

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



## FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

### ESCUELA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

Tema: “Estudio del comportamiento de la harina de papanabo (*Brassica rapa* var. *Purple Top White Globe*) como sustituto parcial de la harina de trigo y su influencia en la elaboración de pan común”.

Proyecto previo a obtención del título de  
Ingeniera en Desarrollo Integral Agropecuario

AUTOR: Gladys Yesenia Chirán Ayala

ASESOR: Ing. Carlos Rivas

TULCÁN - ECUADOR

AÑO: 2015

## CERTIFICADO.

Certifico que el/la estudiante Gladys Yesenia Chirán Ayala con el número de cédula 0401716915 ha elaborado bajo mi dirección la sustentación de grado titulada: "Estudio del comportamiento de la harina de papanabo (*Brassica rapa* var. *Purple Top White Globe*) como sustituto parcial de la harina de trigo y su influencia en la elaboración de pan común".

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el reglamento de Grado del Título a Obtener, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

A handwritten signature in blue ink, enclosed within a hand-drawn oval. The signature is stylized and appears to read 'CR'.

Ing. Carlos Rivas

Tulcán, 18 de Marzo de 2015.

## AUTORÍA DE TRABAJO.

La presente tesis constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniera en Desarrollo Integral Agropecuario de la Facultad de Industrias Agropecuarias Y Ciencias Ambientales

Yo, Gladys Yesenia Chirán Ayala con cédula de identidad número 0401718915 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Gladys Yesenia Chirán Ayala

Tulcán, 18 de Marzo de 2015

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO.

Yo Gladys Yesenia Chirán Ayala, declaro ser autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la resolución del Consejo de Investigación de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi de fecha 21 de junio del 2012 que en su parte pertinente textualmente dice: "Forman parte del patrimonio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través o con el apoyo financiero, académico o institucional de la Universidad".

Tucán, 18 de Marzo de 2015



Gladys Yesenia Chirán Ayala  
CI 0401716915

## **AGRADECIMIENTO.**

*Principalmente a Dios, por permitirme estar viva y ser mi fortaleza para poder levantarme de los tropiezos en este largo camino de mi vida y lograr alcanzar una más de mis metas.*

*Un infinito agradecimiento a mis padres, por su apoyo incondicional en los buenos y malos momentos de mi vida, por sus consejos brindados con el afán de forjarme una persona de bien y luchadora, capaz de lograr alcanzar mis propósitos y nunca darme por vencida.*

*A mis hermanos por su motivación, ejemplo de superación y apoyo fundamental e importante para alcanzar este sueño.*

*A Ricardo, mi hijo por su espera y por ser mi mayor motivo de inspiración para salir adelante y no rendirme ante las dificultades presentadas en este difícil camino de superación.*

*Gracias a todos quienes supieron ayudarme de una u otra forma, contribuyendo con un granito de arena en los momentos más difíciles, brindándome su mano de apoyo para llegar al final del camino.*

*Con gratitud y cariño a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, en especial a la Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario, institución que me abrió las puertas, para formarme como profesional en lo posterior de mi existencia.*

*De la misma forma mi más sincero agradecimiento al Ing. Carlos Rivas por la disposición de poner al servicio sus conocimientos para la realización y culminación de este trabajo de investigación.*

## **DEDICATORIA.**

*Este trabajo lo dedico a Dios y a mi hijo, por ser lo más importante de mi vida y el motor principal que me impulsa a seguir adelante para conseguir nuevas metas.*

*A mis padres Jorge Chirán y Carmen Ayala, por su amor, su ejemplo de perseverancia y constancia durante toda mi vida, por sus validos consejos y apoyo incondicional.*

*A mis hermanos por su apoyo incondicional y consejos de superación para alcanzar esta meta.*

## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO.....	i
AUTORÍA DE TRABAJO.....	ii
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO.....	iii
AGRADECIMIENTO. ....	iv
DEDICATORIA. ....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
RESUMEN EJECUTIVO.....	xvi
ABSTRACT.....	xviii
TUKUYSHUK RANAKU.....	xix
INTRODUCCIÓN.....	xx
I. EL PROBLEMA.....	- 1 -
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	- 1 -
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	- 2 -
1.3. DELIMITACIÓN.....	- 3 -
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	- 3 -
1.5. OBJETIVOS.....	- 4 -
1.5.1. Objetivo general.....	- 4 -
1.5.2. Objetivos específicos.....	- 5 -
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	- 6 -
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	- 6 -
2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	- 9 -
2.3. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	- 10 -
2.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.....	- 11 -
2.4.1. Papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ).....	- 11 -
2.4.1.1. Origen.....	- 11 -
2.4.1.2. Introducción del papanabo en el Ecuador.....	- 12 -

2.4.1.3. Lugares de cultivo de papanabo en el Ecuador.....	- 12 -
2.4.1.4. Variedades de papanabo.....	- 13 -
2.4.1.4.1. Variedades tempranas.....	- 13 -
2.4.1.4.2. Variedades de cultivo principal.....	- 14 -
2.4.1.5. Características generales del papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ). .	- 15 -
2.4.1.5.1. Botánica. ....	- 15 -
2.4.1.5.2. Cultivo del papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ). ....	- 16 -
2.4.1.5.3. Suelos.....	- 16 -
2.4.1.5.4. Preparación del suelo. ....	- 16 -
2.4.1.5.5. Forma de siembra del papanabo. ....	- 16 -
2.4.1.5.6. Germinación del papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ).....	- 17 -
2.4.1.5.7. Deshierbe del papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ). ....	- 17 -
2.4.1.5.8. Formas de riego del papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ). ....	- 17 -
2.4.1.5.9. Fertilización del papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ).....	- 18 -
2.4.1.5.10. Plagas y enfermedades del papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ). .....	- 18 -
2.4.1.5.11. Pos - cosecha del cultivo de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ). .....	- 19 -
2.4.1.5.12. Calidad. ....	- 19 -
2.4.1.5.13. Clasificación. ....	- 19 -
2.4.1.5.14. Operaciones básicas de pos-cosecha. ....	- 19 -
2.4.1.6. Propiedades nutricionales del papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ).-	21 -
2.4.1.7. Usos del papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ).....	- 22 -
2.4.1.7.1. El papanabo en la Gastronomía. ....	- 22 -
2.4.1.7.2. Uso del papanabo en el Garnish.....	- 22 -
2.4.1.7.3. Beneficios del papanabo en la medicina. ....	- 22 -
2.4.1.7.4. Uso del papanabo en la cosmetología. ....	- 23 -
2.4.1.7.5. Uso del papanabo en la Alimentación de Animales....	- 23 -
2.4.2. Trigo ( <i>Triticum vulgare</i> ). ....	- 24 -
2.4.2.1. Origen, historia y distribución geográfica del trigo.....	- 24 -
2.4.2.2. Producción de trigo ( <i>Triticum vulgare</i> ) en el Ecuador.....	- 25 -
2.4.2.3. Harina de trigo. ....	- 25 -
2.4.2.4. Características de la harina de trigo. ....	- 25 -



2.4.2.5. Obtención de la harina de trigo.....	- 25 -
2.4.2.6. Diagrama de flujo de obtención de harina de trigo.....	- 27 -
2.4.2.7. Composición química de la harina de trigo.....	- 27 -
2.4.2.8. Glúcidos: Almidón. ....	- 27 -
2.4.2.9. Prótidos: Gluten.....	- 28 -
2.4.2.10. Lípidos. ....	- 28 -
2.4.2.11. Agua.....	- 29 -
2.4.2.12. Minerales: Cenizas. ....	- 29 -
2.4.2.13. Clasificación de las harinas.....	- 29 -
2.4.2.14. Enriquecimiento de la harina de trigo. ....	- 29 -
2.4.2.15. Usos de la harina de trigo en la industria alimentaria.....	- 30 -
2.4.3. Pan.....	- 30 -
2.4.3.1. Origen e historia. ....	- 30 -
2.4.3.2. Definición.....	- 31 -
2.4.3.3. Componentes para la elaboración de pan. ....	- 32 -
2.4.3.4. Proceso de fabricación del pan. ....	- 33 -
2.4.3.4.1. Amasado. ....	- 33 -
2.4.3.4.2. Fermentación. ....	- 33 -
2.4.3.4.3. Moldeado. ....	- 34 -
2.4.3.4.4. Cocción.....	- 34 -
2.4.3.4.5. Enfriamiento. ....	- 34 -
2.4.3.4.6. Almacenamiento. ....	- 35 -
2.4.3.4.7. Flujo-grama de proceso de producción de pan. ....	- 36 -
2.4.4. VOCABULARIO TÉCNICO.....	- 37 -
2.5. HIPÓTESIS.....	- 38 -
2.5.1. Afirmativa. ....	- 38 -
2.5.2. Nula. ....	- 38 -
2.6. VARIABLES.....	- 39 -
2.6.1. Variable independiente.....	- 39 -
2.6.2. Variable dependiente. ....	- 39 -
III. METODOLOGÍA. ....	- 40 -
3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN. ....	- 40 -

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	- 40 -
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN. ....	- 40 -
3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	- 42 -
3.5. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN. ....	- 43 -
3.5.1. Diagrama de bloques para la determinación del rendimiento de obtención de harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ).....	- 44 -
3.5.2. Factores en Estudio. ....	- 44 -
3.5.3. Tratamientos en estudio.....	- 45 -
3.5.4. Diseño Experimental.....	- 45 -
3.5.4.1. Tipo de diseño. ....	- 45 -
3.5.5. Variables a Evaluar. ....	- 47 -
3.5.5.1. Variables Cuantitativas. ....	- 47 -
3.5.5.2. Variables Cualitativas (Análisis sensorial). ....	- 50 -
3.5.6. Métodos Específicos del Manejo del Ensayo. ....	- 52 -
3.5.6.1. Elaboración de harina de papanabo. ....	- 52 -
3.5.6.2. Flujo-grama de elaboración de harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ). ....	- 57 -
3.5.6.3. Elaboración de pan común con harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ). ....	- 57 -
3.5.6.4. Formulación del pan con harina de papanabo .....	- 58 -
3.5.6.5. Flujo-grama de elaboración de pan con 10 % harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ).....	- 63 -
3.6. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	- 64 -
3.6.1. Análisis de resultados.....	- 64 -
3.6.1.1 Análisis de la materia prima. ....	- 64 -
3.6.1.2. Análisis del producto pan con harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ). ....	- 68 -
3.6.1.3. D.C.A análisis funcional del diseño aplicado en la investigación. ....	- 71 -
3.6.1.3.1. Análisis de variables evaluadas en el producto terminado. ....	- 72 -
3.6.1.4. Análisis organoléptico del producto terminado. ....	- 77 -
3.6.1.5. Resultados de la Prueba Hedónica del pan con harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ).....	- 78 -

3.6.1.5.1. Análisis de varianza para el color. ....	- 78 -
3.6.1.5.2. Análisis de varianza para el olor. ....	- 80 -
3.6.1.5.3. Análisis de varianza para el sabor. ....	- 83 -
3.6.1.5.4. Análisis de varianza para la textura. ....	- 85 -
3.6.1.5.5. Análisis de varianza para aceptabilidad y preferencia del producto (pan con harina de papanabo). ....	- 88 -
3.6.1.6. Análisis económico. ....	- 91 -
3.6.2. Verificación de hipótesis. ....	- 94 -
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....	- 95 -
4.1. CONCLUSIONES. ....	- 95 -
4.2. RECOMENDACIONES. ....	- 96 -
V. BIBLIOGRAFÍA. ....	- 98 -
VI. ANEXOS. ....	- 104 -

## ÍNDICE DE TABLAS.

<b>Tabla 1.</b> Condiciones ambientales en el Centro Experimental “San Francisco” de la UPEC, Cantón Huaca, Provincia del Carchi. ....	3 -
<b>Tabla 2.</b> Taxonomía del papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ). ....	12 -
<b>Tabla 3.</b> Producción de papanabo en el Ecuador. ....	13 -
<b>Tabla 4.</b> Composición nutricional del papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ). ....	21 -
<b>Tabla 5.</b> Clasificación taxonómica del Trigo ( <i>Triticum vulgare</i> ). ....	24 -
<b>Tabla 6.</b> Composición química de la harina de trigo. ....	27 -
<b>Tabla 7.</b> Información nutricional para 100 gramos de pan. ....	36 -
<b>Tabla 8.</b> Tratamientos para sustitución de harina de trigo por harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ) en pan común. ....	41 -
<b>Tabla 9.</b> Operacionalización de variables. ....	42 -
<b>Tabla 10.</b> Factores en estudio (Pan con harina de papanabo). ....	45 -
<b>Tabla 11.</b> Tratamientos en estudio. ....	45 -
<b>Tabla 12.</b> Diseño ADEVA-DCA. ....	46 -
<b>Tabla 13.</b> Parámetros de calificación para la evaluación sensorial. ....	52 -
<b>Tabla 14.</b> Ingredientes para preparar pan utilizando 500 g de harina de trigo. ....	58 -
<b>Tabla 15.</b> Formulaciones para elaborar pan con 10 %, 20 % y 30% harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ). ....	59 -
<b>Tabla 16.</b> Análisis sensorial de la harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ). ..	64 -
<b>Tabla 17.</b> Métodos utilizados para el análisis bromatológico de harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ), harina de trigo y pan con harina de papanabo. ....	64 -
<b>Tabla 18.</b> Contenido bromatológico de harina de trigo y harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ). ....	65 -
<b>Tabla 19.</b> Análisis comparativo de harina de papanabo con otras harinas de origen vegetal. ....	66 -
<b>Tabla 20.</b> Requisitos microbiológicos de la harina de trigo. ....	67 -
<b>Tabla 21.</b> Resultado microbiológico de la harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ). ....	67 -
<b>Tabla 22.</b> Análisis bromatológico del tratamiento T1. ....	68 -

<b>Tabla 23.</b> Contenido nutricional del pan común.....	- 68 -
<b>Tabla 24.</b> Requisitos microbiológicos para productos de panadería, pastelería, galletería y otros. ....	- 71 -
<b>Tabla 25.</b> Resultado microbiológico del pan con harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ). ....	- 71 -
<b>Tabla 26.</b> Datos de rendimiento tomados al producto terminado. ....	- 72 -
<b>Tabla 27.</b> Resultados del ADEVA para el rendimiento del pan con harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ) y pan con 100 % harina de trigo. ....	- 72 -
<b>Tabla 28.</b> Pruebas de significación Tukey al 5 % para rendimiento del pan con harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ) y pan con 100 % harina de trigo. ....	- 73 -
<b>Tabla 29.</b> Datos de pH tomados al producto terminado. ....	- 75 -
<b>Tabla 30.</b> Resultados del ADEVA para pH del pan con harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ) y pan con 100 % harina de trigo. ....	- 75 -
<b>Tabla 31.</b> Pruebas de significación Tukey al 5 % para pH del pan con harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ) y pan con 100 % harina de trigo.....	- 76 -
<b>Tabla 32.</b> Medias de las pruebas organolépticas de todos los tratamientos. ....	- 78 -
<b>Tabla 33.</b> Caracterización organoléptica para la variable color del pan de los tratamientos.....	- 79 -
<b>Tabla 34.</b> Resultados del ADEVA para el color del pan con harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ) y pan con 100 % harina de trigo. ....	- 79 -
<b>Tabla 35.</b> Pruebas de significación Tukey al 5 % para el color del pan con harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ) y pan con 100 % harina de trigo. ....	- 79 -
<b>Tabla 36.</b> Caracterización organoléptica para la variable olor de los tratamientos.....	- 81 -
<b>Tabla 37.</b> Resultados del ADEVA para el olor del pan con harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ) y pan con 100 % harina de trigo. ....	- 81 -
<b>Tabla 38.</b> Pruebas de significación Tukey al 5 % para el olor del pan con harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ) y pan con 100 % harina de trigo.....	- 81 -
<b>Tabla 39.</b> Caracterización organoléptica para la variable sabor de los tratamientos.....	- 83 -
<b>Tabla 40.</b> Resultados del ADEVA para el sabor del pan con harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ) y pan con 100 % harina de trigo. ....	- 83 -

<b>Tabla 41.</b> Pruebas de significación Tukey al 5 % para el sabor del pan con harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ) y pan con 100 % harina de trigo. ....	84 -
<b>Tabla 42.</b> Caracterización organoléptica para la variable textura de los tratamientos.....	85 -
<b>Tabla 43.</b> Resultados del ADEVA para la textura del pan con harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ) y pan con 100 % harina de trigo. ....	86 -
<b>Tabla 44.</b> Pruebas de significación Tukey al 5 % para la textura del pan con harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ) y pan con 100 % harina de trigo. ....	86 -
<b>Tabla 45.</b> Resultados de los tratamientos más acepados para la variable preferencia del pan.....	88 -
<b>Tabla 46.</b> Resultados del ADEVA para la aceptabilidad del pan con harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ) y pan con 100 % harina de trigo. ....	88 -
<b>Tabla 47.</b> Pruebas de significación Tukey al 5 % para la aceptabilidad del pan con harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ) y pan con 100 % harina de trigo. ....	89 -
<b>Tabla 48.</b> Costos fijos de producción para la elaboración de pan con harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ). ....	91 -
<b>Tabla 49.</b> Costos variables y fijos de producción para elaborar harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ). ....	92 -
<b>Tabla 50.</b> Costo de producción de harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ). -	92 -
<b>Tabla 51.</b> Costos variables y fijos de producción para elabora pan con harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ). ....	93 -
<b>Tabla 52.</b> Costo de producción de pan con harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ). ....	93 -

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.

<b>Ilustración 1.</b> Variedades tempranas de papanabo. ....	- 14 -
<b>Ilustración 2.</b> Variedades de cultivo principal de papanabo. ....	- 15 -
<b>Ilustración 3.</b> Decoraciones con papanabo. ....	- 22 -
<b>Ilustración 5.</b> Diagrama de flujo de obtención de harina de trigo. ....	- 27 -
<b>Ilustración 6.</b> Gluten de la harina de trigo. ....	- 28 -
<b>Ilustración 7.</b> Flujo-grama de producción de pan. ....	- 36 -
<b>Ilustración 8.</b> Medición de pH. ....	- 48 -
<b>Ilustración 9.</b> Pruebas sensoriales. ....	- 52 -
<b>Ilustración 11.</b> Selección de materia prima. ....	- 54 -
<b>Ilustración 13.</b> Pesado de materia prima. ....	- 54 -
<b>Ilustración 14.</b> Pelado de materia prima. ....	- 54 -
<b>Ilustración 15.</b> Escaldado de la materia prima. ....	- 55 -
<b>Ilustración 16.</b> Rallado de Papanabo. ....	- 55 -
<b>Ilustración 18.</b> Deshidratación de materia prima. ....	- 55 -
<b>Ilustración 19.</b> Papanabo deshidratado. ....	- 56 -
<b>Ilustración 20.</b> Almacenamiento del papanabo deshidratado. ....	- 56 -
<b>Ilustración 21.</b> Molienda del papanabo. ....	- 56 -
<b>Ilustración 22.</b> Harina de papanabo. ....	- 56 -
<b>Ilustración 23.</b> Tamizado de harina de papanabo. ....	- 56 -
<b>Ilustración 25.</b> Amasado 1. ....	- 60 -
<b>Ilustración 26.</b> Leudado 1. ....	- 60 -
<b>Ilustración 27.</b> Amasado 2. ....	- 61 -
<b>Ilustración 28.</b> Boleado y formado de las piezas. ....	- 61 -
<b>Ilustración 29.</b> Leudado 2. ....	- 61 -
<b>Ilustración 30.</b> Horneado. ....	- 62 -
<b>Ilustración 31.</b> Retirado del pan del horno. ....	- 62 -

## ÍNDICE DE ANEXOS.

<b>ANEXO 1.</b> NTE INEN 95: 1979 Pan común – Requisitos .....	104 -
<b>ANEXO 2.</b> NTE INEN 616: 2006 Harina de trigo – Requisitos .....	106 -
<b>ANEXO 3.</b> NTE INEN 616: 2015 Harina de trigo – Requisitos .....	111 -
<b>ANEXO 4.</b> Análisis bromatológico de harina de papanabo y pan con harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ).....	117 -
<b>ANEXO 5.</b> NTE INEN 530: Harina de trigo – Ensayo de panificación.....	118 -
<b>ANEXO 6.</b> Prueba de degustación.....	121 -
<b>ANEXO 7.</b> Datos hedónicos de la prueba de degustación.....	123 -
<b>ANEXO 8.</b> Presupuesto de la Investigación .....	126 -



## RESUMEN EJECUTIVO.

La presente investigación pretende difundir una alternativa de sustitución de harina de trigo por harina de papanabo (*Brassica rapa*) en la elaboración de pan común con la finalidad de mejorar su contenido nutricional. Para lo cual se empleó la hortaliza papanabo (*Brassica rapa*) como materia prima para elaborar harina. El papanabo goza de grandes propiedades nutricionales como un bajo contenido de hidratos de carbono, buena fuente de fibra, contiene vitamina C, folatos y parte de las vitaminas del grupo B (B6, B3, B1 y B2), minerales (potasio, calcio, fósforo, yodo); además es una gran fuente de betacarotenos (antioxidantes).

El factor en estudio para la elaboración de pan, fue diferentes porcentajes de sustitución (0 %, 10 %, 20 % y 30 %) de harina de trigo por harina de papanabo (*Brassica rapa*), los mismos que fueron distribuidos bajo un Diseño Completamente al Azar con cuatro repeticiones por tratamiento, un análisis de significancia de prueba de Tukey al 5 %, los tratamientos fueron cuatro y el tamaño de la unidad experimental fue de 1000 g de masa, las variables evaluadas fueron rendimiento y pH. obteniendo resultados de significancia para el rendimiento.

Cada tratamiento se sometió a pruebas de degustación evaluando características de color, olor, sabor, textura, aceptabilidad y preferencia, con la participación de 30 panelistas semi-entrenados, usando una escala hedónica de 5 puntos donde se obtuvo como resultado que el tratamiento T1 (pan con 10 % de sustitución de harina de papanabo) tuvo una diferencia significativa con respecto a los otros tratamientos.

Para determinar la calidad del pan se evaluó el contenido nutricional del mejor tratamiento T1 obteniendo como resultado un pan con un porcentaje considerable de proteína 12,62 %, constituyéndose en un producto con alto valor proteico.

Con respecto al costo de producción, se determinó que el pan con 10 % de sustitución de harina de papanabo (*Brassica rapa*) será de 0,21 dólares americanos.

**Palabras claves:** Papanabo (*Brassica rapa*), deshidratación, pan.

## ABSTRACT.

This research investigation to spread an alternative to partially replace wheat flour papanabo (*Brassica rapa*) in developing common bread in order to improve their nutritional content. For which the vegetable papanabo (*Brassica rapa*) is use as raw material for fishmeal. The papanabo has great nutritional properties and low in carbohydrates, good source of fiber, contains vitamin C, folate and some of the B vitamins (B6, B3, B1 and B2), minerals (potassium, calcium, phosphorus, iodine); it is also a great source of carotenoids (antioxidants).

The factor studied in bread making was different substitution percentages (0%, 10%, 20% and 30%) of wheat for flour papanabo (*Brassica rapa*), they were distributed under a Design for Random with four replicates per treatment, significance analysis of Tukey test at 5%, the treatments were four experimental size was 1000 g unit mass, the variables were performance and pH. obtaining results of significance for performance.

Each treatment was tested tasting evaluating characteristics of color, odor, flavor, texture, acceptability and preference, with the participation of 30 panelists semi-trained, using a hedonic scale of 5 points where it resulted that the treatment T1 (10% bread flour papanabo substitution) had a significant difference compared to the other treatments.

To determine the quality of the bread nutritional content of T1 best treatment resulting in a pan with a considerable percentage of protein 12.62%, becoming a high protein product was evaluated.

Regarding the cost of production, it was determined that 10% bread flour substitution papanabo (*Brassica rapa*) will be US \$ 0.21.

**Keywords:** Papanabo (*Brassica rapa*), dehydration, bread.

## TUKUYSHUK RANAKU.

Kay kunun maskangapak kutishuk yuyykuna tianagan shuk yuyay amata malta ningabu yuyaymanta harina de trigo por harina de papanabo (*Brassica rapa*) allita rrrrangabu katingabu chi yuyi alli rrrrangabu charichish alli mikuna. Kayun mawkaran hortaliza papanabo (*Brassica rapa*) shuk alli llankangabu harina rrrrangabu. Papanabo charin jatun yuyaykunaallita mikungabu urimu rish hidratos de carbono, alli mikungabu fibra, charin vitamina C, folatos y shuk kuna vitaminas del askakuna B (B6, B3, B1 y B2), minerales (potasio, calcio, fósforo, yodo); chaymanta shuk jatun yuyay de betacarotenos (antioxidantes).

Kayun yachangabu allita rrrrangabu tanda, kutishuk rrimaykuna chariran anchuchingabu (0 %, 10 %, 20 % y 30 %) de harina de trigo por harina de papanabo (*Brassica rapa*), kaykuna kutishuk ladukunamu rrrran pambamanta shuk mushuk yuyay rrrraran illitamanta sin yuyash kushku chiladi katingapak, shuk alli yuyay tukuchin kay tapunakuna Tukey al 5 %, katinakuna garan kushku y jatunmanta shukuna kaykuna 1000 g, ashka yuyaykuna tapushkakuna alli llankaran y pH. Obteniendona rimaykuna alli nin allita llankangabu.

Katingapak yaykuna tapungabu na munishka tapushpi kutisuk color, olor, sabor, textura, japishka munish, llankashpi 30 panelistas semi-na yachish, mawkish shugshingabu 5 iñu maypi gajushka ña rrimushka katingabu T1 (tanda 10% kambingabu harina de papanabo) chariran kutishuk yuyay alli yuyay alli nijush kutishuk katingapak.

Kayun alli yuyangabu tandamanta tapushka alli mikungabu alli katingapak T1 charishka charish shuk yuyay tanda ashkakunata chaipi alli charijush alli mikungabu 12,62 %, constituyéndose chay ña rrrrajushpi alli mikungabu.

Ama malta parlish chayta katungabu, chi yuyay alli niran kay tanda con 10 % na yaykun harina de papanabo (*Brassica rapa*) garan de 0,21 kushki jawamanta.

**Jatun rimay:** Papanabo (*Brassica rapa*), yaku na upiash, tanda.

## INTRODUCCIÓN.

Según (Álvarez F. , 2013), el pan es uno de los productos que más calidad está perdiendo con el proceso de industrialización gastronómico, y una de las razones principales es el uso de harinas refinadas, que pierden todas las propiedades nutritivas de las harinas puras.

Las partes de mayor valor nutritivo del grano de trigo (salvado y germen) son eliminadas en el refinado de las harinas blancas. De hecho, la harina refinada es prácticamente puro almidón, y cuanto más fina y blanca es, dispone de menor cantidad de fibra, vitaminas y minerales, además de presentar una mayor superficie de almidón a las enzimas encargadas de hidrolizarlo, por lo que es transformado en glucosa muy rápidamente, teniendo un índice glucémico muy alto. Por tanto, la harina blanca se comporta en nuestro organismo prácticamente como la azúcar refinada por lo que es tan tóxica y adictiva como ésta, además de una fuente de calorías vacías (Benavente, 2013).

Por tal motivo el pan que se consume a diario carece de un contenido nutricional adecuado, más bien se ha convertido en un producto que ocasiona enfermedades en el organismo humano por los diferentes aditivos que contiene la harina de trigo refinada con la cual se elaboran los productos de panificación.

Según (Directo al Paladar, 2010), el papanabo es una hortaliza que contiene un bajo contenido de hidratos de carbono, un alto contenido en agua y es buena fuente de fibra. Además contiene vitamina C, folatos y parte de las vitaminas del grupo B (B6, B3, B1 y B2). En cuanto a contenido de minerales se destacan el potasio, el calcio, el fósforo y el yodo. Por otra parte él (Instituto Vital, 2011) establece que posee “una gran fuente de betacarotenos, estas sustancias son muy importantes porque tienen propiedades antioxidantes, de esta forma favorecen la eliminación de radicales libres presentes en el organismo”.

En esta investigación se planteó incluir un alimento autóctono como es el papanabo (*Brassica rapa*) y darle un valor agregado transformándolo en harina para sustituirlo parcialmente por harina de trigo en la elaboración de

pan común con el objetivo de obtener un nuevo producto con un mejor contenido nutricional y características organolépticas aceptable para el consumidor que contribuya a contrarrestar deficiencias nutricionales en el organismo humano.

## **I. EL PROBLEMA.**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

Según (Flores, 2013), Ecuador importa más del 90% de trigo que consume el país, convirtiéndose en el principal cereal que se utiliza para la elaboración de harina empleada para la industria panificadora. Por otra parte según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2013) citado por (Boada & Torres, 2013), en la actualidad de las 11.758.287 hectáreas aptas para la producción agropecuaria, tan solo 14.798 hectáreas se dedican a la producción de trigo, mismas que permiten abastecer el 1.23 % de la demanda interna, por lo que se torna necesario recurrir a la producción extranjera del grano.

En los últimos años las importaciones de trigo han crecido en un 32,29 % pasando de 611.548 toneladas en el 2010 a 798.554 toneladas en el 2014, por lo que se el país se vuelve totalmente dependiente de los factores externos del mercado (Banco Central del Ecuador, 2014).

Según el artículo presentado en el diario Últimas Noticias por (Padilla & Jaramillo, 2012), la causa del problema del trigo en el Ecuador se refleja desde que los sistemas de producción de trigo en el país fueron debilitados. Así, la infraestructura que fue empleada para la producción y el almacenamiento de trigo fue abandonada. La maquinaria que se requería para el cultivo de trigo, como sembradoras, cosechadoras y trilladoras, desaparecieron. Dejaron de existir las líneas de crédito para los productores de trigo y la investigación para la generación de nuevas variedades, con calidad que satisfagan los requerimientos de la industria, se detuvieron.

A los industriales panaderos les preocupa la continua caída de la oferta de trigo y su influencia sobre los precios de la harina, que se traslada al precio del pan y otros productos panificados. Por otro lado el problema principal con los cereales como el trigo es:

El gluten, una proteína grande y compleja, y especialmente la parte llamada gliadina, que posee propiedades elásticas y adhesivas que son las que hacen que una rodaja de pan o un trozo de pastel no se desmenucen. Pero cuando

ese pegamento entra en contacto con los intestinos interfiere con el metabolismo y absorción de nutrientes de los alimentos que componen esa comida. Y como no tiene casi ningún valor nutricional en sí mismo, poco obtenemos con dicha comida. Incluso las personas que no padecen alergia al trigo están introduciendo en su intestino un pedazo pegajoso que provoca estreñimiento, considerándolo una comida nutritiva. (Humber, s.f)

Se han realizado investigaciones con el afán de buscar alternativas que permitan encontrar un sustituto para la harina de trigo dentro de la industria de panificación ya que el facilismo de la importación ha bloqueado las intenciones e ideas de investigaciones por parte de la academia que ha visto el uso de productos tradicionales destacando sus características físico químicas y nutricionales de altísima calidad que poseen para sustituir un porcentaje de la harina de trigo.

Resulta un poco difícil tratar de sustituir porcentajes considerables de harina de trigo debido a que su producción es mínima y el proceso de desarrollo productivo para otros productos agrícolas como el papanabo (*Brassica rapa var. Purple Top White Globe*) sería oneroso y su tiempo de implantación tomaría largo tiempo. Además debemos considerar un factor importante que incide en el cambio de la mentalidad productiva que no ha permitido el desarrollo de muchas alternativas agrícolas para que se desarrolle un nivel de alta producción con alcance para la industria.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

¿Es factible técnicamente sustituir parcialmente la harina de trigo por harina de Papanabo (*Brassica rapa var. Purple Top White Globe*) en la elaboración de pan común?



### 1.3. DELIMITACIÓN.

**Campo:** Agroindustrial

**Área:** Alimentos

**Espacial:** Centro experimental “San Francisco”, Laboratorio de Harinas y Balanceados de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

**Temporal:** 12 meses

**Unidad de observación:** Ensayo de elaboración de harina de papanabo (*Brassica rapa var. Purple Top White Globe*) y pan común.

**Tabla 1.** Condiciones ambientales en el Centro Experimental “San Francisco” de la UPEC, Cantón Huaca, Provincia del Carchi.

Parámetro	Valor
Altitud	2834 msnm
Coordenadas geográficas	00-38'-29" lat. Norte, 77-43'-35' Long. Oeste
Temperatura promedio anual	12.8 °C
Precipitación promedio anual	792 mm
Humedad relativa	84 %

**Fuente:** Investigación realizada-Estación Meteorológica San Francisco UPEC.

**Recopilado por:** Chirán G. (2015)

### 1.4. JUSTIFICACIÓN.

El presente trabajo investigativo se lo desarrolló para cumplir formalmente con lo que establece el reglamento institucional de los estudiantes de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi en su artículo 2 que menciona sobre la obligatoriedad de la Tesis para la obtención del Título Profesional de tercer nivel, los estudiantes deben realizar una Tesis de Grado orientada a ejercitarse en la investigación con pertinencia a la disciplina en que obtendrá el grado, en referencia al Art. 144 de la LOES.

Es necesario realizar investigaciones sobre productos tradicionales como es el caso del papanabo (*Brassica rapa var. Purple Top White Globe*) que permitan sustituir porcentajes de harina de trigo en la elaboración de productos de panificación, tratando de disminuir las divisas que el País gasta por la importación de harina de trigo y, además mejorar el valor nutricional de

sus derivados. Se busca cambiar la mentalidad de los industriales panaderos, permitiéndoles hacer uso de los productos que se han desarrollado con investigaciones de harinas de productos tradicionales y así abrir un campo hacia la diversificación de productos en el mercado que puedan utilizarse para la industria alimentaria.

El desarrollo el proyecto fue factible bibliográficamente ya que se contó con información documentada en tesis, proyectos, artículos libros, revistas entre otros; que fueron fuentes de apoyo que permitieron fundamentar la investigación. Además, fue factible tecnológicamente porque la Universidad cuenta con un laboratorio de harinas y balanceados que facilitó efectuar el estudio y la influencia de la harina de papanabo (*Brassica rapa var. Purple Top White Globe*) en la elaboración de pan común. Para el desarrollo de la investigación se estableció un presupuesto que se encuentra dentro de los recursos económicos adecuados para su ejecución.

El impacto que generará dicha investigación será positivo ya que además de contribuir con los múltiples problemas de la importación de trigo al Ecuador, también se pretende fomentar la producción de esta hortaliza como es el papanabo (*Brassica rapa*) en la provincia del Carchi dándole un valor agregado, destacando sus propiedades nutricionales y medicinales así como diversificando su uso en la industria y generando nuevas fuentes de ingresos económicos.

## **1.5. OBJETIVOS.**

### **1.5.1. Objetivo general.**

- Utilizar harina de papanabo (*Brassica rapa var. Purple Top White Globe*) como sustituto parcial de la harina de trigo para establecer su influencia en la elaboración de pan común.

### **1.5.2. Objetivos específicos.**

1. Establecer el mejor porcentaje de sustitución parcial de harina de papanabo (*Brassica rapa var. Purple Top White Globe*) por harina de trigo.
2. Evaluar las características organolépticas del pan elaborado con harina de papanabo (*Brassica rapa*).
3. Realizar un análisis químico para determinar el contenido nutricional del pan.
4. Determinar el costo de producción del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*).

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

### 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.

Según (Parada, 2011) en su investigación desarrollada en la Universidad Técnica de Ambato en la Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos; cuyo tema fue: “Desarrollo de la tecnología de obtención de harina de amaranto de dos variedades (INIAP alegría y Sangorache) para panificación”, tuvo como objetivo desarrollar la tecnología para la obtención de harina de amaranto de dos variedades (INIAP Alegría y Sangorache) para panificación, que son un pseudo cereal de muy baja demanda pero de alto valor nutritivo para aplicarla en panificación obteniéndose una tecnología adecuada utilizando un molino de piedra dando lugar a que su rendimiento sea mayor y no haya pérdidas para los productores de harina. Analizar las propiedades reológicas de las harinas de amaranto obtenidas y evaluar la aceptabilidad del pan con sustitución de harina de amaranto al 30%. Obteniéndose los siguientes resultados: Al evaluar el mejor tratamiento para panificación se tomó en cuenta la variedad y el tipo de molino para los tratamientos y al ser analizados la técnica más idónea para la molienda de semillas de amaranto es utilizando el molino de piedra, dando como resultado mejores análisis farinográficos. Al ser evaluados los diferentes tratamientos con sustitución de harina de amaranto al 30% por harina de trigo mediante una análisis sensorial de pan, se llegó a obtener mediante cataciones que el tratamiento con mejor aceptabilidad y que no difiere del testigo pan con harina de trigo al 100%, es pan elaborado a partir de harina de amaranto blanco INIAP Alegría mediante un proceso de molienda (molino con muelas de acero).

Por otra parte para (Montoya & Román, 2010) en su investigación desarrollada en la Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales; cuyo tema fue: “Estudio de la incidencia de incorporación de papa de variedad superchola (*Solanium tuberosum*), como sustituto parcial de harina de trigo (*Triticum spp*) en el proceso de elaboración de pan”, el propósito de esta investigación fue estudiar la incidencia de incorporación de papa variedad súper chola de producción local como sustituto parcial de la harina de trigo en el proceso de elaboración de pan.

Determinar el mejor porcentaje de sustitución de masa de papa, evaluar sus características organolépticas y determinar su costo para que esté al alcance de todo tipo de consumidor a bajo costo. Y a través de esta investigación potenciar la cadena productiva y de consumo que beneficie tanto a agricultores, comerciantes y consumidores. Además de generar la innovación y presentar un nuevo producto para el consumidor. Los resultados obtenidos permitieron determinar que sí es posible elaborar pan incorporando masa de papa de variedad súper chola a la harina de trigo comercial. Se obtuvo un pan con 11,1 % de proteína debido a la influencia de la masa de papa en el proceso de elaboración de pan. En cuanto al porcentaje de masa de papa a mezclar, se determinó que con el 40% se obtiene mejores resultados, conforme a los resultados de la evaluación organoléptica, ya que los tratamientos que contiene este porcentaje de masa de papa presentan buenas características, en volumen y aceptabilidad del pan por el consumidor. Finalmente realizado el análisis de costos se establece que el pan formado con masa de papa y harina de trigo tiene un costo de venta de USD 0,09. Por lo que se podría decir que su precio es similar al pan comercial, con la diferencia que para la elaboración se utiliza materia prima que se produce en la zona y de menor precio.

En otra investigación desarrollada por (Álvarez & Tusa, 2008) en la Universidad Técnica del Norte, Facultad de ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales; cuyo tema fue: “Elaboración de pan dulce precocido enriquecido con harina de quinua (*Chenopodium quinoa w.*)”, tubo propósito determinar los parámetros óptimos para la elaboración de pan dulce precocido enriquecido con harina de Quinua (*Chenopodium quinoa W.*), con la finalidad de poner a consideración de los consumidores una alternativa más de consumo incluyendo este cereal, una de las razones es su elevado contenido de proteína , fibra dietética y otras propiedades para que el cliente pueda realizar la cocción final de este producto y así disponer de pan caliente y fresco de excelente calidad a cualquier momento. Para ello se evaluaron parámetros de temperatura y tiempo durante el proceso de precocción, se estableció las características de calidad del producto precocido mediante análisis físico químicos (% de fibra, % azúcares totales, % grasa, % de

proteína, peso, volumen, peso específico), y microbiológicos (recuento total de aerobios, mohos y levaduras), se determinó las características organolépticas (color, aroma, sabor, miga y corteza) del producto final. Se estableció el rendimiento mediante balance de materiales al finalizar el proceso de elaboración para conocer la cantidad de producto obtenido y se determinó el costo de producción del pan. Luego del análisis e interpretación de los resultados en esta investigación, se obtienen las siguientes conclusiones: los porcentajes de harina de quinua, tiempos y temperaturas de precocción influyen en el proceso de la elaboración del pan precocido, que dan lugar a la obtención de un producto de alta calidad nutricional. En lo que concierne al porcentaje adecuado de harina de quinua en la mezcla, se determinó que con el 18% se obtienen mejores resultados, ya que porcentajes más altos de harina de quinua en la mezcla no permiten el buen desarrollo de las masas de pan, dándole a las mismas una elasticidad baja, influyendo también directamente en el peso y volumen final del producto. En relación a la temperatura y tiempo óptimo de precocción, en la presente investigación se puede determinar que lo más óptimo es aplicar una temperatura de 180°C por 10 minutos. En cuanto al análisis de costos realizado se establece que el “Pan de dulce enriquecido con harina de quinua” tiene un costo unitario de USD 0,17. Por tanto la presentación que contenga 10 panes será con un costo de USD 1,70, tomando en cuenta que este costo es en base al experimento realizado a pequeña escala no a nivel industrial donde obviamente el costo de este producto a este nivel sería menor.

La investigación realizada, compromete a los investigadores, productores primarios a dinamizar una alternativa más para sumar valor agregado a la quinua, siendo este un producto que aporta al consumidor, nutrientes de alto valor biológico; satisfacer las exigencias alimenticias de los consumidores, ya que esta investigación contribuye a proveerle al cliente pan precocido para que en el momento que requiera complete su cocción teniendo así un producto fresco en excelentes condiciones. De esta forma se pretende fomentar la producción de quinua en la región norte especialmente en la provincia de Imbabura, potenciar las características nutritivas, aprovechar sus bondades intrínsecas como es la proteína, grasas insaturadas, vitaminas y minerales;

además hidratos de carbono y el alto contenido de fibra dietética, cuyos componentes se concentran en el alimento básico de la humanidad como es el pan.

## **2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.**

La presente investigación se rige en el reglamento establecido por la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y las leyes del Gobierno Nacional, las mismas que se detallan a continuación:

De acuerdo a la Constitución del Ecuador 2008, en el capítulo II sobre los derechos del buen vivir, Art. 13.- señala que “Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales”.

De acuerdo al reglamento institucional acerca de trabajos de investigación de tesis de grado en el capítulo II, Art. 2 que menciona sobre la obligatoriedad de la Tesis para la obtención del Título Profesional de tercer nivel, los estudiantes deben realizar una Tesis de Grado orientada a ejercitarse en la investigación con pertinencia a la disciplina en que obtendrá el grado, en referencia al Art. 144 de la LOES.

**Art. 144.- Tesis Digitalizadas.-** Todas las instituciones de educación superior estarán obligadas a entregar las tesis que se elaboren para la obtención de títulos académicos de grado y posgrado en formato digital para ser integradas al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

Norma técnica ecuatoriana INEN 530 1980 - 12. Cuyo objeto es establecer los métodos para determinar las características de panificación de la harina de trigo.

Norma técnica ecuatoriana INEN 95:1979. Esta norma establece los requisitos que debe reunir el pan común.

## 2.3. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.

**Social.-** De acuerdo a lo expresado por El mandatario Rafael Correa en el enlace sabatino 357 del 11 de Enero del 2014 acerca del problema de importación de harina de trigo, afirma que la búsqueda de sustitución de harina de trigo por otras fuentes puede contribuir a disminuir las importaciones de trigo para el país. Además él califica a este tipo de proyectos como “un despertar del Ecuador”, y la meta que se plantea es el cambio de la matriz productiva del país. También recomienda que el Ecuador debiera sembrar trigo, debido al alto consumo de pan (DIARIO LOS ANDES, 2014).

**Económico.-** El costo de importación de trigo que el Ecuador gasta es de 200 millones de dólares anuales según lo afirmó el mandatario Rafael Correa en el enlace sabatino 357 (2014). De acuerdo al proyecto presentado por el Ministerio de Industrias y Productividad de remplazo de harina de trigo por harina de banano verde, tiene por objetivos sustituir en un 5% la producción de harina que ahorraría al Estado USD 7,7 millones anuales. Mientras que la segunda busca sustituir las importaciones en un 10%, equivalentes a USD 15,4 millones anuales (DIARIO OPINÓN, 2014).

**Político.-** La producción total del país se encuentra entre las 10 mil y las 15 mil toneladas, con un rendimiento promedio que oscila entre las 2,5 y las 3 toneladas por hectáreas. Este nivel de producción no alcanza a cubrir la demanda del país. La producción de trigo en el Ecuador siempre ha sido deficitaria, así lo manifestó Francisco González, director de planificación agropecuaria del Ministerio de Agricultura. Esto es fruto principalmente de la falta de una política estatal que respalde la producción de este cereal, que sí existía hace 30 años, cuando el país llegó a producir hasta 100 mil hectáreas de trigo (DIARIO EL HOY, 2007).



## 2.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.

### 2.4.1. Papanabo (*Brassica rapa*).

#### 2.4.1.1. Origen.

Según la Enciclopedia Agropecuaria Producción Agrícola 2 (Terranova, 2001, pág. 316), el papanabo probablemente es originario de Europa meridional y Asia, dispersándose su cultivo por todo el mundo.

Tomando en cuenta la guía práctica de hortalizas y verduras (Fundación Eroski, s.f, pág. 1), el papanabo fue la base de la alimentación de las tribus primitivas que poblaron Europa. Su cultivo inicio hace casi cuatro milenios, convirtiéndose en un producto muy apreciado por griegos y romanos. Ambas civilizaciones desarrollaron nuevas variedades a partir del nabo silvestre. Se han identificado 380 géneros y unas 3.000 especies de papanabo propias de regiones templadas o frías del hemisferio norte.

“En los primeros años de la Edad Media, *Brassica rapa L.* llego a constituir la principal fuente de hortalizas de la población campesina. Hasta la introducción de la patata en el siglo XVIII” (Arias, 2009, pág. 8).

En la actualidad el papanabo tiene un alto porcentaje de desconocimiento, mas sin embargo está volviendo a tomar protagonismo debido a las propiedades nutricionales y medicinales que poseen tanto las hojas como la raíz, contiene unos “compuestos de azufre considerados como potentes antioxidantes que ayudan a prevenir enfermedades” (Fundación Eroski, s.f, pág. 1). Además es empleado como alimento para el ganado permitiendo desarrollar su masa muscular y aumentando la producción de leche. Los países en los que mayor se cultiva son Europa, Alemania y Estados Unidos (Pillajo, 2011, pág. 1).

**Tabla 2.** Taxonomía del papanabo (*Brassica rapa*).

<b>División</b>	Embriophyta, Asiphonograma
<b>Subdivisión</b>	Angiospermas
<b>Clase</b>	Dicotiledoneas
<b>Orden</b>	Readales
<b>Familia</b>	Cruciferae
<b>Género</b>	Brassica
<b>Especie</b>	B. nupus, L. var esculenta D.C., B. rapa var rapa, B. campestris var rapa, B. rapa, B. rapa var esculenta

**Fuente:** (Pillajo, 2011, pág. 12)

**Recopilado por:** Chirán G. (2015)

#### 2.4.1.2. Introducción del papanabo en el Ecuador.

Para Guerrero (2005), citado por (Intriago, 2013, pág. 4), en Ecuador la población aborígen conocía el papanabo con el nombre de vilco-yuyo es decir planta o verdura divina, o para la divinidad. Su introducción en el Ecuador fue después de la conquista Española en la Época Colonial en el siglo XVI acompañad de otras hortalizas como: col, lechuga, berenjena, cebolla, apio, perejil.

#### 2.4.1.3. Lugares de cultivo de papanabo en el Ecuador.

Según (Pillajo, 2011, pág. 6), hace referencia a la información proporcionada por el Ministerio de Agricultura quien hace conocer que en el Ecuador no existe un consumo regular de esta hortaliza, motivo por el cual no hay mayor información acerca de su producción en el país, únicamente la que se encuentra registrada en el censo agropecuario del año 2000, en la cual se identifican las provincias productoras de papanabo.

En la tabla 3 se muestran las principales provincias productoras de papanabo (*Brassica rapa*) en el Ecuador.

**Tabla 3.** Producción de papanabo en el Ecuador.

Cultivo	Provincia	Cantón	Superficie sembrada (Ha)	Superficie cosechada (Ha)	Cantidad Cosechada (TM)	Cantidad Vendida (TM)
Papanabo	Chimborazo	Riobamba	4	4	3	3
Papanabo	Galápagos	San Cristóbal	1	1	1	0
Papanabo	Pichincha	Mejía	1	1	22	22
Papanabo	Pichincha	Rumiñahui	5	5	1	1
Papanabo	Tungurahua	Ambato	10	10	35	35

**Fuente:** (Pillajo, 2011, pág. 5)

**Recopilado por:** Chirán G. (2015)

En la provincia de Tungurahua, el cultivo de papanabo tiene un gran importancia así como el cultivo de otras hortalizas como la remolacha, zanahoria, rábano, cebolla blanca y colorada que son cultivadas en Ambato, ocupando el primer lugar con el 60 % de la producción nacional de hortalizas (Intriago, 2013, pág. 1).

#### 2.4.1.4. Variedades de papanabo.

De acuerdo al Manual de Horticultura del Doctor Hessayon (2010, pág. 106) se determinan las siguientes variedades de papanabo.

- Variedad temprana
- Variedad de cultivo principal

##### 2.4.1.4.1. Variedades tempranas.

Se caracterizan por presentar las raíces muy tiernas y jóvenes, presentan un proceso de maduración acelerado después de la cosecha, por tal motivo deben consumirse inmediatamente ya que no pueden ser almacenados.

### Variedades tempranas o tiernas del papanabo



**Ilustración 1.** Variedades tempranas de papanabo.

**Fuente:** (Hessayon, 2010)

**Recopilado por:** Chirán G. (2015)

**“Presto”:** Su tamaño es igual que una pelota de golf, se lo cosecha después de haber transcurrido un mes.

**“Snowball”:** Se lo puede cultivar en campanas, se lo utiliza en exposiciones y en la mesa, es de forma globular, color blanquecino y es de crecimiento rápido.

**“Early six weeks”:** Es parecido al snowball, posee una forma globular, es de pulpa blanquecina se lo conoce como early white stone.

**“Purple top milan”:** Es el más conocido por que en su parte superior es de color púrpura, su forma es aplanada su pulpa es blanquecina.

**“Red globe”:** Tiene su pulpa blanquecina y su piel blanquecina con un color rojizo en la parte superior, forma globular.

**“Golden perfection”:** Es una variedad difícil de encontrar, tiene la pulpa amarillenta, su forma es aplanada.

**“Tokyo cross”:** Es difícil de conseguirla, tiene su forma globular y pulpa blanquecina, son pequeños, se los siembra a mediados de marzo a febrero y se los cosecha en una seis semanas.

**“Sprinter”:** Es poco más pequeño que el Purple top milan ya que tiene descendencia del mismo.

#### 2.4.1.4.2. Variedades de cultivo principal.

Se diferencian de las variedades tempranas porque presentan un ciclo de maduración más lento y son de mayor tamaño. Este tipo de variedades se las puede almacenar por meses.



**Ilustración 2.** Variedades de cultivo principal de papanabo.

**Fuente:** (Hessayon, 2010)

**Recopilado por:** Chirán G. (2015)

**“Green top White”:** En su parte superior posee un color verde, de ahí la denominación de su nombre, se utiliza como verdura.

**“Mancherter market”:** Su sabor es muy suave, raíz grande, carne de color blanquecina, se la reconoce debido a que posee un color verde en la parte superior, se la puede almacenar en los meses de julio a septiembre.

**“Golden ball”:** Se la utiliza en presentaciones o exposiciones, su pulpa de color amarillenta, son muy tiernas, la hortaliza en si es muy compacta, es reconocida por ser la mejor variedad del cultivo principal.

**“Champion green top yellow”:** Es igual a la Golden ball por esta razón posee una pulpa amarillenta, tierna, no es muy producida, se la puede almacenar por un largo tiempo.

**“Nabo Forrajero”:** Tiene la pulpa blanca, se caracteriza por tener una piel combinada de púrpura y blanco. Según sus hojas las hojas del papanabo también son utilizadas en la elaboración de platos, se debe escoger las hojas de color verde intenso.

La información que se presenta nos permite conocer las características de los tipos de variedades de papanabo existentes, lo que podrá contribuir con la determinación de la variedad que se utilizará en esta investigación.

#### 2.4.1.5. Características generales del papanabo (*Brassica rapa*).

##### 2.4.1.5.1. Botánica.

El papanabo es una planta herbácea, y pertenece a la familia de las Crucíferas, su reproducción es por semillas. La densidad de siembra es de 180 000 a 220 000 plantas por hectárea. Dependiendo del clima la cosecha se realiza de los 50 a los 90 días después de la siembra. Para su cultivo es

importante tomar en cuenta la disponibilidad de agua y que el suelo tenga una aeración, se prefieren suelos de texturas medias (Fichas Técnicas, 2006).

#### 2.4.1.5.2. Cultivo del papanabo (*Brassica rapa*).

Intriago (2013, págs. 4-5) nos presenta las características del cultivo de papanabo, resumidas de la siguiente manera:

Este cultivo es bianual, es decir, “que almacenan alimentos el primer año de vida, florecen y producen semilla en el segundo. El alimento y energía almacenados durante el primer año de desarrollo, queda a disposición del hombre y de los animales domésticos para las épocas de humedad o invierno”.

#### 2.4.1.5.3. Suelos.

El pH ideal está entre 5,5 y 6,8 para favorecer su desarrollo vegetativo. El tipo de suelos que se requieren son aquellos suelos sueltos, con muy buen drenaje y capacidad de retención de humedad. De no presentar estas carteristas se puede agregar humus para mejorar la textura del suelo. Caso contrario su crecimiento y desarrollo se ve afectado.

#### 2.4.1.5.4. Preparación del suelo.

Para la producción y crecimiento de esta hortaliza se necesita que el suelo este limpio, airado y disgregado. La primera actividad consiste en labrar el suelo, se lo puede hacer manualmente o con herramientas mecánicas. Se debe poner atención al suministro de agua durante el cultivo bebido a que no resiste los encharcamientos que es el excesivo aumento de agua sobre la hortaliza, lo que conllevaría una pérdida del cultivo.

#### 2.4.1.5.5. Forma de siembra del papanabo.

El terreno al momento de siembra debe estar libre de malezas. Para obtener una buena siembra es necesario determinar que el suelo cumpla con todos los requerimientos que necesita el cultivo. El papanabo se lo siembra frecuentemente de forma directa, no es necesario realizar semilleros, se debe hacer surcos con una separación entre 30-40 centímetros y se siembra a chorro continuo. Cuando la planta tienen tres a cuatro hojas se debe hacer un

raleo hasta que las plantas estén separadas entre sí unos 20 centímetros de la variedad de cultivo principal y 10 centímetros de la variedad temprana.

En Ecuador los agricultores utilizan el calendario lunar para la siembra de hortalizas. Por ejemplo si la luna está llena es la fecha para sembrar productos de raíz como el papanabo, después del quinto día. La luna creciente sirve para sembrar raíces, granos, flores, de igual forma es después del quinto día.

#### 2.4.1.5.6. Germinación del papanabo (*Brassica rapa*).

La germinación generalmente se da a los dos o tres días posteriores a la siembra del Papanabo, es muy importante que tenga una buena germinación ya que así se obtendrá desarrollo y crecimiento de la hortaliza. Se debe tomar muy en cuenta la temperatura del suelo que debe de ser un promedio de 4 a 7 °C, si la temperatura es superior se corre el riesgo de que el Papanabo tome un sabor amargo muy fuerte y la contextura dura y hueca.

#### 2.4.1.5.7. Deshierbe del papanabo (*Brassica rapa*).

Se debe realizar para evitar la salida de malas hierbas que obstaculice el crecimiento del Papanabo. Se la puede hacer manualmente o con ayuda de herramientas.

#### 2.4.1.5.8. Formas de riego del papanabo (*Brassica rapa*).

El riego es indispensable para mantener la humedad del suelo, si existe una deficiencia de agua en el suelo puede conllevar a una mala formación de la hortaliza, dependiendo del clima en donde se establezca el cultivo se utiliza el riego por aspersión o por canales, suministrando la cantidad de agua necesaria la planta alcanzará un desarrollo ideal. Es beneficioso aflojar la tierra ya que contribuye a que la planta obtenga aire y el agua llegue hasta las raíces. El aporque se lo utiliza para que la planta no tenga excesiva humedad, de esta forma la planta hace que sus raíces se adhieran muy bien al terreno, beneficiará en su crecimiento y formación otra ventaja es la disminución de las malezas, es muy eficaz hacerlo después del segundo mes de la siembra.

#### 2.4.1.5.9. Fertilización del papanabo (*Brassica rapa*).

Para el cultivo del papanabo es esencial escoger suelos que contengan micronutrientes: fósforo, nitrógeno, potasio. Los nutrientes son de gran importancia en el suelo para obtener un buen producto.

Los fertilizantes para el papanabo pueden ser de origen orgánico como: compost, tierra vegetal o abono químicos.

#### 2.4.1.5.10. Plagas y enfermedades del papanabo (*Brassica rapa*).

Existen diferentes tipos de plagas que atacan al papanabo entre las principales tenemos:

- **Pulguillas:** Atacan las hojas hacen agujeros pequeños hasta dejarla en nerviaciones.
- **La pulga de tierra o aletica oleácea:** Estos insectos se caracterizan porque poseen un caparazón muy duro, alas membranosas como las de una mariquita, tienden a masticar las hojas, hacer orificios, se las observa en los periodos más secos. Para la eliminación de estos insectos se riega en las hojas un producto químico.
- **La mosca blanca:** Este insecto tiene un tamaño de tres milímetros, le gusta chuparse la sabia de las plantas ya que posee un pico, las hojas son atacadas por estos insectos y estas se van decolorando, detiene su crecimiento, estos insectos soportan temperaturas altas y climas húmedos.
- **Pulgonés:** Estos insectos soportan temperaturas altas, si existe más calor y sequedad se reproducen fácilmente, pueden ser de color verde, amarillo, miden de uno a cuatro milímetros. Absorben la sabia bruta.
- **Gusanos grises:** Atacan principalmente a la raíz y a los tallos se desarrolla en climas fríos son colocadas en las plantas por mariposas en las hojas o en el suelo.
- **Caracoles y Babosas:** Estos animales son voraces por lo que causan daños irreversibles en la planta y se reconoce el paso de estos animales ya que su baba la deja por donde pasa, especialmente ataca a la raíz.



- **Hernia de las coles.** Es un hongo que ataca a la planta hasta dañarla y hacer que empiece a pudrirse, altera la forma de la raíz haciendo que nazcan protuberancias, —su tamaño se ve alterado, sus hojas son de color verde opaco y se las ve marchitas, además se manifiesta en cualquier fase de su desarrollo.

#### 2.4.1.5.11. Pos-cosecha del cultivo de papanabo (*Brassica rapa*).

De acuerdo a las (Fichas Técnicas, 2006) los parámetros que se deben tomar en cuenta en la post – cosecha del papanabo son los siguientes:

#### 2.4.1.5.12. Calidad.

Un producto de calidad debe reunir los siguientes requisitos: “ser sano (sin rajaduras, plagas ni enfermedades), limpio (sin materiales extraños), de aspecto fresco, exento de humedad exterior anormal, exento de olores y sabores extraños, capaz de soportar el transporte y manipulación”.

#### 2.4.1.5.13. Clasificación.

Se identifican tres categorías de clasificación:

- **Categoría I:** debe tener una textura suave, una buena forma y su diámetro no debe ser inferior a 4.5 cm.
- **Categoría II:** debe tener una textura no muy rugosa, una forma poco irregular y su diámetro no debe ser inferior a 4.5 cm.
- **Sin clasificar:** abarca todos los frutos que no han sido clasificados en las dos categorías anteriores.

#### 2.4.1.5.14. Operaciones básicas de pos-cosecha.

**a. Recolección:** Dependiendo de los fines la recolección se hace por los animales si se trata de papanabo forrajero cuando se utiliza como forraje y si es para consumo “la raíz se debe recolectar cuando la parte superficial alcance la altura propia de la variedad (30 – 50 cm de alto) preferiblemente no muy tarde, para evitar daños causados por hongos”. (Fichas Técnicas, 2006). Para su recolección se lo hace manualmente halando la planta del suelo, si está muy compacto se puede aflojar con cultivadoras. Luego se debe llevar toda la planta o solo la raíz a un sitio de acopio o acondicionamiento, dependiendo de su finalidad.

**b. Separación de hojas:** Cuando se comercializan las raíces las hojas deben de ser separadas y destinadas de acuerdo a su consumo específico o bien pueden ser desecho o subproducto. Tomando en cuenta el destino de las hojas la operación

**c. Recorte:** Cuando existe algún daño físico o mecánico de hojas y raíces se puede eliminar estas partes si el daño es mínimo y no se vea afectada la calidad de producto. Dicha operación se realiza tomando en cuenta las exigencias del mercado.

**d. Pesado y Limpieza:** Primero se debe pesar el producto y posteriormente se hace una limpieza para retirar las impurezas (tierra). Para eliminar las impurezas se debe lavar el producto con agua y desinfectantes (cloro a 200 ppm) se debe hacer por inmersión, aspersion o en tambores giratorios o con cepillos rotatorios.

**e. Secado:** Después del lavado el producto se debe colocar en canastillas y en un lugar con flujo de aire para eliminar el exceso de aguas y evitar la proliferación de hongos y bacterias.

**f. Empaque:** Cuando se cosechadas las plantas enteras (hojas y raíces), se agrupan en racimos y son comercializadas sin ningún empaque. “Las raíces solas, son comúnmente empacadas en canastillas de 11 o 16 Kg. o en cajas de cartón de 24 unidades” (Fichas Técnicas, 2006).

**g. Almacenamiento y transporte:** Para este proceso se debe tomar en cuenta la humedad relativa del ambiente debido a que las hojas son muy susceptibles a la pérdida de agua. Las raíces son almacenadas en bodegas bien ventiladas y frescas. Hay que tener cuidado con el apilamiento del producto para no causar daños al fruto por exceso de calor en el centro o por aplastamiento. Lo más recomendable es almacenar el producto en refrigeración para evitar pérdidas significativas. Para ello hay que tomar en cuenta la rentabilidad y las exigencias del mercado. “Las hojas y raíces, se pueden almacenar a una temperatura de 0 a 1.5°C y una humedad relativa entre 90 – 95%. La raíz puede durar hasta cuatro meses bajo estas condiciones, mientras que las hojas duran de 10 a 14 días” (Fichas Técnicas,

2006). Se transporta en vehículos con buenas condiciones de higiene y ventilación para que el producto llegue seguro a su destino.

#### 2.4.1.6. Propiedades nutricionales del papanabo (*Brassica rapa*).

Según (Directo al Paladar, 2010), el papanabo es una hortaliza que contiene un bajo contenido de hidratos de carbono, un alto contenido en agua y es buena fuente de fibra. Además contiene vitamina C, folatos y parte de las vitaminas del grupo B (B6, B3, B1 y B2). En cuanto a contenido de minerales se destacan el potasio, el calcio, el fósforo y el yodo. Es importante saber que las hojas o grelos del papanabo contienen más nutrientes, aportando casi el doble de proteínas, fibra, calcio, provitamina A, beta-caroteno, vitamina C y folatos que la raíz, la cual carece de “provitamina A y de vitamina E” (Fundación Eroski, s.f, pág. 1). Además “es una gran fuente de betacarotenos, estas sustancias son muy importantes porque tienen propiedades antioxidantes, de esta forma favorecen la eliminación de radicales libres presentes en el organismo” (Instituto Vital, 2011).

A continuación en la tabla 4 se describe la composición nutricional del papanabo (*Brassica rapa*).

**Tabla 4.** Composición nutricional del papanabo (*Brassica rapa*).

COMPUESTO	CANTIDAD	
	Hoja	Raíz
Agua	92.7 g	91.5 g
Carbohidratos	4.6 g	6.6 g
Grasas	0.2 g	0.2 g
Proteínas	1.9 g	0.9 g
Fibra	1.0 g	0.9 g
Cenizas	0.6 g	0.7 g
Calorías	23 cal	30 cal
Calcio	168 mg	39 mg
Sodio	78 mg	67 mg
Fosforo	52 mg	30 mg
Potasio	420 mg	268 mg
Hierro	2.6 mg	0.5 mg
Vitamina C		29 mg
Tiamina	0.10 mg	0.04 mg
Riboflavina	0.18 mg	0.07 mg
Niacina	0.7 mg	0.6 mg
Ácido ascórbico	47 mg	36 mg

**Fuente:** (FAO, 2006)

**Recopilado por:** Chirán G. (2015)

#### 2.4.1.7. Usos del papanabo (*Brassica rapa*).

##### 2.4.1.7.1. El papanabo en la Gastronomía.

El uso del papanabo en el Ecuador es más en la gastronomía siendo la variedad temprana (purple top milan) la más consumida por su textura blanda, además este se puede consumir crudo o cosido. (Pillajo, 2011, pág. 42). Las hojas se pueden consumir frescas, picadas en ensaladas. Las raíces se utilizan frescas, generalmente en la preparación de sopas y ensaladas (Fichas Técnicas, 2006).

##### 2.4.1.7.2. Uso del papanabo en el Garnish.

Empleado en el campo decorativo a través de la técnica de garnihs, para crear figuras utilizadas como decoración en eventos o en buffet.



**Ilustración 3.** Decoraciones con papanabo.  
**Fuente:** (Pillajo, 2011, pág. 44)  
**Recopilado por:** Chirán G. (2015)

##### 2.4.1.7.3. Beneficios del papanabo en la medicina.

Según el artículo publicado por el nutricionista (Serra, s.f) hace un hincapié en los usos medicinales del papanabo, los más destacados son:

- Usado para eliminar el ácido úrico de la sangre a través de la orina, por lo cual es muy útil en casos de gota.
- Por su escaso contenido de grasa y a su aportación de fibra es ideal en tratamientos para la obesidad. Además contribuye a eliminar el exceso de líquidos y grasas del cuerpo (tomado en forma de sopa o infusión).
- Facilita la digestión de alimentos fritos o grasos ya que favorece su metabolismo por parte del hígado.

Por otra parte en el artículo publicado por el Instituto Vital (2011) menciona otros beneficios del papanabo en la salud:

Anti-escrofulosos.

Sirve como tonificantes si se comen crudos.

Son un buen medicamento alimenticio, curan y evitan escorbutos y beriberi.

Disuelven y eliminan los cálculos de la vejiga y de los riñones.

Especialmente recomendables contra la clorosis (anemia).

El caldo de nabo cura la tos persistente, además sirve para el tratamiento de la gripe y resfriados comunes. La planta del nabo tiene propiedades emolientes, por lo cual es útil para tratar casos de irritaciones en la garganta producto de alguna enfermedad como la faringitis, o para disminuir los dolores en la garganta provocados por la tos en exceso.

El nabo es rico en fosfatos y es por lo tanto bueno para todos los neurasténicos.

El bulbo del nabo tiene excelentes propiedades expectorantes, estando muy recomendado su consumo para tratar enfermedades como la bronquitis y casos de tos excesiva.

La raíz de la planta del nabo tiene pequeñas propiedades sedantes, por lo cual su consumo es muy útil para las personas que presenten manifestaciones nerviosas o casos de excesiva ansiedad.

Otra propiedad que posee el nabo, es la de antiinflamatorio. Por lo cual, es muy bueno para aliviar la hinchazón y el dolor producto de algún golpe o torcedura.

El jugo del nabo tiene propiedades hemostáticas, por lo que puede ser aplicado sobre heridas o cortes que sangren profusamente.

#### 2.4.1.7.4. Uso del papanabo en la cosmetología.

Por la facilidad de digerir las grasas en la cosmetología se lo emplea para la elaboración de mascarillas para limpiar impurezas del rostro, resulta más efectivo si se lo utiliza en pieles grasas (Pillajo, 2011, págs. 59,60).

#### 2.4.1.7.5. Uso del papanabo en la Alimentación de Animales.

En Europa y en otros lugares del mundo se lo cultiva como forraje para los animales ovinos, porcinos y bovinos, al integrarse en su alimentación da muy

buenos resultados ya que incrementa la masa muscular de los animales, aumenta la producción de leche debido a los altos niveles de proteína que posee (Pillajo, 2011, pág. 63).

#### 2.4.2. Trigo (*Triticum vulgare*).

##### 2.4.2.1. Origen, historia y distribución geográfica del trigo.

(OEIDRUS, s.f), afirma que el trigo tiene sus orígenes en la antigua Mesopotamia. Las evidencias arqueológicas más antiguas de su cultivo vienen de Siria, Jordania, Turquía e Iraq. Por otra parte se habla de que hace alrededor de 8 milenios, se produjo una mutación o hibridación del trigo silvestre generando una planta con semillas más grandes, hecho que origino su domesticación. Además existen hallazgos de restos carbonizados de granos de trigo almidonero (*Triticum dicoccoides*) y huellas de granos en barro cocido en Jarmo (Iraq septentrional), que datan del año 6700 a. C.

Para (Constante, 2011, pág. 12), el trigo se cultiva en todo el mundo, extendiéndose su cultivo desde los límites del Ártico hasta cerca del Ecuador, siendo más productivo entre los 30 y 600 de latitud Norte y entre 27 y 400 de latitud Sur. Las altitudes varían desde el nivel del mar a los 3.050 m en Kenya y 4.572 m en el Tibet. Se adapta a condiciones diversas, pasando por las xerofíticas, hasta las de la costa.

En la tabla 5 se puede apreciar la clasificación taxonómica del trigo.

**Tabla 5.** Clasificación taxonómica del Trigo (*Triticum vulgare*).

Nombre científico	<i>Triticum vulgare</i>
Reino	Vegetal
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotyledoneae
Familia	Gramínea
Genero	Triticum
Especie	Vulgare

**Fuente:** (Constante, 2011, pág. 12)

**Recopilado por:** Chirán G. (2015)

#### 2.4.2.2. Producción de trigo (*Triticum vulgare*) en el Ecuador.

La producción de trigo en el Ecuador está distribuida a lo largo del callejón interandino, en zonas comprendidas entre los 2000 a 3000 metros de altura. No se han determinado zonas específicas de producción, debido a que las condiciones ambientales para su cultivo son similares en toda la Sierra, sin embargo las provincias que registran un mayor aporte de grano a la molienda son: Imbabura, Pichincha, Chimborazo, Cañar y Loja (INIAP, 2011, pág. 4).

#### 2.4.2.3. Harina de trigo.

De acuerdo a la norma NTE INEN 616: 2006, “Es el producto que se obtiene de la molienda y tamizado del endospermo del grano de trigo (*Triticum vulgare*, *Triticum durum*) hasta un grado de extracción determinado, considerando al restante como un subproducto (residuos de endospermo, germen y salvado)”.

#### 2.4.2.4. Características de la harina de trigo.

La norma INEN 616: 2006, establece que la harina de trigo debe presentar un color uniforme, variando del blanco al blanco-amarillento, el olor y sabor debe ser característico del grano de trigo molido, sin indicios de rancidez o enmohecimiento. Presentará ausencia total de otro tipo de harina, no deberá contener insectos vivos ni sus formas intermedias de desarrollo y estar libre de excretas animales.

#### 2.4.2.5. Obtención de la harina de trigo.

Según Jeantet, R. Croguennec, T. Schuck, P. Brulé, G. (2010, pág. 159) refieren, la molienda engloba un conjunto de las operaciones del molino desde que el trigo llega a la fábrica hasta la obtención de la harina. La tecnología de la molienda más extendida es la que utiliza parejas de múltiples rodillos que giran en sentidos opuestos; sin embargo algunos molinos de piedra están aún en funcionamiento.

La harina de trigo se obtiene de “un lote de trigo, de la especie *Triticum aestivum*, subespecie *vulgare*, sano legal, comercialmente preparado con vistas a la molienda e industrialmente puro” (Jeantet, Croguennec, Schuck, & Brulé, 2010, pág. 160). Por otra parte, antes de la molienda los lotes de trigo deben ser limpiados y preparados para eliminar las impurezas (características físicas), tales como:

- talla: tamizado (limpiador separador);
- densidad: aspiración, decantación (tamiz), centrifugación (ciclón);
- forma: clasificadora de semillas redondas o largas;
- propiedades magnéticas: imanes.

Para (Rodas, 2013, pág. 5), después de la recolección y la trilla que separa la paja del grano de trigo, habitualmente se lava y se humedece con agua con el fin de que el núcleo se rompa apropiadamente. Posterior a ello en la operación de la molienda, el grano debe ser desmenuzado para pasar a través de un conjunto de cilindros apisonadores. Una vez que las partículas de menor tamaño han sido cribadas, se introducen las más gruesas a través de nuevos rodillos.

La operación de molienda se repite hasta conseguir una harina blanca que posee un índice de aprovechamiento medio del 72% respecto de la cantidad inicial de grano. Por otra parte si 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. Además, la harina blanca es ideal para almacenarse por largas temporadas en silos, debido a que no posee un alto contenido de aceites vegetales.



#### 2.4.2.6. Diagrama de flujo de obtención de harina de trigo.



**Ilustración 4.** Diagrama de flujo de obtención de harina de trigo.

**Fuente:** (Castro, 2008)

**Recopilado por:** Chirán G. (2015)

#### 2.4.2.7. Composición química de la harina de trigo.

Según (DuocUc, s.f, pág. 9) la harina de trigo se encuentra compuesta por:

**Tabla 6.** Composición química de la harina de trigo.

Componentes	Porcentajes
Humedad	12,0 – 14,0
Carbohidratos	65,0 – 70,0
Proteína	7,0 – 15,0
Grasa	1,5 – 2,5
Fibra	2,0 – 2,5
Ceniza	1,5 – 2,0
Minerales	1,0 – 2,0

**Fuente:** (DuocUc, s.f)

**Recopilado por:** Chirán G. (2015)

#### 2.4.2.8. Glúcidos: Almidón.

Considerado como el componente principal de la harina. Es un polisacárido de Glucosa, insoluble en agua fría, pero al aumentar la temperatura experimenta un ligero hinchamiento de sus granos. El Almidón está constituido por dos tipos de cadena: Amilosa polímero de cadena lineal y Amilopectina polímero de cadena ramificada (Hacemos Vida Sana, s.f).

#### 2.4.2.9. Prótidos: Gluten.

(Constante, 2011, pág. 14), describe que la cantidad de proteínas presentes en la harina varía mucho según el tipo de trigo, la época de recolección y la tasa de extracción. El gluten es un complejo de proteínas insolubles en agua, que le confiere a la harina de trigo la cualidad de ser panificable. Está formado por la glutenina que es la proteína encargada de la fuerza o tenacidad de la masa y la gliadina, proteína responsable de la elasticidad de la masa. La cantidad de gluten presente en una harina es lo que determina que la harina sea "fuerte" o "floja".

La harina fuerte es rica en gluten, tiene la capacidad de retener mucha agua, dando masas consistentes y elásticas, panes de buen aspecto, textura y volumen satisfactorios. La harina floja es pobre en gluten, absorbe poca agua, forma masas flojas y con tendencia a fluir durante la fermentación, dando panes bajos y de textura deficiente. No son aptas para fabricar pan pero si galletas u otros productos de repostería.



**Ilustración 5.** Gluten de la harina de trigo.

**Fuente:** (PROFICHEF, s.f)

**Recopilado por:** Chirán G. (2015)

#### 2.4.2.10. Lípidos.

Las grasas de la harina proceden de los residuos de las envolturas y de partículas del germen, su contenido depende del grado de extracción por ende mientras mayor sea su contenido en grasa más fácilmente se enranciará. (Constante, 2011, pág. 14). Por tal motivo es recomendable mantener las condiciones más adecuadas al momento de almacenar los granos de trigo, así como la harina.

#### 2.4.2.11. Agua.

La humedad de una harina, no puede sobrepasar el 15%, es por lo cual 100 kilos de harina pueden contener, como máximo, 15 litros de Agua. Naturalmente la harina puede estar más seca (Hacemos Vida Sana, s.f).

#### 2.4.2.12. Minerales: Cenizas.

Para (Rodas, 2013, pág. 3), afirma que casi todos los países clasifican sus harinas según la materia mineral que contienen, determinando el contenido máximo de cenizas para cada tipo de harina. Las cenizas están formadas principalmente por Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio, etc., procedentes de la parte externa del grano, que se incorporan a la harina según su tasa de extracción.

#### 2.4.2.13. Clasificación de las harinas.

Según Días, M. Durán, F. (2007, págs. 337-340), las harinas se clasifican de acuerdo al tipo de trigo del que se muelen. Existen tres especies: Los trigos comunes (*Triticum aestivum*) y el club (*Triticum compactum*), se utilizan para fabricar harinas. El tercero, el trigo duro, se usa para hacer productos de pastas secas. Una tercera clasificación de la harina se establece mediante la utilización, como harina para pan, pastelería, así como para diversos usos culinarios. Molida en forma convencional, la harina para pan es una extracción de alta calidad hecha de trigos duros. Para pasteles, al otro extremo de la escala, es de patente de baja calidad hecha de trigos suaves. Aunque las partículas para todas las harinas molidas convencionalmente caen en un cierto intervalo de tamaño, algunas son más finas que otras. Las harinas para pan son gruesas y arenosas en comparación con la harina para pastelería, que es fina y pulverulenta.

#### 2.4.2.14. Enriquecimiento de la harina de trigo.

“Todas las harinas de trigo, independientemente de sí, son blanqueadas, mejoradas. Con productos málticos, enzimas diastásicas, leudantes, etc., deberán ser fortificadas” (INEN 616, 2006), de acuerdo a los requisitos físicos y químicos que establece la norma.”. Según (La Historia del Trigo, s.f) para este proceso se añade blanqueador y una fracción de las vitaminas. Después de eliminar la mayor parte de las porciones ricas en nutrientes del trigo, el

procesador de granos deja la harina sin blanquear que todavía contiene ciertos nutrientes que atraen a los insectos, esta harina es entonces tratada con blanqueador, que oxida a las proteínas y otros nutrientes presentes en ella y extiende su vida de anaquel. Después es “enriquecida” de manera sintética añadiendo algunos de los ismos tipos de nutrientes que fueron eliminados durante el proceso de molienda, a niveles menores que los existentes en los alimentos sin moler todavía. Irónicamente, tal enriquecimiento por lo general únicamente restituye entre 3 y 6 de los más de 20 elementos originalmente eliminados.

#### 2.4.2.15. Usos de la harina de trigo en la industria alimentaria.

Para (Constante, 2011, pág. 16), el trigo generalmente es molido como harina para su utilización. La mayoría de la producción de trigo es destinada para el consumo humano (industria alimentaria) cuya harina se emplea para la fabricación de pan, otra parte se utiliza como simiente (semilla) o para la elaboración de aditivos para la cerveza y otros licores. “Los trigos de calidades no aptas para el consumo humano, así como los subproductos de la molienda, se utilizan como alimentos para el ganado y los animales domésticos” (Weebly, s.f).

Dentro de la industria alimentaria la harina de trigo se utiliza habitualmente en repostería, para la elaboración de pasteles, tortas, bizcochos, galletas, rosquillas y hojaldres. “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” (Weebly, s.f).

#### 2.4.3. Pan.

##### 2.4.3.1. Origen e historia.

Para Cevallos, A. (2009, pág. 82), el pan es un alimento apetecible, saludable y muy nutritivo, de gran importancia en nuestra alimentación y cultura gastronómica. Es un alimento popular básico en todo el mundo por formar parte de la dieta diaria.

Según (Cauvain & Linda, 2008, págs. 2-3), la historia de los productos de panadería es muy antigua, aunque no se conoce con exactitud cuándo fue la primera vez que los humanos aprendieron a cocer los granos de cereal con el objeto de hacerlos más sabrosos y aumentar su digestibilidad. Existe la probabilidad de que fuera el pan ácimo simple el primer producto de panadería desarrollado en el antiguo Oriente Medio ya que, es el lugar aceptado en donde primero se desarrolló la agricultura (producción de grano por la mano del hombre). Iniciado este descubrimiento, la cocción de los cereales se convertiría en una práctica artesanal desarrollada en la mayoría de las casas. Sin duda, no toda la primera producción de panes estaba basada en el trigo, la cebada también era un ingrediente común en los panes campesinos incluso en la Europa de la Edad Media.

“Existe constancia de la fabricación de pan y de la utilización de levaduras desde el año 2300 a. C. en que los egipcios descubrieron de forma casual el proceso de la fermentación” (Orgánico y Natural, 2013). Este fue el inicio para la fabricación del pan, convirtiéndose en un oficio y extendiéndose por todo el mundo. Para la elaboración de pan, era necesario levaduras, las cuales en los tiempos de los romanos se tomaban de la superficie de los cuencos de vino fermentado; siendo muy efectivas para la fabricación de pan. Con los avances de los conocimientos se sabe que el proceso de fermentación lo realiza una levadura, *Saccharomyces cerevisiae*. (Orgánico y Natural, 2013).

#### 2.4.3.2. Definición.

Según lo establece el Instituto Ecuatoriano de Normalización en la norma INEN 93: 1976, se define al pan como “El producto alimenticio que resulta de la cocción de la masa fermentada proveniente de la mezcla de harina de trigo y ciertos ingredientes básicos”.

Por otra parte dependiendo del tipo de pan según la norma INEN 93: 1976, este se define:

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.

Pan especial. Es el pan que se obtiene añadiendo a la fórmula de pan común elementos enriquecedores, como huevos, leche, azúcar, grasa comestible (animal o vegetal) y aditivos autorizados.

Pan semi-integral. Es el pan común de miga oscura, elaborado con harina blanca de trigo, con adición de harina semi-integral, agua potable, levadura, sal, azúcar, grasa comestible (animal o vegetal) y aditivos autorizados.

Pan integral. Es el pan común de miga oscura elaborado a base de harina integral de trigo, agua potable, levadura, sal, azúcar, grasa comestible (animal o vegetal) y aditivos autorizados.

#### 2.4.3.3. Componentes para la elaboración de pan.

##### **Harina**

Para la fabricación de pan suele utilizarse la harina de trigo (aunque también se utiliza otras como la de centeno), considerando que aparte de todo el aporte nutricional que pueda dar al pan como alimento, va a hacer de medio de cultivo para los microorganismos, que van a fermentar tomando como nutrientes los azúcares de este ingrediente.

##### **Levadura**

Normalmente es *Saccharomyces cerevisiae*. Es el componente esencial del pan. Utilizando los componentes de la harina, la levadura fermenta expulsando al medio dióxido de carbono y alcohol, que forma unas bolsas en el interior de la masa característica del pan. También se utiliza otras levaduras o bacterias para realizar la subida de la masa, e incluso impulsores químicos, que se suelen utilizar en la fabricación de panes congelados.

##### **Sal**

Es un elemento que actúa sobre el sabor final del pan, pero también actúa también controlando el crecimiento de los microorganismos y la tasa de fermentación. También aumenta la estabilidad de la masa, pues sus iones bloquean la carga de la proteína, permitiendo que esta se agregue a otras moléculas proteicas.

### **Leche**

A veces se utiliza porque su principal proteína, la caseína, incrementa la capacidad de absorción y la firmeza de la masa.

### **Agua**

Da consistencia a la harina, y la convierte en una masa, que al mezclarla con el resto de los ingredientes se forma una red tridimensional donde va a ocurrir todo el proceso de la fermentación. (Cevallos, 2009 págs. 83-84).

#### 2.4.3.4. Proceso de fabricación del pan.

El proceso de fabricación de pan de acuerdo a Jeantet, R. et al. (2010, págs. 172-180) tiene las siguientes etapas:

##### 2.4.3.4.1. Amasado.

Es la primera operación que tiene tres objetivos principales: la obtención de una mezcla homogénea de los diferentes ingredientes (harina, agua, sal levadura, etc.) la texturización del gluten y la aireación de la masa. La intensidad del amasado varía dependiendo de las características deseadas en el producto terminado. Su eficacia para una misma aportación energética depende de propiedades de la masa, variables según los tipos de harina.

##### 2.4.3.4.2. Fermentación.

Engloba a las acciones microbianas (levaduras y bacterias) y a las modificaciones fisicoquímicas de la masa. En el curso de la fermentación, la masa toma fuerza lo que corresponde a un aumento de la elasticidad, la disminución de la extensibilidad y del relajamiento. Este fenómeno se explica en gran parte por la oxidación de las proteínas que favorece la formación de enlaces disulfuros entre moléculas constitutivas del gluten: la fermentación provoca un movimiento permanente de la masa, creando las condiciones favorables para el enlace de las moléculas reactivas. Esta toma de fuerza es indispensable para asegurar una estabilidad suficiente de la masa hasta el momento de la cocción.

La levadura de panadería incorporada desde la etapa de amasado produce en medio no oxigenado gas carbónico, etanol y algunos componentes aromáticos secundarios, a partir de azúcares tales como la glucosa.

#### 2.4.3.4.3. Moldeado.

La necesidad de moldear las masas se impone por:

- La elaboración de productos equivalentes a unidades de consumo o de envasado;
- La medida de las masas por razones reglamentarias;
- El desarrollo de una forma estética y atractiva (aspecto de marketing);
- La elaboración de pequeños tamaños que facilita el trabajo hasta el envasado de los productos cocidos;
- Condiciones más rápidas y regulares de cocción;
- La orientación de las estructuras alveolares (diferencias entre el pan de miga, tradicional o de campo).

La operación de formado manual o mecánico de las masas comprende clásicamente varias etapas; desde la división previa del plastón a su formación progresiva.

#### 2.4.3.4.4. Cocción.

Se da mediante el intercambio de calor entre la atmosfera del horno y el producto. La masa es sometida a unas temperaturas determinadas y durante unos tiempos de cocción según el tipo de pan. Al someter al pan a estas temperaturas (pro lo general 200 °C) se eliminan todas las levaduras y a todos los posibles contaminantes. También se consigue un aumento de la masa de pan, al expandirse el CO<sub>2</sub>, debido al calor y un endurecimiento de la superficie que se debe a la evaporación del agua de la corteza por lo cual se pierde un peso de un 8-14 % de la masa.

#### 2.4.3.4.5. Enfriamiento.

Según (Haga Pan, 2005) citado por (Constante, 2011), posterior al proceso de cocción sobreviene directamente el enfriamiento, debido a que el pan es extraído de la fuente primaria de calor y debe enfriarse poco a poco. En este



proceso la capa de la corteza suele contener poca humedad (15 % de humedad relativa) y muy alta temperatura. En el proceso de enfriamiento la humedad interior de la miga (40 % humedad relativa) sale al exterior a través de la corteza, cuya velocidad de pérdida de humedad dependerá de la forma que tenga el pan. La eliminación de humedad el interior del pan permite que el almidón adquiera firmeza.

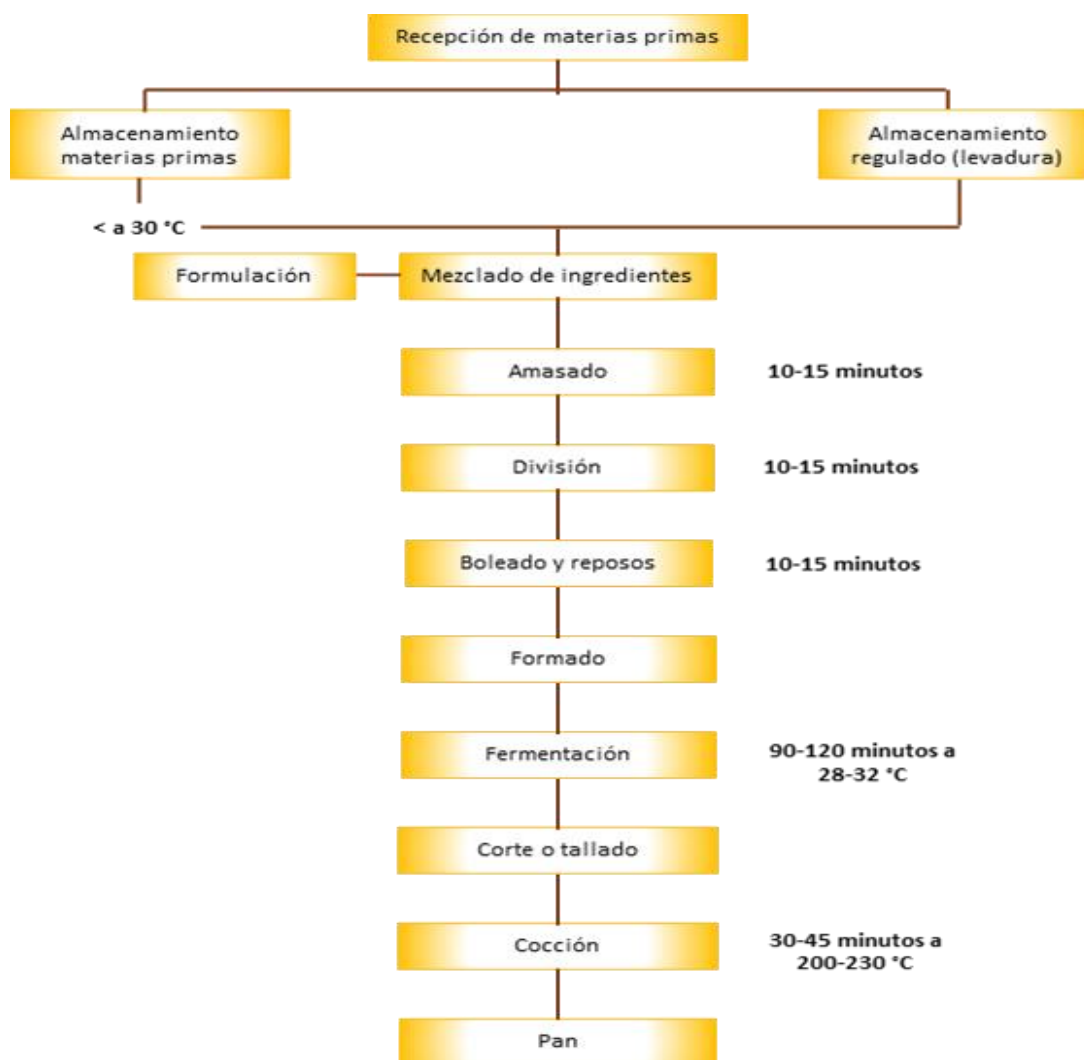
#### 2.4.3.4.6. Almacenamiento.

Para (Chavarrías, 2013), el pan es un alimento que se obtiene tras la cocción de una pasta de almidón, la cual se obtiene al mezclar harina, agua, sal y levaduras. La función de las levaduras es causar en el interior del alimento reacciones que generan burbujas de CO<sub>2</sub> dándole el efecto esponjoso al pan. Al igual que otros alimentos, éste producto tiene una vida útil corta, debido a que envejece y endurece cuando se almacena por largo tiempo. Posterior al horneado, se empiezan a generar cambios como redistribución de la humedad, retrogradación del almidón (las moléculas de almidón se cristalizan) y pérdida de aroma y sabor.

Para almacenar el pan se recomienda guardar a una temperatura ambiente de 20°, en un lugar fresco y seco, alejado de la luz directa. No es muy recomendable almacenarlo en refrigeración debido a que el frío le quita toda la humedad y lo endurece rápidamente produciéndose la cristalización de las moléculas del almidón (Ortuzar, 2013).

En el caso de pan de molde, se recomienda dejarlo en la bolsa de plástico en la que viene por lo cual así se conserva la humedad evitando que se seque, además debe ser consumido antes de la fecha de expiración. Cuando se adquiere pan para almacenarlo en refrigeración se debe envolverlo en papel aluminio o en bolsas de plástico especiales para congelar, estas deben cerrarse herméticamente. De esta forma se conserva hasta 4 meses y cada vez que se requiera consumir se puede regenerar en el horno a unos 70 °C (Ortuzar, 2013).

### 2.4.3.4.7. Flujo-grama de proceso de producción de pan.



**Ilustración 6.** Flujo-grama de producción de pan.

**Fuente:** (Trejo, s.f)

**Recopilado por:** Chirán G. (2015)

En la tabla 7 se muestra la composición nutricional del pan.

**Tabla 7.** Información nutricional para 100 gramos de pan.

Contenido	Cantidad
Calorías	210 kcal
Hidratos de carbono	52 g
Proteínas	7,5 g
Grasas	1,3 g
Fibras	Pan blanco: 3,5 g Pan integral: 7,5 g
Agua	35 %
Vitaminas	Destacan sobretodo vitaminas del grupo B (B1, B6 y niacina).
Minerales	Calcio, fósforo, hierro, magnesio, zinc y selenio.

**Fuente:** (Pérez, s.f)

**Recopilado por:** Chirán G. (2015)

“Es preciso advertir que tanto su contenido calórico como su contenido en grasas dependerá directamente del tipo de pan que se vaya a consumir, dado que no es lo mismo comer pan blanco que pan integral (muchísimo más rico nutricionalmente hablando)” (Pérez, s.f).

#### **2.4.4. VOCABULARIO TÉCNICO.**

**Papanabo.-** Es una planta herbácea, y pertenece a la familia de las Crucíferas, su reproducción es por semillas.

**Grelos.-** Son los tallos tiernos que aparecen en la planta justo antes de su floración.

**Carbohidratos.-** Son también llamados glúcidos, carbohidratos, hidratos de carbono o sacáridos, son elementos principales en la alimentación, que se encuentran principalmente en azúcares, almidones y fibra. La función principal de los carbohidratos es el aporte energético. Son una de las sustancias principales que necesita nuestro organismo, junto a las grasas y las proteínas.

**Fibra.-** Se puede definir como la parte de las plantas comestibles que resiste la digestión y absorción en el intestino delgado humano y que experimenta una fermentación parcial o total en el intestino grueso. Esta parte vegetal está formada por un conjunto de compuestos químicos de naturaleza heterogénea (polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias análogas).

**Minerales.-** Son elementos químicos imprescindibles para el normal funcionamiento metabólico. Desempeñan un papel importantísimo en el organismo, ya que son necesarios para la elaboración de tejidos, síntesis de hormonas y en la mayor parte de las reacciones químicas en las que intervienen los enzimas.

**Vitaminas.-** Son sustancias orgánicas, de naturaleza y composición variada. Imprescindibles en los procesos metabólicos que tienen lugar en la nutrición de los seres vivos. No aportan energía, ya que no se utilizan como combustible, pero sin ellas el organismo no es capaz de aprovechar los elementos constructivos y energéticos suministrados por la alimentación.

**Folatos.-** Es una vitamina B que se encuentra naturalmente presente en muchos alimentos. Una forma de folato, denominada ácido fólico.

**Betacarotenos.-** Son la vitamina A, necesaria para el correcto funcionamiento de muchos órganos fundamentales en nuestro cuerpo. Los ojos y sobre todo la conservación de una vista en perfectas condiciones es una de las principales tareas que tiene la vitamina A, además de conseguir que la piel de nuestro cuerpo luzca en perfecto estado libre de descamaciones, rojeces y demás males derivados de una falta de esta vitamina. Además. Muchas mucosas internas del cuerpo la necesitan para su correcto funcionamiento, así como los huesos.

**Deshidratación.-** La deshidratación o desecación de alimentos consiste en eliminar la mayor cantidad posible de agua o humedad del alimento seleccionado bajo una serie de condiciones controladas como temperatura, humedad, velocidad y circulación del aire.

**Panificación.-** Es un proceso continuo en el cual se realizan varias operaciones de manera encadenada, atendiendo un orden hasta obtener un producto altamente digerible denominado PAN.

## **2.5. HIPÓTESIS.**

### **2.5.1. Afirmativa.**

**Hi.-**La utilización de harina de papanabo (*Brassica rapa var. Purple Top White Globe*) como sustituto parcial de harina de trigo influye de manera positiva en la calidad del pan común.

### **2.5.2. Nula.**

**H0.-** La utilización de harina de papanabo (*Brassica rapa var. Purple Top White Globe*) como sustituto parcial de harina de trigo no influye de manera positiva en la calidad de pan común.

## **2.6. VARIABLES.**

### **2.6.1. Variable independiente.**

- Porcentajes de sustitución de harina de papanabo (*Brassica rapa* var. *Purple Top White Globe*).

### **2.6.2. Variable dependiente.**

- Pan de calidad.

### III. METODOLOGÍA.

#### 3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.

La presente investigación se encuentra dentro de la modalidad cuali-cuantitativa ya que presenta variables que se van a evaluar con la toma de datos numéricos a nivel de laboratorio y datos cualitativos que se obtendrán de la determinación de las características resultantes de la aplicación de pruebas sensoriales.

#### 3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

Los tipos de investigación empleados para el desarrollo del presente trabajo fueron:

**Bibliográfica:** para poder fundamentar los conceptos científicos relacionados con las variables a investigar.

**Experimental:** Debido a que en la presente investigación se evaluaron porcentajes de sustitución que nos permitieron manipular la variable independiente para observar los efectos en la respectiva variable dependiente con el propósito de identificar la relación causa efecto.

**Aplicada:** Debido a que los resultados obtenidos estuvieron dirigidos a solucionar un problema de la sociedad como es el alto porcentaje de importación de harina de trigo al país.

#### 3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.

**Población:** La presente investigación contó con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones dándonos un total de 16 unidades experimentales. Esta estuvo dividida en dos etapas: en la primera etapa se extrajo la harina de papanabo (*Brassica rapa*) y la segunda etapa fue la sustitución de harina de trigo por harina de papanabo (*Brassica rapa*) en la elaboración de pan común, además se incluyó un testigo absoluto (100 % harina de trigo). Cada unidad

experimental fue de 1000 g con diferentes porcentajes de sustitución (10%, 20%, 30%) de harina de papanabo (*Brassica rapa*).

**Tabla 8.** Tratamientos para sustitución de harina de trigo por harina de papanabo (*Brassica rapa*) en pan común.

Tratamientos para sustitución de harina de trigo por harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> ) en pan común			
T1-R1	T2-R1	T3-R1	T0-R1
T0-R2	T1-R2	T2-R2	T3-R2
T2-R3	T3-R3	T0-R3	T1-R3
T3-R4	T0-R4	T1-R4	T2-R4

Elaborado por: Chirán G. (2015)

**T1:** Pan con 10 % de sustitución de harina de trigo por harina de papanabo.

**T2:** Pan con 20 % de sustitución de harina de trigo por harina de papanabo.

**T3:** Pan con 30 % de sustitución de harina de trigo por harina de papanabo.

**T0:** Testigo absoluto 100 % harina de trigo

**R:** Repeticiones

**Muestra:** Las muestras de la investigación, fueron los tratamientos realizados (pan con harina de papanabo), los cuales se sometieron a evaluación de las variables cualitativas y cuantitativas.

### 3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

**Tabla 9.** Operacionalización de variables.

HIPÓTESIS	VARIABLES	CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICA	INSTRUMENTO	RESPONSABLE
<b>Hi:</b> La utilización de harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> var. Purple Top White Globe) como sustituto parcial de harina de trigo influye de manera positiva en la calidad del pan común.	<b>V. I.</b> Porcentajes de sustitución de harina de papanabo ( <i>Brassica rapa</i> var. Purple Top White Globe).	<b>Sustitución.-</b> La sustitución implica el cambio o reemplazo de un objeto, sustancia o persona por otras que cumplen la misma función que los que se cambian.	Porcentajes de sustitución de harina de papanabo.	Sustitución de harina de papanabo al 10 %, 20% y 30 % por harina de trigo.	Registro de datos.	Libreta de registro.	Investigador
	<b>V. D.</b> Pan de calidad.	<b>Pan.-</b> Alimento básico que se elabora con una mezcla de harina, generalmente de trigo, agua, sal y levadura, que se amasa y se cuece en un horno en piezas de distintas formas y tamaños; su sabor, color y textura pueden variar según el tipo de harina empleado y los ingredientes secundarios añadidos, como leche, mantequilla, frutos secos, etc.	Análisis sensorial.	Aplicación de pruebas organolépticas a 30 panelistas.	Hojas de cataciones.	Prueba hedónica.	Investigador
			Contenido nutricional del pan.	Análisis de laboratorio.	Análisis químico AOAC925.10 AOAC920.87 AOAC920.85 AOAC923.03 AOAC978.10	Laboratorio	Laboratorio de la Universidad Técnica del Norte.
			Análisis microbiológico.	Análisis de laboratorio.	Técnica Petrifilm.	Laboratorio	Laboratorio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

Elaborado por: Chirán G. (2015)



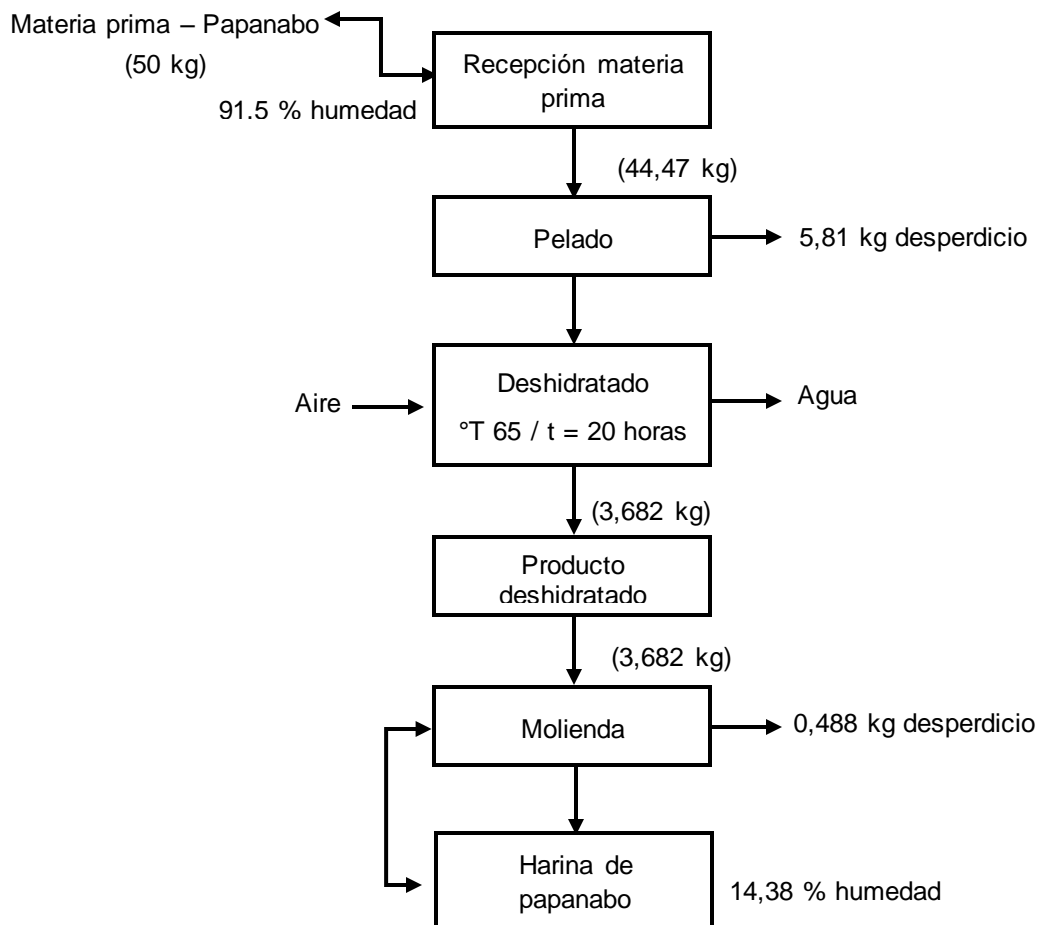
### 3.5. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

- ✓ **Información Bibliográfica:** Esta información se recopiló de acuerdo a cada tema referente al cultivo de papanabo, harina de trigo, y elaboración de pan en libros provenientes de la biblioteca de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, revistas científicas, artículos técnicos y páginas web referentes a estos productos.
- ✓ **Información Procedimental:** Para la presente investigación se adquirió la materia prima en la comunidad Guananguicho Norte perteneciente al cantón Huaca, la cantidad adquirida fue de 50 kg de papanabo (*Brassica rapa* var. *Purple Top White Globe*).

Antes de realizar el procesamiento de la harina de papanabo se realizaron varias pruebas preliminares para determinar el mejor método de deshidratado del papanabo (*Brassica rapa*), para la obtención de harina y así obtener un registro de materia prima e insumos, control de procesos, control del producto y flujo-grama de procesos.

A continuación se muestra un diagrama de balance de materias para la obtención de harina de papanabo (*Brassica rapa*).

### 3.5.1. Diagrama de bloques para la determinación del rendimiento de obtención de harina de papanabo (*Brassica rapa*).



**Elaborado por:** Chirán G. (2015)

Una vez obtenida la harina se procedió a realizar la sustitución de harina de trigo por harina de papanabo (*Brassica rapa*) en la elaboración de pan común según los tratamientos y repeticiones establecidos.

### 3.5.2. Factores en Estudio.

En la investigación “Estudio del comportamiento de la harina de papanabo (*Brassica rapa* var. *Purple Top White Globe*) como sustituto parcial de la harina de trigo y su influencia en la elaboración de pan común” se detallan los factores en estudio en la siguiente tabla:

**Tabla 10.** Factores en estudio (Pan con harina de papanabo).

Factor	Simbología
<b>A: Porcentaje de sustitución de harina de Papanabo.</b>	PS
10 % harina de papanabo.	PS 1
20 % harina de papanabo.	PS 2
30 % harina de papanabo.	PS 3
<b>B: Influencia de la harina de papanabo en el pan.</b>	IHP
Características organolépticas.	IHP1 CO
Contenido nutricional.	IHP2 CN
Rendimiento.	IHP3 R
pH.	IHP4 pH

Elaborado por: Chirán G. (2014)

PS: porcentaje de sustitución.

IHP: influencia harina de papanabo.

### 3.5.3. Tratamientos en estudio.

En la presente investigación se evaluó la sustitución de harina de trigo por diferentes niveles de harina de papanabo (*Brassica rapa var. Purple Top White Globe*) frente a un testigo absoluto.

**Tabla 11.** Tratamientos en estudio.

Tratamientos	Tipo de sustituto	Porcentaje de sustitución
T1	Harina de papanabo	10 %
T2	Harina de papanabo	20 %
T3	Harina de papanabo	30 %
T0	Harina de trigo	100 %

Elaborado por: Chirán G. (2014)

### 3.5.4. Diseño Experimental.

#### 3.5.4.1. Tipo de diseño.

El diseño experimental que se aplicó es un Diseño Completamente al Azar (D.C.A) debido a que se controló todas las condiciones durante el desarrollo del experimento, obteniendo un arreglo factorial de A\*B en el cual se obtienen 16 unidades experimentales evaluadas frente a un testigo absoluto.

### a. Características del ensayo.

Para el cálculo del tamaño de la unidad experimental se empleó el método del porcentaje panadero (Maestro panadero, 2011), para obtener una masa aproximada de 1000 gr, para ello se utilizó 546,45 g en harinas (trigo – papanabo) y 453,53 g en ingredientes (sal, levadura, mantequilla, azúcar, agua). A su vez para cada tratamiento se realizó tres repeticiones, bajo un diseño completamente al azar (DCA) en un arreglo factorial de A\*B, representando A el porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de papanabo (*Brassica rapa*) en la elaboración de pan común y B los efectos que provoca la harina de papanabo (*Brassica rapa*) al sustituirla por harina de trigo en la elaboración de pan común.

### b. Esquema del diseño experimental ADEVA.

**Tabla 12.** Diseño ADEVA-DCA.

Fuentes de variación	Fórmula	Grados de libertad
Total	$(t^*r)-1$	15
Tratamientos	$t - 1$	3
Error	$(t^*r) - (t-1)$	12

Elaborado por: Chirán G. (2015)

### c. Mediciones experimentales.

#### 1. En la materia prima.

En la harina de papanabo (*Brassica rapa*) se realizó un análisis microbiológico (recuento total de bacterias *Escherichia coli*/coliformes totales, aerobios mesófilos, levaduras y mohos) y análisis bromatológico (humedad, proteína, fibra, ceniza, grasa, carbohidratos).

#### 2. En el producto terminado.

Se evaluó el rendimiento, pH, análisis organoléptico (color, olor, sabor, textura, preferencia) análisis microbiológico (recuento total de bacterias *Escherichia coli*/coliformes totales, aerobios mesófilos, levaduras y mohos) y análisis bromatológico (humedad, proteína, fibra, ceniza, grasa, carbohidratos).

### 3.5.5. Variables a Evaluar.

#### 3.5.5.1. Variables Cuantitativas.

##### a. Rendimiento del pan.

Para determinar este parámetro se utilizó la fórmula dada por Peeler y Maturín:

Fórmula del rendimiento en porcentaje:

$$R = \frac{Pf (Producto)}{Pi (Materia prima)} \times 100$$

Donde:

- R = rendimiento expresado en porcentaje
- Pi = peso inicial de la masa de pan
- Pf = peso final del pan

**b. pH.-** Es un término que indica la concentración de iones hidrógeno en una disolución.

Se determinó con la finalidad de evaluar el rango de acidez o alcalinidad y establecer si el pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) se encuentra dentro de los parámetros que establece la norma NTE INEN 95: 1979. Ver anexo 1.

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

##### 1. Materiales y equipos de laboratorio.

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

- pH-metro

## 2. Material experimental.

- Pan con harina de papanabo
- Pan con harina de trigo

## 3. Procedimiento para determinar pH.

- a. Pesar 10 g de muestra (miga).
- b. Medir 100 ml de agua destilada.
- c. En un vaso de precipitación adicionar el agua destilada y la miga, colocar en el agitador magnético por 5 minutos para homogenizar la muestra.
- d. Filtrar la solución, medir y reportar el pH.



**Ilustración 7.** Medición de pH.  
**Fuente:** Chirán G. (2015)

## c. Análisis microbiológicos.

Los análisis microbiológicos se realizaron con la finalidad de determinar la carga microbiana de la harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con la misma harina tomando en cuenta los requerimientos de la norma INEN 616: 2006. Ver anexo 3.

Para la elaboración de los análisis microbiológicos de harina y pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) se utilizaron los siguientes equipos y materiales aplicando la técnica petrifilm descritos a continuación.

## **1. Equipos y materiales de laboratorio.**

- Cámara de flujo laminar
- Mechero de bunsen
- Tubos de ensayo
- Frascos de vidrio de 100 ml
- Pipetas
- Placas Petrifilm

## **2. Sustancias.**

- Solución al 1 % y 3 % de agua peptona

## **3. Material experimental.**

- Harina de papanabo
- Pan con harina de papanabo

## **4. Procedimiento.**

- a. Esterilizar todo el equipo de vidrio a ser utilizado.
- b. Desinfectar todos los materiales con alcohol.
- c. Una vez listos todos los materiales, colorar dentro de la cámara de flujo laminar.
- d. Para preparar la muestra, colocar el producto terminado (pan de papanabo) en una funda plástica con cierre hermético y desmenuzar hasta formar una mezcla homogénea.
- e. Tomar 10 g de la muestra de pan y colocar en un frasco con 90 ml de agua peptona, el mismo procedimiento para la harina de papanabo.
- f. Tomar la placa Petrifilm (Escherichia coli, coliformes totales, aerobios mesofilos, mohos y levaduras) y colocarla en una superficie plana, con la ayuda de una pipeta perpendicular a la placa Petrifilm dispensar 1 ml de muestra en el centro de la placa. Realizar un movimiento circular para cubrir el área de la placa con toda la muestra. Para mohos y levaduras, colocar el aplicador en el film superior sobre el inóculo, con cuidado ejerce una presión sobre el aplicador para repartir el inóculo

sobre el área circular. No se debe girar ni deslizar el aplicador. Cuidadosamente se levanta el aplicador y se deja solidificar el gel.

- g. Incubar las placas cara arriba. Para mohos y levaduras encubar a temperatura de 25 a 28 °C durante 5 días; para bacterias a 37 °C por 24 a 48 horas.
- h. Proceder al recuento de colonias existentes en las placas basándose en la guía de interpretación de resultados para placas Petrifilm.
- i. Los resultados se expresan en unidades formadoras de colonias por g (UFC/g) para sólidos (Guía Petrifilm, 2014).

#### **d. Análisis bromatológico.**

Se realizó el análisis bromatológico de la harina de papanabo (*Brassica rapa*) y del mejor tratamiento (10 % de sustitución) en los laboratorios especializados de la Universidad Técnica del Norte en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA), donde se determinó el porcentaje de agua, proteína, cenizas, fibra y carbohidratos. Ver anexo 2.

#### **3.5.5.2. Variables Cualitativas (Análisis sensorial).**

##### **a. Evaluación sensorial.**

Para (Pilataxi, 2013, pág. 47), el análisis sensorial o evaluación sensorial es el análisis de los alimentos u otros materiales a través de los sentidos. Es una disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de los alimentos que se perciben por los sentidos de la vista, el oído, el olfato, el gusto y el tacto, por lo tanto, la evaluación sensorial no se puede realizar mediante aparatos de medida, el “instrumento” utilizado son personas. La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que quiere decir sentido.

El análisis sensorial es el de la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del catador o consumidor, de acuerdo a las sensaciones experimentadas desde el mismo momento que lo observa y



después que lo consume. Es necesario tener en cuenta que esas percepciones dependen del individuo, del espacio y del tiempo principalmente (Hernández, 2005, pág. 12).

#### **b. Pruebas afectivas o hedónicas.**

Son aquellas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, o si lo prefiere a otro. Por lo general se realiza con paneles inexpertos o solamente con consumidores (Pilataxi, 2013, pág. 48).

Según (Anzaldúa, 1994, pág. 198), los estudios de naturaleza hedónica son esenciales para saber en qué medida un producto puede resultar agradable al consumidor. Pueden aplicarse pruebas hedónicas para conocer las primeras impresiones de un alimento nuevo o profundizar más y obtener información sobre su grado de aceptación o en qué momento puede producir sensación de cansancio en el consumidor. El término hedónico proviene del griego *hedond*, que significa placer, y hace referencia a la atracción subjetiva del individuo por el producto a evaluar. Las pruebas hedónicas tienen escalas de 9 puntos, pero a veces es demasiado extensa, entonces se acortan a 7 o 5 puntos.

#### **c. Evaluación sensorial del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*).**

Al finalizar el proceso de sustitución de harina de papanabo (*Brassica rapa*) por harina de trigo en la elaboración de pan común se procedió a realizar hojas de degustación diseñadas con todas las normas de un análisis sensorial utilizando una escala del 1 a 5, en un panel con 30 catadores semi-entrenados para cada tratamiento.

La evaluación sensorial de los tratamientos se realizó después de transcurridas 24 horas de haber salido el producto del horno según lo establece la norma INEN 95: 1979; el tamaño de la muestra de pan de cada

tratamiento fue de 10 g en la cual se evaluó las siguientes características: color, olor, sabor, textura y preferencia del pan.



**Ilustración 8.** Pruebas sensoriales.  
**Fuente:** Chirán G. (2015)

Para calificar las características mencionadas se establecieron los siguientes parámetros de evaluación y puntajes según lo establecido para realizar pruebas hedónicas. A continuación en la tabla 13 se muestran los parámetros considerados para la evaluación sensorial.

**Tabla 13.** Parámetros de calificación para la evaluación sensorial

<b>Parámetros</b>	<b>Puntajes de calificación</b>
Muy agradable	10 puntos
Agradable	8 puntos
Ni agrada ni desagrada	6 puntos
Desagradable	4 puntos
Muy desagradable	2 puntos

**Elaborado por:** Chirán G. (2015)

### **3.5.6. Métodos Específicos del Manejo del Ensayo.**

#### **3.5.6.1. Elaboración de harina de papanabo.**

Para elaborar harina de papanabo se emplearon los siguientes equipos, materiales e insumos:

#### **1. Materiales.**

- Pailas de aluminio
- Cuchillos

- Papel aluminio
- Ralladores
- Tamiz

## **2. Equipos y maquinaria.**

- Balanza industrial de 50 kg
- Deshidratador de bandejas
- Molino de martillos
- Cocina industrial

## **3. Insumos.**

- Agua
- Hipoclorito de sodio 0,1 %

## **4. Materia prima.**

- Papanabo (*Brassica rapa var. Purple Top White Globe*)

## **5. Procedimiento.**

Para la elaboración de la harina de papanabo se realizó el siguiente proceso.

- a. Recepción de la materia prima.-** El papanabo fue adquirido en la comunidad de Guananguicho Norte perteneciente al cantón Huaca. Se adquirió el mejor producto (textura suave, una buena forma y diámetro no inferior a 4.5 cm) el cual fue trasladado a los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi para su posterior procesamiento.
- b. Selección.-** Se realizó con el fin de clasificar los mejores productos libres de daños físicos (plagas y enfermedades) y obtener una materia prima de calidad.



**Ilustración 9.** Selección de materia prima.  
**Fuente:** Chirán G. (2015)

- c. Lavado y desinfección.-** A través de este proceso se eliminó impurezas que contiene el producto. Para desinfectar se utilizó una solución de hipoclorito de sodio al 0,1 % en la cual se sumergió el producto durante 15 minutos para eliminar sustancias contaminantes.
- d. Pesado.-** Utilizando una balanza Industrial se pesó 6 kg de papanabo (*Brassica rapa*), con la finalidad de realizar el cálculo del rendimiento y los costos del producto final.



**Ilustración 10.** Pesado de materia prima.  
**Fuente:** Chirán G. (2015)

- e. Pelado.-** Se realizó mediante la utilizando cuchillos comunes de cocina.



**Ilustración 11.** Pelado de materia prima.  
**Fuente:** Chirán G. (2015)

- f. **Escaldado.-** Se lo realizó utilizando agua hirviendo durante diez minutos a temperatura de 85 a 95 °C, con la finalidad de eliminar el sabor amargo que posee el papanabo.



**Ilustración 12.** Escaldado de la materia prima.  
**Fuente:** Chirán G. (2015)

- g. **Rallado.-** En las pruebas preliminares realizadas, se determinó como el mejor método para deshidratar el papanabo (*Brassica rapa*) aumentando la superficie de secado. Este se realizó utilizando un rallador de cocina.



**Ilustración 13.** Rallado de Papanabo.  
**Fuente:** Chirán G. (2015)

- h. **Secado o deshidratado.-** Se colocó la materia prima en cada bandeja del deshidratador a un temperatura de 65 °C durante 20 horas. Utilizando papel aluminio para evitar que la materia prima se pegue en las rejillas de las bandejas.



**Ilustración 14.** Deshidratación de materia prima.  
**Fuente:** Chirán G. (2015)

- i. **Almacenamiento de la materia prima.-** Una vez transcurrido el tiempo del deshidratado se procedió a retirar cuidadosamente la materia prima del papel aluminio y almacenarlo en fundas plásticas para evitar que se humedezca.



**Ilustración 15.** Papanabo deshidratado.  
**Fuente:** Chirán G. (2015)



**Ilustración 16.** Almacenamiento del papanabo deshidratado.  
**Fuente:** Chirán G. (2015)

- j. **Molido.-** Una vez deshidratada toda la materia prima se procedió a moler varias veces hasta obtener el producto lo más fino posible.



**Ilustración 17.** Molienda del papanabo.  
**Fuente:** Chirán G. (2015)



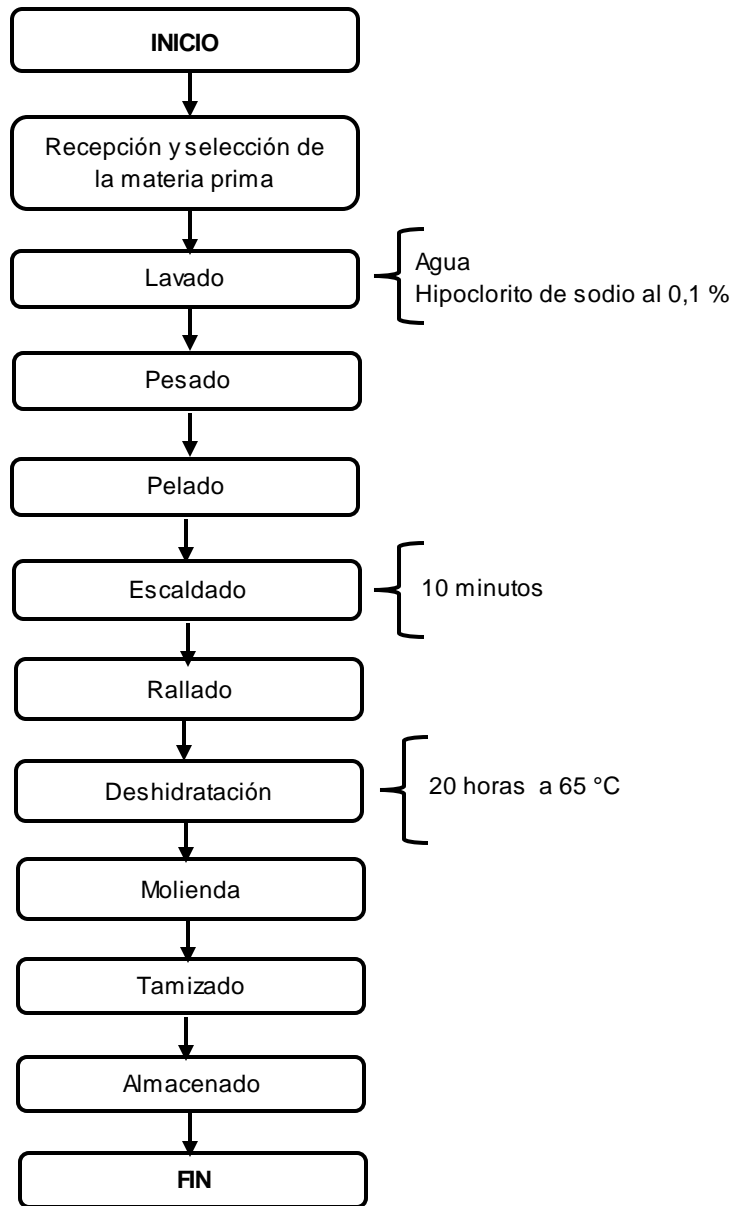
**Ilustración 18.** Harina de papanabo.  
**Fuente:** Chirán G. (2015)

- k. **Tamizado, pesado y almacenado.-** Se tamizó el producto obtenido de la molienda para eliminar partículas grandes, se pesó y almacenó en fundas plásticas para evitar la absorción de la humedad del ambiente.



**Ilustración 19.** Tamizado de harina de papanabo.  
**Fuente:** Chirán G. (2015)

### 3.5.6.2. Flujo-grama de elaboración de harina de papanabo (*Brassica rapa*).



Elaborado por: Chirán G. (2015)

### 3.5.6.3. Elaboración de pan común con harina de papanabo (*Brassica rapa*).

#### 1. Materiales.

- Mesa
- Espátula
- Recipientes de aluminio

## 2. Equipos.

- Horno
- Balanza gramera
- Leudador

## 3. Insumos.

- Harina de trigo
- Harina de papanabo
- Mantequilla
- Levadura
- Azúcar
- Sal
- Agua

### 3.5.6.4. Formulación del pan con harina de papanabo

La cantidad de ingredientes varían dependiendo del número de panes que se desea elaborar. A continuación se da a conocer la cantidad de ingredientes para la preparación de 20 panes de 45 g aproximadamente de cada tratamiento incluido el testigo.

Para la determinación de la cantidad de ingredientes se empleó el método porcentaje panadero basándonos en la cantidad de ingredientes empleados para preparar 500 g de harina de trigo según la norma NTE INEN 530: 1980 Harina de trigo – Ensayo de panificación y las recomendaciones de un panadero profesional. Ver anexo 4.

**Tabla 14.** Ingredientes para preparar pan utilizando 500 g de harina de trigo.

<b>Ingredientes para preparar pan con 500 g de harina de trigo</b>		
<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje panadero</b>
Harina de trigo	500 g	100 %
Levadura	15 g	3 %
Sal	10 g	2 %
Azúcar	15 g	3 %
Mantequilla	75 g	15 %
Agua	300 g	60 %
<b>Total</b>	<b>915 g</b>	<b>183 %</b>

Elaborado por: Chirán G. (2015)



**Tabla 15.** Formulaciones para elaborar pan con 10 %, 20 % y 30% harina de papanabo (*Brassica rapa*).

<b>Fórmula para elaborar pan con 10 % de harina de papanabo</b>			
<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje panadero</b>	<b>Porcentaje absoluto</b>
Harina de trigo	491.8 g	90 %	49.18 %
Harina de papanabo	54.65 g	10 %	5.47 %
Levadura	16.39 g	3 %	1.64 %
Sal	10.92 g	2 %	1.09 %
Azúcar	16.39 g	3 %	1.64 %
Mantequilla	81.96 g	15 %	8.20 %
Agua	327.87 g	60 %	32.78 %
<b>Total</b>	<b>999.98 g</b>	<b>183 %</b>	<b>100 %</b>

Elaborado por: Chirán G. (2015)

<b>Fórmula para elaborar pan con 20 % de harina de papanabo</b>			
<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje panadero</b>	<b>Porcentaje absoluto</b>
Harina de trigo	437.16 g	80 %	43.72 %
Harina de papanabo	109.29 g	20 %	10.93 %
Levadura	16.39 g	3 %	1.64 %
Sal	10.92 g	2 %	1.09 %
Azúcar	16.39 g	3 %	1.64 %
Mantequilla	81.96 g	15 %	8.20 %
Agua	327.87 g	60 %	32.78 %
<b>Total</b>	<b>999.98 g</b>	<b>183 %</b>	<b>100 %</b>

Elaborado por: Chirán G. (2015)

<b>Fórmula para elaborar pan con 30 % de harina de papanabo</b>			
<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje panadero</b>	<b>Porcentaje absoluto</b>
Harina de trigo	382.51 g	70 %	38.25 %
Harina de papanabo	163.94 g	30 %	16.4 %
Levadura	16.39 g	3 %	1.64 %
Sal	10.92 g	2 %	1.09 %
Azúcar	16.39 g	3 %	1.64 %
Mantequilla	81.96 g	15 %	8.20 %
Agua	327.87 g	60 %	32.78 %
<b>Total</b>	<b>999.98 g</b>	<b>183 %</b>	<b>100 %</b>

Elaborado por: Chirán G. (2015)

### Procedimiento.

- a. **Pesaje de materia prima e ingredientes.-** Cada materia prima e ingrediente previo a la mezcla se pesó en una balanza digital, tomando en cuenta los porcentajes de las formulaciones establecidas para garantizar la homogeneidad de la masa.
- b. **Pre calentado del horno.-** Precalentar el horno con la finalidad de obtener la temperatura ideal para el horneado (150 - 200 °C).

- c. Mezclado.-** Una vez listos todos los ingredientes se colocan las variedades de harinas en la mesa haciendo un hoyo en el centro para agregar el resto de ingredientes. Se procede a mezclar cuidadosamente agregando el agua poco a poco.
- d. Amasado 1.-** Una vez mezclados todos los ingredientes se procedió al amasado de forma manual con la finalidad de lograr una distribución uniforme de los ingredientes, formando una pasta cohesiva, consistente, elástica y sin grumos. El tiempo de amasado fue durante 15 a 20 minutos.



**Ilustración 20.** Amasado 1.

**Fuente:** Chirán G. (2015)

- e. Leudado 1.-** Para el leudado se cubrió la masa con un plástico transparente y se dejó reposar durante 30 minutos aproximadamente, hasta que alcance casi el doble de su tamaño, con la finalidad de que el gluten contenido en la harina de trigo crezca por acción de la levadura.



**Ilustración 21.** Leudado 1.

**Fuente:** Chirán G. (2015)

- f. Amasado 2.-** Después de transcurrido el primer tiempo de leudado, se procedió a amasar nuevamente para liberar el anhídrido carbónico ( $\text{CO}_2$ ) y oxigenar la masa facilitando su crecimiento.



**Ilustración 22.** Amasado 2.  
**Fuente:** Chirán G. (2015)

- g. Boleado y formado.-** Se procede a dar la forma semi esférica a las piezas hasta que la superficie se muestre lisa y se realizan incisiones en la superficie.



**Ilustración 23.** Boleado y formado de las piezas.  
**Fuente:** Chirán G. (2015)

- h. Leudado 2.-** Se ingresa las bandejas al leudador y se deja reposar por 10 minutos aproximadamente a una temperatura de 40 °C para obtener la forma y volumen definitivo de las piezas.



**Ilustración 24.** Leudado 2.  
**Fuente:** Chirán G. (2015)

- i. Horneado.-** Se ingresan las bandejas al horno durante 25 minutos a una temperatura de 200 °C.



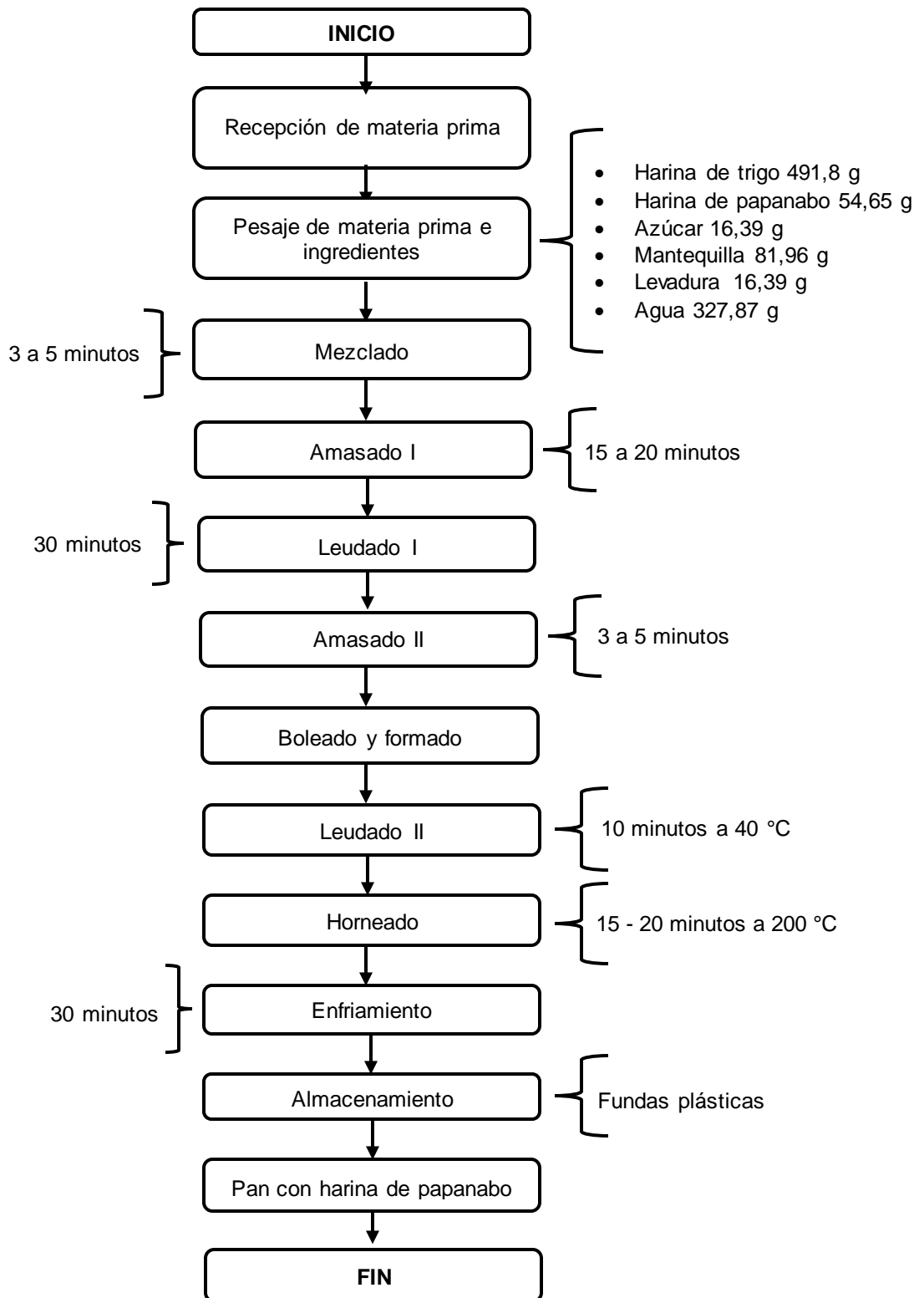
**Ilustración 25.** Horneado.  
**Fuente:** Chirán G. (2015)

- j. Enfriamiento.-** Al sacar el pan del horno se espera 5 minutos para retirarlo de las bandejas, se deja enfriar por 30 minutos y está listo para su consumo o almacenamiento en fundas.



**Ilustración 26.** Retirado del pan del horno.  
**Fuente:** Chirán G. (2015)

**3.5.6.5. Flujo-grama de elaboración de pan con 10 % harina de papanabo (*Brassica rapa*).**



Elaborado por: Chirán G. (2015)

### 3.6. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

#### 3.6.1. Análisis de resultados.

Luego de haber realizado la investigación titulada: “Estudio del comportamiento de la harina de papanabo (*Brassica rapa* var. *Purple Top White Globe*) como sustituto parcial de la harina de trigo y su influencia en la elaboración de pan común” se obtuvieron los siguientes resultados.

##### 3.6.1.1 Análisis de la materia prima.

###### a. Caracterización física de la harina de papanabo (*Brassica rapa*).

**Tabla 16.** Análisis sensorial de la harina de papanabo (*Brassica rapa*).

Análisis sensorial de la harina de Papanabo ( <i>Brassica rapa</i> )	
Parámetro	Características
Color	Crema suave
Olor	Característico a papanabo
Sabor	Agridulce

Elaborado por: Chirán G. (2015)

###### d. Análisis físico-químico de la harina de papanabo (*Brassica rapa*) y harina de trigo.

Se realizó con la finalidad de determinar la diferencia del contenido bromatológico de la harina de trigo empleada en el ensayo y la harina de papanabo (*Brassica rapa*).

Estos análisis se realizaron en los laboratorios especializados de la Universidad Técnica del Norte en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA).

**Tabla 17.** Métodos utilizados para el análisis bromatológico de harina de papanabo (*Brassica rapa*), harina de trigo y pan con harina de papanabo.

Parámetro analizado	Método de ensayo
Contenido de agua	AOAC 925.10
Proteína	AOAC 920.87
Extracto etéreo (grasa bruta)	AOAC 920.85
Cenizas	AOAC 923.03
Fibra	AOAC 978.10
Carbohidratos totales	Cálculo

Fuente: Laboratorios UTN (2015)

En la tabla 18 se muestran los resultados obtenidos del análisis bromatológico de las dos harinas.

**Tabla 18.** Contenido bromatológico de harina de trigo y harina de papanabo (*Brassica rapa*).

Parámetro analizado	Unidad	Resultados	
		Harina de trigo	Harina de papanabo
Contenido de agua	%	12.62	14.38
Proteína	%	17.3	11.02
Extracto etéreo (grasa bruta)	%	3.12	1.01
Cenizas	%	0.67	7.13
Fibra	%	1.4	7.03
Carbohidratos totales	%	66.29	66.46

Fuente: Laboratorios UTN (2015)

El papanabo (*Brassica rapa*) como harina contiene un 14.38 % de agua a diferencia de la harina de trigo, esto se debe a que el producto como tal tiene un alto contenido de agua (91.5 %), además la mayoría de los vegetales son abundantes en agua (entre el 90-95%). A pesar de ello según la norma NTE INEN 616: 2006 Harina de trigo – Requisitos, se encuentra en el rango de contenido de agua aceptable para una harina panificable.

En cuanto al contenido proteico la harina de papanabo (*Brassica rapa*) presenta 11.02 % debido a que la mayoría de hortalizas en referente al contenido de proteína tienen “un valor biológico menor, pero no por eso menos importante, ya que para lograr una mejor utilización por parte del organismo es posible combinar los alimentos de manera tal que se complemente el aporte de proteínas” (INNATIA, s.f). Además las proteínas de origen vegetal a diferencia de las proteínas de origen animal son menos acidificantes de la sangre, ya que van acompañadas de más minerales, contienen menos purinas y se eliminan mejor, la vitalidad de la carne baja al momento mientras que las proteínas vegetales duran hasta semanas sin perder vitalidad, por eso no se pudren, sino que se fermentan cosa que no ocurre con las proteínas de origen animal. (BIOMANANTIAL, s.f)

El contenido de grasa de la harina de papanabo (*Brassica rapa*) es de 1.01 %. Es muy bajo como en todos los vegetales y son grasas insaturadas que contribuyen con la salud de quienes las consumen.

La harina de papanabo (*Brassica rapa*) contiene 7.13 % de cenizas, un contenido muy significativo en relación al contenido de cenizas de la harina de trigo 0.67 %. Las cenizas representan el contenido en minerales del alimento; en general, las cenizas suponen menos del 5% de la materia seca de los alimentos” (PEÑA, 2010). En cuanto a contenido de minerales en el papanabo (*Brassica rapa*) se destacan el potasio, el calcio, el fósforo y el yodo (Directo al Paladar, 2010).

El contenido de fibra de la harina de papanabo es elevado (*Brassica rapa*) siendo este de 7.03 % a diferencia de la harina de trigo que solo posee 1.4 %. Es muy importante el consumo diario de fibra vegetal por distintas razones: “No solo es una excelente manera de prevenir el estreñimiento, sino que también ayuda a combatir el cáncer de colon y provee una ayuda invaluable en los tratamientos de personas que tienen divertículos” (Blog de Farmacia, 2013). La fibra vegetal se encuentra básicamente en las paredes de celulosa de todos los alimentos vegetales. Su composición química incluye, además de celulosa, hemicelulosa e hidratos de carbono complejos.

La harina de papanabo (*Brassica rapa*) posee 66.46 % de carbohidratos, contenido similar al de harina de trigo. Su diferencia e importancia radica en que los mejores carbohidratos son: “Los que contienen mucha fibra como las verduras, frutas y los granos enteros. Estos tipos de carbohidratos tardan más tiempo en descomponerse en glucosa con lo que no existe un pico de insulina tan alto y además aportan una mayor cantidad de nutrientes” (Vitónica, 2013).

A continuación en la tabla 19 se muestra un análisis comparativo del contenido nutricional de la harina de papanabo con otras harinas de origen vegetal.

**Tabla 19.** Análisis comparativo de harina de papanabo con otras harinas de origen vegetal.

Tipo de harina	Humedad	Proteína	Grasa	Ceniza	Fibra	Carbohidratos
Harina de papa	7,2 %	7,7 %	0,8 %	3,3 %	-	-
Harina de quinua	13,7 %	9.1 %	2,6 %	2,5 %	3.1 %	72.1 %
Harina de papanabo	14,38 %	11,02 %	1,01 %	7,13 %	7,03 %	66.46 %

Elaborado por: Chirán G. (2015)



**a. Análisis microbiológico de la harina de papanabo (*Brassica rapa*).**

Se realizó con la finalidad de determinar la carga microbiológica en la harina de papanabo (*Brassica rapa*). Estos análisis fueron realizados en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

Según la norma NTE INEN 616: 2006 los requisitos microbiológicos que debe cumplir la harina de trigo son los siguientes:

**Tabla 20.** Requisitos microbiológicos de la harina de trigo.

Requisitos	Unidad	Límite máximo	Método de ensayo
Aerobios mesófilos	ufc/g	100 000	NTE INEN 1 529.5
Coliformes	ufc/g	100	NTE INEN 1 529-7
E. Coli	ufc/g	0	NTE INEN 1 529-8
Salmonella	ufc/25 g	0	NTE INEN 1 529-15
Mohos y levaduras	ufc/g	500	NTE INEN 1 529-10

Fuente: (NTE INEN 616, 2006)

En la tabla 21 se muestran los resultados del análisis microbiológico de la harina de papanabo (*Brassica rapa*).

**Tabla 21.** Resultado microbiológico de la harina de papanabo (*Brassica rapa*).

Requisitos	Unidad	Resultado	Método de ensayo
Aerobios mesófilos	ufc/g	42 000	Recuento en placa
Coliformes	ufc/g	<10	Recuento en placa
E. Coli	ufc/g	<10	Recuento en placa
Mohos y levaduras	ufc/g	100	Recuento en placa

Elaborado por: Chirán G. (2015)

Haciendo un análisis comparativo con los requisitos microbiológicos que debe cumplir una harina de trigo, se puede mencionar que el contenido microbiológico de la harina de papanabo (*Brassica rapa*) está dentro de los niveles permitidos por la NTE INEN 616: 2006.

En cuanto al contenido de Coliformes y E. Coli en el recuento en placa se observó una cantidad menor de 10 ufc/g. Resultado aceptado según la norma NTE INEN 616: 2015-01 Harina de trigo – Requisitos.

### 3.6.1.2. Análisis del producto pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*).

#### a. Resultado del análisis bromatológico del mejor tratamiento.

Los análisis se realizaron en los laboratorios especializados de la Universidad Técnica del Norte en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA).

**Tabla 22.** Análisis bromatológico del tratamiento T1.

Parámetro analizado	Unidad	Resultado
Contenido de agua	%	24.85
Proteína	%	12.62
Extracto etéreo (grasa bruta)	%	9.77
Cenizas	%	1.22
Fibra	%	0.80
Carbohidratos totales	%	51.54

**Fuente:** Laboratorios UTN (2015)

**Tabla 23.** Contenido nutricional del pan común.

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

**Fuente:** (Composición de alimentos ecuatorianos, 1965)

**Recopilado por:** Chirán G. (2015)

Analizando el contenido nutricional de un pan con 10 % de sustitución de harina de trigo por harina de papanabo (*Brassica rapa*) en comparación con el contenido nutricional de un pan común según lo establece la tabla de composición nutricional de los alimentos ecuatorianos versión 2.1 se determina lo siguiente:

El contenido de agua es de 24.85 %, un contenido menor al de un pan común que es de 35 %. El agua es un elemento esencial para la vida y además uno de los principales componentes de los alimentos y, por sí sola, un factor determinante para su conservación y seguridad. El ataque de los microorganismos es la principal causa de deterioro y su crecimiento está ligado a la cantidad de agua que contiene el alimento. La actividad de agua está determinada según la cantidad de agua presente en el alimento es por

ello que; “Cuanto menor es la actividad de agua de un alimento, mayor es su vida útil” (Gimferrer, 2012).

Al realizar la combinación de harina de trigo con harina de papanabo (*Brassica rapa*) en panificación se consigue una buena complementación de aminoácidos, aportando un alimento lo que le falta al otro y obteniéndose una mezcla proteica de mayor calidad; la cual en este caso es de 12.62 % casi el doble de lo que tiene un pan común 7.6 %, elaborado con 100 % harina de trigo.

El contenido de grasa del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) es de 9.77 %, el cual está fuera del rango que debe tener un pan común. Su elevado contenido se debe a la cantidad de mantequilla empleada en la elaboración del mismo. La cantidad empleada fue por recomendación de un panificador profesional y por la importancia que tiene las grasas en la panificación.

Las grasas brindan el aporte más significativo al sabor, al color, a la textura y riqueza del producto final. En la masa o batidos inhiben la formación de cadenas largas de gluten, lo que permite obtener un producto blando y suave. Las grasas sólidas ayudan al crecimiento de la masa ya que atrapan burbujas de aire, que se expanden cuando se someten al calor del horno. Además, las propiedades emulsionantes de las grasas permiten que los productos horneados mantengan la humedad y resistan el endurecimiento, lo que incrementa su vida útil. (Rosada, 2012).

Se piensa que la mayoría de panes a diferencia de los integrales contienen el porcentaje de grasa recomendado pero no es así ya que en su elaboración siempre se utiliza mayor cantidad de grasa para obtener un producto que presente buenas características organolépticas para su consumo.

El Instituto Ecuatoriano de Normalización no establece el contenido nutricional que debe tener un pan común. En el caso del contenido de ceniza según (Torres & Pacheco, 2007), un pan con 100 % harina de trigo contiene 1.09 % de ceniza. Para el pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) el contenido de ceniza es de 1.22 %, lo que nos indica que es mayor a un pan solo con harina de trigo. Esto se debe a la diferencia significativa de ceniza que tiene

la harina de trigo con un valor de 0,76 % en comparación con la harina de papanabo (*Brassica rapa*) que posee 7.13 %.

El contenido de fibra de un pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) es de 0.80 %. Es muy bajo, pero en su mayoría está compuesto por fibra soluble que aporta la harina de papanabo (*Brassica rapa*). Los beneficios de este tipo de fibra son:

Se puede solubilizar en agua, cuando entra en contacto con el líquido forma una especie de gel, aumentando de forma significativa su volumen y su capacidad para circular por el intestino.

En este tipo de fibra, además de un estímulo del sistema digestivo se reduce el tiempo de tránsito intestinal, algo muy beneficioso para nuestra salud.

Esta fibra sí es fermentada en el colon por su flora, lo que provocará gases (que en gran cantidad provocarán malestar) y ácidos grasos de cadena corta, que se absorberán y podrán utilizarse para proporcionar energía. (Lara, 2012).

El pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) contiene 51.54 % de carbohidratos un contenido mayor al contenido de un pan común con 100 % harina de trigo que tiene 47,8 %. Por lo cual contribuye a la generación de energía para al organismo.

#### **a. Resultado del análisis microbiológico del mejor tratamiento**

Se realizó con la finalidad de determinar la carga microbiológica del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*). Estos análisis fueron realizados en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

Debido a que el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) no considera requisitos microbiológicos para el pan, se consideró los requisitos microbiológicos para productos de panadería, pastelería, galletería y otros que establece la norma sanitaria ICMSF, mismos que se muestran en la tabla 24.

**Tabla 24.** Requisitos microbiológicos para productos de panadería, pastelería, galletería y otros.

Agente microbiano	Unidad	Límite por g	
		Mínimo	Máximo
Mohos y levaduras	ufc/g	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Escherichia coli</i>	ufc/g	3	20
<i>Staphylococcus aureus</i>	ufc/g	10	10 <sup>2</sup>
<i>Clostridium perfringens</i>	ufc/g	10	10 <sup>2</sup>
<i>Salmonella sp</i>	ufc/25 g	Ausencia/25 g	---

Fuente: (ICMSF, 2003)

Recopilado por: Chirán G (2015)

En la tabla 25 se muestran los resultados del análisis microbiológico del pan con la harina de papanabo (*Brassica rapa*).

**Tabla 25.** Resultado microbiológico del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*).

Agente microbiano	Unidad	Resultado	Método de ensayo
Aerobios mesófilos	ufc/g	0	Recuento en placa
Coliformes	ufc/g	0	Recuento en placa
E. Coli	ufc/g	0	Recuento en placa
Mohos y levaduras	ufc/g	<10	Recuento en placa

Elaborado por: Chirán G. (2015)

Realizando un análisis comparativo del resultado microbiológico del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y los requisitos que establece la norma sanitaria ICMSF, el pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) está dentro de los rangos microbiológicos permitidos.

### 3.6.1.3. D.C.A análisis funcional del diseño aplicado en la investigación.

Se empleó un Diseño Completamente al Azar (D.C.A), y pruebas de significancia Tukey al 5% para comparar tratamientos.

### 3.6.1.3.1. Análisis de variables evaluadas en el producto terminado.

Una vez finalizado el proceso de elaboración se evaluaron las muestras tomadas de cada repetición de todos los tratamientos. Los resultados se muestran en las siguientes tablas.

#### a. RENDIMIENTO DE PAN.

En la tabla 26, se reporta el porcentaje de rendimiento del producto terminado para cada una de las repeticiones de los tratamientos.

**Tabla 26.** Datos de rendimiento tomados al producto terminado.

Tratamiento	(HT-HPN) %	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Medias	
		% de rendimiento						
T1	90-10	97.1	97.3	97.3	97.2	388.9	97.23	
T2	80-20	97.6	97.5	97.5	97.5	390.1	97.53	
T3	70-30	97.7	97.8	97.8	97.8	391.1	97.78	
T0	100-0	94.4	94.5	94.3	94.3	377.5	94.38	
<b>Total</b>						<b>1 547.6</b>	<b>386.92</b>	
							$\bar{X}$	<b>96.73</b>

Elaborado por: Chirán G (2015)

Haciendo comparaciones entre los tratamientos que poseen harina de papanabo (*Brassica rapa*) con sustituciones del 10 %, 20 % y 30 % y el pan 100 % harina de trigo se observa un incremento diferencial de 3 % de rendimiento en los panes con harina de papanabo.

En la tabla 27 se muestra el análisis de varianza de la variable rendimiento de pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.

**Tabla 27.** Resultados del ADEVA para el rendimiento del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.

F.V	SC	gl	CM	F. Cal.	F. Tab.	p-valor	
Total	30,13	15			0,05	0,01	<0,0001
Tratamientos	30,06	3	10,02	1717,71 **	3,77	5,04	
Error	0,07	12	0,01				
<b>CV = 0,08 %</b>							
<b><math>\bar{X} = 96,73</math></b>							

Elaborado por: Chirán G (2015)

**NS** = No significativo.

\* = Significativo al 5 %.

\*\* = Altamente significativo al 1 %.

Luego de haber realizado el análisis de la varianza para la variable rendimiento del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y 100 % harina de trigo, se detecta que la F calculada presenta alta significancia al 5 % y 1 % de probabilidades, lo que quiere decir que estadísticamente los tratamientos no son iguales frente a la variable de medida porcentaje de rendimiento. El coeficiente de variación es de 0,08 % y una media de 96,73 %.

En la tabla 28, se muestra la prueba de Tukey al 5% para determinar rendimiento del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.

**Tabla 28.** Pruebas de significación Tukey al 5 % para rendimiento del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.

Tratamientos	Medias	n	E:E	Rangos
T3	97,78	4	0,04	A
T2	97,53	4	0,04	B
T1	97,23	4	0,04	C
T0	94,38	4	0,04	D

Elaborado por: Chirán G (2015)

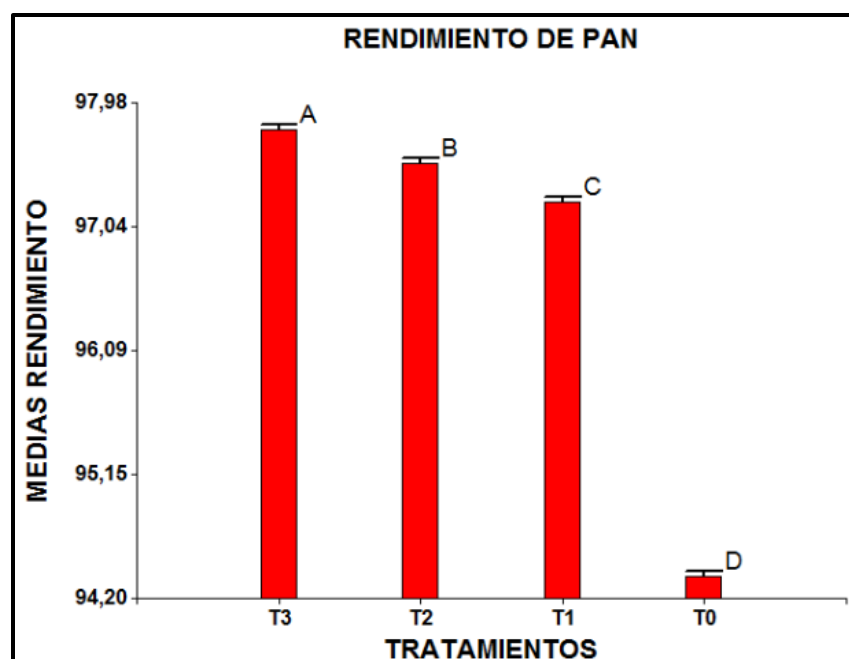
El valor  $p = <0,0001$  del ADEVA sugiere el rechazo de la hipótesis de igualdad de medias de tratamientos, es decir, existe diferencias estadísticamente significativas entre la variable rendimiento. Se puede observar que existen cuatro rangos (A, B, C, D), lo cual indica que; el tratamiento T3 (70 % harina de trigo y 30 % harina de papanabo) se ubica en el rango A, presentando un mayor rendimiento con una media de 97,78, el tratamiento T2 (80 % harina de trigo y 20 % harina de papanabo) se ubica en el rango B con una media de 97,53, el tratamiento T1 (90 % harina de trigo y 10 % harina de papanabo) está en el rango C con una media de 97,23 y finalmente el tratamiento T0 (100 % harina de trigo) ubicado en el rango D presentando menor rendimiento.

De acuerdo a la prueba Tukey se concluye que el tratamiento T3 es el que presenta diferencias estadísticas significativas con respecto a los restantes,

siendo el mejor tratamiento en cuanto al porcentaje de rendimiento por tener mayor cantidad de harina de papanabo (*Brassica rapa*). Por lo cual se concluye que el pan con harina de papanabo tiene más peso que el pan común (100 % harina de trigo).

En el gráfico 1, se presenta el perfil de tratamientos de la variable rendimiento de pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y con 100 % harina de trigo.

**Gráfico 1.** Rendimiento del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.



Elaborado por: Chirán G (2015)

En el gráfico 1 al comparar los valores de rendimiento de los diferentes tratamientos se observa que, el tratamiento T3 (70 % harina de trigo y 30 % harina de papanabo) es el que presenta un mayor rendimiento, a diferencia del tratamiento T0 (100 % harina de trigo) que presenta el rendimiento más bajo.

#### a. pH DE PAN.

En la tabla 29, se reporta el grado de pH del producto terminado en cada una de las repeticiones de los tratamientos.



**Tabla 29.** Datos de pH tomados al producto terminado.

Tratamiento	(HT-HPN) %	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media	
T1	90-10	5.85	5.86	5.86	5.85	23.42	5.86	
T2	80-20	5.87	5.88	5.88	5.88	23.51	5.88	
T3	70-30	5.88	5.89	5.89	5.88	23.54	5.89	
T0	100-0	5.89	5.89	6.01	5.89	23.68	5.92	
<b>Total</b>						<b>94.15</b>	<b>23.55</b>	
							$\bar{X}$	<b>5.89</b>

Elaborado por: Chirán G (2015)

En los datos de pH tomados al producto terminado no existe una diferencia significativa ya que todos los datos se encuentran en un promedio similar.

En la tabla 30 se muestra el análisis de varianza de la variable pH de pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.

**Tabla 30.** Resultados del ADEVA para pH del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.

F.V	SC	gl	CM	F. Cal.	F. Tab.	p-valor	
Total	0,02	15			0.05	0,01	0,0648
Tratamientos	0,01	3	2,9E-03	3,15 <sup>NS</sup>	5,95	3,49	
Error	0,01	12	9,2E-03				
<b>CV = 0,52 %</b>							
<b><math>\bar{X} = 5,89</math></b>							

Elaborado por: Chirán G (2015)

Luego de haber realizado el análisis de la varianza para la variable pH del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo, se detecta que la F calculada no tiene significancia entre tratamientos, lo que quiere decir que estadísticamente los tratamientos son similares frente a la variable de medida pH. El coeficiente de variación es de 0,52 % y una media de 5,89 %.

En la tabla 31, se muestra la prueba de Tukey al 5% para determinar el pH del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.

**Tabla 31.** Pruebas de significación Tukey al 5 % para pH del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.

Tratamientos	Medias	N	E:E	Rangos
T0	5,92	4	0,02	A
T3	5,89	4	0,02	A B
T2	5,88	4	0,02	A B
T1	5,86	4	0,02	B

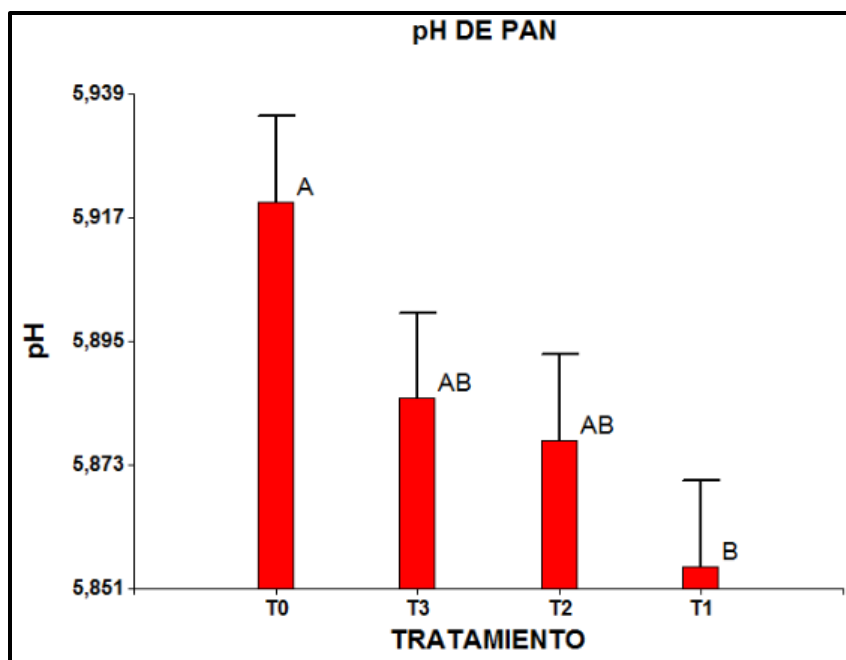
Elaborado por: Chirán G (2015)

El valor  $p = 0,0648$  del ADEVA sugiere aceptar la hipótesis de igualdad de medias de tratamientos, es decir, no existe diferencias estadísticamente significativas entre la variable pH. Se puede observar que existen dos rangos (A y B), lo cual indica que; el tratamiento T0 (100 % harina de trigo) se ubica en el rango A, presentando un pH de 5,92, el tratamiento T3 (70 % harina de trigo y 30 % harina de papanabo) y T2 (80 % harina de trigo y 20 % harina de papanabo) comparten los rangos A y B con un pH similar a diferencia del tratamiento T1 (100 % harina de trigo) con un pH de 5,86 ubicado en el rango B.

De acuerdo a la prueba de significancia Tukey se concluye que los tratamientos no presentan diferencias estadísticas significativas en la variable pH. Además se encuentran dentro del rango establecido por la norma NTE INEN 95: 1979 Pan común – Requisitos, la cual establece que el pH de un pan debe estar entre 5,5 y 6. Ver anexo 1.

En el gráfico 2, se presenta el perfil de tratamientos de variable pH de pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.

**Gráfico 2.** pH del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.



Elaborado por: Chirán G (2015)

En el gráfico 2 al comparar los valores de pH de los tratamientos se puede observar que no existen diferencias mayores en sus valores, ya que todos los datos oscilan dentro de un valor de 5.

#### 3.6.1.4. Análisis organoléptico del producto terminado.

Para determinar la influencia de sustitución de harina de papanabo (*Brassica rapa*) por harina de trigo se realizó un análisis organoléptico en el cual se evaluaron características del producto como: color, olor, sabor, textura y preferencia a través de un test de degustación. Ver anexo 5: Guía para la degustación.

Además, en las pruebas de degustación como parámetro de referencia se consideró un testigo (100 % harina de trigo) codificado como T0.

La aceptabilidad del pan por los consumidores se evaluó mediante una escala hedónica donde se reflejaba el grado de aceptación de los mismos (muy agradable, agradable, ni me agrada ni me desagrada, desagradable, muy

desagradable), en la cual participaron 30 catadores semi-entrenados consumidores de pan.

### 3.6.1.5. Resultados de la Prueba Hedónica del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*).

En la tabla 32, se reportan las medias de los resultados de la evaluación organoléptica de los tratamientos: T1 (90 % harina de trigo y 10 % harina de papanabo), T2 (80 % harina de trigo y 20 % harina de papanabo), T3 (70 % harina de trigo y 30 % harina de papanabo) y T0 (100 % harina de trigo). Ver anexo 6.

Los datos fueron calculados a través de las pruebas hedónicas, una vez registrado los datos se realizó el análisis de varianza (ADEVA) y se aplicó pruebas de significancia Tukey al 5% para comparar tratamientos.

**Tabla 32.** Medias de las pruebas organolépticas de todos los tratamientos.

Tratamientos	Color $\bar{X}$	Olor $\bar{X}$	Sabor $\bar{X}$	Textura $\bar{X}$	Preferencia $\bar{X}$
T1	8,4	8,3	8,5	8,4	8,2
T2	8,4	8,0	8,1	8,1	8,2
T3	8,3	7,9	7,3	7,9	7,8
T0	7,7	6,7	6,0	8,0	7,3
<b>Medias</b>	<b>8,2</b>	<b>7,72</b>	<b>7,48</b>	<b>8,1</b>	<b>7,86</b>

Elaborado por: Chirán G (2015)

A continuación se presenta los resultados del análisis de varianza (ADEVA) de las pruebas organolépticas aplicadas a los tratamientos.

#### 3.6.1.5.1. Análisis de varianza para el color.

En la tabla 33, se describe la caracterización organoléptica del color de pan de cada uno de los tratamientos.

**Tabla 33.** Caracterización organoléptica para la variable color del pan de los tratamientos.

Tratamientos	Color
T0	Agradable
T1	Agradable
T2	Agradable
T3	Agradable

Elaborado por: Chirán G (2015)

A continuación se muestra el resultado de análisis de varianza para el color del pan de los tratamientos.

**Tabla 34.** Resultados del ADEVA para el color del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.

F.V	SC	gl	CM	F. Cal.	F. Tab.	p-valor	
Total	191,97	119			0,05	0,01	0,0753
Tratamientos	11,03	3	3,68	2,36 <sup>NS</sup>	3,36	4,20	
Error	180,93	116	1,56				
<b>CV = 15,26 %</b>							
<b><math>\bar{X} = 8,2</math></b>							

Elaborado por: Chirán G (2015)

Luego de haber realizado el análisis de la varianza para la variable color del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo, se detecta que la F calculada no tiene significancia entre los puntajes hedónicos promedio de tratamientos, lo que quiere decir que estadísticamente los tratamientos son similares frente a la variable color. El coeficiente de variación es de 15,26 % y una media de 8,2.

En la tabla 35, se muestra la prueba de Tukey al 5% para determinar la relación de la variable color del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.

**Tabla 35.** Pruebas de significación Tukey al 5 % para el color del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.

Tratamientos	Medias	n	E:E	Rangos
T1	8,40	30	0,23	A
T0	8,40	30	0,23	A
T2	8,27	30	0,23	A
T3	7,67	30	0,23	A

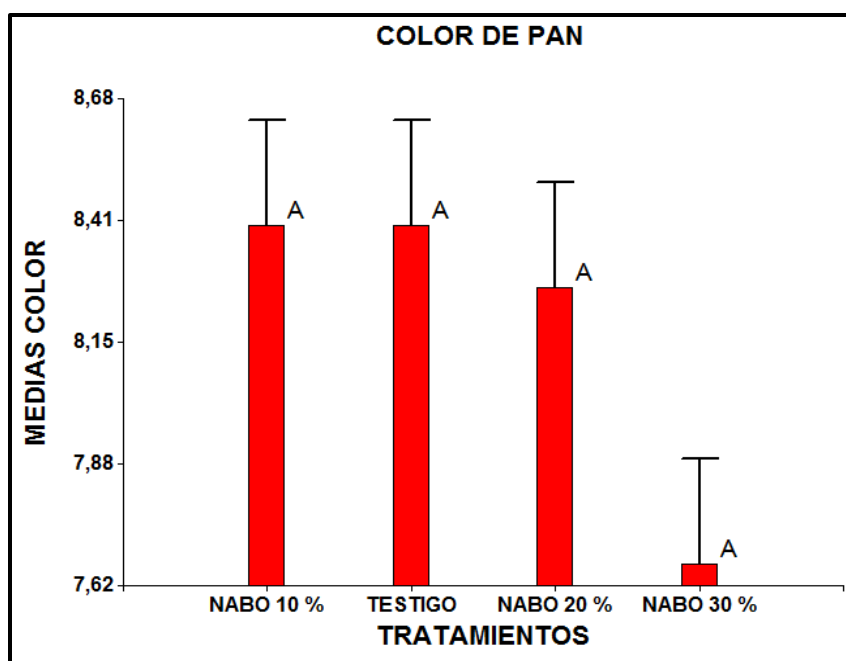
Elaborado por: Chirán G (2015)

El valor  $p = 0,0753$  del ADEVA sugiere aceptar la hipótesis de igualdad de medias de tratamientos, es decir, no existe diferencias estadísticamente significativas para la variable color. Todos los tratamientos se encuentran dentro del mismo rango A.

Según la prueba de significancia Tukey se puede concluir que todos los tratamientos comparten en las mismas características en cuanto a la variable color, evaluándose por los catadores como agradable.

En el gráfico 3, se presenta el perfil de tratamientos de la variable color del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.

**Gráfico 3.** Color del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.



Elaborado por: Chirán G (2015)

Analizando el gráfico 3, claramente se puede determinar que los tratamientos se encuentran en el mismo rango compartiendo medias similares para la variable color.

### 3.6.1.5.2. Análisis de varianza para el olor.

En la tabla 36, se describe la caracterización organoléptica del olor del pan de cada uno de los tratamientos.

**Tabla 36.** Caracterización organoléptica para la variable olor de los tratamientos.

Tratamientos	Olor
T0	Agradable
T1	Agradable
T2	Agradable
T3	Ni agrada ni desagrada

Elaborado por: Chirán G (2015)

A continuación se muestra el resultado de análisis de varianza para el olor del pan de los tratamientos.

**Tabla 37.** Resultados del ADEVA para el olor del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.

F.V	SC	GI	CM	F. Cal.	F. Tab.	p-valor	
Total	221,20	119			0,05	0,01	<0,0001
Tratamientos	45,20	3	15,07	9,93 **	3,36	4,20	
Error	176,00	116	1,52				
<b>CV = 16,00 %</b>							
<b><math>\bar{X} = 7,72</math></b>							

Elaborado por: Chirán G (2015)

Luego de haber realizado el análisis de la varianza para la variable olor del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo, se detecta que la F calculada presenta alta significancia al 5 % y 1 % de probabilidades, entre los puntajes hedónicos promedio de tratamientos, lo que quiere decir que estadísticamente los tratamientos se comportan diferentes frente a la variable olor. El coeficiente de variación es de 16,00 % y una media de 7,72.

En la tabla 38, se muestra la prueba de Tukey al 5% para determinar la relación de la variable olor del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.

**Tabla 38.** Pruebas de significación Tukey al 5 % para el olor del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.

Tratamientos	Medias	n	E:E	Rangos
T0	8,27	30	0,04	A
T1	8,00	30	0,04	A
T2	7,87	30	0,04	A
T3	6,67	30	0,04	B

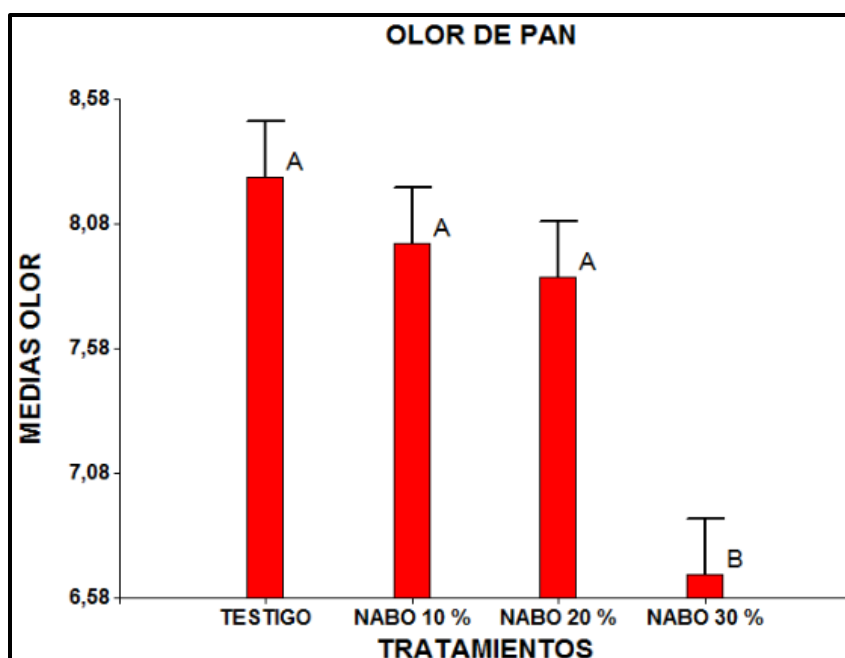
Elaborado por: Chirán G (2015)

El valor  $p = <0,0001$  del ADEVA sugiere rechazar la hipótesis de igualdad de medias de tratamientos, es decir, existe diferencias estadísticamente significativas para la variable olor. Se observa dos rangos (A y B). Lo que nos indica que los tratamientos T0 (100 % harina de trigo), T1 (90 % harina de trigo y 10 % harina de papanabo) y T2 (80 % harina de trigo y 20 % harina de papanabo) comparten el rango A con medias similares. En el rango B se encuentra el T3 (70 % harina trigo y 30 % harina papanabo) con una media de 6,67 siendo el valor más bajo ya que el olor es más fuerte al producto de cual se extrajo la harina (papanabo-*Brassica rapa*).

Con la prueba de significancia Tukey al 5% se puede concluir que a diferencia del testigo el tratamiento T1 (90 % - 10 %) y T2 (80 % - 20 %) es el de mayor aceptación por presentar un olor agradable.

En el gráfico 4, se presenta el perfil de tratamientos de la variable olor del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.

**Gráfico 4.** Olor del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.



Elaborado por: Chirán G (2015)

Analizando el gráfico 4, claramente se puede determinar que a diferencia del testigo absoluto T0 (100 % - 0 %) con el valor de la media más alta 8,27, el



tratamiento T1 (90 % - 10 %) presenta una media de 8,00 siendo el más aceptable para la variable olor. El tratamiento T2 (80 % - 20 %) con una media de y 7,87 y el tratamiento menos aceptable T3 (70 % - 30 %) con una media de 6,67.

### 3.6.1.5.3. Análisis de varianza para el sabor.

En la tabla 39, se describe la caracterización organoléptica del sabor del pan de cada uno de los tratamientos.

**Tabla 39.** Caracterización organoléptica para la variable sabor de los tratamientos.

Tratamientos	Sabor
T0	Agradable
T1	Agradable
T2	Ni agrada ni desagrada
T3	Desagradable

Elaborado por: Chirán G (2015)

A continuación se muestra el resultado del análisis de varianza para el sabor del pan de los tratamientos.

**Tabla 40.** Resultados del ADEVA para el sabor del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.

F.V	SC	GI	CM	F. Cal.	F. Tab.	p-valor	
Total	373,87	119			0,05	0,01	<0,0001
Tratamientos	110,67	3	36,89	16,26 **	3,36	4,20	
Error	263,20	116	2,27				
<b>CV = 20,17 %</b>							
<b><math>\bar{X} = 7,48</math></b>							

Elaborado por: Chirán G (2015)

Luego de haber realizado el análisis de la varianza para la variable sabor del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo, se detecta que la F calculada presenta alta significancia entre los puntajes hedónicos promedio de tratamientos, lo que quiere decir que estadísticamente los tratamientos se comportan diferentes frente a la variable sabor. El coeficiente de variación es de 20,17 % y una media de 7,48.

En la tabla 41, se muestra la prueba de Tukey al 5% para determinar la relación de la variable sabor del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.

**Tabla 41.** Pruebas de significación Tukey al 5 % para el sabor del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.

Tratamientos	Medias	n	E:E	Rangos
T0	8,53	30	0,05	A
T1	8,07	30	0,05	A B
T2	7,27	30	0,05	B
T3	6,00	30	0,05	C

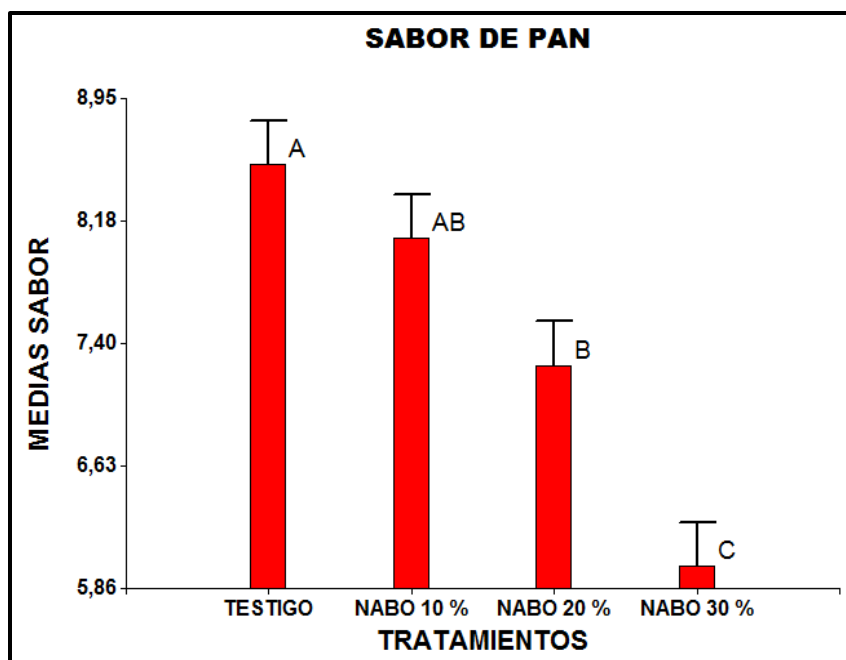
Elaborado por: Chirán G (2015)

El valor  $p = <0,0001$  del ADEVA sugiere rechazar la hipótesis de igualdad de medias de tratamientos, es decir, existe diferencias estadísticamente significativas para la variable sabor. Se observa tres rangos (A, B, C,). Lo que nos indica que a diferencia del tratamiento T0 (100 % harina de trigo) el tratamiento T1 (90 % harina de trigo y 10 % harina de papanabo) comparte los rangos A y B estableciéndose como el de mejor aceptación para la variable sabor con una media de 8,07. El tratamiento T2 (80 % harina de trigo y 20 % harina de papanabo) se encuentra en el rango B con una media de 7,27 y el tratamiento T3 (70 % harina de trigo y 30 % harina de papanabo) en el rango C con el valor más bajo de 6,00 determinado como el tratamiento de menor aceptación para la variable sabor.

Con la prueba de significancia Tukey al 5% se puede concluir que a diferencia del testigo el tratamiento T1 (90 % - 10 %) es el de mayor aceptación a la variable sabor.

En el gráfico 5, se presenta el perfil de tratamientos de la variable sabor del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.

**Gráfico 5.** Sabor del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.



Elaborado por: Chirán G (2015)

Analizando el gráfico 5, se determina que a diferencia del testigo absoluto T0 (100 % - 0 %) con el valor de la media más alta 8,53, el tratamiento T1 (90 % - 10 %) presenta una media de 8,07 siendo el más aceptable para la variable sabor. El tratamiento T2 (80 % - 20 %) con una media de 7,27 y el tratamiento menos aceptable T3 (70 % - 30 %) con una media de 6,00.

#### 3.6.1.5.4. Análisis de varianza para la textura.

En la tabla 42, se describe la caracterización organoléptica de la textura del pan de cada uno de los tratamientos.

**Tabla 42.** Caracterización organoléptica para la variable textura de los tratamientos.

Tratamientos	Textura
T0	Agradable
T1	Agradable
T2	Agradable
T3	Agradable

Elaborado por: Chirán G (2015)

A continuación se muestra el resultado de análisis de varianza para la textura del pan de los tratamientos.

**Tabla 43.** Resultados del ADEVA para la textura del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.

F.V	SC	gl	CM	F. Cal.	F. Tab.	p-valor	
Total	150,80	119			0,05	0,01	0,3876
Tratamientos	3,87	3	1,29	1,02 <sup>NS</sup>	3,36	4,20	
Error	146,93	116	1,27				
<b>CV = 13,89 %</b>							
<b><math>\bar{X} = 8,1</math></b>							

Elaborado por: Chirán G (2015)

Luego de haber realizado el análisis de la varianza para la variable textura del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo, se detecta que la F calculada no presenta significancia entre los puntajes hedónicos promedio de tratamientos, lo que quiere decir que estadísticamente los tratamientos se comportan iguales frente a la variable textura. El coeficiente de variación es de 13, 89% y una media de 8,1.

En la tabla 44, se muestra la prueba de Tukey al 5% para determinar la relación de la variable textura del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.

**Tabla 44.** Pruebas de significación Tukey al 5 % para la textura del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.

Tratamientos	Medias	n	E:E	Rangos
T0	8,40	30	0,21	A
T1	8,07	30	0,21	A
T2	8,00	30	0,21	A
T3	7,93	30	0,21	A

Elaborado por: Chirán G (2015)

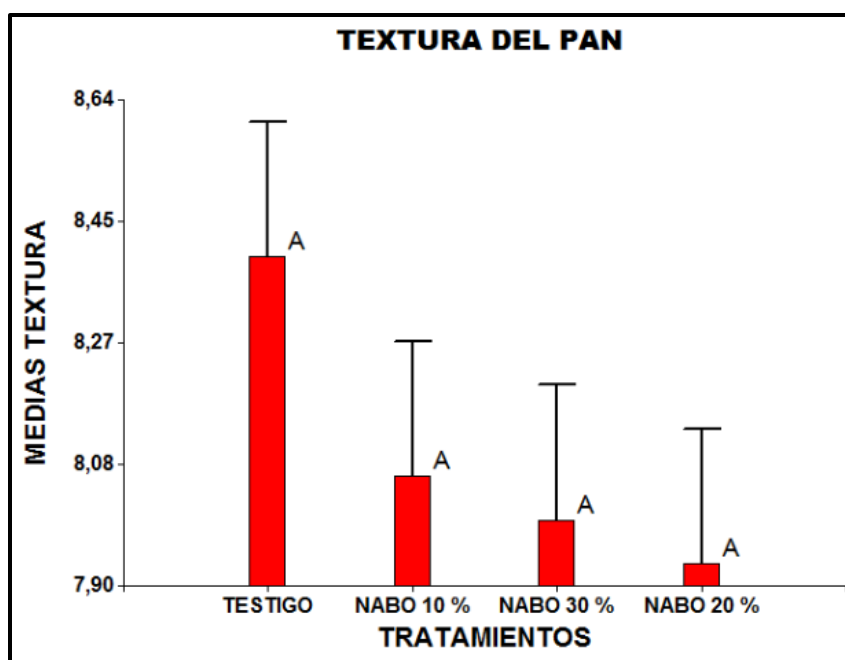
El valor  $p = 0,3876$  del ADEVA sugiere aceptar la hipótesis de igualdad de medias de tratamientos, es decir, no existe diferencias estadísticamente significativas para la variable textura. Se observa la presencia de un solo rango A, dentro del cual se encuentran todos los tratamientos. T0 (100 % harina de trigo) con una media de 8,40, T1 (90 % harina de trigo y 10 % harina de papanabo) con una media de 8,07; T2 (80 % harina de trigo y 20 % harina de papanabo) con una media de 8,00 y T3 (70 % harina de trigo y 30 % harina

de papanabo) con una media de 7,93 se caracterizan por presentar una textura agradable.

Según la prueba de significancia Tukey al 5 % se puede concluir que los tratamientos presentan características similares en cuanto a la variable textura.

En el gráfico 6, se presenta el perfil de tratamientos de la variable textura del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.

**Gráfico 6.** Textura del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.



Elaborado por: Chirán G (2015)

Analizando el gráfico 6, se determina que los T0 (100 % - 0 %), T1 (90 % - 10 %), T2 (80 % - 20 %) y T3 (70 % - 30 %) se caracterizan por estar dentro del mismo rango y compartir medias similares evaluándose por presentar una textura agradable.

### 3.6.1.5.5. Análisis de varianza para aceptabilidad y preferencia del producto (pan con harina de papanabo).

En la tabla 45, se describe los tratamientos de mayor aceptación por los catadores para la variable preferencia del pan. Los resultados obtenidos se muestran de acuerdo a los criterios de gusto y ordenamiento de los catadores, siendo estas; las muestras que más prefieren a las muestras que menos prefieren.

**Tabla 45.** Resultados de los tratamientos más aceptados para la variable preferencia del pan.

	Tratamientos	Porcentaje de preferencia
Tratamientos que más prefieren	T0	83,3 %
	T1	
Tratamientos que menos prefieren	T2	16,7 %
	T3	

Elaborado por: Chirán G (2015)

En la prueba de preferencia por ordenamiento de los productos se determinó que el tratamiento T0 (100 % harina de trigo) y T1 (90 % harina de trigo y 10 % harina de papanabo) resultaron los de mayor preferencia para los catadores. Por otra parte, los que obtuvieron menor puntaje de aceptación fueron los tratamientos T2 (80 % harina de trigo y 20 % harina de papanabo) y T3 (70 % harina de trigo y 30 % harina de papanabo).

A continuación se muestra el resultado de análisis de varianza para la aceptabilidad del pan de cada uno de los tratamientos.

**Tabla 46.** Resultados del ADEVA para la aceptabilidad del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.

F.V	SC	gl	CM	F. Cal.	F. Tab.	p-valor	
Total	210,37	15			0,05	0,01	0,0321
Tratamientos	15,30	3	5,10	3,03 <sup>NS</sup>	3,36	4,20	
Error	195,07	12	1,68				
<b>CV = 16,45 %</b>							
<b><math>\bar{X} = 7,86</math></b>							

Elaborado por: Chirán G (2015)

Luego de haber realizado el análisis de la varianza para la variable de aceptabilidad del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo, se detecta que la F calculada no presenta significancia entre los puntajes hedónicos promedio de tratamientos, lo que quiere decir que estadísticamente los tratamientos se comportan similares frente a la variable aceptabilidad. El coeficiente de variación es de 16,45 % y una media de 7,86.

En la tabla 47, se muestra la prueba de Tukey al 5% para determinar la relación de la variable aceptabilidad del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.

**Tabla 47.** Pruebas de significación Tukey al 5 % para la aceptabilidad del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.

Tratamientos	Medias	n	E:E	Rangos
T1	8,20	30	0,24	A
T0	8,20	30	0,24	A
T2	7,80	30	0,24	A
T1	7,33	30	0,24	A

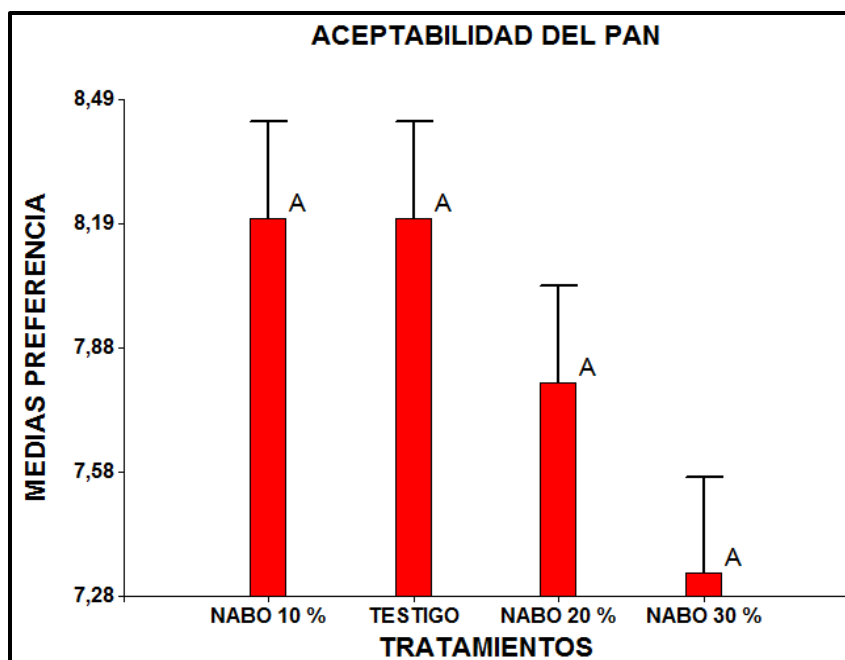
Elaborado por: Chirán G (2015)

El valor  $p = 0,0321$  del ADEVA sugiere aceptar la hipótesis de igualdad de medias de tratamientos, es decir, no existe diferencias estadísticamente significativas para la variable aceptabilidad del producto. Se observa la presencia de un solo rango A, dentro del cual se encuentran todos los tratamientos.

Según la prueba de significancia Tukey al 5 % se puede concluir que el productos con los diferentes niveles de sustitución de harina de papanabo (*Brassica rapa*) es aceptado por los evaluadores.

En el gráfico 7, se presenta el perfil de tratamientos de la variable aceptabilidad del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.

**Gráfico 7.** Aceptabilidad del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y pan con 100 % harina de trigo.



Elaborado por: Chirán G (2015)

Analizando el gráfico 7, se determina que el testigo absoluto T0 (100 % - 0 %) y el tratamiento T1 (90 % - 10 %) presentan una media de 8,20 siendo los tratamientos de mayor aceptabilidad por los catadores. Más abajo de estos valores se encuentra el tratamiento T2 (80 % - 20 %) con una media de 7,80 y el tratamiento menos aceptable T3 (70 % - 30 %) con una media de 7,33.

El análisis organoléptico realizado con catadores semi-entrenados, quienes usualmente eran consumidores de pan, aceptaron en su mayoría los productos desarrollados con harina de papanabo (*Brassica rapa*) aunque con puntuaciones menores a las otorgadas al testigo absoluto (T0). El tratamiento T1 formulado con 10% de harina de papanabo (*Brassica rapa*) obtuvo mejores puntuaciones en las características organolépticas evaluadas que los formulados con 20%, y 30 % de harina de papanabo (*Brassica rapa*). El 80 % de los catadores aceptaron el pan con 10 % de harina de papanabo (*Brassica rapa*), entre valoraciones de “Me gusta mucho”, “Me gusta”, “Ni me gusta ni me disgusta” de la escala hedónica; mientras que el tratamiento con el 30 % de sustitución de harina de papanabo (*Brassica rapa*) con un 70 % de



aceptación fue el que obtuvo las más bajas puntuaciones no siendo tan representativas al mejor tratamiento T1.

Los catadores describieron el sabor de los productos con alto contenido de harina de papanabo (*Brassica rapa*) con un sabor y olor “extraño”, “indiferente”, “ligeramente ácido”, intentando describir de esta forma un nuevo sabor y olor hasta ahora no percibidos, siendo las puntuaciones menores por el olor ya que entre más contenido de harina de papanabo (*Brassica rapa*) tenga el pan su olor es más fuerte al producto como tal lo que no pasa con el sabor que es agridulce.

### 3.6.1.6. Análisis económico.

Para determinar el costo de producción del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) se tomó en cuenta los costos fijos y variables que intervienen en el proceso de elaboración del producto. Se aclara que el costo de producción determinado es del mejor tratamiento (10 % de sustitución).

**Costo fijo:** Son aquellos en los que incurre la empresa y que en el corto plazo o para ciertos niveles de producción, no dependen del volumen de productos.

**Costo variable:** Costo que incurre la empresa y guarda dependencia importante con los volúmenes de fabricación.

A continuación en la tabla 48 se detallan los costos fijos para la elaboración de pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*).

**Tabla 48.** Costos fijos de producción para la elaboración de pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*).

Suministro	Cantidad	Costo fijo (USD)	Cantidad unitaria	Costo unitario	Costo total
Luz	1 Kwh	0,08	0.5* kwh	0,08	0,04
Agua	1m <sup>3</sup>	0,25	0.1** m <sup>3</sup>	0,01	0,01
Combustible(Gas)	15 kg	2,5	0.1 kg	0,17	0,02
<b>Costo Total (USD)</b>					<b>0,07</b>

Fuente: EMELNORTE-EMAPA-T

Recopilado por: Chirán G (2015)

A continuación en las tablas que preceden se detallan los costos para la elaboración de harina de papanabo (*Brassica rapa*).

**Tabla 49.** Costos variables y fijos de producción para elaborar harina de papanabo (*Brassica rapa*).

<b>Costo de producción de la harina de Papanabo (<i>Brassica rapa</i>) 2,030 kg</b>				
<b>Materia prima e insumos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costos variables</b>	<b>Cantidad utilizada</b>	<b>Costo total (USD)</b>
Papanabo ( <i>Brassica rapa</i> )	50 kg	10,00	50 kg	8,00
Mano de obra	1 persona (8 horas)	10,00	2 h	2,50
<b>Total</b>				<b>10,50</b>
		<b>Costos fijos</b>		
Luz, agua, combustible				0,07
Depreciación de maquinaria	5 %			0,53
<b>Total</b>				<b>0,60</b>

Elaborado por: Chirán G (2015)

**Tabla 50.** Costo de producción de harina de papanabo (*Brassica rapa*).

<b>Costo de la harina de papanabo (<i>Brassica rapa</i>) 2,030 kg</b>	
Costos variables	10,50
Costos fijos	0,60
<b>Sub total</b>	<b>11,10</b>
Imprevistos 10 %	1.11
<b>Costo total (USD)</b>	<b>12,21</b>

Elaborado por: Chirán G (2015)

Finalmente para elaborar 2,030 kg de harina de papanabo (*Brassica rapa*) cuesta 12,21 dólares americanos.

A continuación en las tablas que preceden se detallan los costos para elaborar pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) del mejor tratamiento T1.

**Tabla 51.** Costos variables y fijos de producción para elabora pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*).

<b>Costo de producción de pan con harina de Papanabo (Brassica rapa)</b>		
<b>Materia prima e insumos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costos variables</b>
Harina de trigo	491.8 g	0,35
Harina de Papanabo	54.65 g	0,33
Levadura	16.39 g	0,06
Sal	10.92 g	0,019
Azúcar	16.39 g	0,011
Mantequilla	81.96 g	0,10
Mano de obra	2,5 horas	3,13
<b>Total</b>		<b>4,00</b>
		<b>Costos fijos</b>
Agua, luz, combustible (gas)		0,07
Depreciación de la maquinaria 5 %		0,20
<b>Total</b>		<b>0,27</b>

Elaborado por: Chirán G (2015)

**Tabla 52.** Costo de producción de pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*).

<b>Costo de pan de Papanabo (Brassica rapa) T1</b>	
Costos variables	4,00
Costos fijos	0,27
<b>Sub total</b>	<b>4,27</b>
Imprevistos 10 %	0,42
<b>Costo total (USD)</b>	<b>4,69</b>

Elaborado por: Chirán G (2015)

En consecuencia como resultado se tiene que para el tratamiento T1 (90 % harina de trigo y 10 % harina de papanabo) con sus respectivas repeticiones, obtenemos 22 panes, los cuales tendrán un costo de producción equivalente a USD 0.21 por cada unidad de aproximadamente 45,5 gramos.

$$\text{Costo pan} = \frac{\text{USD } 4,69}{22 \text{ unidades de pan}} = 0,21$$

Actualmente el costo de producción de un pan común es de 0,10 dólares. En comparación con el costo de un pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) que es de 0,21 dólares, existe un diferencia de aumento de 0,11 dólares. La ventaja de consumir un pan que contenga harina de papanabo (*Brassica rapa*) está en que es un producto con mejor contenido nutricional que el pan común.

Dicho contenido nutricional es agregado por el uso de la harina de papanabo (*Brassica rapa*) que es de origen vegetal y de un producto con grandes propiedades alimenticias y medicinales.

### **3.6.2. Verificación de hipótesis.**

Se acepta la hipótesis afirmativa debido a que la utilización de harina de papanabo (*Brassica rapa var. Purple Top White Globe*) como sustituto parcial de harina de trigo influye de manera positiva en la calidad del pan común.

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 4.1. CONCLUSIONES.

- ✓ El desarrollo de esta investigación permite concluir que si es posible elaborar pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) y además se hace evidente la hipótesis alternativa en la que se dice que la utilización de harina de papanabo (*Brassica rapa* var. *Purple Top White Globe*) como sustituto parcial de harina de trigo influye en la calidad del pan común.
- ✓ En cuanto al mejor porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de papanabo (*Brassica rapa*), a través del análisis sensorial, se determinó que con el 10 % de sustitución de harina de trigo por harina de papanabo se obtienen mejores resultados ya que el pan presenta características organolépticas similares a las del pan común como suavidad, esponjosidad, buena palatabilidad y sabor agradable para los consumidores.
- ✓ Al evaluar el rendimiento de todos los tratamientos T1, T2, T3 y T0 se determinó que a mayor contenido de harina de papanabo (*Brassica rapa*) el porcentaje de rendimiento aumenta. El rendimiento para el mejor tratamiento T1 fue de 97,23 % a diferencia del pan común con 94,38 %.
- ✓ En la evaluación del pH de los tratamientos T1, T2, T3 y T0 se determinó que todos se encontraban dentro de los parámetros que establece la norma NTE INEN 95: 1979.
- ✓ En los análisis microbiológicos (*Escherichia coli*/Coliformes totales, Aerobios mesófilos, mohos y levaduras) realizados en la materia prima y en el producto del mejor tratamiento T1, los resultados obtenidos estuvieron por debajo del límite de las normas recomendadas; NTE INEN 616: 2006 para harina y la norma sanitaria ICMSF para pan, por lo que se manifiesta que el producto es apto para el consumo humano.

- ✓ De acuerdo al análisis bromatológico realizado se determinó el porcentaje de humedad, proteína, grasa, cenizas, fibra y carbohidratos de la harina de papanabo (*Brassica rapa*) y harina de trigo; obteniendo como resultado que la harina de papanabo (*Brassica rapa*) presenta un mejor contenido nutricional que la harina de trigo existiendo una diferencia en el contenido de proteína, debido a que la harina de trigo presenta un contenido de 17.3 % y la harina de papanabo 11,02 %.
- ✓ Para la calidad del pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) mediante un análisis bromatológico del mejor tratamiento T1, se determinó que contienen un porcentaje considerable de proteína, 12,62 % mayor al contenido de un pan común que solo posee 7,5 a 8,5 %; lo que demuestra que al incorporar harina de papanabo (*Brassica rapa*) a la mezcla, se logra enriquecer la masa aportando a la calidad nutricional del pan mejorando su valor proteico. Además su contenido de agua es menor al de un pan común por lo cual se convierte en un producto con menor susceptibilidad al ataque microbiano aumentando su vida útil.
- ✓ En cuanto al análisis de costos realizado se establece que el pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) tiene un costo de producción unitario de 0,21 dólares.
- ✓ Finalmente la harina de papanabo (*Brassica rapa*) no representa una alternativa viable de sustitución de harina de trigo debido a que no otorga las características necesarias para panificación.

#### **4.2. RECOMENDACIONES.**

- ✓ Para elaborar pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*) se recomienda utilizar 10 % harina de papanabo (*Brassica rapa*) en la mezcla. En el caso de elevar el contenido de sustitución de harina se recomienda emplear otros ingredientes como esencias o saborizantes para mejora su sabor y aroma.

- ✓ Se recomienda realizar nuevas investigaciones con la harina de papanabo (*Brassica rapa*) en pastelería, repostería o incluso utilizarla en la elaboración de productos integrales de panificación por sus grandes componentes nutricionales y medicinales.
- ✓ Es importante fomentar la producción de papanabo (*Brassica rapa*) a los agricultores de la región norte del Ecuador, especialmente en la provincia del Carchi por poseer las condiciones ideales para su cultivo, además se recomienda realizar nuevas investigaciones con esta hortaliza, crear nuevos productos alimenticios o medicinales que contribuyan con el bienestar y la seguridad alimentaria de la población.
- ✓ La alternativa de sustituir parcialmente la harina de trigo por harina de papanabo (*Brassica rapa*) se enfoca principalmente al gran problema que tiene el País en cuanto al costo que representa la importación de harina de trigo. Por tal motivo se recomienda hacer uso de las diversas harinas que pueden ser sustituidas por la harina de trigo creando un nuevo hábito de consumo de productos de panificación y así contribuir con la economía del país reduciendo el costo de importación de harina de trigo.

## V. BIBLIOGRAFÍA.

Anzaldúa, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica* (Ilustrada ed.). Zaragoza , España : ACRIBIA .

Cauvain, S., & Linda, Y. (2008). *Productos de Panadería*. Zaragoza - España: ACRIBIA.

Cevallos, R. (Abril de 2009). *Manipulación de alimento en las harinas y derivados*. Formación Alcalá.

Días, M. Durán F. (2007). *Manual del ingeniero de Alimentos*. Editorial Colombia. Grupo Latino Ltda.

Jeantet. R. Croguennec, T. S. (2010). *Ciencia de los alimentos*. (2). Editorial ACRIBIA. Zaragoza-España.

Terranova (2001). *Enciclopedia Agropecuaria Producción Agrícola 2*. Bogotá-Colombia.

## LINKOGRAFÍA.

Álvarez, F. (03 de Marzo de 2013). Recuperado el 09 de Marzo de 2015, de <http://www.elmundo.es/elmundo/2013/03/23/valencia/1364068880.htm>  
|

Álvarez, Z., & Tusa, E. (2008). *Elaboración de pan dulce precocido enriquecido con harina de quinua (*Chenopodium quinoa w.*)*". Tesis de Grado , Universidad Técnica del Norte , Ibarra - Ecuador. Recuperado el 19 de Enero de 2014, de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/555/1/03%20AGI%20251%20TESIS.pdf>

Arias, M. (2009). *Caracterización físico-químico y sensorial de nabiza y grelo (*Brassica rapa L.*)*. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela. Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10347/2599>

Banco Central del Ecuador. (2014). Recuperado el 09 de Marzo de 2015, de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/trigo-ce>



- Benavente, J. C. (06 de Junio de 2013). *Revista INESEM*. Recuperado el 24 de Febrero de 2015, de <http://revistadigital.inesem.es/sociosanitario/los-5-venenos-blancos-de-la-alimentacion-actual-iv-harina-refinada/>
- BIOMANANTIAL. (s.f). Recuperado el 15 de Febrero de 2015, de <http://www.biomanantial.com/proteinas-origen-vegetal-a-53-es.html>
- Blog de Farmacia. (16 de Diciembre de 2013). Recuperado el 15 de Febrero de 2015, de <http://www.blogdefarmacia.com/por-que-consumir-fibra-vegetal/>
- Boada, L., & Torres, N. (10 de Enero de 2013). Recuperado el 09 de Marzo de 2015, de <http://sendero-virtual.blogspot.com/2013/01/el-mercado-de-materias-primas-agricolas.html>
- Castro, G. y. (2008). *datateca.unad.edu.co*. Recuperado el 02 de Febrero de 2014, de [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/332569/MODULO\\_332569\\_EXE/mdulo.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/332569/MODULO_332569_EXE/mdulo.html)
- Chavarrías, M. (18 de Septiembre de 2013). *EROSKI CONSUMER*. Recuperado el 12 de Diciembre de 2014, de <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/sociedad-y-consumo/2013/09/18/217994.php>
- Composición de alimentos ecuatorianos. (1965). Recuperado el 09 de Marzo de 2015, de <http://es.scribd.com/doc/22515896/Tabla-de-Composicion-de-Alimentos#scribd>
- Constante, J. y. (2011). *ELABORACIÓN DE PAN ESPECIAL ENRIQUECIDO CON TRES NIVELES DE HARINA DE QUINUA (Chenopodium quinoa willdenow) Y AMARANTO (Amaranthus caudatus L.), UTILIZANDO PULPA DE ZAPALLO (Cucúrbita máxima) COMO COLORANTE NATURAL*. Tesis de Grado, Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda. Recuperado el 09 de Diciembre de 2014, de <http://www.biblioteca.ueb.edu.ec/bitstream/15001/1572/1/0.59%20Al.pdf>
- DIARIO EL HOY. (17 de Octubre de 2007). *www.hoy.com.ec*. Recuperado el 28 de Enero de 2014, de <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/produccion-de-trigo-no-cubre-la-demanda-local-279914.html>
- DIARIO LOS ANDES. (18 de Enero de 2014). *www.andes.info.ec*. Recuperado el 28 de Enero de 2014, de <http://www.andes.info.ec/es/noticias/pan-ecuatoriano-puede-agregar-harina-banano-verde-reducir-importacion-harina-trigo.html>

- DIARIO OPINÓN. (23 de Enero de 2014). *www.diariopinion.com*. Recuperado el 28 de Enero de 2014, de <http://www.diariopinion.com/primeraplana/verArticulo.php?id=876762>
- Directo al Paladar. (Marzo 13 de 2010). *www.directoalpaladar.com*. Recuperado el 18 de Diciembre de 2014, de <http://www.directoalpaladar.com/ingredientes-y-alimentos/sobre-el-nabo>
- DuocUc. (s.f). *biblioteca.duoc.cl*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2014, de [http://biblioteca.duoc.cl/bdigital/Documentos\\_Digitales/600/640/38435.pdf](http://biblioteca.duoc.cl/bdigital/Documentos_Digitales/600/640/38435.pdf)
- FAO. (2006). *FICHAS TÉCNICAS*. Recuperado el 23 de Enero de 2014, de [http://www.fao.org/inpho\\_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfrescos/NABO.HTM](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfrescos/NABO.HTM)
- Fichas Técnicas. (2006). *Productos Frescos y Procesados*. Recuperado el 13 de Enero de 2014, de [http://www.fao.org/inpho\\_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfrescos/NABO.HTM#B1](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfrescos/NABO.HTM#B1)
- Fundación Eroski. (s.f). Recuperado el 23 de Enero de 2014, de <http://verduras.consumer.es/documentos/hortalizas/nabo/intro.php>
- Gimferrer, N. (24 de Febrero de 2012). Recuperado el 15 de Febrero de 2015, de <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2008/03/26/175613.php>
- Guía Petrifilm. (2014). Recuperado el 09 de Marzo de 2015, de [http://jornades.uab.cat/workshopmrama/sites/jornades.uab.cat/workshopmrama/files/Petrifilm\\_guias.pdf](http://jornades.uab.cat/workshopmrama/sites/jornades.uab.cat/workshopmrama/files/Petrifilm_guias.pdf)
- Hacemos Vida Sana. (s.f). *www.hacemosvidasana.com*. Recuperado el 11 de Diciembre de 2014, de <http://www.hacemosvidasana.com/alimentos-cereales-tuberculos-y-legumbres/>
- Hernández, E. (2005). *Evaluación Sensorial*. Bogotá, Colombia : UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD. Recuperado el 19 de Febrero de 2015
- Hessayon, D. (04 de Mayo de 2010). *Manual de Horticultura*. Recuperado el 23 de Enero de 2014, de [https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CDQQFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.abayalacolectivo.com%2Fweb\\_files%2Fdownload%2Fcompartir%2Farchivo%2FManua](https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CDQQFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.abayalacolectivo.com%2Fweb_files%2Fdownload%2Fcompartir%2Farchivo%2FManua)

I-de-horticultura-DG-Hessayon-pdf-45.pdf&ei=qMzhUrPkh5fLsQTa3IC4Ag&usg=AFQjCNHd

Humber, C. (s.f). *www.dietametabolica.es*. Recuperado el 19 de Enero de 2014, de <http://www.dietametabolica.es/trigo.htm>

ICMSF. (2003). Recuperado el 15 de Febrero de 2015, de [http://www.digesa.sld.pe/norma\\_consulta/Proy\\_RM615-2003.pdf](http://www.digesa.sld.pe/norma_consulta/Proy_RM615-2003.pdf)

INEC. (2013). *Boletín Agropecuario Mensual N°14*. Quito.

INEN 616. (2006). *Harina de trigo. Requisitos*. Quito. Obtenido de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0616.2006.pdf>

INIAP. (2011). *Guía del Cultivo de trigo*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2014, de [http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Gu%C3%ADa\\_del\\_Cultivo\\_de\\_Trigo..pdf](http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Gu%C3%ADa_del_Cultivo_de_Trigo..pdf)

INNATIA. (s.f). Recuperado el 15 de Febrero de 2015, de <http://www.innatia.com/s/c-proteinas-y-aminoacidos/a-caracteristicas-proteinas.html>

Instituto Vital. (19 de Agosto de 2011). *vidaok.com*. Recuperado el 09 de Diciembre de 2014, de <http://vidaok.com/el-nabo-propiedades-del-nabo/>

Intriago, G. (2013). *Comportamiento agronómico del cultivo de papanabo (Brassica rapa var. Purple top white globe) sembrado con diferentes densidades en la zona de Babahoyo*. Tesis de Grado, Babahoyo - Ecuador . Recuperado el 19 de Enero de 2014, de <http://190.63.130.199:8080/bitstream/123456789/2302/3/TESIS%20D E%20GABRIELA%20INTRIAGO%20Brassica%20Rapa.pdf>

La Historia del Trigo. (s.f). *www.gnldcontent.com*. Recuperado el 20 de Febrero de 2014, de [http://www.gnldcontent.com/mexico/dist\\_only\\_template/businessTools/pdfs\\_esp/histo\\_trigo.pdf](http://www.gnldcontent.com/mexico/dist_only_template/businessTools/pdfs_esp/histo_trigo.pdf)

Lara, J. (22 de Marzo de 2012). Recuperado el 15 de Febrero de 2015, de <http://www.vitonica.com/hidratos/la-importancia-de-la-fibra-en-la-dieta>

Maestro panadero. (09 de Diciembre de 2011). *www.elclubdelpan.com*. Recuperado el 09 de Marzo de 2015, de [http://www.elclubdelpan.com/libro\\_maestro/porcentaje-panadero-parte-ii-de-peso-porcentaje-panadero](http://www.elclubdelpan.com/libro_maestro/porcentaje-panadero-parte-ii-de-peso-porcentaje-panadero)

- Montoya, J., & Román, G. (2010). *Estudio de la incidencia de incorporación de papa de variedad superchola (Solanum tuberosum), como sustituto parcial de harina de trigo (Triticum spp) en el proceso de elaboración de pan*. Tesis de Grado, Universidad Técnica del Norte, Ibarra - Ecuador. Recuperado el 28 de Septiembre de 2013, de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/647/1/03%20AGI%20258%20TESIS.pdf>
- OEIDRUS. (s.f). Recuperado el 09 de Diciembre de 2014, de <http://www.oeidrus-bc.gob.mx/sispro/trigobc/Descargas/EICultivoTrigo.pdf>
- Orgánico y Natural. (06 de Agosto de 2013). Recuperado el 12 de Diciembre de 2014, de <http://www.organicoynatural.cl/historia-del-pan/>
- Ortuzar, D. (02 de Miércoles de 2013). *COOKCINA*. Recuperado el 12 de Diciembre de 2014, de <http://cookcina.com/2013/10/02/como-guardar-el-pan-correctamente/>
- Padilla, L., & Jaramillo, J. (09 de Marzo de 2012). *El costo de la harina es un 13% más alto, lo que no justifica la desaparición del pan de 12 centavos*. Recuperado el 20 de Enero de 2014, de <http://www.andes.info.ec/pt/node/5948>
- Parada, G. d. (2011). *Desarrollo de la tecnología de obtención de harina de amaranto de dos variedades (INIAP alegría y Sangorache) para panificación*. Tesis de Grado, Universidad Técnica de Ambato, Ambato - Ecuador. Recuperado el 19 de Enero de 2014, de [http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/412/browse?order=ASC&rpp=20&sort\\_by=1&etal=-1&offset=45&type=title](http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/412/browse?order=ASC&rpp=20&sort_by=1&etal=-1&offset=45&type=title)
- PEÑA, C. (10 de diciembre de 2010). Obtenido de <http://avibert.blogspot.com/2010/12/determinacion-de-cenizas-totales-o.html>
- Pérez, C. (s.f). *www.natursan.net*. Recuperado el 02 de Febrero de 2014, de <http://www.natursan.net/informacion-nutricional-del-pan/>
- Pilataxi, M. (2013). *“ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN NUTRITIVA Y NUTRACÉUTICA DE PAN CON HARINA DE AMARANTO (Amaranthus caudatus)”*. Riobamba: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. doi:<http://dSPACE.espace.edu.ec/bitstream/123456789/2566/1/56T00333.pdf>
- Pillajo, N. (2011). *Estudio e Investigación del Papanabo y Propuesta Gastronómica*. Tesis de Grado, Universidad Tecnológica Equinoccial,

Quito - Ecuador. Recuperado el 13 de Enero de 2014, de [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/15954/1/45441\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/15954/1/45441_1.pdf)

PROFICHEF. (s.f). Recuperado el 23 de Enero de 2014, de <http://www.profichef.com/info-food/almidones/harina-de-trigo/>

Rodas, L. (2013). *Determinación de fibra en pan integral procedente de panaderías artesanales*. Tesis de Grado, Universidad del Azuay, Cuenca. Recuperado el 10 de Diciembre de 2014, de <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/3261/1/10035.pdf>

Rosada, D. (30 de Marzo de 2012). Recuperado el 15 de Febrero de 2015, de [http://www.elclubdelpan.com/libro\\_maestro/funci%C3%B3n-de-la-grasa-en-panificaci%C3%B3n](http://www.elclubdelpan.com/libro_maestro/funci%C3%B3n-de-la-grasa-en-panificaci%C3%B3n)

Serra, M. V. (s.f). *enbuenasmanos.com*. Recuperado el 09 de Diciembre de 2014, de <http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=2846>

Torres, E., & Pacheco, E. (Junio de 2007). *EVALUACIÓN NUTRICIONAL, FÍSICA Y SENSORIAL DE PANES DE TRIGO, YUCA Y QUESO LLANERO*. Tesis de Grado , Universidad Central de Venezuela. Recuperado el 19 de Febrero de 2015, de [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182007000200005](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182007000200005)

Trejo, F. (s,f). Recuperado el 12 de Diciembre de 2014, de <http://www.franciscotejero.com/tecnica/sistemas%20de%20produccion/Manual.htm>

Vitónica. (27 de Septiembre de 2013). Recuperado el 15 de Febrero de 2015, de <http://www.vitonica.com/alimentos/la-importancia-de-los-carbohidratos-en-la-dieta>

Weebly. (s.f). Recuperado el 11 de Diciembre de 2014, de <http://laharinadetrigo.weebly.com/usos-de-la-harina-de-trigo-en-la-industria-alimentaria.html>

## VI. ANEXOS.

### ANEXO 1. NTE INEN 95: 1979 Pan común – Requisitos

Norma Técnica Ecuatoriana	PAN COMÚN. REQUISITOS.	NTE INEN 95:1979 Primera Revisión
Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquerizo Moreno E8-29 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción	<p style="text-align: center;">INEN</p> <p>CDU: 664 <span style="float: right;">AL:02.08-401</span></p> <p style="text-align: center;"><b>1.OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que debe reunir el pan común.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. TERMINOLOGÍA</b></p> <p>2.1 <b>Pan común.</b> Es el pan de miga blanca u obscura, 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.</p> <p>2.2 Otros términos relacionados con esta norma están definidos en la NTE INEN 93.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. DISPOSICIONES GENERALES</b></p> <p>3.1 Las materias primas utilizadas en la elaboración del pan común deben sujetarse a las NTE INEN correspondientes.</p> <p>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.</p> <p style="text-align: center;"><b>4. REQUISITOS DEL PRODUCTO</b></p> <p>4.1 <b>Componentes.</b> La masa para la cocción del pan común debe prepararse con los siguientes componentes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) harina de trigo: blanca, semi-integral o integral,</li><li>b) agua potable,</li><li>c) levadura activa, fresca o seca,</li><li>d) sal comestible,</li><li>e) azúcar en cantidad suficiente para ayudar al desarrollo de la levadura,</li><li>f) grasa comestible (animal o vegetal),</li><li>g) aditivos autorizados.</li></ul> <p>4.2 <b>Características organolépticas.</b></p> <p>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.</p> <p>4.2.2 <b>Corteza.</b> El pan común debe presentar una corteza de color uniforme, sin quemaduras, ni hollín u otras materias extrañas.</p> <p>4.2.3 <b>Miga.</b> La miga del pan común debe ser elástica, porosa, uniforme, no pegajosa ni desmenuzable.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>	
	-1-	1979-000

**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

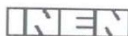
**6.1** El pan común debe ser envasado en las panaderías en fundas individuales, que contengan un número adecuado que facilite su comercialización

**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 2. NTE INEN 616: 2006 Harina de trigo – Requisitos

CDU: 664.633.11 ICS: 67.060		CIU: 3116 AL 02.02-401
<b>Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria</b>	<b>HARINA DE TRIGO. REQUISITOS.</b>	<b>NTE INEN 616:2006 Tercera revisión 2006-01</b>
<b>1. OBJETO</b>		
<p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las harinas de trigo para consumo humano.</p>		
<b>2. ALCANCE</b>		
<p>2.1 Esta norma se aplica a la harina de trigo fortificada o enriquecida que se destina al consumo directo y al uso industrial, principalmente para la elaboración de pan, pastas, fideos y galletas.</p>		
<b>3. DEFINICIONES</b>		
<p><b>3.1 Harina de trigo.</b> Es el producto que se obtiene de la molienda y tamizado del endospermo del grano de trigo (<i>Triticum vulgare</i>, <i>Triticum durum</i>) hasta un grado de extracción determinado, considerando al restante como un subproducto (residuos de endospermo, germen y salvado).</p>		
<p><b>3.2 Grado de extracción.</b> Es el rendimiento, en porcentaje de harina, que se obtiene en kilogramos por cada 100 kg de trigo limpio.</p>		
<p><b>3.3 Gluten.</b> Es una sustancia de naturaleza proteica que se forma por hidratación de la harina de trigo y que tiene la característica especial de ligar los demás componentes de la harina.</p>		
<p><b>3.4 Leudante.</b> Es toda sustancia química u organismo que en presencia de agua, con o sin acción del calor, provoca la producción de anhídrido carbónico.</p>		
<p><b>3.5 Harina autoleudante.</b> Es la harina que contiene una cierta cantidad de sustancias leudantes.</p>		
<p><b>3.6 Harina fortificada.</b> Es la harina que contiene agregados de vitaminas, sales minerales u otros micronutrientes. El producto que corresponde a esta definición debe contener todos los elementos de enriquecimiento descritos en la tabla 1.</p>		
<b>4. CLASIFICACIÓN</b>		
<p>La harina de trigo, de acuerdo a su uso se clasifica en:</p>		
<b>4.1 Harina panificable</b>		
<p><b>4.1.1 Extra.</b> Es la harina elaborada hasta un grado de extracción determinado, que puede ser tratada con blanqueadores y/o mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales, descritos en la tabla 1.</p>		
<p><b>4.2 Harina integral.</b> Es la harina obtenida de la molienda de granos limpios de trigo y que contiene todas las partes de éste, que puede ser tratada con mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales, descritos en la tabla 1.</p>		
<i>(Continúa)</i>		
DESCRIPTORES: trigo, harina, productos de molinería		



**4.3 Harinas especiales.** Son harinas con un grado de extracción bajo, como lo permita el proceso de industrialización, cuyo destino es la fabricación de productos de pastificio, galletería y derivados de harinas autoleudantes, que pueden ser tratadas con mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales, descritos en la tabla 1.

**4.3.1 Harina para pastificio.** Es el producto definido en 4.3, elaborado a partir de trigos aptos para estos productos, que puede ser tratada con blanqueadores, mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales, descritos en la tabla 1.

**4.3.2 Harina para galletas.** Es el producto definido en 4.3, elaborado a partir de trigos blandos y suaves o con otros trigos aptos para su elaboración, que puede ser tratada con blanqueadores, mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales, descritos en la tabla 1.

**4.3.3 Harina autoleudante.** Es el producto definido en 4.3, que contiene agentes leudantes y que puede ser tratada con blanqueadores, mejoradores y fortificada con vitaminas y minerales, descritos en la tabla 1.

**4.4 Harina para todo uso.** Es el producto definido en 3.1, proveniente de las variedades de trigo Hard Red Spring o Northern Spring Hard Red Winter, homólogos canadienses y trigos de otros orígenes que sean aptos para la fabricación de pan, fideos, galletas, etc. Tratada o no con blanqueadores y/o mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales, descritos en la tabla 1.

## 5. REQUISITOS

### 5.1 Generales

**5.1.1** La harina de trigo debe presentar un color uniforme, variando del blanco al blanco-amarillento, que se determinará de acuerdo a la NTE INEN 528.

**5.1.2** La harina de trigo debe tener el olor y sabor característico del grano de trigo molido, sin indicios de rancidez o enmohecimiento.

**5.1.3** La harina de trigo presentará ausencia total de otro tipo de harina, tal como se define en 2.1.

**5.1.4** No deberá contener insectos vivos ni sus formas intermedias de desarrollo.

**5.1.5** Debe estar libre de excretas animales.

**5.1.6** Cuando la harina de trigo sea sometida a un ensayo normalizado de tamizado, mínimo 95% deberá pasar por un tamiz INEN 210  $\mu\text{m}$  (No. 70).

### 5.2 Generales de aditivos

#### 5.2.1 Agentes leudantes

**5.2.1.1** Las harinas autoleudantes pueden contener agentes leudantes, tales como: bicarbonato de sodio y fosfato monocálcico o pirofosfato ácido de sodio o tartrato ácido de potasio o fosfato ácido de sodio y aluminio.

**5.2.1.2** Las harinas autoleudantes pueden contener, a más del agente leudante: grasas, sal, azúcar, emulsificantes, saborizantes, sustancias de enriquecimiento y otros ingredientes autorizados.

**5.2.1.3** Bicarbonato de sodio y fosfato monocálcico, leudante artificiales más comunes, pueden usarse combinados hasta un límite máximo de 4,5% (m/m).

#### 5.2.2 Mejoradores y/o blanqueadores

**5.2.2.1** Cloro; blanqueador de harina, máximo 100 mg/kg, sólo en harinas destinadas para repostería.

(Continúa)

5.2.2.2 Dióxido de cloro; blanqueador y madurador de harina, máximo 30 mg/kg .

5.2.2.3 Peróxido de benzoilo; blanqueador de harina, máximo 30 mg/kg .

5.2.2.4 Ácido ascórbico; mejorador de harina, máximo 200 mg/kg .

5.2.2.5 Azodicarbonamida; mejorador de harina, máximo 45 mg/kg .

5.2.2.6 Bromato de potasio; no se admite su uso en harinas para panificación y su valor determinado según la NTE INEN 525 debe ser "ausencia".

### 5.2.3 Sustancias de fortificación

5.2.3.1 Todas las harinas de trigo, independientemente de sí, son blanqueadas, mejoradas, con productos malticos, enzimas diastásicas, leudantes, etc., deberán ser fortificadas con las siguientes sustancias micronutrientes, de acuerdo a lo especificado en la tabla 1.

TABLA 1. Sustancias de fortificación.

SUSTANCIAS	UNIDAD	REQUISITO MÍNIMO
Hierro reducido o micronizado	mg/kg	55,0
Tiamina (vitamina B <sub>1</sub> )	mg/kg	4,0
Riboflavina (vitamina B <sub>2</sub> )	mg/kg	7,0
Ácido fólico	mg/kg	0,6
Niacina	mg/kg	40

5.3 Requisitos físicos y químicos, se indican en la tabla 2.

TABLA 2. Requisitos físicos y químicos de la harina de trigo.

REQUISITOS	Unid.	Harina panificable		Harina Integral		Harinas especiales			Harinas para todo uso		Método de ensayo			
		Extra		Min.	Máx.	Pastificios	Galletas	Autoleud.	Min.	Máx.				
		Min.	Máx.									Min.	Máx.	Min.
Humedad	%	-	14,5	-	15	-	14,5	-	14,5	-	14,5	NTE INEN 518		
Proteína (base seca)	%	10	-	11	-	10	-	9	-	9	-	NTE IN EN 519		
Cenizas (base seca)	%	-	0,75	-	2,0	-	0,8	-	0,75	-	3,5	0,85	NTE INEN 520	
Acidez (Exp. en ácido sulfúrico)	%	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	NTE INEN 521		
Gluten húmedo	%	25	-	-	-	23	-	23	-	23	-	25	-	NTE INEN 529

\* Para el caso de harina panificables enriquecida extra, el porcentaje de cenizas será máximo de 1,6%.

(Continúa)

**5.4 Requisitos microbiológicos.** La harina de trigo debe cumplir con los requisitos microbiológicos indicados en la tabla 3.

**TABLA 3. Requisitos microbiológicos.**

Requisitos	Unidad	Limite máximo	Método de ensayo
Aerobios mesófilos	ufc/g	100 000	NTE INEN 1 529-5
Coliformes	ufc/g	100	NTE INEN 1 529-7
E. Coli	ufc/g	0	NTE INEN 1 529-8
Salmonella	ufc/25 g	0	NTE INEN 1 529-15
Mohos y levaduras	ufc/g	500	NTE INEN 1 529-10

**5.4.1** Para la aceptación de lotes (o partidas) de harina, se debe cumplir con los requisitos microbiológicos del Anexo A.

## 6. INSPECCIÓN

**6.1** El muestreo debe realizarse de acuerdo a lo establecido en la NTE INEN 617.

### 6.2 Criterios de aceptación y rechazo

**6.2.1** Defectos críticos corresponde al incumplimiento de los requisitos establecidos en 5.4 y Anexo A, con el consiguiente rechazo del lote.

**6.2.2** Defectos mayores; corresponde al incumplimiento de alguno de los requisitos establecidos en 5.1, 5.2 y 5.3.

En caso de discrepancia, se repetirán los ensayos sobre las muestras reservadas para el efecto. Si se repite en el análisis un requisito no satisfactorio, la decisión de aceptación o rechazo del lote se tomará en común acuerdo entre el comprador y el vendedor, según el plan de muestreo acordado y a lo estipulado en la NTE INEN 617.

## 7. REQUISITOS COMPLEMENTARIOS

**7.1** La harina de trigo debe almacenarse en sitios que se encuentren ventilados, protegidos de la humedad, infestación y/o contaminantes.

**7.2 Envasado.** La harina debe envasarse en recipientes limpios, resistentes a la acción del producto, de tal manera que no alteren las cualidades higiénicas, nutritivas y técnicas del producto.

**7.3 Rotulado.** Los envases deben llevar etiquetas de material que pueda ser cocido o de fácil adherencia a los mismos. Cada etiqueta llevará impresa, con características legibles e indelebles, la siguiente información:

- a) número de Registro Sanitario,
- b) número de identificación del lote,
- c) designación del producto, ejemplo: "Harina de trigo panificable extra fortificada",
- d) marca comercial registrada,

(Continúa)

- e) razón social del fabricante,
- f) ingredientes, se mencionarán por sus nombres específicos, ejemplo: trigo, hierro, tiamina (Vitamina B1), riboflavina (Vitamina B2), ácido fólico, niacina, y otros como blanqueadores, mejoradores, etc. en caso de que sean agregados, en orden decreciente de sus masas. Para envases pequeños de plástico o papel, deberá registrarse la fórmula cuantitativa de sus componentes.
- g) contenido neto expresado en unidades del SI,
- h) fecha de elaboración,
- i) fecha de caducidad o duración mínima,
- j) instrucciones para su conservación,
- k) norma NTE INEN de referencia,
- l) lugar de origen (ciudad, país), y
- m) en caso de exportación, podrá agregarse cualquier información adicional que el país de destino así lo exija.

(Continúa)

## ANEXO 3. NTE INEN 616: 2015 Harina de trigo – Requisitos

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	HARINA DE TRIGO REQUISITOS	NTE INEN 616:2015 Cuarta revisión 2015-01
---	-------------------------------	--

### 1. OBJETO

Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las harinas de trigo destinadas al consumo humano y al uso en la elaboración de otros productos alimenticios.

### 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos normativos referenciados son indispensables para la aplicación de este documento normativo. Para referencias con fecha, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, se aplica la última edición del documento normativo referenciado (incluida cualquier enmienda).

NTE INEN 517, *Harina de origen vegetal. Determinación del tamaño de partículas*

NTE INEN 520, *Harinas de origen vegetal. Determinación de la ceniza*

NTE INEN 521, *Harinas de origen vegetal. Determinación de la acidez titulable*

NTE INEN 525, *Determinación del bromato de potasio en harinas blanqueadas y en harina integral (Método cualitativo y cuantitativo)*

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

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

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

NTE INEN 1529-8, *Control microbiológico de los alimentos. Determinación de coliformes fecales y E.coli*

NTE INEN 1529-10, *Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad*

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

NTE INEN-CODEX 193, *Norma general para los contaminantes y las Toxinas presentes en los alimentos y piensos*

NTE INEN-CODEX STAN 228, *Métodos de análisis generales para los contaminantes*

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

NTE INEN-ISO 2171, *Cereales, leguminosas y subproductos. Determinación del rendimiento de cenizas por incineración*

NTE INEN-ISO 20483, *Cereales y leguminosas. Determinación del contenido de nitrógeno y cálculo del contenido de proteína bruta. Método Kjeldahl*

NTE INEN-ISO 24333, *Cereales y productos derivados. Toma de muestras*

NTE INEN-ISO 2859-1, *Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1. Programas de muestreo clasificados por el nivel aceptable de calidad (AQL) para inspección lote a lote*

NTE INEN-ISO 11085, *Cereales, productos a base de cereales y alimentos para animales. Determinación del contenido de grasa bruta y grasa total mediante el método de extracción Randall*

NTE INEN-ISO 21415-1, *Trigo y harina de trigo. Contenido de gluten. Parte 1: Determinación de gluten húmedo mediante un método manual*

NTE INEN-ISO 21415-2, *Trigo y harina de trigo. Contenido de gluten. Parte 2: Determinación de gluten húmedo por medios mecánicos*

ISO 15141-1, *Productos alimenticios. Determinación de Ocratoxina A en cereales y productos derivados. Parte 1: Método de cromatografía líquida de alta resolución con lavado en gel de sílice*

ISO 15141-2, *Productos alimenticios. Determinación de Ocratoxina A en cereales y productos derivados. Parte 2: Método de cromatografía líquida de alta resolución con lavado en bicarbonato*

Rec. TE INEN-OIML R 87, *Cantidad de producto en paquetes*

AOAC 2003.06, *Grasa bruta en piensos, granos de cereales y forrajes. Método de extracción Randall/Soxtec*

AOAC 997.02, *Contaje de mohos y levaduras en alimentos. Película seca rehidratable. (Método Petrifilm™)*

AOAC 991.14, *Coliformes y Escherichia coli. Contaje en alimentos. Película seca rehidratable (Método Petrifilm™ E. coli/Coliform)*

AOAC 2000.03, *Ocratoxina A en Cebada. Inmunoafinidad por columna de HPLC columna*

### 3. DEFINICIONES

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

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

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

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

**3.4 Agentes de tratamiento de harinas.** Aditivos alimentarios que se añaden a la harina de trigo para mejorar su funcionalidad.

**3.5 Gluten.** Sustancia viscoelástica compuesta principalmente por dos fracciones proteicas (gliadina y glutenina) hidratadas.

**3.6 Leudante.** Toda sustancia química u organismo que actúa como agente de gasificación mediante la producción de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

**3.7 Harina autoleudante.** Harina de trigo que contiene sustancias leudantes.



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

#### 4. CLASIFICACIÓN

La harina de trigo se clasifica de acuerdo a su uso en:

- 4.1 Harina de trigo para panificación,
- 4.2 Harina de trigo para pastificios,
- 4.3 Harina de trigo para pastelería y galletería,
- 4.4 Harina de trigo autoleudante,
- 4.5 Harina de trigo para todo uso,
- 4.6 Harina de trigo integral.

#### 5. REQUISITOS

##### 5.1 Generalidades

La harina de trigo debe cumplir los siguientes requisitos:

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

##### 5.2 Requisitos físicos y químicos

Para efectos de esta norma deben cumplirse los requisitos físicos y químicos indicados en la Tabla 1.

**TABLA 1. Requisitos físicos y químicos para la harina de trigo**

REQUISITOS	Unidad	Pastificios	Panificación	Pastelería y galletería	Auto-leudantes	Para todo uso	Integral	MÉTODO DE ENSAYO
Humedad, máximo	%	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	15,0	NTE INEN-ISO 712
Proteína (materia seca)*, mínimo	%	10,5	10	7	7	9	11	NTE INEN-ISO 20483
Cenizas (materia seca), máximo	%	0,85	1	0,8	3,5	0,8	2,0	NTE INEN-ISO 2171
Acidez (expresado en ácido sulfúrico), máximo	%	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	NTE INEN 521

REQUISITOS	Unidad	Pastificios	Panificación	Pastería y galletería	Auto-leudantes	Para todo uso	Integral	MÉTODO DE ENSAYO	
Gluten húmedo, mínimo	%	28	28	20	20	25	-	NTE INEN-ISO 21415-1 o NTE INEN-ISO 21415-2	
Grasa (materia seca), máximo	%	2	2	2	2	2	3	NTE INEN-ISO 11085 AOAC 2003.06**	
Tamaño de partícula									
Pasa por un tamiz de 212 $\mu\text{m}$ , mínimo	%	95						-	NTE INEN 517
* Factor de conversión de nitrógeno a proteína para trigo $w_N \times 5,7$ .									
** Los métodos AOAC pueden ser utilizados para fines de control de calidad.									

### 5.3 Ingredientes facultativos

Los siguientes ingredientes pueden agregarse a la harina de trigo en las cantidades necesarias para fines tecnológicos:

- productos malteados con actividad enzimática, fabricados con trigo, centeno o cebada;
- gluten vital de trigo;
- harina de soja y harina de leguminosas.

NOTA: La harina de trigo puede ser tratada con enzimas como coadyuvantes tecnológicos, el nivel de uso debe estar de acuerdo a las buenas prácticas de fabricación, BPF.

### 5.4 Aditivos alimentarios

**5.4.1** La harina de trigo debe cumplir con el nivel máximo permitido de los aditivos y de los agentes de tratamiento de harinas, conforme a lo establecido en la NTE INEN-CODEX 192.

### 5.4.2 Bromato de potasio

En la harina de trigo no se admite el uso de bromato de potasio. La determinación debe realizarse según la NTE INEN 525, cuyo resultado debe ser "**ausencia**".

### 5.5 Sustancias de fortificación

La harina de trigo debe fortificarse conforme al "Reglamento de fortificación y enriquecimiento de la harina de trigo en el Ecuador para la prevención de las anemias nutricionales" y sus reformas vigentes.

Los métodos de ensayo para determinar las sustancias de fortificación en la harina de trigo, utilizados con fines de control de calidad, se muestran en el apéndice Y.

### 5.6 Requisitos microbiológicos

La harina de trigo debe cumplir con los requisitos microbiológicos indicados en la Tabla 2.



TABLA 2. Requisitos microbiológicos para la harina de trigo

REQUISITO	UNIDAD	Caso	n	c	m	M	MÉTODO DE ENSAYO
Mohos y levaduras	UFC/g	5	5	2	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^4$	NTE INEN 1529-10 AOAC 997.02*
<i>E. Coli</i>	UFC/g	5	5	2	< 10	-	NTE INEN 1529-8 AOAC 991.14*

\* Los métodos AOAC pueden ser utilizados para fines de control de calidad.

donde

- n Número de muestras del lote que deben analizarse,
- c Número de muestras defectuosas aceptables,
- m Límite de aceptación,
- M Límite de rechazo.

### 5.7 Contaminantes

La harina de trigo debe ser elaborada con granos de trigo que cumpla los niveles máximos de contaminantes establecidos en la Tabla 3 y Tabla 4, según la NTE INEN-CODEX 193.

TABLA 3. Metales pesados en granos de trigo

Metal	Nivel máximo mg/kg
Cadmio	0,2
Plomo	0,2

El análisis de contaminantes para fines de control de calidad puede realizarse de acuerdo a los métodos indicados en la NTE INEN-CODEX STAN 228.

TABLA 4. Micotoxinas en granos de trigo

Micotoxina	Nivel máximo µg/kg
Ocratoxina A	5

El análisis de ocratoxina A puede realizarse de acuerdo a las ISO 15141-1 o ISO 15141-2. El método AOAC 2000.03 puede ser utilizado para fines de control de calidad.

## 6. INSPECCIÓN

### 6.1 Muestreo

Las muestras que se tomen para el ensayo pueden realizarse de acuerdo a la NTE INEN-ISO 24333 y para la determinación de la cantidad de muestras puede realizarse de acuerdo a la NTE INEN-ISO 2859-1.

## 7. ENVASADO Y ROTULADO

### 7.1 Envasado

La harina debe envasarse en recipientes de tal manera que no alteren las cualidades higiénicas, nutritivas y técnicas del producto. Como requisito metrológico debe utilizarse la Recomendación Técnica INEN-OIML R 87.

### 7.2 Rotulado

El rotulado del producto contemplado en esta norma debe cumplir con lo especificado en las NTE INEN 1334-1, NTE INEN 1334-2 y NTE INEN 1334-3.

## ANEXO 4. Análisis bromatológico de harina de papanabo y pan con harina de papanabo (*Brassica rapa*)



### UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 – 129 – DC.

Resolución No. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13

FICAYA

Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos

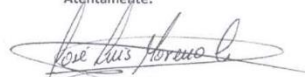
Informe N°:	012 - 2015
Análisis solicitado por:	Srta. Yessenia Chirán
Empresa:	Particular
Muestreado:	Propietario
Fecha de recepción:	28 de enero de 2015
Fecha de entrega informe:	11 de febrero de 2015
Ciudad:	Tulcán
Provincia:	Carchi

#	Muestra	Codificación o # de Lote
1	Harina de trigo	No aplica
2	Harina de papanabo	No aplica
3	Pan	No aplica

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado			Metodo de ensayo
		1	2	3	
Contenido de Agua	%	12,62	14,38	24,85	AOAC 925.10
Cenizas	%	0,67	7,13	1,22	AOAC 923.03
Proteína	%	17,3	11,02	12,62	AOAC 920.87
Extracto etéreo	%	3,12	1,01	9,77	AOAC 920.85
Fibra	%	1,4	7,03	0,80	AOAC 978.10
Carbohidratos totales	%	66,29	66,46	51,54	Cálculo

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:

  
Bíog. José Luis Moreno  
Técnico de Laboratorio




#### Visión Institucional

La Universidad Técnica del Norte en el año 2020, será un referente en ciencia, tecnología e innovación en el país, con estándares de excelencia institucionales.

Av. 17 de Julio S-21 y José María  
Córdova. Barrio El Olivo.  
Teléfono: (05)2997800  
Fax: Ext: 7711.  
Email: utn@utn.edu.ec  
www.utn.edu.ec  
Ibarra - Ecuador

## ANEXO 5. NTE INEN 530: Harina de trigo – Ensayo de panificación

CDU: 664.641				AL 02.02-314
Norma Técnica Ecuatoriana	HARINA DE TRIGO ENSAYO DE PANIFICACIÓN		INEN 530 1980-12	
<b>1. OBJETO</b>				
1.1 Esta norma establece los métodos para determinar las características de panificación de la harina de trigo.				
<b>2. ALCANCE</b>				
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.				
<b>3. TERMINOLOGIA</b>				
3.1 <b>Calidad del pan.</b> 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 <b>Absorción de agua.</b> Es la cantidad de agua necesaria, expresada en porcentaje del peso de la harina, para obtener una masa de consistencia adecuada.				
3.3 <b>Rendimiento en pan.</b> 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 <b>Volumen del pan.</b> Es el volumen desalojado por el pan expresado en cm <sup>3</sup> . Se relaciona con la panificación de 100 g de harina.				
3.5 <b>Textura de la miga.</b> 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 <b>Grano de la miga.</b> 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 <b>Apariencia.</b> Aspecto exterior del pan.				
3.8 <b>Color.</b> Característica peculiar del pan producida por la luz reflejada sobre éste y que impresiona a la vista.				
-1-				
1980-0088				

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN – Casilla 17-01-3999 – Baquerizo Moreno E8-29 y Almagro – Quito-Ecuador – Prohibida la reproducción

**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*. (Panvolumenómetro).

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 cm<sup>3</sup>.

**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 cm<sup>3</sup> de agua.

4.3.3 En recipiente aparte disolver la sal en 100 cm<sup>3</sup> 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 ± 5°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 ± 5°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<sup>o</sup>/o); 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 hojaldre 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 ± 5°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<sup>3</sup> del agua total añadida.
- p = masa de la harina

## ANEXO 6. Prueba de degustación



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI  
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES  
ESCUELA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

### ENCUESTA PRESENTADA PARA EL ANÁLISIS SENSORIAL

**TESIS:** “Estudio del comportamiento de la harina de papanabo (*Brassica rapa* var. *Purple Top White Globe*) como sustituto parcial de la harina de trigo y su influencia en la elaboración de pan común”.

#### DATOS INFORMATIVOS:

**NOMBRE:**..... **FECHA:**.....

**EDAD:**..... **GENERO:**.....

**PRODUCTO:** Pan con harina de papa nabo

**Observación:** la presente encuesta se la realiza con fines investigativos, para recopilar información organoléptica sobre el producto que usted va a degustar.

Lea detenidamente las instrucciones que continuación se detalla:

Frente a usted hay tres muestras de pan común con adición de harina de papa nabo, las cuales usted debe evaluar según su criterio.

**Nota:** Para una mejor degustación del producto acompañe con agua, tome pequeños sorbos con el fin de eliminar residuos en su boca de la anterior muestra, de la misma manera evalúe el resto de las muestras.

## PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

CARACTERÍSTICAS	ESCALA	MUESTRA			
		T035	T065	T003	T082
<b>COLOR</b>	Muy agradable				
	Agradable				
	Ni agrada ni desagrada				
	Desagradable				
	Muy desagradable				
<b>OLOR</b>	Muy agradable				
	Agradable				
	Ni agrada ni desagrada				
	Desagradable				
	Muy desagradable				
<b>SABOR</b>	Muy agradable				
	Agradable				
	Ni agrada ni desagrada				
	Desagradable				
	Muy desagradable				
<b>TEXTURA</b>	Muy agradable				
	Agradable				
	Ni agrada ni desagrada				
	Desagradable				
	Muy desagradable				
<b>ACEPTABILIDAD</b>	Muy agradable				
	Agradable				
	Ni agrada ni desagrada				
	Desagradable				
	Muy desagradable				
<b>PREFERENCIA DEL PRODUCTO</b>					
<b>PREFERENCIA</b>	Muestras que más prefiere	Muestras que menos prefiere			

**Comentarios:**

---



---

**¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!**



### ANEXO 7. Datos hedónicos de la prueba de degustación

CATADOR	TRATAMIENTOS	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA	PREFERENCIA
1	TESTIGO	10	10	10	10	10
2	TESTIGO	8	8	6	8	8
3	TESTIGO	8	8	8	10	8
4	TESTIGO	10	8	6	8	8
5	TESTIGO	8	8	8	8	8
6	TESTIGO	10	8	10	8	8
7	TESTIGO	6	6	8	8	8
8	TESTIGO	8	8	10	8	8
9	TESTIGO	8	10	8	6	8
10	TESTIGO	8	10	10	10	10
11	TESTIGO	10	8	8	8	8
12	TESTIGO	8	8	6	10	8
13	TESTIGO	6	8	6	6	6
14	TESTIGO	8	6	8	8	6
15	TESTIGO	8	8	10	10	8
16	TESTIGO	8	8	10	8	8
17	TESTIGO	10	10	8	8	8
18	TESTIGO	10	8	10	8	8
19	TESTIGO	8	10	10	8	8
20	TESTIGO	10	6	8	10	10
21	TESTIGO	8	10	10	8	8
22	TESTIGO	8	8	8	8	8
23	TESTIGO	8	8	10	10	8
24	TESTIGO	8	8	8	10	8
25	TESTIGO	8	8	10	8	10
26	TESTIGO	8	10	8	8	8
27	TESTIGO	8	8	8	8	8
28	TESTIGO	8	8	8	8	8
29	TESTIGO	10	8	10	8	8
30	TESTIGO	8	8	8	8	10
	<b>SUMATORIA</b>	<b>252</b>	<b>248</b>	<b>256</b>	<b>252</b>	<b>246</b>
	<b>MEDIAS</b>	<b>8,4</b>	<b>8,3</b>	<b>8,5</b>	<b>8,4</b>	<b>8,2</b>
1	NABO 10 %	6	8	6	10	6
2	NABO 10 %	8	10	10	8	10
3	NABO 10 %	10	8	8	10	8
4	NABO 10 %	8	8	8	8	8
5	NABO 10 %	8	6	8	10	10
6	NABO 10 %	8	6	10	10	10
7	NABO 10 %	8	10	10	8	10
8	NABO 10 %	8	6	8	8	10
9	NABO 10 %	10	10	10	6	8
10	NABO 10 %	10	8	6	8	8

11	NABO 10 %	10	8	6	8	6
12	NABO 10 %	8	10	8	6	8
13	NABO 10 %	8	8	8	8	8
14	NABO 10 %	10	8	8	8	8
15	NABO 10 %	8	8	8	6	8
16	NABO 10 %	10	8	8	8	6
17	NABO 10 %	8	8	6	8	8
18	NABO 10 %	8	8	8	8	8
19	NABO 10 %	10	8	8	8	8
20	NABO 10 %	8	8	10	8	8
21	NABO 10 %	8	8	8	8	8
22	NABO 10 %	8	8	8	8	8
23	NABO 10 %	8	8	8	8	10
24	NABO 10 %	10	6	8	8	8
25	NABO 10 %	8	8	8	8	8
26	NABO 10 %	6	8	8	8	6
27	NABO 10 %	8	8	8	8	10
28	NABO 10 %	8	8	8	8	8
29	NABO 10 %	8	8	8	8	8
30	NABO 10 %	8	8	8	8	8
	<b>SUMATORIA</b>	<b>252</b>	<b>240</b>	<b>242</b>	<b>242</b>	<b>246</b>
	<b>MEDIAS</b>	<b>8,4</b>	<b>8</b>	<b>8,1</b>	<b>8,1</b>	<b>8,2</b>
1	NABO 20 %	8	10	8	10	8
2	NABO 20 %	8	8	8	8	8
3	NABO 20 %	10	10	8	8	10
4	NABO 20 %	10	8	10	8	8
5	NABO 20 %	6	8	8	8	6
6	NABO 20 %	10	8	10	8	8
7	NABO 20 %	10	10	10	10	6
8	NABO 20 %	8	6	8	8	10
9	NABO 20 %	8	6	8	4	10
10	NABO 20 %	8	6	6	10	8
11	NABO 20 %	8	10	10	8	8
12	NABO 20 %	6	6	4	10	10
13	NABO 20 %	8	6	6	6	6
14	NABO 20 %	8	10	8	8	8
15	NABO 20 %	6	8	8	10	8
16	NABO 20 %	10	8	4	8	6
17	NABO 20 %	8	8	8	8	6
18	NABO 20 %	10	8	8	8	8
19	NABO 20 %	6	8	8	8	8
20	NABO 20 %	10	8	8	8	8
21	NABO 20 %	10	8	8	8	6
22	NABO 20 %	8	6	4	8	8

23	NABO 20 %	8	8	8	6	8
24	NABO 20 %	8	8	8	8	8
25	NABO 20 %	10	6	4	8	6
26	NABO 20 %	8	8	6	6	8
27	NABO 20 %	8	8	4	8	8
28	NABO 20 %	6	6	6	8	8
29	NABO 20 %	8	8	6	8	8
30	NABO 20 %	8	10	8	6	8
	<b>SUMATORIA</b>	<b>248</b>	<b>236</b>	<b>218</b>	<b>238</b>	<b>234</b>
	<b>MEDIAS</b>	<b>8,3</b>	<b>7,9</b>	<b>7,3</b>	<b>7,9</b>	<b>7,8</b>
1	NABO 30 %	8	8	6	8	8
2	NABO 30 %	10	10	8	8	6
3	NABO 30 %	8	8	8	10	10
4	NABO 30 %	8	8	8	8	10
5	NABO 30 %	8	6	8	10	10
6	NABO 30 %	6	6	6	8	8
7	NABO 30 %	8	8	8	10	8
8	NABO 30 %	8	8	6	8	10
9	NABO 30 %	10	10	10	8	10
10	NABO 30 %	10	6	8	8	8
11	NABO 30 %	8	6	6	8	8
12	NABO 30 %	8	6	6	8	6
13	NABO 30 %	8	8	6	10	4
14	NABO 30 %	8	6	6	8	6
15	NABO 30 %	4	6	6	8	8
16	NABO 30 %	8	6	4	8	8
17	NABO 30 %	6	4	4	8	6
18	NABO 30 %	10	6	4	8	4
19	NABO 30 %	8	6	6	8	6
20	NABO 30 %	8	6	6	8	8
21	NABO 30 %	6	6	4	6	6
22	NABO 30 %	8	6	4	8	6
23	NABO 30 %	6	6	6	8	8
24	NABO 30 %	8	6	4	6	8
25	NABO 30 %	6	6	6	8	6
26	NABO 30 %	6	6	4	6	8
27	NABO 30 %	8	8	4	8	6
28	NABO 30 %	6	6	6	8	6
29	NABO 30 %	8	6	6	6	8
30	NABO 30 %	8	6	6	8	6
	<b>SUMATORIA</b>	<b>230</b>	<b>200</b>	<b>180</b>	<b>240</b>	<b>220</b>
	<b>MEDIAS</b>	<b>7,7</b>	<b>6,7</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>7,3</b>

Elaborado por: Chirán G. (2015)

### ANEXO 8. Presupuesto de la Investigación

N°	ACTIVIDADES DEL PROYECTO	PRESUPUESTO
1	<b>AOE1.-</b> Recopilación de información bibliográfica	50.00
2	<b>AOE1.-</b> Búsqueda y determinación de la materia prima.	50.00
3	<b>AOE1.</b> Elabora la harina de Papanabo.	50.00
4	<b>AOE1.-</b> Elaboración del pan.	150.00
5	<b>AOE2.-</b> Elaborar una prueba de evaluación para las pruebas organolépticas.	50.00
6	<b>AOE2.-</b> Aplicar la prueba.	50.00
7	<b>AOE3.-</b> Realizar las pruebas químicas de laboratorio.	350.00
9	<b>AOE4.-</b> Comparar el costo del producto a investigar versus el producto del mercado.	50.00
10	<b>A.-</b> Recursos humanos.	320
11	<b>A.-</b> Viajes Técnicos.	200
<b>TOTAL</b>		<b>1 320.00</b>

Elaborado por: Chirán G. (2015)