

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**Evaluación de dos estados de madurez del plátano hartón *Musa AAB* utilizado en la elaboración de pan**

TÉSIS DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

AUTOR

RAÚL FARINANGO AMAYA

DIRECTOR

Ing. Ángel Edmundo Satama Tene

IBARRA-ECUADOR

2014

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y**  
**Ambientales**  
**Carrera de Ingeniería Agroindustrial**

Evaluación de dos estados de madurez del plátano hartón *Musa AAB*  
utilizado en la elaboración de pan

Tesis revisada por el Director y comité asesor por la cual se autoriza para la presentación  
en la defensa como requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

**APROBADA**

Ing. Ángel Edmundo Satama Tene.....  
**DIRECTOR DE TESIS**

Dra. Lucía Cumandá Yépez .....  
**LECTORA**

Ing. Oswaldo Romero .....  
**LECTOR**

Ing. Marcelo Vacas .....  
**LECTOR**

**Ibarra- Ecuador**

**2014**



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

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad. Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS</b>			
<b>Cédula de identidad:</b>	100134425-6		
<b>Apellidos y nombres:</b>	Farinango Amaya Raúl Javier		
<b>Dirección:</b>	Pastora Alomía 2-25; entre Chile y Paraguay, Cdla. del Chofer segunda etapa, Ibarra - Ecuador		
<b>Email:</b>	frauljavier@yahoo.com		
<b>Teléfono fijo:</b>		Celular	0985324348

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>Título:</b>	<b>Evaluación de dos estados de madurez del plátano hartón <i>Musa AAB</i> utilizado en la elaboración de pan</b>
<b>Autor:</b>	Farinango Amaya Raúl Javier
<b>Fecha:</b>	
<b>Solo para trabajos de grado</b>	
<b>Programa:</b>	Pregrado
<b>Título por el que opta:</b>	Ingeniero Agroindustrial
<b>Director:</b>	Ing. Ángel Edmundo Satama Tene

## **2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD**

Yo, Raúl Javier Farinango Amaya, con cédula de identidad N° 100134425-6; en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con Ley de Educación Superior Artículo 144.

## **3. CONSTANCIA**

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

Ibarra, a los 22 de Enero de 2014

### **EL AUTOR:**

Raúl Javier Farinango Amaya



100134425-6

### **ACEPTACIÓN:**

JEFE DE BIBLIOTECA.....



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

Yo, **Farinango Amaya Raúl Javier**, con cédula de ciudadanía N° **100134425-6**; manifiesto la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado titulado **Evaluación de dos estados de madurez del plátano hartón *Musa AAB* utilizado en la elaboración de pan**, que ha sido desarrollada para optar por el título de **Ingeniero Agroindustrial** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En la condición de autor me reservo el derecho moral de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Raúl Javier Farinango Amaya

C.I. 100134425-6

Ibarra, 22 de Enero de 2014

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: 22 de Enero de 2014

**Farinango Amaya Raúl Javier.** Evaluación de dos estados de madurez del plátano hartón *Musa AAB* utilizado en la elaboración de pan, TRABAJO DE GRADO. Ingeniero Agroindustrial Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agroindustrial Ibarra. EC. 22 de Enero de 2014. 181 págs. 15 anexos.

**DIRECTOR: Ing. Ángel Edmundo Satama Tene**

El objetivo principal de la presente investigación fue, evaluar dos estados de madurez del plátano hartón *Musa AAB* utilizado en la elaboración de pan. Entre los objetivos específicos se analizó el nivel de sustitución de pasta de plátano hartón al mejor tratamiento para la elaboración de pan, se evaluó las características físico-químicas (azúcares totales, carbohidratos, proteína, calcio, hierro, fósforo), se analizó las características Microbiológicas (mohos y levaduras, recuento estándar en placas), se determinó la aceptabilidad del producto final (aroma, color, sabor, corteza, miga), se estableció el rendimiento y costos de producción del mejor tratamiento.

Fecha: 22 de Enero de 2014

Ing. Ángel Edmundo Satama Tene  
Director de Tesis

---



Farinango Amaya Raúl Javier  
Autor

## **DEDICATORIA**

A DIOS por darme la vida, brindándome la oportunidad y el acierto, de pasar por esta etapa de mi existencia, pasando por momentos llenos de mucha alegría, a veces de mucha tristeza por la indolencia de la humanidad.

A mis padres en especial a mi madre, que con su amor esfuerzo sacrificio sabiduría y constancia supo guiarme por el camino del bien, siendo el pilar fundamental para poder culminar con mis estudios profesionales.

Una mención especial para: Marielene, Jhohana, Mishell y Jessica Fernanda que son y serán siempre mi razón de vivir.

## **AGRADECIMIENTO**

El autor deja constancia de su agradecimiento a la **Universidad Técnica del Norte**, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Carrera de Ingeniería Agroindustrial, por formar parte de esta institución como estudiante, por los conocimientos académicos compartidos por los catedráticos de las diferentes asignaturas a lo largo de la carrera.

Al Ing. Ángel Edmundo Satama Tene, director de tesis que con su apoyo hizo posible llevar a cabo esta investigación.

Raúl Farinango Amaya

**AUTOR**

## ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
PORTADA.....	i
DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xxiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xxvi
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	xxvii
RESUMEN.....	xxviii
SUMMARY.....	xxix
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. El problema.....	3
1.3. Justificación.....	4
1.4.1. General.....	5
1.4.2. Específicos.....	5
1.5. Hipótesis.....	5
CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
2.1. El plátano hartón.....	6
2.1.1. Definición.....	6
2.1.2. Origen.....	6

2.1.3. Constitución de una planta de plátano.....	7
2.1.4. Constitución de un plátano .....	7
2.1.5. Contenido interno de un plátano en corte transversal.....	8
2.1.7. Propiedades físicas del plátano hartón.....	9
2.2.1. Coloración .....	11
2.2.2. Nutrientes que contiene la pulpa .....	12
2.2.3. Diferencias del plátano hartón verde y maduro.....	12
2.2.4. Causas de la oxidación .....	13
2.3.1. Usos .....	15
2.3.2. Clasificación del plátano de acuerdo a su tamaño.....	15
2.4. Obtención de la pasta de plátano hartón.....	16
2.4.1. Pasta.....	16
2.4.1.1. Definición .....	16
2.4.2. Composición química de la pasta de plátano hartón durante la maduración.....	17
2.4.2.1. Industrialización del plátano hartón .....	17
2.4.2.2. Usos de las diferentes partes de una planta de plátano.....	18
2.4.2.3. Usos en la industria.....	18
2.5. La harina de trigo.....	19
2.5.1. Definición .....	19
2.5.1.1. Requisitos y normas generales para la obtención.....	20
2.5.1.2. Composición de la harina con una tasa de extracción del 76%.....	21
2.5.1.3. Características de la harina de trigo.....	21
2.5.2. Grado de extracción.....	22
2.5.2.1. Porcentajes de extracción .....	22

2.5.3.	Función de los constituyentes de la harina .....	22
2.5.4.	Pasos que se siguen para obtener la harina:.....	23
2.5.4.1.	Calidad de la harina .....	24
2.5.4.2.	Composición química de la harina de trigo .....	24
2.5.4.3.	Proteínas de la harina.....	25
2.5.4.4.	Conservación de la harina de trigo .....	29
2.5.4.5.	Capacidad de retención de agua .....	30
2.5.4.6.	Almidón y fécula .....	30
2.5.5.	Usos de la harina en la industria alimentaria.....	30
2.5.5.1.	Porcentaje de cenizas.....	30
2.5.5.2.	Dureza y fuerza de la harina .....	31
2.5.6.	Requisitos de la harina según norma INEN ecuatoriana .....	32
2.5.6.1.	Blanqueadores y mejoradores de la harina .....	32
2.5.7.	Harina panificable.....	33
2.5.7.1.	Requisitos .....	33
2.5.7.2.	Resumiendo .....	35
2.5.7.3.	Una harina de buena calidad contiene .....	36
2.5.7.4.	El valor de w (fuerza) .....	37
2.5.8.	Propiedades de la harina .....	38
2.5.9.	Qué cantidad de gluten hay que añadir a una harina floja para transformarla en harina de fuerza.....	38
2.6.	Reconocimiento visual por la coloración de una harina según norma INEN 528.....	39
2.6.1.	Ingredientes para la elaboración de pan .....	40
2.6.1.1.	La levadura .....	40

2.6.1.2. Clases de levaduras.....	40
2.6.1.3. Composición de la levadura fresca.....	42
2.6.2. La sal .....	43
2.6.2.1. Composición química de la sal refinada.....	43
2.6.3. El azúcar .....	44
2.6.3.1. Composición de la sacarosa.....	44
2.6.3.2. Composición molecular.....	45
2.6.3.3. Poder edulcorante .....	45
2.6.3.4. El metabolismo.....	47
2.6.3.5. Composición química del azúcar.....	47
2.6.4. La grasa .....	48
2.6.4.1. Origen .....	48
2.6.4.2. Obtención .....	49
2.6.4.3. Clasificación .....	49
2.6.4.4. Grasas buenas y grasas malas.....	49
2.6.4.5. Ácido graso insaturado.....	50
2.6.4.6. Ácido graso saturado .....	50
2.6.4.7. Beneficios de las grasas.....	51
2.6.4.8. Funciones que realizan en el organismo.....	51
2.6.5. El agua .....	52
2.6.5.1. Definición .....	52
2.6.5.2. Funciones del agua en la nutrición .....	53
2.6.5.3. Propiedades físicas .....	53
2.6.6. EL pan .....	53

2.6.6.1. Definición .....	53
2.6.6.2. Origen del pan .....	54
2.6.6.3. Clasificación del pan .....	54
2.6.6.4. Preparación del pan .....	54
2.6.7. Organización en el trabajo .....	54
2.6.7.1. Control de calidad en el proceso de elaboración de pan.....	54
2.6.8. La fermentación.....	55
2.6.8.1. Elasticidad del gluten .....	56
2.6.8.2. Las enzimas de la levadura.....	56
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	57
3.1. Ubicación.....	57
3.2. Materiales y equipos.....	58
3.2.1. Materiales .....	58
3.2.2. Equipo.....	58
3.3. Métodos .....	59
3.3.1. Factores en estudio para obtener pan con pasta de plátano hartón.....	59
3.3.2. Tratamientos .....	59
3.3.3. Diseño experimental.....	60
3.3.4. Características del experimento.....	60
3.3.5. Unidad experimental.....	60
3.3.6. Análisis estadístico .....	60
3.3.7. Variables evaluadas .....	61

3.4.	Diagrama de bloques para la elaboración de pan con harina de trigo y pasta de plátano hartón .....	63
3.5.	Manejo de la materia prima .....	64
3.6.	Tratamiento 1.....	69
3.6.1.	Tratamiento 2.....	69
3.6.2.	Tratamiento 3.....	70
3.6.3.	Tratamiento 4.....	70
3.6.4.1.	Fórmula 1. Materia prima utilizada en la elaboración de pan con pasta de plátano hartón verde .....	77
3.6.4.2.	Fórmula 2. Materia prima utilizada en la elaboración de pan con pasta de plátano hartón verde .....	78
3.6.4.3.	Fórmula 3. Materia prima utilizada en la elaboración de pan con pasta de plátano hartón maduro .....	78
3.6.4.4.	Fórmula 4. Materia prima utilizada en la elaboración de pan con pasta de plátano hartón maduro.....	79
CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....		80
4.1.	Variables evaluadas .....	80
4.1.1.	Determinación de las variables de la masa.....	80
4.1.1.1.	Determinación del pH en la masa.....	80
4.1.1.2.	Prueba de Tukey .....	82
4.1.1.3.	Prueba de DMS para madurez verde y maduro para la masa.....	82
4.2.	Determinación del peso de la masa .....	83
4.2.1.	Prueba de Tukey .....	84
4.2.2.	Prueba de DMS para madurez estado verde y maduro.....	85
4.3.	Determinación de la humedad de la masa .....	85

4.3.1.	Prueba de Tukey .....	87
4.3.2	Prueba de DMS para porcentaje de pasta de plátano hartón en la masa .....	87
4.4.	Variables en el pan .....	88
4.4.1.	Determinación de la humedad en el pan.....	88
4.4.1.1.	Prueba de Tukey .....	90
4.4.1.2.	Prueba de DMS para madurez .....	90
4.4.1.3.	Prueba de DMS para porcentaje .....	91
4.5.	Determinación de peso en el pan .....	91
4.5.1.	Prueba de Tukey .....	93
4.5.1.1.	Prueba de DMS para madurez del plátano .....	93
4.6.	Determinación de la densidad en el pan .....	94
4.6.1.	Prueba de Tukey .....	95
4.6.1.1.	Prueba de DMS para madurez .....	96
4.7.	Balance de material para determinar el rendimiento de la pasta de plátano hartón para el tratamiento T4 maduro al 5,56% .....	98
4.7.1.	Balance de materiales para la elaboración de pan incorporando plátano .....	99
4.8.	Determinación del análisis físico-químico microbiológico variables paramétricas ..	100
4.8.1.	Resultados de la evaluación sensorial .....	101
4.9.	Diagrama de proceso para la elaboración de pan con pasta de plátano hartón .....	102
4.10.	Costos de producción .....	103
4.10.1.	Rendimiento .....	104

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	109
5.1. Conclusiones.....	109
5.2. Recomendaciones .....	111
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA.....	112
6.1. Bibliografía.....	112

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
Tabla 1. Composición del plátano hartón.....	9
Tabla 2. Variedad, peso, longitud, diámetro, cáscara.....	10
Tabla 3. Densidad, fracción comestible, materia seca.....	10
Tabla 4. Composición mineral.....	10
Tabla 5. Taxonomía.....	11
Tabla 6. Valor nutricional del plátano hartón.....	12
Tabla 7. Clasificación del plátano de acuerdo a su tamaño.....	15
Tabla 8. Composición química de la pasta del plátano hartón durante la maduración .....	17
Tabla 9. Composición de la harina con una tasa de extracción del 76%.....	21
Tabla 10. Composición química de la harina de trigo.....	24
Tabla 11. Las proteínas de la harina se dividen en:.....	26
Tabla 12. Gluten .....	27
Tabla 13. Requisitos físicos-químicos de la harina de trigo.....	34

Tabla 14.	Requisitos microbiológicos que se realiza a la harina.....	34
Tabla 15.	Requisitos microbiológicos de la harina (lotes o partidas).....	34
Tabla 16.	Una harina de buena calidad contiene .....	37
Tabla 17.	Composición de la levadura fresca.....	42
Tabla 18.	Composición química de la sal refinada.....	43
Tabla 19.	Poder edulcorante .....	46
Tabla 20.	Composición química del azúcar.....	48
Tabla 21.	Combinación de los tratamientos .....	59
Tabla 22.	Esquema del ADEVA.....	60
Tabla 23.	Fórmula de materia prima en la elaboración de pan con pasta de plátano hartón verde al 2,78%, Tratamiento 1.....	77
Tabla 24.	Fórmula de materia prima en la elaboración de pan con pasta de plátano hartón verde al 5,56%, Tratamiento 2.....	78
Tabla 25.	Fórmula de materia prima en la elaboración de pan con pasta de plátano hartón maduro al 2,78%, Tratamiento 3 .....	78
Tabla 26.	Fórmula de materia prima en la elaboración de pan con pasta de plátano hartón maduro al 5,56%, Tratamiento 4 .....	79
Tabla 27.	Determinación del pH en la masa.....	80
Tabla 28.	Esquema del ADEVA.....	81
Tabla 29.	Análisis de varianza para el pH en la masa. ....	81
Tabla 30.	Tukey para tratamientos. ....	82
Tabla 31.	Pruebas DMS para madurez. ....	82
Tabla 32.	Pruebas DMS para porcentaje. ....	82
Tabla 33.	Determinación del peso en la masa. ....	83
Tabla 34.	Esquema del ADEVA.....	83

Tabla 35.	Análisis de varianza para el peso en la masa.....	84
Tabla 36.	Pruebas de Tukey para tratamientos de peso en la masa.....	84
Tabla 37.	Pruebas DMS para madurez.....	85
Tabla 38.	Determinación de la humedad de la masa.....	86
Tabla 39.	Esquema del ADEVA.....	86
Tabla 40.	Análisis de varianza para la humedad de la masa.....	86
Tabla 41.	Pruebas de Tukey para tratamientos de humedad en la masa.....	87
Tabla 42.	Pruebas DMS para Porcentaje.....	87
Tabla 43.	Determinación de la humedad.....	88
Tabla 44.	Esquema del ADEVA.....	89
Tabla 45.	Análisis de varianza para la humedad en el pan.....	89
Tabla 46.	Pruebas de Tukey para tratamientos de humedad en el pan.....	90
Tabla 47.	Pruebas DMS para madurez.....	90
Tabla 48.	Pruebas DMS para porcentaje.....	91
Tabla 49.	Determinación del peso en el pan.....	91
Tabla 50.	Esquema del ADEVA.....	92
Tabla 52.	Pruebas de Tukey para tratamientos.....	93
Tabla 53.	Pruebas DMS para madurez del plátano.....	93
Tabla 54.	Determinación de la densidad en el pan.....	94
Tabla 56.	Análisis de varianza para la densidad del pan.....	95
Tabla 57.	Pruebas de Tukey para tratamientos de densidad en el pan.....	95
Tabla 58.	Pruebas DMS para madurez.....	96
Tabla 59.	Pruebas DMS para porcentaje.....	96
Tabla 60.	Determinación de los parámetros Físicos-Químicos y Microbiológicos del pan.	100

Tabla 61.	Resultados del análisis sensorial .....	101
Tabla 62.	Materias primas utilizadas en la elaboración de pan con la unidad experimental propuesta.....	103
Tabla 63.	Elaboración del pan con harina de trigo en sustitución de pasta de plátano hartón en estado maduro al 5,56% con proyección para un año .....	105
Tabla 64.	Costos de mano de obra directa, calculado para un año.....	106
Tabla 65.	Costos indirectos calculados para 1 año.....	106

### ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 1. Plátano hartón. ....	6
Figura 2. Muestras de harina. ....	39
Figura 3. Composición de la sacarosa .....	44
Figura 4. La sacarosa .....	44
Figura 5. La glucosa y fructosa .....	45
Figura 6. Ácido graso insaturado.....	50
Figura 7. Ácido graso saturado.....	51
Figura 8. Producción de gas en la fermentación de la masa.....	55
Figura 9. Elasticidad del gluten .....	56

### ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

CONTENIDO	PÁGINA
Fotografía 1. Composición de un plátano.....	7
Fotografía 2. Contenido interno de un plátano en corte transversal.....	8
Fotografía 3. Pasta de plátano hartón maduro .....	16

Fotografía 4. El pan .....	53
Fotografía 5. Plátano hartón en estado verde y maduro. ....	64
Fotografía 6. Pesado de la materia prima .....	64
Fotografía 7. Selección del plátano hartón. ....	65
Fotografía 8. Clasificación del plátano hartón.....	65
Fotografía 9. Lavado y desinfectado del plátano hartón .....	65
Fotografía 10. Pesaje del plátano hartón .....	66
Fotografía 11. Pelado de la fruta. ....	66
Fotografía 12. Pesado de la materia prima sin cáscara. ....	67
Fotografía 13. Troceado de la fruta. ....	67
Fotografía 14. Cocción de la fruta. ....	67
Fotografía 15. Escurrido de la fruta.....	68
Fotografía 16. Molido de la fruta.....	68
Fotografía 17. Pesaje de las materias primas e insumos.....	68
Fotografía 18. Amasado (materia prima e ingredientes). ....	71
Fotografía 19. Primer reposo. ....	72
Fotografía 20. División (corte manual). ....	72
Fotografía 21. Pesaje de la porción de masa. ....	73
Fotografía 22. Boleo de las porciones de masa. ....	73
Fotografía 23. Segunda fermentación.....	74
Fotografía 24. Horneo de las porciones de masa.....	74
Fotografía 25. Enfriamiento del pan.....	75
Fotografía 26. Empacado del pan.....	76
Fotografía 27. Almacenado del pan.....	76

## RESUMEN

La investigación se realizó en el laboratorio de panadería de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador, para evaluar los estados de madurez del plátano hartón *Musa AAB* en la elaboración de pan, en estado verde y maduro como pasta al 2,78% y 5,56%. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con interacción AxB, con cuatro tratamientos y tres repeticiones, como unidad experimental, se utilizó 6.344,76 gramos de masa y un peso de 50 gramos para cada porción. Se evaluaron las variables cuantitativas: pH, peso, humedad, tiempo de horneado en la masa; humedad, peso, densidad, rendimiento, costos de producción y variables cualitativas: aroma, color, sabor, corteza, miga, en el pan. El análisis organoléptico se realizó con un panel de 10 degustadores para los tratamientos T4, T3, T2, T1, el tratamiento (T4) fue el mejor. Se determinó en \$ 0,04 el costo de producción por cada unidad producida. Se realizó para el tratamiento cuatro (T4) estado maduro al 5,56% de pasta, análisis físicos-químicos: porcentaje de azúcares totales, porcentaje de carbohidratos, fibra total, proteína, calorías, calcio, hierro, fósforo, análisis microbiológico: mohos, levaduras, recuento estándar en placa se efectuó en el laboratorio de análisis físicos-químicos y biotecnología de la Universidad Técnica del Norte, el resultado obtenido fue un pan con 2,3% de proteína, 1,29% de fibra, 397,20 Kcal por 100 gramos de pan, 180 miligramos de calcio por kilogramo de pan, 450 miligramos de fósforo por kilogramo de pan, 60 miligramos de hierro por kilogramo de pan, 1,17% de cenizas y  $0,75 \pm 0,1$  kilogramo fuerza de dureza.

## SUMMARY

The research was conducted in the laboratory of bakery Race Agroindustrial Engineering at the Technical University of the North, Ibarra, Ecuador, to evaluate two states of maturity artón *Musa AAB* in making bread, green and ripe as a paste 2, 78% and 5, 56%. Design was used for random with AxB interaction with four treatments and three repetitions, as the experimental unit, 6.344,76 grams of mass and weighing 50 grams was used for each portion. Aroma, color, flavor, crust, crumb of bread; moisture, weight, density, yield, production costs and qualitative variables pH, weight, moisture, baking time in the mass: quantitative variables were evaluated. Sensory analysis was performed using a panel of 10 tasters for T4, T3, T2, T1 treatments; treatment (T4) was the best. Production cost per unit produced was determined at \$ 0, 04. Was performed for treatment four ( T4) mature state to 5,56 % paste , physical - chemical analysis : Percentage of total sugars, carbohydrate percentage , total fiber, protein, calories , calcium, iron , phosphorus, microbiological analysis : molds , yeasts, standard plate count was performed in the laboratory of physical - chemical analysis and biotechnology at the Technical University of the North, the result was a bread with 2,3 % protein , 1,29 % fiber, 397,20 kcal per 100 g of bread , 180 milligrams of calcium per kg of bread , 450 mg of phosphorus per kilogram of bread , 60 mg of iron per kilogram of bread , 1,17 % ash and  $0,75 \pm 0,1$  kilogram force of hardness.

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. ANTECEDENTES**

La utilización del plátano hartón verde o maduro como materia prima para la elaboración de pan es una alternativa viable en el sector agroalimentario.

El plátano hartón es un ingrediente imprescindible en los platillos que se preparan en la costa ecuatoriana está presente en caldo de bolas, majado, empanadas, patacones, bolones de verde y otros elaborados, este producto dispone de fibra y es efectivo para dar energía al organismo.

La sustitución parcial de harina de trigo por pasta de plátano hartón es de similar aceptación comparado con el pan elaborado con el 100% de harina de trigo, por las propiedades nutricionales que contiene la fruta madura 2,5% de fibra 7,0% de almidón y minerales como el magnesio 36,4 mg, potasio 350 mg, beneficiosos para la salud (Cheesman, 1948).

En panificación el uso de pasta de plátano hartón al 2,78% y 5,56% y la harina de trigo da como resultado un producto de gran interés con 2,3% de proteína, 230 miligramos de minerales por kilogramo de pan y 1,29% de fibra.

Esta pre mezcla brinda nutrientes de gran importancia y a su vez un ahorro económico al país en la importación de trigo y al consumidor un producto terminado con beneficios para la salud en la dieta alimenticia.

La disponibilidad del plátano hartón en Ecuador ocupa el primer lugar en el conjunto de exportaciones no petroleras tradicionales y la falta de tecnología en las formulaciones del panadero, es posible llevar adelante esta propuesta (Banco Central del Ecuador, 2011).

## **1.2. EL PROBLEMA**

En los niños en edad escolar, la malnutrición provoca o coadyuva a producir efectos ampliamente conocidos como las dificultades de concentración, la carencia de energía y el decaimiento, la merma de la capacidad de aprendizaje, la escasa voluntad de socialización, insuficientes resultados escolares, la deserción escolar y en general el retraso del desarrollo.

Una de las estrategias que los gobiernos así como las instituciones responsables de la alimentación y nutrición han puesto en práctica para promover la alimentación de los niños en edad escolar son los programas de alimentación, millones de niños y niñas son atendidos bajo distintas modalidades con arreglo a diferentes programas de alimentación escolar, en espera de que la sociedad asegure plenamente que la familia suministre a sus hijos una alimentación apropiada, los alimentos son consumidos en la escuela constituyéndose en un alimento de desayuno escolar.

En Latinoamérica y específicamente en Ecuador, la falta de recursos económicos impacta en la salud de las madres embarazadas lactantes, niños escolares que a futuro impacta en el crecimiento, desnutrición y rendimiento escolar. Teniendo en cuenta que casi el 38% de las familias están en el nivel de pobreza y el 13% de la población ecuatoriana está en extrema pobreza (García, 2008).

De los plátanos se podrán extraer harinas para la elaboración de alimentos más nutritivos que ayuden a disminuir la desnutrición que afecta a un gran sector de la población sobre todo a la infantil según el observatorio de los derechos de la niñez.

Con la finalidad de diversificar su uso se puede obtener pasta de plátano hartón para sustituir en un 2,78 y 5,56% a la harina de trigo en la elaboración de un pan con características similares a un pan blanco.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

La producción panadera juega un rol importante en la alimentación de diferentes estratos sociales del Ecuador, ya que aporta con energía necesaria para complementar la dieta alimenticia de niños jóvenes y adultos.

La disponibilidad de alimentos nutritivos y las estrategias para contrarrestar este tipo de problemas, permite el acceso de consumo de harina de trigo para satisfacer las necesidades que compense de cierta manera el requerimiento nutritivo.

En el ámbito técnico, se puede elaborar pan con características similares a las de trigo, sustituyendo en su composición con pasta de plátano hartón, orientado a un mejoramiento y empleando las frutas existentes en nuestro país, siendo uno de los productos más cultivados en el litoral ecuatoriano y de esta manera brindar nuevas alternativas de consumo.

Conforme lo menciona el MAGAP-IICA, (2009) en el programa de harinas compuestas en el boletín 029 MAGAP/CS Promover la entrega de harinas compuestas tiene como finalidad el insumo de la harina de trigo por harina de plátano que potencien y promueva la elaboración de alimentos tradicionales.

El uso de la pasta de plátano hartón como materia prima para la elaboración de pan, resulta una alternativa viable para el aprovechamiento de este recurso. La sustitución parcial resultará de similar aceptación comparado con el pan 100% de trigo, estos resultados muestran que es posible diversificar el uso del plátano hartón como pasta para la industria de panificación.

No se registra estadística alguna sobre la elaboración de pan con pasta de plátano hartón convirtiéndose en una oportunidad para el desarrollo de esta agroindustria, ya que de las formulaciones que se utilizan están compuestas entre harinas de trigo de diferente contenido proteínico.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. GENERAL**

Evaluar dos estados de madurez y porcentaje de pasta de plátano hartón *Musa AAB* utilizado en la elaboración de pan.

### **1.4.2. ESPECÍFICOS**

➤ Determinar el estado de madurez y el nivel de sustitución de la harina de trigo por pasta de plátano hartón en la elaboración de pan.

➤ Evaluar las características físico-químicas (azúcares totales, carbohidratos, proteína, calcio, hierro, fósforo) del producto elaborado.

➤ Analizar las características Microbiológicas (mohos y levaduras, recuento estándar en placas) del pan.

➤ Determinar la aceptabilidad del producto final mediante evaluación organoléptica (aroma, color, sabor, corteza, miga) para el mejor tratamiento.

➤ Establecer el rendimiento y costos de producción del mejor tratamiento.

## **1.5. HIPÓTESIS**

**Hi:** El estado de madurez y el porcentaje de pasta de plátano hartón influyen en las características del pan.

**Ho:** El estado de madurez y el porcentaje de pasta de plátano hartón no influyen en las características del pan.

## **CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. EL PLÁTANO HARTÓN**

#### **2.1.1. DEFINICIÓN**

El plátano es una fruta nutritiva, que posee nutrientes energéticos como hidratos de carbono y los nutrimentos reguladores que se encuentran presentes en vitaminas, minerales, como el potasio, magnesio y fósforo, siendo un alimento recomendable para toda la población.



**Figura 1.** Plátano hartón.

#### **2.1.2. ORIGEN**

Originario de sur oeste asiático siendo conocido en el Mediterráneo desde el año 650 d.c. y llegó a América en el año 1516, el plátano es el cuarto cultivo de frutas más importantes del mundo (Arcila, 2002).

Según Simmonds, (1973). Es una planta anual, de piel gruesa y verdosa, de color amarillo con manchas y rayas marrones en estado maduro, tiene una consistencia harinosa en su pulpa a diferencia del resto de plátanos, no se puede consumir en crudo porque es indigesto, de sabor no muy dulce ya que apenas contiene hidratos de carbono sencillos, su mayor aporte es el almidón.

De porte erecto, forman grupos de 3 a 4 racimos que crecen horizontalmente, de forma oblonga, alargada y algo curvada, el plátano hartón es de los más grandes, pesa de 250-350 gramos, alcanzando los 17°Brix en estado maduro, su diámetro con cáscara es de 3,5 a 5,0 cm., su tallo es muy subterráneo, los frutos del plátano tardan entre 80 y 180 días en desarrollarse por completo, cada racimo puede tener de 5 a 20 manos y cada mano de 2 a 20 frutos. *Musa balbisiana* AAB pertenece a la familia de las *Musáceas*, se cultiva en todas las regiones tropicales y subtropicales del Ecuador, nace de un juego de manipulación genética.

### **2.1.3. CONSTITUCIÓN DE UNA PLANTA DE PLÁTANO**

- La planta
- Las flores
- El fruto

### **2.1.4. CONSTITUCIÓN DE UN PLÁTANO**

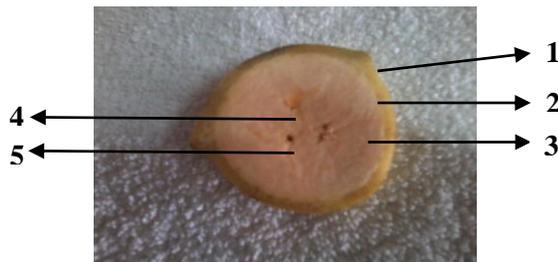


**Fotografía 1.** Composición de un plátano.

- La cáscara
- La pulpa
- El pedicelo

### 2.1.5. CONTENIDO INTERNO DE UN PLÁTANO EN CORTE TRANSVERSAL

Es una fruta tropical que la convierte en un alimento indispensable en cualquier dieta y está compuesto de las siguientes partes:



**Fotografía 2.** Contenido interno de un plátano en corte transversal.

1. Concha o cáscara (pericarpio)
2. Pedúnculo
3. Tejido fotosintético
4. Tubos de látex
5. (Parte central) centro con semillas

(Agrios, 2005).

### 2.1.6. COMPOSICIÓN DEL PLÁTANO HARTÓN

El plátano en estado verde posee más almidones que el banano, pero con la maduración va desapareciendo. Los taninos presentes en los frutos son los que le dan la astringencia, pero éstos se pierden con la maduración; concentraciones de taninos superiores al 7,0%, inhiben la actividad celulítica, además encontró que la composición de la cáscara de plátano es más rica en minerales que la pulpa, en la gran mayoría de casos (Martínez, 1997).

**Tabla 1.** Composición del plátano hartón

Componentes	Plátano verde (%)	Plátano maduro (%)
Humedad	66,00	69,00
Almidón	23,31	3,40
Celulosa	4,20	1,33
Glucosa	2,05	16,26
Dextrinas	1,10	1,01
Gomas	0,30	5,70
Proteína	1,20	2,00
Fibra cruda	0,50	0,50
Grasa	0,30	0,20
Cenizas	0,80	0,80
Taninos	0,03	

Fuente: Martínez (1997).

### **2.1.7. PROPIEDADES FÍSICAS DEL PLÁTANO HARTÓN**

Las características de esta variedad producen racimos de mayor peso y tamaño de mayor longitud y diámetro y pertenece a la *Musa AAB*.

**Tabla 2.** Variedad, peso, longitud, diámetro, cáscara

Tipo	Variedad	Peso	Longitud	Diámetro	Cáscara
Plátano hartón	Musa AAB	(g)	(cm)	(cm)	(%)
		215±57,9	21,3±2,9	4,1±0,4	36,4±1,8

Fuente: Martínez (1997).

**Tabla 3.** Densidad, fracción comestible, materia seca

Variedad	Grupo	Densidad fruto (g/ml)	Densidad pasta (g/ml)	Fracción comestible (MS, Kg)	Materia seca (%)
Plátano hartón	Musa AAB	1,04±0,3	1,13±0,05	3,84	40,02±1,10

Fuente: Martínez (1997).

## Minerales

Son elementos inorgánicos presentes en mínima cantidad en las materias primas utilizadas en la elaboración de alimentos para animales, por lo cual deben ser adicionadas a las mismas.

Los minerales esenciales en el organismo son constituyentes de los huesos y dientes, le dan rigidez al esqueleto y forman parte de compuestos orgánicos como proteínas y lípidos.

**Tabla 4.** Composición mineral

Parte del fruto	Nitrógeno g/Kg	Fósforo g/Kg	Potasio g/Kg	Magnesio g/Kg	Calcio g/Kg	Azufre g/Kg	Boro g/Kg	Zinc g/Kg	Cobre g/Kg
Cáscara	14	2	57	1	6	1	50	70	10
Pasta	6	0,7	18	3	8	0,4	8	30	10

Fuente: Martínez (1997).

## 2.2. TAXONOMÍA DEL PLÁTANO HARTÓN

Norma o regla de categorización, o clasificación, de grupos (taxones), en las que se reúnen organismos afines y semejantes se ocupa de los principios, métodos y fines dentro de la biología y contiene la siguiente división:

**Tabla 5.** Taxonomía

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Zingiberales
Familia:	Musaceae
Género:	<i>Musa</i>
Especie:	<i>M. balbisiana</i>
Nombre binomial	<i>Musa AAB</i>

Fuente: Prevel (1980).

### 2.2.1. COLORACIÓN

La maduración de las frutas va unida a una variación de colores, la transición más habitual es la de verde a amarillo y está relacionada con la descomposición de la clorofila.

### 2.2.2. NUTRIENTES QUE CONTIENE LA PULPA

Destaca su contenido de hidratos de carbono, por lo que su valor calórico es elevado. Los nutrientes más representativos del plátano son el potasio, el magnesio, el ácido fólico y sustancias de acción astringente sin despreciar el aporte de fibra

Nombre científico: *Musa AAB*.

Nombre común: Plátano Hartón.

**Tabla 6.** Valor Nutricional del plátano hartón

Contenido	Unidad	Cantidad
Energía	calorías	85,2
Hidratos de carbono	g	20,8
Fibra	g	2,5
Magnesio	mg	36,4
Potasio	mg	350
Vitamina C	mg	11,5
Provitamina A	mcg	18
Ácido fólico	mcg	20

Fuente: Prevel (1980).

### 2.2.3. DIFERENCIAS DEL PLÁTANO HARTÓN VERDE Y MADURO

#### a) Plátano verde

Posee el 23,0% de almidones que con la maduración van desapareciendo, los taninos con el 7,0% presente en los frutos son los que le dan la astringencia, pero éstos se pierden con la maduración (Garzón, 2003).

## **b) Plátano maduro**

Contiene un 90,0% de sacarosa y solo un 7,0% de almidón, la sacarosa está formada por una molécula de glucosa y otra de fructosa, con lo que su absorción es mucho más rápida en la sangre y produce mayor impacto en la glucemia y la respuesta de la insulina (Cheesman,1948).

Si necesitamos energía rápida por ejemplo para recargar los depósitos de glucógeno después de entrenar, elegiremos el plátano maduro.

Si es aporte constante de energía previo a una actividad física, elegiremos el plátano más verde.

Los plátanos tienen un valor nutritivo similar a las bananas, pero además contienen vitamina A y son una fuente excelente de carbohidratos (almidón) (Champion, 1975).

### **2.2.4. CAUSAS DE LA OXIDACIÓN**

**1. Físicas:** Temperaturas inapropiadas, pérdidas o ganancias de humedad, radiaciones.

**2. Químicas:** Las reacciones con el oxígeno.

**3. Biológicas:** Son causados por la proliferación y metabolismo de microorganismos, infestación por insectos, parásitos, roedores y actividad de sistemas enzimáticos.

Las quinonas son muy reactivas atacan a una gran variedad de componentes celulares, favoreciendo la formación de polímeros negro-marrón, estos polímeros son los responsables del oscurecimiento de tejidos vegetales cuando se dañan físicamente, se observa fácilmente en los plátanos.

Si la fruta se golpea o se corta se rompen las células y las enzimas (oxidasas) que quedan en libertad atacan y degradan las pectinas, al mismo tiempo se producen cambios indeseables en el color, se vuelven marrones y se oscurecen rápidamente cuando las superficies cortadas se exponen al aire.

No requiere condiciones especiales para la conservación, basta mantenerlos en un lugar fresco, seco y protegido de la luz directa del sol, si se conservan en el frigorífico, la cáscara del plátano se ennegrece por lo que se altera su aspecto externo, pero esto no afecta en absoluto a su calidad nutritiva.

### **2.3. LOS BENEFICIOS DEL PLÁTANO**

Los plátanos tienen varios usos medicinales, ayuda a la digestión gracias al alto contenido de vitamina A que posee, la fruta madura se usa para tratar afecciones como el asma y la bronquitis, incluso la cáscara es útil como emplasto o vendaje de emergencia para heridas porque el interior de la cáscara tiene propiedades antisépticas y elimina las verrugas.

El potasio es un mineral necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal, interviene en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula, el magnesio posee un suave efecto laxante, el ácido fólico interviene en la producción de glóbulos rojos y blancos, la formación de anticuerpos del sistema inmunológico, contribuye a tratar o prevenir anemias y de espina bífida (dividida) en el embarazo (Fano, 2010).

### 2.3.1. USOS

El plátano también conocido como verde es un ingrediente imprescindible en los platillos que se preparan en la costa ecuatoriana está presente en caldo de bolas, majado, empanadas, patacones, bolones de verde y otros elaborados, este producto es rico en fibra y efectivo para dar energía al organismo (Fennema, 1993).

### 2.3.2. CLASIFICACIÓN DEL PLÁTANO DE ACUERDO A SU TAMAÑO

Consiste en seleccionar los frutos de plátano de acuerdo a su tamaño y apariencia externa, determinación para el plátano hartón cuatro calidades.

**Tabla 7.** Clasificación del plátano de acuerdo a su tamaño

Clasificación	Según su tamaño
Extra	> 400 g
Grande (1ª)	> 350- 399 g
Mediano (2ª)	> 199-299 g
Pequeño (3ª)	< 199 g

Fuente: Arcila (2000).

## **2.4. OBTENCIÓN DE LA PASTA DE PLÁTANO HARTÓN**



**Fotografía 3.** Pasta de plátano hartón maduro

### **2.4.1. PASTA**

#### **2.4.1.1. Definición**

a) Es la pulpa de la fruta cocida, obtenida después de moler a través de los rodillos de un molino.

b) La pasta es de textura gomosa de color amarillento de sabor dulce y muy nutritivo, es un subproducto del plátano hartón, no es muy utilizado por la falta de hábitos frente a las bondades que presenta esta fruta.

## 2.4.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PASTA DE PLÁTANO HARTÓN DURANTE LA MADURACIÓN

Se puede comprender que el proceso de maduración transforma los almidones en glucosas y disminuye la celulosa y los taninos, haciendo más fácilmente digerible y asimilable la fruta

**Tabla 8.** Composición química de la pasta del plátano hartón durante la maduración

	verde	amarillo	maduro
Sólidos solubles totales %	5	26	31
Azúcares totales %	5	25	35
Almidón %	68	62	57
Ácidos orgánicos (% Ácido málico)	0.6	1,3	0,8
pH	6,2	4,6	4,5
Minerales :			
Hierro, Fe (ppm )	23	99	
Calcio, Ca (%)	0,21	0,15	
Fósforo, P (%)	0,1	0,1	

Fuente: Morales (1995).

### 2.4.2.1. Industrialización del plátano hartón

El desarrollo agroindustrial incurre favorablemente en:

- Aumentar la vida útil del plátano
- La ocupación de mano de obra
- La generación de ingresos (por el valor agregado) y divisas para el país
- Apertura de nuevos mercados nacionales y de exportación
- Genera la posibilidad de utilizar como materia prima el plátano hartón (Arcila, 2000).

#### **2.4.2.2. Usos de las diferentes partes de una planta de plátano**

- Son utilizables los tallos después de la cosecha, hojas, flores y raíz.
- Las flores se utilizan en emplasto para las úlceras cutáneas y en decocción para la disentería y la bronquitis, cocidas se usan como alimento nutritivo para diabéticos.
- La savia fuertemente astringente se aplica tópicamente en picaduras de insectos en hemorroides y se toma como febrífugo anti diarreico y anti hemorrágico.
- Las raíces cocidas se consumen para los trastornos digestivos e intestinales, una excelente fuente de potasio que es un mineral que ayuda a regenerar los músculos después de haber sufrido calambres.
- La cáscara de plátano podría ser considerada una fuente de alimento funcional contra el cáncer y las enfermedades del corazón por ser rico en galocatequina (Aurora, 1990).
- Las hojuelas del plátano hartón se utilizan para envolver distintas carnes, pescados o pollo, otorgan un delicado sabor cítrico y forman alrededor de la carne un líquido gelatinoso y viscoso.

#### **2.4.2.3. Usos en la industria**

- La cáscara del fruto es rica en taninos, se usa en el tratamiento del cuero, carbonizada se usa como tintura oscura, por su alto contenido en potasio en la producción de detergentes.
- La fibra de las hojas del plátano sirve para fabricar papel, se necesita 132 toneladas de pseudotallos para elaborar una tonelada de papel.

- Las hojas se usan en la preparación y almacenamiento de alimentos en la construcción de techos.
- Una goma de pegar en base a almidón que se extrae de los pseudotallos se usa para fabricar los envases de bananas.
- La esencia de la banana se puede usar como tintura, también se puede obtener vinagre (Morton, 1987).

## **2.5. LA HARINA DE TRIGO**

### **2.5.1. Definición**

Es el producto que se obtiene de la molienda y tamizado del endospermo del grano de trigo (*Triticumvulgare*, *Triticumdurum*) hasta un grado de extracción determinado, considerando al restante como un subproducto (residuos de endospermo, germen y salvado) (Rigolfas, 1993).

La harina de trigo posee constituyentes aptos para la formación de masas (proteína gluten), pues la harina y agua mezclados en determinadas proporciones producen una masa consistente y una determinada resistencia, es una masa tenaz con ligazón entre sí a la que puede darse la forma deseada y que resiste la presión de los gases producidos por la fermentación (levado con levadura, leudado químico) para obtener el levantamiento de la masa y un adecuado desarrollo de volumen, el gluten se forma por hidratación e hinchamiento de proteínas de la harina gliadina y glutenina.

El hinchamiento del gluten posibilita la formación de la masa, unión, elasticidad y capacidad para ser trabajada, retención de gases y mantenimiento de la forma de las piezas, la cantidad de proteína es muy diferente en diversos tipos de harina, tiene una especial influencia sobre el contenido de proteínas y con ello sobre la cantidad de gluten que tiene el tipo de trigo, como también la época de cosecha y el grado de extracción.

A las harinas que contienen menos proteína menos gluten se las llama pobres en gluten, en cambio ricas en gluten son aquellas cuyo contenido de gluten húmedo es superior al 30,0 %.

Harinas ricas en gluten se prefieren para masas de levadura, especialmente las utilizadas en la elaboración de masas para hojaldre, para masas secas, en cambio, es inconveniente un gluten tenaz y formador de masa.

#### **2.5.1.1. Requisitos y normas generales para la obtención**

Debe presentar un color uniforme variando del blanco al blanco-amarillento, debe tener el olor y sabor característico del grano de trigo molido, sin indicios de rancidez o enmohecimiento, presentará ausencia total de otro tipo de harina según norma NTE INEN 528.

Cuando se someta a un ensayo normalizado de tamizado debe pasar por un tamiz 210/μm. (N°70), según método 965.22.

- Ceniza método AOAC 923.03
- Acidez de la grasa método AOAC 939.05
- Humedad método AOAC 925.09
- Proteína método AOAC 979.09
- Fibra cruda método AOAC 962.09

(FAO-OMS, 2007).

### 2.5.1.2. Composición de la harina con una tasa de extracción del 76,0%

Según sea la tasa de extracción vamos a tener las diferentes clases de harinas. La tasa de extracción de una harina se mide por la cantidad de kilos de harina que obtenemos moliendo 100 kilos de cereal.

**Tabla 9.** Composición de la harina con una tasa de extracción del 76%

Componente	%
Almidón	60-70
Humedad	14-16
Proteína	8-14
Azúcares	1-2
Grasas	1,2-1,4
Minerales	0,4-0,6

Fuente: Mateo (2005).

La molienda en condiciones adecuadas conduce a un producto que contiene del 19,0 a 20,0% de salvado y un 80,0 a 81,0% de la harina de la que alrededor del 15,0% es de grano fino y un 65,0% forman gránulos más gruesos, en trigos se denomina grado de extracción a la cantidad de harina panificable que se obtiene en la molienda que oscila entre 70,0 y 72,0%, casi el 85% del total del trigo cosechado se destina a la alimentación humana (Mateo, 2005).

### 2.5.1.3. Características de la harina de trigo

Está compuesto de agua, gluten (proteína elástica del trigo), almidón, grasas, celulosa y cenizas.

La calidad de la harina se aprecia en primer lugar por el tacto, el olor debe ser agradable y neutro, el color blanco (grano tierno) o ligeramente amarillo (grano duro).

## **2.5.2. GRADO DE EXTRACCIÓN**

- Harinas oscuras 85,0% (alta extracción)
- Harinas blancas 72,0% (baja extracción)

### **2.5.2.1. Porcentajes de extracción**

Harina flor con una extracción de 40 Kg, harina blanca con extracción de 60-70 Kg es la harina refinada de uso común, solo se ha molido la almendra harinosa exenta de germen y de cubiertas.

La harina blanca contiene el 72,0% de extracción con respecto a la cantidad inicial de grano soporta largas temporadas de almacenamiento en silos porque no contiene aceites vegetales, cuando el porcentaje global extraído supera esta cifra se obtienen las harinas integrales y oscuras que contienen todas las partes del grano.

Harina integral con grado de extracción superior a 85 Kg se ha utilizado el grano completo excepto la cascarilla.

## **2.5.3. FUNCIÓN DE LOS CONSTITUYENTES DE LA HARINA**

El almidón es el componente que está en mayor proporción, tiene además un papel fundamental en el proceso de obtención de la masa en la fermentación y en la estructura del pan cocido suministra los azúcares necesarios para la fermentación

contribuyendo directamente a la producción de CO<sub>2</sub> y por tanto el levantamiento de la masa.

A lo largo del proceso de fermentación y cocción los gránulos de almidón absorben agua, gelatinizan, hinchan y durante el enfriamiento del pan gelifica.

El endospermo ayuda a sostener que no escape el CO<sub>2</sub> producidos durante la fermentación está asociado a las proteínas y al almidón.

#### **2.5.4. PASOS QUE SE SIGUEN PARA OBTENER LA HARINA:**

1. Limpieza preliminar de los granos mediante corrientes de aire que separan el polvo la paja y los granos vacíos.
2. Escogido de los granos mediante cilindros cribados que separan los granos por su tamaño y forma.
3. Despuntado y descascarillado en esta fase se eliminan el embrión y las cubiertas del grano.
4. Cepillado de la superficie de los granos para que queden totalmente limpios.
5. Molturación el grano de trigo se lava de modo que su núcleo se rompa adecuadamente se tritura por medio de rodillos metálicos de superficie ásperas o lisas que van triturando el grano y obteniendo la harina.
6. Refinado una vez obtenida la harina pasa a través de una serie de tamices que van separando las diferentes calidades de la harina.

#### 2.5.4.1. Calidad de la harina

Existen una serie de pruebas de laboratorio que permiten establecer la calidad de una harina para elaborar pan y otros productos de panificación como el índice de Zeleny (índice de sedimentación) la cantidad y calidad del gluten índice de caída (FallingNumber) método de Hagberg las propiedades reológicas de la masa son un buen factor indicativo de la calidad del pan preevaluar el comportamiento en el amasado se utiliza el farinógrafo para determinar la fuerza necesaria para mezclar una masa a una velocidad constante dando la cantidad del agua absorbida para alcanzar una determinada consistencia de la masa.

Para determinar la manejabilidad de la masa existen dos equipos, el alveógrafo de Chopin y el extensógrafo de Brabender, con el alveógrafo permite calcular la tenacidad (P) y la extensibilidad (L) de la masa así como su relación (P/L) que se denomina equilibrio.

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

Los glúcidos que al transformar la levadura en gas carbónico permite la fermentación, otorgando elasticidad a las masas reteniendo la presión del gas carbónico producido por la levadura.

**Tabla 10.** Composición química de la harina de trigo

Componentes	Porcentaje (%)
Humedad	14,0
Carbohidratos	70,0
Proteína	15,0
Grasa	2,5
Fibra	2,5
Ceniza	2,0

Fuente: Ordoñez (2013).

## **1. Almidón**

Es un hidrato de carbono de forma microscópica es el elemento principal es un glúcido que transforma la levadura en gas carbónico permitiendo la fermentación, gelatinizándose cuando se une con el agua y según la extracción tenemos que la cantidad de almidón que contiene va desde 57,0% (extracción 100,0%) a 71,0% (extracción el 75,0%) y por lo tanto es el principal componente de la harina (Calaveras, 1993).

## **2. Humedad**

La humedad que debe tener la harina es del 14,0% y no más del 15,0% de agua que adquiere el trigo durante el proceso de lavado.

### **2.5.4.3. Proteínas de la harina**

La harina de trigo posee constituyentes aptos para la formación de masas (proteína – gluten), harina y agua mezclados en determinadas proporciones, producen una masa consistente, la cantidad de proteína es de 9,86 gramos por cada 100 gramos, es muy diferente en la harina influyen sobre el contenido de proteínas y con ello la cantidad de gluten, tipo de trigo, época de cosecha y grado de extracción se usan en nuestro organismo para crear nuevas proteínas, responsables de construir tejidos, como los de nuestra masa muscular y regula los fluidos del organismo entre otras funciones.

**Tabla 11.** Las proteínas de la harina se dividen en:

	Solubles no forman masa	Albúmina Globulina Péptidos	14,0% 5,5% 4,0%
Proteína			
	Insolubles forman masa	Gliadina Glutenina	32,0% 44,0%
		Total	100,0%

Fuente: Calaveras (1993).

Las proteínas de la harina son solubles albúmina globulina y péptidos e insolubles (gliadina y glutenina).

Las solubles se encuentran en cantidades mínimas y no tienen influencia sobre la capacidad de panificación de la harina, las insolubles al amasar la harina forma el gluten por hidratación e hinchamiento de las proteínas.

La gliadina produce elasticidad y plasticidad mientras que la glutenina se encarga de la estructura de la masa y la tenacidad.

#### **Gliadina:**

- Bajo peso molecular
- Encargada de dar la ligazón a la masa
- Es de menor calidad
- Baja elasticidad
- Extensible.

### **Glutenina:**

- Alto peso molecular
- Encargada de dar la solidez al gluten y consistencia
- Está en mayor cantidad
- Elástica
- Baja Expansibilidad

### **Gluten**

El gluten se encuentra en forma latente en la harina y se desata al momento de hacer contacto con el líquido, las propiedades del gluten son las de dar elasticidad, capacidad para el trabajo retención del gas y mantenimiento o firmeza de las piezas elaboradas tiene gran relación con las proteínas.

**Tabla 12.** Gluten

Gluten húmedo (%)		Gluten seco (%)	
> 39,0	Excesivo	> 13,0	Excesivo
de 34,5 a 39,0	Elevado	de 5,0 a 13,0	Elevado
de 23,5 a 34,5	Normal-correcto	de 9,5 a 17,5	Normal-correcto
de 25,5 a 28,5	Limitado	de 8,5 a 28,5	Limitado
de 21,0 a 25,5	Bajo	de 7,0 a 6,5	Bajo
<21	Muy bajo	< 7,0	Muy bajo

Fuente: Calaveras (1993).

Una mayor presencia de gluten en una harina hace que la masa absorba más agua sea más elástica y fermente mejor mayor esponjosidad mayor rendimiento y hace más compacta a la miga.

Tanto la cantidad de gluten como la cantidad de fibra rigen la cantidad de agua que absorbe la harina a más fuerza (gluten) que tenga la harina más agua absorbe.

### **Azúcares**

Las harinas contienen azúcares con las mismas propiedades del azúcar de caña se determina por el índice de maltosa tiene la capacidad de producir gases como también maltosa minerales y cenizas como fosfatos de potasio, magnesio, calcio, algunos rastros de hierro y aluminio que ayudan a la levadura a transformar el gas carbónico.

### **Materias grasas**

Están localizadas en el germen y en las cáscaras del grano de trigo y se manifiestan favorablemente en la formación del gluten durante el amasado lubricando las paredes durante la fermentación haciéndola más extensible durante el envejecimiento desaparecen y se convierten en ácidos grasos que alteran la calidad de la harina.

### **Materias minerales o cenizas**

Material mineral está formado por potasio, sodio, calcio y magnesio para determinar el porcentaje es necesaria la incineración de las harinas a menor proporción de cenizas mayor pureza de la harina.

La tasa de hidratación de la harina es del 60,0% a mayor porcentaje de proteínas más agua admite la harina en el amasado y viceversa.

## **Vitaminas**

Las vitaminas que sirven como aporte en la alimentación que se encuentran presentes en la harina son B1, B2, PP y E.

## **Inflamabilidad**

El polvo de harina suspendido en el aire es explosivo, en los molinos medievales de harina estaban prohibidas candelas lámparas y otras fuentes de fuego ha existido explosiones devastadoras y fatales accidentes como la explosión de 1878 en el Washburn "A" Mill de Minneapolis el mayor molino de harina de EE.UU.

### **2.5.4.4. Conservación de la harina de trigo**

Una vez obtenida la harina debemos guardar una serie de normas para su correcta conservación.

Vigilar la humedad de la zona este es el mayor peligro la humedad hace que se altere el gluten y el almidón que la harina fermenta y se endurezca.

Tener cuidado con las plagas larvas gusanos cucarachas, para ello siempre hay que conservar la harina metida en sacos no muy juntos y sobre tarimas de madera. Al aumentar la temperatura hay que ventilar las harinas cambiándolas de lugar el calor favorece el enranciamiento de las grasas formándose ácidos grasos libres de cadena corta responsable del mal olor y sabor.

#### **2.5.4.5. Capacidad de retención de agua**

El almidón es insoluble en agua fría pero es capaz de retener agua, se adhiere a la superficie de los gránulos de almidón algo se introduce por las grietas y lleva el gránulo a su hinchamiento (hinchamiento de poros) el hinchamiento se acelera por calentamiento, el almidón sano retiene en las pastas y masas aproximadamente un tercio de su propio peso en agua.

#### **2.5.4.6. Almidón y fécula**

De los cereales ricos en almidón especialmente trigo maíz arroz se obtiene por lavado secado y molienda almidón puro, el almidón remplace en muchas recetas de repostería total o parcialmente partes de harina.

### **2.5.5. USOS DE LA HARINA EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA**

Las harinas tienen múltiples aplicaciones en la industria alimentaria y se utilizan habitualmente en repostería mezcladas con grasas aceites azúcar y otros componentes como el cacao la vainilla con ellas se prepara una gran variedad de productos que incluye pasteles, tortas, bizcochos, galletas, rosquillas y hojaldres así mismo se emplean para elaborar pastas con harinas de trigo suave.

#### **2.5.5.1. Porcentaje de cenizas**

El contenido de cenizas es la expresión de la cantidad de materias minerales presentes en la harina, está íntimamente relacionado para cada trigo con la tasa de extracción, ya que en su mayor parte provienen de componentes de la corteza del grano de trigo y sus zonas más próximas varía desde el 0,45% al 1,40% para valores extremos indicados para la tasa de extracción.

La cantidad de salvado afecta al comportamiento de la harina cuanto más se extrae más blanca y más fina es la harina a mayor cantidad de salvado en una harina mayor es el porcentaje de cenizas que posee ¿cómo se comprueba? se incinera un poco de harina luego se pesa y se conoce la cantidad de sales minerales que contiene.

### **2.5.5.2. Dureza y fuerza de la harina**

#### **Dureza**

La dureza es una característica independiente del contenido en proteínas y de la apariencia del grano, un factor influenciado por el modo de cultivo.

#### **Dureza y contenido en proteínas**

Existen trigos fuertes y flojos con alto contenido de proteína

Los trigos con alto contenido de proteínas provienen del cruce entre trigos flojos de América del Sur y la raza Atlas de E.E.U.U. no obstante los trigos fuertes disponen de condiciones climáticas y de prácticas agronómicas que les permite producir granos ricos en proteína.

#### **Fuerza**

La palabra fuerza se refiere a las propiedades reológicas de las masas tiempo de estabilidad y de desarrollo de energía de una masa (alveograma, reológico)

La fuerza depende de la calidad y de la cantidad de las proteínas, dado que la dureza es relativamente independiente de las proteínas no puede relacionarse sistemáticamente con la fuerza (Calaveras, 1993).

## **2.5.6. REQUISITOS DE LA HARINA SEGÚN NORMA INEN ECUATORIANA**

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

Grado de extracción es el rendimiento en porcentaje de harina que se obtiene en kilogramos por cada 100 kg de trigo limpio.

Gluten 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.

Leudante es toda sustancia química u organismo que en presencia de agua con o sin acción del calor provoca la producción de anhídrido carbónico.

Harina autoleudante es la harina que contiene una cierta cantidad de sustancias leudantes.

Harina fortificada 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.

### **2.5.6.1. Blanqueadores y mejoradores de la harina**

Son aditivos con características funcionales que mejoran y favorecen los productos panificados y sus procesos, acondiciona la masa proporcionando mayor uniformidad a la miga y mejor volumen a los productos terminados, capacidad de absorción, vida útil, acelera la fermentación acortando tiempos de proceso, se obtiene una notable mejora en el comportamiento de la masa a través de todo el proceso.

## **2.5.7. HARINA PANIFICABLE**

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.

### **2.5.7.1. Requisitos**

Debe presentar un color uniforme variando del blanco al blanco-amarillento que se determinará de acuerdo a la NTE INEN 528.

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

- La harina de trigo presentará ausencia total de otro tipo de harina.
- No deberá contener insectos vivos ni sus formas intermedias de desarrollo.
- Debe estar libre de excretas de animales.

Cuando la harina de trigo sea sometida a un ensayo normalizado de tamizado mínimo 95% deberá pasar por un tamiz (N° 70). INEN 210/μm.

**Tabla 13.** Requisitos físicos-químicos de la harina de trigo

Requisitos	Unidad	Harina panificable		Harina para todo uso		Normas
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	
Humedad	(%)	-	14,5	-	14,5	NTE INEN 518
Proteína (base seca)	(%)	10,0	-	9,0	-	NTE INEN 519
Cenizas (base seca)	(%)	-	0,75	-	0,85	NTE INEN 520
Acidez(Exp. en Ácido sulfúrico)	(%)	-	0,1	-	0,1	NTE INEN 521
Gluten húmedo	(%)	25,0	-	25,0	-	NTE INEN 529

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

**Tabla 14.** Requisitos microbiológicos que se realiza a la harina

Requisitos	Unidad	Límite máximo	Método de ensayo
Aerobios	ufc/g	100 000	NTE INEN 1 529-5
Mesófilos	ufc/g	100 00	NTE INEN 1 529-7
Coliformes	ufc/g	0	NTE INEN 1 529-8
E. Coli Salmonella	ufc/25 g	0	NTE INEN1 529-15
Mohos y levaduras	ufc/g	500	NTE INEN1529-10

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

**Tabla 15.** Requisitos microbiológicos de la harina (lotes o partidas)

Requisitos	Unidad	n	e	m	M	Método de ensayo
Aerobios	ufc/g	5	1	$10^5$	$10^6$	NTE INEN 1 529-5
Mesófilos	ufc/g	5	2	$10^2$	$10^3$	NTE INEN 1 529-7
E. coli Coliformes	ufc/g	5	2	0		NTE IN EN 1 529-8
Salmonella	ufc/25 g	5	0	0		NTE INEN 1 529-15
Mohos y levaduras	ufc/g	5	2	$5 \times 10^2$	$10^3$	NTE INEN 1 529-10

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

En donde:

n = número de muestras de lote que deben analizarse, e = número de muestras defectuosas aceptables, m = límite de aceptación, M = límite de rechazo.

### **2.5.7.2. Resumiendo**

Harina floja = harina candeal = harina de invierno= harina débil = harina 45=harina normal.

Usamos harina floja para las masas que no deban tener elasticidad (fondos para tortas, bizcochos, brazo gitano, plum- cakes, mantecados, magdalenas)

Harina de fuerza o gran fuerza= harina flor=harina de primavera = harina dura=harina 55= harina de repostería.

La harina de fuerza está elaborada con trigo duro y aporta mayor cantidad de gluten que el resto de harinas, esta es una de las principales razones por la que la harina de fuerza tiene una mayor capacidad de absorción de líquidos y además posee una gran resistencia al estirado (la masa) es ideal para utilizar en elaboraciones que contengan una gran cantidad de azúcar, grasas o líquidos como ingredientes.

Las proteínas que contiene la harina son sustancias nitrogenadas unas solubles en agua como la albúmina, o en solución salina como las globulinas, gliadina, gluteína o glutenina.

La cantidad y calidad de proteína (gluten) de la harina hará que la masa se comporte diferente y la miga sea esponjosa, viene dada por el tipo de cereal es una característica natural de la harina se aplica sobre todo a la harina de trigo no significa que a más cantidad de proteína tenga más fuerza además de que puede dar como resultado una miga demasiado dura en panes normales por eso se usa sobre todo en panes enriquecidos con grasas azúcar no toda la proteína es gluten y hay que pensar que

el gluten varía su calidad, la que contiene del 8,0-9,0 % proteína es una harina floja y se utiliza en pastelería de 10,0-11,0% es una harina intermedia panificable y del 12,0 al 14,0 % de gran fuerza.

Si una harina es de mucha fuerza no la convierte en la mejor ya que el gluten es insípido hay trigos más blandos con menos fuerza pero con sabor mucho más delicioso.

Una buena idea es mezclar las harinas para conseguir diferentes efectos si se usa una harina sin gluten se puede combinar con harina de fuerza para conseguir algo de volumen, diferentes tradiciones han usado diferentes trigos con grandes resultados la extracción y la fuerza son independientes sí una harina T55 de extracción no dice nada de la fuerza puede haber un trigo de gran fuerza que esté en forma integral (Odar, 2010).

En la harina se encuentra una sustancia llamada caroteno que le da el color, también contiene grasa las harinas finas tienen una menor cantidad de aceite.

### **2.5.7.3. Una harina de buena calidad contiene**

Cuando saboreamos un pan, quizá poco de nosotros nos preguntamos si éste ha sido elaborado con harina de trigo duro o blando.

Cada tipo de harina produce un efecto diferente en cada preparación, no sólo por la relación de sus componentes (proteínas, oxidantes, gluten, etc.), sino también por las exigencias de manejo que posee y el resultado que se obtiene en cada uno de los procesos de amasado (Buskens, H. 2010).

**Tabla 16.** Una harina de buena calidad contiene

Contenido	Unidad (%)	Cantidad
Proteínas insolubles		11.00
Proteínas solubles		1.00
Humedad		14.00
Grasa		1.00
Sales minerales		0.5
Carbohidratos o almidones		70.00
Azúcar		2.5
Vitaminas B1	Unidades por g	0.3

Fuente: Méndez (2008).

#### **2.5.7.4. El valor de w (fuerza)**

El valor de W mide la fuerza de la harina al ser ensayada con un alveógrafo y manejado por los profesionales expertos (ensayo se lo estira para ver cuál es su elasticidad máxima sin romperse) y saber a qué tipo de harina pertenece.

Para considerar a una harina panificable es necesario un mínimo de fuerza que puede ser  $W=100$  para producir una pieza de pan bien crecida y de gran volumen.

- Fuerza (W) comprendida entre 80-100 para repostería, pastelería, galletas.
- Fuerza (W) comprendida entre 100-140 panificable baja pan común fermentación rápida.
- Fuerza (W) comprendida entre 140-170 panificable pan común.
- Fuerza (W) comprendida entre 170-210 panificable alta panes con mezclas de harinas masas hidratadas.
- Fuerza (W) comprendida entre 180-250 media fuerza bollería hojaldrada masas artesanales hidratadas.

- Fuerza (W) comprendida entre 320-380 fuerza, masas con grasa y azúcar, masas hidratadas y hojaldres congelados.

- Fuerza (W) comprendida entre 380-420 gran fuerza, bollería, mucha grasa y azúcar (Ordóñez, G., Oviedo, J. 2008).

### **2.5.8. PROPIEDADES DE LA HARINA**

#### **1.- Tolerancia:**

Capacidad de tolerar fermentaciones largas, está determinado por la cantidad de gluten que contenga.

#### **2.- Absorción:**

Aptitud de absorber y retener una mayor cantidad de agua, la harina tiene gran capacidad para asimilar olores y sabores, por esto debe tenerse mucho cuidado al almacenarla, la harina da la estructura a la masa, es higroscópica con capacidad de absorber o perder agua.

### **2.5.9. QUÉ CANTIDAD DE GLUTEN HAY QUE AÑADIR A UNA HARINA FLOJA PARA TRANSFORMARLA EN HARINA DE FUERZA**

Una harina floja tiene un 7,0% mínimo de gluten y una harina panificable alrededor de 12,0%, es decir, hay un 5,0% de diferencia:

Por cada 500 gr. de harina floja, debemos añadir 25 gr. de gluten, para obtener una harina panificable de 12,0% de gluten.

El gluten se puede adquirir en herbolarios y tiendas especializadas, y se puede añadir a la harina para aumentar su fuerza, en esta proporción: por cada 1,0% de gluten la harina

aumenta 0,6% de fuerza, al no contener gluten es una harina especial para las personas alérgicas al gluten (Calaveras, J. 1993).

## 2.6. RECONOCIMIENTO VISUAL POR LA COLORACIÓN DE UNA HARINA SEGÚN NORMA NTE INEN 528



**Figura 2.** Muestras de harina.

**T110** (harina completa): entre 12,0%-14,0% de proteínas. (blanca)

**T150** (harina integral): entre 12,0%-15,0% de proteínas y rica en fibras. (opaca)

Puede ocurrir en un momento dado, que no tenemos ninguna manera de saber si la harina que vamos a utilizar es o no de fuerza, para averiguarlo es muy fácil.

Cogemos con la mano un puñado de harina y comprimimos con fuerza, si la harina es de fuerza, veremos que se desmorona, sin embargo la harina floja se compactará y mantendrá por unos instantes la forma de la mano.

Otra manera es echar con brusquedad un puñado de harina sobre la mesa (como de lado), si se dispersa es de fuerza, en la dirección del golpe o queda como compacta nos dirá que es floja (Rubio, 2012).

## **2.6.1. INGREDIENTES PARA LA ELABORACIÓN DE PAN**

### **2.6.1.1. La levadura**

**Se encuentran dos tipos de levadura biológica y gasificante.**

Biológica es un hongo perteneciente al género hemiascomicetos y miembro de género *Saccharomyces*, no todas las levaduras son aptas para la panificación, la más usada para los panaderos es la *Saccharomyces cerevisiae* realiza la fermentación del producto, transforma los azúcares en CO<sub>2</sub>, alcohol etílico y energía, descompone los azúcares complejos fermentables en otros más simples por medio de la enzima zimasa

Los gasificantes son productos para provocar la hinchazón de la masa sin llegar a transformar ningún componente de la harina, son compuestos alcalinos como el bicarbonato amónico, sódico.

Es obtenida industrialmente, cultivando razas puras en medios idóneos para su multiplicación Calaveras (1993).

### **2.6.1.2. Clases de levaduras**

- Levadura activa seca en forma granulada
- Levadura seca instantánea
- Levadura prensada o pasta
- Levadura líquida

Según la reglamentación Técnico-Sanitario, la humedad no puede ser inferior al 75,0%, al ser un organismo vivo, durante su almacenamiento se debe reducir su actividad, para ello se debe mantener la temperatura de conservación entre 0 y 8°C, las levaduras se desarrollan tanto en presencia de oxígeno como en ausencia.

Es un organismo vivo capaz de reproducirse y crecer es microscópica como ser vivo necesita de ciertas condiciones ambientales para reproducirse, su elemento principal es el agua, la cual debe permanecer entre 24 y 36°C de temperatura, pero el ideal es 26°C, si alcanza más de 40°C se quema y muere.

**a) Levadura Fresca o Pasta**

De color crema claro, su textura es compacta y pastosa, cuando se descompone se torna oscura, debe mantenerse refrigerada, puede conservarse a una temperatura de 4°C, durante 2 a 3 semanas.

**b) Levadura activa seca**

Es granulada y más activa que la fresca, por lo tanto se usa en menor porcentaje, un gramo de levadura seca equivale a dos y medio gramos de la fresca, para su uso requiere que se active por cada gramo de levadura seca se adiciona de 3 a 5 cm<sup>3</sup>., de agua a temperatura de 26°C, agregándole azúcar en una proporción de 4,0 a 8,0% del peso de la levadura, dejando la solución en reposo de 5 a 10 min., hasta que las burbujas revienten, se conserva por más tiempo si se guarda en un sitio fresco y en recipiente bien tapado, no necesita refrigeración Calaveras (1993).

**c) Los ingredientes que afectan al desarrollo de la levadura en la fermentación son:**

La sal, su exceso lo inhibe, el azúcar, aunque es su alimento, en exceso lo retarda.

#### **d) La Función de la Levadura:**

El impulsor está vivo por lo tanto hay que alimentarlo para mantenerlo efectivo y vigoroso. La levadura se nutre de los azúcares y compuestos nitrogenados y de sus enzimas transformando en alcohol etílico y gas carbónico, infla a la masa haciéndola más liviana y de mejor apariencia, el gas carbónico estira el gluten dando a la miga una estructura porosa y ligera, influye en el aroma de las masas gracias a los productos de fermentación y juega un papel importante en la coloración de la corteza, aumenta el valor nutritivo del pan al suministrarle proteína de mejor calidad, convierte la harina cruda en un ligero producto que al hornearlo es digerible en un ciento por ciento Calaveras (1993).

#### **2.6.1.3. Composición de la levadura fresca**

Según el código alimentario es el producto obtenido por proliferación del *Saccharomyces cerevisiae* de fermentación alta, en medios azucarados adecuados, las principales características de la levadura prensada son:

**Tabla 17.** Composición de la levadura fresca

Contenido	Unidad	Cantidad
Agua	%	70,0
Materias nitrogenadas	%	13.5
Materias celulósicas	%	1.5
Azúcar	%	12,0
Materias minerales	%	2,0
Vitaminas		B, PP, E

Fuente: Pérez (2010).

**Medios de apreciación de la levadura:** color, olor, gusto, textura (Pérez, 2010).

## **2.6.2. LA SAL**

Es un producto natural que se encuentra en forma de cristales se compone de cloro y sodio y es antiséptica.

Independientemente de su aportación al sabor del pan, la sal actúa como regulador del proceso de fermentación mejora la plasticidad de la masa, aumentando la capacidad de retención de la harina, en consecuencia el rendimiento en panificación, también favorece la coloración, la finura de la corteza, restringe la actividad de las bacterias productoras de ácidos y controla la acción de la levadura, regulando el consumo de azúcares y dando por ello mejor corteza.

### **2.6.2.1. Composición química de la sal refinada**

La sal proporciona a los alimentos uno de los sabores básicos, se percibe ya que en la lengua poseemos receptores específicos para detectar, el consumo de sal modifica nuestro comportamiento frente a los alimentos ya que es un generador del apetito y estimula su ingesta

**Tabla 18.** Composición química de la sal refinada

<b>Contenido</b>	<b>Cantidad/Unidad (%)</b>
Cloruro sódico	99.5
Agua	0.41
Sulfato de calcio	0.06
Cloruro de calcio	0.02
Cloruro de magnesio	0.01

Fuente: Agudelo (1973).

### 2.6.3. EL AZÚCAR

La sacarosa es un azúcar de mesa, por hidrólisis la sacarosa produce glucosa y fructosa, son azúcares simples, pertenecen a la clase de los carbohidratos están compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno y están formados por uno o más monosacáridos (Quezada, 2008).

#### 2.6.3.1. Composición de la sacarosa

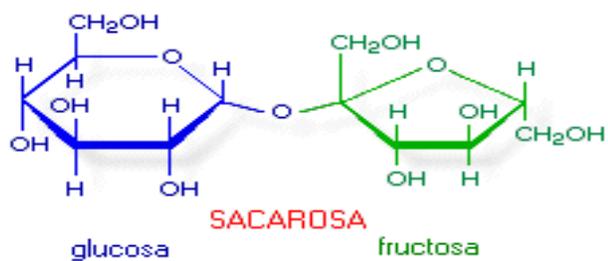
El azúcar de mesa es el edulcorante más utilizado para endulzar los alimentos y suele ser sacarosa, en la naturaleza se encuentra en un 20,0% del peso en la caña de azúcar

Sacarosa + agua  $\longrightarrow$  glucosa+ fructosa



**Disacárido = monosacárido+monosacárido**

**Figura 3.** Composición de la sacarosa



**Figura 4.** La sacarosa

### 2.6.3.2. Composición molecular

La sacarosa se forma por una glucosa más una fructosa, por uniones alfa 1-2, entre el carbono uno de la glucosa y el carbono dos de la fructosa.

La fructosa difiere de la glucosa en la posición del grupo carbonilo, ambos compuestos son de 6 átomos de carbono, con grupos alcohol exento en el carbono 1 de la glucosa que tiene el grupo aldehído y la fructosa que tiene el grupo cetocarbonílico en el carbono 2

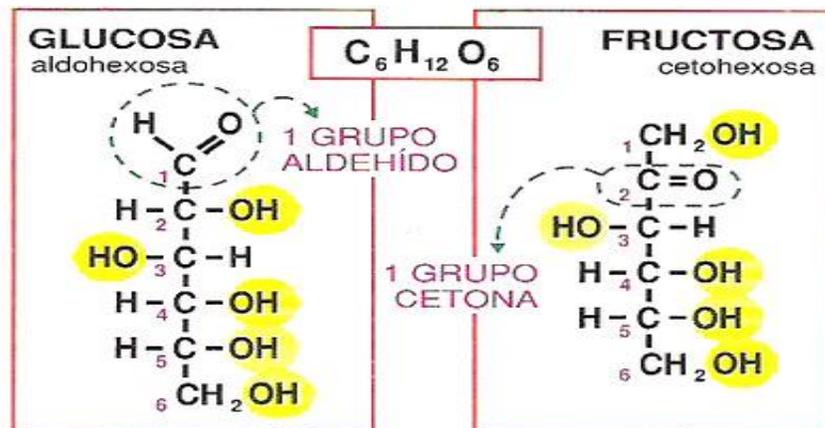


Figura 5. La glucosa y fructosa

### 2.6.3.3. Poder edulcorante

Ningún alimento en forma natural contiene la concentración tan elevada de azúcar como el azúcar de mesa, no es común que la naturaleza proporcione estas concentraciones de azúcares tan elevadas en los alimentos, sólo los obtenemos de los alimentos procesados.

**Tabla 19.** Poder edulcorante

<b>Tipo</b>	<b>Valor</b>
Fructosa	173,0
Sacarosa	100,0
Glucosa	74,0
Manitol	50,0
Galactosa	32,0
Maltosa	32,0
Lactosa	16,0

Fuente: Quezada (2011).

**Fructosa:**

Es el más dulce de todos los azúcares.

**Sacarosa:**

Es el azúcar de mesa que se obtiene a partir de la caña, se trata de un producto granulado que se adquiere mediante proceso de la caña de azúcar es un disacárido compuesto de glucosa y fructosa.

**Glucosa:**

Es una aldohexosa, el carbono se adjunta a un átomo de hidrógeno por un enlace simple y un átomo de oxígeno enlazado por un doble enlace.

**Fructosa:**

Es un cetohehexosa, su carbono se adjunta a un átomo de oxígeno por un doble enlace.

La fructosa y glucosa son monosacáridos, la misma composición química, pero con estructura molecular diferente, estos dos azúcares se encuentran casi en todos los alimentos azucarados.

La glucosa necesita insulina para la metabolización, mientras que la fructosa no necesita de insulina para procesarse (Quezada, 2011).

#### **2.6.3.4. El metabolismo**

##### **a) Función**

La glucosa que se come y es absorbida por el torrente sanguíneo se dirige al hígado donde se rompe y se transforma en energía que absorberá todo el cuerpo, para separar este proceso se necesita de la insulina.

La fructosa que se come es absorbida por el cuerpo, pero libera su energía más lento que la glucosa, no necesita de la insulina para ser metabolizado por lo tanto es la mejor opción para los diabéticos.

##### **b) Sabor**

La fructosa es mucho más dulce que glucosa, pero cuando se le somete a cocción, pierde una gran parte de su dulzura.

#### **2.6.3.5. Composición química del azúcar**

El azúcar se produce a través de un proceso químico a partir del jugo de caña, eliminando toda la fibra y las proteínas que forman el 90,0% de la planta.

**Tabla 20.** Composición química del azúcar

<b>Componente</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Carbohidratos (sacarosa)	(%)	99.6
<b>Minerales</b>		
Calcio	mg	0.5 a 1.0
Magnesio	mg	0.5 a 5.0
Hierro	mg	0.6 a 0.9
Energía	cal	384,0

Fuente: Cayo (2010).

#### **2.6.4. LA GRASA**

Son sustancias insolubles en agua y sirven al organismo animal como reserva condensada de energía y elementos estructurales de los tejidos. Las grasas pueden ser de origen vegetal obtenidas a partir de aceites como la soya o de origen animal como la manteca, el cebo (Sánchez, 1998).

##### **2.6.4.1. Origen**

###### **1. Animal:**

Las principales fuentes de grasas animales son: la carne, los huevos, los productos lácticos.

## **2. Vegetal:**

Las grasas de origen vegetal se las encuentra en las semillas de plantas (girasol, maíz), las frutas (aceituna, aguacate) de frutos secos (cacahuetes, almendras).

### **2.6.4.2. Obtención**

Para obtener el aceite vegetal se lavan y trituran las semillas, se someten a procesos de calentamiento y se obtiene el aceite por extracción, este aceite se refina para eliminar impurezas sabores olores o colores indeseados, algunos aceites provienen del prensado directo (oliva, nueces, pepas de uva).

Las grasas pueden estar presentes de forma natural en los alimentos como la carne grasa, los pescados grasos, la yema de huevo, el queso, la leche.

### **2.6.4.3. Clasificación**

#### **2.6.4.4. Grasas buenas y grasas malas**

##### **a) Grasas buenas**

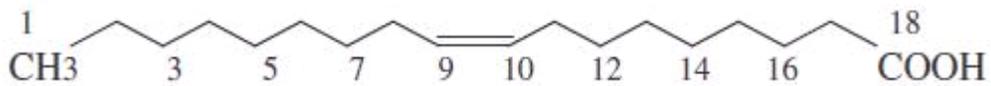
El aceite de oliva que contiene ácidos grasos mono insaturados, los aceites de maíz, girasol, cacahuete, pescado azul, linaza contienen ácidos grasos poli insaturados.

Los ácidos grasos de origen vegetal y omega 3 no aumentan el nivel de colesterol, al contrario ayudan a controlarlo, el colesterol es fabricado por el hígado y también se ingiere en la dieta a partir de los alimentos de origen animal, sobre todo de las carnes rojas, lácteos y sus derivados.

La presencia excesiva del colesterol y de los ácidos grasos saturados da lugar a problemas cardiovasculares y cerebrales por la aparición de arterioesclerosis (Cuéllar, 2010).

#### 2.6.4.5. Ácido graso insaturado

Pueden ser biosintetizados por el organismo por lo que las grasas no son esenciales en la dieta humana.



Ácido Oleico (Presente en el olivo, maíz es un ácido graso insaturado)

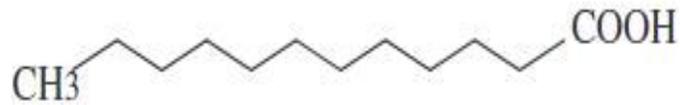
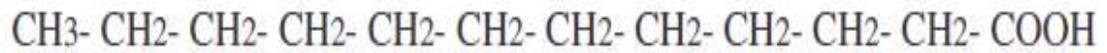
**Figura 6.** Ácido graso insaturado

#### b) Grasas malas

Los ácidos grasos saturados también llamados grasas malas, son más difíciles de unirse a otros compuestos y por esto es más complicado que sus moléculas se separen en otras más pequeñas.

#### 2.6.4.6. Ácido graso saturado

Con la hidrogenación los ácidos grasos insaturados se transforman en aceites (líquidos) vegetales, para dar paso a las grasas sólidas presentes en los ácidos grasos saturados.



Ácido Láurico: (presente en el coco, es un ácido graso saturado)

**Figura 7.** Ácido graso saturado.

#### **2.6.4.7. Beneficios de las grasas**

Las grasas o lípidos y los hidratos de carbono son las principales fuentes de energía (Cuéllar, 2010).

#### **2.6.4.8. Funciones que realizan en el organismo**

- a) Permiten la absorción de las vitaminas liposolubles (A, E, D y K).
- b) Almacenan mucha energía.
- c) Funciones de la grasa en el pan

La función de la grasa consiste en aumentar el valor alimenticio, ayuda a la conservación, mejora la corteza del pan haciéndola más suave, mejora el volumen y retiene el aroma, pero su exceso limita el tamaño del producto (Gutiérrez, 1984).

## **2.6.5. EL AGUA**

### **2.6.5.1. Definición**

Es el fundamento de la vida, porque la vida ha nacido de ella, es la base de todo ser vivo, es el principio de todo lo que existe (Tales De Mileto, 500 a. c.)

#### **Formación**

Es un cuerpo formado por la combinación de un volumen de oxígeno y dos de hidrógeno, cuya fórmula química es  $H_2O$  es líquida, inodora, insípida e incolora, disuelve muchas sustancias habitualmente la encontramos en estado líquido, aunque dependiendo de las condiciones de presión y temperatura es usual hallarla en estado sólido o gaseoso.

Debe ser potable por lo que debe reunir las propiedades sanitarias constituye una tercera parte de la cantidad de harina que se vaya a emplear, la cantidad que se le añada dependerá del tipo de consistencia que se quiera conseguir, por Ej. Si se añade poca agua, la masa se desarrolla mal en el horno, mientras que un exceso hace que la masa resulte pegajosa y se afloje el pan quedando aplanado.

Juega un papel importante en la formación de la masa ya que en ella se disuelven todos los ingredientes, permitiendo una total incorporación de todos ellos, en la fermentación el sabor y la frescura del pan, también hidrata los almidones que junto con el gluten dan como resultado plasticidad y elasticidad, controla la temperatura, disuelve la levadura para que actúe obtener así el gas producido por la acción.

La presencia del agua hace posible la porosidad y el buen sabor con poca agua daría un producto más seco y quebradizo, los almidones hidratados al ser horneados se hacen más digeribles, la corteza del pan es más suave y tierna por efecto del agua además se tiene el efecto sobre el sabor del pan.

### **2.6.5.2. Funciones del agua en la nutrición**

Es un alimento por sí mismo, porque aporta con minerales esenciales como calcio, magnesio, hierro, zinc (Mora, 2007).

### **2.6.5.3. Propiedades físicas**

Debe estar libre de microorganismos patógenos y minerales como de sustancias orgánicas que puedan producir efectos fisiológicos adversos, estéticamente aceptable y por lo tanto libre de turbidez, visible el color y sabor agradable y poseer una temperatura razonable para los fines propuestos, podrá ser ingerida o utilizada en el procesamiento de alimentos sin temor por los efectos nocivos que pueda producir sobre la salud.

## **2.6.6. EL PAN**

### **2.6.6.1. Definición**

Es un alimento básico en los hogares ecuatorianos, está elaborado de harina de trigo y otros cereales se pueden incluir pasta de plátano hartón como materias primas, está acompañado de levadura, grasa, azúcar, sal y agua.



**Fotografía 4.** El pan

### **2.6.6.2. Origen del pan**

La elaboración del pan surgió en Egipto y Grecia, fue en Roma donde alcanzó su mayor desarrollo desde la antigua Roma se habla que durante el reinado de Augusto (30 a. c. – 14 d. c.) ya existían aproximadamente 3000 panaderías (Buskens, 2010).

### **2.6.6.3. Clasificación del pan**

Existen una infinidad de panes, que resulta imposible determinar, la cantidad y variedad a nivel nacional y mundial, por su contenido variable de sus formulaciones, formas, sabores, sus distintas presentaciones (Bertinet, 2008).

El pan común se puede catalogar como pan blanco, según los ingredientes agregados y se clasifica como producto obtenido de la cocción de la masa preparada con harina de trigo, pasta de plátano hartón, levadura, grasa, azúcar, sal y agua.

### **2.6.6.4. Preparación del pan**

El proceso de elaboración del pan es directo, en consecuencia es la mezcla de todos los ingredientes al mismo tiempo.

## **2.6.7. ORGANIZACIÓN EN EL TRABAJO**

Una vez que se tiene clara la estructura, ubicación y equipamiento, se debe saber cómo organizar las distintas actividades de un panadero (Mayor y Navarro, 2010).

### **2.6.7.1. Control de calidad en el proceso de elaboración de pan**

El profesional en panadería a igual que otras modalidades de alimentación, debe respetar y proteger la salud de los consumidores por medio de una manipulación de los

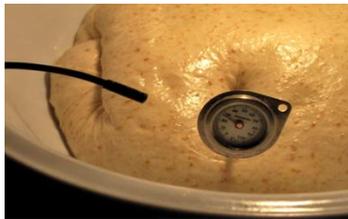
alimentos, tener los conocimientos precisos del modo en que ha de llevar a cabo su trabajo y de la distribución del tiempo (Picas, 2009).

La mayoría de las recetas para pan empiezan con los mismos ingredientes básicos que son harina, sal, azúcar, levadura y agua, pero se produce una gran variedad de panes, así la forma en que se utilizan los ingredientes y en particular como se trabajen para obtener una masa lisa, flexible y elástica determina en gran parte el resultado (Blake,2009).

### 2.6.8. LA FERMENTACIÓN

Es un proceso catabólico de oxidación siendo el producto final un compuesto orgánico es la conversión de carbohidratos en dióxido de carbono para la elaboración del pan.

Azúcares + levaduras ==> Alcohol etílico + CO<sub>2</sub> + Calor



**Figura 8.** Producción de gas en la fermentación de la masa

La temperatura y pH deben estar en su rango óptimo para que las células de la levadura se desarrollen normalmente.

La humedad y el tiempo de fermentación son variables esenciales, si no está dentro de los requerimientos necesarios no se obtendrá un pan esponjoso, de gran volumen y atractivo en la apariencia (Mayling, 2011).

### 2.6.8.1. Elasticidad del gluten

Se conoce también como fuerza de la masa y las masas fuertes son las que proporcionan mayor elasticidad y son requeridas para la elaboración de pan.



**Figura 9.** Elasticidad del gluten

**Para que la levadura actúe en la masa necesita los siguientes requerimientos**

- Azúcar; como fuente de alimento.
- Humedad; sin agua no puede asimilar ningún alimento.
- Materias nitrogenadas; necesita nitrógeno y lo toma de la proteína de la harina.
- Minerales; la levadura necesita sales minerales para una actividad vigorosa.
- Temperatura adecuada; hasta el momento de su uso.

### 2.6.8.2. Las enzimas de la levadura

Actúan como catalizadores en la fermentación ayudando a la conversión de algunos azúcares compuestos a azúcares simples y fácilmente digeribles por la levadura, las enzimas que hay en la levadura son las siguientes.

- **Proteasa:** Ablanda el gluten actuando sobre la proteína.
- **Invertasa:** Actúa sobre los azúcares compuestos.
- **Maltasa:** Actúa sobre la maltosa.
- **Zimasa:** Actúa sobre los azúcares simples.

## CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. UBICACIÓN

Provincia	Imbabura
Cantón	Ibarra
Sitio	Laboratorio de panadería de Agroindustrias
Temperatura	17,7°C
Altitud	2250 m. s. n. m.
HR.	72%
Precipitación	52,1mm.
Latitud	0° 19`45`` Norte
Longitud	78° 07`56`` Oeste

**Fuente: Registro (INANHI)** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, datos obtenidos de la estación Atahualpa de Meteorología. Sr. Diego Imbaquingo.

## **3.2. MATERIALES Y EQUIPOS**

### **3.2.1. MATERIALES**

- 1 Espátula
- 1 Paleta plástica
- 1 Cuchillo
- 1 Bombona de gas
- 1 Tamiz
- 2 Calderas N° 20
- 2 Pares de guantes (goma y cuero)
- 4 Bandejas plásticas
- 4 Jarras de 2 litros
- 7 Latas

### **3.2.2. EQUIPO**

- 1 Horno industrial
- 1 Amasadora industrial
- 1 Cocineta industrial
- 1 Balanza digital
- 1 Molino manual
- 1 Termómetro
- 1 Potenciómetro
- 1 Refractómetro

### 3.3. MÉTODOS

#### 3.3.1. FACTORES EN ESTUDIO PARA OBTENER PAN CON PASTA DE PLÁTANO HARTÓN

Madurez (M)

- M1 (Verde)
- M2 (Maduro)

Porcentaje de pasta (P)

- P1 (2,78%)
- P2 (5,56%)

#### 3.3.2. TRATAMIENTOS

**Tabla 21.** Combinación de los tratamientos

TRATAMIENTOS	FACTORES		
	Madurez	Porcentaje de pasta	Combinaciones
1	M <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	m <sub>1</sub> p <sub>1</sub>
2	M <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	m <sub>1</sub> p <sub>2</sub>
3	M <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	m <sub>2</sub> p <sub>1</sub>
4	M <sub>2</sub>	P <sub>2</sub>	m <sub>2</sub> p <sub>2</sub>

### 3.3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial AxB.

### 3.3.4. CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO

Número de repeticiones	3
Número de tratamientos	4
Número de unidades experimentales	12

### 3.3.5. UNIDAD EXPERIMENTAL

Cada unidad experimental estuvo constituida por 6.344,76 gramos de masa lista para iniciar el proceso y un peso de 50 gramos para cada porción.

### 3.3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

**Tabla 22.** Esquema del ADEVA

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>
Total	11
Tratamientos	3
Madurez	1
Porcentaje de pasta	1
AxB	1
Error Experimental	8

Análisis funcional: grado de madurez y porcentaje de pasta se calculó el coeficiente de variación (CV); en los casos que se detectaron diferencias significativas se utilizó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos, DMS para factores y se realizaron pruebas de evaluación cualitativa de las variables: aroma, color, sabor, corteza y miga, en el producto procesado, mediante la fórmula de Friedman:

$$1). - X^2 = \frac{12}{rt(t+1)} \Sigma R^2 - 3r(t+1)$$

$X^2$  = Fórmula de Friedman

$\Sigma R^2$  = Sumatoria de los rangos al cuadrado

12 = constante

r = número de degustadores

t = número de tratamientos

### 3.3.7. VARIABLES EVALUADAS

#### a) Producto 1: masa para panificación

1. **pH:** utilizando un potenciómetro mediante la norma NTE INEN 521
2. **Peso:** utilizando la balanza digital, según la norma NTE INEN 95
3. **Humedad:** utilizando balanza infrarroja mediante norma NTE INEN 518
4. **Tiempo de horneado:** utilizando un cronómetro digital, de acuerdo a la necesidad del producto

#### b) Producto 2: pan

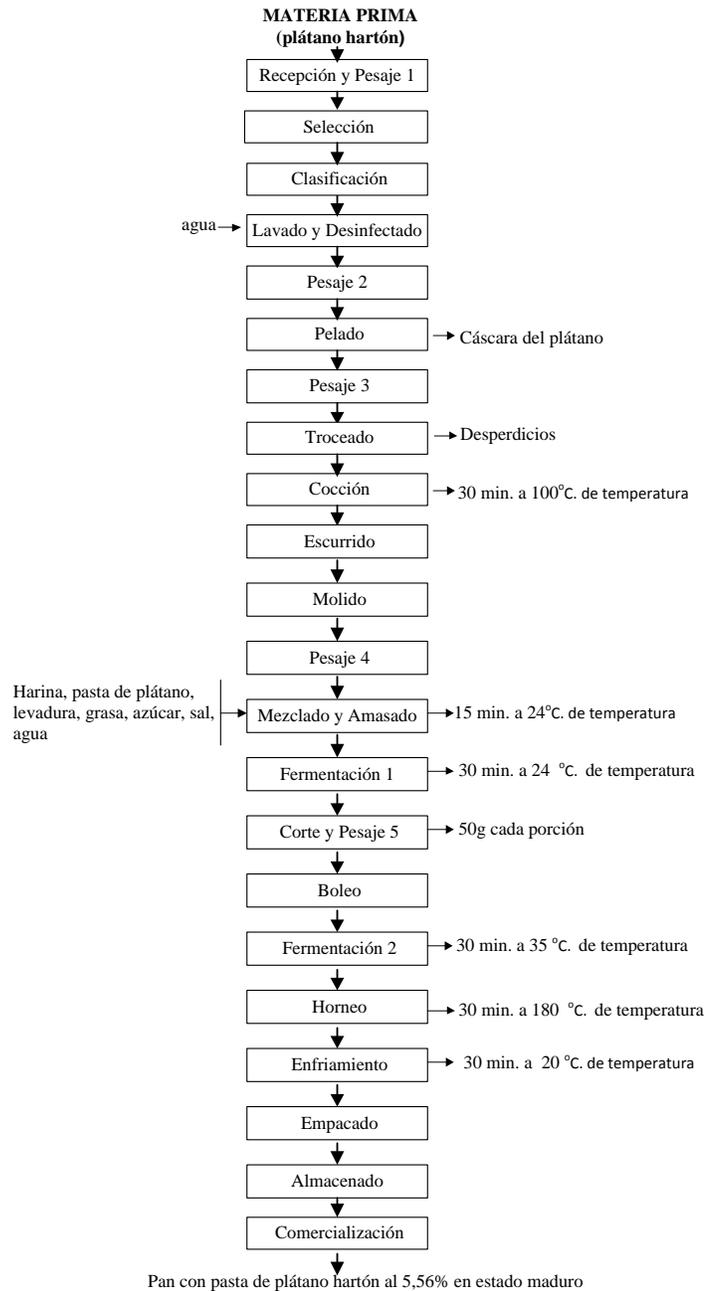
1. **Humedad:** utilizando balanza infrarroja mediante norma NTE INEN 518
2. **Peso:** utilizando la balanza digital, según la norma NTE INEN 95

3. **Densidad:** se determinó mediante la norma NTE INEN 391.
4. **Rendimiento y costos de producción:** se determinó aplicando fórmulas de cálculo

**c) Características organolépticas**

La degustación se realizó mediante la prueba de Friedman para determinar: aroma, color, sabor, corteza y miga con porciones de pan, indicadas en el Anexo 1. El panel estuvo conformado por 10 catadores de acuerdo con los requisitos para este tipo de degustación

### 3.4. DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA ELABORACIÓN DE PAN CON HARINA DE TRIGO Y PASTA DE PLÁTANO HARTÓN



### 3.5. MANEJO DE LA MATERIA PRIMA

- **Recepción**

Para la realización del presente estudio se utilizó como materia prima plátano hartón *Musa AAB* en dos estados de madurez (verde y maduro) adquiridas en el mercado mayorista de la ciudad de Ibarra, cuyo fruto se produce en el Litoral en zonas de clima cálido específicamente del cantón el Carmen provincia de Manabí.

La harina de trigo e ingredientes se compró en el mercado Amazonas



**Fotografía 5.** Plátano hartón en estado verde y maduro.

- **Pesaje 1**

Se pesó la cantidad de materia prima e ingredientes para iniciar el proceso.



**Fotografía 6.** Pesado de la materia prima

- **Selección**

Se escogió la fruta que está en buenas condiciones para el proceso.



**Fotografía 7.** Selección del plátano hartón.

- **Clasificación**

Fue la categorización de acuerdo a su textura física como tamaño grosor de la fruta.



**Fotografía 8.** Clasificación del plátano hartón.

- **Lavado y Desinfectado**

Sirvió para separar el polvo, hojas secas que vienen adheridos en la cáscara de la fruta con la utilización de agua para mantener higiénicamente limpia hasta el proceso.



**Fotografía 9.** Lavado y desinfectado del plátano hartón

- **Pesaje 2**

Se pesó para registrar la cantidad de plátano hartón que se va a utilizar en el proceso.



**Fotografía 10.** Pesaje del plátano hartón

- **Pelado**

Esta operación se realizó manualmente con la utilización de un cuchillo, haciendo un corte longitudinal a la fruta para separar manualmente la cáscara de la pulpa.



**Fotografía 11.** Pelado de la fruta.

- **Pesado 3**

En una balanza se pesó la fruta sin cáscara para verificar la materia prima que se va a utilizar.



**Fotografía 12.** Pesado de la materia prima sin cáscara.

- **Troceado**

Se procedió a trocear la fruta en cortes de 2,5 a 3 centímetros a lo largo de la fruta por todo el diámetro utilizando un cuchillo.



**Fotografía 13.** Troceado de la fruta.

- **Cocción**

Se coció la fruta por el tiempo de 30 minutos a una temperatura de 92°C, para conseguir un ablandamiento de la pulpa utilizando un gramo de ácido ascórbico para evitar el pardeamiento enzimático de la fruta, se colocó en una caldera N° 20, tres litros de agua y uno gramo de ácido ascórbico, en una cocineta industrial y una bombona de gas.



**Fotografía 14.** Cocción de la fruta.

- **Escurreido**

Los trozos después de la cocción se introdujeron en un tamiz N° 70 para separar el agua de la fruta



**Fotografía 15.** Escurreido de la fruta.

- **Molido**

Se colocó en el molino los pequeños trozos de fruta y a través del movimiento circular de los rodillos dio lugar la obtención de la pasta de plátano.



**Fotografía 16.** Molido de la fruta.

- **Pesaje 4**

En una balanza se pesó las materias primas e insumos que ingresarán en el amasado para la elaboración de la masa.



**Fotografía 17.** Pesaje de las materias primas e insumos

### 3.6. Tratamiento 1

<b>Ingredientes:</b>	<b>Cantidad</b>
Pasta de plátano	176,38g
Harina de trigo	3.335,44g
Levadura	131,97g
Grasa	460,00g
Azúcar	237,92g
Sal	95,17g
Agua	1.907,86g

#### 3.6.1. Tratamiento 2

<b>Ingredientes:</b>	<b>Cantidad</b>
Pasta de plátano	352,77g
Harina de trigo	3.159,06g
Levadura	132,60g
Grasa	461,89g
Azúcar	238,56g
Sal	96,44g
Agua	1.903,42g

### 3.6.2. Tratamiento 3

<b>Ingredientes:</b>	<b>Cantidad</b>
Pasta de plátano	176,38g
Harina de trigo	3.335,44g
Levadura	131,97g
Grasa	460,00g
Azúcar	237,92g
Sal	95,17g
Agua	1.907,86g

### 3.6.3. Tratamiento 4

<b>Ingredientes:</b>	<b>Cantidad</b>
Pasta de plátano	352,77g
Harina de trigo	3.159,06g
Levadura	132,60g
Grasa	461,89g
Azúcar	238,56g
Sal	96,44g
Agua	1.903,42g

### 3.6.3.1. Proceso de elaboración del pan

- **Mezclado y Amasado**

En la amasadora se realizó el mezclado y el amasado de las materias primas e insumos con los pesajes de acuerdo a las formulaciones planteadas 3.159,06 gramos de harina de trigo, 352,77 gramos de pasta de plátano hartón, 132,60 gramos de levadura, 461,89 gramos de grasa, 238,56 gramos de azúcar, 96,44 gramos de sal y 1.903,42 gramos de agua hasta llegar a un estado homogéneo de la masa, para el proceso de amasado se colocaron todos los insumos menos la sal.

La sal se añadió después de cinco a seis minutos del inicio del amasado a velocidad lenta, sirvió para que se desarrolle la levadura luego de este tiempo se incorporó la sal, durante esta etapa fundamentalmente ocurrió la hidratación de las proteínas que posee la harina, las que luego formarán el gluten, como las enzimas que cortarán los almidones para dar como resultado las maltosas y glucosas que alimentarán a las levaduras aplicando la norma NTE INEN 1375: 2000.



**Fotografía 18.** Amasado (materia prima e ingredientes).

- **Primera fermentación**

La masa entra en reposo se colocó sobre una lata para dar inicio a la fermentación, trabajo que lo realiza la levadura en presencia de agua se incrementó el volumen por el aflojamiento de la masa por 30 minutos.



**Fotografía 19.** Primer reposo.

- **Corte y Pesaje 5**

De los 6.344,76 gramos de masa obtenida, se procedió a cortar en pequeñas porciones luego se pesó cada unidad de 50 gramos utilizando una balanza aplicando la norma NTEINEN 95.



**Fotografía 20.** División (corte manual).



**Fotografía 21.** Pesaje de la porción de masa.

- **Boleo**

Sirvió para moldear las porciones y se colocaron en latas debidamente engrasadas (20 unidades por lata).



**Fotografía 22.** Boleo de las porciones de masa.

- **Segunda fermentación**

Se desarrolló un segundo levante ocasionado por el leudado de las porciones aumentó su volumen, el almidón se gelatinizó, el gluten fijó la forma, detuvo las burbujas de aire y formó la costra del pan reacción de Mairillard y la producción de alcohol etanol  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$  y dióxido de carbono  $\text{CO}_2$ .



**Fotografía 23.** Segunda fermentación.

- **Horneo**

Con un calentamiento previo del horno las latas fueron introducidas en el horno, con una temperatura de 80°C por un tiempo de 30 minutos las temperaturas y tiempos fueron constantes obteniéndose así un producto final de buenas características físicas (forma tamaño) químicas (2,3% de proteína, 1,29% de fibra) y organolépticas pruebas sensoriales como: aroma, color, sabor, corteza y miga.



**Fotografía 24.** Horneo de las porciones de masa.

Existen muchos sistemas de hornos pero la función de todos ya sean de leña, carbón, gas o eléctricos es la misma producir calor intenso, interiormente e irradiarlos sobre los productos puestos a hornear.

El calor que proviene de la parte alta del horno se llama calor de copa y el inferior calor de piso

- **Enfriamiento**

Terminado el proceso de horneado se retiró las latas y se colocaron sobre la mesa a 20°C de temperatura interna (local) para evitar el choque térmico el descarrilamiento de la miga el endurecimiento y la deformación del pan por el tiempo de 30 minutos.



**Fotografía 25.** Enfriamiento del pan.

- **Empacado**

Este proceso se llevó a cabo manualmente que consistió en la colocación del producto en fundas plásticas previamente selladas que se evitó la contaminación microbiológica aportando con el valor nutricional y se pudo llegar al consumidor en buenas condiciones de salubridad para el consumo.



**Fotografía 26.** Empacado del pan.

- **Almacenado**

Mejóro la presentación del producto se superó la atención al cliente se utilizó canastas, canastillas para almacenarlo hasta su venta al consumidor final.



**Fotografía 27.** Almacenado del pan

- **Comercialización**

Fue el acercamiento del producto y el consumidor a través de los mostradores, vitrinas exhibidoras en los puntos de venta.

### 3.6.3.2. Producto final: pan

Se culminó con todo el proceso de elaboración, obteniéndose como producto terminado pan con pasta de plátano hartón.

Toda la parte investigativa se realizó en el laboratorio de panadería de Agroindustria de la Universidad Técnica del Norte, en el área de panificación de la ciudad de Ibarra.

En los siguientes cuadros se especifica las fórmulas que se utilizó para la elaboración del pan, con la sustitución parcial del 2,78% y 5,56% de la pasta de plátano hartón (verde y maduro) por la harina de trigo.

### 3.6.4. COMPONENTES UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DEL PAN

#### 3.6.4.1. Fórmula 1. Materia prima utilizada en la elaboración de pan con pasta de plátano hartón verde

**Tabla 23.** Fórmula de materia prima en la elaboración de pan con pasta de plátano hartón verde al 2,78%, Tratamiento 1

<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidad (g)</b>	<b>Cantidad (%)</b>
Pasta de plátano	176,38	2,78
Harina de trigo	3.335,44	52,57
Levadura	131,97	2,08
Manteca	460,00	7,25
Azúcar	237,92	3,75
Sal	95,17	1,5
Agua	1.907,86	30,07
Total	6.344,76	100,00

**3.6.4.2. FÓRMULA 2. Materia prima utilizada en la elaboración de pan con pasta de plátano hartón verde**

**Tabla 24.** Fórmula de materia prima en la elaboración de pan con pasta de plátano hartón verde al 5,56%, Tratamiento 2

<b>M/P – Insumos</b>	<b>Cantidad (g)</b>	<b>Cantidad (%)</b>
Pasta de plátano	352,77	5,56
Harina de trigo	3.159,06	49,79
Levadura	132,60	2,09
Manteca	461,89	7,28
Azúcar	238,56	3,76
Sal	96,44	1,52
Agua	1.903,42	30,00
Total	6.344,76	100,00

**3.6.4.3. FÓRMULA 3. Materia prima utilizada en la elaboración de pan con pasta de plátano hartón maduro**

**Tabla 25.** Fórmula de materia prima en la elaboración de pan con pasta de plátano hartón maduro al 2,78%, Tratamiento 3

<b>M/P – Insumos</b>	<b>Cantidad (g)</b>	<b>Cantidad (%)</b>
Pasta de plátano	176,38	2,78
Harina de trigo	3.335,44	52,57
Levadura	131,97	2,08
Manteca	460,00	7,25
Azúcar	237,92	3,75
Sal	95,17	1,5
Agua	1.907,86	30,07
Total	6.344,76	100,00

#### 3.6.4.4. FÓRMULA 4. Materia prima utilizada en la elaboración de pan con pasta de plátano hartón maduro

**Tabla 26.** Fórmula de materia prima en la elaboración de pan con pasta de plátano hartón maduro al 5,56%, Tratamiento 4

M/P– Insumos	Cantidad	Cantidad (%)
Pasta de plátano	352,77	5,56
Harina de trigo	3.159,06	49,79
Levadura	132,60	2,09
Manteca	461,89	7,28
Azúcar	238,56	3,76
Sal	96,44	1,52
Agua	1.903,44	30,00
Total	6.344,76	100,00

Se determinó el índice de madurez en el plátano hartón verde y maduro sin cocción cuyos resultados fueron los siguientes: plátano verde 37,36%, plátano maduro 229,50%, expresado en % de ácido málico.

Se determinó el contenido de sólidos solubles en la pasta de plátano hartón verde y maduro con cocción, los resultados fueron los siguientes: plátano verde 1,00°Brix, plátano maduro 1,25 °Brix.

Se determinó el pH en la pasta de plátano hartón verde y maduro con cocción los resultados fueron los siguientes: plátano verde 4,64 pH, plátano maduro 4,30 pH.

Se determinó la humedad en la pasta del plátano hartón verde y maduro con cocción los resultados fueron los siguientes: plátano verde 64,97%, plátano maduro 66,95%.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 4.1. VARIABLES EVALUADAS

#### 4.1.1. DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES DE LA MASA

##### 4.1.1.1. Determinación del pH en la masa

Esta variable se midió en la masa después del proceso de amasado e inicio de la primera fermentación, los resultados se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 27.** Determinación del pH en la masa.

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1 (verde al 2,78%)	4,93	4,98	4,98	14,890	4,963
T2 (verde al 5,56%)	4,89	4,89	4,86	14,640	4,880
T3 (maduro al 2,78%)	4,74	4,89	4,97	14,600	4,867
T4 (maduro al 5,56%)	4,78	4,75	4,74	14,270	4,757
TOTAL	19,340	19,510	19,550	58,400	4,867

Fuente: Laboratorio de Análisis Físicos-Químicos y Microbiológicos-UTN.

**Tabla 28.** Esquema del ADEVA

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>
Total	11
Tratamientos	3
Madurez	1
Porcentaje de pasta	1
AxB	1
Error Experimental	8

**Tabla 29.** Análisis de varianza para el pH en la masa.

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>F. T 5%</b>	<b>F. T 1%</b>
Total	11	0,095				
Tratamientos	3	0,065	0,022	5,690 *	4,070	7,59
Madurez	1	0,036	0,036	9,553 *	5,320	11,260
Porcentaje de pasta	1	0,028	0,028	7,377*	5,320	11,260
AxB	1	0,001	0,001	0,025 <sup>NS</sup>	5,320	11,260
ERROR EXP.	8	0,030	0,004			

CV=1,267%

\*= Significativo

\*\*= Altamente significativo

NS= No significativo

Analizada la varianza para el pH de la masa se detectó significación estadística para tratamientos, madurez y porcentaje de pasta, pero ninguna significación para la interacción (AxB).

Al existir significación estadística se realizó las pruebas correspondientes: Tukey para tratamientos, DMS para madurez y porcentaje de pasta.

#### 4.1.1.2. Prueba de Tukey

**Tabla 30.** Tukey para tratamientos.

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>MEDIAS (pH)</b>	<b>RANGOS</b>
T1 (verde al 2,78%)	4,963	a
T2 (verde al 5,56%)	4,880	a
T3 (maduro al 2,78%)	4,867	a
T4 (maduro al 5,56%)	4,757	<b>b</b>

Al realizar la prueba de Tukey se encontró dos rangos con un comportamiento diferente, siendo el mejor el rango **b** cuyo tratamiento fue T4 con el 5,56% de pasta de plátano hartón, en estado maduro ya que presentan el mejor pH de masa, para lograr crear un buen amasado.

#### 4.1.1.3. Prueba de DMS para madurez verde y maduro para la masa

**Tabla 31.** Pruebas DMS para madurez.

<b>MADUREZ</b>	<b>MEDIAS (pH)</b>	<b>RANGOS</b>
verde	4,922	a
maduro	4,812	<b>b</b>

Al realizar la prueba de DMS se encontró dos rangos, los cuales tienen un comportamiento diferente, madurez del plátano hartón maduro con rango **b** presentó un contenido de pH óptimo, el mejor es el valor más bajo para lograr obtener una mejor masa fermentada.

#### 4.1.1.4. Prueba de DMS para porcentaje de pasta de plátano hartón en la masa

**Tabla 32.** Pruebas DMS para porcentaje.

<b>PORCENTAJE</b>	<b>MEDIAS (pH)</b>	<b>RANGOS</b>
2,78%	4,915	a
5,56%	4,818	<b>b</b>

Al realizar la prueba de DMS se encontró dos rangos, los cuales tienen un comportamiento diferente, el porcentaje 5,56 de pasta de plátano hartón con rango **b** presentó un contenido de pH óptimo, como el mejor fue el valor más bajo para lograr una buen levante en la fermentación de la masa.

El potencial hidrógeno de la masa se observa que incorporando plátano hartón verde y maduro el pH se modifica levemente, manteniendo las condiciones similares del pH de la pasta de plátano, deduciendo que a medida que se incrementa el porcentaje en la mezcla el pH disminuyen levemente.

#### 4.2. DETERMINACIÓN DEL PESO DE LA MASA

Esta variable del peso de la masa se midió luego de culminar el amasado e iniciar con la primera fermentación, los resultados se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 33.** Determinación del peso en la masa.

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1 (verde al 2,78%)	6.340,58	6.341,57	6.341,08	19.023,23	6.341,08
T2 (verde al 5,56%)	6.340,95	6.339,52	6.342,42	19.022,89	6.340,96
T3 (maduro al 2,78%)	6.342,96	6.343,91	6.343,44	19.030,31	6.343,44
T4 (maduro al 5,56%)	6.344,76	6.343,68	6.344,22	19.032,66	6.344,22
TOTAL	25.369,25	25.368,68	25.371,15	76.109,08	6.342,42

Fuente: Laboratorio de Análisis Físicos-Químicos y Microbiológicos-UTN.

**Tabla 34.** Esquema del ADEVA

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	11
Tratamientos	3
Madurez	1
Porcentaje de pasta	1
AxB	1
Error Experimental	8

**Tabla 35.** Análisis de varianza para el peso en la masa.

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F. C</b>	<b>F. T5%</b>	<b>F. T 1%</b>
Total	11	30,333				
Tratamientos	3	24,603	8,201	11,450**	4,07	7,59
Madurez	1	23,660	23,660	33,035**	5,32	11,26
Porcentaje de pasta	1	0,340	0,340	0,475 <sup>NS</sup>	5,32	11,26
AxB	1	0,603	0,603	0,842 <sup>NS</sup>	5,32	11,26
ERROR EXP.	8	5,730	0,716			

CV=0,013%

\*= Significativo

\*\*= Altamente significativo

NS= No significativo

Analizada la varianza para el peso en la masa se detectó alta significación estadística para tratamientos para madurez del plátano hartón, ninguna significación para los porcentajes 2,78 y 5,56 y para la interacción (AxB).

Al existir significación estadística se realizó las pruebas correspondientes: Tukey para tratamientos, DMS para madurez.

#### 4.2.1. PRUEBA DE TUKEY

**Tabla 36.** Pruebas de Tukey para tratamientos de peso en la masa.

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>MEDIAS (g)</b>	<b>RANGOS</b>
T4 (maduro al 5,56%)	6.344,22	<b>a</b>
T3 (maduro al 2,78%)	6.343,44	<b>a</b>
T1 (verde al 2,78%)	6.341,08	<b>b</b>
T2 (verde al 5,56%)	6.340,96	<b>b</b>

Al realizar la prueba de Tukey se encontró dos rangos con un comportamiento diferente, siendo el mejor el rango **a** cuyos tratamientos fueron; T4 con el 5,56% de pasta de plátano hartón en estado maduro y T3 con el 2,78% de pasta de plátano hartón en estado maduro, por el mayor peso en la masa.

#### **4.2.2. PRUEBA DE DMS PARA MADUREZ ESTADO VERDE Y MADURO**

**Tabla 37.** Pruebas DMS para madurez.

<b>MADUREZ</b>	<b>MEDIAS (g)</b>	<b>RANGOS</b>
Maduro	6.343,83	<b>a</b>
Verde	6.341,02	b

Al realizar la prueba de DMS se encontró dos rangos, los cuales tienen un comportamiento diferente, siendo el mejor el rango **a**, la madurez de la pasta de plátano hartón en estado maduro presentó el peso de masa óptima con respecto a la madurez de la pasta de la plátano hartón en estado verde se detectó una mejor acción de las levaduras y como resultado una mejor fermentación de la masa y un mejor levante.

El peso de la masa al inicio de la fermentación se diferencia por el estado de madurez, alcanzando un mayor peso de la masa que incluye pasta de plátano en estado maduro.

#### **4.3. DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE LA MASA**

Esta variable de la humedad de la masa se midió al término del amasado e inicio de la primera fermentación, los resultados se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 38.** Determinación de la humedad de la masa.

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1 (verde al 2,78%)	16,070	17,040	17,070	50,180	16,727
T2 (verde al 5,56%)	23,310	23,000	25,050	71,360	23,787
T3 (maduro al 2,78%)	16,530	15,580	16,560	48,670	16,223
T4 (maduro al 5,56%)	24,830	26,550	25,000	76,380	25,460
TOTAL	80,740	82,170	83,680	246,590	20,549

Fuente: Laboratorio de Análisis Físicos-Químicos y Microbiológicos-UTN.

**Tabla 39.** Esquema del ADEVA

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	11
Tratamientos	3
Madurez	1
Porcentaje de pasta	1
AxB	1
Error Experimental	8

**Tabla 40.** Análisis de varianza para la humedad de la masa.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. C	F. T1%	F.T 5%
Total	11	209,273				
Tratamientos	3	203,766	67,922	98,667**	4,070	7,590
Madurez	1	1,027	1,027	1,491 <sup>NS</sup>	5,320	11,260
Porcentaje de pasta	1	199,186	199,186	289,346**	5,320	11,260
AxB	1	3,553	3,553	5,162 <sup>NS</sup>	5,320	11,260
ERROR EXP.	8	5,507	0,688			

CV=4,038%

\*= Significativo

\*\*= Altamente significativo

NS= No significativo

Analizada la varianza para la humedad en la masa se detectó alta significación estadística para tratamientos y para el porcentaje, ninguna significación para madurez y para la interacción (AxB).

Al existir significación estadística para porcentaje, se realizó las pruebas correspondientes: Tukey para tratamientos, DMS para porcentaje.

#### 4.3.1. PRUEBA DE TUKEY

**Tabla 41.** Pruebas de Tukey para tratamientos de humedad en la masa.

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>MEDIAS (%)</b>	<b>RANGOS</b>
T4 (maduro al 5,56%)	25,460	<b>a</b>
T2 (verde al 5,56%)	23,787	<b>a</b>
T1 (verde al 2,78%)	16,727	<b>b</b>
T3 (maduro al 2,78%)	16,223	<b>b</b>

Al realizar la prueba de Tukey se encontró dos rangos con un comportamiento diferente, siendo el mejor el rango **a** cuyos tratamientos fueron; T4 con el 5,56% de pasta de plátano hartón en estado maduro y T2 con un 5,56% de pasta de plátano hartón en estado verde, presenta el mejor contenido de humedad debido a los altos porcentajes que mejorará en el amasado.

#### 4.3.2 PRUEBA DE DMS PARA PORCENTAJE DE PASTA DE PLÁTANO HARTÓN EN LA MASA

**Tabla 42.** Pruebas DMS para Porcentaje.

<b>PORCENTAJES</b>	<b>MEDIAS (%)</b>	<b>RANGOS</b>
5,56%	24,623	<b>a</b>
2,78%	16,475	<b>b</b>

Al realizar la prueba de DMS se encontró dos rangos los cuales tienen un comportamiento diferente, siendo en mejor el rango **a**, el porcentaje 5,56 de pasta de plátano hartón presentó un contenido de humedad alto, resultó el mejor para el amasado.

Las mezclas que incorporan pasta de plátano maduro tienden a registrar el mayor porcentaje de humedad que indudablemente está relacionado con el porcentaje de pasta incorporada es decir a mayor porcentaje de pasta de plátano en cualquiera de los dos estados mayor es el contenido de humedad.

#### **4.4. VARIABLES EN EL PAN**

##### **4.4.1. DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD EN EL PAN**

Igual que la variable humedad se midió al inicio del empacado y luego de enfriado el pan los resultados se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 43.** Determinación de la humedad.

<b>TRAT/REPT.</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>SUMA</b>	<b>MEDIA</b>
T1 (verde al 2,78%)	20,040	20,930	19,060	60,030	20,010
T2 (verde al 5,56%)	24,920	25,020	24,070	74,010	24,670
T3 (maduro al 2,78%)	24,910	25,190	25,060	75,160	25,053
T4 (maduro al 5,56%)	29,040	30,070	29,960	89,070	29,690
<b>TOTAL</b>	<b>98,910</b>	<b>101,210</b>	<b>98,150</b>	<b>298,270</b>	<b>24,856</b>

Fuente: Laboratorio de Análisis Físicos-Químicos y Microbiológicos-UTN.

**Tabla 44.** Esquema del ADEVA

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	11
Tratamientos	3
Madurez	1
Porcentaje de pasta	1
AxB	1
Error Experimental	8

**Tabla 45.** Análisis de varianza para la humedad en el pan.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. C	F.T5%	F.T1%
Total	11	143,748				
Tratamientos	3	140,774	46,925	126,232**	4,07	7,59
Madurez	1	75,953	75,953	204,321**	5,32	11,26
Porcentaje de pasta	1	64,821	64,821	174,375**	5,32	11,26
AxB	1	0,000	0,000	0,001 <sup>NS</sup>	5,32	11,26
ERROR EXP.	8	2,974	0,372			

CV=2,4%

\*= Significativo

\*\*= Altamente significativo

NS= No significativo

Analizada la varianza para la humedad en el pan se detectó alta significación estadística para tratamientos, madurez y porcentaje, ninguna significación para la interacción (AxB).

Al existir significación estadística se realizó las pruebas correspondientes de Tukey para tratamientos, DMS para madurez y porcentaje.

#### 4.4.1.1. Prueba de Tukey

**Tabla 46.** Pruebas de Tukey para tratamientos de humedad en el pan.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (%)	RANGOS
T4 (maduro al 5,56%)	29,690	<b>a</b>
T3 (maduro al 2,78%)	25,053	b
T2 (verde al 5,56%)	24,670	b
T1 (verde al 2,78%)	20,010	c

Al realizar la prueba de Tukey se encontró tres rangos con un comportamiento diferente, siendo el mejor el rango **a** cuyo tratamiento fue: T4 con un 5,56% de pasta de plátano hartón, presenta el más alto contenido de humedad en el pan, por el porcentaje alto en el contenido de pasta del plátano hartón en estado maduro.

#### 4.4.1.2. Prueba de DMS para madurez

**Tabla 47.** Pruebas DMS para madurez.

MADUREZ	MEDIAS (%)	RANGOS
Maduro	27,372	<b>a</b>
Verde	22,340	b

Al realizar la prueba de DMS se encontró dos rangos, los cuales tienen un comportamiento diferente, siendo el mejor el rango **a**, la pasta de plátano hartón en estado maduro, tuvo una humedad óptima en el pan, por el alto contenido de humedad en el plátano maduro.

#### 4.4.1.3. Prueba de DMS para porcentaje

**Tabla 48.** Pruebas DMS para porcentaje.

<b>PORCENTAJE</b>	<b>MEDIAS (%)</b>	<b>RANGOS</b>
5,56%	27,180	<b>a</b>
2,78%	22,532	b

Al realizar la prueba de DMS se encontró dos rangos, los cuales tienen un comportamiento diferente, siendo el mejor el rango **a**, el porcentaje 5,56 de pasta de plátano hartón en estado maduro tiene un valor alto de humedad en el pan, por el alto porcentaje de pasta y la presencia de humedad del plátano maduro presente en el pan.

De acuerdo a los análisis Físicos-Químicos y Biológicos en los cuatro tratamientos y tres repeticiones en la elaboración del pan resulta que el producto, pasta de plátano maduro con (28°Brix) es el que contiene más humedad con un equivalente de 29,69%.

#### 4.5. DETERMINACIÓN DE PESO EN EL PAN

Esta variable de peso se midió en el pan, al terminar el enfriamiento e iniciando con el empaçado, los resultados se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 49.** Determinación del peso en el pan.

<b>TRAT/REPT.</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>SUMA</b>	<b>MEDIA</b>
T1 (verde al 2,78%)	41,00	40,00	40,50	121,500	40,500
T2 (verde al 5,56%)	41,00	41,00	41,00	123,000	41,000
T3 (maduro al 2,78%)	42,00	42,00	42,00	126,000	42,000
T4 (maduro al 5,56%)	42,00	42,00	42,00	126,000	42,000
<b>TOTAL</b>	<b>166,000</b>	<b>165,000</b>	<b>165,500</b>	<b>496,500</b>	<b>41,375</b>

Fuente: Laboratorio de Análisis Físicos-Químicos y Microbiológicos-UTN.

**Tabla 50.** Esquema del ADEVA

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	11
Tratamientos	3
Madurez	1
Porcentaje de pasta	1
AxB	1
Error Experimental	8

**Tabla 51.** Análisis de varianza del peso en el pan.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F.C	F. T5%	F.T 1%
Total	11	5,563				
Tratamientos	3	5,063	1,688	27,000 **	4,070	7,590
Madurez	1	4,688	4,688	75,000 **	5,320	11,260
Porcentaje de pasta	1	0,188	0,188	3,000 <sup>NS</sup>	5,320	11,260
AxB	1	0,188	0,188	3,000 <sup>NS</sup>	5,320	11,260
ERROR EXP.	8	0,500	0,063			

CV=0,604%

\*= Significativo

\*\*= Altamente significativo

NS= No significativo

Analizada la varianza para el peso del pan se detectó alta significación estadística para tratamientos, para madurez, no significativa para porcentaje y para la interacción (AxB).

Al existir significación estadística se realizó las pruebas correspondientes: Tukey para tratamientos, DMS para madurez.

#### 4.5.1. PRUEBA DE TUKEY

**Tabla 52.** Pruebas de Tukey para tratamientos.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (g)	RANGOS
T4 (maduro al 5,56%)	42,000	<b>a</b>
T3 (maduro al 2,78%)	42,000	<b>a</b>
T2 (verde al 5,56%)	41,000	<b>b</b>
T1 (verde al 2,78%)	40,500	<b>b</b>

Al realizar la prueba de Tukey se encontró dos rangos con un comportamiento diferente, siendo el mejor el rango **a** cuyos tratamientos fueron: T4 con el 5,56% en estado maduro y T3 con el 2,78% de pasta de plátano hartón en estado maduro, son los mejores tratamientos de humedad en el pan.

##### 4.5.1.1. Prueba de DMS para madurez del plátano

**Tabla 53.** Pruebas DMS para madurez del plátano.

MADUREZ	MEDIAS (g)	RANGOS
Maduro	41,938	<b>a</b>
Verde	40,750	<b>b</b>

Al realizar la prueba de DMS se encontró dos rangos, los cuales tienen un comportamiento diferente, siendo el mejor rango **a**, la pasta de plátano hartón en estado maduro presentó el mejor peso en el pan.

El pan elaborado con pasta de plátano hartón en estado maduro es el de mayor peso, lo que significa que es un pan más denso.

#### 4.6. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD EN EL PAN

La variable densidad se midió en el pan, después del enfriamiento e inicio del empacado, los resultados se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 54.** Determinación de la densidad en el pan.

<b>TRAT/REPT.</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>SUMA</b>	<b>MEDIA</b>
T1 (verde al 2,78%)	0,400	0,410	0,405	1,215	0,405
T2 (verde al 5,56%)	0,418	0,420	0,419	1,257	0,419
T3 (maduro al 2,78%)	0,420	0,425	0,423	1,268	0,423
T4 (maduro al 5,56%)	0,440	0,430	0,435	1,305	0,435
<b>TOTAL</b>	<b>1,678</b>	<b>1,685</b>	<b>1,682</b>	<b>5,045</b>	<b>0,420</b>

Fuente: Laboratorio de Análisis Físicos-Químicos y Microbiológicos-UTN.

**Tabla 55.** Esquema del ADEVA

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>
Total	11
Tratamientos	3
Madurez	1
Porcentaje de pasta	1
AxB	1
Error Experimental	8

**Tabla 56.** Análisis de varianza para la densidad del pan.

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>F. T5%</b>	<b>F.T1%</b>
<b>Total</b>	11	0,001485				
<b>Tratamientos</b>	3	0,001370	0,000457	31,908 **	4,070	7,590
<b>Madurez</b>	1	0,000842	0,000842	58,808 **	5,320	11,260
<b>Porcentaje de pasta</b>	1	0,000527	0,000527	36,799 **	5,320	11,260
<b>AxB</b>	1	0,000002	0,000002	0,118 NS	5,320	11,260
<b>ERROR EXP.</b>	8	0,000114	0,000014			

CV=0,90%

\*= Significativo

\*\*= Altamente significativo

NS= No significativo

Analizada la varianza para la densidad en el pan se detectó alta significación estadística para tratamientos, para Madurez y Porcentaje, ninguna significación para la interacción (AxB).

Al existir significación estadística se realizó las pruebas correspondientes: Tukey para tratamientos, DMS para madurez y porcentaje.

#### 4.6.1. PRUEBA DE TUKEY

**Tabla 57.** Pruebas de Tukey para tratamientos de densidad en el pan.

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>MEDIAS (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>RANGOS</b>
T4 (maduro al 5,56%)	0,435	<b>a</b>
T3 (maduro al 2,78%)	0,423	<b>b</b>
T2 (verde al 5,56%)	0,419	<b>b</b>
T1 (verde al 2,78%)	0,405	<b>c</b>

Al realizar la prueba de Tukey se encontró tres rangos con un comportamiento diferente, siendo el mejor el rango **a**, cuyo tratamiento fue; T4 con el 5,56% de pasta de plátano hartón en estado maduro, presenta el mejor tratamiento de densidad en el pan.

#### 4.6.1.1. Prueba de DMS para madurez

**Tabla 58.** Pruebas DMS para madurez.

<b>MADUREZ</b>	<b>MEDIAS (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>RANGOS</b>
Maduro	0,429	<b>a</b>
Verde	0,412	<b>b</b>

Al realizar la prueba de DMS se encontró dos rangos, los cuales tienen un comportamiento diferente, siendo el mejor el rango **a**, la pasta de plátano hartón en estado maduro presentó la mejor densidad en el pan con respecto a la pasta de plátano hartón en estado verde.

**Tabla 59.** Pruebas DMS para porcentaje

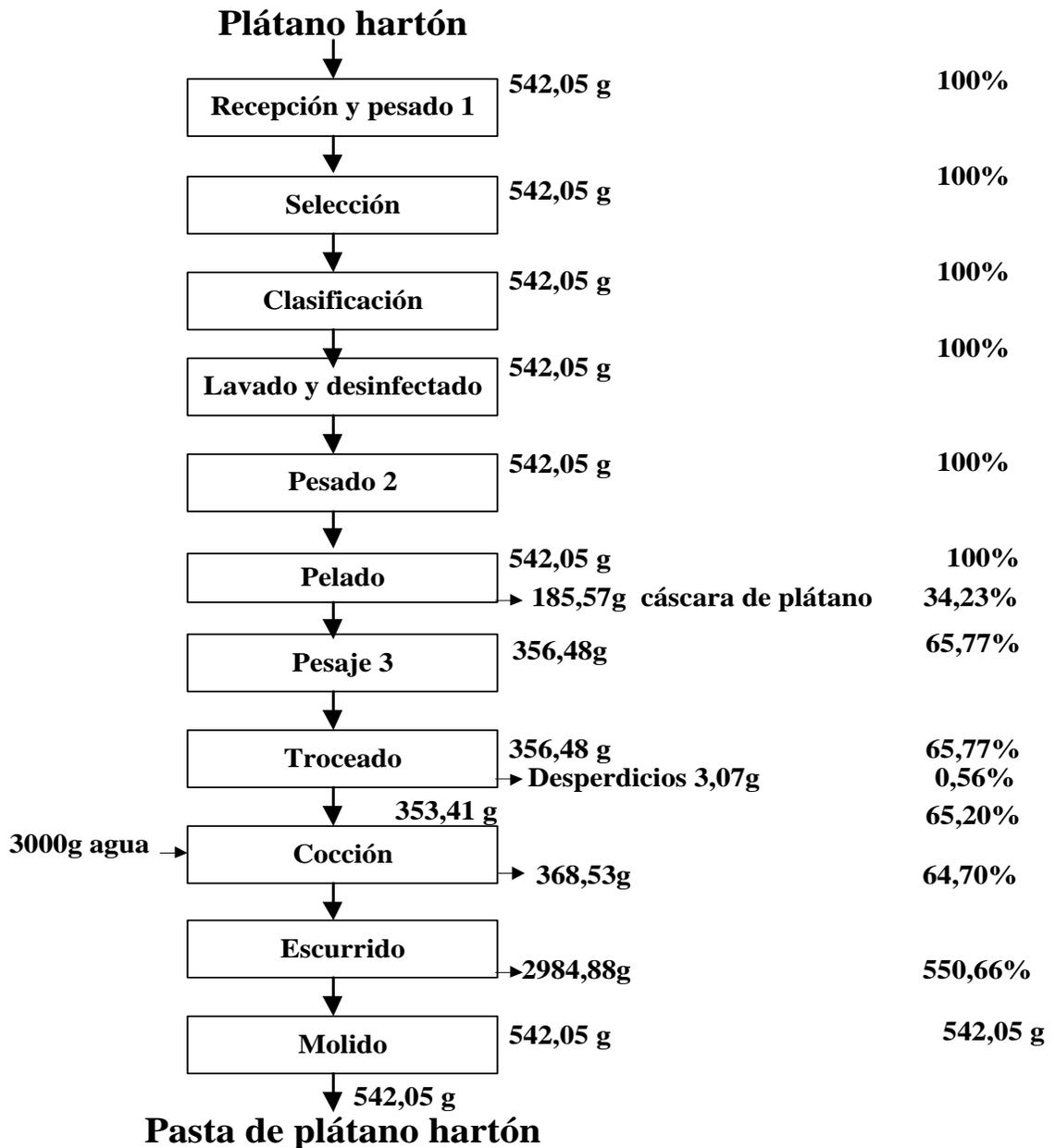
<b>PORCENTAJES</b>	<b>MEDIAS (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>RANGOS</b>
5,56%	0,427	<b>a</b>
2,78%	0,414	<b>b</b>

Al realizar la prueba de DMS se encontró dos rangos, los cuales tienen un comportamiento diferente, siendo el mejor el rango **a**, el porcentaje 5,56 de pasta de plátano hartón presenta un promedio alto de densidad en el pan.

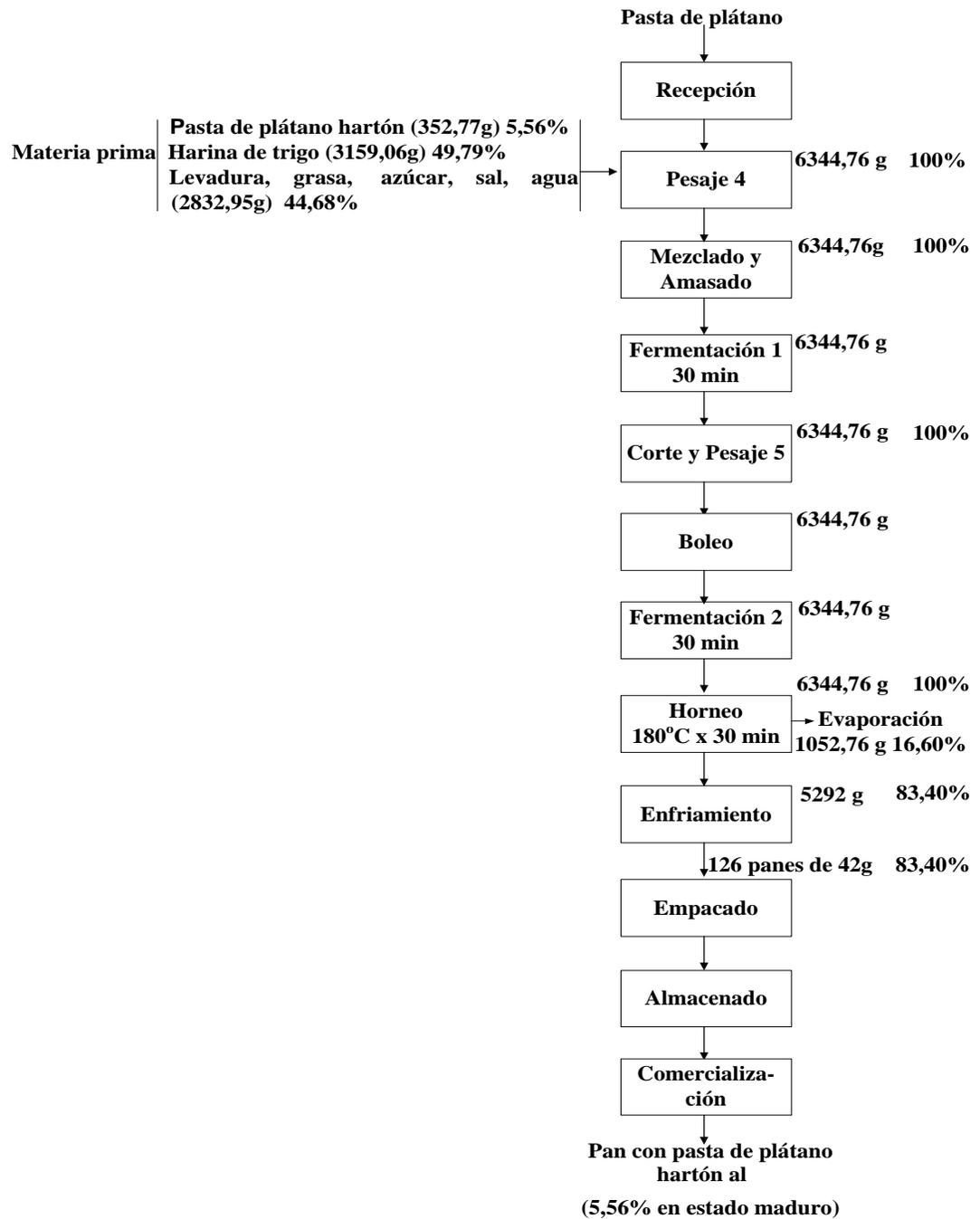
Durante la cocción de la masa las proteínas que constituyen el gluten se desnaturalizan, integrados a los gránulos de almidón forman una masa, misma que conforme se incrementa el porcentaje de pasta de plátano en el pan sea este verde o maduro el peso se incrementa y la densidad de igual.

La temperatura de 180 °C y el tiempo de 30 minutos fueron constantes en los cuatro tratamientos y las tres repeticiones, obteniendo un pan crujiente, de aroma, miga, color sabor y corteza aceptable.

**4.7. BALANCE DE MATERIAL PARA DETERMINAR EL RENDIMIENTO DE LA PASTA DE PLÁTANO HARTÓN PARA EL TRATAMIENTO T4 MADURO AL 5,56%**



#### 4.7.1. BALANCE DE MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DE PAN INCORPORANDO PLÁTANO



#### 4.8. DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO MICROBIOLÓGICO

##### VARIABLES PARAMÉTRICAS

Los valores de las variables paramétricas y análisis microbiológicos del mejor tratamiento se indican en la siguiente tabla.

**Tabla 60.** Determinación de los parámetros Físicos-Químicos y Microbiológicos del pan.

Parámetro analizado	Unidad	Resultado de la muestra	Método de ensayo
Humedad	%	15,98	AOAC 925.10
Cenizas	%	1,17	AOAC 923.03
Proteína	%	2,3	AOAC 920.87
Fibra	%	1,29	AOAC 985.29
Extracto etéreo	%	13,64	AOAC 920.85
Azúcares totales	%	19,18	AOAC 903.01
Carbohidratos totales	%	66,31	Cálculo
Calorías	Kcal/100g	397,2	Cálculo
Calcio	mg/kg	180	EDTA
Fósforo	mg/kg	450	Moliv-Vanadato
Hierro	mg/kg	60	Fenantrolina
Recuento de mohos	UPM/g	85	AOAC 995.21
Recuento de levaduras	UPL/g	40	AOAC 995.21
Recuento estándar en placa	Ufc/g	250	AOAC 989.10
Dureza	Kgf**	0.75* ±0.1	Penetrómetro

Fuente: Laboratorio de Análisis Físicos-Químicos y Microbiológicos-UTN 14-05-I 2013. Departamento de Ciencia de Alimentos y Biotecnología (DECAP), E.P.N.

Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Análisis Físicos-Químicos y Microbiológicos, de la UTN, de la ciudad de Ibarra y el análisis de dureza se realizó en el Departamento de Ciencia de Alimentos y Biotecnología DECAP, Escuela Politécnica Nacional de la ciudad de Quito.

Los resultados presentados en la anterior tabla corresponden al mejor tratamiento T4 (con el 5,56% de pasta de plátano hartón *Musa AAB*, en estado maduro).

#### 4.8.1. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL

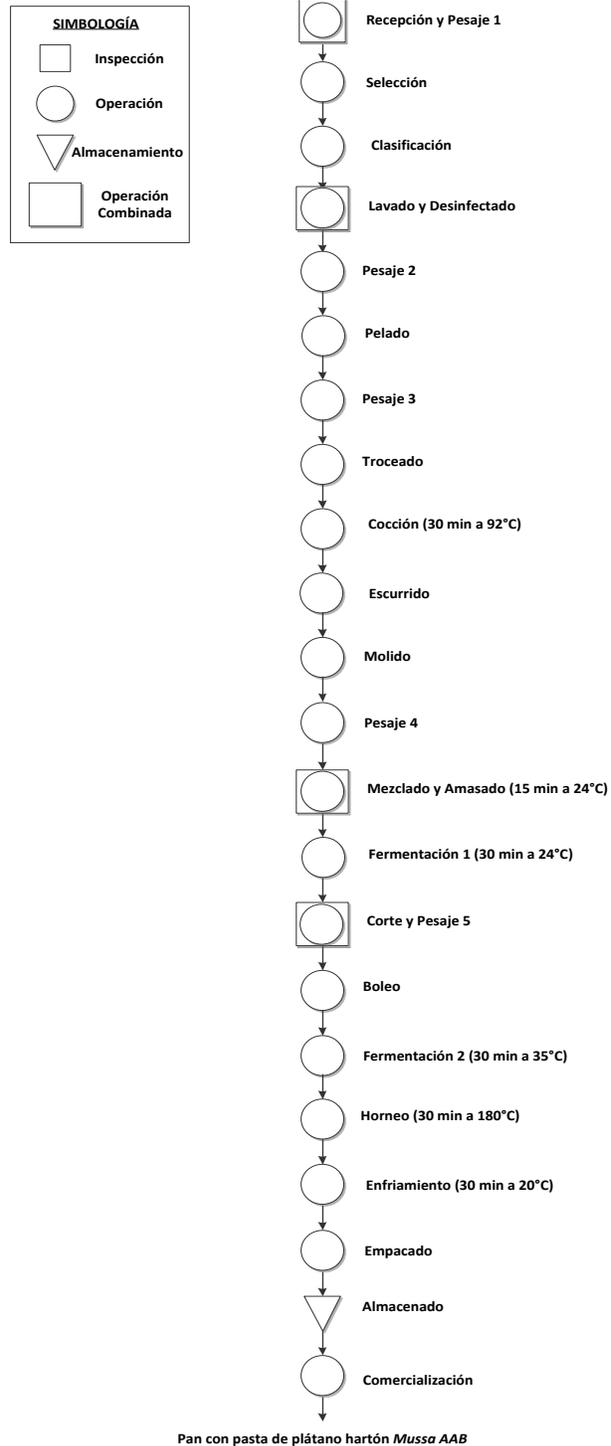
El análisis organoléptico realizado al pan, se evaluó haciendo referencia al aroma, color, sabor, corteza y miga y se detalla a continuación.

**Tabla 61.** Resultados del análisis sensorial

VARIABLES	VALOR CALCULADO $X^2$	VALOR TABULAR $X^2$		SIGN.	MEJORES TRATAMIENTOS
		5%	1%		
Aroma a plátano	8,91	7,81	11,3	*	T4, T3
Aroma a harina de trigo	12,15	7,81	11,3	**	T4, T3
Color	9,57	7,81	11,3	*	T4, T3
Sabor	8,22	7,81	11,3	*	T4, T3
Corteza	1,23	7,81	11,3	NS	T1,T4
Miga	1,17	7,81	11,3	NS	T1,T4
Calificación	8,91	7,81	11,3	*	T4, T3

Al realizar la prueba de Friedman para la característica organoléptica, se encontró alta significación estadística para el aroma a harina de trigo, significativo para aroma a plátano, como también para el color, sabor y calificación de aspecto muy bueno; lo que se determinó que los panelistas consideran a los tratamientos: T4 (con el 5,56% de pasta de plátano hartón en estado maduro) y T3 (con el 2,78% de pasta de plátano hartón en estado maduro) son los mejores y no significativo para corteza y miga, en los tratamientos T1 y T4. Ver el Anexo.

## 4.9. DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE PAN CON PASTA DE PLÁTANO HARTÓN



#### 4.10. COSTOS DE PRODUCCIÓN

Los costos de producción, se estableció de acuerdo a la estructura de una planta de panadería artesanal para el mejor tratamiento T4 empleando 5,56% de pasta de plátano hartón en estado maduro sustituyendo a la harina de trigo.

Para ello se consideró la capacidad instalada de la planta, equipos, maquinaria y de acuerdo a la capacidad de producción de pan, se estableció la cantidad de materia prima e ingredientes a procesar.

**Tabla 62.** Materias primas utilizadas en la elaboración de pan con la unidad experimental propuesta.

<b>Materias primas e insumos</b>	<b>%</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. x g (USD)</b>	<b>P.U. (USD)</b>	<b>Total (USD)</b>
Pasta de plátano hartón	<b>5,56</b>	<b>g</b>	<b>352,77</b>	<b>0,00127</b>	<b>0,30</b>	<b>0,45</b>
Harina de Trigo	<b>49,79</b>	<b>g</b>	<b>3159,06</b>	<b>0,00086</b>	<b>0,40</b>	<b>2,80</b>
Levadura	<b>2,09</b>	<b>g</b>	<b>132,60</b>	<b>0,00528</b>	<b>2,60</b>	<b>0,69</b>
Grasa	<b>7,28</b>	<b>g</b>	<b>461,89</b>	<b>0,00132</b>	<b>0,60</b>	<b>0,61</b>
Azúcar	<b>3,76</b>	<b>g</b>	<b>238,56</b>	<b>0,00121</b>	<b>0,55</b>	<b>0,29</b>
Sal	<b>1,52</b>	<b>g</b>	<b>96,44</b>	<b>0,00012</b>	<b>0,35</b>	<b>0,07</b>
Agua	<b>30,00</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>	<b>1903,42</b>	<b>0,000001</b>	<b>1,29</b>	<b>0,0025</b>
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>g</b>	<b>6344,76</b>			<b>4,91</b>

**Calculo:** \$4,91 se invirtió en las materias primas e insumos

Se elaboró 126 panes

\$ 4,91 ÷ 126 panes = \$ 0,04 cuesta producir cada pan

**Utilidad:**

\$ 0,10 cuesta cada pan

126 panes x \$ 0,10 costo de cada pan = \$ 12,60 valor total de pan

\$ 12,60 - \$ 4,91 compra de materiales = \$ 7,69 utilidad neta

#### **EN PORCENTAJE**

\$ 12,60            100%

\$ 4,91            x = 38,96% gastos

\$ 12,60            100%

\$ 7,69            x = 61,04% de utilidad

#### **4.10.1. RENDIMIENTO**

126 panes x 42 g. (peso c/ pan)= 5.292 g. de pan.

$$2).\text{Rendimiento} = \frac{\text{peso producto final}}{\text{peso producto inicial}} \times 100$$

$$3).\text{Rendimiento} = \frac{5.292\text{g}}{6.344,76\text{g}} \times 100 = 83,40\%$$

100 % – 83,40% = 16,60% pérdida por evaporación del agua en el pan.

**2.4.1.1. Elaboración del pan con harina de trigo en sustitución de pasta de plátano hartón en estado maduro al 5,56% con proyección para un año**

**Tabla 63.** Elaboración del pan con harina de trigo en sustitución de pasta de plátano hartón en estado maduro al 5,56% con proyección para un año

<b>Materias primas e insumos</b>	<b>%</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. x Kg (USD)</b>	<b>P.U. (USD)</b>	<b>Total (USD)</b>
Pasta de plátano hartón	<b>5,56</b>	<b>Kg</b>	<b>1.000,79</b>	<b>1,10</b>	<b>0,25</b>	<b>1.100,86</b>
Harina de Trigo	<b>49,79</b>	<b>Kg</b>	<b>18.000,00</b>	<b>0,66</b>	<b>33,28</b>	<b>11.880,00</b>
Levadura	<b>2,09</b>	<b>Kg</b>	<b>376,20</b>	<b>4,2</b>	<b>2,10</b>	<b>1.580,04</b>
Grasa	<b>7,28</b>	<b>Kg</b>	<b>1.310,40</b>	<b>3,98</b>	<b>1,99</b>	<b>5.215,39</b>
Azúcar	<b>3,76</b>	<b>Kg</b>	<b>676,80</b>	<b>0,92</b>	<b>101,20</b>	<b>622,65</b>
Sal	<b>1,52</b>	<b>Kg</b>	<b>273,60</b>	<b>0,37</b>	<b>40,70</b>	<b>101,23</b>
Agua	<b>30,00</b>	<b>lt</b>	<b>540,00</b>	<b>0,67</b>	<b>1,29</b>	<b>361,80</b>
<b>TOTAL</b>		<b>Kg</b>	<b>22.177,79</b>			<b>20.861,97</b>

**Tabla 64.** Costos de mano de obra directa, calculado para un año

Designación	Nº de personas	Valor mensual \$ (USD)	1 año \$ (USD)	Valor total
Obreros	1	364,00	4368,00	4.368,00
Total				4.368,00

**Costo de trabajo:** \$ 318,00 mensual básico más \$ 54,00 de seguro = \$ 364,00

**Tabla 65.** Costos indirectos calculados para 1 año

Detalle	Consumo Total	Unidad	Precio unitario (USD)	Costo total (USD)
Agua	12	m <sup>3</sup>	0,73	8,76
Combustible (gas)	180 bombonas	Kg.	2,50	450,00
Electricidad	960	Kw/h	0,08	76,80
<b>Total</b>				<b>535,56</b>

**Calculo:**

\$ 20.861,97 + \$ 4.368,00 + \$ 535,56 + 3.000,00 = \$ 28.765,53 costo total de un año

\$ 20.861,97 se invirtió la compra de materias primas

\$ 4.368,00 mano de obra

\$ 535,56 costos indirectos

\$ 3.000,00 arriendo local

Con un total de \$ 28.765,53

$22.177,79 \div 50 \text{ gramos} = 443.555,00 \text{ porciones de masa}$

**Utilidad:**

\$ 0,10 cuesta cada pan

$443.555,00 \text{ panes} \times \$ 0,10 = \$ 44.355,00 \text{ en venta}$

$\$ 44.355,00 - \$ 22.177,79 = \$ 22.177,21 \text{ utilidad}$

$\$ 28.765,53 \div 443.555 \text{ panes} = \$ 0,06 \text{ cuesta cada pan}$

$443.555,00 \text{ panes} \times 42 \text{ gramos} = 18'629.310 \text{ gramos de pan}$

**Utilidad en porcentaje:**

\$ 44.355,00            100%

\$ 22.177,79            x = 50,00% gastos

\$ 44.355,00            100%

\$ 22.177,21            x = 49.99% utilidad

**4). Rendimiento:**  $\frac{\text{peso producto final}}{\text{peso producto inicial}} \times 100$

**5). Rendimiento =**  $\frac{18.629,31 \text{ g pan}}{22.177,79 \text{ g masa}} \times 100$

**Rendimiento = 84,00%**

$100\% - 84,00\% = 16,00\%$

Existe un rendimiento en un año del 84,00% y el 16,00% en pérdidas

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

- La sustitución de la harina de trigo por pasta de plátano hartón en estado maduro al 5,56% en la elaboración del pan resultó el más óptimo.
- Los análisis Físicos-Químicos y Microbiológicos realizados fueron para el mejor tratamiento (T4), con 5,56% de pasta de plátano hartón en estado maduro contiene: 2,3% de proteína, 1,17% de cenizas, 15,98% de Humedad, 1,29% de fibra y  $0,75 \pm 0,1$  Kgf de dureza.
- Realizados los análisis microbiológicos de mohos y levaduras, recuento estándar en placa del pan los resultados fueron: Recuento de mohos 85 UPM/g, Recuento de levaduras 40 UPL/g, Recuento estándar en placa 250 UFC/g que están dentro de los estándares o normativas ecuatorianas.
- El tratamiento T4 mismo que está constituido de 5,56% de pasta de plátano hartón en estado maduro con 49,79% harina de trigo, 2,09% levadura, 7,28% grasa, 3,76%

azúcar, 1,52% sal y 30% agua es el más aceptado por el equipo de degustadores, incidido por el aroma, color, sabor, corteza y miga.

- No existió diferencia significativa el estado de madurez y los porcentajes de pasta de plátano hartón en estado maduro en la elaboración del pan.

- La temperatura óptima utilizada para el horneado del pan, elaborado con pasta de plátano hartón en estado maduro fue de 180°C por 30 minutos, obteniendo un producto final de buen volumen.

- El rendimiento del producto final corresponde al 83,40%; la diferencia se pierde por la evaporación de la humedad.

- Los costos de producción a nivel experimental para elaborar pan con pasta de plátano hartón en estado maduro es de \$0,04 (USD) por cada unidad de 42 gramos.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda no incrementar más del 5,56% de pasta de plátano hartón en la fórmula, porque resulta una masa pobre en contenido de gluten, volviéndose una masa dura, no manejable y el producto final de baja calidad.
- Se recomienda no incrementar más de 180°C la temperatura de horneado durante 30 minutos.
- Se recomienda diversificar la investigación empleando pasta de plátano hartón y aditivos en la elaboración de otros productos en la línea de panadería, pastelería y galletería, complementado con un estudio de vida útil del pan envasado y sin envasar.
- Para futuros tesisistas se recomienda investigar la utilización de aditivos en la elaboración de pan con pasta de plátano.
- Ampliar la utilización de más variedades de plátano producidos a nivel local (zona de Lita).

## CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA

### 6.1. BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo, R.L. (1973). *Digestibilidad, valor nutritivo y energético del plátano (Musaporadisioco) en cerdos*. Tesis para Magister Scientiae. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Agusti, M. (2004). *Fruticultura*. Mundi-Prensa. España.
- Agrios, G. N. (2005). *Plant pathology*. Fifth Edition. Editorial Elsevier Academicpress.
- Alarcón. E, Torres, R. (1988). *Programa nacional de trigo Paraguay*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección de Investigación y Extensión Agropecuaria y Forestal. / Asunción: DEAF.
- Altamirano, S. (2003). *El productor: revista de información y asistencia técnica al productor agropecuario*. Encarnación, Paraguay. Producción agrícola 1: fundamentos generales.
- Arcila P, M.I., Giraldo, G., Belalcázar C.S; Cayón, G., Méndez, JC. (2000). *Comportamiento postcosecha de los plátanos Hartón y FHIA 21 en diferentes presentaciones*. En: Poscosecha y Agroindustria del Plátano en el Eje Cafetero de Colombia.

- Arcila, M. I., Cayón, S. G., Morales, O. H. (2002). *Características físicas y químicas del fruto de dominico hartón (Musa AAB) de acuerdo a su posición en el racimo*. En: Memorias Acorbat.
- Beckman, C. (1990). *Host response to the pathogen*. Ed.R.C. Ploetz. APS Press, St Paul, Minnesota.
- Belalcázar C, S., Salazar, C.A., Cayón S, G., Lozada, J E., Castillo, L.E., Valencia M, JA. (1991). *Manejo de plantaciones*. En: *El Cultivo del Plátano en el Trópico*. Eds. S Belalcázar; J C Toro; R. Jaramillo. Cali, Colombia. Feriva Ltda.
- Buskens, H. (2010). *Secretos de los maestros panaderos*. Argentina ENCICLOPEDIA.
- Bertinet, R. (2008). *Crujientes panes a los que dan un buen bocado*. España: BLUME.
- Calaveras, J. (1993). *Nuevo tratado de panificación y bollería*. AMV, Madrid España.
- Castro, M. (1987). *Parámetros físico-químicos que influyen en la calidad y en el tratamiento del agua*. Lima, CEPIS.
- Collister, L., Blake, A. (2009). *Elaboración artesanal del pan*. Gran Bretaña, BLUME.
- Corvera, P., Clapes J., Rigolfas R. (1993). *Alimentación y dietoterapia*. Madrid. Interamericana.
- Cuéllar, N. (2010). *Ciencia y Tecnología e industria de alimentos*. Colombia, GRUPO LATINO.
- Champion, J. (1975). *El Plátano*. Blume, Barcelona, España.
- Cheesman, E. E. (1948). *Classification of the Bananas. III. Critical Notes on Species*.

*c. Musa paradisiaca L. and Musa sapientum L. Kew Bulletin.*

- Fano, P. (2010). *Inocuidad en la Alimentación*. Mundi-Prensa, España.
- Fennema, O. (1993). *Química de los Alimentos. Característica de los Alimentos Líquidos. De origen animal: huevos Capítulo 14*. Segunda Edición. Acribia S.A. Zaragoza, España.
- Garzón, V. (2003). *Características nutricionales de fuentes alimenticias y su utilización en la elaboración de dietas para animales domésticos*. Corpoica c.i. La libertad. Villavicencio. Colombia.
- Garzón, V. (2003). *Investigador programa nacional de Procesos Agroindustriales*. CORPOICA C.I. La Libertad. Villavicencio, Colombia.
- Gutiérrez, L., Poveda, J. (2007). *Química*. Colombia EDUCAR EDITORES.
- INEC. (2010). *Instituto nacional de estadísticas y censos Encuesta Producción Agropecuaria Continúa de Superficie*. Quito. ESPA.
- INEC, MAGAP. (2009). *III Censo Agropecuario*. Quito SICA.
- Lepard, D., Whittington, R. (2008). *Hornear pan, pastas y pasteles*. Inglaterra: BLUME.
- Büskens, H. *Libro Curso Profesional de Repostería Alemana*, La Gran Enciclopedia para la civilización de la imagen, Fascículo N°4, Hyspamerica.
- Mac, Ritchie, F., Kasarda, D., Kasmick, D. (1991). *Characterization of wheat protein fractions differing contributions o bread making quality*. Cereal Chemistry.

- MAGAP-IICA. (2009). *Promover la entrega de Harinas Compuestas*. Boletín 029MAGAP/CS. Quito.
- Martin-Prevel, P. (1980). *La nutrition minerale du bananier dans le rlonde*. Deuxième partie.
- Mateo, J. (2005). *Portuario de Agricultura*. Editorial Prensa Mundi.
- Méndez, F. (2008). *Manual de panadería y repostería*. Colombia: ECOE.
- Mora, A. (2007). "Agua". Editorial Universidad Estatal a Distancia EUNED.
- Morales, M. (2008). *Los artesanos panaderos. Material didáctico panadería*. Bienvenidas.
- Morton, Julia F. (1987). *Fruits of warm climates*. Miami: Creative Resource Systems. ISBN 0-9610184-1-0 [1].
- OMS. (1978). *Guidelines for Canadian Drinking Water Quality. Supply and Services*. Canadá: Hull.
- Ordóñez, G., Oviedo, J. (2008). *Alternativas de Aprovechamiento de Harinas no Tradicionales para la Elaboración de Pan Artesanal*. Escuela Superior Politécnica Del Litoral; Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción.
- Orellana, J. (2009). *Departamento de Ciencia de Alimentos y Biotecnología*. Laboratorio de uso múltiple de la Universidad Técnica del Norte, Ibarra. (DECAP).
- Pérez, N., Mayor, G., Navarro, V. (2010). *Procesos de pastelería y panadería*.

España: THOMSON.

- Picas, C., Vigata, A. (2009). *Técnicas de pastelería, panadería y conservación de alimentos*. España: SINTESIS.
- Quezada, W. (2008). *Manual de Industria Azucarera*, Ibarra: TIRAJE.
- Quezada, W. (2007). *Guía Técnica de Agroindustria Panelera*, Ibarra: TIRAJE.
- Reyes, R. y Mejía, M. (2006). *Panadería*. Perú: MIRBET.
- Reyes, R., Mejía, M., (2007). *Panadería y pastelería*, Perú: MIRBET.
- Romer, (2007). *Códex Alimentario*. FAO.
- SANCHEZ, R., CONESA, J. (2004). *Enciclopedia de la Nutrición*. Editorial Planeta Bogotá. Col.
- SANTON, E. (1982). *“Las Técnicas para innovar en productos”* Editorial, MJP. México.
- (SECAP). Servicio de Capacitación Profesional (2010). *Elaboración de panes especiales*. Ibarra: JICA.
- Shils, M. (1994). *Modern nutrition in health and disease*. (8." edition), Philadelphia. Ed. Lea and Febiger.
- Torres, P. (1997). *Influencia de las condiciones ambientales sobre las propiedades físico-químicas durante la maduración de los frutos de plátano Hartón Musa AAB*. Tesis de grado. Especialización en Poscosecha de Vegetales Perecederos. Facultad de Formación avanzada e investigaciones. Universidad del Quindío. Armenia, Quindío. Colombia.

## ANEXO 1

### RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL

El análisis organoléptico se realizó al producto final en lo correspondiente a: aroma, color, sabor, corteza y miga.

Tabla la degustación del pan elaborado con pasta de plátano hartón *Musa AAB* (verde y maduro) al 2,78% y 5,56% en sustitución parcial de la harina trigo, contempla la siguiente clasificación:.

<b>Nominación</b>	<b>Identificación</b>
Pan No 1	Pan sin corte
Pan No 2	Pan con 1 corte
Pan No 3	Pan con 2 cortes
Pan No 4	Pan con una (X)

### AROMA

	<b>Aroma</b>	
<b>Identificación</b>	Aroma a plátano	Aroma a harina de trigo
P1 Verde (sin corte)		
P2 Verde (1 corte)		
P3 Maduro (2 cortes)		
P4 Maduro (X)		

## COLOR

	Color		
Identificación	Amarillento	Café	Pálido
P1 Verde (sin corte)			
P2 Verde (1 corte)			
P3 Maduro (2 cortes)			
P4 Maduro (X)			

## SABOR

	Sabor				
Identificación	Salado	Dulce	Plátano	Normal	Sin sabor
P1 Verde (sin corte)					
P2 Verde (1 corte)					
P3 Maduro (2 cortes)					
P4 Maduro (X)					

## CORTEZA

	Corteza			
Identificación	Uniforme	Quemaduras	Cuerpos extraños	Normal
P1 Verde (sin corte)				
P2 Verde (1 corte)				
P3 Maduro (2cortes)				
P4 Maduro (X)				

## MIGA

	<b>Miga</b>			
<b>Identificación</b>	Uniforme	Poroso	Pegajoso	Normal
P1 Verde (sin corte)				
P2 Verde (1 corte)				
P3 Maduro (2cortes)				
P4 Maduro (X)				

Nota: Para la evaluación se tomará en cuenta la siguiente calificación

Calificaciones:

5 Muy bueno

4 Bueno

3 Regular

2 Malo

1 Pésimo

## ANEXO 2.

### EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL PAN CON PASTA DE PLÁTANO HARTÓN.

#### Nominación:

Para las variables: aroma, color, sabor, corteza, miga.

Rangos para la variable aroma a plátano hartón.

CATADOR	T1	T2	T3	T4	SUMA
1	2,50	2,50	1,00	4,00	10,00
2	1,00	3,50	2,00	3,50	10,00
3	1,50	1,50	3,00	4,00	10,00
4	1,50	1,50	3,00	4,00	10,00
5	1,50	1,50	3,00	4,00	10,00
6	2,50	2,50	1,00	4,00	10,00
7	1,00	3,00	3,00	3,00	10,00
8	1,00	3,00	3,00	3,00	10,00
9	2,50	2,50	2,50	2,50	10,00
10	2,50	2,50	2,50	2,50	10,00
$\Sigma X$	17,50	24,00	24,00	34,50	100,00
$\Sigma X^2$	306,25	576,00	576,00	1190,25	10000,00
$\bar{X}$	1,75	2,40	2,40	3,45	2,50

Rangos para la variable aroma a harina de trigo.

<b>CATADOR</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>SUMA</b>
<b>1</b>	2,00	2,00	2,00	4,00	10,00
<b>2</b>	1,00	2,50	2,50	4,00	10,00
<b>3</b>	1,00	2,00	3,50	3,50	10,00
<b>4</b>	1,00	2,00	3,50	3,50	10,00
<b>5</b>	1,00	2,00	3,50	3,50	10,00
<b>6</b>	1,50	1,50	3,00	4,00	10,00
<b>7</b>	1,00	3,00	3,00	3,00	10,00
<b>8</b>	1,00	3,00	3,00	3,00	10,00
<b>9</b>	2,50	2,50	2,50	2,50	10,00
<b>10</b>	2,50	2,50	2,50	2,50	10,00
<b><math>\Sigma X</math></b>	14,50	23,00	29,00	33,50	100,00
<b><math>\Sigma X^2</math></b>	210,25	529,00	841,00	1122,25	10000,00
<b><math>\bar{X}</math></b>	1,45	2,30	2,90	3,35	2,50

Rangos para la variable color del pan con pasta de plátano hartón maduro.

<b>CATADOR</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>SUMA</b>
<b>1</b>	2,50	2,50	1,00	4,00	10,00
<b>2</b>	3,50	1,50	1,50	3,50	10,00
<b>3</b>	2,00	2,00	2,00	4,00	10,00
<b>4</b>	1,50	1,50	3,50	3,50	10,00
<b>5</b>	1,00	2,00	3,00	4,00	10,00
<b>6</b>	3,00	1,00	3,00	3,00	10,00
<b>7</b>	1,00	4,00	2,50	2,50	10,00
<b>8</b>	2,00	1,00	3,50	3,50	10,00
<b>9</b>	1,50	3,50	1,50	3,50	10,00
<b>10</b>	1,00	2,50	2,50	4,00	10,00
<b><math>\Sigma X</math></b>	19,00	21,50	24,00	35,50	100,00
<b><math>\Sigma X^2</math></b>	361,00	462,25	576,00	1260,25	10000,00
<b><math>\bar{X}</math></b>	1,90	2,15	2,40	3,55	2,50

Rangos para la variable sabor del pan con pasta de plátano hartón maduro.

<b>CATADOR</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>SUMA</b>
<b>1</b>	3,50	1,50	1,50	3,50	10,00
<b>2</b>	1,00	3,00	3,00	3,00	10,00
<b>3</b>	2,50	2,50	2,50	2,50	10,00
<b>4</b>	1,50	1,50	4,00	3,00	10,00
<b>5</b>	1,00	3,00	3,00	3,00	10,00
<b>6</b>	2,50	2,50	2,50	2,50	10,00
<b>7</b>	1,00	2,50	2,50	4,00	10,00
<b>8</b>	2,00	2,00	2,00	4,00	10,00
<b>9</b>	1,00	2,50	2,50	4,00	10,00
<b>10</b>	1,50	1,50	3,00	4,00	10,00
<b><math>\Sigma X</math></b>	17,50	22,50	26,50	33,50	100,00
<b><math>\Sigma X^2</math></b>	306,25	506,25	702,25	1122,25	10000,00
<b><math>\bar{X}</math></b>	1,75	2,25	2,65	3,35	2,50

Rangos para la variable corteza de pan con pasta de plátano hartón maduro.

<b>CATADOR</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>SUMA</b>
<b>1</b>	4,00	2,50	2,50	1,00	10,00
<b>2</b>	1,00	2,50	2,50	4,00	10,00
<b>3</b>	3,00	4,00	1,50	1,50	10,00
<b>4</b>	1,50	3,50	3,50	1,50	10,00
<b>5</b>	4,00	1,50	3,00	1,50	10,00
<b>6</b>	2,50	2,50	2,50	2,50	10,00
<b>7</b>	3,50	1,00	2,00	3,50	10,00
<b>8</b>	4,00	2,00	2,00	2,00	10,00
<b>9</b>	2,50	1,00	2,50	4,00	10,00
<b>10</b>	2,50	2,50	1,00	4,00	10,00
<b><math>\Sigma X</math></b>	28,50	23,00	23,00	25,50	100,00
<b><math>\Sigma X^2</math></b>	812,25	529,00	529,00	650,25	10000,00
<b><math>\bar{X}</math></b>	2,85	2,30	2,30	2,55	2,50

Rangos para la variable miga de pan con pasta de plátano hartón maduro.

<b>CATADOR</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>SUMA</b>
<b>1</b>	4,00	3,00	1,50	1,50	10,00
<b>2</b>	2,50	1,00	4,00	2,50	10,00
<b>3</b>	1,50	3,50	1,50	3,50	10,00
<b>4</b>	3,00	3,00	3,00	1,00	10,00
<b>5</b>	3,50	1,50	3,50	1,50	10,00
<b>6</b>	2,50	2,50	2,50	2,50	10,00
<b>7</b>	3,50	1,50	1,50	3,50	10,00
<b>8</b>	3,50	3,50	1,50	1,50	10,00
<b>9</b>	1,50	1,50	3,50	3,50	10,00
<b>10</b>	3,00	1,50	1,50	4,00	10,00
<b><math>\Sigma X</math></b>	28,50	22,50	24,00	25,00	100,00
<b><math>\Sigma X^2</math></b>	812,25	506,25	576,00	625,00	10000,00
<b><math>\bar{X}</math></b>	2,85	2,25	2,40	2,50	2,50

## ANEXO 3.

### INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS O TRABAJO EN LA ESCUELA POLITECNICA NACIONAL: ORDEN. DC-P0208-2013.

	<p style="text-align: center;"><b>ESCUELA POLITECNICA NACIONAL</b> <b>DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA (DECAB )</b> Campus Politécnico José Rubén Orfano Ricaurte Direc. Pasaje Andalucía E12-A y Alfredo Mena Caamaño. Telf. 2507 138 Personas de Contacto: Tlga. Elisabeth Venegas Telf. 2507 144 ext. 2272 e-mail: elisabeth.venegas@epn.edu.ec Quito- Ecuador</p>	
<h3>INFORME DE ANÁLISIS</h3> <h3>ORDEN. DC-OT0120 -2013</h3>		
<b>Proforma</b>	:	DC-P0208- 2013
<b>Empresa solicitante</b>	:	
<b>Persona que solicita</b>	:	SR.RAÚL FARINANGO
<b>Fecha de recepción de muestra</b>	:	23-05-2013
<b>Fecha de entrega de resultados</b>	:	23-05-2013
<b>Análisis solicitados</b>	:	DUREZA EN PAN(Usó de penetrómetro)
<p><b>Importante:</b> Los resultados que constan en el presente informe conciernen exclusivamente a las muestras, artículos o materiales entregados al DECAB y no se extienden a lotes de producción o marcas. La reproducción total o parcial de este informe se la hará previa la autorización expresa del DECAB de la E.P.N.</p>		



**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA (DECAB )**

Campus Politécnico José Rubén Orellana Ricaurte  
Direc.: Pasaje Andalucía E12-A y Alfredo Mena Caamaño . Telf.: 2507 138  
Personas de Contacto: Dra. Irma Paredes. Telf.: 2507 144 ext. 2490 e-mail: [irma.paredes@epn.edu.ec](mailto:irma.paredes@epn.edu.ec)  
Tiga. Elisabeth Venegas . Telf.: 2507 144 ext. 2272 . e-mail: [elisabeth.venegas@epn.edu.ec](mailto:elisabeth.venegas@epn.edu.ec)  
Quito- Ecuador



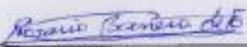
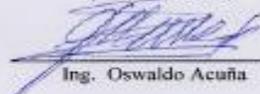
#### QUEJAS Y SUGERENCIAS

El cliente puede canalizar las quejas sobre los resultados de los análisis, sobre el tiempo de entrega del informe, u otro aspecto, a través del Jefe del DECAB, o de la persona Encargada de Recepción de Muestra y Atención al Cliente, ya sea en forma verbal o en forma escrita hasta 8 días después de la entrega del informe. En el DECAB se mantiene un registro de quejas y sugerencias con el fin de mejorar el Servicio al Cliente.

El laboratorio no se responsabiliza por el muestreo realizado antes de la entrega de las muestras al DECAB, pero si se responsabiliza de las muestras recibidas, tal como se las entrega.

## ANEXO 4.

### ANÁLISIS DE LABORATORIO DE DUREZA EN EL PRODUCTO TERMINADO.

	<p align="center"><b>ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL</b> <b>DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA (DECAB)</b> Campus Politécnico José Rubén Orellana Ríosarte Direc.: Pasaje Andalucía E12-A y Alfredo Mena Caamaño . Telf.: 2507 138 Personas de Contacto: Dra. Irma Paredes. Telf.: 2507 144 ext. 2490 e-mail: <a href="mailto:irma.paredes@epn.edu.ec">irma.paredes@epn.edu.ec</a> Tiga. Elisabeth Venegas . Telf.: 2507 144 ext. 2272 . e-mail: <a href="mailto:elisabeth.venegas@epn.edu.ec">elisabeth.venegas@epn.edu.ec</a> Quito- Ecuador</p>			
<b>INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS O TRABAJO</b>				
ORDEN: DC-OT0120-2013				
IDENTIFICACIÓN DE LA(S) MUESTRA(S) Y SERVICIO (S)				
No. muestra	ID Muestra	Descripción de muestra	Servicio/Analito	Laboratorio
1	DC-MU1978	PAN: CON PASTA DE PLÁTANO HARTÓN (MUSSA ABB) PLÁTANO MADURO AL 10 %	USO PENETRÓMETRO	POSCOSECHA
<b>RESULTADOS</b>				
Muestra-ID Muestra	Servicio/Analito	Resultado	Unidades	Método
PAN: CON PASTA DE PLÁTANO HARTÓN (MUSSA ABB) PLÁTANO MADURO AL 10 % DC-MU1978	USO DE PENETRÓMETRO	0.75* ± 0.1	Kgf**	Penetrómetro MCCORMICK FT-011
*Resultado promedio de lectura en 10 muestras.				
**kgf, kilogramo fuerza, valor de lectura en escala del penetrómetro.				
PROFESIONAL RESPONSABLE DEL ANÁLISIS		AUTORIDAD AUTENTICADORA ( JEFE DECAB)		
 Dra. Rosario Barrera		 Ing. Oswaldo Acuña		
Página 1 de 2				

## ANEXO 5.

### ANÁLISIS DE ACIDEZ TITULABLE DEL PLÁTANO HARTÓN VERDE Y MADURO.

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE</b> UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 - CONEA - 2010 -129 - DC.			
<i>Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos</i>				
Informe N°: 123 - 2013	Sr. Raúl Farinango	Ibarra 16 de julio de 2013		
Análisis solicitado por:	Dos, Harton verde y maduro			
Número de muestras :	16 de julio de 2013			
Fecha de recepcion de las muestras:				
Parámetro Analizado	Unidad	Resultado		Metodo de ensayo
		Verde	Maduro	
Acidez (como ác. malico)	%	0,368	0,122	AOAC 942.15

Nota: Los resultados corresponden exclusivamente para la muestra analizada.

Atentamente:  
  
Bióq. José Luis Moreno  
Tecnico 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 internacionales.

Av. 17 de Julio s-21 y José María Córdova. Barrio El Olivo.  
Teléfono: (06)2997800  
Fax: Ext. 7011.  
Email: utn@utn.edu.ec  
www.utn.edu.ec  
Ibarra - Ecuador

## ANEXO 6.

# PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA ACIDEZ TITULABLE DEL PLÁTANO HARTÓN VERDE Y MADURO.

37.1.37

### AOAC Official Method 942.15

#### Acidity (Titratable) of Fruit Products

Codex-adopted—AOAC Method\*

#### A. Indicator Method

—Final Action 1965

Titratable acidity can be expressed conventionally in g acid per 100 g or per 100 mL product, as appropriate, by using the factor appropriate to the acid; for malic acid use 0.067 as factor; oxalic acid, 0.045; citric acid monohydrate, 0.070; tartaric acid, 0.075; sulfamic acid, 0.049; acetic acid, 0.060; lactic acid, 0.090.

(a) *Colorless or slightly colored solutions*.—Dilute to ca 250 mL, with neutralized or recently boiled H<sub>2</sub>O, 10 g prepared juice, **920.149(a)** (see 37.1.07), or 25 mL prepared solution, **920.149(b)** or (c) (see 37.1.07). Titrate with 0.1N alkali, using 0.3 mL phenolphthalein for each 100 mL solution being titrated, to pink persisting 30 s. Report as mL 0.1N alkali/100 g or 100 mL original material.

(b) *Highly colored solutions*.—Dilute sample of known weight with neutralized H<sub>2</sub>O and titrate to just before end point with 0.1N alkali, using 0.3 mL phenolphthalein for each 100 mL solution being titrated. Transfer measured volume (2 or 3 mL) of solution into ca 20 mL neutral H<sub>2</sub>O in small beaker. In this extra dilution, color of fruit juice becomes so pale that phenolphthalein color is easily seen.) If test shows that end point is not reached, pour extra diluted portion back into original solution, add more alkali, and continue titration to end point. By comparing dilutions in small beakers, differences produced by few drops 0.1N alkali can be easily observed.

#### B. Glass Electrode Method

—Final Action 1980

Before use, check apparatus with standard buffer solutions, **964.24** (see A.1.04) and Table **964.24** (see A.1.04). Rinse glass electrode in H<sub>2</sub>O several times until reading is ca pH 6. Immerse electrodes in sample contained in beaker. (Sample should titrate 10–50 mL 0.1N NaOH and be contained in initial volume of 100–200 mL.) Stir moderately. Add alkali quite rapidly until near pH 6. Then add alkali slowly to pH 7. After pH 7 is reached, finish titration by adding 0.1N alkali 4 drops at time, and record total volume and pH reading after each addition. (Add whole drops, so that fraction of drop does not remain on buret tip.) Continue titration 4 drops beyond pH 8.1, and interpolate data for titration corresponding to pH 8.1. pH values used for interpolation should lie in range 8.10–0.2.

Notes: (1) Always keep glass electrode covered with H<sub>2</sub>O when not in use.

(2) If strongly acid cleaning solutions are used, electrode requires several h to come to equilibrium on standing in H<sub>2</sub>O.

(3) If electrode and stirrer are wiped lightly with piece of filter paper before insertion into standard buffer, same solution may be used for several checks on instrument.

References: **AOAC 25**, 412(1942); **28**, 507(1945); **71**, 86(1988).

© AOAC INTERNATIONAL

\* Adopted as a Codex Defining Method (Type I) for titrimetry of total acidity in pickled cucumbers.

## ANEXO 7.

# ANÁLISIS DE SÓLIDOS SOLUBLES DEL PLÁTANO HARTÓN VERDE Y MADURO.

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE</b> IBARRA - ECUADOR			
<i>Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos</i>				
<b>Informe N°:</b> 123 - 2013	<b>Ibarra 17 de junio de 2013</b>			
<b>Análisis solicitado por:</b>	Sr. Raúl Farinango			
<b>Número de muestras :</b>	Dos, Harton verde y maduro			
<b>Fecha de recepción de las muestras:</b>	17 de junio de 2013			
<b>Parámetro Analizado</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>		<b>Metodo de ensayo</b>
		<b>Verde</b>	<b>Maduro</b>	
<b>Sólidos Solubles</b>	%	13,75	28	AOAC 906.01

*Nota: Los resultados corresponden exclusivamente para la muestra analizada.*

Atentamente:

  
BIOG. José Luis Moreno  
Tecnico de Laboratorio





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

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

## ANEXO 8.

### ANÁLISIS DE HUMEDAD, pH, Y SÓLIDOS SOLUBLES EN LA PASTA DE PLÁTANO HARTÓN VERDE Y MADURO.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

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

*Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos*

Informe N°: 115 - 2013

Ibarra 18 de mayo de 2013

Análisis solicitado por: Sr. Raúl Farinango  
Número de muestras : Dos, Pasta de plátano  
Fecha de recepción de las muestras: 14 de mayo de 2013

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado		Metodo de ensayo
		Verde	Maduro	
Contenido de agua	g/ 100 g	64,97	66,95	AOAC 925.10
pH	-----	4,64	4,30	AOAC 981.12
Sólidos solubles	g/ 100 g	1,00	1,25	AOAC 906.01

*Nota: Los resultados corresponden exclusivamente para la muestra analizada.*

Atentamente:

  
Bioq. José Luis Moreno  
Tecnico 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 internacionales.

Av. 17 de Julio s-21 y José María  
Córdava. Barrio El Olivo.  
Teléfono:(06)2997800  
Fax:Ext: 7011.  
Email: utn@utn.edu.ec  
www.utn.edu.ec  
Ibarra - Ecuador

**ANEXO 9.**

**ANÁLISIS DE HUMEDAD Y pH EN LA MASA (mezcla) CON PASTA DE PLÁTANO HARTÓN VERDE Y MADURO.**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 –129 – DC.

*Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos*

Informe N°: 116 - 2013 Ibarra 18 de mayo de 2013

Análisis solicitado por: Sr. Raúl Farinango

Número de muestras : Doce, Masa (mezcla harina-pasta de plátano)

Fecha de recepción de las muestras: 14 de mayo de 2013

**Mezcla con plátano verde 2,78 % (A1B1)**

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado			Metodo de ensayo
		1	2	3	
Contenido de agua	g/ 100 g	16,07	17,04	17,07	AOAC 925.10
pH	-----	4,93	4,98	4,98	AOAC 981.12

**Mezcla con plátano verde 5,56 % (A1B2)**

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado			Metodo de ensayo
		1	2	3	
Contenido de agua	g/ 100 g	23,31	23,00	25,05	AOAC 925.10
pH	-----	4,89	4,89	4,86	AOAC 981.12

**Mezcla con plátano maduro 2,78 % (A2B1)**

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado			Metodo de ensayo
		1	2	3	
Contenido de agua	g/ 100 g	16,53	15,58	16,56	AOAC 925.10
pH	-----	4,74	4,89	4,97	AOAC 981.12

**Mezcla con plátano maduro 5,56 % (A2B2)**

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado			Metodo de ensayo
		1	2	3	
Contenido de agua	g/ 100 g	24,83	26,55	25,00	AOAC 925.10
pH	-----	4,78	4,75	4,74	AOAC 981.12

*Nota: Los resultados corresponden exclusivamente para la muestra analizada.*

Atentamente:   
Bióq. José Luis Moreno  
Tecnico de Laboratorio



Av. 17 de Julio s-21 y José María  
Córdova. Barrio El Olivo.  
Teléfono:(06)2997800  
Fax:Ext: 7011.  
Email: utn@utn.edu.ec  
www.utn.edu.ec  
Ibarra - Ecuador

**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 internacionales.

## ANEXO 10.

### ANÁLISIS DE HUMEDAD EN EL PAN ELABORADO CON EL 2,78% Y 5,56% DE PASTA DE PLÁTANO HARTÓN (VERDE-MADURO).



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

*Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos*

Informe N°: 117 - 2013 Ibarra 18 de mayo de 2013

Análisis solicitado por: Sr. Raúl Farinango

Número de muestras : Doce, Pan (mezcla harina-pasta de plátano)

Fecha de recepción de las muestras: 14 de mayo de 2013

**Mezcla con plátano verde 2,78 % (A1B1)**

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado			Metodo de ensayo
		1	2	3	
Contenido de humedad	g/ 100 g	20,04	20,93	19,06	AOAC 925.10

**Mezcla con plátano verde 5,56 % (A1B2)**

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado			Metodo de ensayo
		1	2	3	
Contenido de humedad	g/ 100 g	24,92	25,02	24,07	AOAC 925.10

**Mezcla con plátano maduro 2,78 % (A2B1)**

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado			Metodo de ensayo
		1	2	3	
Contenido de humedad	g/ 100 g	24,91	25,19	25,06	AOAC 925.10

**Mezcla con plátano maduro 5,56 % (A2B2)**

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado			Metodo de ensayo
		1	2	3	
Contenido de humedad	g/ 100 g	29,04	30,07	29,96	AOAC 925.10

Nota: Los resultados corresponden exclusivamente para la muestra analizada.

Atentamente,



Bloq. José Luis Moreno  
Tecnico 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 internacionales.

Av. 17 de Julio s-21 y José María  
Córdova, Barrio El Olivo.  
Teléfono:(06)2997800  
Fax:Ext: 7011.  
Email: utn@utn.edu.ec  
www.utn.edu.ec  
Ibarra - Ecuador

## ANEXO 11.

### ANÁLISIS DE LABORATORIO FÍSICOS-QUÍMICOS EN EL PRODUCTO TERMINADO.



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IBARRA - ECUADOR

### Laboratorio de Uso Múltiple

Informe N°: 028 - 2012

Ibarra, 23 de abril de 2012

Análisis solicitado por:

Sr. Raúl Farinango

Número de muestras :

Una. Pan de plátano

Fecha de recepción de las muestras:

12 de abril de 2012

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado	Método de ensayo
Contenido Acuoso	%	15,98	AOAC 925.10
Cenizas	%	1,77	AOAC 923.03
Proteína	%	2,3	AOAC 920.87
Fibra	%	1,29	AOAC 985.29
Extracto etéreo	%	13,64	AOAC 920.85
Azúcares Totales	%	19,18	AOAC 906.01
Carbohidratos Totales	%	66,31	Cálculo
Calorías	Kcal/100 g	397,20	Cálculo
Calcio	mg/kg	180	EDTA
Fósforo	mg/kg	450	Moliv-Vanadato
Hierro	mg/kg	60	Fenantrolina
Recuento de mohos	UPM/g	85	AOAC 995.21
Recuento de levaduras	UPL/g	40	
Recuento estandar en placa	UFC/g	250	AOAC 989.10

Nota: Los resultados corresponden exclusivamente para la muestra analizada.

Atentamente:

Bioq. José Luis Moreno  
ANALISTA



#### Misión Institucional

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

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

## ANEXO 12

### NORMA INEN 521:81 DE ACIDÉZ

Norma Técnica Ecuatoriana	HARINAS DE ORIGEN VEGETAL DETERMINACION DE LA ACIDEZ TITULABLE	INEN 521 1980-12
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJ ETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece el método para determinar el contenido de acidez en las harinas de origen vegetal.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. TERMINOLOGIA</b></p> <p>2.1 <b>Acidez titulable.</b> Es la acidez de la harina de origen vegetal expresada convencionalmente como ácido sulfúrico y determinada mediante procedimientos normalizados.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. RESUMEN</b></p> <p>3.1 Se titula la acidez como una solución estandarizada de hidróxido de sodio, usando fenolftaleína como indicador.</p> <p style="text-align: center;"><b>4. INSTRUMENTAL</b></p> <p>4.1 <i>Matraz Erlenmeyer con tapón esmerilado</i>, de 100 cm<sup>3</sup>.</p> <p>4.2 <i>Matraz Erlenmeyer</i>, de 50 cm<sup>3</sup>.</p> <p>4.3 <i>Pipetas</i>, de 10 y de 25 cm<sup>3</sup>.</p> <p>4.4 <i>Bureta</i>, de 25 cm<sup>3</sup>, con divisiones de 0,05 cm<sup>3</sup> ó de 0,1 cm<sup>3</sup>.</p> <p style="text-align: center;"><b>5. REACTIVOS</b></p> <p>5.1 <i>Solución 0,02 N de hidróxido de sodio</i>, debidamente estandarizada.</p> <p>5.2 <i>Solución Indicadora de fenolftaleína.</i> Disolver 0.1 g de fenolftaleína en 100 cm<sup>3</sup> de alcohol etílico de 60% (V/V).</p> <p>5.3 <i>Alcohol etílico de 90% (V/V).</i> Neutralizado.</p> <p style="text-align: center;"><b>6. PREPARACION DE LA MUESTRA</b></p> <p>6.1 Las muestras para el ensayo deben estar acondicionados en recipientes herméticos, limpios, secos (vidrio plástico u otro material inoxidable), completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.</p> <p>6.2 La cantidad de muestra de la harina de origen vegetal extraída dentro de un lote determinado debe ser representativa y no debe exponerse al aire mucho tiempo.</p>		

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

## 7. PROCEDIMIENTO

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

7.2 Pesar, con aproximación al 0,1 mg, 5 g de la harina de origen vegetal y transferir al matraz Erlenmeyer de 100 cm<sup>3</sup>.

7.3 Agregar lentamente 50 cm de alcohol de 90% (V/V) neutralizado, tapar el matraz Erlenmeyer y agitar fuertemente.

7.4 Dejar en reposo durante 24 h, agitando de vez en cuando.

7.5 Tomar con la pipeta una alícuota del 10 cm<sup>3</sup> del líquido claro sobrenadante y transferir al matraz Erlenmeyer de 50 cm<sup>3</sup>; agregar 2 cm<sup>3</sup> de la solución indicadora de fenoltaleína.

7.6 Agregar lentamente y con agitación la solución 0,02 N de hidróxido de sodio, hasta conseguir un color rosado que desaparece poco a poco.

7.7 Continuar agregando la solución hasta que el color rosado persista durante 30 s.

7.8 Leer en la bureta el volumen de solución empleada, con aproximación a 0,05 cm<sup>3</sup>.

## 8. CALCULOS

8.1 La acidez titulable en harinas de origen vegetal, en base seca, se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$A = \frac{490 NV}{m(100-H)} \times \frac{V_1}{V_2}$$

Siendo:

A = contenido de acidez en las harinas de origen vegetal, en porcentaje de masa de ácido sulfúrico.

N = normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

V = volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación, en cm.

V<sub>1</sub> = volumen del alcohol empleado en cm<sup>3</sup>.

V<sub>2</sub> = volumen de la alícuota tomada para la titulación, en cm<sup>3</sup>.

m = masa de la muestra, en g.

H = porcentaje de humedad en la muestra.

## 9. ERRORES DE METODO

9.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder de 0,05%; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

## 10. INFORME DE RESULTADOS

**10.1** Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los dos resultados de la determinación aproximada a centésimas.

**10.2** En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición con especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

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

**APENDICE Z****Z.1 NORMAS A CONSULTAR**

INEN 518 *Harinas de origen vegetal. Determinación de la pérdida por calentamiento.*

**Z.2 BASES DE ESTUDIO**

Norma Centroamericana ICAITI 34086 h 7. *Harinas de origen vegetal. Determinación del contenido de acidez.* Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial. Guatemala, 1974.

Norma Chilena INDITECNOR 23-21 Ch. *Harina de trigo para panificación. Métodos de ensayo. Acidez.* Instituto Nacional de Investigaciones Tecnológicas y Normalización. Santiago, 1956.

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

<b>Documento:</b> NTE INEN 521	<b>TÍTULO: HARINA DE ORIGEN VEGETAL. DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TITULABLE.</b>	<b>Código:</b> AL 02.02-305
-----------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------

<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:	<b>REVISION:</b> Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No. publicado en el Registro Oficial No.  Fecha de iniciación del estudio:
------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

Subcomité Técnico: AL 02.02, HARINAS DE ORIGEN VEGETAL

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

**NOMBRES:**

**INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**

Sr. Patricio Hidalgo P.  
 Sr. Godifrey Berry  
 Sr. Gustavo Negrete  
 Dra. Marlene de San Lucas  
 Sr. Pedro Novillo  
 Ing. Edgar Alvarado  
 Ing. Poema Jiménez  
 Sr. Rafael Clavijo  
 Ing. César Cáceres  
 Sr. Wilfredo Llaguno  
 Ing. Jaime Gallegos  
 Ing. Peter Alter  
 Dr. Luís Vallejo  
 Ing. Washington Moreno

MOLINEROS DE LA SIERRA  
 INDUSTRIAL MOLINERA C.A.  
 INDUSTRIAL MOLINERA C.A.  
 INDUSTRIAL MOLINERA C.A.  
 MICEI  
 MICEI  
 MICEI (Guayaquil)  
 CENDES  
 MAG  
 MAG (Guayaquil)  
 MAG  
 FAO  
 INSTITUTO NAC. DE NUTRICION  
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
 TECNOLOGICAS (Guayaquil)  
 ESCUELA POLITECTICA NACIONAL  
 MOLINOS POULTIER  
 INSTITUTO IZQUIETA PEREZ  
 INEN  
 INEN  
 INEN  
 INEN

Srta. Lourdes Chamarro  
 Sr. José Bueno  
 Dra. Iclea de Rodríguez  
 Sr. Rafael Aguirre  
 Ing. Iván Navarrete  
 Lic. María Eugenia de Mora  
 Dra. Leonor Orozco

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

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

Oficializada como: **OBLIGATORIA**  
 Registro Oficial No. 389 de 1981-02-27

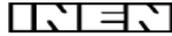
Por Acuerdo Ministerial No. 126 de 1981-02-05

---

**Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre  
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815  
Dirección General: E-Mail: [direccion@inen.gov.ec](mailto:direccion@inen.gov.ec)  
Area Técnica de Normalización: E-Mail: [normalizacion@inen.gov.ec](mailto:normalizacion@inen.gov.ec)  
Area Técnica de Certificación: E-Mail: [certificacion@inen.gov.ec](mailto:certificacion@inen.gov.ec)  
Area Técnica de Verificación: E-Mail: [verificacion@inen.gov.ec](mailto:verificacion@inen.gov.ec)  
Area Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: [inencsti@inen.gov.ec](mailto:inencsti@inen.gov.ec)  
Regional Guayas: E-Mail: [inenguayas@inen.gov.ec](mailto:inenguayas@inen.gov.ec)  
Regional Azuay: E-Mail: [inenouenca@inen.gov.ec](mailto:inenouenca@inen.gov.ec)  
Regional Chimborazo: E-Mail: [inenriobamba@inen.gov.ec](mailto:inenriobamba@inen.gov.ec)  
URL: [www.inen.gov.ec](http://www.inen.gov.ec)**

## ANEXO 13

### NORMA INEN 0095:79 DE PESO



CDU: 664

AL:02.08-401

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

Norma Técnica Ecuatoriana	PAN COMÚN. REQUISITOS.	NTE INEN 95:1979 Primera Revisión
<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><b>2.1 Pan común.</b> 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.</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><b>4.1 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><b>4.2 Características organolépticas.</b></p> <p><b>4.2.1</b> 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><b>4.2.2 Corteza.</b> El pan común debe presentar una corteza de color uniforme, sin quemaduras, ni hollín u otras materias extrañas.</p> <p><b>4.2.3 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>		

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

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

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

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

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

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

## 5. MUESTREO

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

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

## 6. MARCADO, ROTULADO Y EMBALAJE

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

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

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

(Continúa)

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

A.1.1 Estufa provista de regulador de temperatura.

A.1.2 Balanza analítica.

A.1.3 Cápsulas de porcelana.

A.1.4 Mortero.

**A.2 Disposiciones generales.**

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

**A.3 Preparación de la muestra.**

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

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

**A.4 Procedimiento.**

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

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

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

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

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

**A.5 Cálculos.**

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

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

(Continúa)

Siendo:

S = contenido de sólidos totales en porcentaje de masa.

$m_1$  = masa de la muestra usada en la determinación, en g.

$m_2$  = masa de la muestra después de la desecación a 40°C, en g.

$m_3$  = masa de la porción antes de la desecación a 130°C, en g.

$m_4$  = masa de la porción después de la desecación a 130°C, en g.

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

$$H = 100 - S$$

Siendo:

H = contenido de humedad en porcentaje de masa.

S = contenido de sólidos totales en porcentaje de masa

*(Continúa)*

**ANEXO B**  
**DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ**

**B.1 Instrumental.**

**B.1.1** Probeta graduada de 100 cm<sup>3</sup>.

**B.1.2** Matraz Erlenmeyer de 250 cm<sup>3</sup>.

**B.1.3** Vidrio de reloj.

**B.1.4** Termómetro.

**B.1.5** Potenciómetro.

**B.2 Reactivos.**

**B.2.1** Agua destilada, exenta de CO<sub>2</sub> y calentada a 25°C.

**B.3 Disposiciones generales.**

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

**B.4 Preparación de la muestra.**

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

**B.5 Procedimiento.**

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

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

**B.5.3** Transferir la muestra al matraz Erlenmeyer de 250 cm<sup>3</sup> limpio y seco, añadir 100 m<sup>3</sup> de agua destilada y agitar cuidadosamente, hasta que las partículas queden uniformemente en suspensión.

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

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

*(Continúa)*

**APÉNDICE Z****Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

INEN 93 *Pan. Terminología.*

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

**Z.2 BASES DE ESTUDIO**

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

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

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

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

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

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

<b>Documento:</b> NTE INEN 95 Primera Revisión	<b>TÍTULO: PAN COMÚN. REQUISITOS.</b>	<b>Código:</b> AL: 02.08-401
------------------------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------

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

Fechas de consulta pública: de \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_

Subcomité Técnico: Pan.

Fecha de iniciación:

Fecha de aprobación: 1979-02-07

Integrantes del Subcomité Técnico:

**NOMBRES:**

**INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**

Sr. Fabián Burbano  
Lic. Marcelo Egüez Toro  
Ing. Miguel Rivadeneira  
Ing. Ligia de Benítez  
Econ. Edgar Alvarado  
Sr. Antonio Zarango  
Sr. Wilfrido Llaguno  
Sr. Ramiro Armas  
Sr. Mentór Sánchez  
Sr. Rafael Aguirre  
Ing. Iván Navarrete  
Dra. Leonor Orozco

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

Otros trámites:

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

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

---

**Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre  
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815**

**Dirección General: E-Mail: [furresta@inen.gov.ec](mailto:furresta@inen.gov.ec)**

**Área Técnica de Normalización: E-Mail: [normalizacion@inen.gov.ec](mailto:normalizacion@inen.gov.ec)**

**Área Técnica de Certificación: E-Mail: [certificacion@inen.gov.ec](mailto:certificacion@inen.gov.ec)**

**Área Técnica de Verificación: E-Mail: [verificacion@inen.gov.ec](mailto:verificacion@inen.gov.ec)**

**Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: [inencati@inen.gov.ec](mailto:inencati@inen.gov.ec)**

**Regional Guayas: E-Mail: [inenguayas@inen.gov.ec](mailto:inenguayas@inen.gov.ec)**

**Regional Azuay: E-Mail: [inencuenca@inen.gov.ec](mailto:inencuenca@inen.gov.ec)**

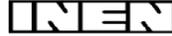
**Regional Chimborazo: E-Mail: [inenriobamba@inen.gov.ec](mailto:inenriobamba@inen.gov.ec)**

**URL: [www.inen.gov.ec](http://www.inen.gov.ec)**

## ANEXO 13

### NORMA INEN 518:81 DE HUMEDAD

CDU: 664.2:543.81



AL 02.02-302

Norma Técnica  
Ecuatoriana

**HARINA DE ORIGEN VEGETAL. DETERMINACIÓN DE LA  
PÉRDIDA POR CALENTAMIENTO**

**INEN 518  
1980-12**

#### 1. OBJ ETO

1.1 Esta norma establece el método para determinar el contenido de humedad y otras materias volátiles en las harinas de origen vegetal.

#### 2. TERMINOLOGÍA

2.1 Pérdida por calentamiento. En las harinas de origen vegetal y para efectos de esta norma, es la pérdida de una determinada cantidad de masa en las condiciones del presente método.

#### 3. RESUMEN

3.1 El método se base en calentar las harinas de origen vegetal a  $130 \pm 3^{\circ}\text{C}$  y pesar.

#### 4. INSTRUMENTAL

- 4.1 *Pesafiltro de vidrio*, con tapa esmerilada.
- 4.2 *Desecador*, con cloruro de calcio u otro deshidratante adecuado.
- 4.3 *Estufa*, con regulador de temperatura.
- 4.4 *Balanza analítica*, sensible al 0,1 mg.

#### 5. PREPARACION DE LA MUESTRA

- 5.1 Las muestras para el ensayo deben estar acondicionadas en recipientes herméticos, limpios y secos (vidrio plástico u otro material inoxidable), completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.
- 5.2 La cantidad de muestra de las harinas de origen vegetal y extraída dentro de un lote determinado debe ser representativa y no debe exponerse al aire mucho tiempo.
- 5.3 Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.

#### 6. PROCEDIMIENTO

- 6.1 La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- 6.2 Calentar el pesafiltro y tapa durante 30 min en la estufa a  $130 \pm 3^{\circ}\text{C}$ . Enfriar en el desecador hasta temperatura ambiente y pesar.

**6.3** Pesar, con aproximación al 0,1 mg, 2 g de muestra preparada, transferirla al pesafiltro y distribuirla uniformemente en su fondo.

**6.4** Calentar el pesafiltro y su contenido durante una hora, en la estufa calentada a  $130 \pm 3^{\circ}\text{C}$ , sin la tapa.

**6.4** Colocar la tapa con el pesafiltro antes de sacarlo y trasladarlo al desecador; tan pronto haya alcanzado la temperatura ambiente, pesar.

**6.5** Repetir las operaciones de calentamiento, enfriamiento y pesaje, hasta que la diferencia de masa entre los resultados de dos operaciones de pesaje sucesivas no exceda de 0,1 mg.

## 7. CALCULOS

**7.1** La pérdida por calentamiento en muestras de harina de origen vegetal se calcula mediante la ecuación siguiente:

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

Siendo:

$P_c$  = pérdida por calentamiento, en porcentaje de masa.

$m_1$  = masa del pesafiltro vacío con tapa, en g.

$m_2$  = masa del pesafiltro y tapa, con la muestra sin secar, en g.

$m_3$  = masa del pesafiltro y tapa, con la muestra seca, en g.

## 8. ERRORES DE METODO

**8.1** La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder de 0,19%; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

## 9. INFORME DE RESULTADOS

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

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

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

## APENDICE Z

### Z.1 NORMAS A CONSULTAR

Esta norma no requiere de otras para su aplicación.

### Z.2 BASES DE ESTUDIO

Método A.O.A.C. de Análisis 14. *Cereal foods. Wheat flour. Air oven Method.* Official Final Action. Association of Official Analytical Chemists. Washington, 1975.

Norma Centroamericana ICAITI 34 086 h 2. *Harinas de origen vegetal. Determinación del contenido de humedad.* Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial. Guatemala, 1974.

Método AACC. 3401. *Flour Specifications.* American Association of Cereal Chemists, Inc, St. Paul Minnesota. U.S.A. 1969.

Norma Colombiana ICONTEC 282. *Métodos de ensayo de la harina de trigo. Determinación de la humedad.* Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá, 1969.

Norma Española UNE 34 400 h 5. *Métodos de ensayo de la harina de trigo. Determinación de la humedad.* Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo. Madrid, 1967.

Norma Venezolana NORVEN 218 P. *Harina de trigo. Métodos de análisis. Humedad.* Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, 1965.

Norma Chilena INDITECNOR 23-21 Ch. *Harina de trigo para panificación. Métodos de ensayo. Humedad.* Instituto Nacional de Investigaciones Tecnológicas y Normalización. Santiago, 1956.

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

<b>Documento:</b> NTE INEN 518	<b>TÍTULO: HARINA DE ORIGEN VEGETAL. DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA POR CALENTAMIENTO</b>	<b>Código:</b> AL 02.02-302
-----------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------

<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:	<b>REVISIÓN:</b> Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No. publicado en el Registro Oficial No.  Fecha de iniciación del estudio:
------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

Subcomité Técnico: AL 02.02, HARINAS DE ORIGEN VEGETAL

Fecha de iniciación:

Fecha de aprobación: 1979-06-20

Integrantes del Subcomité Técnico:

**NOMBRES:**

**INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**

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

Otros trámites: ♦<sup>4</sup> Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA a VOLUNTARIA**, según Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 235 de 1998-05-04 publicado en el Registro Oficial No. 321 del 1998-05-20

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

Oficializada como: OBLIGATORIA  
Registro Oficial No. 410 de 1981-04-06

Por Acuerdo Ministerial No. 205 de 1981-03-04

---

**Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre  
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815  
Dirección General: E-Mail: [direccion@inen.gov.ec](mailto:direccion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Normalización: E-Mail: [normalizacion@inen.gov.ec](mailto:normalizacion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Certificación: E-Mail: [certificacion@inen.gov.ec](mailto:certificacion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Verificación: E-Mail: [verificacion@inen.gov.ec](mailto:verificacion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: [inencatl@inen.gov.ec](mailto:inencatl@inen.gov.ec)  
Regional Guayas: E-Mail: [inenguayas@inen.gov.ec](mailto:inenguayas@inen.gov.ec)  
Regional Azuay: E-Mail: [inencuenca@inen.gov.ec](mailto:inencuenca@inen.gov.ec)  
Regional Chimborazo: E-Mail: [inenlobamba@inen.gov.ec](mailto:inenlobamba@inen.gov.ec)  
URL: [www.inen.gov.ec](http://www.inen.gov.ec)**

## ANEXO 14

### NORMAS INEN 391:86 DE DENSIDAD



CDU: 664.8

AL 02.01-316

Norma Técnica Ecuatoriana	CONSERVAS VEGETALES JUGOS DE FRUTAS DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA.	INEN 391 Primera revisión 1985-12
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJ ETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece el método para determinar la densidad en jugos de frutas.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. ALCANCE</b></p> <p>2.1 Esta norma es aplicable a jugos de frutas que se presentan en estado líquido, así como a otros tipos de conservas vegetales líquidas (jarabes, extractos y salsas).</p> <p style="text-align: center;"><b>3. TERMINOLOGIA</b></p> <p>3.1 <b>Densidad relativa.</b> Es la relación entre la densidad de un producto y la densidad del agua destilada, consideradas ambas a una temperatura determinada.</p> <p style="text-align: center;"><b>4. INSTRUMENTAL</b></p> <p>4.1 Picnómetro, de 50cm<sup>3</sup></p> <p>4.2 Balanza analítica, sensible al 0,1 mg</p> <p>4.3 Baño de agua, con regulador de temperatura ajustado a 20° ± 0,5°C.</p> <p>4.4 Termómetro, graduado en grados Celsius y con divisiones de 0,1° ó 0,2°C.</p> <p style="text-align: center;"><b>5. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA</b></p> <p>5.1 Agitar suavemente la muestra, a fin de homogeneizarla convenientemente.</p> <p style="text-align: center;"><b>6. PROCEDIMIENTO</b></p> <p>6.1 Realizar la determinación por duplicado sobre la misma muestra preparada.</p> <p>6.2 Pesar, con aproximación al 0,1 mg, el picnómetro completamente limpio y seco.</p>		

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

- 6.3** Llenar el picnómetro con agua destilada (recientemente hervida y enfriada hasta 15° - 18°C) hasta la marca respectiva, evitando la formación de burbujas de aire, y colocar la tapa.
- 6.4** Sumergir el picnómetro en el baño de agua a 20° ± 0,5°C, durante 30 min.
- 6.5** Retirar el picnómetro del baño, sacarlo exteriormente por completo y pesarlo con aproximación al 0,1 mg.
- 6.6** Vaciar, secar y limpiar cuidadosamente el picnómetro y colocar en él la muestra hasta la marca respectiva, evitando la formación de burbujas de aire; tapar y sumergir el picnómetro en el baño de agua a 20° ± 0,5°C, durante 30 min.
- 6.7** Retirar el picnómetro del baño, secarlo cuidadosamente por la parte exterior y pesarlo con aproximación al 0,1 mg.

## 7. CÁLCULOS

- 7.1** La densidad relativa a 20/20°C se determina mediante la ecuación siguiente;

$$d = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1}$$

Siendo:

- d = densidad relativa a 20/20°C,  
m<sub>1</sub> = masa del picnómetro vacío, en g,  
m<sub>2</sub> = masa del picnómetro con agua, en g,  
m<sub>3</sub> = masa del picnómetro con la muestra, en g.

## 8. ERRORES DE METODO

- 8.1** La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder del 0,1%; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

## 9. INFORME DE RESULTADOS

- 9.1** Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los dos resultados de la determinación.
- 9.2** En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.
- 9.3** Deben incluirse todos los detalles para la completa identificación de la muestra.

## APENDICE Z

### Z.1 NORMAS A CONSULTAR

Esta norma no requiere de otras para su aplicación.

### Z.2 BASES DE ESTUDIO

AOAC. *Method of Analysis 32.011. Specific gravity*. Association of Official Analytical Chemists. Washington, 1975.

Joslyn, M. *Methods in Food Analysis 2th Ed. pp 201*. Academic Press. Nueva York, 1970.

Norma Sanitaria Panamericana OFSANPAN-1ALUTZ A 008. *Norma Técnica general de métodos físicos y químicos para análisis de alimentos*. Oficina Sanitaria Panamericana, Washington, 1968.

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

---

<b>Documento:</b> NTE INEN 391 <b>Primera revisión</b>	<b>TÍTULO: CONSERVAS VEGETALES. JUGOS DE FRUTAS</b> <b>DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD RELATIVA</b>	<b>Código:</b> <b>AL 02.01-316</b>
--------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------

---

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 1978-07-13 Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No. 1278 de 1979-11-30 publicado en el Registro Oficial No. 91 de 1979-12-21  Fecha de iniciación del estudio:
-----------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

---

Fechas de consulta pública:

---

Subcomité Técnico: Fecha de iniciación: Integrantes del Subcomité Técnico:	Fecha de aprobación:
----------------------------------------------------------------------------------	----------------------

---

### NOMBRES:

Posteriormente, para aprovechar la asistencia técnica prestada al INEN por organismos internacionales y para actualizar el texto de la norma de acuerdo a nueva bibliografía, la Dirección General dispuso la revisión de la norma, la que estuvo a cargo del personal técnico del INEN con asesoría de expertos internacionales.

### INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

Por esta razón no se consideró necesario convocar de nuevo al Subcomité Técnico.

---

Otros trámites: ♦<sup>4</sup> Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA a VOLUNTARIA**, según Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 235 de 1998-05-04 publicado en el Registro Oficial No. 321 del 1998-05-20

---

**El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 1985-12-26**

---

**Oficializada como: OBLIGATORIA**  
Registro Oficial No. 377 de 1986-02-18

Por Acuerdo Ministerial No. 72 de 1986-02-04

---

**Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre  
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815  
Dirección General: E-Mail: [direccion@inen.gov.ec](mailto:direccion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Normalización: E-Mail: [normalizacion@inen.gov.ec](mailto:normalizacion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Certificación: E-Mail: [certificacion@inen.gov.ec](mailto:certificacion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Verificación: E-Mail: [verificacion@inen.gov.ec](mailto:verificacion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: [inencati@inen.gov.ec](mailto:inencati@inen.gov.ec)  
Regional Guayas: E-Mail: [inenguayas@inen.gov.ec](mailto:inenguayas@inen.gov.ec)  
Regional Azuay: E-Mail: [inencuenca@inen.gov.ec](mailto:inencuenca@inen.gov.ec)  
Regional Chimborazo: E-Mail: [inenriobamba@inen.gov.ec](mailto:inenriobamba@inen.gov.ec)  
URL: [www.inen.gov.ec](http://www.inen.gov.ec)**