47,67
T19	TESTIGO	55	53	51	159,00	53,00
Σ Bloques		905,00	887,00	886,00	2678,00	46,98

Cuadro 34. Análisis de varianza para el peso final del pan (g).

Fuentes de Variación	G.L.	S.C	C.M	FC	F. Tab.	
					0,05	0,01
Total	56	564,98				
Tratamientos	18	489,65	27,20	13,72 **	1,89	2,47
FA	2	245,15	122,57	61,83 **	3,25	5,22
FB	2	29,37	14,69	7,41 **	3,25	5,22
FC	1	11,57	11,57	5,84 *	4,10	7,36
I (AX B)	4	46,96	11,74	5,92 **	2,63	3,87
I (AXC)	2	26,70	13,35	6,74 **	3,25	5,22
I (BXC)	2	10,04	5,02	2,53 NS	3,25	5,22
I (AXBXC)	4	119,85	29,96	15,11 **	2,63	3,87
TES VS RESTO	1	114,67	114,67	57,84 **	4,10	7,36
ERROR EXP.	38	75,33	1,98			

CV = 3,00%

En el análisis de la varianza para el peso final del pan se observa que existe diferencia altamente significativa para tratamientos, factores: A (niveles de masa de oca) y B (estado de madurez pos cosecha), mientras que para el factor C (tiempo de amasado) se encontró significación al 5%. Se encontró alta significación estadística para las interacciones: A x B y A x C, mientras que para la interacción B x C no presenta significación. Por lo cual se procedió a realizar la prueba de Tukey para Tratamientos y Diferencia Mínima Significativa para factores.

El coeficiente de variación fue de 3,00% el cual indicó la eficiencia del experimento.

Cuadro 35. Prueba de Tukey para tratamientos en la variable peso final del pan (g).

Tratamientos	Código	Medias	Rangos de Tukey al 5%
T19	T	53,00	a
T6	A1B3C2	50,00	a
T4	A1B2C2	50,00	a
T1	A1B1C1	49,67	a
T5	A1B3C1	49,33	a
T3	A1B2C1	49,00	a
T2	A1B1C2	48,67	b
T12	A2B3C2	48,33	b
T8	A2B1C2	48,00	b
T18	A3B3C2	47,67	b
T10	A2B2C2	46,67	b
T17	A3B3C1	46,00	b
T7	A2B1C1	45,33	b
T11	A2B3C1	44,67	b
T9	A2B2C1	44,33	c
T15	A3B2C1	44,33	c
T16	A3B2C2	43,67	c
T13	A3B1C1	43,00	c
T14	A3B1C2	41,00	c

Según esta prueba de significación, aplicada para los tratamientos, nos muestra el ordenamiento de sus medias en forma descendente, donde se puede apreciar que los factores: niveles de masa de oca y tiempo de amasado, son quienes influyen en el peso final del pan, porque se necesita menor porcentaje de masa de oca y mayor tiempo de amasado para obtener mejores resultados en cuanto a peso del producto terminado.

Cuadro 36. Prueba de D. M. S. para factor A (niveles de masa de oca) en la variable peso final del pan (g).

Factor A	Niveles de masa de oca (%)	Media	Rangos D.M.S. al 5%
A1	40	49,44	a
A2	45	46,22	b
A3	50	44,28	b

D.M.S. = Diferencia Mínima Significativa

Al realizar la prueba de diferencia mínima significativa al 5% de la variable peso final del pan, para el factor A (niveles de masa de oca) indica que, al ser comparadas las medias de los niveles, el 40% de masa de oca es el nivel adecuado con el cual el pan presenta mayor peso.

Cuadro 37. Prueba de D.M.S. para factor B (estado de madurez) en la variable peso final del pan (g).

Factor B	Estado de madurez (días)	Media	Rangos D.M.S. al 5%
B3	28	48,67	a
B2	21	47,33	a
B1	14	45,94	b

D.M.S. = Diferencia Mínima Significativa

Al realizar la prueba de diferencia mínima significativa al 5% de la variable peso final del pan, para el factor B (estado de madurez pos cosecha de la oca) indica que, al ser comparadas las medias de los niveles, 28 días de cosechada es el nivel adecuado con el cual el pan presenta mayor peso.

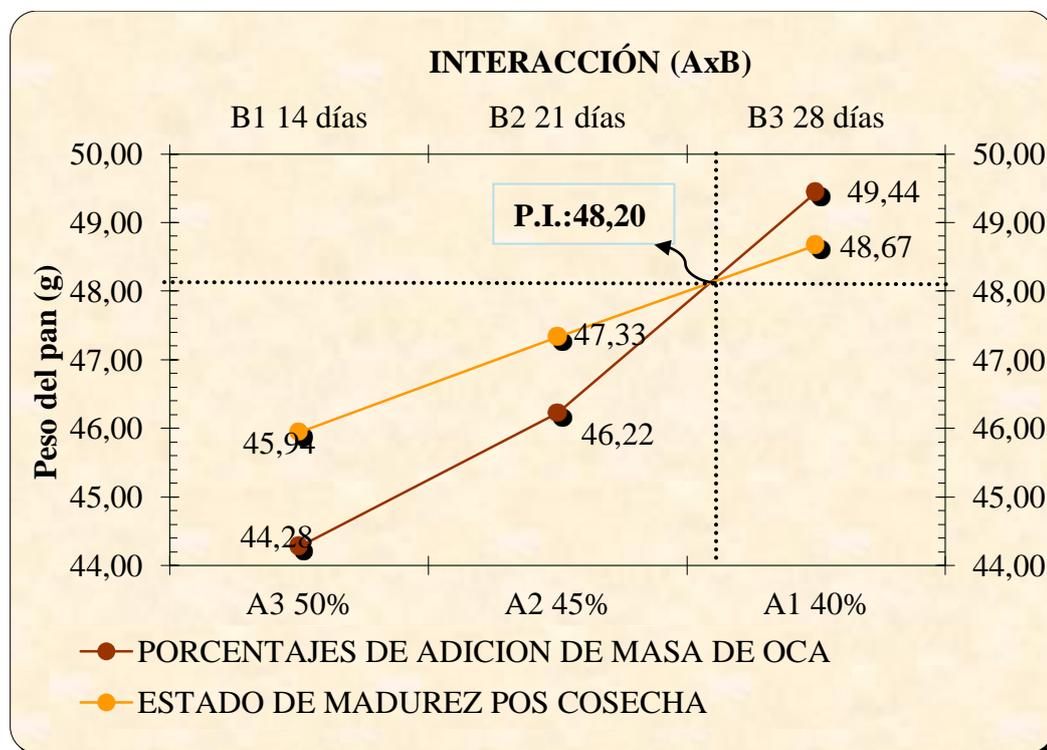
Cuadro 38. Prueba de D.M.S. para factor C (tiempo de amasado) en la variable peso final del pan (g).

Factor C	Tiempo de amasado (min)	Media	Rangos D.M.S. al 5%
C2	25	48,51	a
C1	15	46,19	b

D.M.S. = Diferencia Mínima Significativa

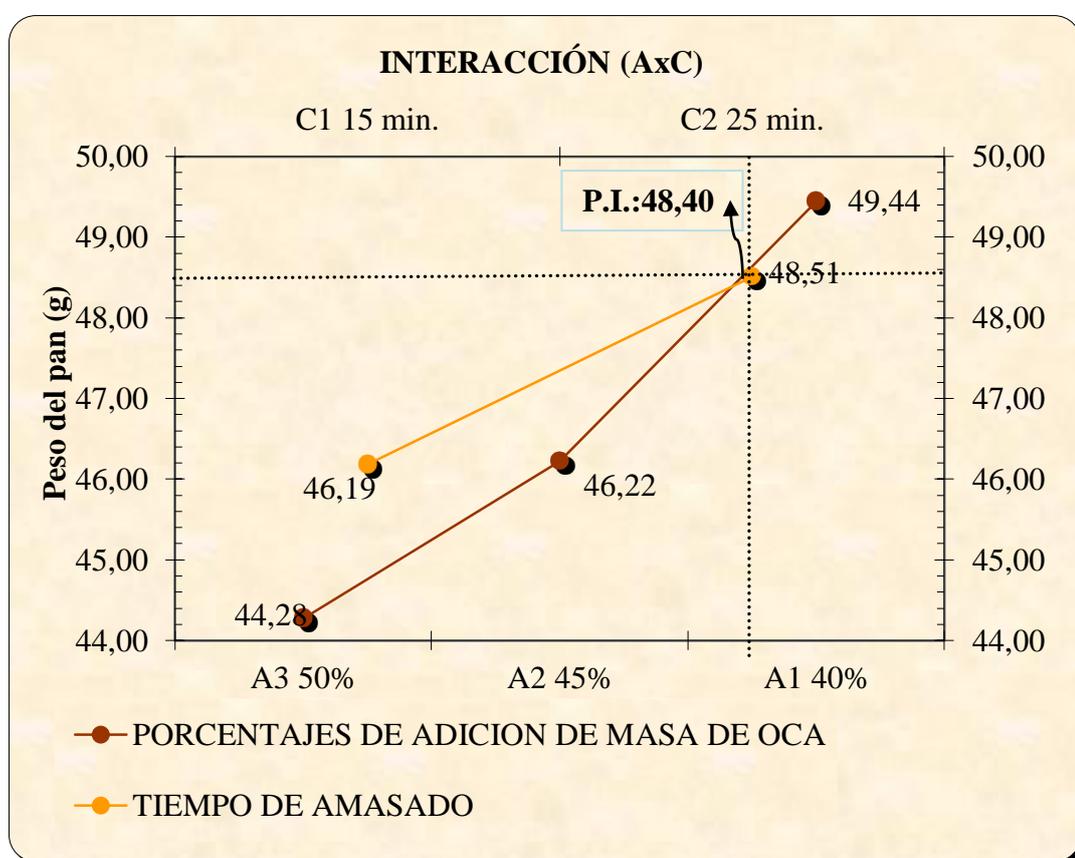
Al realizar la prueba de diferencia mínima significativa al 5% de la variable peso final del pan, para el factor C (tiempo de amasado), muestra la existencia de dos rangos (a y b), el rango (a) para el tiempo de 25 minutos de amasado con un peso promedio de 48,51g, es el que adquiere mayor peso; y, el rango (b) para el tiempo de 15 minutos nos muestra un peso final menor.

Gráfico 16.- Interacción de los factores A x B, de la variable peso final del pan (g).



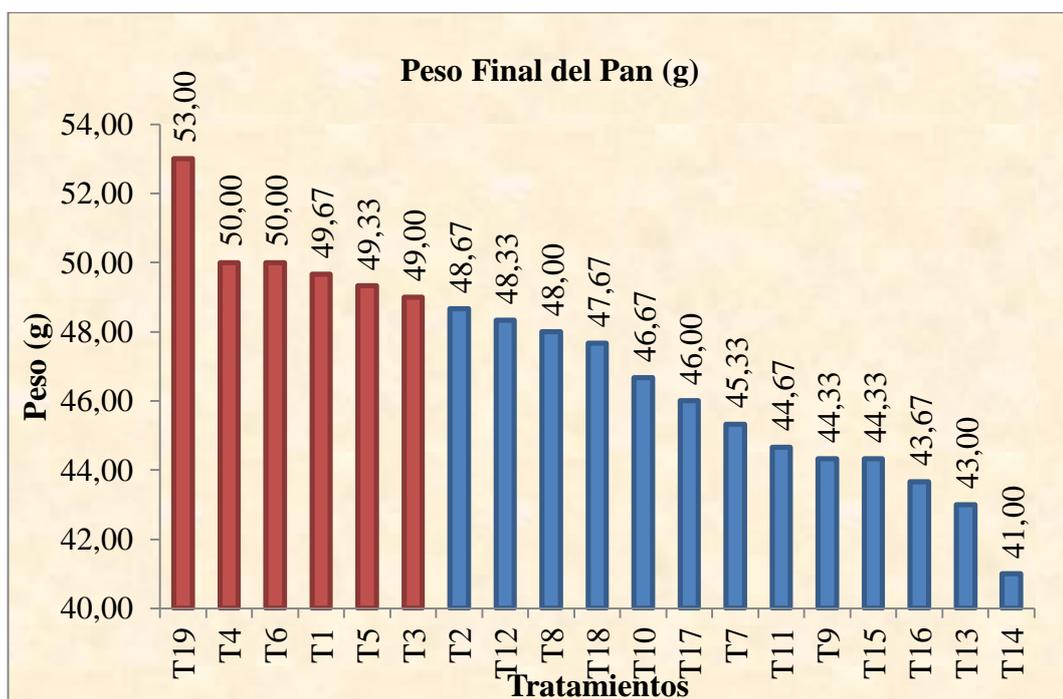
En el gráfico 16, se observa que existe un punto de intersección entre los factores A (Niveles de masa de oca) y B (Estado de madurez pos cosecha de la oca), de la variable peso final del pan, en dicha intersección se aprecia que con el nivel A1 (40%) de masa de oca y aplicando 28 días de exposición al sol, el pan alcanza un peso de 48,20 g.

Gráfico 17. Media de la interacción de los factores A x C, de la variable peso final del pan (g).



En el gráfico de interacción entre los factores A (Niveles de masa de oca) y C (Tiempo de amasado), el punto óptimo para el peso final del pan es 48,40g, que corresponde a los niveles A1 (40%) y C2 (25 minutos).

Gráfico 18. Media de los tratamientos para el peso final del pan (g).



El gráfico 18 del peso final del pan muestra el comportamiento de los diferentes tratamientos, en los cuales T19, T4, T6, T1, T5 y T3 presentan un valor promedio de 50,17g con respecto a los tratamientos T15, T16, T13 y T14 que presentan un valor inferior de 43,00g.

En cuanto al peso final del pan, se pudo determinar que, al agregar menor porcentaje de masa de oca el peso es mayor.

Según, Editorial MACRO E.I.R.L (2007), trabajar con harinas de alto contenido de proteínas (gluten) mejora el volumen, peso y conservación del pan, ya que esto facilita una mayor retención de agua.

La temperatura final del amasado es importante para obtener un pan de calidad, una masa fría a una temperatura inferior a los 21°C puede ocasionar volúmenes de pan bajos en la fermentación y, por lo tanto, un mal impulso final en el pan durante el horneado, obteniendo panes de bajo peso.

Cuadro 39. Datos obtenidos de Dureza (g).

Tratamientos	Código	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
		I	II	III		
T1	A1B1C1	1358,5	1358	1326	4042,50	1347,50
T2	A1B1C2	1286	1342,5	1354,5	3983,00	1327,67
T3	A1B2C1	728,5	1155,5	1203	3087,00	1029,00
T4	A1B2C2	1352	1010,5	1118,5	3481,00	1160,33
T5	A1B3C1	1144	1067	1133,5	3344,50	1114,83
T6	A1B3C2	1341	972,5	1287	3600,50	1200,17
T7	A2B1C1	1032,5	811	636,5	2480,00	826,67
T8	A2B1C2	812,5	1159	1217	3188,50	1062,83
T9	A2B2C1	1251	905	1028	3184,00	1061,33
T10	A2B2C2	768,5	730,5	1046,5	2545,50	848,50
T11	A2B3C1	966,5	1264	1041	3271,50	1090,50
T12	A2B3C2	820,5	985	1035,5	2841,00	947,00
T13	A3B1C1	776	680	1153	2609,00	869,67
T14	A3B1C2	666,5	419,5	427	1513,00	504,33
T15	A3B2C1	872,5	732,5	732	2337,00	779,00
T16	A3B2C2	1303	663,5	522,5	2489,00	829,67
T17	A3B3C1	810	813,5	551,5	2175,00	725,00
T18	A3B3C2	613,5	626	402,5	1642,00	547,33
T19	T	1543	1941,5	1840,5	5325,00	1775,00
SUMA		19446,00	18637,00	19056,00	57139,00	1002,44

Cuadro 40. Análisis de la varianza para la variable Dureza (g).

Fuentes de Variación	G.L.	S.C	C.M	FC	F. Tab.	
					0,05	0,01
Total	56	6142053,54				
Tratamientos	18	4803598,20	266866,57	7,58**	1,89	2,47
FA	2	2142941,79	1071470,89	30,42**	3,25	5,22
FB	2	26444,06	13222,03	0,38NS	3,25	5,22
FC	1	28796,46	28796,46	0,82NS	4,10	7,36
I (AX B)	4	272899,46	68224,87	1,94NS	2,63	3,87
I (AXC)	2	118991,29	59495,64	1,69NS	3,25	5,22
I (BXC)	2	10588,06	5294,03	0,15NS	3,25	5,22
I (AXBXC)	4	2202937,07	550734,27	15,64**	2,63	3,87
TES VS RESTO	1	1890028,55	1890028,55	53,66**	4,10	7,36
ERROR EXP.	38	1338455,33	35222,51			

CV = 18,72%

El análisis de varianza indica alta significación estadística para tratamientos, se considera que los tratamientos son diferentes, para factor A, para la interacción AxBxC y para Testigo vs Resto. El valor del C.V. es de 18,72%. El valor promedio de la dureza es de 1002.43.

Al existir diferencia significativa, se realizó Tukey para tratamientos y DMS para el factor A.

Cuadro 41. Prueba de Tukey para tratamientos en la variable Dureza (g).

Tratamientos	Código	Medias	Rangos de Tukey al 5%
T19	T	1775,00	a
T1	A1B1C1	1347,50	a
T2	A1B1C2	1327,67	a
T6	A1B3C2	1200,17	a
T4	A1B2C2	1160,33	b
T5	A1B3C1	1114,83	b
T11	A2B3C1	1090,50	b
T8	A2B1C2	1062,83	b
T9	A2B2C1	1061,33	b
T3	A1B2C1	1029,00	b
T12	A2B3C2	947,00	b
T13	A3B1C1	869,67	b
T10	A2B2C2	848,50	b
T16	A3B2C2	829,67	b
T7	A2B1C1	826,67	b
T15	A3B2C1	779,00	b
T17	A3B3C1	725,00	b
T18	A3B3C2	547,33	c
T14	A3B1C2	504,33	c

Según Tukey para tratamientos se observa que existen tres rangos, donde el rango “b” son los tratamientos que tienen las medias adecuadas para que el pan sea considerado asimilable para el consumidor final y estos tratamientos son T4, T5, T11, T8, T9, T3, T12, T13, T10, T16, T7, T15, T17, T18, T14.

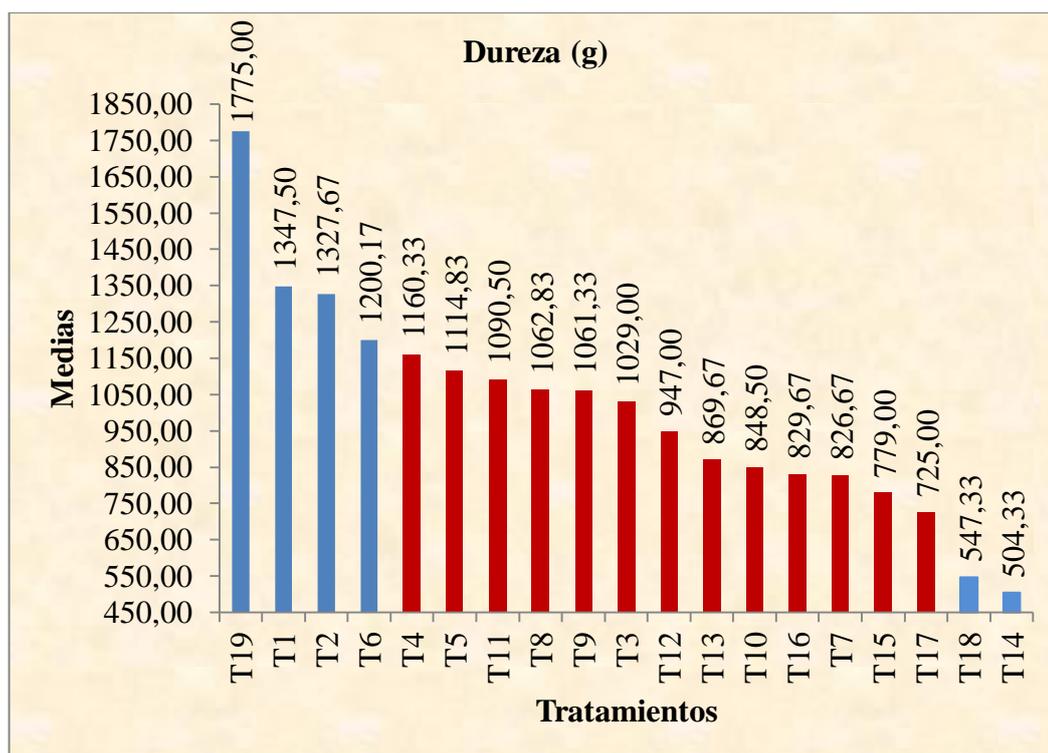
Cuadro 42. Prueba de D. M. S. para Factor A (niveles de masa de oca) en la variable dureza (g).

Factor A	Niveles de masa de oca (%)	Media	Rangos D.M.S. al 5%
A1	40	1196,58	a
A2	45	972,81	a
A3	50	709,17	b

D.M.S. = Diferencia Mínima Significativa

Al realizar DMS para el factor A(niveles de masa de oca), se observa que los nivel A1(40%), A2 (45%)poseen rangos “a” y A3 (50%)posee rango “b” siendo este el mejor valor de dureza para masa de la oca.

Gráfico 19. Media de los tratamientos para la variable Dureza (g).



Al observar el gráfico 19, se considera que para esta variable el T4, T5, T11, T8, T9, T3, T12, T13, T10, T16, T7, T15, T17 son los mejores tratamientos. Es decir que estos valores de dureza son los más adecuados para el pan.

4.2. ANÁLISIS DE VARIABLES CUALITATIVAS

Las variables cualitativas son aquellas que se las aprecia a través de los sentidos, y se les da un valor subjetivo dependiendo del gusto de las personas que hacen la prueba; son conocidas también como análisis organoléptico ó evaluación sensorial.

Las variables analizadas fueron olor, color, sabor,....Para la evaluación de estas variables se selecciono un panel de catadores de 10 personas; se los realizo a los diecinueve tratamientos, utilizando un test de evaluación sensorial adjuntada en el Anexo 1.

Una vez realizada la medición, se ranqueo los datos, y se procedió a aplicar la fórmula de Friedman:

$$X^2 = \left[\frac{12}{r \cdot k \cdot (k + 1)} \sum_{r=1}^k R_j^2 \right] - 3 \cdot r \cdot (k + 1)$$

Donde:

X^2 = Chi Cuadrado.

r = número de catadores.

k = número de tratamientos.

R = Rangos.

El valor obtenido se comparó con los valores de la tabla de Chi Cuadrado al 5 % (ó 0,05) y al 1 % (ó 0,01); considerando que el experimento tiene 18 grados de libertad (ya que son 19 tratamientos).

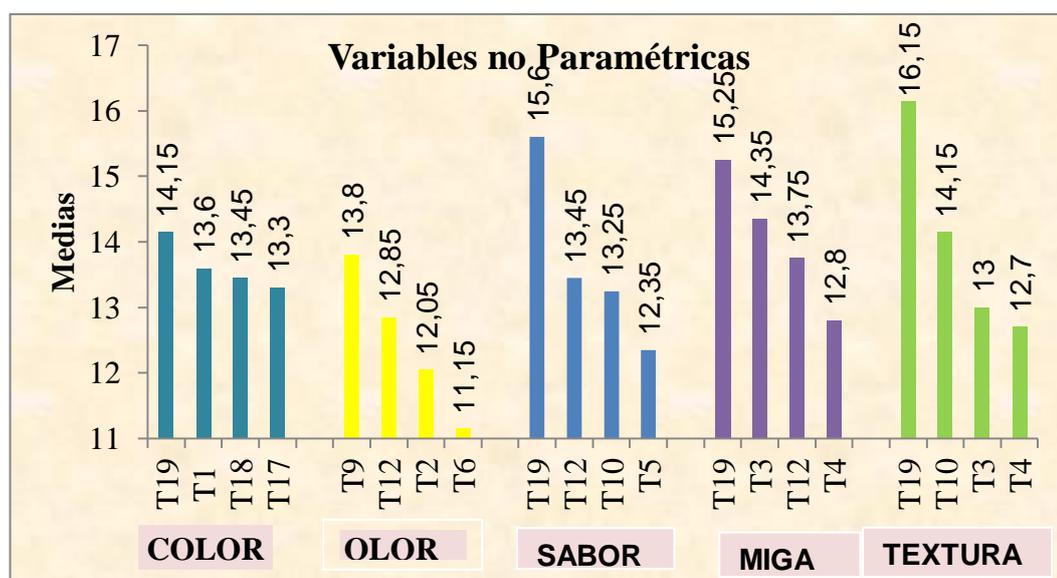
Cuadro 43. Prueba estadística de Friedman para las variables no paramétricas del pan.

Variable	Valor Calculado X^2	Valor Tabular		Tratamientos
	X^2	5%	1%	
Color	56,021 **	30,144	36,191	T19, T1, T18, T17
Olor	43,948 **	30,144	36,191	T9, T12, T2, T6
Sabor	46,26 **	30,144	36,191	T19, T12, T10, T5
Miga	68,58 **	30,144	36,191	T19, T3, T12, T4
Textura	79,397 **	30,144	36,191	T19, T10, T3, T4

De acuerdo con la aplicación de la prueba de Friedman para las variables no paramétricas como son: Color, Olor, Sabor, Miga y Textura del pan, se encontró una alta diferencia estadística por lo que se infiere que todos los tratamientos son estadísticamente diferentes. Encontrándose entre los mejores tratamientos los siguientes: T19 (100 % harina de trigo), T1 (40% masa de oca, 14 días de cosechada, 15 minutos de amasado), T18 (50% masa de oca, 28 días de cosechada, 25 minutos de amasado), T17 (50% masa de oca, 28 días de cosechada, 15 minutos de amasado), T9 (45% masa de oca, 21 días de cosechada, 15 minutos de amasado), T12 (45% masa de oca, 28 días de cosechada, 25 minutos de amasado), T2 (40% masa de oca, 14 días de cosechada, 25 minutos de amasado), T6 (40% masa de oca, 28 días de cosechada, 25 minutos de amasado), T10 (45% masa de oca, 21 días de cosechada, 25 minutos de amasado), T5 (40% masa de oca, 28 días de cosechada, 15 minutos de amasado), T3 (40% masa de oca, 21 días de cosechada, 15 minutos de amasado) y T4 (40% masa de oca, 21 días de cosechada, 25 minutos de amasado).

Gráfico 20. Interacción de Friedman para las variables no paramétricas del pan.

Para la interpretación ordenamos primero los datos en forma descendente para cada una de las variables. Tomamos en cuenta los mejores tratamientos.



Al observar las medias de los tratamientos de la variable color del pan se ha observado que el testigo T19 (100 % harina de trigo), tuvo mayor aceptabilidad con una valoración de 14,15; seguido por el Tratamiento T1 (40% masa de oca, 14 días de cosechada, 15 minutos de amasado) con una valoración de 13,60, T18 (50% masa de oca, 28 días de cosechada, 25 minutos de amasado) con una valoración de 13,45 y T17 (50% masa de oca, 28 días de cosechada, 15 minutos de amasado) con un valor de 13,30; lo que significa que tienen un color uniforme de dorado a ligeramente marrón, libre de quemaduras.

Para la variable Olor del pan se ha observado que el tratamiento T9 (40% masa de oca, 21 días de cosechada, 15 minutos de amasado), tuvo mayor aceptabilidad con una valoración de 13,80; seguido por el tratamiento T12 (45% masa de oca, 28 días de cosechada, 25 minutos de amasado) con una valoración de 12,85 y T2 (40% masa de oca, 14 días de cosechada, 25 minutos de amasado) con un valor de 12,05; lo que significa que tiene un olor agradable.

Para la variable Sabor del pan se ha observado que el Testigo T19 (100 % harina de trigo), tuvo mayor aceptabilidad con una valoración de 14,15, seguido por el tratamiento T12 (45% masa de oca, 28 días de cosechada, 25 minutos de amasado) con una valoración de 13,45, T10 (45% masa de oca, 21 días de cosechada, 25 minutos de amasado) con un valor de 13,25 y T 5 (40% masa de oca, 28 días de cosechada, 15 minutos de amasado) con un valor de 12,35; lo que significa que tiene un sabor agradable.

Para la variable Miga del pan se ha observado que el Testigo T19 (100 % harina de trigo), tuvo mayor aceptabilidad con una valoración de 14,15, seguido por el tratamiento T3 (40% masa de oca, 21 días de cosechada, 15 minutos de amasado) con una valoración de 14,35, T12 (45% masa de oca, 28 días de cosechada, 25 minutos de amasado) con un valor de 13,75 y T4 (40% masa de oca, 21 días de cosechada, 25 minutos de amasado); lo que significa que presentaron una miga uniforme y elástica.

Para la variable Textura del pan se ha observado que el Testigo T19 (100 % harina de trigo), tuvo mayor aceptabilidad con una valoración de 16,15, seguido por el tratamiento T10 (45% masa de oca, 21 días de cosechada, 25 minutos de amasado) con una valoración de 14,15, T3 (40% masa de oca, 21 días de cosechada, 15 minutos de amasado) con un valor de 13,00 y T4 (% masa de oca, 21 días de cosechada, 25 minutos de amasado); lo que significa que presentaron porosidad uniforme.

4.3. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LOS TRES MEJORES TRATAMIENTOS (T12, T10, T3) Y EL TESTIGO (T19).

Cuadro 44. Cuadro nutricional y análisis microbiológico de los mejores tratamientos y el testigo.

Resultados						
Parámetro Solicitado	Unidades	Pan T3	Pan T10	Pan T12	Testigo T19	Metodología
Contenido de humedad	%	20,21	26,82	24,18	15,59	AOAC 925.10
Fibra	%	0,63	0,70	0,71	0,42	AOAC 985.29
Carbohidratos	%	51,89	47,33	49,32	56,06	Cálculo
Proteína	%	24,20	22,16	23,09	25,82	AOAC 920.87
Azúcares reductores libres	%	7,01	6,15	9,86	11,99	AOAC 906.01
Azúcares totales	%	22,72	24,19	22,5	27,38	AOAC 931.07
Cenizas	%	2,37	2,26	1,94	1,78	AOAC 923.03
Extracto etéreo	%	1,34	1,44	1,47	0,75	AOAC 920.85
Rcto. Total	UFC/g	150	200	140	200	AOAC 990.12
Rcto. Mohos	UPM/g	320	150	250	700	INEN 1529-10
Rcto. Levaduras	UPL/g	10	50	20	30	INEN 1529-10

Al no existir estándares dentro de la normativa INEN para el tipo de pan dulce, ni para el tipo de pan común dentro de la calidad nutricional, fue necesario comparar con el testigo.

En el cuadro 44 se presentan los resultados del análisis fisicoquímico y microbiológico de los tres mejores tratamientos (T12, T10 y T3) y el testigo (T19), seleccionados mediante la prueba de degustación.

En éste cuadro se presentan los valores de los macronutrientes (proteína, carbohidratos y grasas) que debe contener el pan dulce para cumplir con las características de ser un producto energético.

El aporte calórico es diferente para cada uno de los tratamientos y el testigo debido que, sus formulaciones son diferentes.

En lo que respecta al contenido de humedad existió una variación, T10 presentó mayor contenido con un valor de 26,82%, lo que hace referencia al mayor contenido de masa de oca y menores días de exposición al sol, esto no sucede con las otras mezclas que presentan menores contenidos de masa de oca y más días de exposición solar.

En cuanto al porcentaje de fibra podemos decir que, las mezclas que contienen mayores porcentajes de masa de oca tienen mayor porcentaje de fibra, esto se debe a que, la masa de oca aporta con un 2,4% de fibra al producto final.

De igual manera si hacemos el mismo análisis para el valor del contenido de cenizas, observamos que éste presenta similitud de ello, por el contenido de materia prima que se adicionó a cada mezcla.

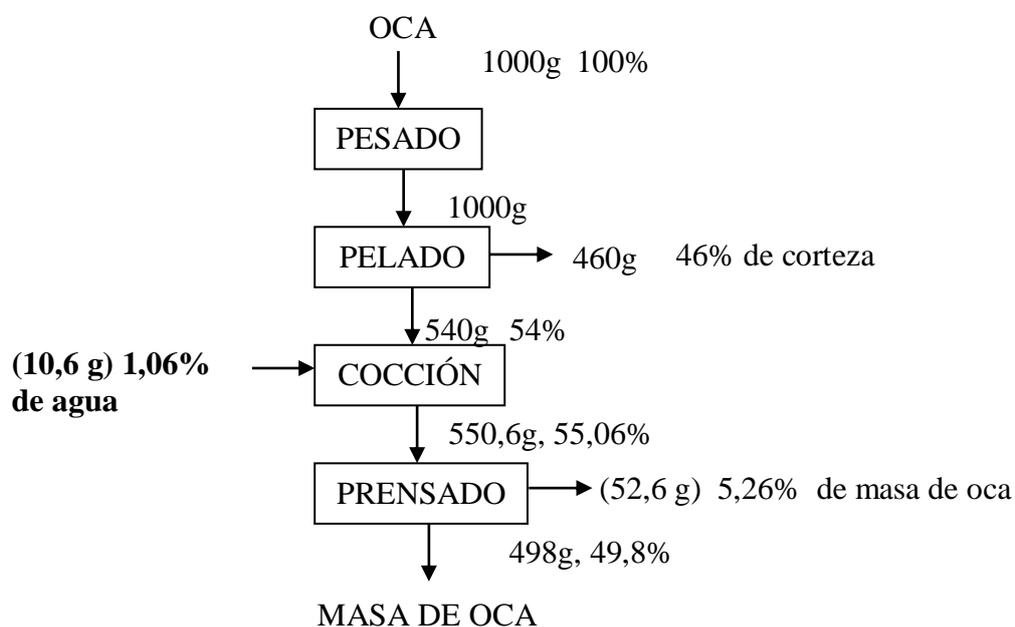
Todos los valores antes descritos se los compara con un testigo (100% harina de trigo), que fue elaborado en la investigación. El porcentaje de proteína de las mezclas alcanzó un valor de 23,15% comparado con la del testigo que fue

25,82%, que se lo puede complementar con una ingesta mayor de este tipo de producto, porque si hacemos la comparación el costo del pan dulce tradicional es mayor con respecto al pan dulce elaborado con la mezcla de masa de oca y harina de trigo. Con respecto al análisis microbiológico no se puede concluir debido que, no existen normas.

4.4. RENDIMIENTO

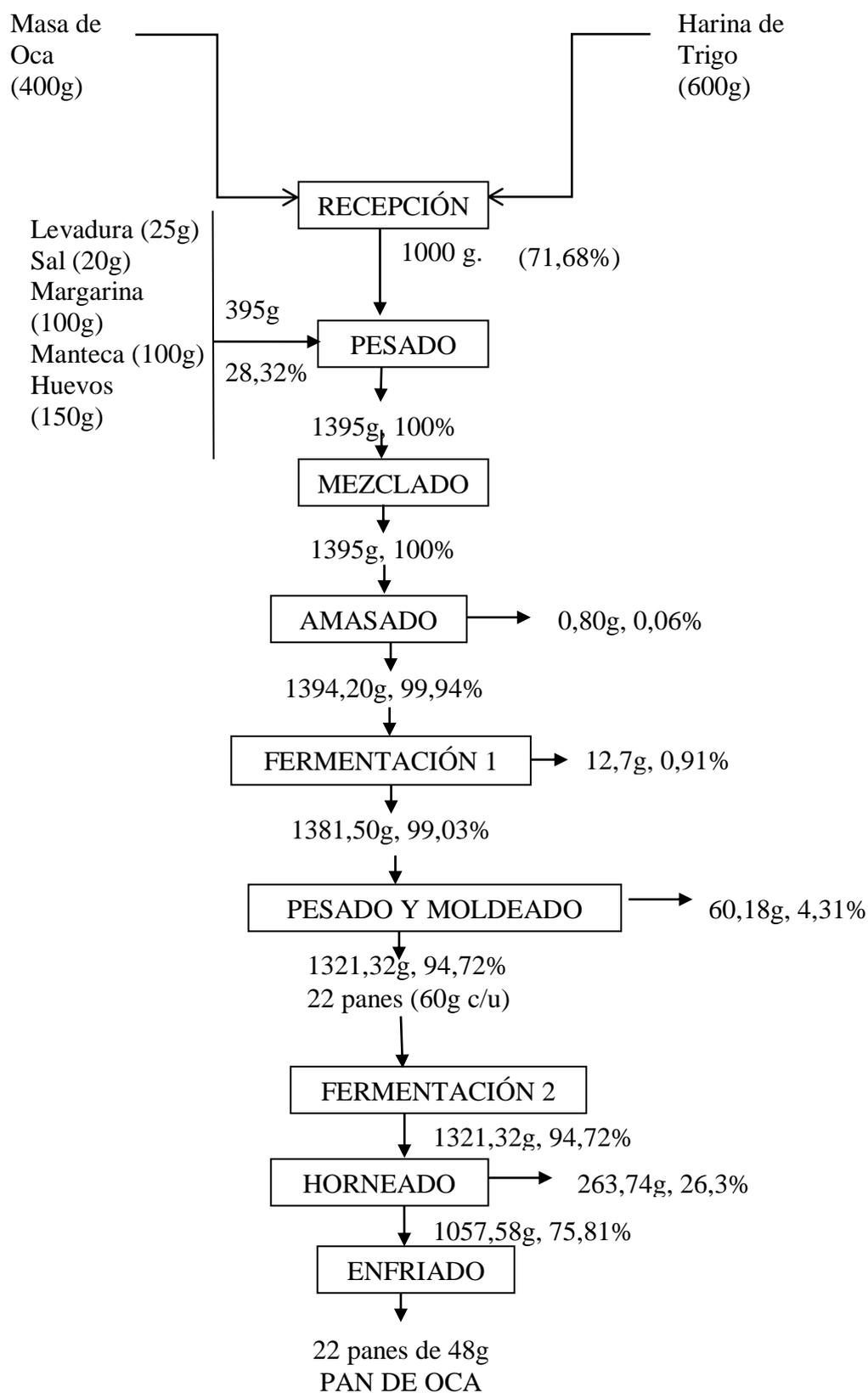
El rendimiento del producto final, se lo puede determinar a través del balance de materiales, en cada una de las operaciones. A continuación se observa el balance de materiales para la obtención de la masa de oca y pan dulce.

Figura 3. Diagrama de bloques para la determinación del rendimiento en la obtención de la masa de oca



Se determinó que las mayores pérdidas se encuentran en la operación del pelado con un 46% de corteza aproximadamente, en la operación de prensado de las ocas se pierde 5,26% (52,6 g), son residuos que quedan en las paredes del recipiente donde se realizó el proceso.

Figura 4. Diagrama de bloques para la determinación del rendimiento en el pan dulce.



El balance de materiales está realizado en base a la mezcla 40% masa de oca y 60% harina de trigo, de acuerdo a análisis organolépticos. La misma nos indica que, para obtener 1057,58 gramos de pan de oca que corresponde a 22 panes de 48 gramos cada uno aproximadamente, se partió de una mezcla de 400 gramos de masa de oca y 600 gramos de harina de trigo a la que se añadió 25 gramos de levadura, 20 gramos de sal, 100 gramos de margarina, 100 gramos de manteca y 150 gramos de huevos, para obtener un total de mezcla de 1395 gramos los cuales entran en la operación de amasado.

En la operación de amasado, se observa una pérdida de 0,80 gramos, que corresponde a masa que se queda adherida en las paletas de la amasadora. En la fermentación inicial 1, también existen pérdidas de 12,7 gramos que corresponde a pérdidas de humedad de la masa.

Las pérdidas en la operación del moldeado son de 60,18 gramos y en proceso de horneado 263,74 gramos corresponden a las pérdidas, determinándose un rendimiento de 75,81%.

4.5. COSTOS DE PRODUCCIÓN

COSTOS DE PRODUCCIÓN POR TIPO DE PAN

Cuadro 45. Costos de producción de la mezcla 1 (Harina de trigo 60% con masa de oca 40%)

COSTOS DIRECTOS				
Detalle	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (\$)/unidad	Precio Total (\$)
Harina de trigo	kg	0,6	0,8	0,48
Ocas	kg	0,4	0,35	0,14
Grasa	g	200	0,00049	0,10
Sal	g	20	0,0005	0,01
Huevos	g	150	0,0013	0,20
Levadura	g	25	0,003	0,08
				1,01
COSTOS INDIRECTOS				
Detalle	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (\$)/unidad	Precio Total (\$)
Luz	kwh	0,5	0,10	0,05
Agua	m ³	0,06	1,07	0,06
Mano de Obra	hora hombre	1	0,05	0,05
Transporte	viaje	2	0,18	0,36
Gas	kg	0,2	0,16	0,03
				0,55
TOTAL				1,56

*viaje: pasaje unitario del bus urbano.

Costo Unitario= (costos directos + costos indirectos)/ Unidades producidas diarias

Costo Unitario= (1,01 + 0,55)/22

Costo Unitario= 0,07

Cuadro 46. Costos de producción de la mezcla 2 (Harina de trigo 55% con masa de oca 45%)

COSTOS DIRECTOS				
Detalle	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (\$)/unidad	Precio Total (\$)
Harina de trigo	kg	0,55	0,8	0,44
Ocas	kg	0,45	0,35	0,16
Grasa	g	200	0,00049	0,10
Sal	g	20	0,0005	0,01
Huevos	g	150	0,0013	0,20
Levadura	g	25	0,003	0,08
				0,99
COSTOS INDIRECTOS				
Detalle	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (\$)/unidad	Precio Total (\$)
Luz	kwh	0,5	0,1	0,05
Agua	m ³	0,06	1,07	0,06
Mano de Obra	horas hombre	1	0,05	0,05
Transporte	viaje	2	0,18	0,36
Gas	kg	0,2	0,16	0,03
0,55				
TOTAL				1,54

Costo Unitario= (costos directos + costos indirectos)/ Unidades producidas diarias

Costo Unitario= (0,99 + 0,55)/22

Costo Unitario= 0,07

Cuadro 47. Costos de producción de la mezcla 3 (Harina de trigo 50% con masa de oca 50%)

COSTOS DIRECTOS				
Detalle	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (\$)/unidad	Precio Total (\$)
Harina de trigo	kg	0,5	0,8	0,40
Ocas	kg	0,5	0,35	0,18
Grasa	g	200	0,00049	0,10
Sal	g	20	0,0005	0,01
Huevos	g	150	0,0013	0,20
Levadura	g	25	0,003	0,08
				0,97
COSTOS INDIRECTOS				
Detalle	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (\$)/unidad	Precio Total (\$)
Luz	kwh	0,5	0,1	0,05
Agua	m ³	0,06	1,07	0,06
Mano de Obra	horas hombre	1	0,05	0,05
Transporte	viaje	2	0,18	0,36
Gas	kg	0,2	0,16	0,03
				0,55
TOTAL				1,52

Costo Unitario= (costos directos + costos indirectos)/ Unidades producidas diarias

Costo Unitario= (0,97 + 0,55)/22

Costo Unitario= 0,07

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Después de haber realizado el proyecto de investigación sobre “INCIDENCIA DE LA MASA DE OCA (*Oxalis tuberosa*) COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO (*Triticum spp*) PARA LA ELABORACIÓN DE PAN DULCE”, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Para la obtención de la masa de oca en los tres estados de madurez que corresponden a los 14, 21 y 28 días se procedió a exponer las ocas a los rayos solares cuyo valor promedio de radiación fue de 149,86 watts/m² (datos obtenidos desde el 16 de febrero al 16 de marzo del 2011), dando como resultado que a mayor tiempo de exposición solar el contenido de azúcares totales aumenta de 7,27% a 11,25%, proporcionándonos un tubérculo más dulce.
- Al evaluar la temperatura de fermentación a los 0, 30 y 60 min se determinó que el mejor tratamiento fue el T16 (50% masa de oca, 21 días estado de madurez pos cosecha de la oca, 25 min de amasado) debido a que este tratamiento presenta la mayor temperatura que es de 34,77 °C, logrando una masa más esponjosa, elástica y suave.
- Con respecto al volumen y peso final del producto el mejor tratamiento fue el T6 (40% masa de oca 28 días estado de madurez pos cosecha de la oca, 25

min de amasado) llegando a concluir que para obtener un mayor volumen y peso se necesita menor % de masa de oca.

- Una vez determinadas las características físico químicas del producto terminado podemos decir que el pan dulce de oca comparado con el pan dulce tradicional tienen características similares en cuanto a cenizas, azúcares totales, calorías y carbohidratos. Con respecto a la fibra, humedad y grasa el pan de oca tiene mayores valores como son 0,71%, 26,82%, 1,47% respectivamente. En cuanto a la proteína el pan de trigo es el que presenta el mayor valor que es de 25,82% con respecto al pan dulce de oca que es de 24,20%.
- De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis sensorial, en el cual se evaluó color, olor, sabor, miga y textura se determinó que los tratamientos T3 (40% masa de oca, 21 días de maduración y 15 min amasado), T10 (45% masa de oca, 21 días, 25 min amasado) y T12 (45% de masa de oca, 28 días de maduración y 25 min de amasado) son los mejores tratamientos asimilados por el panel de degustadores.
- En cuanto a la dureza del pan podemos decir que, los valores bajos no son los mejores ya que al hacer la comparación con la textura en el análisis organoléptico el panel degustador determinó como mejores tratamientos a los de valores medios.
- El precio del producto, está establecido en \$ 0,10 dólares, considerando que el precio del pan tradicional está en 0,12 dólares por lo que sería una alternativa por economía para poder acceder a un pan dulce y con características distintas como es la adición de oca en la preparación de este producto.

- Finalmente se confirmó la hipótesis planteada, es decir que, los niveles de masa de oca como sustituto parcial de la harina de trigo, el estado de madurez pos cosecha de la oca y el tiempo de amasado influyen en el rendimiento, en la calidad fisicoquímica y organoléptica del pan dulce.

5.2. RECOMENDACIONES

La presente investigación permite establecer las siguientes recomendaciones:

- Establecer un programa de medición de la intensidad de radiación en diferentes variedades de oca, a diferentes tiempos de poscosecha para su caracterización en la elaboración de pan dulce.
- Determinar parámetros para la elaboración de harina de oca (variedad, tiempo poscosecha, condiciones de secado, granulometría, etc) y factores relativos a la harina (tenacidad, extensibilidad, etc)
- Para futuras investigaciones se recomienda ensayar nuevos procesos de obtención de pan dulce a base de cultivos andinos (mashua, camote, zanahoria blanca, etc.); aprovechando de mejor manera los componentes nutricionales de éstos. El porcentaje con el que se debe sustituir a la harina de trigo debe ser menor a 45%, debido a que en el rango comprendido entre el 40 y 45% se obtiene mejores resultados.
- Usar masa de oca no solo para la obtención de pan dulce, sino también como sustituto parcial para la elaboración de pasteles, galletas, entre otros.

- Para que la temperatura del lugar donde se elabora el pan dulce sea constante; tenemos que hacer uso de algún sistema que nos ayude a regular este parámetro como puede ser: aire acondicionado, extractor de calor entre otros.
- Para obtener un producto de mayor aceptabilidad se recomienda que la elaboración del pan dulce se realice de acuerdo a los siguientes parámetros:
 - 45% de masa de oca
 - 21 días de exposición del tubérculo al sol
 - 25 minutos de amasado.
- Recomendamos realizar estudios de mercado para conocer la aceptación del producto, y de ésta forma se lo pueda industrializar.

CAPÍTULO VI

6. RESUMEN Y SUMMARY

6.1. RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo estudiar la incidencia de la masa de oca en sustitución parcial de la harina de trigo para la elaboración de pan dulce, con el fin de obtener un producto de buena calidad, utilizando materia prima de la región, la cual no es aprovechada en su máximo potencial.

La elaboración del pan, se llevó a cabo en las unidades Eduproductivas de la FICAYA en el área de panificación, ubicada en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura; y los respectivos análisis de laboratorio se efectuaron en el Laboratorio de uso múltiple de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, en la Universidad Técnica del Norte y en la Facultad de Alimentos, en la Universidad Técnica de Ambato.

Al pan dulce, se lo considera como un producto de primera necesidad de gran parte de la humanidad, este se lo obtiene de la cocción al horno de la masa formada al mezclar harina, agua, levadura, sal, azúcar, grasa, entre otros. Cada ingrediente es indispensable ya que cumplen funciones específicas que luego repercutirán en el producto final; es por eso que tanto la materia prima como los insumos deben ser de buena calidad.

Luego de adquirir la materia prima y los insumos, procedemos a la ejecución de cada uno de los procesos que intervienen en la elaboración del pan, como son: pesado, mezclado, amasado, fermentación inicial, pesado, boleado y moldeado, reposo, fermentación final, horneado, enfriado y empacado; sin olvidar de adicionar el proceso de obtención de masa de oca.

Para la fase experimental del presente estudio se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial $A \times B \times C + 1$, con tres repeticiones por tratamiento, con un total de 19 tratamientos y 57 unidades experimentales, la característica de cada unidad experimental fue de 20 panes cada uno con un peso aproximado de 48 gramos.

Las variables evaluadas fueron: Temperatura final de la masa y Temperatura de fermentación durante el proceso; azúcares reductores libres, azúcares totales, almidón, humedad en la materia prima; azúcares reductores libres, azúcares totales y humedad en la masa de oca; contenido de humedad en la masa de pan; humedad, fibra, proteína, azúcares reductores libres, azúcares totales, ceniza, grasa, dureza, peso, rendimiento, recuento de aerobios totales, recuento de mohos y levaduras en el producto terminado; la evaluación organoléptica se realizó con la ayuda de 10 degustadores.

6.2. SUMMARY

This research was conducted in the province of Imbabura, Ibarra City, in Units of the FICAYA Eduproductivas in the baking area, the respective laboratory tests were performed at the Laboratory of multiple use of the faculty of engineering in environmental and agricultural sciences, at the Technical University of Northern and Faculty of Food, Technical University of Ambato.

The main objective was to "assess the impact of the mass of oca (*Oxalis tuberosa*) as a partial substitute for wheat flour (*Triticum spp*) for the development of sweet bread." In order to obtain a good quality product, using raw material of the region, this is not utilized to their fullest potential. Specific objectives are established to evaluate the physicochemical characteristics pastries, bread organoleptic evaluation sweet and economic analysis to establish the production costs involved in the development of sweet bread.

This study was conducted in order to get sweet bread with nutritional characteristics that benefit the food with a protein important contribution to the development of this bread was used as raw materials and wheat flour dough goose.

To evaluate the data we used a completely randomized design (CRD) with factorial $A \times B \times C + 1$, with 3 replications, 18 treatments and a control, 57 experimental units, the characteristic of each unit was 22 loaves each one with a weight of 48 grams. Was evaluated by analysis of variance and Tukey test at 5% for each of the variables proposed.

For the preparation of fresh bread is served in the following order, purchased raw materials, we performed quality control of them, were subjected to the process, starting with the dosage, mixed for 5 minutes to obtain a consistent mass, kneaded for 15 and 25 minutes at a temperature of 26 to 30 °C, allowed to rest the dough for 30 minutes covered with as heath talk to occur the initial fermentation, then molded, is allowed to stands o that the dough is fluffy again is the final

fermentation and proceed to baking, cooling, storing everything according to the proposed treatments. Quantitative variables on which they performed the statistical analysis were: temperature of fermentation, bread volume, hardness and weight end of the bread. We sensory analysis and defined the 3 best treatments T3 (A1B2C1), T10 (A2B2C2) and T12 (A2B3C2)

CAPÍTULO VII

7. BIBLIOGRAFIA

7.1. FUENTE DE INFORMACIÓN FÍSICA.

1. Austin, G. (1989). *Manual de Procesos Químicos en la Industria*, México, D.F.
2. Banco Central del Ecuador. (2006). “Importaciones de cereales al Ecuador”, Sistema de Información Agropecuaria SICA-MAG, Quito- Ecuador.
3. Banco Central del Ecuador, SICA-MAG. (2008). “Importaciones de harina de trigo 2000-2008”. Quito- Ecuador.
4. Biblioteca de Campo. (2002). Manual Agropecuario “Tecnología Orgánicas de la Granja Integral Autosuficiente”, Bogotá- Colombia. Editorial Limerin S.A.
5. Callejo, M. (2002). “Industria de cereales y derivados”, Madrid-España. Primera edición, Colección Tecnológica de Alimentos, Amv Ediciones – Mundi Prensa.
6. Collister, L y Blake, A. (2001). “Elaboración Artesanal del Pan” Barcelona-España. Editorial Naturart, S.A. Variables ejes principales en los rendimientos de sacarosa en el proceso de molienda.

7. De Souza, E. (1989). “Técnicas de la panificación” Bogotá-Colombia: Thomas de Quincey editores Ltda. 274p.
8. Editorial Macro E.I.R.L. (2007). “Panificación”, Lima- Perú. Empresa Editorial Macro E.I.R.L.
9. Enciclopedia Agropecuaria. (2001). “Ingeniería y Agroindustria”, Bogotá-Colombia: Terranova Editores Ltda.
10. Espinosa, P, Vaca, R, Abad, J, Crissman, Ch. (1996). “Raíces y Tubérculos Andinos”, Quito-Ecuador: ABYA-YALA Ediciones.
11. Fleischmann. (1999). “Información Básica sobre Panificación”, Ecuador. Nabisco Royal del Ecuador: División Fleischmann.
12. INEC. (2008). “Estadísticas Agropecuarias, Características: superficie sembrada, Producto: grano seco, datos de superficie en hectáreas (Has) y datos de producción y ventas en toneladas métricas (TM)”, Quito- Ecuador.
13. INIAP. (1988). “VI Congreso Internacional Sobre Cultivos Andinos”, Quito – Ecuador.
14. Meier, H. (1978). “Plantas, cultivos, cosechas”. Enciclopedia Sistemática Agropecuaria. Editora AEDOS- BARCELONA.
15. Méndez, F. (2007). “*Manual de Panadería y Repostería*”, Bogotá-Colombia: Ecoe ediciones Ltda.
16. NORMA INEN N° 95.
17. Parsons, D. (1987). “Trigo, cebada, avena”. Editora Trillas.

18. Potter, N, Hotchkiss, J. (1995). “Ciencia de los Alimentos”, Zaragoza-España, Editorial ACRIBIA S.A.
19. Proyecto. (1994). “Diagnóstico de las Limitantes de Producción y Consumo de las Raíces y Tubérculos”, Quito – Ecuador.
20. Quaglia, G. (1991). “Ciencia y Tecnología de la Panificación”, Zaragoza-España. Editorial Acribia, S.A.
21. Seymour, J. (1979). “Guía Práctica Ilustrado para la Vida en el Campo”, Editorial Blume.
22. Soto, P. (2000). “Como iniciar tú negocio. Panadería – Pastelería”. Editora y Distribuidora Palomino E.I.R.L. Primera Edición.
23. Tejeros, F. (2000) “Mi pan favorito”.

7.2. LINKOGRAFÍA

Fuente de Información Electrónica

1. <http://www.monografias.com/trabajos6/trigo/trigo2.shtml>. [Consulta: 2011, Mayo 10].
2. <http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/guia-alimentos/cereales-y-derivados/2001/02/20/35277.php>. [Consulta: 2011, Mayo 12].
3. http://www.grupomoliner.com.ar/harina_de_trigo_y_de_trigo_integral.htm [Consulta: 2011 Mayo 22].
4. http://www.harina.org/harina_def.php [Consulta: 2011, Mayo 24].

5. <http://www.elgastronomo.com.ar/harina/> [Consulta: 2011, Mayo24].
6. http://www.utm.mx/edi_anteriores/Temas38/2NOTAS%2038-1.pdf
[Consulta: 2011, Mayo 25].
7. http://www.peruecologico.com.pe/tub_oca.htm [Consulta: 2011, Octubre
25].

ANEXOS

ANEXO 1: GUÍA INSTRUCTIVA PARA EVALUAR EL ESTUDIO DE LA “INCIDENCIA DE LA MASA DE OCA (*Oxalis tuberosa*) COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO (*Triticum Spp*) PARA LA ELABORACIÓN DE PAN DULCE”.

INSTRUCCIONES: Lea y analice detenidamente cada una de las características organolépticas del pan descritas a continuación, para realizar las degustaciones del mismo.

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS



COLOR: El color debe ser uniforme de dorado a ligeramente marrón, corteza de color uniforme, sin quemaduras ni hollín u otras materias extrañas.

OLOR: El olor debe ser característico al del pan recién horneado, fresco, libre de olores extraños o rancios.

SABOR: Su sabor no debe ser amargo, ácido o con indicios de rancidez.

MIGA: La miga debe ser elástica, porosa, uniforme, no pegajosa ni desmenuzable.

TEXTURA: El migajón debe ser húmedo y elástico, además debe existir una porosidad uniforme, no esponjosa ni desmenuzable.

FICHA DE EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA

PRODUCTO:

NOMBRE:

FICHA

Nº:

FECHA:

HORA:

INSTRUCCIÓN: Coloque una X en los atributos que usted crea que este correcto, de acuerdo a las características organolépticas que se especifican a continuación:

1. COLOR

ALTERNATIVAS	MUESTRAS																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
DORADO																			
PÁLIDO																			
MUY PÁLIDO																			
OSCURO																			

Coloque una X en los atributos que usted crea que este correcto, de acuerdo a las características organolépticas que se especifican a continuación:

2. OLOR

ALTERNATIVAS	MUESTRAS																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
AGRADABLE																			
POCO AGRADABLE																			
DESAGRADABLE																			

3. SABOR

ALTERNATIVAS	MUESTRAS																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
MUY AGRADABLE																			
AGRADABLE																			
DESAGRADABLE																			

4. MIGA

ALTERNATIVAS	MUESTRAS																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
BUENO																			
REGULAR																			
MALO																			

5. TEXTURA

ALTERNATIVAS	MUESTRAS																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
MUY BUENA																			
BUENA																			
REGULAR																			
MALA																			

OBSERVACIONES:

.....

ANEXO 2.

Cuadro 48. Datos originales (no ranqueados) de la variación de color del pan

Tratamientos	Código	Catadores									
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
T1	A1B1C1	15	0	15	15	15	15	15	15	15	15
T2	A1B1C2	10	15	15	10	10	15	10	10	10	10
T3	A1B2C1	10	10	10	5	5	10	10	10	15	10
T4	A1B2C2	15	5	15	10	10	10	5	15	15	15
T5	A1B3C1	10	10	10	10	10	10	5	15	15	15
T6	A1B3C2	15	10	10	15	10	15	10	10	15	10
T7	A2B1C1	15	15	5	15	15	10	15	15	15	15
T8	A2B1C2	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0
T9	A2B2C1	10	5	10	15	5	15	5	10	5	5
T10	A2B2C2	15	10	10	15	15	10	10	10	10	10
T11	A2B3C1	15	15	10	15	10	15	15	15	10	15
T12	A2B3C2	10	15	5	15	15	15	10	15	15	15
T13	A3B1C1	10	10	15	15	10	15	15	10	10	15
T14	A3B1C2	10	10	5	0	15	5	10	10	15	15
T15	A3B2C1	10	15	5	15	5	10	5	5	15	5
T16	A3B2C2	10	10	5	10	10	5	5	10	10	15
T17	A3B3C1	10	15	15	15	15	15	15	15	15	10
T18	A3B3C2	10	15	10	15	15	15	15	15	15	15
T19	T	15	15	15	15	15	10	15	15	15	15

ANEXO 3.**Cuadro 49. Datos originales (no ranqueados) de la variación de Olor del pan**

Tratamientos	Código	CATADORES									
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
T1	A1B1C1	15	15	25	25	25	15	25	25	25	25
T2	A1B1C2	15	25	25	25	25	25	25	15	25	25
T3	A1B2C1	25	25	25	15	15	25	25	25	25	25
T4	A1B2C2	25	25	25	25	25	15	15	25	15	25
T5	A1B3C1	15	15	25	25	15	25	15	25	25	25
T6	A1B3C2	15	15	25	25	25	25	25	25	25	25
T7	A2B1C1	15	25	15	25	15	25	15	25	25	25
T8	A2B1C2	15	0	0	15	15	25	0	0	15	15
T9	A2B2C1	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
T10	A2B2C2	25	25	15	25	25	25	15	25	15	25
T11	A2B3C1	25	25	15	25	15	25	15	25	15	25
T12	A2B3C2	25	25	25	25	25	25	25	25	25	15
T13	A3B1C1	15	25	15	25	25	25	15	15	15	15
T14	A3B1C2	0	25	15	25	0	15	25	15	15	15
T15	A3B2C1	15	25	0	25	0	15	15	15	15	15
T16	A3B2C2	0	15	0	25	15	15	15	15	15	15
T17	A3B3C1	15	25	15	25	25	25	25	25	15	15
T18	A3B3C2	15	25	15	25	25	25	25	25	25	15
T19	T	25	25	25	25	15	15	25	25	25	25

ANEXO 4.**Cuadro 50. Datos originales (no ranqueados) de la variación de Sabor del pan**

Tratamientos	Código	CATADORES									
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
T1	A1B1C1	5	5	5	5	5	5	5	10	5	5
T2	A1B1C2	10	5	10	5	5	5	5	5	0	5
T3	A1B2C1	5	10	5	5	5	5	10	10	5	5
T4	A1B2C2	5	5	10	5	0	0	5	10	10	10
T5	A1B3C1	0	5	5	5	10	5	10	10	10	10
T6	A1B3C2	5	5	10	5	10	0	5	5	10	10
T7	A2B1C1	0	0	0	5	0	5	5	5	0	5
T8	A2B1C2	5	0	5	5	5	0	0	0	5	5
T9	A2B2C1	10	5	5	5	10	5	10	10	5	5
T10	A2B2C2	5	10	5	5	10	5	5	10	10	10
T11	A2B3C1	5	5	5	5	0	5	5	10	0	10
T12	A2B3C2	5	5	10	10	10	5	5	10	5	10
T13	A3B1C1	0	5	0	5	5	5	0	5	0	5
T14	A3B1C2	0	5	0	5	0	5	5	5	5	5
T15	A3B2C1	0	10	0	5	0	5	0	0	0	0
T16	A3B2C2	0	5	5	5	5	5	0	0	5	0
T17	A3B3C1	5	5	5	5	5	0	10	10	0	5
T18	A3B3C2	5	5	10	5	0	5	5	10	5	5
T19	T	10	10	10	10	10	5	5	10	10	10

ANEXO 5.**Cuadro 51. Datos originales (no ranqueados) de la variación Miga del pan**

Tratamientos	Código	CATADORES									
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
T1	A1B1C1	10	20	10	10	10	20	20	20	10	20
T2	A1B1C2	10	20	20	20	20	20	20	10	10	20
T3	A1B2C1	20	20	20	20	20	20	20	20	10	20
T4	A1B2C2	20	20	20	20	10	10	10	20	20	20
T5	A1B3C1	10	10	20	20	10	20	20	20	20	20
T6	A1B3C2	10	10	10	10	10	10	10	10	20	10
T7	A2B1C1	10	10	10	20	10	20	0	20	20	20
T8	A2B1C2	10	10	10	10	0	10	10	10	10	10
T9	A2B2C1	10	20	10	20	10	10	20	20	20	10
T10	A2B2C2	20	20	10	20	20	10	10	20	10	20
T11	A2B3C1	20	20	10	20	10	10	10	20	10	20
T12	A2B3C2	10	20	10	20	20	20	20	20	20	20
T13	A3B1C1	0	10	0	10	0	10	10	10	20	0
T14	A3B1C2	0	20	0	20	0	10	0	10	20	10
T15	A3B2C1	0	20	0	10	0	0	0	0	0	0
T16	A3B2C2	0	10	0	10	10	10	10	10	10	0
T17	A3B3C1	10	10	10	20	10	10	20	20	10	0
T18	A3B3C2	10	20	10	10	10	10	10	20	10	10
T19	T	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

ANEXO 6.**Cuadro 52. Datos originales (no ranqueados) de la variación de Textura del pan**

Tratamientos	Código	CATADORES									
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
T1	A1B1C1	20	30	20	10	20	20	20	30	30	30
T2	A1B1C2	20	30	20	20	20	20	30	20	30	20
T3	A1B2C1	30	30	10	30	10	20	30	30	20	30
T4	A1B2C2	20	20	30	30	20	10	20	30	30	30
T5	A1B3C1	20	20	30	20	10	20	20	30	30	30
T6	A1B3C2	10	20	30	20	10	10	20	20	20	30
T7	A2B1C1	20	10	20	30	20	20	10	20	30	20
T8	A2B1C2	10	10	10	10	10	10	20	10	20	10
T9	A2B2C1	20	30	20	20	20	10	30	30	30	20
T10	A2B2C2	20	30	20	30	30	20	30	30	20	30
T11	A2B3C1	20	30	10	20	20	10	20	30	10	20
T12	A2B3C2	10	20	20	30	30	20	30	20	20	30
T13	A3B1C1	0	10	10	20	0	10	10	20	20	10
T14	A3B1C2	0	10	0	20	0	10	10	20	30	10
T15	A3B2C1	0	20	0	10	0	0	10	0	10	0
T16	A3B2C2	0	20	0	10	10	10	20	10	20	0
T17	A3B3C1	10	30	20	20	30	10	30	30	30	0
T18	A3B3C2	20	20	20	10	10	10	20	30	30	0
T19	T	30	30	30	30	30	20	30	30	30	30

ANEXO 7.

Cuadro 53. Datos de radiación solar en los días que se expuso el tubérculo a la exposición del sol.

MEDIA	
RADIACIÓN SOLAR watts/m2	FECHA
206,47	16/02/2011
199,27	17/02/2011
275,31	18/02/2011
169,92	19/02/2011
92,17	20/02/2011
141,85	21/02/2011
97,57	22/02/2011
138,07	23/02/2011
144,97	24/02/2011
128,26	25/02/2011
141,14	26/02/2011
152,42	27/02/2011
154,28	28/02/2011
136,16	01/03/2011
88,29	02/03/2011
176,87	03/03/2011
169,00	04/03/2011
146,05	05/03/2011
129,14	06/03/2011
155,69	07/03/2011
140,85	08/03/2011
126,64	09/03/2011
101,85	10/03/2011
177,06	11/03/2011
181,09	12/03/2011
181,52	13/03/2011
169,78	14/03/2011
210,18	15/03/2011
163,81	16/03/2011

ANEXO. 8

Análisis fisicoquímico del tubérculo de oca a los 14 días de exposición al sol.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
IBARRA - ECUADOR

Laboratorio de Uso Múltiple

Informe N°: 011 - 2012 Ibarra, 26 de enero de 2012

Análisis solicitado por: Srtas: Tatiana Ruano y Adriana Mora

Número de muestras : Una, oca tubérculo

Fecha de recepción de las muestras: 12 de enero de 2012

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado	Método analítico
Almidón (hidr. ácida)	%	5,02	NTE INEN 266
Azúcares Reductores Libres	%	0,96	AOAC 906.01
Azúcares Totales	%	2,23	AOAC 931.07
Contenido acuoso	%	81,92	AOAC 925.10

Nota: Los resultados corresponden exclusivamente para la muestra analizada.

Atentamente:

Bióq. José Luis Moreno
ANALISTA



Misión Institucional
Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

Ciudadela Universitaria barrio El O
Teléfono: (06) 2 953-461 Casilla 199
(06) 2 609-420 2 640 - 811 Fax: Ext:10
E-mail: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec

ANEXO 9.

Análisis fisicoquímico del tubérculo de oca a los 21 días de exposición al sol.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IBARRA - ECUADOR

Laboratorio de Uso Múltiple

Informe N°: 019 - 2011 Ibarra, 24 de marzo de 2011

Análisis solicitado por: Srtas: Tatiana Ruano y Adriana Mora

Número de muestras : Una, oca tubérculo

Fecha de recepción de las muestras: 04 de marzo de 2011

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado	Metodo analítico
Almidón (hidr. ácida)	%	31,4	NTE INEN 266
Azúcares Reductores Libres	%	4,87	AOAC 906.01
Azúcares Totales	%	9,42	AOAC 931.07
Contenido acuoso	%	19,21	AOAC 925.10

Nota: Los resultados corresponden exclusivamente para la muestra analizada.

Atentamente:

Bióq. José Luis Moreno
ANALISTA



Misión Institucional
Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

Ciudadela Universitaria barrio El O
Teléfono: (06) 2 953-461 Casilla 199
(06) 2 609-420 2 640 - 811 Fax: Ext:101
E-mail: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec

ANEXO 10.

Análisis fisicoquímico del tubérculo de oca a los 28 días de exposición al sol.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
IBARRA - ECUADOR

Laboratorio de Uso Múltiple

Informe N°: 021 - 2011
Análisis solicitado por: Srtas: Tatiana Ruano y Adriana Mora
Número de muestras : Una, oca tubérculo
Fecha de recepción de las muestras: 11 de marzo de 2011
Ibarra, 24 de marzo de 2011

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado	Metodología Utilizada
Almidón (hydr. ácida)	%	25,3	NTE INEN 266
Azúcares Reductores Libres	%	6,75	AOAC 906.01
Azúcares Totales	%	11,25	AOAC 931.07
Contenido acuoso	%	16,23	AOAC 925.10

Nota: Los resultados corresponden exclusivamente para la muestra analizada.

Atentamente:

Blaq. José Luis Moreno
ANALISTA



CIUDADELA UNIVERSITARIA BARRIO EL O
Teléfono: (06) 2 953-461 Casilla 199
(06) 2 609-420 2 640-811 Fax: Ext:101
E-mail: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec

Misión Institucional
Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

ANEXO 11.

Análisis fisicoquímico de la masa de oca a los 14 días de exposición al sol.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IBARRA - ECUADOR

Laboratorio de Uso Múltiple

Informe N° 019 - 2011

Ibarra, 24 de marzo de 2011

Análisis solicitado por:

Laboratorio de Uso Múltiple

Informe N°: 019 - 2011

Ibarra, 24 de marzo de 2011

Análisis solicitado por:

Tatiana Ruano y Adriana Mora

Número de muestras :

Una, masa de oca

Fecha de recepción de las muestras:

23 de febrero de 2011

Metodología Utilizada

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado	Metodología Utilizada
Azúcares Reductores Libres	%	1,9	AOAC 906.01
Azúcares Totales	%	3,38	AOAC 931.07
Contenido acuoso	%	18,67	AOAC 925.10

Nota: Los resultados corresponden exclusivamente para la muestra anali

Atentamente:

Bioq. José Luis Moreno
ANALISTA



Misión Institucional

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

Ciudadela Universitaria barrio El Olivo
Teléfono: (06) 2 953-461 Casilla 199
(06) 2 609-420 2 640-811 Fax: Ext:1011
E-mail: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec

ANEXO 12.

Análisis fisicoquímico de la masa de oca a los 21 días de exposición al sol.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IBARRA - ECUADOR

Laboratorio de Uso Múltiple

Informe N°: 019 - 2011

Ibarra, 24 de marzo de 2011

Análisis solicitado por: Tatiana Ruano y Adriana Mora

Número de muestras : Una, masa de oca

Fecha de recepción de las muestras: 04 de marzo de 2011

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado	Metodología Utilizada
Azúcares Reductores Libres	%	3,2	AOAC 906.01
Azúcares Totales	%	5,79	AOAC 931.07
Contenido acuoso	%	16,7	AOAC 925.10

Nota: Los resultados corresponden exclusivamente para la muestra anali.

Atentamente:

Bloq. José Luis Moreno
ANALISTA



Misión Institucional

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

Ciudadela Universitaria barrio El Olivo
Teléfono: (06) 2 953-461 Casilla 199
(06) 2 609-420 2 640- 811 Fax: Ext:1011
E-mail: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec

Análisis fisicoquímico de la masa de oca a los 28 días de exposición al sol.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IBARRA - ECUADOR

Laboratorio de Uso Múltiple

Ibarra, 24 de marzo de 2011

Informe N°: 019 - 2011

Análisis solicitado por: Tatiana Ruano y Adriana Mora

Número de muestras : Una, masa de oca

Fecha de recepción de las muestras: 11 de marzo de 2011

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado	Metodología Utilizada
Azúcares Reductores Libres	%	4,65	AOAC 906.01
Azúcares Totales	%	17,61	AOAC 931.07
Contenido acuoso	%	15,5	AOAC 925.10

Nota: Los resultados corresponden exclusivamente para la muestra analizada.

Atentamente:



Bioq. José Luis Moreno
ANALISTA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
IBARRA - ECUADOR
AUTÓNOMA DESDE 1986

Misión Institucional
Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

Ciudadela Universitaria barrio El Olivo
Teléfono: (06) 2 953-461 Casilla 199
(06) 2 609-420 2 640-811 Fax: Ext:1011
E-mail: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec

ANEXO 14.

Análisis fisicoquímico de la masa de pan de oca (14 días de exposición del tubérculo al sol).



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
IBARRA - ECUADOR

Laboratorio de Uso Múltiple
Laboratorio de Uso Múltiple

Informe N°: 019 - 2011 Ibarra, 24 de marzo de 2011

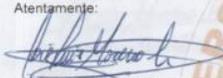
Análisis solicitado por: Tatiana Ruano y Adriana Mora

Número de muestras : Seis, masa de pan de oca

Fecha de recepción de las muestras: 23 de febrero de 2011

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Metodología Utilizada
		T1	T2	T7	T8	T13	T14	
Contenido acuoso	%	67,17	66,8	61,91	62,47	57,05	60,97	AOAC 925.10

Nota: Los resultados corresponden exclusivamente para la muestra analizada.

Atentamente:

Bióq. José Luis Moreno
ANALISTA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
IBARRA - ECUADOR
AUTÓNOMA DESDE 1986

Misión Institucional
Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

Ciudadela Universitaria barrio El Olivo
Teléfono: (06) 2 953-461 Casilla 199
(06) 2 609-420 2 640-811 Fax: Ext:1011
E-mail: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec

ANEXO 15.

Análisis fisicoquímico de la masa de pan de oca (21 días de exposición del tubérculo al sol).



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IBARRA - ECUADOR

Laboratorio de Uso Múltiple

Ibarra, 24 de marzo de 2011

Informe N°: 019 - 2011

Análisis solicitado por: Tatiana Ruano y Adriana Mora

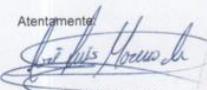
Número de muestras : Siete, masa de pan de oca

Fecha de recepción de las muestras: 11 de marzo de 2011

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado							Metodología Utilizada
		T5	T6	T11	T12	T17	T18	testigo	
Contenido acuoso	%	35,38	35,54	40,56	39,04	42,42	43,36	37,03	AOAC 925.10

Nota: Los resultados corresponden exclusivamente para la muestra analizada.

Atentamente,



Bioq. José Luis Moreno
ANALISTA



Misión Institucional

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

Ciudadela Universitaria barrio El Olivo
Teléfono: (06) 2 953-461 Casilla 199
(06) 2 609-420 2 640-811 Fax: Ext:1011
E-mail: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec

ANEXO 16.

Análisis fisicoquímico de la masa de pan de oca (28 días de exposición del tubérculo al sol).

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
IBARRA - ECUADOR

Laboratorio de Uso Múltiple

Informe N°: 019 - 2011 Ibarra, 24 de marzo de 2011

Análisis solicitado por: Tatiana Ruano y Adriana Mora

Número de muestras : Seis, masa de pan de oca

Fecha de recepción de las muestras: 04 de febrero de 2011

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Metodología Utilizada
		T3	T4	T9	T10	T15	T16	
Contenido acuoso	%	53,1	52,81	48,95	49,39	45,1	48,2	AOAC 925.10

Nota: Los resultados corresponden exclusivamente para la muestra analizada.

Atentamente:

Biod. José Luis Moreno
ANALISTA

Misión Institucional
Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

Ciudadela Universitaria barrio El Olivo
Teléfono:(06) 2 953-461 Casilla 199
(06) 2 609-420 2 640 - 811 Fax:Ext:1011
E-mail:utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec

ANEXO 17.

Análisis fisicoquímico del pan dulce de oca (14 días de exposición del tubérculo al sol).



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IBARRA - ECUADOR

Laboratorio de Uso Múltiple

Informe N°: 019 - 2011

Ibarra, 24 de marzo de 2011

Análisis solicitado por:

Tatiana Ruano y Adriana Mora

Número de muestras :

Seis, pan de oca

Fecha de recepción de las muestras:

23 de febrero de 2011

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Metodología Utilizada
		T1	T2	T7	T8	T13	T14	
Azúcares Reductores Libres	%	3,5	2,98	2,6	2,44	3,52	3,20	AOAC 906.01
Azúcares Totales	%	21,41	23,99	27,04	25,87	26,49	29,61	AOAC 931.07
Contenido acuoso	%	17,4	19,19	24,83	29,45	16,82	15,98	AOAC 925.10
Cenizas	%	2,66	2,54	2,67	2,57	3,24	3,16	AOAC 923.03
Proteína (N x 6,25)	%	24,98	24,46	22,66	21,24	26,04	25,27	AOAC 920.87
Extracto etéreo	%	1,25	1,42	1,6	1,4	1,7	1,7	AOAC 920.85
Fibra	%	0,57	0,64	0,73	0,68	1,01	0,91	AOAC 985.29
Carbohidratos Totales	%	54,96	53,81	49,84	46,74	53,90	55,59	Cálculo
Calorías	Cal/100 g	331,01	325,86	304,4	284,52	335,06	338,74	Cálculo

Nota: Los resultados corresponden exclusivamente para la muestra analizada.

Atentamente,

Bloc. José Luis Moreno

ANALISTA



Misión Institucional

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

Ciudadela Universitaria barrio El Olivo
Teléfono: (06) 2 953-461. Casilla 199
(06) 2 609-420 2 640 - 811 Fax: Ext:3011
E-mail: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec

ANEXO 18.

Análisis fisicoquímico del pan dulce de oca (21 días de exposición del tubérculo al sol).



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IBARRA - ECUADOR

Laboratorio de Uso Múltiple

Informe N°: 019 - 2011

Ibarra, 24 de marzo de 2011

Análisis solicitado por:

Tatiana Ruano y Adriana Mora

Número de muestras :

Seis, pan de oca

Fecha de recepción de las muestras:

04 de marzo de 2011

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Metodología Utilizada
		T3	T4	T9	T10	T15	T16	
Azúcares Reductores Libres	%	7,01	6,35	5,96	6,15	7,06	6,85	AOAC 906.01
Azúcares Totales	%	22,72	23,08	24,17	24,19	25,34	26,79	AOAC 931.07
Contenido acuoso	%	20,21	19,19	22,93	26,82	18,19	15,57	AOAC 925.10
Cenizas	%	2,37	2,38	2,44	2,26	2,78	2,77	AOAC 923.03
Proteína (N x 6,25)	%	24,20	24,51	23,32	22,16	25,23	25,52	AOAC 920.87
Extracto etéreo	%	1,34	1,58	1,67	1,44	1,74	1,74	AOAC 920.85
Fibra	%	0,63	0,84	0,83	0,70	1,04	0,93	AOAC 985.29
Carbohidratos Totales	%	51,89	52,35	49,64	47,33	52,06	54,40	Cálculo
Calorías	Cal/100 g	316,41	321,67	306,9	290,9	324,86	335,36	Cálculo

Nota: Los resultados corresponden exclusivamente para la muestra analizada.

Atentamente

Bioq. José Luis Moreno
ANALISTA



Misión Institucional

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

Ciudadela Universitaria barrio El Olivo
Teléfono: (06) 2 953-461 Casilla 199
(06) 2 609-420 2 640-811 Fax: Ext:101
E-mail: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec

ANEXO 19.

Análisis fisicoquímico del pan dulce de oca (28 días de exposición del tubérculo al sol).



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
IBARRA - ECUADOR

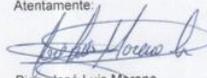
Laboratorio de Uso Múltiple

Ibarra, 24 de marzo de 2011

Informe N°: 019 - 2011
 Análisis solicitado por: Tatiana Ruano y Adriana Mora
 Número de muestras : Siete, pan de oca
 Fecha de recepción de las muestras: 11 de marzo de 2011

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado							Metodología Utilizada
		T5	T6	T11	T12	T17	T18	testigo	
Azúcares Reductores Libres	%	10,52	9,71	9,33	9,86	10,60	10,50	11,99	AOAC 906.01
Azúcares Totales	%	24,02	22,17	21,30	22,50	24,19	23,97	27,38	AOAC 931.07
Contenido acuoso	%	23,02	19,18	21,02	24,18	19,55	15,16	15,59	AOAC 925.10
Cenizas	%	2,07	2,21	2,21	1,94	2,32	2,38	1,78	AOAC 923.03
Proteína (N x 6,25)	%	23,41	24,57	23,99	23,09	24,42	25,77	25,82	AOAC 920.87
Extracto etéreo	%	1,44	1,74	1,74	1,47	1,79	1,79	0,75	AOAC 920.85
Fibra	%	0,70	1,04	0,93	0,71	1,06	0,96	0,42	AOAC 985.29
Carbohidratos Totales	%	50,07	52,30	51,04	49,32	51,93	54,90	56,06	Cálculo
Calorías	Cal/100 g	306,82	323,16	315,8	302,88	321,46	338,78	334,27	Cálculo

Nota: Los resultados corresponden exclusivamente para la muestra analizada.

Atentamente:

 Biól. José Luis Moreno
 ANALISTA



Misión Institucional
 Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

Ciudadela Universitaria barrio El Olivo
 Teléfono: (06) 2 953-461 Casilla 199
 (06) 2 609-420 2 640-811 Fax: Ext:101
 E-mail: utn@utn.edu.ec
 www.utn.edu.ec

ANEXO 20.

Análisis de Dureza en el pan dulce.

Muestras: Pan

Procedencia: Ibarra

Peticionaria: Adriana Mora

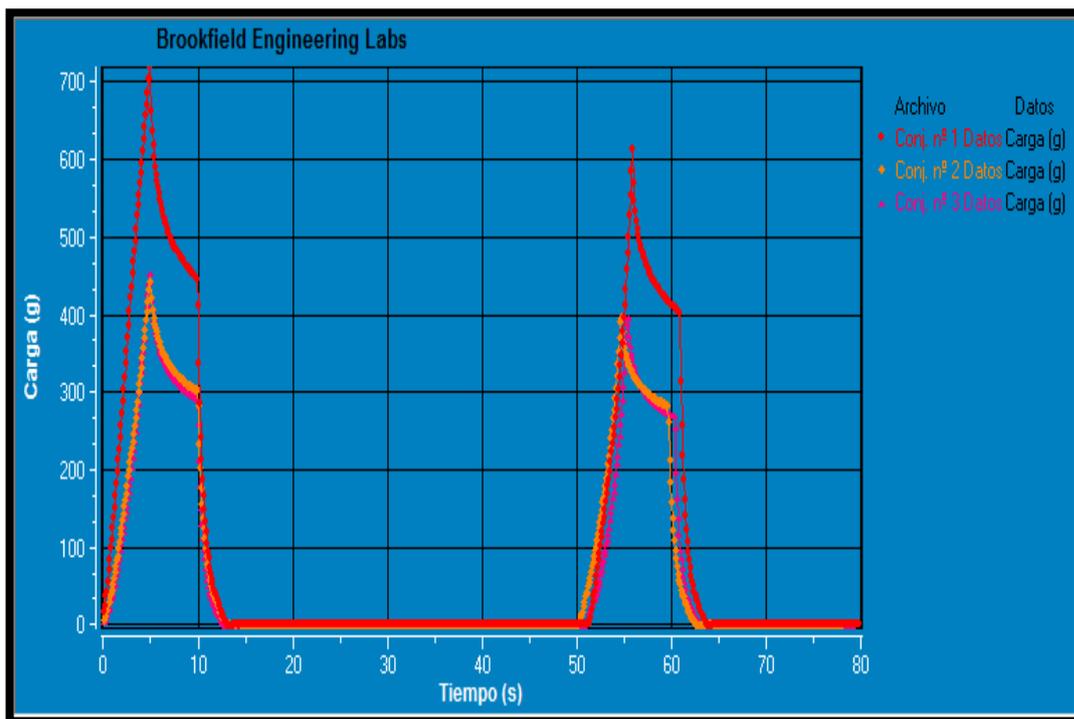
Fecha de análisis: viernes 25 de marzo/2011

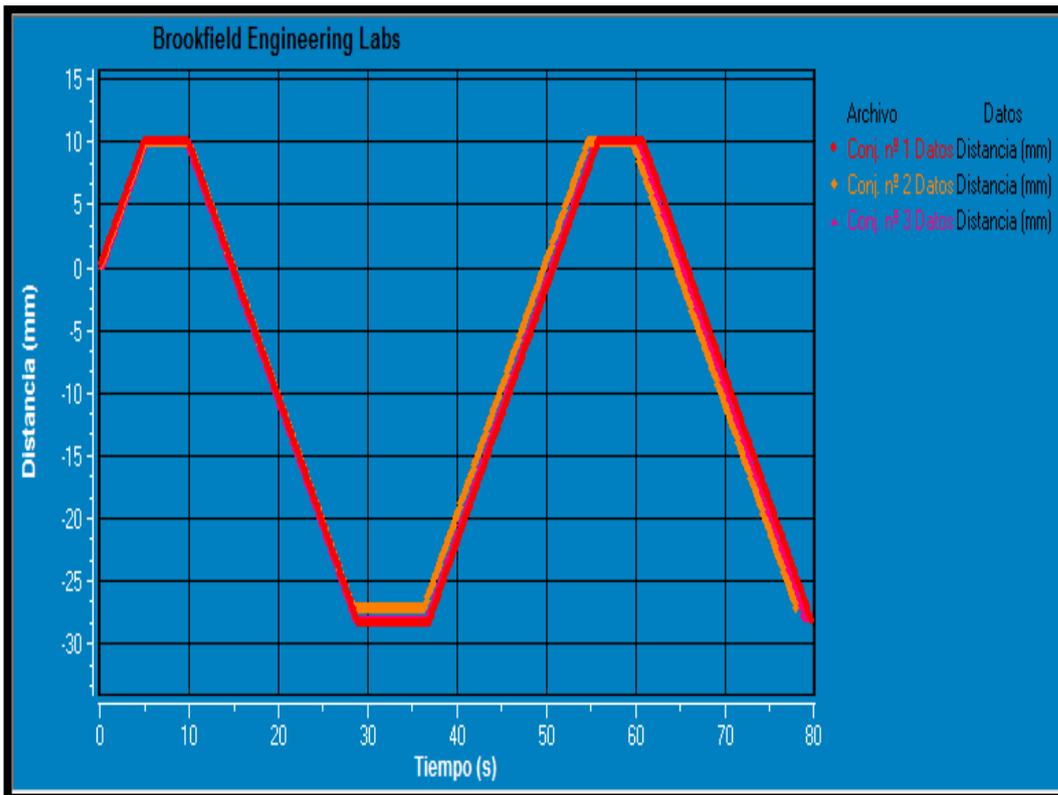
Equipo utilizado: CT3TextureAnalyzer de Brookfield

Dureza

- Definición Sensorial: Máxima fuerza requerida para comprimir un alimento entre las muelas.
- Definición Matemática: Valor máximo de carga del ciclo de compresión.
- Requerimientos del test: Tipo de Test APT o Compresión.
-

TRATAMIENTO T-14





INFORME DATOS

<u>Descripción Muestra</u>	
Nombre Producto: Pan m-T14 Adriana Mora	Notas:
Nº lote: 1	
Nº muestra: 1	
Dimensiones:	
Forma: Cilindro	
Longitud: 10,00 mm	
Anchura: 0,00 mm	
Altura: 25,00 mm	
<u>Método Test</u>	
Fecha: 25/03/2011	Hora: 11:37:06
Tipo de Test: Compresión	Tpo. Recuperación: 8 s
Objetivo: 10,0 mm	Mismo activador: Exacto
Esperar t: 5 s	Velocidad Pre test: 2 mm/s
Carga Activación: 5 g	Fr. Muestreo: 10 puntos/seg
Vel. Test: 2 mm/s	Sonda: TA4/1000
Velocidad Vuelta: 2 mm/s	Elemento: TA-BT-KI
Contador ciclos: 2	Celda Carga: 10000g
<u>Resultados</u>	
Ciclo 1 Dureza:	719 g
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	34,7 mJ
Ciclo 1 Deformación Recuperable:	6,34 mm
Cantidad de Fracturas:	0
	con 25% de sensibilidad de carga
Fracturabilidad:	719 g
	con 25% de sensibilidad de carga
Ciclo 2 Dureza:	614 g
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	21,5 mJ
Ciclo 2 Deformación Recuperable:	5,86 mm
Firmeza:	444 g
Masticabilidad:	38,7 mJ

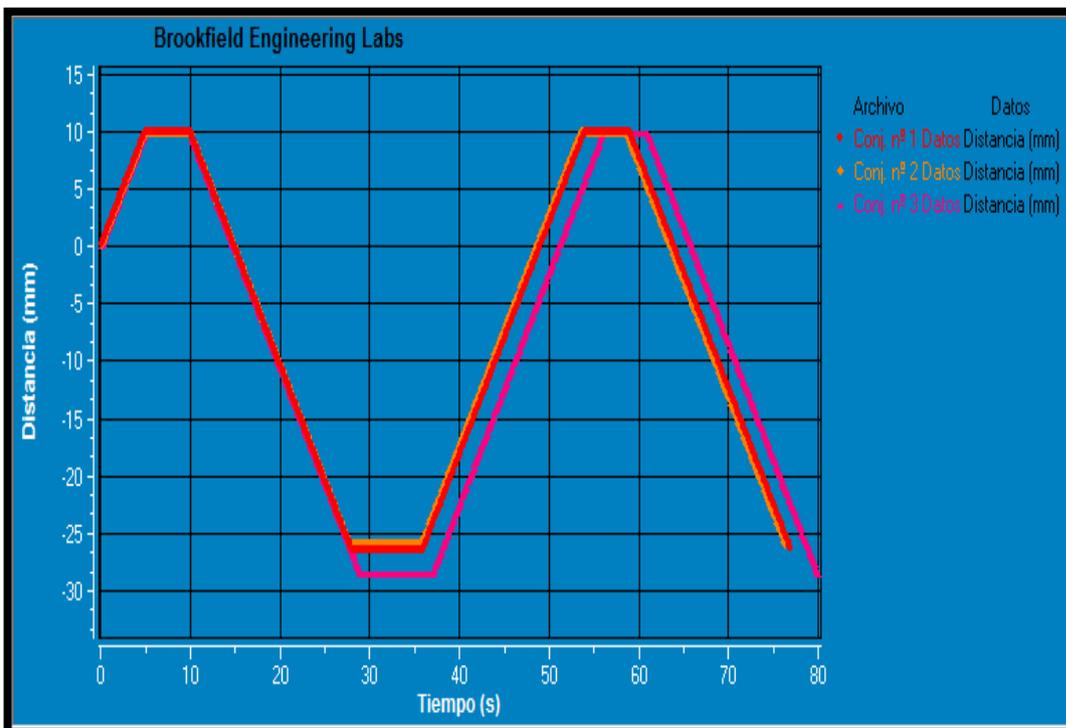
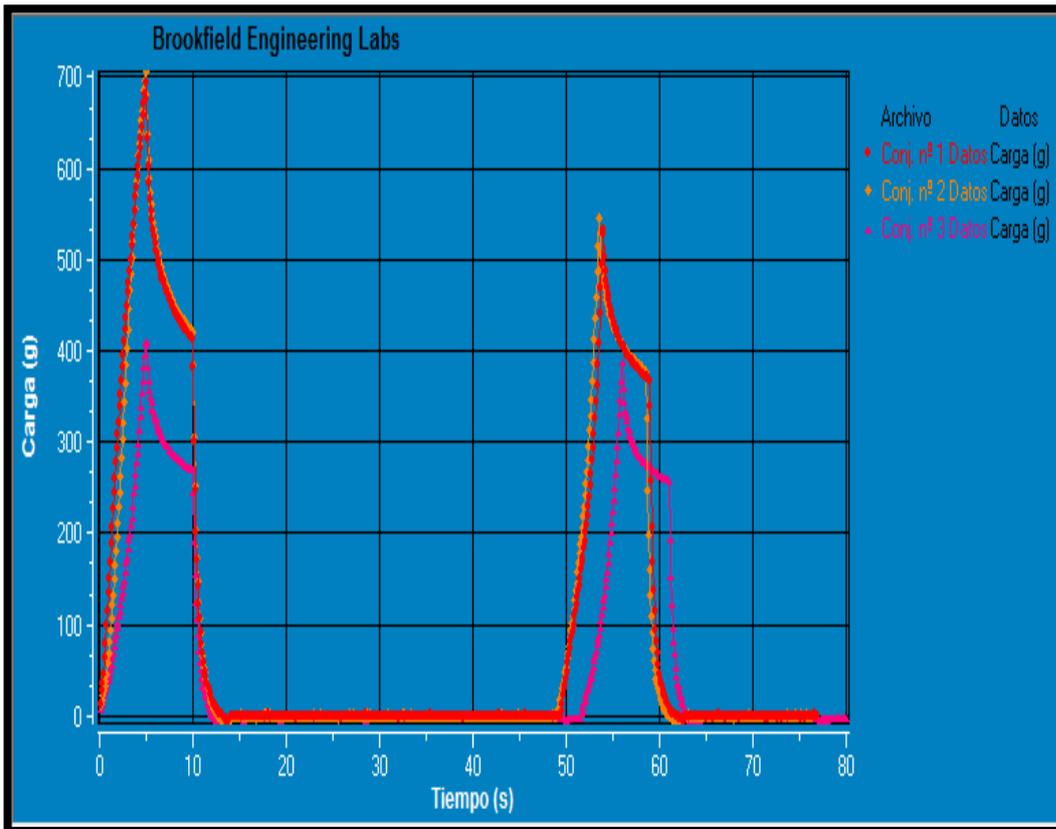
INFORME DATOS

Descripción Muestra	
Nombre Producto: Pan m-T14 Adriana Mora	Notas:
Nº lote: 1	
Nº muestra: 2	
Dimensiones:	
Forma: Cilindro	
Longitud: 10,00 mm	
Anchura: 0,00 mm	
Altura: 25,00 mm	
Método Test	
Fecha: 25/03/2011	Hora: 11:48:59
Tipo de Test: Compresión	Tpo. Recuperación: 8 s
Objetivo: 10,0 mm	Mismo activador: Exacto
Esperar t: 5 s	Velocidad Pre test: 2 mm/s
Carga Activación: 5 g	Fr. Muestreo: 10 puntos/seg
Vel. Test: 2 mm/s	Sonda: TA4/1000
Velocidad Vuelta: 2 mm/s	Elemento: TA-BT-KI
Contador ciclos: 2	Celda Carga: 10000g
Resultados	
Ciclo 1 Dureza:	444 g
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	18,9 mJ
Ciclo 1 Deformación Recuperable:	6,14 mm
Cantidad de Fracturas:	0
	con 25% de sensibilidad de carga
Fracturabilidad:	444 g
	con 25% de sensibilidad de carga
Ciclo 2 Dureza:	395 g
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	13,6 mJ
Ciclo 2 Deformación Recuperable:	5,92 mm
Firmeza:	320 g
Masticabilidad:	27,7 mJ

INFORME DATOS

<u>Descripción Muestra</u>	
Nombre Producto: Pan m-T14 Adriana Mora	Notas:
Nº lote: 1	
Nº muestra: 3	
Dimensiones:	
Forma: Cilindro	
Longitud: 10,00 mm	
Anchura: 0,00 mm	
Altura: 25,00 mm	
<u>Método Test</u>	
Fecha: 25/03/2011	Hora: 11:58:33
Tipo de Test: Compresión	Tpo. Recuperación: 8 s
Objetivo: 10,0 mm	Mismo activador: Exacto
Esperar t: 5 s	Velocidad Pretest: 2 mm/s
Carga Activación: 5 g	Fr. Muestreo: 10 puntos/seg
Vel. Test: 2 mm/s	Sonda: TA4/1000
Velocidad Vuelta: 2 mm/s	Elemento: TA-BT-KI
Contador ciclos: 2	Celda Carga: 10000g
<u>Resultados</u>	
Ciclo 1 Dureza:	456 g
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	17,9 mJ
Ciclo 1 Deformación Recuperable:	6,57 mm
Cantidad de Fracturas:	0
	con 25% de sensibilidad de carga
Fracturabilidad:	456 g
	con 25% de sensibilidad de carga
Ciclo 2 Dureza:	398 g
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	12,4 mJ
Ciclo 2 Deformación Recuperable:	6,51 mm
Firmeza:	315 g
Masticabilidad:	28,0 mJ

TRATAMIENTO T-18



INFORME DATOS

<u>Descripción Muestra</u>	
Nombre Producto: Pan T-18 Adriana Mora	Notas:
Nº lote: 1	
Nº muestra: 1	
Dimensiones:	
Forma: Cilindro	
Longitud: 10,00 mm	
Anchura: 0,00 mm	
Altura: 25,00 mm	
<u>Método Test</u>	
Fecha: 25/03/2011	Hora: 13:42:14
Tipo de Test: Compresión	Tpo. Recuperación: 8 s
Objetivo: 10,0 mm	Mismo activador: Exacto
Esperar t: 5 s	Velocidad Pretest: 2 mm/s
Carga Activación: 5 g	Fr. Muestreo: 10 puntos/seg
Vel. Test: 2 mm/s	Sonda: TA4/1000
Velocidad Vuelta: 2 mm/s	Elemento: TA-BT-KI
Contador ciclos: 2	Celda Carga: 10000g
<u>Resultados</u>	
Ciclo 1 Dureza:	693 g
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	36,7 mJ
Ciclo 1 Deformación Recuperable:	6,54 mm
Cantidad de Fracturas:	0
	con 25% de sensibilidad de carga
Fracturabilidad:	693 g
	con 25% de sensibilidad de carga
Ciclo 2 Dureza:	534 g
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	17,7 mJ
Ciclo 2 Deformación Recuperable:	5,51 mm
Fimeza:	334 g
Masticabilidad:	28,9 mJ

INFORME DATOS

<u>Descripción Muestra</u>	
Nombre Producto: Pan T-18 Adriana Mora	Notas:
Nº lote: 1	
Nº muestra: 2	
Dimensiones:	
Forma: Cilindro	
Longitud: 10,00 mm	
Anchura: 0,00 mm	
Altura: 25,00 mm	
<u>Método Test</u>	
Fecha: 25/03/2011	Hora: 13:50:51
Tipo de Test: Compresión	Tpo. Recuperación: 8 s
Objetivo: 10,0 mm	Mismo activador: Exacto
Esperar t: 5 s	Velocidad Pretest: 2 mm/s
Carga Activación: 5 g	Fr. Muestreo: 10 puntos/seg
Vel. Test: 2 mm/s	Sonda: TA4/1000
Velocidad Vuelta: 2 mm/s	Elemento: TA-BT-KI
Contador ciclos: 2	Celda Carga: 10000g
<u>Resultados</u>	
Ciclo 1 Dureza:	706 g
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	32,9 mJ
Ciclo 1 Deformación Recuperable:	5,32 mm
Cantidad de Fracturas:	0
	con 25% de sensibilidad de carga
Fracturabilidad:	706 g
	con 25% de sensibilidad de carga
Ciclo 2 Dureza:	546 g
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	17,5 mJ
Ciclo 2 Deformación Recuperable:	4,95 mm
Firmeza:	376 g
Masticabilidad:	33,1 mJ

INFORME DATOS

<u>Descripción Muestra</u>	
Nombre Producto: Pan T-18 Adriana Mora	Notas:
Nº lote: 1	
Nº muestra: 3	
Dimensiones:	
Forma: Cilindro	
Longitud: 10,00 mm	
Anchura: 0,00 mm	
Altura: 25,00 mm	
<u>Método Test</u>	
Fecha: 25/03/2011	Hora: 14:06:56
Tipo de Test: Compresión	Tpo. Recuperación: 8 s
Objetivo: 10,0 mm	Mismo activador: Exacto
Espera t: 5 s	Velocidad Pretest: 2 mm/s
Carga Activación: 5 g	Fr. Muestreo: 10 puntos/seg
Vel. Test: 2 mm/s	Sonda: TA4/1000
Velocidad Vuelta: 2 mm/s	Elemento: TA-BT-KI
Contador ciclos: 2	Celda Carga: 10000g
<u>Resultados</u>	
Ciclo 1 Dureza:	414 g
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	16,4 mJ
Ciclo 1 Deformación Recuperable:	4,72 mm
Cantidad de Fracturas:	0
	con 25% de sensibilidad de carga
Fracturabilidad:	414 g
	con 25% de sensibilidad de carga
Ciclo 2 Dureza:	391 g
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	12,1 mJ
Ciclo 2 Deformación Recuperable:	4,25 mm
Firmeza:	305 g
Masticabilidad:	25,9 mJ

ANEXO 21.

Normas INEN del pan común.

Norma Técnica Ecuatoriana	PAN COMÚN. REQUISITOS.	NTE INEN 95:1979 Primera Revisión
Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquerizo Moreno Es-29 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción	1.OBJETO	
	1.1 Esta norma establece los requisitos que debe reunir el pan común.	
	2. TERMINOLOGÍA	
	2.1 Pan común. Es el pan de miga blanca u oscura, elaborado a base de harina de trigo: blanca, semi-integral o integral, agua potable, levadura, sal, azúcar, grasa comestible (animal o vegetal) y aditivos autorizados. 2.2 Otros términos relacionados con esta norma están definidos en la NTE INEN 93.	
3. DISPOSICIONES GENERALES		
3.1 Las materias primas utilizadas en la elaboración del pan común deben sujetarse a las NTE INEN correspondientes. 3.2 El pan común debe procesarse en condiciones sanitarias adecuadas, a fin de evitar su contaminación con microorganismos patógenos o causantes de la descomposición del producto.		
4. REQUISITOS DEL PRODUCTO		
4.1 Componentes. La masa para la cocción del pan común debe prepararse con los siguientes componentes:		
a) harina de trigo: blanca, semi-integral o integral, b) agua potable, c) levadura activa, fresca o seca, d) sal comestible, e) azúcar en cantidad suficiente para ayudar al desarrollo de la levadura, f) grasa comestible (animal o vegetal), g) aditivos autorizados.		
4.2 Características organolépticas.		
4.2.1 El pan común debe presentar el sabor y olor característicos del producto fresco y bien cocido. Su sabor no debe ser amargo, ácido o con indicios de rancidez.		
4.2.2 Corteza. El pan común debe presentar una corteza de color uniforme, sin quemaduras, ni hollín u otras materias extrañas.		
4.2.3 Miga. La miga del pan común debe ser elástica, porosa, uniforme, no pegajosa ni desmenuzable.		
<i>(Continúa)</i>		

4.2.4 Tamaños. El pan común debe fabricarse en forma de panes, palanquetas o moldes, de acuerdo con las formas establecidas en la NTE INEN 94.

4.2.5 Sólidos totales. El contenido de sólidos totales, determinado de acuerdo con el método descrito en el Anexo A, no debe ser menor del 65% para el pan blanco, del 65% para el pan semi-integral y del 60% para el pan integral.

4.2.6 Acidez. La acidez determinada de acuerdo con el método descrito en el Anexo B debe estar entre 5,5 y 6,0 para los tres tipos de panes.

4.2.7 Humedad. La humedad determinada de acuerdo con el Anexo A no debe ser mayor del 35% para el pan blanco, del 35% para el pan semi-integral y del 40% para el pan integral.

4.2.8 Para efectos de comercialización, el pan debe venderse al peso, de acuerdo a la siguiente escala de números preferidos: 20g, 30g, 50g, 100g, 200g, 300g, 500g, y 1 000g.

4.2.9 Las tolerancias permitidas en el peso, de acuerdo con el numeral 4.2.8, serán del 10% para panes de hasta 50g de peso y del 5% para los demás.

5. MUESTREO

5.1 Las muestras deben extraerse dentro de las 24h después que el producto haya salido del horno.

5.2 Para la verificación del peso se tomarán muestras de diez a quince unidades, en el caso de panes de hasta 50g de peso individual, y de tres panes en los otros casos. El peso promedio se determinará en cada caso.

6. MARCADO, ROTULADO Y EMBALAJE

6.1 El pan común debe ser envasado en las panaderías en fundas individuales, que contengan un número adecuado que facilite su comercialización

6.2 Las fundas o envolturas deben ser de papel especial o plástico, resistente a la acción del producto, no deben alterar sus características organolépticas o su composición; además, proporcionarán una adecuada protección ante la contaminación externa.

6.3 Las fundas o envolturas deben marcarse con el peso, precio, número de registro sanitario, designación del producto, marca comercial registrada y otra información complementaria opcional.

(Continúa)

ANEXO A

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SÓLIDOS
TOTALES EN EL PAN**A.1 Instrumental.**

A.1.1 Estufa provista de regulador de temperatura.

A.1.2 Balanza analítica.

A.1.3 Cápsulas de porcelana.

A.1.4 Mortero.

A.2 Disposiciones generales.

A.2.1 La determinación debe realizarse dentro de las 30h, después que el pan haya salido del horno.

A.3 Preparación de la muestra.

A.3.1 Cortar, de cada uno de los panes, una sección correspondiente a su octava parte, si el pan es redondo, o a su cuarta parte, si es alargado (ver NTE INEN 94).

A.3.2 Rebanar las secciones cortadas y luego cortar cada rebanada en trozos pequeños y de forma cúbica.

A.4 Procedimiento.

A.4.1 Pesar una cantidad de muestra preparada no menor de 50g y registrar tal valor como m_1 .

A.4.2 Calentar la porción pesada en una estufa a 40°C durante un tiempo no menor de 4h, pero suficiente para que la porción se endurezca y pueda ser desmenuzada.

A.4.3 Sacar la porción de la estufa y dejar a temperatura ambiente durante 3h; pesar y registrar tal valor como m_2 .

A.4.4 Moler en un mortero el material seco, mezclarlo y transferir una cantidad de aproximadamente 5g (que se registra como m_3) a una cápsula de porcelana.

A.4.5 Calentar la cápsula con su contenido en una estufa a 130°C durante una hora, determinar su masa final y registrar tal valor como m_4 .

A.5 Cálculos.

A.5.1 El contenido de sólidos totales se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$S = \frac{m_2 - m_4}{m_1 - m_3} \times 100$$

(Continúa)

Siendo:

- S = contenido de sólidos totales en porcentaje de masa.
- m₁ = masa de la muestra usada en la determinación, en g.
- m₂ = masa de la muestra después de la desecación a 40°C, en g.
- m₃ = masa de la porción antes de la desecación a 130°C, en g.
- m₄ = masa de la porción después de la desecación a 130°C, en g.

A.5.2 El contenido de humedad se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$H = 100 - S$$

Siendo:

- H = contenido de humedad en porcentaje de masa.
- S = contenido de sólidos totales en porcentaje de masa

(Continúa)

ANEXO B

DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ

B.1 Instrumental.

B.1.1 Probeta graduada de 100 cm³.

B.1.2 Matraz Erlenmeyer de 250 cm³.

B.1.3 Vidrio de reloj.

B.1.4 Termómetro.

B.1.5 Potenciómetro.

B.2 Reactivos.

B.2.1 Agua destilada, exenta de CO₂ y calentada a 25°C.

B.3 Disposiciones generales.

B.3.1 La determinación debe efectuarse dentro de las 30h, después que el pan haya salido del horno.

B.4 Preparación de la muestra.

B.4.1 Seguir el mismo procedimiento indicado en el Anexo A.3

B.5 Procedimiento.

B.5.1 La determinación debe realizarse por duplicado y sobre la misma muestra preparada.

B.5.2 Pesar una cantidad de muestra preparada no menor de 10g, sobre un vidrio de reloj previamente pesado.

B.5.3 Transferir la muestra al matraz Erlenmeyer de 250 cm³ limpio y seco, añadir 100 m³ de agua destilada y agitar cuidadosamente, hasta que las partículas queden uniformemente en suspensión.

B.5.4 Continuar agitando ocasionalmente durante 30 min y dejar en reposo por 10 min.

B.5.5 Decantar el líquido sobrenadante a un vaso seco y determinar el pH por medio de un potenciómetro de lectura directa.

(Continúa)

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

INEN 93 *Pan. Terminología.*
INEN 94 *Pan. Clasificación por tamaño y forma.*

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Código Alimentario español. *Norma sobre el pan y panes especiales.* Actualidad Panadería de Cataluña, España, 1975.

Norma Sanitaria de Alimentos OFSANPAN IALUTZ 048-03-00. *Pan.* Oficina Sanitaria Panamericana. Washington, 1968.

Norma Venezolana NORVEN 226 P. *Pan blanco de harina de trigo.* Comisión Venezolana de Normas Industriales, COVENIN, Caracas, 1965.

A.F. Araujo. *Manual de Panificación.* Division Fleischmann de la International Standard Brands, Inc, New York U.S.A., 1964.

Norma Israelita S.I. 256. *White bread.* The Standards Institution of Israel, Tel-Aviv, 1957.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: TITULO: PAN COMÚN. REQUISITOS. Código:
 NTE INEN 95 AL: 02.08-401
 Primera Revisión

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No. 1147 de 1975-09-05 publicado en el Registro Oficial No. 891 de 1975-09-17 Fecha de iniciación del estudio:
---	--

Fechas de consulta pública: de _____ a _____

Subcomité Técnico: Pan.
 Fecha de iniciación: _____ Fecha de aprobación: 1979-02-07
 Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:	INSTITUCIÓN REPRESENTADA:
Sr. Fabián Burbano	PANIFICADORA MODERNA
Lic. Marcelo Egúez Toro	PANIFICADORA ROYAL
Ing. Miguel Rivadeneira	INIAP
Ing. Ligia de Benítez	ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
Econ. Edgar Alvarado	MICEI
Sr. Antonio Zarango	SENDIP
Sr. Wilfrido Llaguno	MAG
Sr. Ramiro Armas	INEN
Sr. Mentór Sánchez	INEN
Sr. Rafael Aguirre	INEN
Ing. Iván Navarrete	INEN
Dra. Leonor Orozco	INEN

Otros trámites:

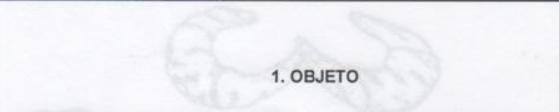
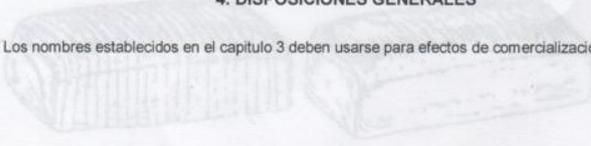
El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión 1979-07-26

Oficializada como: OBLIGATORIA Y DE EMERGENCIA Por Acuerdo Ministerial No. 1308 de 1979-12-03
 Publicada en el Registro Oficial No. 93 de 1979-12-26

USO EXCLUSIVO TATIANA RUANO

ANEXO 22.

Norma INEN Pan Clasificación por tamaño y forma

Norma Ecuatoriana	PAN CLASIFICACION POR TAMAÑO Y FORMA	INEN 94 1979-06 1a. revisión	
Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, Casilla 3959 - Baquerizo Moreno 454 - Cuito-Ecuador - Prohibida la reproducción	 1. OBJETO		
	1.1 Esta norma establece un sistema para clasificar el pan, según su tamaño y sus características morfológicas.	2. ALCANCE	
	2.1 Esta norma se aplica, de preferencia, al pan de trigo; sin embargo, podría aplicarse también a otros tipos de panes.	3. CLASIFICACIÓN	
	3.1 De acuerdo con su forma y tamaño, el pan se clasificará y designará como:	3.1.1 <i>Panes</i> . Porciones de masa horneada, cubiertas de corteza, de forma diversa y de tamaño relativamente pequeño (ver Fig. 1).	
3.1.2 <i>Palanquetas</i> . Porciones de masa horneada sin molde, cubiertas de corteza, de forma alargada y tamaño relativamente grande (ver Fig. 2).	3.1.3 <i>Moldas</i> . Porciones de masa horneada en molde, cubiertas de corteza, de forma alargada y rectangular y de tamaño relativamente grande (ver Fig. 3).		
3.1.3.1 Los moldes pueden presentarse cortados o no en rebanadas.	3.1.4 Estos tres tipos de pan pueden fabricarse en las siguientes clases: pan común, pan especial, pan semi-integral y pan integral.		
	4. DISPOSICIONES GENERALES		
4.1 Los nombres establecidos en el capítulo 3 deben usarse para efectos de comercialización.	 FIGURA 3. Moldas.		
	<i>(Continúa)</i>		

- 1 -

1979-0008

USO EXCLUSIVO TATIANA RUANO

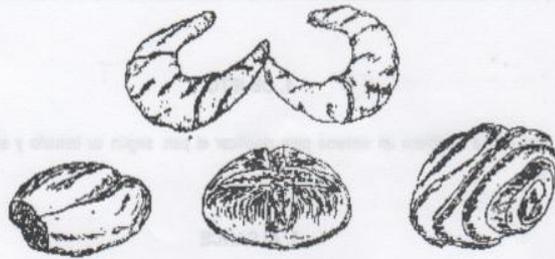


FIGURA 1. Panes.



FIGURA 2. Palanquetas.

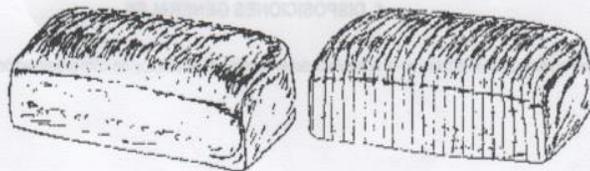


FIGURA 3. Moldes.

1 JI M P L U S Características de formas de pan

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

APENDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

Esta norma no depende de otras para su aplicación.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Estudios experimentales sobre la materia

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 94 Primera revisión	TITULO: PAN. CLASIFICACIÓN POR TAMAÑO Y FORMA.	Código: AL 02-08-102
---	--	-------------------------

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No. 1148 de 1975-09-05 publicado en el Registro Oficial No. 891 de 1975-09-17 Fecha de iniciación del estudio:
---	--

Fechas de consulta pública: de La Primera Revisión de la Norma en referencia no fue sometida a Consulta Pública por ser EMERGENTE y considerando así la Dirección General.

Subcomité Técnico: AL 02.08 .Pan	Fecha de aprobación: 1979-02-07
Fecha de iniciación:	
Integrantes del Subcomité Técnico:	

NOMBRES:

- Sr. Fabián Burbano
- Lic. Marcelo Egúez Toro
- Ing. Miguel Rivadeneira
- Ing. Ligia de Benítez
- Econ. Edgar Alvarado
- Sr. Antonio Zarango
- Sr. Wilfredo Llaguno
- Sr. Ramiro Armas
- Sr. Méntor Sánchez
- Sr. Rafael Aguirre
- Ing. Iván Navarrete
- Dra. Leonor Orozco L.

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

- PANIFICADORA MODERNA
- PANIFICADORA ROYAL
- INIAP
- ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
- MICEI
- SENDIP
- MAG
- INEN
- INEN
- INEN
- INEN
- INEN

Otros trámites: * Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue DESREGULARIZADA, pasando de OBLIGATORIA EMERGENTE a VOLUNTARIA según resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada según Acuerdo Ministerial No. 236 de 1998-05-04, publicado en el Registro Oficial No. 321 de 1998-05-20.

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 1979-07-26

Oficializada como: Obligatoria y de Emergencia Por Acuerdo Ministerial No. 1309 de 1979-12-03 Registro Oficial No. 93 de 1979-12-26

ANEXO 23.

Normas INEN Harina de trigo

Norma Ecuatoriana	HARINA DE TRIGO ENSAYO DE PANIFICACION	INEN 530 1980-12
1. OBJETO		
1.1 Esta norma establece los métodos para determinar las características de panificación de la harina de trigo.		
2. ALCANCE		
2.1 En esta norma se describen el método manual, el método de referencia y la capacidad de absorción de agua en la harina de trigo para el ensayo de panificación.		
3. TERMINOLOGIA		
3.1 Calidad del pan. Es el conjunto de condiciones que debe reunir el pan elaborado con harina de trigo panificable, como: peso, volumen, corteza, apariencia, simetría, color de la miga, textura de la miga y grano de la miga, expresado en unidades de una escala centesimal, en la que el valor 100 corresponde a la calidad óptima.		
3.2 Absorción de agua. Es la cantidad de agua necesaria, expresada en porcentaje del peso de la harina, para obtener una masa de consistencia adecuada.		
3.3 Rendimiento en pan. Es el peso del pan en gramos, correspondiente a 100 g de harina, obtenido por pesada efectuada una hora después de la salida del pan del horno.		
3.4 Volumen del pan. Es el volumen desalzado por el pan expresado en cm ³ . Se relaciona con la panificación de 100 g de harina.		
3.5 Textura de la miga. Es el grado de elasticidad o blandura y se determina enteramente con el sentido del tacto. Los dedos se oprimen ligeramente contra la superficie de un pedazo de pan cortado y se hacen deslizar sobre ella. La sensación producida por esta operación puede describirse como suave, elástica, áspera, tosca, desmenuzable, según el caso.		
3.6 Grano de la miga. La porosidad o estructura de la celdilla de gas está constituida por el tamaño, forma y distribución de ésta. Un grano deseable está compuesto por celdas pequeñas de tamaño uniforme, de forma oval y de paredes delgadas.		
3.7 Apariencia. Aspecto exterior del pan.		
3.8 Color. Característica peculiar del pan producida por la luz reflejada sobre éste y que impresiona a la vista.		

(Continúa)

- 1 -

1980-0088

USO EXCLUSIVO TATIANA RUANO

4. METODO MANUAL**4.1 Instrumental.**

- 4.1.1 *Termómetro para masas*, con escala de 15 a 40°C.
- 4.1.2 *Termómetro para el horno*, con escala de 100 a 260°C.
- 4.1.3 *Recipientes de aluminio*, para la masa en fermentación.
- 4.1.4 *Molde para panificación estañado*, de acuerdo con lo indicado en la Figura 1.
- 4.1.5 *Horno de panadería*, con temperatura de $210 \pm 5^\circ\text{C}$.
- 4.1.6 *Aparato para medición de volumen de los panes, por desplazamiento de semillas*. (Panvolumerómetro).
- 4.1.7 *Aparato para medición de altura de los panes* (puede ser simplemente una regla).
- 4.1.8 *Balanza*, sensible al 0,1 mg.
- 4.1.9 *Amasadora eléctrica con control de golpes*.
- 4.1.10 *Espátulas*.
- 4.1.11 *Probeta de 1 000 cm³*.

4.2 Reactivos.

- 4.2.1 *Harina de trigo*, 500 g.
- 4.2.2 *Levadura prensada*, 15 g.
- 4.2.3 *Sal*, 10 g.
- 4.2.4 *Azúcar*, 15 g.
- 4.2.5 *Grasa*, 10 g.
- 4.2.6 *Agua potable*.

4.3 Procedimiento.

- 4.3.1 Colocar los 500 g de harina sobre una mesa o en un amasador.
- 4.3.2 Mezclar en un recipiente adecuado la levadura y el azúcar y disolverlos en 100 cm³ de agua.

(Continúa)

4.3.3 En recipiente aparte disolver la sal en 100 cm^3 de agua.

4.3.4 Calentar separadamente la mezcla 4.3.2 y la solución salina 4.3.3 para disolver los ingredientes hasta una temperatura de $28 \pm 5^\circ\text{C}$.

4.3.5 Agregar a la harina primeramente la mezcla 4.3.2 y luego la solución 4.3.3. Añadir luego, poco a poco, el agua necesaria para alcanzar una masa de consistencia adecuada. Debe anotarse la cantidad total de agua utilizada, incluyendo las empleadas en 4.3.2 y 4.3.3; ésta será la capacidad de absorción de agua.

4.3.6 En condiciones asépticas, amasar a mano la masa formada, hasta alcanzar una masa de características satisfactorias. Esta operación no debe durar menos de seis minutos. Dos minutos antes de terminar el amasado agregar los 10 g de grasa.

4.3.7 La temperatura del agua, ingredientes y recipientes debe ser tal que la temperatura final de la masa sea de $28 \pm 5^\circ\text{C}$.

4.3.8 Redondear la masa con la mano y colocar en un recipiente, que debe estar situado en un lugar cuya temperatura sea la más cercana a 30°C y cuya humedad relativa sea la más elevada posible (63%); para obtener esta humedad puede recubrirse el recipiente con una tela húmeda y limpia. Dejar fermentar la masa durante 100 minutos.

4.3.9 Amasar nuevamente a mano por un tiempo de 2 minutos y nuevamente redondear la masa, colocar en el recipiente y dejar fermentar por un tiempo de 25 minutos más, en condiciones iguales a las anotadas en 4.3.8.

4.3.10 Remover la masa del recipiente, desgasificar nuevamente y pesar. Dividir la masa en cinco porciones del mismo peso. Cada una de estas porciones se aplana con las manos hasta formar un hojalde grueso (0,5 - 1 cm). Estas porciones de masa se enrollan a mano y se colocan en los moldes, previamente engrasados, procurando que la unión quede hacia la parte inferior. Colocar los moldes en un lugar cuyas condiciones sean similares a las indicadas en 4.3.8 y dejar fermentar durante un tiempo de 60 minutos.

4.3.11 Hornear la masa a una temperatura de $210 \pm 5^\circ\text{C}$ por un tiempo de 25 minutos. A los 5 minutos de retirado del horno, debe sacarse el pan del molde.

4.4 Cálculo.

Absorción. Es el valor obtenido según 4.5.3 y se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$A = W - (100 - p)$$

Siendo:

- A = porcentaje de absorción del agua.
- W = cm^3 del agua total añadida.
- p = masa de la harina

(Continúa)

4.4.1 **Peso.** Después de una hora de retirado el pan del horno, pesarlo.

4.4.2 **Volumen.** Para determinar el volumen del pan debe usarse el aparato Panvolumenómetro; si no se dispone de éste, debe enrasarse con semillas (de nabo u otras semillas en tamaño y forma iguales) un recipiente adecuado, por ejemplo un balde pequeño. Enseguida se retira gran parte de estas semillas, se coloca dentro del recipiente el pan cuyo volumen debe determinarse y se recubre con las semillas, hasta volver a llenar por completo el recipiente. Se mide el volumen de las semillas desplazadas o no utilizadas por medio de una probeta, siendo éste el volumen del pan.

4.4.2.1 Deben promediarse los volúmenes de los cinco panes obtenidos en cada ensayo de panificación. Si la máxima diferencia de volúmenes de dos panes excede de 100 cm^3 , debe realizarse un segundo ensayo.

4.5 **Características externas e internas.** Antes de las 24 horas de haberse obtenido el pan y por medio de puntaje se determinan las características del pan, al que se le asigna los valores indicados a continuación:

4.5.1 **Color de la corteza.**

Dorado	15 puntos
Pálido	10 puntos
Muy pálido	5 puntos
Oscuro	0 puntos

4.5.2 **Apariencia y simetría.**

Muy bueno	15 puntos
Bueno	10 puntos
Regular	5 puntos
Malo	0 puntos

4.5.3 **Sabor.**

Muy agradable	10 puntos
Agradable	5 puntos
Desagradable	0 puntos

4.5.4 **Color de la miga.**

Blanco	10 puntos
Crema	5 puntos
Gris	0 puntos

4.5.5 **Textura de la miga.**

Muy buena	30 puntos
Buena	20 puntos
Regular	10 puntos
Mala	0 puntos

(Continúa)
1980-0088

4.5.6 *Grano de la miga*. De acuerdo con el tamaño, forma y distribución de los poros o estructuras de las celdillas de gas, será:

Bueno	20 puntos
Regular	10 puntos
Malo	0 puntos

4.5.7 Un pan ideal reúne un puntaje máximo de 100 puntos.

4.5.8 Debe promediarse los valores de calificación de los cinco panes obtenidos en cada ensayo. Las calificaciones promedio de dos ensayos no deberán diferir en más de 1 punto.

4.5.9 El puntaje de aceptación debe alcanzar un mínimo de 50 puntos.

5. METODO DE REFERENCIA

5.1 Instrumental.

5.1.1 *Farinógrafo de Brabender*.

5.1.2 *Mezclador planetario*.

5.1.3 *Termómetro para masas*, con escala de 15 a 40°C.

5.1.4 *Termómetro para el horno*, con escala de 100 a 260°C.

5.1.5 *Recipientes de aluminio* para las masas en fermentación.

5.1.6 *Cámaras de fermentación y de reposo*, capaces de mantener una temperatura de $30 \pm 0,5^\circ\text{C}$ y una humedad relativa superior a 75%.

5.1.7 *Boleador*.

5.1.8 *Moldeador mono universal* o su equivalente.

5.1.9 *Moldes para panificación*, con las dimensiones siguientes: base de 6 cm por 12,5 cm; parte superior 7,5 cm por 14 cm y una altura aproximada de 6 cm.

5.1.10 *Horno rotatorio de laboratorio*, capaz de mantener una temperatura de $210 \pm 5^\circ\text{C}$.

5.1.11 *Medidor del volumen de los panes*, por desplazamiento de semillas, (panvolumenómetro).

5.1.12 *Vitrina para almacenar panes*, una vez pesados y medidos.

5.1.13 *Cucharones, espátulas, buretas, vasos de precipitación*.

(Continúa)

5.1.14 Balanza, sensible al 0,1 g.

5.2 Reactivos.

5.2.1 *Levadura*. Disolver 12 g de levadura en agua corriente y completar a 100 cm³. Esta solución debe prepararse antes de utilizarla.

5.2.2 *Grasa* 2 g.

5.2.3 *Harina de trigo* en sustancia seca (ver Tabla 1).

5.2.4 *Solución de azúcar y sal*. Disolver 12 g de azúcar y 8 g de sal en agua y completar a 100 cm³.

5.2.5 *Agua*.

5.3 Procedimiento.

5.3.1 La harina de trigo se panifica dos veces en días diferentes, siguiendo el procedimiento siguiente:

5.3.1.1 Pesar 43 g de harina seca (ver Tabla 1), 1,5 g de levadura, 1 g de sal, 1 g de manteca y colocar en la mezcladora del Farinógrafo de Brabender. Añadir agua hasta obtener una consistencia de 430 unidades de Brabender. Leer directamente el porcentaje de absorción en la bureta del Farinógrafo.

5.3.1.2 La temperatura de las soluciones con los ingredientes de la harina y los recipientes deben ser tales que la temperatura final de la masa sea de 28°C.

5.3.2 Por otra parte, colocar en el mezclador una cantidad de harina correspondiente a 86 g en sustancia seca (ver Tabla 1), agregar 25 cm³ de la suspensión de levadura (ver 5.2.1), 25 cm³ de la solución de azúcar-sal y agua de acuerdo a lo determinado en 5.3.1.1. Mezclar a velocidad baja durante 10 minutos. Un minuto y medio antes de terminar la mezcla, agregar 2 g de manteca.

5.3.3 Remover la masa del recipiente del mezclador y colocar en el boleador. Retirar la masa una vez que el plato del boleador haya completado 20 revoluciones y colocar en el recipiente de fermentación y éste en la cámara de fermentación. Dejar fermentar por 100 minutos a una temperatura de 30 ± 0,5°C y una humedad relativa superior a 75%. Volver a mezclar a velocidad intermedia durante un minuto. Dejar fermentar por otros 25 minutos en las mismas condiciones.

5.3.4 Pasar la masa por el moldeador, usado como cilindrados, dos veces: la primera con una abertura de 0,793 cm y la segunda con una de 0,476 cm. Dividir la masa en porciones correspondientes a 86 g de harina en sustancia seca. Pasar por el moldeador, que debe graduarse de acuerdo con la cantidad de masa que se va a moldear, y colocar en el molde con la unión hacia abajo. Colocar el molde en la cámara de reposo a 30 ± 0,5°C y una humedad relativa superior a 75%.

5.3.5 Dejar fermentar la masa en el molde durante una hora.

(Continúa)

5.3.6 Hornear la masa durante 25 minutos a una temperatura de $210 \pm 5^\circ\text{C}$. Antes de cada horneado de ensayo, se debe hornear una serie de panes (no de ensayo), para uniformar las condiciones del horno. A los 5 minutos de retiro del horno, sacar el pan del molde.

5.4 Cálculos.

5.4.1 *Absorción*. La absorción es el valor obtenido directo en 5.3.1.1.

5.4.2 *Peso y volumen*. Después de una hora de retirado el pan del horno, se pesa y se determina el volumen como se anota en 4.4.2.

5.4.3 Deben promediarse los resultados de los ensayos de panificación. Si los volúmenes de los dos ensayos difieren en más de 100 cm^3 , debe realizarse un tercer ensayo.

5.4.4 *Características externas e internas*. Serán determinadas de acuerdo al numeral 4.5 de esta norma.

6. ERRORES DE METODO

6.1 Para el método manual. La diferencia entre los resultados de la calificación efectuada en 5 panes no debe diferir en más de 10 puntos.

6.2 Para el método de referencia. Si la diferencia entre los resultados de la calificación efectuada por duplicado en los ensayos de volúmenes difiere en más de 100 cm^3 , debe realizarse otra determinación.

7. INFORME DE RESULTADOS

7.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los ensayos obtenidos en la determinación.

7.2 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.

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

(Continúa)

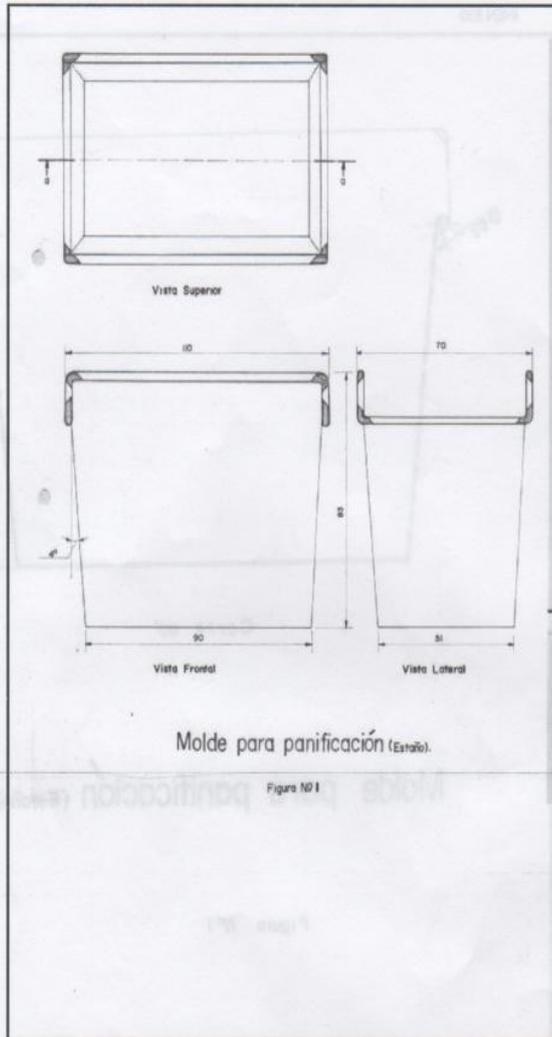
TABLA 1

Cifras Decimales	Porcentaje de Humedad							
	10	11	12	13	14	15	16	17
0,00	95,56	93,63	97,73	98,85	100,00	101,18	102,38	103,62
0,05	95,61	96,69	97,79	98,91	100,06	101,24	102,44	103,68
0,10	95,66	96,74	97,84	98,97	100,12	101,30	102,51	103,74
0,15	95,72	96,79	97,90	99,02	100,18	101,36	102,57	103,80
0,20	95,77	96,85	97,95	99,08	100,24	101,42	102,63	103,87
0,25	95,82	96,90	98,01	99,14	100,29	101,48	102,69	103,93
0,30	95,88	96,06	98,06	99,20	100,35	101,54	102,75	103,99
0,35	95,93	97,01	98,12	99,25	100,41	101,60	102,81	104,06
0,40	95,98	97,07	98,18	99,31	100,47	101,66	102,87	104,12
0,45	95,04	97,12	98,23	99,37	100,53	101,72	102,93	104,18
0,50	95,09	97,16	98,29	99,42	100,59	101,78	103,00	104,24
0,55	95,15	97,23	98,34	99,48	100,65	101,84	103,06	104,31
0,60	96,20	97,29	98,40	99,54	100,71	101,90	103,12	104,37
0,65	96,25	97,34	98,46	99,50	100,76	101,96	103,18	104,43
0,70	96,31	97,40	98,51	99,65	100,82	102,02	103,24	104,50
0,75	96,36	97,45	98,57	99,71	100,88	102,08	103,31	104,55
0,80	96,42	97,51	98,63	99,77	100,94	102,14	103,37	104,63
0,85	96,47	97,56	98,68	99,83	101,00	102,20	103,43	104,69
0,90	96,52	97,62	98,74	99,89	101,06	102,26	103,49	104,75
0,95	96,58	97,67	98,80	99,94	101,12	102,32	103,55	104,82

EJEMPLO: Para harina con un contenido de humedad de 12,40%, se toman 98,18 g de harina

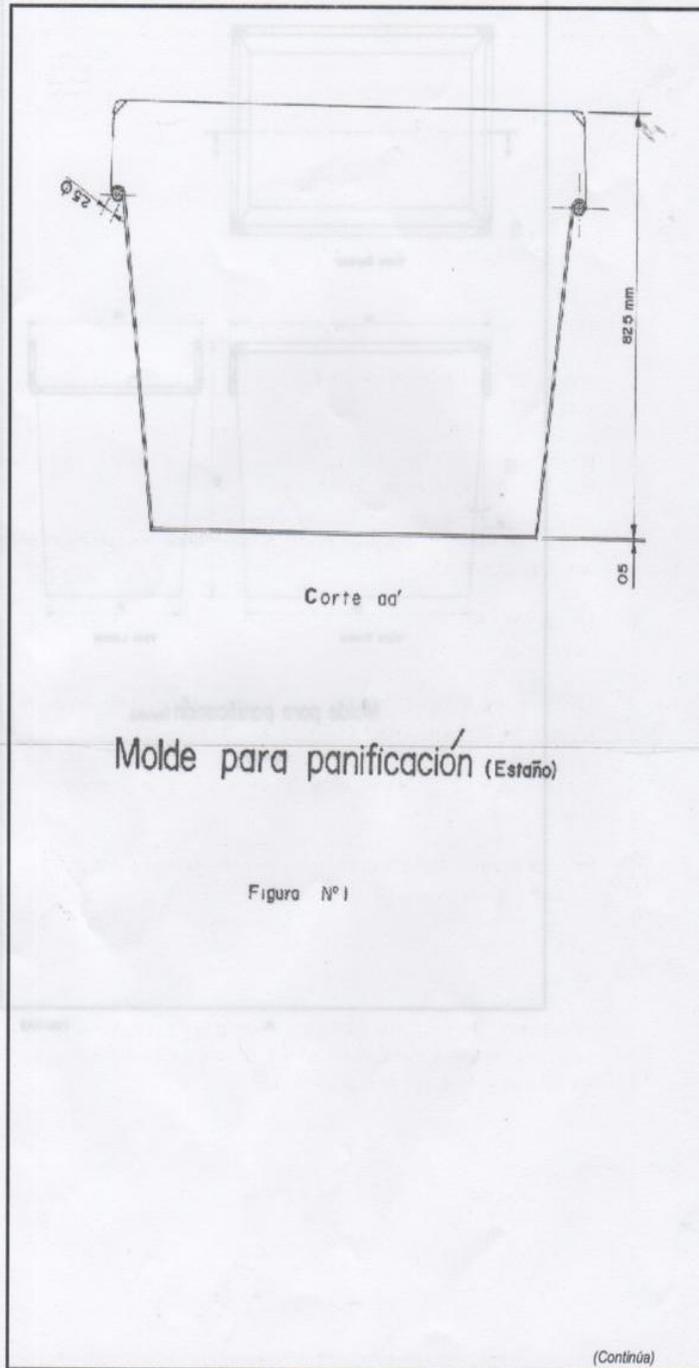
Se pueden utilizar múltiplos de las cantidades indicadas en 5.3.2.

(Continúa)



Molde para panificación (Extraño).

Figura Nº 1



Molde para panificación (Estañó)

Figura N°1

(Continúa)

APENDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

Esta Norma no requiere de otras para su aplicación.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Seminario de Panificación. Universidad Técnica del Estado. *Escuela Tecnológica Great Plains Wheat*. Santiago, 1977.

Escuela Politécnica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. *Utilización de la harina de papa en panificación. Pruebas de panificación*. Boletín Técnico No. 7, 1974.

Escuela Politécnica Nacional. *Ensayos farinológicos y de panificación con harinas compuestas*. Boletín Técnico No. 5. Quito, 1973.

Norma Colombiana ICONTEC 310. *Ensayo de panificación de la harina de trigo. Método de referencia*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá, 1969.

Norma Venezolana NORVEN 218 P. *Harina de trigo, Métodos de análisis. Volumen y prueba experimental de panificación*. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, 1965.

Norma Colombiana ICONTEC 291. *Ensayo de panificación de la harina de trigo. Método manual*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá, 1969.

Norma Chilena INDITECNOR 23-23 d. *Calidad de la Harina Panadera de trigo*. Instituto Nacional de Investigaciones Tecnológicas y Normalización. Chile, 1965.

Winton A. L. y Winton K.B. *Análisis de alimentos*. Reverté 2da., edición, pp 556. Barcelona, Buenos Aires, 1958.

AACC. Method 10-10 Pag. 1 de 7. *Baking quality of wheat broad flour straight-dough method*. American Association of cereal chemists aproved methods. Published by American Association of Cereal Chemist Inc. 1821 University Avenue St. Paul, Minesota. 55104 U.S.A.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: **TÍTULO: HARINAS DE TRIGO. ENSAYO DE PANIFICACION** Código: **AL 02.02-314**
 NTE INEN 530

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización por Acuerdo No. de publicado en el Registro Oficial No. de Fecha de iniciación del estudio:
--	--

Fechas de consulta pública: de 1978-04-25 a 1978-06-09

Subcomité Técnico: **AL 02.02, HARINAS DE ORIGEN VEGETAL**

Fecha de iniciación: Fecha de aprobación: 1979-06-20
 Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:	INSTITUCIÓN REPRESENTADA:
Sr. Patricio Hidalgo	MOLINEROS DE LA SIERRA
Sr. Godifrey Berry	INDUSTRIAL MOLINERA C.A.
Sr. Gustavo Negrete	INDUSTRIAL MOLINERA C.A.
Dra. Marlene de San Lucas	INDUSTRIAL MOLINERA C.A.
Sr. Pedro Novillo	MICEI
Ing. Edgar Alvarado	MICEI
Ing. Poema Jiménez	MICEI (Guayaquil)
Sr. Rafael Clavijo	CENDES
Ing. César Cáceres	MAG
Sr. Wilfrido Llaguno	MAG (Guayaquil)
Ing. Jaime Gallegos	MAG
Ing. Peter Alter	FAO
Dr. Luis Vallejo	INSTITUTO NAC. DE NUTRICION
Ing. Washington Moreno	INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLOGICAS (Guayaquil)
Srta. Lourdes Chamarro	ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
Sr. José Bueno	MOLINOS POUTIER
Dra. Iclea de Rodríguez	INSTITUTO IZQUIETA PEREZ
Sr. Rafael Aguirre	INEN
Ing. Iván Navarrete	INEN
Lic. María Eugenia de Mora	INEN
Dra. Leonor Orozco	INEN

Otros trámites: * Esta norma sin ningún cambio fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA a VOLUNTARIA**, según Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 235 de 1998-05-04 publicado en el Registro Oficial No. 321 del 1998-05-20

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 1980-12-11

Oficializada como: Obligatoria Por Acuerdo Ministerial No. 220 del 1981-03-04
 Registro Oficial No. 418 del 1981-04-13

USO EXCLUSIVO TATIANA RUANO

Ficha técnica del harina de trigo.

FROM : MOLINOS POULTIER Q10.

FORM NO : 1593-22478368

Nov. 23 2011 04:39PM P1

FICHA DE HARINA POULTIER

FICHA TÉCNICA

Fabricante: MOLINOS POULTIER
 Origen: Latacunga- Ecuador
 Producto: Harina de Trigo
 Registro Sanitario: 14548-INHG-A-1N-05-06
 Tipo de Alimento: Harina de Trigo Fortificada según NT INEN 616
 Tipo de Envase: Saco de Polipropileno
 Contenido Neto: 50 kg
 Composición: Harina de Trigo, Vitaminas y Mejoradores (Sin Bromato)
 Caducidad: 6 meses
 Conservación: Lugar Fresco y Seco
 Fecha de Producción: Impreso en la parte posterior del saco
 Lote: 26091146956

CARACTERÍSTICA FÍSICA

ASPECTO: Polvo blanca amarillenta
 SABOR: Característico a harina de trigo
 OLOR: Agradable, sin rancidez o dulzor.
 INSECTOS VIVOS: Ausencia de huevos, larvas, insectos adultos.

Aspecto Físico - Químico	Parámetro
Humedad (%)	13,85
Ceniza (%)	0,65
Glúten (%)	35,1
Fallig number (seg)	392
Bromato (%)	0
Proteína (%)	13,83
Absorción (%)	64,0
Ac. Ascórbico	positivo
Enzimas	positivo
Microorganismos	positivo
Tamiz (micras)	% Promedio
200	0,00
150	14,00
Fondo	86,00

Ing. Elizabeth Heredia
 Encargada Control de Calidad



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

ARTÍCULO CIENTÍFICO

**“INCIDENCIA DE LA MASA DE OCA (*Oxalis tuberosa*) COMO SUSTITUTO
PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO (*Triticum spp*) PARA LA
ELABORACIÓN DE PAN DULCE.”**

Autoras: Adriana Maricela Mora Getial
Tatiana Mercedes Ruano Enríquez

Director: Ing. Ángel Satama.

Asesores: Dra. Lucía Toromoreno
Ing. Milton Núñez
Ing. Marcelo Vacas

Lugar de Investigación: Laboratorio de Panificación – Unidades
Eduproductivas (sector camal, cantón Ibarra)

Beneficiarios: UTN, Investigadoras

Ibarra-Ecuador

2012

DATOS INFORMATIVOS



APELLIDOS: Mora Getial

NOMBRES: Adriana Maricela

C. CIUDADANIA: 040134308- 2

TELÉFONO CONVENCIONAL: 062234 026

TELEFONO CELULAR: 092151635

Correo electrónico: muvis_18@hotmail.com

DIRECCIÓN: Provincia de Imbabura, ciudad de Ibarra, parroquia El Sagrario,

Barrio el Olivo, Av. 17 de julio.

Año: 08 de Mayo del 2012

DATOS INFORMATIVOS



APELLIDOS: Ruano Enríquez

NOMBRES: Tatiana Mercedes

C. CIUDADANIA: 040158840- 5

TELÉFONO CONVENCIONAL: 062 954 129

TELEFONO CELULAR: 080883954

Correo electrónico: tatys0404@hotmail.es

DIRECCIÓN: Provincia de Imbabura, Ciudad de Ibarra, Parroquia San

Francisco, Barrio Don Bosco, Avda. Pérez Guerrero 6-39 y Bolívar.

Año: 08 de Mayo del 2012

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN
Fecha:

MORA GETIAL ADRIANA MARICELA, RUANOENRÍQUEZ TATIANA MERCEDES.
“INCIDENCIA DE LA MASA DE OCA (*Oxalis tuberosa*) COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO (*Triticum spp*) PARA LA ELABORACIÓN DE PAN DULCE” / TRABAJO DE GRADO. Ingenieras Agroindustriales. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agroindustrial Ibarra. EC. Mayo 2012. 134p. 24 anexos.

DIRECTOR: Ing. Ángel Satama

El objetivo principal de la presente investigación fue, evaluar la incidencia de la masa de oca *Oxalis tuberosa* como sustituto parcial de la harina de trigo *Triticum spp* en la elaboración de pan dulce. Entre los objetivos específicos se obtuvo la masa de oca (*Oxalis tuberosa*) en tres estados de madurez, además se elaboró pan dulce a partir de diferentes niveles de masa de oca en tres estados de madurez. Se evaluó las características fisicoquímicas en el producto terminado y el testigo. También se analizó las características organolépticas y la calidad microbiológica.

Fecha: 11 de Abril del 2012

Ing. Ángel Satama.
Director de Tesis

Adriana Maricela Mora Getial
Autora

Tatiana Mercedes Ruano Enríquez
Autora

ARTÍCULO CIENTÍFICO

“INCIDENCIA DE LA MASA DE OCA (*Oxalis tuberosa*) COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO (*Triticum spp*) PARA LA ELABORACIÓN DE PAN DULCE”

Autoras:

Adriana Maricela Mora muvis_18@hotmail.com
Tatiana Mercedes Ruano tatys0404@hotmail.es

Coautor:

Ing. Ángel Satama

RESÚMEN

La presente investigación se realizó en la Provincia de Imbabura, Ciudad Ibarra, en las Unidades Eduproductivas de la FICAYA en el área de panificación; los respectivos análisis de laboratorio se efectuaron en el Laboratorio de uso múltiple de la facultad de ingeniería en ciencias agropecuarias y ambientales, en la Universidad Técnica del Norte y en la Facultad de Alimentos, en la Universidad Técnica de Ambato.

El objetivo principal fue “Evaluar la incidencia de lamasa de oca (*Oxalis tuberosa*) como sustituto parcial de la harina de trigo (*Triticum spp*) para la elaboración de pan dulce”. Con el fin de obtener un producto de buena calidad, utilizando materia prima de la región, la cual no es aprovechada en su máximo potencial. Entre los objetivos específicos se estableció evaluar las características fisicoquímicas al pan dulce, evaluar características organolépticas al pan dulce y realizar un análisis económico a fin de establecer el costo de producción que conlleva la elaboración del pan dulce.

Este estudio se realizó con el propósito de obtener unpan dulce con características nutritivas que beneficien la alimentación con un aporte importante de proteína, para la elaboración de este pan se utilizó como materias primas harina de trigo y masa de oca.

Para evaluar los datos obtenidos se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial A x B x C + 1, con 3 repeticiones, 18 tratamientos y un testigo, 57 unidades experimentales, la característica de cada unidad fue de 22 panes cada uno con un peso de 48 gramos. Se evaluó mediante un análisis de varianza y prueba de Tukey al 5% para cada una de las variables planteadas.

Para la elaboración del pan dulce se trabajó en el siguiente orden, se adquirió las materias primas, se realizó el control de calidad de las mismas, se sometieron al proceso de elaboración, iniciando por la dosificación, mezclado durante 5 minutos para obtener una masa consistente, amasado por 15 y 25 minutos a una temperatura de 26 a 30°C, se deja reposar la masa durante 30 minutos cubierta con una funda plástica para que ocurra la fermentación inicial, luego se moldea, se deja en reposo para que la masa se esponje nuevamente, es decir se de la fermentación final y se procede al horneado, enfriamiento, almacenamiento todo de acuerdo a los tratamientos propuestos.

Las variables cuantitativas sobre las que se realizó el análisis estadístico fueron: Temperatura de fermentación, Volumen del pan, Dureza y Peso final del pan.

Se realizó el análisis sensorial y se definió a los 3 mejores tratamientos T3 (A1B2C1), T10 (A2B2C2) y T12 (A2B3C2).

PALABRAS CLAVES:

Trigo, oca, masa de oca, tubérculo andino, gluten, pan dulce.

SUMMARY

This research was conducted in the province of Imbabura, Ibarra City, in Units of the FICAYA Eduproductivas in the baking area, the respective laboratory tests were performed at the Laboratory of multiple use of the faculty of engineering in environmental and agricultural sciences, at the Technical University of Northern and Faculty of Food, Technical University of Ambato.

The main objective was to "assess the impact of the mass of oca (*Oxalis tuberosa*) as a partial substitute for wheat flour (*Triticum spp*) for the development of sweet bread." In order to obtain a good quality product, using raw material of the region, this is not utilized to their fullest potential. Specific objectives are established to evaluate the physicochemical characteristics pastries, bread organoleptic evaluation sweet and economic analysis to establish the production costs involved in the development of sweet bread. This study was conducted in order to get sweet bread with nutritional characteristics that benefit the food with a protein important contribution to the development of this bread was used as raw materials and wheat flour dough goose.

To evaluate the data we used a completely randomized design (CRD) with factorial $A \times B \times C + 1$, with 3 replications, 18 treatments and a control, 57 experimental units, the characteristic of each unit was 22 loaves each one with a weight of 48 grams. Was evaluated by analysis of variance and Tukey test at 5% for each of the variables proposed.

For the preparation of fresh bread is served in the following order, purchased raw materials, we performed quality control of them, were subjected to the process, starting with the dosage, mixed for 5 minutes to obtain a consistent mass, kneaded for 15 and 25 minutes at a temperature of 26 to 30 °C, allowed to rest the dough for 30 minutes covered with as heat talk to occur the initial fermentation, then molded, is allowed to stands o that the dough is fluffy again is the final fermentation and proceed to baking, cooling, storing everything according to the proposed treatments. Quantitative variables on which they performed the statistical analysis were: temperature of fermentation, bread volume, hardness and weight end of the bread. We sensory analysis and defined the 3 best treatments T3 (A1B2C1), T10 (A2B2C2) and T12 (A2B3C2)

KEY WORDS:

Wheat, goose, mass goose, Andean tuber, gluten, sweat bread.

INTRODUCCIÓN

Según el MAGAP se estima que los 13`000.000 de ecuatorianos consumimos 27 Kg de trigo y formas de derivados al año, esto hace que se demande aproximadamente 350 000 toneladas métricas de trigo importado por año. El destino que se da a la producción de trigo nacional e importado es para la producción de harina, de la cual el 77% está destinado para panificación, el 18 % para la fabricación de fideos y el 5% se destina para galletería.

El pan blanco es uno de los principales alimentos de la dieta diaria en nuestro país, su consumo en la actualidad se ve afectado principalmente por el alto y variable costo de la materia prima como es la harina de trigo, lo cual nos conduce a investigar sobre nuevas alternativas de elaboración, con la finalidad de sustituir parcialmente la harina de trigo con productos autóctonos del Ecuador.

En nuestro país se encuentra un sinnúmero de productos que pueden sustituir parcialmente a la harina de trigo, en la elaboración de pan dulce como son: harina de maíz, avena, cebada o masa de papa, yuca, camote, oca, entre otros, que no tienen las mismas características leudantes que la harina de trigo; pero en diferentes niveles sirven para sustituirla parcialmente en la elaboración de pan dulce, obteniendo un producto con similares y a veces hasta mejores características que el pan dulce tradicional.

La oca (*Oxalis tuberosa*) es un tubérculo andino del género oxalis. Su sabor es dulce y su consistencia harinosa, requiere procesamiento previo para su consumo; es decir que después de ser cosechada se la deja madurar en el sol para que adquiera un sabor dulce; transformándose los almidones en azúcares, de ahí que también se puede utilizar el azúcar natural de éste para elaborar productos dulces sin la necesidad de añadir ningún tipo de edulcorante.

El pan dulce elaborado con la mezcla de harina de trigo y masa de oca reúne ciertas características que facilitan su consumo para quien gusta de él, ya que el pan es uno de los productos más consumidos por la población ecuatoriana; logrando así un alto beneficio para el consumidor final, ya que este producto tiene similares características fisicoquímicas y organolépticas al pan dulce tradicional. El proyecto se desarrolló en la ciudad de Ibarra, en el Laboratorio de Panificación de las Unidades Eduproductivas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación inició el 23 de enero del 2011 y finalizó el 01 de abril del 2012, se realizó en la ciudad de Ibarra en el Laboratorio de panificación de las Unidades Eduproductivas. Se utilizó como materia prima: harina de trigo, masa de oca. Insumos: Sal, Levadura, Grasa (Margarina y Manteca) y Huevos. Como equipos: Amasadora, balanza analítica y digital, cocina, horno; y como materiales: Cucharas, Fundas plásticas, Raspador de masa, Recipientes plásticos, espátulas de madera, mesa para moldeo, probeta, canastillas de plástico.

Los factores en estudio fueron: FACTOR A → Porcentaje de masa de oca con tres niveles A1: 40% masa de oca, A2: 45 % masa de oca, A3: 50% masa de oca; FACTOR B → Estado de madurez pos cosecha de la oca con tres niveles B1: 14 días de cosechada, B2: 21 días de cosechada, B3: 28 días de cosechada; FACTOR C → Tiempos de amasado con dos niveles C1: 15 minutos, C2: 25 minutos.

Se empleó un diseño completamente al azar con arreglo factorial $A \times B \times C + 1$. La unidad experimental fue de 22 panes, cada uno con un peso aproximado de 48 g. Se realizó 3 repeticiones y 57 unidades experimentales. Se realizó la prueba de TUKEY al 5% para tratamientos, DMS (Diferencia Mínima Significativa) para el factor A, factor B y factor C. FRIEDMAN para pruebas no paramétricas (análisis organoléptico). Las variables cuantitativas estudiadas fueron: en la materia prima % Azúcares reductores, % Azúcares totales, % de almidón y Humedad. En la masa: Temperatura final de la masa, Temperatura de fermentación y humedad. En el producto terminado: peso, volumen, rendimiento y características fisicoquímicas. A los tres mejores tratamientos y el testigo se realizó el Análisis microbiológico y las cualitativas color, olor, sabor, migaja y textura.

RESULTADOS

De los resultados estadísticos se determinó que en la variable temperatura de fermentación existió significación estadística siendo el mejor tratamiento T16 (50% masa de oca, 21 días de cosechada, 25 minutos de amasado). Para la variable volumen del producto terminado el T6 (40% masa de oca, 28 días de cosechada, 25 minutos) es el que tiene mayor valor de 232,33 ml. Para la variable peso final del pan el mejor tratamiento T6 (40% masa de oca, 28 días de cosechada, 25 minutos), con un valor de 53 g. Se obtuvieron los mejores tratamientos: T3 (40% masa de oca, 21 días de cosechada, 15 minutos de amasado), T10 (45% masa de oca,

21 días de cosechada, 25 minutos) y T12 (45% masa de oca, 28 días de cosechada, 25 minutos) por medio de análisis sensorial.

CONCLUSIONES:

Después de haber realizado la investigación acerca de la elaboración de galletas de trigo enriquecidas con harina de amaranto llegamos a las siguientes conclusiones.

- Para la obtención de la masa de oca en los tres estados de madurez que corresponden a los 14, 21 y 28 días se procedió a exponer las ocas a los rayos solares cuyo valor promedio de radiación fue de 149,86 watts/m² (datos obtenidos desde el 16 de febrero al 16 de marzo del 2011), dando como resultado que a mayor tiempo de exposición solar el contenido de azúcares totales aumenta de 7,27% a 11,25%, proporcionándonos un tubérculo más dulce.
- Al evaluar la temperatura de fermentación a los 0, 30 y 60 min se determinó que el mejor tratamiento fue el T16 (50% masa de oca, 21 días estado de madurez pos cosecha de la oca, 25 min de amasado) debido a que este tratamiento presenta la mayor temperatura que es de 34,77 °C, logrando una masa más esponjosa, elástica y suave.
- Con respecto al volumen y peso final del producto el mejor tratamiento fue el T6 (40% masa de oca 28 días estado de madurez pos cosecha de la oca, 25 min de amasado) llegando a concluir que para obtener un mayor volumen y peso se necesita menor % de masa de oca.
- Una vez determinadas las características físico químicas del producto terminado podemos decir que el pan dulce de oca comparado con el pan dulce tradicional tienen características similares en cuanto a cenizas, azúcares totales, calorías y carbohidratos. Con respecto a la fibra, humedad y grasa el pan de oca tiene mayores valores como son 0,71%, 26,82%, 1,47% respectivamente. En cuanto a la proteína el pan de trigo es el que presenta el mayor valor que es de 25,82% con respecto al pan dulce de oca que es de 24,20%.
- De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis sensorial, en el cual se evaluó color, olor, sabor, miga y textura se determinó que los tratamientos T3 (40% masa de oca, 21 días de maduración y 15 min amasado), T10 (45% masa de oca, 21 días, 25 min amasado) y T12 (45% de masa de oca, 28 días de maduración y 25 min de amasado) son los mejores tratamientos asimilados por el panel de degustadores.
- En cuanto a la dureza del pan podemos decir que, los valores bajos no son los mejores ya que al hacer la comparación con la textura en el análisis organoléptico el panel degustador determinó como mejores tratamientos a los de valores medios.
- El precio del producto, está establecido en \$ 0,10 dólares, considerando que el precio del pan tradicional está en 0,12 dólares por lo que sería una alternativa por economía para poder acceder a un pan dulce y con características distintas como es la adición de oca en la preparación de este producto.
- Finalmente se confirmó la hipótesis planteada, es decir que, los niveles de masa de oca como sustituto parcial de la harina de trigo, el estado de madurez pos cosecha de la oca y el tiempo de amasado influyen en el rendimiento, en la calidad fisicoquímica y organoléptica del pan dulce.

RECOMENDACIONES:

Entre las recomendaciones planteadas en la presente investigación están las siguientes:

- Establecer un programa de medición de la intensidad de radiación en diferentes variedades de oca, a diferentes tiempos de poscosecha para su caracterización en la elaboración de pan dulce.
- Determinar parámetros para la elaboración de harina de oca (variedad, tiempo poscosecha, condiciones de secado, granulometría, etc) y factores relativos a la harina (tenacidad, extensibilidad, etc)
- Para futuras investigaciones se recomienda ensayar nuevos procesos de obtención de pan dulce a base de cultivos andinos (mashua, camote, zanahoria blanca, etc.); aprovechando de mejor manera los componentes nutricionales de éstos. El porcentaje con el que se debe sustituir a la harina de trigo debe ser menor a 45%, debido a que en el rango comprendido entre el 40 y 45% se obtiene mejores resultados.
- Usar masa de oca no solo para la obtención de pan dulce, sino también como sustituto parcial para la elaboración de pasteles, galletas, entre otros.
- Para que la temperatura del lugar donde se elabora el pan dulce sea constante; tenemos que hacer uso de algún sistema que nos ayude a regular este parámetro como puede ser: aire acondicionado, extractor de calor entre otros.
- Para obtener un producto de mayor aceptabilidad se recomienda que la elaboración del pan dulce se realice de acuerdo a los siguientes parámetros:
45% de masa de oca
21 días de exposición del tubérculo al sol
25 minutos de amasado.
- Recomendamos realizar estudios de mercado para conocer la aceptación del producto, y de ésta forma se lo pueda industrializar.

BIBLIOGRAFÍA CITADA:

1. AUSTIN, G. 1989. "Manual de Procesos Químicos en la Industria", México, D.F. Quinta edición.
2. BANCO CENTRAL DEL ECUADOR. 2006. "Importaciones de cereales al Ecuador", Sistema de Información Agropecuaria SICA-MAG, Quito- Ecuador.
3. BANCO CENTRAL DEL ECUADOR, SICA-MAG. 2008. "Importaciones de harina de trigo 2000-2008". Quito- Ecuador.
4. BIBLIOTECA DE CAMPO. 2002. Manual Agropecuario "Tecnología Orgánicas de la Granja Integral Autosuficiente", Bogotá- Colombia. Editorial Limerin S.A.
5. CALLEJO, M. 2002. "Industria de cereales y derivados", Madrid-España. Primera edición, Colección Tecnológica de Alimentos, Amv Ediciones – Mundi Prensa.
6. COLLISTER, L y BLAKE, A. 2001. "Elaboración Artesanal del Pan" Barcelona-España. Editorial Naturart, S.A. Primera Edición. Variables ejes principales en los rendimientos de sacarosa en el proceso de molienda.
7. DERECHOS RESERVADOS. 2007. "Panificación", Lima- Perú. Empresa Editorial Macro E.I.R.L.
8. DE SOUZA, E. 1989. "Técnicas de la panificación" Bogotá-Colombia. Thomas de Quincey editores Ltda. 274p.

9. ENCICLOPEDIA AGROPECUARIA. 2001. "Ingeniería y Agroindustria", Bogotá-Colombia Segunda Edición, Terranova Editores Ltda.
10. ESPINOSA, P, VACA, R, ABAD, J, CRISSMAN, CH. 1996. "Raíces y Tubérculos Andinos", Quito-Ecuador, ABYA-YALA Ediciones.
11. FLEISCHMANN. 1999. "Información Básica sobre Panificación", Ecuador. Nabisco Royal del Ecuador División Fleischmann.
12. INEC. 2008. "Estadísticas Agropecuarias, Características: superficie sembrada, Producto: grano seco, datos de superficie en hectáreas (Has) y datos de producción y ventas en toneladas métricas (TM)", Quito- Ecuador.
13. INIAP. 1988. "VI Congreso Internacional Sobre Cultivos Andinos", Quito – Ecuador.
14. MEIER, H. 1978. "Plantas, cultivos, cosechas". Enciclopedia Sistemática Agropecuaria. Editora AEDOS- BARCELONA. Primera Edición.
15. MENDEZ, F. 2007. "Manual de Panadería y Repostería", Bogotá-Colombia, Ecoe ediciones Ltda.
16. NORMA INEN N° 95.
17. PARSONS, D. 1987. "Trigo, cebada, avena". Editora Trillas. Sexta Edición.
18. POTTER, N, HOTCHKISS, J. 1995. "Ciencia de los Alimentos", Zaragoza-España, Editorial ACRIBIA S.A.
19. PROYECTO. 1994. "Diagnóstico de las Limitantes de Producción y Consumo de las Raíces y Tubérculos", Quito – Ecuador.
20. QUAGLIA, G. 1991. "Ciencia y Tecnología de la Panificación", Zaragoza- España. Editorial Acibia, S.A. Segunda Edición.
21. SEYMOUR, J. 1979. "Guía Práctica Ilustrado para la Vida en el Campo", Editorial Blume.
22. SOTO, P. 2000. "Como iniciar tú negocio. Panadería – Pastelería". Editora y Distribuidora Palomino E.I.R.L. Primera Edición.
23. TEJEROS, F. "Mi pan favorito"

BIBLIOGRAFIA ELECTRONICA

1. <http://www.monografias.com/trabajos6/trigo/trigo2.shtml>. [Consulta: 2011, Mayo 10].
2. <http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/guia-alimentos/cereales-y-derivados/2001/02/20/35277.php>. [Consulta: 2011, Mayo 12].
3. http://www.grupomoliner.com.ar/harina_de_trigo_y_de_trigo_integral.htm [Consulta: 2011 Mayo 22].
4. http://www.harina.org/harina_def.php [Consulta: 2011, Mayo 24].
5. <http://www.elgastronomo.com.ar/harina/> [Consulta: 2011, Mayo24].
6. http://www.utm.mx/edi_anteriores/Temas38/2NOTAS%2038-1.pdf [Consulta: 2011, Mayo 25].
7. http://www.peruecologico.com.pe/tub_oca.htm [Consulta: 2011, Octubre 25].

Ing. Ángel Satama.
Director de Tesis