



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“INFLUENCIA DE LAS HARINAS DE TRIGO, PLÁTANO Y HABA EN
LA ELABORACIÓN DE GALLETAS INTEGRALES”**

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

AUTOR: Herrera Vinueza Verónica Jacqueline

DIRECTOR: Ing. Ángel Satama

Ibarra – Ecuador

2011

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

“INFLUENCIA DE LAS HARINAS DE TRIGO, PLÁTANO Y HABA EN LA ELABORACION DE GALLETAS INTEGRALES”

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

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

APROBADA:

.....
Ing. Ángel Satama

DIRECTOR

.....
Ing. Marcelo Vacas.

ASESOR

.....
Ing. Jheny Quiroz.

ASESOR

.....
Dr. Bolívar Batallas.

ASESOR

**Ibarra – Ecuador
2011**

*Las ideas, conceptos, cuadros y figuras
que se presentan en este documento son responsabilidad y
propiedad exclusiva del autor*

Herrera Vinuesa Verónica Jacqueline

DEDICATORIA

A Dios, por la sabiduría con la cual me guió, para terminar el presente trabajo fruto de tanto esfuerzo y estudio constante para así culminar una de las metas propuestas en mi vida profesional.

*A mis padres, **Luis y Edith** para quienes va dedicado todo este esfuerzo y han sido mi ejemplo a seguir y me han brindado toda su comprensión y cariño en toda mi vida de estudiante y como persona, ya que gracias ellos cumplí un anhelo mas en mi vida.*

*A mis hermanas: **Paty y Carolina** a quienes quiero y admiro mucho por ser como son a pesar de las adversidades que se han presentado en la vida y agradecerles de corazón por estar a mi lado en las buenas y en las malas, por el apoyo incondicional que me han brindado, el cariño y siempre con sus consejos que han sido muy valiosos para y crecer como persona.*

*A mi sobrino hermoso el cual le quiero muchísimo que ha llegado a nuestras vidas **Sebastián** quien es una personita muy especial en mi familia por el cual siento un gran afecto y sincero cariño, y que cada día nos brinda una sonrisa.*

*A mi sobrina linda que a pesar que ya no este con nosotros **Camilita**, quien desde el cielo guiara mi camino y el de mi familia con sus bendiciones.*

*A una persona tan especial que llegó a mi vida a quien agradezco por cumplir este sueño y quien siempre va estar en mi corazón y en mi mente por estar a mi lado en los momentos buenos y malos, al cual quiero muchísimo y es mi inspiración en las cosas que hago **Marquitos**.*

Verónica

AGRADECIMIENTO

A la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte, a todos los profesores y personal administrativo.

De manera especial al Ing. Ángel Satáma, Director de Tesis, por su ayuda invaluable, apoyo incondicional y desinteresado con el que guió la ejecución de la presente investigación.

Agradezco a la Ing. Jenny Quiroz, Ing. Marcelo Vacas, Dr. Bolívar Batallas e Ing. Marco Cahueñas quienes dirigieron y asesoraron de manera desinteresada y oportuna.

Un particular Agradecimiento:

Al Ing. Edison Rodríguez Jefe de las unidades productivas de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial.

A los ingenieros Edílma Jurado, Cecilia Cadena y Marcos Calderón por la ayuda y el apoyo incondicional en esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

PRESENTACIÓN
DEDICATORIA
AGRADECIMIENTO

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	3
1.3 OBJETIVOS.....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4 HIPÓTESIS.....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Galletas.....	6
2.1.1 Historia.....	6
2.1.2 Definición.....	7
2.1.3 Harinas para galletas.....	9
2.2 Trigo.....	9
2.2.1 Origen.....	9
2.2.2 Generalidades.....	10

2.2.2.1 Definición.....	10
2.2.2.2 Suelo.....	10
2.2.2.3 Clima.....	11
2.2.2.4 Época de suministro.....	11
2.2.2.5 Clasificación Botánica de la planta de trigo.....	11
2.2.2.6 Morfología.....	11
2.2.2.7 Partes del grano.....	12
2.2.3 Composición Química.....	13
2.2.4 Clasificación de trigos.....	14
2.2.4.1 Clasificación por cosecha.....	14
2.2.4.2 Clasificación según la fuerza.....	14
2.2.4.3 Producción de trigo en Ecuador.....	15
2.2.5 Usos del trigo.....	16
2.2.6 Harina de trigo.....	17
2.2.7 Composición Química.....	18
2.2.8 Clases de Harinas.....	18
2.2.9 Usos de la harina en la industria alimentaria.....	23
2.2.10 Producción de harina de trigo.....	24
2.3 Plátano.....	24
2.3.1 Origen.....	24
2.3.2 Generalidades.....	25
2.3.2.1 Definición.....	25
2.3.2.2 Clasificación Botánica.....	25
2.3.2.3 Morfología.....	26
2.3.3 Composición Nutricional.....	26
2.3.4 Beneficios.....	27
2.3.5 Alternativas de Industrialización.....	27
2.3.6 Importancia Económica.....	28
2.3.7 Harina de plátano (Variedad Dominico).....	29
2.3.8 Composición Química.....	30
2.3.9 Consumo de harina de plátano.....	30

2.3.10 Producción de harina de plátano (variedad dominico).....	31
2.3 Haba	32
2.4.1 Origen.....	32
2.4.2 Generalidades.....	32
2.4.2.1 Definición.....	32
2.4.2.2 Clasificación Botánica.....	33
2.4.2.3 Morfología.....	33
2.4.3 Composición Química.....	34
2.4.4 Beneficios.....	34
2.4.5 Alternativas de Industrialización.....	35
2.4.6 Importancia Económica.....	36
2.4.7 Harina de haba (variedad INIAP-441 Serrana) (grano grande)...	36
2.4.8 Composición Química.....	37
2.4.9 Ventajas del consumo de harina de haba.....	37
2.5 Fibra	37
2.5.1 Tipos de Fibra.....	38
2.5.2 ¿Por Qué Consumir Fibra?.....	39
2.6 Descripción de ingredientes	39
2.6.1 Mantequilla.....	39
2.6.2 Leche.....	39
2.6.3 Huevo.....	39
2.6.4 Sacarosa.....	40
2.6.5 Panela en polvo.....	40
2.6.6 Polvo de hornear.....	40
2.6.7 Esencia de Vainilla.....	40

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales	41
3.1.1 Materia prima.....	41
3.1.2 Equipos.....	42
3.1.3 Materiales.....	42
3.2 Métodos	43
3.2.1 Caracterización del área de estudio.....	43
3.2.2 Factores en estudio.....	44
3.2.3 Tratamientos.....	45
3.2.4 Diseño experimental.....	46
3.2.5 Características del experimento.....	46
3.2.6 Unidad experimental.....	46
3.2.7 Análisis de varianza.....	46
3.2.8 Análisis funcional.....	47
3.2.9 Variables a evaluarse.....	47
3.2.9.1 Variables Cuantitativas.....	47
3.2.9.1.1 Análisis microbiológicos.....	51
3.2.9.2 Variables cualitativas.....	51
3.2.10 Análisis proximal en el producto final.....	52
3.3 Manejo específico del experimento	53
3.3.1 Diagrama de bloques para la elaboración de galletas integrales..	54
3.3.2 Descripción del proceso de elaboración de galletas integrales...	55

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Humedad de la masa al inicio del proceso de elaboración de galletas integrales (%).....	63
4.2 Humedad de la masa en la etapa media (10 min) del proceso de elaboración de galletas integrales (%)	67
4.3 Humedad de la masa en la etapa final (20 min) del proceso de elaboración de galletas integrales (%).....	71
4.4 Peso de la masa al inicio del proceso de elaboración de galletas integrales (g).....	75
4.5 Peso de la masa en la etapa media (10min) del proceso de elaboración de galletas integrales (g).....	80
4.6 Peso de la masa en la etapa final (20 min) de reposo en la elaboración de galletas integrales (g).....	85
4.7 pH de la masa en la etapa inicial del reposo en la elaboración de galletas...	89
4.8 pH de la masa en la etapa media (10 min) de reposo en el proceso de elaboración de galletas integrales	94
4.9 pH de la masa en la etapa final (20 min) de reposo en el proceso de elaboración de galletas integrales.....	99
4.10 Análisis estadístico de la variable tiempo de horneado en el producto terminado	105
4.11 Análisis estadístico de la variable humedad en el producto terminado.....	110
4.12 Análisis estadístico de la variable densidad en el producto terminado....	116
4.13 Análisis estadístico de la variable rendimiento en el producto terminado..	121
4.14 Análisis estadístico de la variable volumen en el producto terminado.....	125
4.15 Análisis sensorial del producto terminado.....	129
4.15.1 Color.....	130
4.15.2 Olor.....	131
4.15.3 Sabor.....	132
4.15.4 Crocancia.....	133

4.15.5 Crugencia.....	134
4.15.6 Aceptabilidad.....	135
4.16 Análisis físico químico para los tres mejores tratamientos.....	137
4.17 Análisis microbiológicos en la etapa inicial del período de cuarentena para los tres mejores tratamientos.....	138
4.18 Análisis microbiológicos en la etapa final del periodo de cuarentena para los tres mejores tratamientos.....	139
4.19 Balance de materiales para los tres mejores tratamientos.....	140
4.19.1 Balance de materiales tratamiento T9 (Harina de Trigo integral 50%, Harina de Plátano 25%, Harina de Haba 25% y Azúcar 28%).....	140
4.19.2 Balance de materiales tratamiento T10 (Harina de Trigo integral 50% Harina de Plátano 25%, Harina de Haba 25% y Azúcar 32%).....	141
4.19.3 Balance de materiales tratamiento T8 (Harina de Trigo integral 70% Harina de Haba 30% y Panela 35%).....	142
4.20 Costos de producción.....	143

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES.....	144
RECOMENDACIONES.....	147

CAPÍTULO VI

RESUMEN.....	148
SUMMARY.....	150

CAPÍTULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	152
--	------------

CAPÍTULO VIII

ANEXOS.....	155
--------------------	------------

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Composición química del trigo.....	13
Cuadro 2: Producción, superficie y rendimiento del trigo.....	15
Cuadro 3: Producción de trigo en la región norte.....	16
Cuadro 4: Composición por 100 gramos de porción comestible de harina de trigo.....	18
Cuadro 5: Producción, superficie y rendimiento de harina de trigo.....	24
Cuadro 6: Valor nutricional por cada 100 g de plátano.....	26
Cuadro 7: Producción de Plátano en la Región Norte.....	29
Cuadro 8: Composición por 100 gramos de porción comestible de harina de plátano.....	30
Cuadro 9: Producción, superficie y rendimiento de harina de plátano.....	31
Cuadro 10: Composición por 100 gramos de porción comestible de habas.....	34
Cuadro 11: Composición por 100 gramos de harina de Haba.....	37
Cuadro 12: Alimentos ricos en Fibra (por cada 100 gramos).....	38
Cuadro 13: Tipos de Fibra.....	38
Cuadro 14: Tratamientos en estudio.....	45
Cuadro 15: Esquema del ADEVA.....	46
Cuadro 16: Formula del mejor tratamiento T9 (Harina de trigo integral 50%, harina de plátano 25%, harina de haba 25%, azúcar 28%).....	56
Cuadro 17: Porcentaje de ingredientes de cada mezcla.....	56
Cuadro 18: Valores obtenidos de humedad de la masa al inicio del proceso (%)...	63
Cuadro 19: Análisis de varianza de la variable Humedad al inicio del proceso (%)	64
Cuadro 20: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos, de la variable Humedad al inicio del proceso (%).....	65
Cuadro 21: Prueba DMS para el factor M (Mezcla de Harinas) (%).....	65
Cuadro 22: Disminución de la humedad en la etapa media (10 min) de reposo en el proceso (%).....	67
Cuadro 23: Análisis de varianza de la variable Humedad a los 10 min del proceso (%).....	68

Cuadro 24: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos de la variable Humedad a los 10 min del proceso (%).....	69
Cuadro 25: Prueba DMS para el factor M (Mezcla de Harinas) (%).....	69
Cuadro 26: Disminución de la humedad en la etapa final (20 min) del proceso de elaboración de galletas (%).....	72
Cuadro 27: Análisis de varianza de la variable Humedad a los 20 min del proceso (%).....	72
Cuadro 28: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos de la variable Humedad a los 20 min del proceso (%).....	73
Cuadro 29: Prueba DMS para el factor M (Mezcla de Harinas) (%).....	73
Cuadro 30: Disminución del peso en la masa al inicio del proceso de elaboración de galletas (g).....	75
Cuadro 31: Análisis de varianza de la variable Peso al inicio del proceso (g).....	76
Cuadro 32: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos de la variable Peso al inicio del proceso (g).....	77
Cuadro 33: Prueba DMS para el factor M (Mezcla de Harinas) (g).....	77
Cuadro 34: Prueba DMS para el factor E (Tipos de edulcorantes) (g).....	78
Cuadro 35: Disminución del peso de la masa en la etapa media (10min) del proceso de elaboración de galletas (g).....	80
Cuadro 36: Análisis de varianza de la variable Peso a los 10 min del proceso (g)	81
Cuadro 37: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos de la variable Peso a los 10 min del proceso (g).....	82
Cuadro 38: Prueba DMS para el factor M (mezcla de harinas) (g).....	82
Cuadro 39: Prueba DMS para el factor E (Tipos de edulcorantes) (g).....	83
Cuadro 40: Disminución del peso de la masa en la etapa final (20 min) de reposo en la elaboración de galletas (g).....	85
Cuadro 41: Análisis de varianza de la variable Peso a los 20 min del proceso(g)	86
Cuadro 42: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos de la variable Peso a los 20 min del proceso (g).....	87
Cuadro 43: Prueba DMS para el factor E (Tipos de edulcorantes) (g).....	87
Cuadro 44: Determinación del pH en la masa al inicio del reposo.....	89
Cuadro 45: Análisis de varianza de la variable pH al inicio del proceso.....	90

Cuadro 46: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos de la variable pH al inicio del proceso.....	91
Cuadro 47: Prueba DMS para el factor M (mezcla de harinas).....	91
Cuadro 48: pH de la masa en la etapa media (10 min) de reposo.....	94
Cuadro 49: Análisis de varianza de la variable pH a los 10 min del proceso.....	95
Cuadro 50: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos de la variable pH a los 10 min del proceso.....	96
Cuadro 51: Prueba DMS para el factor M (mezcla de harinas).....	96
Cuadro 52: pH de la masa en la etapa final (20min) de reposo en el proceso de elaboración de galletas.....	99
Cuadro 53: Análisis de varianza de la variable pH a los 20 min del proceso.....	100
Cuadro 54: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos de la variable pH a los 20 min del proceso.....	101
Cuadro 55: Prueba DMS para el factor M (mezcla de harinas).....	101
Cuadro 56: Prueba DMS para el factor E (Tipo de edulcorantes).....	102
Cuadro 57: Tiempo de horneado en el producto terminado (min).....	105
Cuadro 58: Análisis de varianza de la variable Tiempo de Horneado (min).....	106
Cuadro 59: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos de la variable Tiempo de Horneado (min).....	107
Cuadro 60: Humedad en el producto terminado (%).....	110
Cuadro 61: Análisis de varianza de la variable humedad en el producto terminado (%).....	111
Cuadro 62: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos de la variable humedad en el producto terminado (%).....	112
Cuadro 63: Prueba DMS para el factor M (Mezcla de harinas) (%).....	112
Cuadro 64: Prueba DMS para el factor E (Tipos de edulcorantes) (%).....	113
Cuadro 65: Densidad en el producto terminado (ml/g).....	116
Cuadro 66: Análisis de varianza de la variable Densidad en el producto terminado (ml/g).....	117
Cuadro 67: Prueba de Tukey al 5 % para tratamiento de la variable Densidad en el producto terminado (ml/g).....	118

Cuadro 68: Prueba DMS para el factor E (Tipos de edulcorantes) (ml/g).....	118
Cuadro 69: Rendimiento del producto terminado (%).....	121
Cuadro 70: Análisis de varianza de la variable Rendimiento del producto terminado (%).....	122
Cuadro 71: Prueba de Tukey al 5 % para tratamiento de la variable Rendimiento en el producto terminado (%).....	123
Cuadro 72: Prueba DMS para el factor M (Mezcla de harinas) (%).....	123
Cuadro 73: Contenido de volumen en el producto terminado (ml).....	125
Cuadro 74: Análisis de varianza de la variable Volumen en producto terminado (ml).....	126
Cuadro 75: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos de la variable Volumen del producto terminado (ml).....	127
Cuadro 76: Prueba DMS para el factor M (Mezcla de Harinas) (ml).....	127
Cuadro 77: Análisis de Friedman para las variables de la evaluación sensorial.....	136
Cuadro 78: Análisis Físico – Químico para los tratamientos T9, T10 y T8.....	137
Cuadro 79: Análisis Microbiológico para los tratamientos T9, T10 y T8.....	138
Cuadro 80: Análisis Microbiológico para los tratamientos T9, T10 y T8.....	139
Cuadro 81: Costos de los tres mejores tratamientos.....	143

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Disminución de la humedad en la masa al inicio del proceso de elaboración de galletas (%).....	66
Gráfico 2: Disminución de la humedad en la masa en la etapa media (10min) del proceso de elaboración de galletas (%).....	70
Gráfico 3: Disminución de la humedad en la masa en la etapa final (20min) del proceso de elaboración de galletas (%).....	74
Gráfico 4: Disminución del peso de la masa en la etapa inicial del proceso de elaboración de galletas (g).....	79
Gráfico 5: Disminución del peso de la masa en la etapa media (10 min) del reposo en la elaboración de galletas (g).....	84
Gráfico 6: Disminución del peso de la masa en la etapa final (20 min) del reposo en la elaboración de galletas (g).....	88
Gráfico 7: Interacción de los factores: M (Mezcla de harinas) y E (Tipo de edulcorantes) para la variable pH de la masa en la etapa inicial del reposo en la elaboración de galletas (g).....	92
Gráfico 8: pH de la masa en la etapa inicial del reposo en la elaboración de galletas.....	93
Gráfico 9: Interacción de los factores: M (Mezcla de harinas) y E (Tipo de edulcorantes) para la variable pH de la masa en la etapa media (10 min) de reposo en la elaboración de galletas.....	97
Gráfico 10: pH de la masa en la etapa media (10 min) de reposo en la elaboración de galletas.....	98
Gráfico 11: Interacción de los factores: M (Mezcla de harinas) y E (Tipo de edulcorantes) para la variable pH de la masa en la etapa final (20 min) de reposo en la elaboración de galletas.....	103
Gráfico 12: pH de la masa en la etapa final (20 min) de reposo en la elaboración de galletas.....	104
Gráfico 13: Interacción de los factores: M (Mezcla de harinas) y E (Tipo de edulcorantes) para la variable tiempo de horneado en el producto terminado (min).....	108

Gráfico 14: Representación gráfica de la variable tiempo de horneado en el producto terminado (min).....	109
Gráfico 15: Interacción de los factores: M (Mezcla de harinas) y E (Tipo de edulcorantes) para la variable Humedad del producto terminado (%)......	114
Gráfico 16: Humedad del producto terminado (%)......	115
Gráfico 17: Interacción de los factores: M (Mezcla de harinas) y E (Tipo de edulcorantes) para la variable Densidad del producto terminado (ml/g)......	119
Gráfico 18: Densidad en el producto terminado (ml/g)......	120
Gráfico 19: Rendimiento en el producto terminado (%)......	124
Gráfico 20: Volumen en el producto terminado (ml)......	128
Gráfico 21: Caracterización del color en el producto terminado.....	130
Gráfico 22: Caracterización del olor en el producto terminado.....	131
Gráfico 23: Caracterización del sabor en el producto terminado.....	132
Gráfico 24: Caracterización de la crocancia en el producto terminado.....	133
Gráfico 25: Caracterización de la crugencia en el producto terminado.....	134
Gráfico 26: Caracterización de la aceptabilidad en el producto terminado.....	135

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía: 1 Balanza de Rayos Infrarrojos.....	47
Fotografía: 2 Balanza Electrónica.....	48
Fotografía: 3 Potenciómetro.....	48
Fotografía: 4 Cronómetro.....	49
Fotografía: 5 Formulación.....	55
Fotografía: 6 Dosificación.....	57
Fotografía: 7 Cremado.....	57
Fotografía: 8 Mezclado.....	58

Fotografía: 9 Reposo.....	58
Fotografía: 10 Moldeo.....	59
Fotografía: 11 Horneado.....	59
Fotografía: 12 Enfriamiento.....	60
Fotografía: 13 Pesado.....	60
Fotografía: 14 Empacado.....	61
Fotografía: 15 Almacenado.....	61

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Hojas de encuesta para la evaluación sensorial de galletas integrales de harina de trigo integral, plátano y haba con diferentes niveles de azúcar y panela.....	156
ANEXO 2: Rangos de la variable color, determinados en la evaluación sensorial de influencia de las harinas de trigo integral, plátano, haba, en la elaboración de galletas integrales.....	158
ANEXO 3: Rangos de la variable olor, determinados en la evaluación sensorial de influencia de las harinas de trigo integral, plátano, haba, en la elaboración de galletas integrales.....	159
ANEXO 4: Rangos de la variable sabor, determinados en la evaluación sensorial de influencia de las harinas de trigo, plátano, haba, en la elaboración de galletas integrales.....	160
ANEXO 5: Rangos de la variable crocancia, determinados en la evaluación sensorial de influencia de las harinas de trigo, plátano, haba, en la elaboración de galletas integrales.....	161
ANEXO 6: Rangos de la variable crugencia, determinados en la evaluación sensorial de influencia de las harinas de trigo integral, plátano, haba, en la elaboración de galletas integrales.....	162
ANEXO 7: Rangos de la variable aceptabilidad, determinados en la evaluación sensorial de influencia de las harinas de trigo, plátano, haba, en la elaboración de galletas integrales.....	163

ANEXO 8: Costos de Producción del tratamiento T9 (Harina de trigo integral 50%, harina de plátano 25%, harina de haba 25% y Azúcar 28%).....	164
ANEXO 9: Costos de Producción del tratamiento T10 (Harina de trigo integral 50%, harina de plátano 25%, harina de haba 25% y Azúcar 32%).....	165
ANEXO 10: Costos de Producción del tratamiento T8 (Harina de trigo integral 70%, harina de haba 30% y Panela 35%).....	166
ANEXO 11: Norma NTE INEN 2085:96 para galletas.....	167
ANEXO 12: Norma NTE INEN 1529-10:98 para control microbiológico de los alimentos.....	171

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.2 INTRODUCCIÓN

Según el *Banco Mundial (2007)*, La inseguridad alimentaria se la define como “falta del ingreso necesario para satisfacer las necesidades básicas de alimentos, que se suele definir sobre la base de las necesidades mínimas de calorías”. Casi 371.000 niños menores de cinco años en el Ecuador tienen desnutrición crónica; y de ese total, unos 90 mil la tienen grave. *Banco Mundial; 2007. Quito.*

La escases de los alimentos en la actualidad, a nivel mundial y en el Ecuador, hace que las instituciones involucradas en procesos de investigación, producción y comercialización; redireccionen el aprovechamiento de materias primas locales a fin de potenciar la producción de productos autóctonos y con potencialidad de producción y consumo como es el caso del haba y el plátano que por sus características pueden utilizarse en productos elaborados.

En nuestro país existen problemas de mal nutrición, especialmente en niños de etapa preescolar y escolar, los cuales no disponen fácilmente de alimentos balanceados nutricionalmente sino que su alimentación se orienta a alimentos con alto valor energético, careciendo de minerales como: calcio, fósforo, sodio, hierro, de igual manera su contenido de fibra y proteína, lo que conlleva a las carencias nutricionales en el organismo.

Gran parte de la población ecuatoriana padece desnutrición crónica, anemia, deficiencia de micronutrientes (vitamina A, D, E, K, B2, B6 y B12, folato, calcio, magnesio, potasio, hierro y zinc), de sobrepeso y obesidad. La desnutrición puede causar problemas emergentes, una mayor susceptibilidad a enfermedades infecciosas, además afecta al desempeño escolar, deterioro cognitivo y psicomotor, la baja concentración y el rendimiento escolar.

En las provincias de Imbabura y Carchi que conforman la región uno del Ecuador, se dispone de diversidad de climas y microclimas, los cuales influyen en la producción agropecuaria. El haba y plátano, alimentos que se producen en estas provincias son limitadamente aprovechados por el consumidor intermedio y final, en la cual está involucrada la agroindustria, la misma, a través de los procesos de transformación no ha logrado insertar en el mercado productos de alto valor agregado.

La industria harinera ecuatoriana, del 90 al 95% importa trigo para derivados como: pan, pastas y otros, sin embargo debido a la problemática mundial de alimentos, estratégicamente es necesario involucrar otras materias primas en la elaboración de productos con valor agregado y que cumplan los requerimientos impuestos por las instituciones de control.

1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Los cereales y leguminosas son alimentos propios de la zona interandina, conocidos por los pobladores desde tiempos ancestrales, mismos que son la base de la alimentación diaria, al igual que el plátano es un alimento muy rico en potasio el que se cultiva en las regiones tropicales. En el caso de Ecuador lo encontramos en las regiones: Costa (95,21%), Sierra (4,46%) y Oriente (0,32%), según el (*Visualizador de Estadísticas Agropecuarias del Ecuador, ESPAC; www.ecuadorencifras.com*)

Mejorar la producción de plátano y haba, además de brindar una alternativa de industrialización de sus productos y dar un valor agregado a los mismos, para alcanzar mejores rendimientos y rentabilidad por hectárea.

Incorporación de haba y plátano como la materia prima en la elaboración de galletas, se mejorará la composición nutricional de las mismas, con el fin de aprovechar los diferentes nutrientes que poseen las harinas, por su gran contenido tanto de proteína como de fibra, utilizando para ello un producto que tiene gran aceptación en la población.

Según la *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)*, la definición adoptada indica que existe seguridad alimentaria "Cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico, social y económico a los alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfagan sus necesidades energéticas diarias y preferencias alimentarias para llevar una vida sana y activa".

Con la presente investigación, se obtendrá un producto procesado con ingredientes que pueden encontrarse con mayor facilidad en el mercado y la factibilidad de consumirlo en cualquier momento, y al mismo tiempo de poder acompañar este producto con otros alimentos.

En caso de no ejecutarse el proyecto, por la falta de recursos o apoyo, el inversionista por una parte no dispondrá de parámetros para generar un nuevo producto y a su vez el productor estará rezagado en la producción agrícola.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la influencia de las harinas de trigo integral, plátano y haba en la elaboración de galletas integrales.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer la fórmula y el proceso de elaboración de galletas integrales incorporando harina de trigo, plátano y haba.
- Determinar el porcentaje de mezcla óptimo y el tipo de edulcorante adecuado para la elaboración de galletas integrales.
- Determinar los valores de las variables cuantitativas en la masa (Humedad, Peso, pH, Tiempo de horneado), y en el producto terminado (Humedad, Densidad, Rendimiento, Volumen).
- Evaluar la calidad microbiológica (mohos y levaduras) del producto terminado.
- Evaluar los análisis organolépticos (color, olor, sabor, crocancia, crujencia, y aceptabilidad) del producto terminado.
- Evaluar la calidad físico-química, (azúcares totales, fibra total, proteína, carbohidratos, grasa, calorías, cenizas,) a los tres mejores tratamientos.
- Determinar el rendimiento y costos de los tres mejores tratamientos.

1.4 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Hi: Los niveles de harina de trigo integral, plátano y haba inciden en las características de la galleta.

Ho: Los niveles de harina de trigo integral, plátano y haba no inciden en las características de la galleta.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Galletas

2.1.1 Historia

El primer alimento que recibió el nombre de galleta fue una especie de pan de forma plana y de larga conservación, distribuido entre tripulaciones de buques y grupos de soldados. Actualmente, con este término nos referimos a una amplia serie de productos alimenticios de variadas formas y sabores, producidos en casas, panaderías e industrias.

El Diccionario de Nutrición y Tecnología de Alimentos establece que “las galletas son esencialmente productos con muy poca humedad, hechas con harina, ricas en grasa y azúcar, de alto contenido energético”.

El Diccionario de la Lengua Española tiene dos referencias para la palabra galleta. La primera proviene de la palabra francesa “galette” con la que al menos desde 1636, se referían al pan sin levadura elaborado para consumir en los barcos. También se utilizó la palabra “galette” para designar a una especie de hojuela o crepa que los franceses comían en el Siglo XIII. La segunda se origina del latín “galleta” y hace mención a una vasija pequeña para almacenar y servir licores. También se relaciona, en algunos países suramericanos, con una especie de calabaza redonda y sin empuñadura que se emplea para tomar mate o contener líquidos variados.

La torta-galleta, fue uno de los primeros alimentos cocinados: el alimento original de los hombres nómadas y libres. Es también el pan agradable a Dios. En la Biblia abundan las referencias a la galleta (pan ácimo) como alimento primordial del pueblo de Israel por ser alimento puro y no corrupto. De acuerdo con distintos investigadores, los panes de que hablan las Escrituras eran planos, en forma de galletas u hojuelas gruesas a las que se añadía, en ocasiones, miel, manteca, huevo y grasa.

De las pequeñas industrias artesanas se pasó a otras más mecanizadas y con un proceso de fabricación acorde con la creciente demanda y la rentabilidad del producto.

Gradualmente la industria galletera inició un proceso de crecimiento y desarrollo que ya no se detuvo y que por el contrario se incrementó de acuerdo con las nuevas necesidades de los mercados en expansión, y de los gustos y necesidades de los consumidores. En la actualidad, la galleta es un alimento popular y se encuentra en todas partes, sin distinción de países ni lugares.

Fuente: www.pozuelo.com (21-08-2009)

2.1.2 Definición

Según la norma **INEN 2 085:96** las galletas son productos obtenidas mediante el horneado apropiado de las figuras obtenidas por el amasado del derivado de trigo u otros farináceos con otros ingredientes aptos para el consumo humano.

Según el Manual de Pastelería y Confitería (pág. 180): Las galletas son productos alimenticios elaborados a base de una mezcla de harina, grasa, comestibles y agua, con la adición de a veces azúcares, aromas, especias, etc. Sometidas a un proceso de amasado y posteriormente un proceso térmico, dando lugar a un producto de presentación muy variado caracterizado por su bajo contenido de humedad.

Según la norma INEN 2085:96. Las galletas se clasifican en los siguientes tipos:

- a. **Galletas simples:** las galletas son productos obtenidas mediante el horneado apropiado de las figuras obtenidas por el amasado del derivado de trigo u otros farináceos con otros ingredientes aptos para el consumo humano, sin ningún agregado posterior al horneado.
- b. **Galletas saladas:** las galletas son productos obtenidas mediante el horneado apropiado de las figuras obtenidas por el amasado del derivado de trigo u otros farináceos con otros ingredientes aptos para el consumo humano, que tienen connotación salada
- c. **Galletas dulces:** las galletas son productos obtenidas mediante el horneado apropiado de las figuras obtenidas por el amasado del derivado de trigo u otros farináceos con otros ingredientes aptos para el consumo humano, que tienen connotación dulce
- d. **Galletas wafer:** Producto obtenido a partir del horneado de una masa líquida (oblea) adicional un relleno para formar un sánduche.
- e. **Galletas con relleno:** las galletas son productos obtenidas mediante el horneado apropiado de las figuras obtenidas por el amasado del derivado de trigo u otros farináceos con otros ingredientes aptos para el consumo humano, a las que se les añade relleno.
- f. **Galletas revestidas o cubiertas:** las galletas son productos obtenidas mediante el horneado apropiado de las figuras obtenidas por el amasado del derivado de trigo u otros farináceos con otros ingredientes aptos para el consumo humano, que exteriormente presentan un revestimiento o baño, Pueden ser simples o rellenas.

- g. Galletas integrales:** Este tipo de galletas son elaboradas a base de harina de trigo integral las cuales se caracterizan por su funcionalidad; son productos con fibra que aportan muchos nutrientes, como vitaminas, minerales, ácidos grasos.

2.1.3 Harinas para galletas

En general, salvo excepciones, las harinas galleteras suelen ser flojas, con poco gluten y muy extensibles. El contenido en proteínas que tienen usualmente es del 8 a 9%, cuando el tipo de galleta a elaborar es quebradiza y semidulce, mientras que para aquellas otras galletas esponjosas y bizcochos o aquellas otras que en su formulación contienen algo de levadura prensada, el porcentaje de proteínas es de entre 9 y 10%.

2.2 TRIGO



2.2.1 Origen

El trigo es la planta más cultivada del mundo. El trigo puede incluso superar la cantidad de todas las demás especies productoras de semillas, silvestres o domesticadas. Cada mes del año una cosecha de trigo madura en algún lugar del mundo. Es la cosecha más importante de los Estados Unidos y el Canadá y crece en extensas zonas en casi todos los países de América Latina, Europa y Asia.

Ninguna civilización ha sido fundada alguna vez con una base agrícola que no sea la de los cereales. Las antiguas culturas de Babilonia y Egipto, de Roma y Grecia, y más tarde las del norte y oeste de Europa, se basaron todas en el cultivo del trigo, la cebada, el centeno y la avena. Las de la India, China y Japón tenían el arroz como cultivo básico. Los pueblos precolombinos de América -incas, mayas y aztecas- cultivaron el maíz para su cotidiano pan.

Las primeras formas de trigo recolectadas por el hombre hace más de doce mil años eran del tipo *Triticum monococcum* y *T. dicoccum*, caracterizadas fundamentalmente por tener espigas frágiles que se disgregan al madurar.

El trigo es una especie anual, adaptada a distintos climas, suelos y altamente productiva; constituye una notable fuente de proteína e hidratos de carbono en la dieta humana. Es el cultivo alimenticio que ocupa superficie en el mundo (Enciclopedia Sistemático Agropecuario, pág. 291, año 1978)

2.2.2 Generalidades

2.2.2.1 Definición

Planta gramínea anual, de la familia del césped, con espigas de cuyos granos molidos se obtiene la harina. Su nombre científico es el *genus triticum*. Es uno de los cereales más usados en la elaboración de alimentos.

Se puede contar entre los cereales al trigo, cebada, centeno, avena, maíz, arroz y mijo. El trigo ocupa el primer lugar en extensión de tierra cultivada, mientras que el arroz, que no llega a ocupar la tercera parte de terreno que el trigo, rinde el mismo tonelaje de grano que este.

El orden de importancia, tanto, en extensión de cultivo como en rendimiento, aparece así: trigo, arroz, maíz, cebada, avena, mijo (sorgo), centeno. (Enciclopedia Sistemático Agropecuario, pág. 247, año 1978)

2.2.2.2 Suelo

El mejor cultivo del trigo se consigue en terreno cargado de marga y arcilla, aunque el rendimiento es satisfactorio en terrenos más ligeros. El incremento de cosecha, compensa el fuerte abonado nitrogenado.

2.2.2.3 Clima

El trigo prospera en climas sub-tropicales, moderadamente templados y moderadamente fríos. Lo más apropiado es una pluviosidad anual de 229-762 mm, más abundante en primavera que en verano. La temperatura media en el verano debe ser de 13 °C (56°F) o más.

2.2.2.4 Época de suministro

La siembra y recolección del trigo en los diferentes países productores, dependen naturalmente de las condiciones climáticas particulares; en algunos países se cosecha trigo durante todos los meses del año. De todas formas, las posibilidades de ensilaje de la mayoría de los países de trigo, son suficientes para poder almacenar la mayor parte de la cosecha anual.

En los últimos años el cultivo de los cereales y en especial el trigo ha tenido un auge muy notable. Ello se ha debido a un incremento de la demanda que tiende a cantidades mayores cada año.

La gran ventaja de los cereales sobre los demás productos radica en su facilidad de almacenamiento. (Enciclopedia Sistemático Agropecuario, pág. 248, año 1978)

2.2.2.5 Clasificación Botánica de la planta de trigo

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Género:	Triticum

2.2.2.6 Morfología

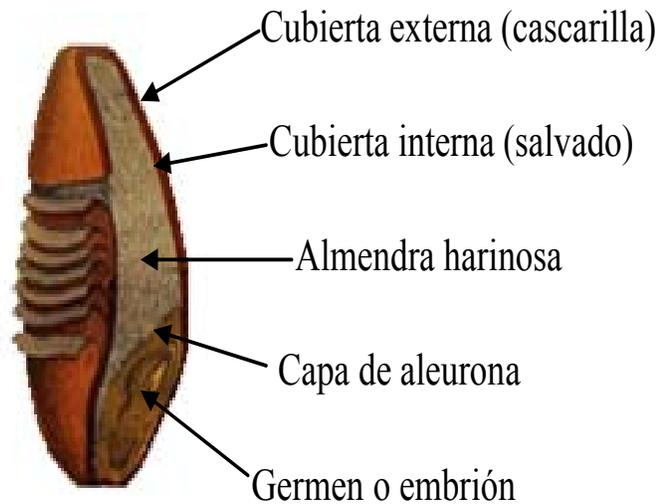
Planta herbacea con inflorescencia en espiga, el triticum comprende numerosas especies con características diversas en lo que atañe a la espiga, la carióspside y el

tallo. Este es normalmente duro, lleno con hojas paralelinervias de aquí procede la característica inflorescencia (espiga) que puede ser aristada (si cada espiguilla termina con una arista) o mutada que carece de ella.

Cada espiga puede contener de 25 a 40 granos, cuya forma puede ser redonda o alargada y cuyos colores varían desde el amarillo pajizo al rojizo.

2.2.2.7 Partes del grano

El grano entero está constituido por las siguientes partes:



- Una membrana o envoltura llamada afrecho formada por seis capas distintas y que es la parte más rica en celulosa, hierro, fósforo, calcio, magnesio, flúor. Vitaminas del complejo B. También contiene proteína.
- El contenido constituido en su mayor parte por almidón y gluten.
- El germen o embrión del trigo que contiene proteínas, aceites, vitamina E y B. Se debe destacar la presencia del ácido graso llamado linoleico que actúa en los casos de exceso de colesterol en la sangre.

Fuente: (Enciclopedia Sistemático Agropecuario, pág. 249, año 1978)

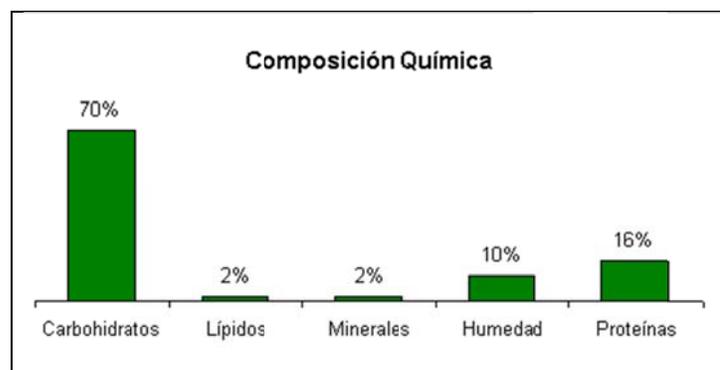
El grano del trigo en su conjunto, formado por el salvado o pericarpio, el endospermo y germen, forman un alimento casi completo, que contiene todos los nutrientes que nuestro organismo necesita, con las siguientes excepciones: provitamina A (Beta-Caroteno), Vitamina C y Vitamina B12.

*El resto de nutrientes están todos contenidos en el grano de trigo completo, incluida la **fibra**. Todos ellos se encuentran en una proporción idónea excepto las grasas y el calcio, que escasean. (El poder medicinal de los alimentos, Dr. Jorge Pamplona Roger, pág. 292)*

2.2.3 Composición Química

El grano maduro del trigo está formado por: hidratos de carbono, (fibra cruda, almidón, maltosa, sucrosa, glucosa, melibiosa, pentosanos, galactosa, rafinosa), compuestos nitrogenados (principalmente proteínas: Albúmina, globulina, prolamina, residuo y gluteínas), lípidos (ac. Grasos: mirístico, palmítico, esteárico, palmitooleico, oléico, linoléico, linoléico), sustancias minerales (K, P, S, Cl) y agua junto con pequeñas cantidades de vitaminas (inositol, colina y del complejo B), enzimas (B-amilasa, celulasa, glucosidasas) y otras sustancias como pigmentos. Estos nutrientes se encuentran distribuidos en las diversas áreas del grano de trigo, y algunos se concentran en regiones determinadas. El almidón está presente únicamente en el endospermo, casi exclusivamente al salvado y la proteína se encuentra por todo el grano. Aproximadamente la mitad de los lípidos totales se encuentran en el endospermo, la quinta parte en el germen y el resto en el salvado, pero la aleurona es más rica que el pericarpio y testa.

Cuadro 1: Composición Química del Trigo



Fuente: www.monografias.com/trabajos6/trigo/trigo.shtml (14-04-2008)

En la siguiente figura podemos observar el porcentaje de estos nutrimentos en su forma natural.

2.2.4 Clasificación de trigos

2.2.4.1 Clasificación por cosecha

- a. Trigo de invierno:** se siembra en otoño y se recoge en primavera, es el que se utiliza en nuestro país.
- b. Trigo de primavera:** se siembra en primavera y se recoge en verano, es propio de países muy fríos. De esta forma se evitan las heladas del invierno que estropearían el trigo.

Fuente: Tomado de: <http://www.monografias.com/trabajos6/trigo/trigo.shtml>

2.2.4.2 Clasificación según la fuerza:

- a. Trigo común:** también llamado vulgar o candeal, es el más cultivado y se utiliza para la panificación.
- b. Trigos duros:** proporciona el grano que se utiliza para la fabricación de pastas alimenticias (macarrones, fideos, etc.), es muy rico en proteínas.
- c. Trigos compactos:** es de calidad relativamente baja y es el que se utiliza para repostería, tiene pocas proteínas.
- d. Trigos fuertes:** los trigos que tienen la facultad de producir harina para panificación con piezas de gran volumen, buena textura de la miga y buenas propiedades de conservación, tienen por lo general alto contenido de proteína.

- e. **Trigos flojos:** estos trigos dan harina con la que solamente se pueden conseguir pequeños panes con miga gruesa y abierta y que se caracterizan por su bajo contenido en proteína. La harina de trigo flojo es ideal para galletas y pastelería, aunque es inadecuada para panificación a menos que se mezcle con harina más fuerte.

2.2.4.3 Producción de trigo en Ecuador

El Ecuador pasó de ser un país auto abastecedor en trigo después de los años 50, a dependiente total de importaciones, con una mínima producción, siendo las causas, una materia prima importada de mejor calidad y a menor precio, la reducción de incentivos a la producción de trigo, y los cultivos alternativos.

Según el Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca (MAGAP). La producción nacional de trigo satisface únicamente del 1% al 6% de la demanda local, el porcentaje restante se obtiene de la importación (97%-99% demanda local).

Cuadro 2: Producción, superficie y rendimiento

Años	Superficie	Producción	Rendimiento	Tasa crecimiento	
	Ha	Tm	Tm/ha	Superficie	Producción
2000	20,870	12,958	0,62	-16,5	-13,6
2001	22,135	13,502	0,61	6,1	4,2
2002	21,682	13,990	0,65	-2,0	3,6
2003	20,230	12,589	0,63	-6,7	-10,0
2004	21,556	13,543	0,63	6,6	7,6
2005	19,695	11,966	0,61	-8,6	-11,6
2006	19,160	12,771	0,67	-2,7	6,7
2007	14,125	9,927	0,70	-26,3	-22,3

Fuente: SIGAGRO/MAGAP (15-08-2009)

Cuadro 3: Producción de Trigo en la Región Norte

VISUALIZADOR DE ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS DEL ECUADOR ESPAC				
Año: 2008 Capítulo: Cultivos Transitorios Producto: Trigo-Grano seco				
Característica: Superficie Ámbito: Provincial				
Ámbito	Sembrado	Cosechado	Producción	Ventas
Carchi	565,00	565,00	774,00	640,00
Imbabura	2245,00	2200,00	2419,00	1582,00
Pichincha	1444,00	1719,00	1269,00	988,00

Datos de superficie en hectáreas (Ha) y datos de producción y ventas en toneladas métricas (Tm)

Fuente: www.ecuadorencifras.com (15-08-2009)

2.2.5 Usos del trigo

El trigo generalmente es transformado en harina, y ésta es destinada a la fabricación de pan, galletas, pasteles, tortillas, pastas para sopa y otros productos. La proteína es uno de los elementos nutritivos más importantes, misma que se encuentra contenida en el gluten, el cual facilita la elaboración de levaduras de alta calidad, necesarias para la panificación.

El trigo de menor calidad se usa para la elaboración de bebidas alcohólicas y para la alimentación animal. Igualmente los subproductos de la molienda (salvado, salvadillo, etc.) se utilizan como alimento forrajero, o para la elaboración de otros alimentos humanos con alto contenido de fibras.

2.2.6 Harina de trigo



La harina de trigo utilizada en el proceso fue “Harina de Trigo Integral Fortificada”, la misma que posee constituyentes aptos para la formación de masas (proteína–gluten), pues la harina y agua mezclados en determinadas proporciones, producen una masa consistente.

Esta es una masa firme, que en nuestra mano ofrece una determinada resistencia, a la que puede darse la forma deseada. y que resiste la presión de los gases producidos por la fermentación (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, capacidad para ser trabajada, retención de gases y evitando la deformación de las piezas.

La harina integral de trigo contiene el 100% del grano original, suele utilizarse mucho en repostería, en la elaboración de pan, galletas, postres.

2.2.7 Composición Química

Cuadro 4: Composición por 100 gramos de porción comestible

Componentes	Unidades	Harina de trigo
Energía	kcal	359,0
Agua	g	10,8
Proteína	g	10,5
Grasa	g	2,0
Carbohidrato	g	74,8
Fibra	g	1,5
Cenizas	g	0,4
Calcio	mg	36,0
Fosforo	mg	108,0
Hierro	mg	0,6
Tiamina	mg	0,11
Riboflavina	mg	0,06
Niacina	mg	0,93
Acido ascórbico	mg	1,8

Fuente: Collazos, C. 1996. Tablas de Composición de Alimentos (10-04-2008).

La variedad de trigo más apropiada para la elaboración de galletas, es el trigo que crece en climas secos, que posee mayor dureza y alcanza un valor en proteínas comprendido entre el 11 y el 15%.

2.2.8 Clases de Harinas

- a. **Harina de trigo común:** Sirve para todo tipo de cocción y como espesante. Se produce con la combinación de harinas de trigo duro y blando. La harina de trigo común la podemos encontrar blanqueada o sin blanquear.



- b. Harina para pan:** Esta harina no ha sido blanqueada, es muy alta en gluten y contiene aproximadamente un 99,9% de harina de trigo duro con cebada malteada para incrementar la actividad de la levadura, haciéndola ideal para la elaboración de panes.



- c. Harina de repostería:** Se suele producir a partir del endospermio del trigo de variedades blandas. Es muy alta en almidón y baja en proteínas, lo que significa que contiene muy poco gluten, por eso se usa para tartas.



- d. Harina chapati:** Se fabrica con trigo integral molido muy fino. Es muy popular en la india, donde se usa para preparar muchos panes planos, como los chapatis y los rotis.



- e. **Harina enriquecida:** Estas harinas son procesadas para eliminar el salvado y el germen, se enriquecen con nutrientes como tiamina, riboflavina, niacina, vitamina D, hierro y calcio, para compensar todo lo que pierden en el refinado. Se elimina el germen porque es la parte oleosa y de esta forma la harina se mantiene durante más tiempo.



- f. **Farina:** La harina es un tipo de harina que se hace con cualquier tipo de cereal, fruto seco o raíz rico en almidones, aunque lo más común es que esté hecho a base de trigo. Para hacer esta harina se separa el salvado del grano y se muele éste último hasta crear un fino polvo que muchas veces se enriquece con vitaminas del grupo B y hierro.



- g. **Harina de gluten:** La harina de gluten se produce con trigo de grano duro tratado para eliminar el almidón. Contiene al menos un 70% de gluten y un mínimo de almidón.



- h. Harina orgánica:** La harina orgánica se produce a partir de trigo cultivado y procesado según estándares de agricultura orgánica. No se suelen usar pesticidas ni fertilizantes artificiales. En el cultivo se prefiere la rotación de campos para minimizar el riesgo de plagas.



- i. Harina de pastelería:** Se produce a partir de trigo de grano blando y tiene una textura muy fina y un alto contenido en almidones. No es tan fina como la harina de repostería, se puede encontrar blanqueada y sin blanquear y se suele usar para hacer galletas, biscotes, etc.



- j. Harina con levadura:** La harina con levadura es simplemente eso: harina común a la que se ha añadido levadura seca y en ocasiones también sal.



- k. Semolina:** La semolina es una harina granulada con un color amarillo pálido creada a partir de trigo Durum, que se suele usar casi básicamente

para hacer pasta. Es muy alta en proteínas y gluten, y también es muy útil para hacer gnocchi sin huevo.



- l. Harina de tortilla:** Es una harina de trigo que se usa para preparar bollos y panes rápidos, como tortillas, chapatis, muffins, etc.



- m. Harina integral:** Para hacer esta harina se usa todo el trigo incluido el salvado y germen, haciéndola más nutritiva. Se puede encontrar sólo como harina integral, o como harina integral fina, También hay harina integral para repostería, hecha a base de trigo de grano blando, muy fina y con mucho almidón, y también con menos contenido de salvado y germen.



2.2.9 Usos de la harina en la industria alimentaria:

Las harinas tienen múltiples aplicaciones en la industria alimentaria y se utilizan habitualmente en repostería, mezcladas con grasas y aceites, azúcar y otros componentes como el cacao, la vainilla y otras esencias.

Con ellas se prepara una gran variedad de productos que incluye pasteles, tortas, bizcochos, galletas, rosquillas y hojaldres.

Asimismo se emplean para elaborar pastas, para lo cual se usan harinas de trigo duro, si bien en algunos países se dispone también de pastas hechas a partir de la harina de soja.

La inmensa mayoría de la harina de trigo producida se emplea para fabricar pan. Los trigos de clima húmedo, de contenido proteínico más bajo, son más blandos y recomendables para la producción de pastas y tortas.

Aunque la mayor parte del trigo sembrado se utiliza para el consumo alimenticio humano y alrededor del 10% se destina a nueva siembra, se reservan pequeños porcentajes para empleo industrial en la elaboración de féculas, almidones, pastas, dextrosas, alcoholes y otros productos.

Los trigos de calidades no aptas para el consumo humano, así como los subproductos de la molienda, se utilizan como alimentos para el ganado y los animales domésticos.

El trigo es el cereal más importante en el mundo entero, seguido inmediatamente del arroz. Este mismo presta consistencia a una masa pastosa como se hace en el proceso de panificación. (Enciclopedia Sistemática Agropecuario, pág. 257, año 1978).

2.2.10 Producción de harina de trigo.

Cuadro 5: Producción, superficie y rendimiento

Años	Superficie	Producción	Rendimiento
	Ha	Tm	Tm/ha
2000	20,870	12,958	0,62
2001	22,135	13,502	0,61
2002	21,682	13,990	0,65
2003	20,230	12,589	0,63
2004	21,556	13,543	0,63
2005	19,695	11,966	0,61
2006	19,160	12,771	0,67
2007	14,125	9,927	0,70

Fuente: SIGAGRO/MAGAP (15-08-2009)

2.3 PLÁTANO



2.3.1 Origen

El plátano tiene su origen en Asia meridional, siendo conocido en el Mediterráneo desde el año 650 d.C. La especie llegó a Canarias en el siglo XV y desde allí fue llevado a América en el año 1516. El cultivo comercial se inicia en Canarias a finales del siglo XIX y principios del siglo XX.

La producción de plátano ha sido ancestral en el Ecuador principalmente para el consumo interno. La presión de la demanda étnica en países como Estados Unidos y otros en Europa, han estimulado la producción de plátano de buena calidad para la exportación.

El Ecuador está exportando considerables volúmenes de plátano y adicionalmente se han instalado agroindustrias de producción de plátano frito (chips), además se elabora harina de plátano, la cual posee una importante composición nutricional y a su vez para la exportación, con muy buenas perspectivas internacionales.

2.3.2 Generalidades

2.3.2.1 Definición

Fruta, cilíndrica con 3 ángulos pronunciados, se consume en diversos estados de madurez y de ello depende su sabor entre otras características. Así, el plátano con cáscara verde y vetas negras tiene un sabor salado, su firme y astringente pulpa es de color blanco marfil.

2.3.2.2 Clasificación Botánica

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Liliopsida
Orden: Zingiberales
Familia: Musaceae
Género: Musa
Especie: M. paradisiaca

2.3.2.3 Morfología

Planta: herbácea perenne gigante, con rizoma corto y tallo aparente, que resulta de la unión de las vainas foliares, cónico y de 3,5-7,5 m de altura, terminado en una corona de hojas.

Fruto: Los plátanos son polimórficos, pudiendo contener de 5-20 manos, cada una con 2-20 frutos, siendo su color amarillo verdoso, amarillo, amarillo-rojizo o rojo. Los plátanos comestibles son de partenocarpia vegetativa, o sea, desarrollan una masa de pulpa comestible sin ser necesaria la polinización. La mayoría de los frutos de la familia de las *Musáceas* comestibles son estériles, debido a un complejo de causas, entre otras, a genes específicos de esterilidad femenina, triploidía y cambios estructurales cromosómicos, en distintos grados.

2.3.3 Composición Nutricional

Cuadro 6: Valor nutricional por cada 100 g

Componentes	Unidades	Plátano (crudo)
Energía	kcal	90
Carbohidratos	g	23
Grasa	g	0,2
Proteína	g	1,2
Agua	mg	78
Tiamina (Vit. B1)	mg	0,54
Riboflavina (Vit.B2)	mg	0,067
Niacina (Vit. V3)	mg	1
Calcio	mg	13,8
Hierro	mg	1,5
Fósforo	mg	50,4
Potasio	mg	350

Fuente: <http://plaverecuador.com/productos/plamacho.html> (21-04-2008)

2.3.4 Beneficios

- Destaca su contenido de hidratos de carbono, por lo que su valor calórico es elevado.
- Los nutrientes más representativos del plátano son el potasio, vitamina C, fósforo, el magnesio, el ácido fólico y sustancias de acción astringente; sin despreciar su elevado aporte de fibra, del tipo fruto-oligosacáridos. Estas últimas lo convierten en una fruta apropiada para quienes sufren de procesos diarreicos.
- 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 se relaciona con el funcionamiento de intestino, nervios y músculos, forma parte de huesos y dientes, mejora la inmunidad y posee un suave efecto laxante.
- El ácido fólico interviene en la producción de glóbulos rojos y blancos, en la síntesis material genético y la formación anticuerpos del sistema inmunológico. Contribuye a tratar o prevenir anemias y de espina bífida en el embarazo.
- El fruto es rico en dopamina, de efecto vasoconstrictor, y serotonina, que regula la secreción gástrica y estimula la acción intestinal.

2.3.5 Alternativas de Industrialización

El plátano puede presentarse en varias formas: congelado, en rodajas, puré o pulpa, deshidratado, harina, “flakes”. El plátano se consume generalmente cocinado: frito, asado, hervido en estofados, sopas, ensaladas.

Elaborados en forma de chifles se utilizan como bocaditos. Es muy apreciado en el estilo de cocina tropical.

Existen algunas técnicas para el procesamiento del plátano verde, con el fin de obtener productos como:

- Harina de plátano: mezclas para concentrado animal
- Hojuelas de plátano: secas y/o fritas
- Patacones
- Patacones Congelados
- Plátanos conservado por Frío
- Harinas para consumo humano

2.3.6 Importancia Económica

El plátano es el cuarto cultivo más importante del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz. Además de ser considerado un producto básico y de exportación, constituyendo una importante fuente de empleo e ingresos en numerosos países en desarrollo.

Los países latinoamericanos y del Caribe producen el grueso de los plátanos que entran en el comercio internacional, unos 10 millones de toneladas, del total mundial de 12 millones de toneladas.

Es considerado el principal cultivo de las regiones húmedas y cálidas del sudoeste asiático.

Aunque es uno de los cultivos más importantes de todo el mundo, los consumidores del norte lo aprecian sólo como un postre, pero constituye una parte esencial de la dieta diaria para los habitantes de más de cien países tropicales y subtropicales.

Cuadro 7: Producción de Plátano en la Región Norte

VISUALIZADOR DE ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS DEL ECUADOR					
ESPAC					
Año: 2008		Capítulo: Cultivos Permanentes		Producto: Plátano	
Característica: Superficie			Ámbito: Provincial		
Ámbito	Plantada	Edad Prod.	Cosechada	Producción	Ventas
Carchi	2,00	2,00	2,00	8,00	-
Imbabura	1325,00	1129,00	1125,00	4664,00	790,00
Pichincha	14078,00	13393,00	12783,00	44622,00	33811,00

Datos de superficie en hectáreas (Ha) y datos de producción y ventas en toneladas métricas (Tm)

Fuente: www.ecuadorencifras.com (15-08-2009)

2.3.7 Harina de plátano (Variedad Dominico)



Entre los productos más nutritivos de la alimentación humana está la harina de plátano, quizás de todas las féculas, la más rica en principios proteicos.

Puede usarse cualquiera de las variedades de plátano, pero debe preferirse la variedad de plátano “dominico”, por su gran riqueza en fécula, tanino y vitaminas.

Cuando el plátano está verde contiene tanino y almidón, pero a medida que se aproxima la madurez, el tanino desaparece y el almidón se transforma en goma y azúcar, desarrollando conjuntamente un principio ácido. Por esta causa la harina sólo se prepara de plátano verde (variedad dominico).

2.3.8 Composición Química

Cuadro 8: Composición por 100 gramos de porción comestible

Componentes	Unidades	Harina de plátano
Energía	kcal	300,0
Agua	g	14,9
Proteína	g	3,1
Grasa	g	0,4
Carbohidrato	g	79,6
Fibra	g	1,1
Cenizas	g	2,0
Calcio	mg	29,0
Fosforo	mg	104,0
Hierro	mg	3,9
Retinol	mcg	100,0
Tiamina	mg	0,11
Riboflavina	mg	0,12
Niacina	mg	1,57
Acido ascórbico reducido	mg	1,3

Fuente: Collazos, C. 1996. Tablas de Composición de Alimentos. (12-04-2008)

2.3.9 Consumo de harina de plátano

El plátano es un alimento muy poderoso y de fácil asimilación, sea al natural o preparado en pastas, dulces o confituras y galletería, etc. De ahí que sea el más saludable auxiliar de las madres en la nutrición de sus hijos, cuando estos padecen de anemia, que se presenta en los países cálidos o que por otras causas de miseria fisiológica no puedan amamantarlos.

No hay un alimento tan completamente apropiado para los niños de pecho, como la buena harina de plátano que mejore el rendimiento de los mismos.

Anemia: Es la reducción de la concentración de hemoglobina por bajo de los valores normales (deficiencia de hierro).

Anemia: Literalmente significa “falta de sangre”, aunque habitualmente se refiere a la disminución en la cantidad de hematíes o glóbulos rojos que hay en la sangre. Estos son los que comunican el color rojo, y los que transportan el oxígeno necesario para la vida a todas las células del organismo. (El poder medicinal de los alimentos, Dr. Jorge Pamplona Roger, pág. 125)

2.3.10 Producción de harina de plátano (variedad dominico)

Cuadro 9: Producción, superficie y rendimiento

Años	Sup. Cosecha	Producción	Rendimiento
	(ha)	(TM)	(TM / ha)
2000	64.963,00	702.406,00	10.812,00
2001	15.507,00	489.822,00	31.587,15
2002	138.796,00	440.259,00	3.171,99
2003	142.213,00	651.176,00	4.578,88
2004	130.729,00	808.837,00	6.187,00
2005	144.942,00	1.012.720,00	6.987,00
2006	145.318,00	1.014.125,00	6.979,00

Fuente: FAO-Comercio Interno y Externo/MAG. (20-08-2009)

2.4 HABA



2.4.1 Origen

Son originarias como cultivo del Oriente Próximo, extendiéndose pronto por toda la cuenca mediterránea, casi desde el mismo comienzo de la agricultura. Los romanos fueron los que seleccionaron el tipo de haba de grano grande y aplanado que es el que actualmente se emplea para consumo en verde, extendiéndose a través de la Ruta de la Seda hasta China, e introducido en América, tras el descubrimiento del Nuevo Mundo.

2.4.2 Generalidades

2.4.2.1 Definición

Planta trepadora herbácea anual, hermafrodita, con tallos angulados, hojas compuestas, pinnadas, flores axilares grandes color blanco con marcas oscuras púrpuras, el fruto, parte comestible, es una vaina de semillas grandes. Tiene la facultad de fijar el nitrógeno en el suelo, consumiendo el 80% y dejando el otro 20% para la restauración de la fertilidad de la tierra.

La Haba es análoga al guisante y es un cultivo que puede producir muy diversos productos. En su estado tierno es apreciado en la alimentación humana. (Enciclopedia Sistemática Agropecuario, pág. 247, año 1978).

2.4.2.2 Clasificación Botánica

- Familia:** Leguminosas.
- Nombre científico:** *Vicia faba* L.
- Origen:** Asia central y región mediterránea.
- Planta:** anual. Porte recto.
- Sistema radicular:** muy desarrollado.

2.4.2.3 Morfología

Tallos: de coloración verde, fuertes, angulosos y huecos, ramificados, de hasta 1,5 m de altura. Según el ahijamiento de la planta varía el número de tallos.

Hojas: alternas, compuestas, paripinnadas, con folíolos anchos ovales-redondeados, de colores verdes y desprovistos de zarcillos.

Flores: axilares, agrupadas en racimos cortos de 2 a 8 flores, poseen una mancha grande de color negro o violeta en las alas, que raras veces van desprovistas de mancha.

Fruto: legumbre de longitud variable, pudiendo alcanzar hasta más de 35 cm. El número de granos oscila entre 2 y 9 unidades. El color de la semilla es verde amarillento, aunque las hay de otras coloraciones más oscuras.

2.4.3 Composición Química

Cuadro 10: Composición por 100 gramos de porción comestible de habas

Componentes	Unidades	habas
Energía	kcal	151,00
Agua	g	60,60
Proteína	g	11,30
Grasa	g	0,80
Carbohidratos	g	25,90
Fibra	g	0,80
Cenizas	g	1,40
Calcio	mg	31,00
Fosforo	mg	137,00
Hierro	mg	2,00
Retinol	mcg	10,00
Tiamina	mg	0,30
Riboflavina	mg	0,09
Niacina	mg	1,40
Acido ascórbico reducido	mg	28,50

Fuente: Collazos, C. 1996. Tablas de Composición de Alimentos. (14-04-2008)

*El hierro es el mineral más abundante en las habas (1.9mg/100g), casi tanto como en la carne, cuya absorción se potencia por la presencia simultánea de la vitamina C. Las habas se recomiendan en caso de **anemia** hipocroma o ferropénica por falta de hierro, así como en el embarazo, en la adolescencia, en los deportistas, y en la convalecencia de enfermedades infecciosas o de intervenciones quirúrgicas. (El poder medicinal de los alimentos, Dr. Jorge Pamplona Roger, pág. 136)*

2.4.4 Beneficios

- Las habas son una legumbre que se puede consumir tanto fresca como seca. Su valor nutricional es similar, pero mucho más concentrado en el caso de las habas secas.

- En las habas se encuentra una presencia muy importante de fibra dietética, además de nutrientes reguladores. Destaca el aporte de vitaminas del grupo B y la presencia de minerales como el potasio, fósforo, calcio o hierro. Por último, el aporte de vitamina B1 es superior a muchos cereales y carnes, y destaca también el contenido en riboflavina y en provitamina A.
- La riqueza energética de las habas, principalmente las secas, es una característica a destacar y se debe a su especial riqueza en hidratos de carbono. En el caso de las habas tiernas o en calzón, este nutriente energético es mucho menor, por lo que su aporte de calorías también.
- Las legumbres se caracterizan por aportar proteínas e hidratos de carbono, ambos en cantidades significativas, pero además, su riqueza en vitaminas, minerales y fibra las convierte en un alimento muy completo. El aporte de grasas, insignificante en las habas frescas, es algo mayor cuando las consumimos secas.
- Reduce el mal de Parkinson, el Alzheimer y el colesterol, es laxante y diurética, su alto contenido en ácido fólico la hace recomendable en el embarazo y en etapas de crecimiento, molida es usada para calmar la irritación de la piel en caso de viruela o varicela.

2.4.5 Alternativas de Industrialización

Otras presentaciones frecuentes en el mercado son habas tostadas envasadas en bolsas para “snack” o a granel, habas congeladas o en bloque, conservas de habas con cáscara o peladas, combinadas con otras legumbres o vegetales, puré, harina, polvo para la elaboración de sopas u otros alimentos.

La forma más común de preparación de habas es cocinándolas en agua, se pueden añadir hierbas aromáticas y luego se las consume con o sin cáscara. Las habas, frescas o secas, cocinadas o asadas, son un buen ingrediente para sopas, puré, ensaladas, combinaciones de bocaditos para picar, y platos en general.

Aparte del consumo humano, esta leguminosa se utiliza para alimento de ganado y aves de corral, además de ser un excelente cultivo de cobertera.

2.4.6 Importancia Económica

En Ecuador el cultivo de habas es tradicional en la sierra alta, entre pequeños productores de la serranía desde el Carchi hasta Loja, especialmente en áreas sobre los 2700 m.s.n.m. Las variedades locales han sido utilizadas ancestralmente, hasta que el INIAP inició la producción de semilla de nuevas variedades con mejoramiento genético y mejor productividad. Los precios de exportación por kilo de haba seca mantienen el mayor nivel al compararlos con los precios de habas congeladas y harina de haba. Sin embargo, los precios de haba seca presentan una marcada y consistente tendencia hacia la baja, disminuyendo en un 74.8% entre 1998 y 1999, y en 15% hasta octubre del 2000.

Las habas se cultivan en casi todo el mundo para producir granos destinados a la alimentación humana o animal y como abono verde.

La superficie mundial de su cultivo se sitúa en torno a los 2.4 millones de hectáreas. Esto supone unos 3.5 millones de toneladas anuales y unos rendimientos medios de 1500 kilogramos por hectárea.

China es el principal productor con el 54% total mundial. Entre los países de América Central y del Sur destaca Brasil, con alrededor de 125000 hectáreas cultivadas y una producción anual de 25000 toneladas. (Enciclopedia Practica de la Agricultura y la Ganadería, pág. 374).

2.4.7 Harina de haba (variedad INIAP-441 Serrana) (grano grande)



Esta harina posee un alto contenido en lecitina que le proporciona un efecto emulsionante, se adiciona como mejorante panario en pequeñas cantidades entorno al 0.3% a la harina. Esta dosis al ser tan pequeña prácticamente no afecta al valor nutritivo.

2.4.8 Composición Química

Cuadro 11: Composición por 100 gramos de harina de Haba

Componentes	Unidades	Harina de haba
Energía	kcal	317,0
Agua	g	14,5
Proteína	g	19,4
Grasa	g	5,0
Hidratos de Carbono	g	55,0
Fibra	g	15,0
Potasio	mg	760
Magnesio	mg	160,0
Fosforo	mg	380,0
Hierro	mg	9,5
Vitamina B1	mg	0,35
Niacina	mg	5,40
Folatos	mcg	140,0

Fuente: http://www.habamex.com.mx/joomla/index.php?option=com_content&view=article&id=32&Itemid=57 (14-04-2008)

2.4.9 Ventajas del consumo de harina de haba

- Ayuda a calmar los dolores causados por las hinchazones.
- Disuelve los tumores que se presentan en los órganos genitales.
- Es excelente contra las quemaduras de todo género. Para estos casos, se frota suavemente las partes afectadas por unos 10 minutos.
- Es una gran fuente de hierro.

2.5 Fibra

La fibra alimentaria es un conjunto de componentes que sólo se encuentra en alimentos de origen vegetal, como los cereales, frutas, verduras y legumbres, que no puede ser digerida por el organismo humano. Esto es debido a que el aparato digestivo humano no cuenta con las enzimas que pueden digerirla y utilizar.

Cuadro 12: Alimentos ricos en Fibra (por cada 100 gramos)

Alimentos	Unidades	Cantidad
Almendra	g	10
Salvado de trigo	g	5,3
Pan de trigo integral	g	5,0
Frambuesas	g	4,5
Nueces	g	4,5
Coles de Bruselas	g	4,4
Cebollas	g	3,1

Fuente: www.es.wikipedia.org/wiki/Fibra_diet%C3%A9tica. (17-04-2008)

2.5.1 Tipos de Fibra

Cuadro 13: Tipos de Fibra

Tipos de Fibra	Alimentos	Beneficios
Fibra Insoluble (celulosa)	Frutas (manzanas, cítricos), Legumbres, cereales	<ul style="list-style-type: none">➤ Retrasan el tránsito intestinal.➤ Retrasan la absorción de glucosa (afectan al índice glucémico).➤ Disminuyen los niveles de colesterol.
Fibra Soluble (hemicelulosa)	Trigo integral, maíz, cereales, pan integral y verduras	<ul style="list-style-type: none">➤ Aceleran el tránsito intestinal.➤ Incrementan el peso de las heces.➤ Ralentizan la hidrólisis de los almidones.➤ Retrasan la absorción de glucosa

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_diet%C3%A9tica.(17-04-2008).

2.5.2 ¿Por Qué Consumir Fibra?

Para tener un buen rendimiento físico es sin duda útil consumir habitualmente una buena cantidad de fibra. Por esta razón es aconsejable:

- En el desayuno, incluir alimentos ricos en fibra, como cereales integrales o una mezcla de cereales, pasas y frutos secos.
- En la comida principal, consumir verduras (ensaladas de distinto tipo, espinacas, apio, repollo, hinojo) o legumbres (guisantes, judías, lentejas, garbanzos).
- Consumir habitualmente fruta fresca, por ejemplo a media mañana o a media tarde.

El consumo de las fibras en estado puro (especialmente en forma de salvado) puede ser una alternativa para quien normalmente no toma verduras, legumbres o fruta o las consume en pequeñas cantidades.

2.6 Descripción de ingredientes

2.6.1 Mantequilla

Es un derivado lácteo, que se obtiene a partir del batido de la nata de la leche. De la mantequilla hay que destacar su alto poder energético. Tiene un alto contenido en materia grasa (83%), principalmente grasa saturada (45%) y vitaminas como la A y la D. Es conveniente tener en cuenta que la mantequilla, al contener grasas saturadas, no se debe incluir en la dieta de manera abundante.

2.6.2 Leche

Leche es el producto íntegro, sin adición ni sustracción alguna, exento de calostro, y obtenido por el ordeño higiénico completo e ininterrumpido de vacas sanas y bien alimentadas norma INEN 3, numeral 2.1.

2.6.3 Huevo

Es una célula rodeada de reserva nutritiva y cubiertas protectoras, que contiene vitaminas y minerales como:

Vitaminas A, B 3, B 6, B12, B9, (Acido Fólico), Zinc, Colina, Lecitina. Es útil para tratar algunas afecciones estomacales e intestinales (en especial las úlceras), porque las claras neutralizan la secreción de ácido en el estómago. Es recomendable para personas con anemia o que sean obesas.

2.6.4 Sacarosa

La enciclopedia Salvat, define a la sacarosa como:

Disacárido llamado también azúcar de caña o de remolacha, muy extendido en el reino vegetal. Está formada por glucosa y fructosa perdiendo una molécula de agua. Se hidroliza fácilmente dando azúcar invertida. (Consulta 21-04-2008)

2.6.5 Panela en polvo

La panela es otro tipo de azúcar o azúcar integral, conocida también como atado, raspadura. Es un producto sólido moldeado obtenido de la concentración del jugo de la caña, nutritivo por sus azúcares y minerales, de color café claro de sabor dulce y aroma característico. La panela es un edulcorante altamente energético, compuesto en gran proporción por sacarosa y en pequeña cantidad en azúcares invertidos. Guía técnica de agroindustria panelera. Walter Quezada, pág. 40. (21-04-2008).

2.6.6 Polvo de hornear

Es conocido como leudante químico, está compuesto de bicarbonato de sodio, fosfato monocálcico, pirofosfato de sodio y almidón, Aunque es muy popular y útil, no fue usado a mediados del año 1800, posee un aspecto de polvo fino de color blanco.

2.6.7 Esencia de Vainilla

La vainilla natural es una mezcla extremadamente complicada de varios cientos de compuestos diferentes, a diferencia de la sintética, que se deriva del fenol y de gran pureza. Sin embargo, es difícil determinar la diferencia entre ambas.

Aunque se encuentran muchos compuestos en el extracto de vainilla, el responsable predominante de su característico olor y sabor es la vainillina.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

3.1.1 Materia prima

- 25 kg Harina de trigo integral fortificada
- 6 kg Harina de plátano (Variedad Dominico)
- 7 kg Harina de haba (Variedad INIAP-441 Serrana)(grano grande)
- 6 kg Azúcar
- 6 kg Panela en polvo
- 15 kg Mantequilla
- 7 kg Leche
- 72 unidades de Huevos
- 1,5 kg Polvo de hornear
- 0,15 kg Esencia de vainilla

3.1.2 Equipos

- 1 Horno semindustrial
- 1 Selladora
- 1 Balanza gramera capacidad de 0 a 5000 g
- 1 Potenciómetro
- 1 Cocineta
- 1 Batidora

3.1.3 Materiales

- 1 Termómetro (escala -10° a 240° C)
- 2 Cucharas
- 1 Mesa para moldear
- 100 Fundas de celofán
- 4 Latas de horno
- 1 Recipiente de acero inoxidable
- 2 Recipientes de plástico
- 1 Rollo de papel toalla
- 2 Rollos de papel aluminio
- 1 Tanque de gas
- 1 Jarra con medida
- 1 Pares de guantes de calor
- 3 Pares de guantes de látex
- 2 Mangas para galletas

3.2 Métodos

3.2.1 Caracterización del área de estudio

La presente investigación se realizó en los Laboratorio de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte (Unidades Edu-Productivas de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial), Estos datos fueron facilitados por el Departamento de Meteorología de la Dirección General de la Aviación Civil de la Ciudad de Ibarra.

Ubicación

Provincia:	Imbabura
Cantón:	Ibarra
Parroquia:	El Sagrario
Lugar:	Unidades Edu- Productivas de Agroindustrias – FICAYA - UTN
Temperatura:	Promedio 18 ° C
Altitud:	2250 m.s.n.m.
Humedad Relativa Promedio:	73%
Latitud:	0° 20' Norte
Longitud:	78° 08' Oeste

3.2.2 Factores en estudio

FACTOR M: Porcentaje de mezclas de harina (trigo integral, plátano y haba).

MIX	H T (%)	H P (%)	HH (%)
M1	80 %	20 %	-
M2	70 %	-	30 %
M3	50 %	25 %	25 %

(%) porcentaje

M: Mix de harinas

HT: Harina de trigo integral

HP: Harina de plátano

HH: Harina de haba

FACTOR E: Tipos de edulcorantes

Azúcar: (28% ,32%)

E1: 28%

E2: 32%

Panela: (30% ,35%)

E3: 30%

E4: 35%

3.2.3 Tratamientos

De la combinación de los Factores **M** (Mezcla de harinas) y **E** (Tipos de edulcorantes), se estructuraron 12 tratamientos los cuales se detallan en el siguiente cuadro:

Cuadro 14: Tratamientos en estudio

Tratamientos	FACTOR M	FACTOR E	COMBINACIONES	DESCRIPCIÓN
	MIX %	EDULCORANTES		
1	M1	E1	M1 E1	Harina de trigo integral 80%, harina de plátano 20%, Azúcar 28%
2	M1	E2	M1 E2	Harina de trigo integral 80%, harina de plátano 20%, Azúcar 32%
3	M1	E3	M1 E3	Harina de trigo integral 80%, harina de plátano 20%, Panela 30%
4	M1	E4	M1 E4	Harina de trigo integral 80%, harina de plátano 20%, Panela 35%
5	M2	E1	M2 E1	Harina de trigo integral 70%, harina de haba 30%,Azúcar 28%
6	M2	E2	M2 E2	Harina de trigo integral 70%, harina de haba 30%,Azúcar 32%
7	M2	E3	M2 E3	Harina de trigo integral 70%, harina de haba 30%, Panela 30%
8	M2	E4	M2 E4	Harina de trigo integral 70%, harina de haba 30%,Panela 35%
9	M3	E1	M3 E1	Harina de trigo integral 50%, harina de plátano 25%, harina de haba 25%, Azúcar 28%
10	M3	E2	M3 E2	Harina de trigo integral 50%, harina de plátano 25%, harina de haba 25%, Azúcar 32%
11	M3	E3	M3 E3	Harina de trigo integral 50%, harina de plátano 25%, harina de haba25%, Panela 30 %
12	M3	E4	M3 E4	Harina de trigo integral 50%, harina de plátano 25%, harina de haba 25%,Panela 35%

3.2.4 Diseño experimental

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial:

A x B

3.2.5 Características del experimento

Número de repeticiones: Tres (3)

Número de tratamientos: Doce (12)

Número de unidades experimentales: Treinta y seis (36)

3.2.6 Unidad experimental

Cada unidad experimental tuvo un peso inicial de 2000 gramos de masa lista para empezar el proceso

3.2.7 Análisis de varianza

Cuadro 15: Esquema del ADEVA

FUENTE DE VARIACIÓN	GL
TOTAL	35
Tratamientos	11
(F M) Mix de harinas	2
(F E) Edulcorantes	3
M x E	6
Error experimental	24

3.2.8 Análisis funcional

- **Tratamientos:** Tukey al 5 %
- **Factores:** DMS (Diferencia mínima significativa)
- **Variables no paramétricas:** Friedman al 5 %

3.2.9 Variables a evaluarse

3.2.9.1 Variables Cuantitativas

1. En la masa:

- **Análisis de humedad**

Se determinó el porcentaje de humedad en la masa, utilizando una balanza de rayos infrarrojos con una aproximación de 0 a 100 %, esto se realizó al inicio, a los diez y a los veinte minutos de reposo, en las treinta y seis unidades experimentales, y así establecer la pérdida de humedad antes del horneado.



Fotografía 1: Balanza de Rayos Infrarrojos

- **Peso**

El peso se estableció con la finalidad de determinar el comportamiento de la masa, utilizando una balanza electrónica con capacidad de 0 a 5000 gramos, esto se efectuó al inicio, a los diez y a los veinte minutos durante el tiempo de reposo, a todos los tratamientos con sus respectivas repeticiones, y así conocer la variación de peso en la masa.



Fotografía 2: Balanza Electrónica

- **Determinación de pH**

El pH se determinó, para evaluar la variación de acidez o basicidad de la masa, de igual manera se midió el pH al inicio, a los diez y a los veinte minutos de reposo, se empleó un potenciómetro para establecer que pH tiene la masa, en las treinta y seis unidades experimentales.



Fotografía 3: Potenciómetro

- **Tiempo de horneado**

Se determinó mediante la utilización de un cronómetro, para establecer el tiempo de horneado de la galleta con el fin de verificar cual es el tiempo óptimo de horneado de los diferentes tratamientos con sus respectivas repeticiones en la galleta, a una temperatura constante de 180° C.



Fotografía 4: Cronómetro

2. En el producto final

- **Determinación de humedad**

Se utilizó el método de la cápsula abierta en estufa, esto se realizó en las galletas una vez concluida la parte experimental, establecido en la norma NTE INEN 2085.96 para galletas que se encuentra en el anexo 11.

- **Determinación de la Densidad**

Para determinar la densidad del producto terminado una vez concluida la parte experimental, se pesó una galleta en la balanza electrónica para establecer su peso, luego en una probeta de boca ancha se colocó semillas de linaza hasta aforar, luego se procedió a vaciar la probeta. Nuevamente se vierte las semillas hasta la mitad de la probeta y colocaremos la galleta, luego se introdujo el resto de semillas hasta aforar. Se procedió a medir el volumen de las semillas sobrantes que quedarán fuera de la probeta, el

volumen que se obtuvo y el peso de la galleta fueron utilizados en la siguiente fórmula:

$$D = \text{Peso} / \text{Volumen}$$

De acuerdo a la norma: NTE INEN 11.

- **Determinación del volumen**

Esta variable se realizó una vez que se obtuvo el producto final, para medir el volumen, se empleó el método de “**Desplazamiento de Semillas**”, dichas determinaciones ayudaron a obtener el rendimiento del producto.

NOTA: Los valores de las variables antes enunciadas, se determinaron en el Laboratorio de usos múltiples de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales.

- **Determinación del Rendimiento**

Se realizó para establecer la utilidad de las galletas una vez finalizado la parte experimental y ayudar a determinar sus costos, aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento: } \frac{\text{Peso Final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

3.2.9.1.1 Análisis microbiológicos

1. Mohos y levaduras: A excepción del resto de análisis, este se realizó a todos los tratamientos, para determinar el contenido permisible de mohos y levaduras en la galleta establecido en la norma NTE INEN 1529. Y así obtener un producto libre de contaminación para las degustaciones.

2. Recuento estándar en placa: Al igual que el análisis de mohos y levaduras el recuento estándar en placa se determinó a todos los tratamientos y además se realizó a los tres mejores tratamientos al inicio y al final de la cuarentena, con el fin de observar, el contenido de microorganismos permisibles, existentes en la galleta de acuerdo a la norma NTE INEN 1529.

3.2.9.2 Variables cualitativas

1. Color, Olor y Sabor

Estas variables se determinarían a través de la prueba de Friedman con la intervención de un panel de degustadores que calificaron a los diferentes tratamientos.

2. Crocancia

Se apreció de acuerdo a la fuerza de rompimiento que presenta la galleta, a través del panel de degustadores.

3. Crugencia

Esta prueba se percibió de acuerdo al sonido de la galleta, al ser degustada por los catadores que se presentaron en la degustación.

4. Aceptabilidad

La aceptabilidad de las galletas es una característica importante para el degustador ya que de esta manera puede conocer con mejor certeza cuál es el producto de

preferencia proporcionando información más clara, se lo realizó a partir de la prueba de Friedman para aceptabilidad.

Para la evaluación de los datos registrados, se aplicó la prueba no paramétrica de FRIEDMAN:

$$X^2 = \frac{12}{r \times t (t + 1)} \sum R^2 - 3r (t + 1)$$

Donde:

r = Numero de degustadores

t = Tratamientos

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

3.2.10 Análisis proximal en el producto final

Partiendo de los análisis anteriores se realizó el análisis de Weende a los tres mejores tratamientos en lo que corresponda a:

1. Azúcares totales

Los azúcares totales se determinaron mediante el método de Lane y Eynon. Para determinar el contenido de azúcar en el producto.

2. Fibra total

La fibra se determinó mediante el análisis del método gravimétrico, para establecer el contenido de fibra total en el producto terminado.

3. Proteína

Se determinó mediante el método Kjeldahl para establecer la cantidad de proteína que poseen las galletas.

4. Carbohidratos totales

El contenido de carbohidratos se determinó mediante un análisis proximal para establecer la cantidad de carbohidratos en la galleta, según la metodología del CÁLCULO.

5. Grasa

La grasa se determinó mediante el método Soxhlet. Para determinar el nivel de grasa en el producto terminado.

6. Calorías

Se determinó mediante un análisis proximal, para establecer mediante cálculo el contenido de calorías en el producto.

7. Minerales

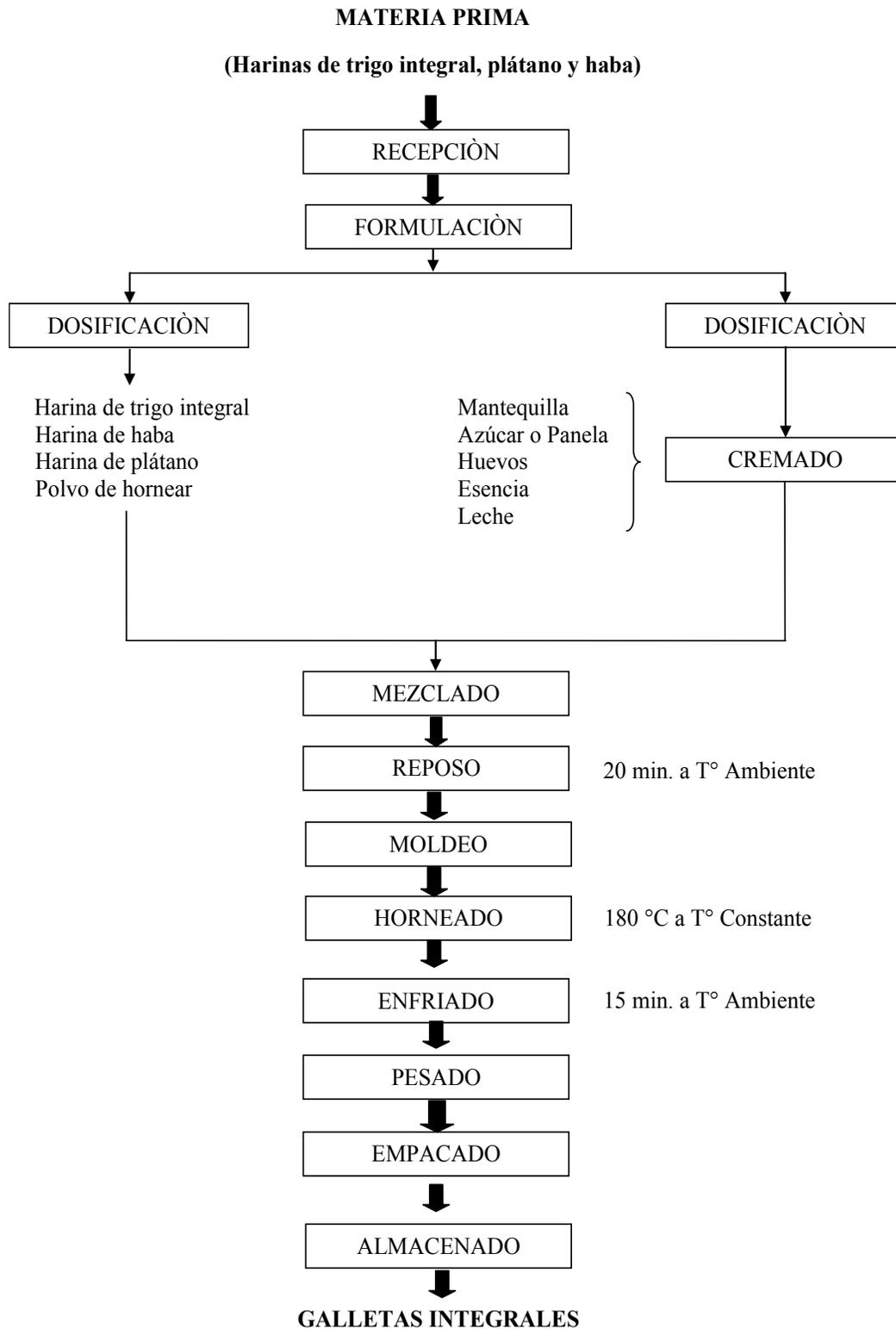
Para establecer la cantidad de Calcio, Hierro y Fósforo en las galletas se empleó las siguientes metodologías: APHA 3500-Ca, A.P.H.A. 3500 Fe y E.P.A. 365.2+3 respectivamente.

NOTA: Las variables antes descritas, se determinaron en el Laboratorio de usos múltiples de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales.

3.4 Manejo específico del experimento

Con el fin de determinar la influencia de las harinas de trigo integral, plátano, y haba en la elaboración de galletas integrales, se aplicó los siguientes diagramas de proceso.

3.3.1 Diagrama de bloques para la elaboración de galletas integrales.



3.3.2 Descripción del proceso de elaboración de galletas integrales

Materia prima

Las harinas de trigo integral, plátano, haba y los demás ingredientes, que se empleó en la elaboración de galletas, se adquirieron en las diferentes despensas de la ciudad de Ibarra.

Recepción

Se recibió de los proveedores antes mencionados la materia prima requerida y así se observó los defectos que estas puedan presentar.

Formulación

Se procedió a verificar y obtener las diferentes cantidades de harinas e insumos, con relación a una formulación ya establecida en un recetario de elaboración de galletas integrales, en el cual se varió los porcentajes de las harinas e ingredientes.



Fotografía 5: Formulación

A continuación se muestra en el cuadro 16, los porcentajes de los ingredientes para cada mezcla y la fórmula del mejor tratamiento obtenido en la experimentación (T9 Harina de trigo integral 50%, harina de plátano 25%, harina de haba 25%, azúcar 28%).

Dosificación

Una vez que se recibió la materia prima y se estableció los porcentajes determinados en sus respectivas formulaciones, se procedió a pesar las harinas y el resto de ingredientes sólidos y líquidos de cada unidad experimental.



Fotografía 6: Dosificación

Cremado

En el cremado se formó una emulsión, integrando la mantequilla y el edulcorante correspondiente (azúcar o panela granulada), batiendo a velocidad media, se mezcló durante cinco minutos, luego se añadió los huevos y la esencia de vainilla batiendo durante otros 5 minutos más, hasta obtener una emulsión suave y cremosa.



Fotografía 7: Cremado

Mezclado

Se procedió a mezclar las harinas junto con el polvo de hornear en forma manual, a esta mezcla se agregó el cremado (mantequilla, azúcar o panela, huevos y esencia de vainilla) luego se adicionó la leche lentamente mezclando durante 10 minutos, hasta obtener una masa homogénea.



Fotografía 8: Mezclado

Reposo

Luego del mezclado se dejó la masa en reposo, durante un tiempo de veinte minutos, tiempo en el cual se tomó los respectivos datos de las variables (Humedad, pH, Peso). Estas variables se midieron al inicio, a los diez y a los veinte minutos, para observar el comportamiento de cada mezcla.



Fotografía 9: Reposo

Moldeo

Una vez tomados los datos de las variables de la masa durante su reposo, se procedió a colocar en una manga para galletas (utensilio de tela de forma cónica), para dar el espesor y tamaño adecuado a la galleta, luego se colocó en las diferentes latas de acuerdo a su respectivo tratamiento para su posterior horneado.



Fotografía 10: Moldeo

Horneado

Se procedió al horneado, controlando el tiempo de horneado de cada tratamiento para determinar el mejor tiempo, mientras que su temperatura se mantuvo constante a 180 °C.



Fotografía 11: Horneado

Enfriamiento

Finalizado el tiempo de horneado de las galletas se procedió al enfriamiento de las mismas, a una temperatura ambiente por un tiempo mínimo de quince minutos.



Fotografía 12: Enfriamiento

Pesado

Las galletas ya elaboradas, nuevamente se procedieron a pesar para determinar el rendimiento de las mismas.



Fotografía 13: Pesado

Empacado

El producto terminado se empacó en fundas de papel celofán (polipropileno), y a continuación se colocó la etiqueta de su respectivo tratamiento y repetición.



Fotografía 14: Empacado

Almacenamiento

El producto terminado se almacenó en un lugar adecuado, durante un tiempo de 40 días (cuarentena), una vez finalizado este tiempo se realizó las pruebas microbiológicas (análisis de mohos y levaduras), de los tres mejores tratamientos, con la finalidad de analizar la calidad microbiológica de las galletas durante la cuarentena.



Fotografía 15: Almacenado

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Con el propósito de comprobar los factores, variables e hipótesis planteada “Los niveles de harina de trigo integral, plátano y haba inciden en las características de la galleta”. Se efectuó el siguiente análisis estadístico.

VARIABLES EVALUADAS

4.1 HUMEDAD DE LA MASA AL INICIO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE GALLETAS INTEGRALES (%).

A continuación, se presentan los valores medidos de la variable humedad de la masa al inicio del proceso.

Cuadro 18: Valores obtenidos de humedad de la masa al inicio del proceso (%).

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT.	\bar{X}
		1	2	3		
T1	M1E1	14,99	15,04	15,68	45,71	15,24
T2	M1E2	14,88	15,02	15,23	45,13	15,04
T3	M1E3	15,97	15,95	15,12	47,04	15,68
T4	M1E4	14,96	15,50	15,98	46,44	15,48
T5	M2E1	16,10	16,02	15,98	48,10	16,03
T6	M2E2	16,02	15,81	15,06	46,89	15,63
T7	M2E3	16,02	15,54	15,01	46,57	15,52
T8	M2E4	15,41	16,00	15,99	47,40	15,80
T9	M3E1	17,01	15,97	16,28	49,26	16,42
T10	M3E2	16,01	16,35	16,78	49,14	16,38
T11	M3E3	16,03	16,55	16,85	49,43	16,48
T12	M3E4	16,01	16,31	17,11	49,43	16,48

Cuadro 19: Análisis de varianza de la variable Humedad al inicio del proceso (%).

F. de V.	GL.	S.C.	C.M.	F. cal.	5%	1%
Total	35	12,79				
Tratamiento	11	8,33	0,75	4,07**	2,22	3,09
Factor M	2	7,16	3,58	19,26**	3,40	5,61
Factor E	3	0,33	0,10	0,58 ^{NS}	3,01	4,72
M x E	6	0,84	0,13	0,75 ^{NS}	2,51	3,67
E. exp.	24	4,46	0,18			

CV: 2,72%

NS: No significativo

* : Signicativo

** : Altamente significativo

En el análisis de varianza, se observa que existe alta significación estadística para tratamientos, como para el factor **M (Mezcla de harinas)**, es decir que en la etapa inicial del proceso, la variable humedad en la masa depende de la composición de los respectivos ingredientes a utilizar en la fórmula.

Al existir diferencia significativa se realizó las pruebas de Tukey al 5% para tratamientos y Diferencia media significativa (DMS) para el factor **M (Mezcla de harinas)**.

Cuadro 20: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos, de la variable Humedad al inicio del proceso (%).

Tratamientos		Medias	Rangos
T11	M3E3	16,48	a
T12	M3E4	16,48	a
T9	M3E1	16,42	a
T10	M3E2	16,38	a
T5	M2E1	16,03	a
T8	M2E4	15,80	a
T3	M1E3	15,68	a
T6	M2E2	15,63	a
T7	M2E3	15,52	a
T4	M1E4	15,48	a
T1	M1E1	15,24	a
T2	M1E2	15,04	b

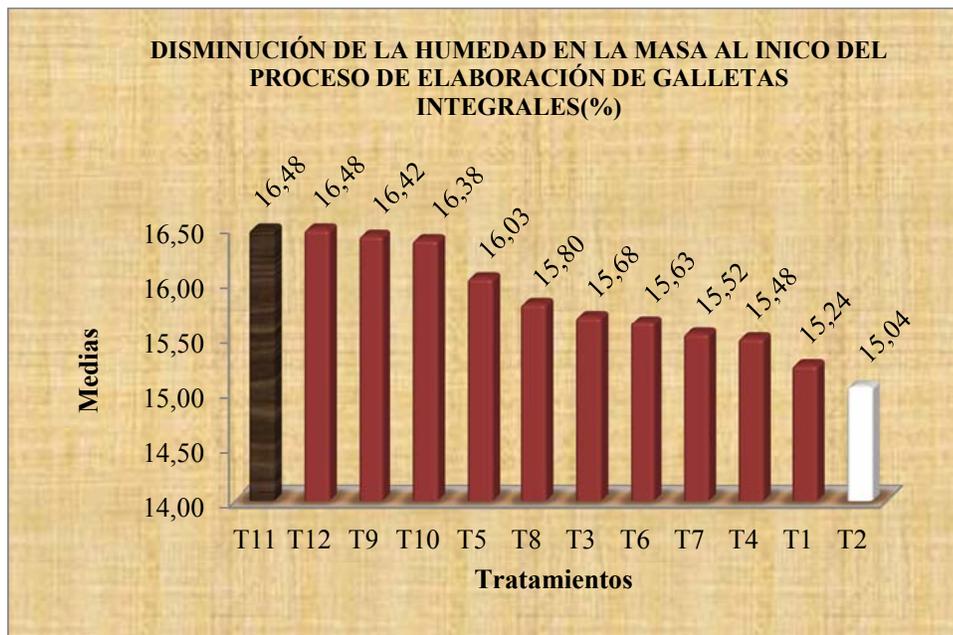
En el cuadro 20; se aprecia que los once primeros tratamientos se encuentran dentro de un mismo rango, porque estos tienen las mejores medias de humedad y así facilitando el moldeo de la masa, resultando **T11** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y panela 30%) y **T12** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y panela 35%) como los mejores tratamientos y posee un rango diferente únicamente en **T2** (Harina de trigo integral 80%, Harina de plátano 20% y azúcar 32%).

Cuadro 21: Prueba de la Diferencia media significativa (DMS) para el factor M (Mezcla de Harinas) (%).

Factor	Medias	Rango
M3	16,438	a
M2	15,747	b
M1	15,360	c

Al determinar la Diferencia media significativa (DMS) para el factor **M (Mezcla de harinas)** se observa que todos los subniveles son totalmente diferentes estableciendo como mejor subnivel **M3 (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25% y Harina de haba 25%)** porque posee una humedad óptima para el moldeo. Concluyendo que la variable humedad en la masa al inicio del proceso depende directamente del tipo de harinas mezcladas.

Gráfico 1: Disminución de la humedad en la masa al inicio del proceso de elaboración de galletas integrales (%).



Al observar el gráfico 1 se determina que, en esta variable, **T11** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25%, panela 30%), **T12** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25%, panela 35%) y **T9** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25%, azúcar 28%). Son los mejores tratamientos, es decir que la humedad en la masa influye directamente por la composición de los ingredientes a utilizar en su fórmula.

4.2 HUMEDAD DE LA MASA EN LA ETAPA MEDIA (10 min) DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE GALLETAS INTEGRALES (%)

A continuación, se representan los valores medidos en la variable humedad de la masa a los diez minutos de reposo

Cuadro 22: Disminución de la humedad en la etapa media (10 min) de reposo en el proceso (%).

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT	\bar{X}
		1	2	3		
T1	M1E1	14,96	14,99	15,65	45,60	15,20
T2	M1E2	14,84	14,99	15,20	45,03	15,01
T3	M1E3	15,93	15,91	15,10	46,94	15,65
T4	M1E4	14,93	15,47	15,96	46,36	15,45
T5	M2E1	16,06	15,97	15,95	47,98	15,99
T6	M2E2	15,98	15,77	15,03	46,78	15,59
T7	M2E3	16,00	15,49	14,99	46,48	15,49
T8	M2E4	15,40	15,96	15,96	47,32	15,77
T9	M3E1	16,99	15,93	16,25	49,17	16,39
T10	M3E2	15,98	16,31	16,75	49,04	16,35
T11	M3E3	15,99	16,53	16,83	49,35	16,45
T12	M3E4	15,97	16,28	17,09	49,34	16,45

Cuadro 23: Análisis de varianza de la variable Humedad a los 10 min del proceso (%).

F. de V.	GL.	S.C.	C.M.	F. cal.	5%	1%
Total	35	12,86				
Tratamiento	11	8,36	0,76	4,06**	2,22	3,09
Factor M	2	7,20	3,60	19,23**	3,4	5,61
Factor E	3	0,34	0,11	0,60 ^{NS}	3,01	4,72
M x E	6	0,82	0,13	0,73 ^{NS}	2,51	3,67
E. exp.	24	4,49	0,18			

CV: 2,73%

Al observar el análisis de varianza, se aprecia que existe alta significación estadística para tratamientos, como para el factor **M (Mezcla de harinas)**, es decir que en la etapa media (10 min) del proceso, la variable humedad en la masa sigue dependiendo de la composición de los ingredientes a utilizar en la fórmula.

Al existir diferencia significativa se realizó las pruebas de Tukey al 5% para tratamientos y la prueba de la Diferencia media significativa (DMS) para el factor **M (Mezcla de harinas)**.

Cuadro 24: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos de la variable Humedad a los 10 min del proceso (%).

Tratamientos		Medias	Rangos
T11	M3E3	16,45	a
T12	M3E4	16,45	a
T9	M3E1	16,39	a
T10	M3E2	16,35	a
T5	M2E1	15,99	a
T8	M2E4	15,77	a
T3	M1E3	15,65	a
T6	M2E2	15,59	a
T7	M2E3	15,49	a
T4	M1E4	15,45	a
T1	M1E1	15,20	a
T2	M1E2	15,01	b

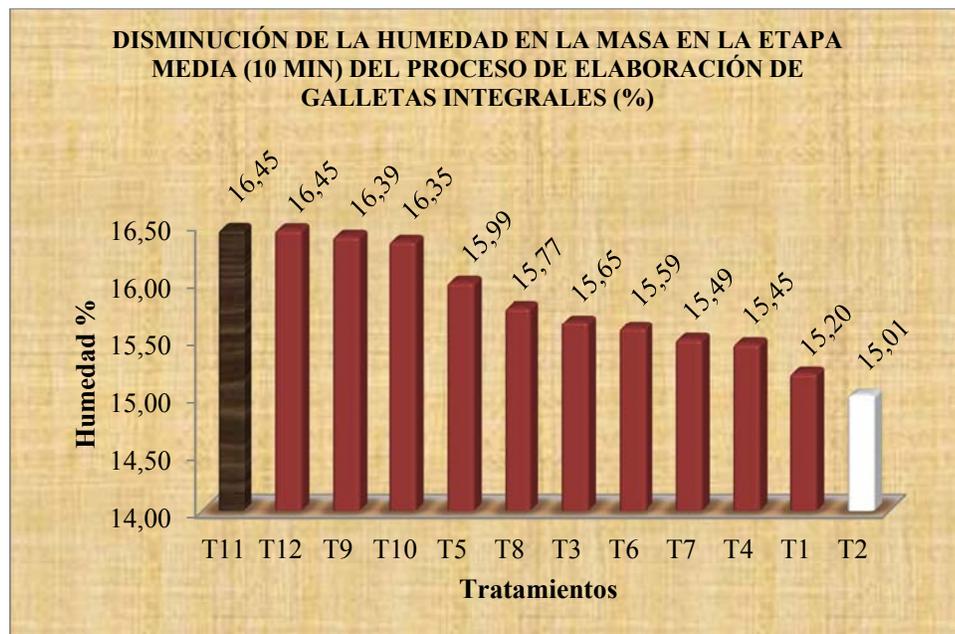
Al observar el cuadro 24, para Tukey al 5 %; se aprecia que los once primeros tratamientos se encuentran dentro de un mismo rango, porque estos tienen los mejores valores de medias en humedad y así se obtiene un mejor moldeo de la masa, resaltando **T11** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y panela 30%) y **T12** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y panela 35%) como los mejores tratamientos, mientras que **T2** (Harina de trigo integral 80%, Harina de plátano 20% y azúcar 32%) posee rango diferente.

Cuadro 25: Prueba de la Diferencia media significativa (DMS) para el factor M (Mezcla de Harinas) (%).

Factor	Medias	Rango
M3	16,408	a
M2	15,713	b
M1	15,328	c

Una vez realizado la Diferencia media significativa (DMS) para el factor **M (Mezcla de harinas)** se observa que todos los subniveles son totalmente diferentes estableciendo como mejor subnivel **M3 (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25% y Harina de haba 25%)**, porque conserva una humedad óptima para su respectivo moldeo. Concluyendo que la variable humedad de la masa en la etapa media (10 min) del proceso, depende directamente del tipo de harinas mezcladas.

Gráfico 2: Disminución de la humedad en la masa en la etapa media (10min) del proceso de elaboración de galletas integrales (%).



En el gráfico 2 se observa que, en esta variable, **T11** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25%, panela 30%), **T12** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25%, panela 35%) y **T9** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25%, azúcar 28%) son los mejores tratamientos porque poseen valores de humedad óptimos, Es decir que la humedad en la masa influye por el tipo de ingredientes a utilizar en la fórmula.

4.3 HUMEDAD DE LA MASA EN LA ETAPA FINAL (20 MIN) DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE GALLETAS INTEGRALES (%).

En el siguiente cuadro se representan los valores de la humedad en la masa para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Cuadro 26: Disminución de la humedad en la etapa final (20 min) del proceso de elaboración de galletas integrales (%).

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT.	\bar{X}
		1	2	3		
T1	M1E1	14,78	14,98	15,63	45,39	15,13
T2	M1E2	14,82	14,96	15,18	44,96	14,99
T3	M1E3	15,90	15,86	15,07	46,83	15,61
T4	M1E4	14,90	15,42	15,93	46,25	15,42
T5	M2E1	16,04	15,95	15,92	47,91	15,97
T6	M2E2	15,95	15,75	15,01	46,71	15,57
T7	M2E3	15,98	15,47	14,96	46,41	15,47
T8	M2E4	15,34	15,94	15,93	47,21	15,74
T9	M3E1	16,95	15,91	16,22	49,08	16,36
T10	M3E2	15,96	16,27	16,72	48,95	16,32
T11	M3E3	15,97	16,50	16,79	49,26	16,42
T12	M3E4	15,95	16,27	17,05	49,27	16,42

Cuadro 27: Análisis de varianza de la variable Humedad a los 20 min del proceso (%).

F. de V.	GL.	S.C.	C.M.	F. cal.	5%	1%
Total	35	13,05				
Tratamiento	11	8,52	0,77	4,10**	2,22	3,09
Factor M	2	7,35	3,67	19,47**	3,4	5,61
Factor E	3	0,31	0,10	0,55 ^{NS}	3,01	4,72
M x E	6	0,85	0,14	0,75 ^{NS}	2,51	3,67
E. exp.	24	4,53	0,18			

CV: 2,75%

En el análisis de varianza, se aprecia que existe alta significación estadística para tratamientos, como para el factor **M (Mezcla de harinas)**, es decir que en la etapa final (20 min) del proceso, la variable humedad de la masa sigue influyendo por los ingredientes utilizados en su respectiva fórmula.

Al existir diferencia significativa se realizó las pruebas de Tukey al 5% para tratamientos y la Diferencia media significativa (DMS) para el factor **M (Mezcla de harinas)**.

Cuadro 28: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos de la variable Humedad a los 20 min del proceso (%).

Tratamientos		Medias	Rangos
T11	M3E4	16,42	a
T12	M3E3	16,42	a
T9	M3E1	16,36	a
T10	M3E2	16,32	a
T5	M2E1	15,97	a
T8	M2E4	15,74	a
T3	M1E3	15,61	a
T6	M2E2	15,57	a
T7	M2E3	15,47	a
T4	M1E4	15,42	a
T1	M1E1	15,13	b
T2	M1E2	14,99	b

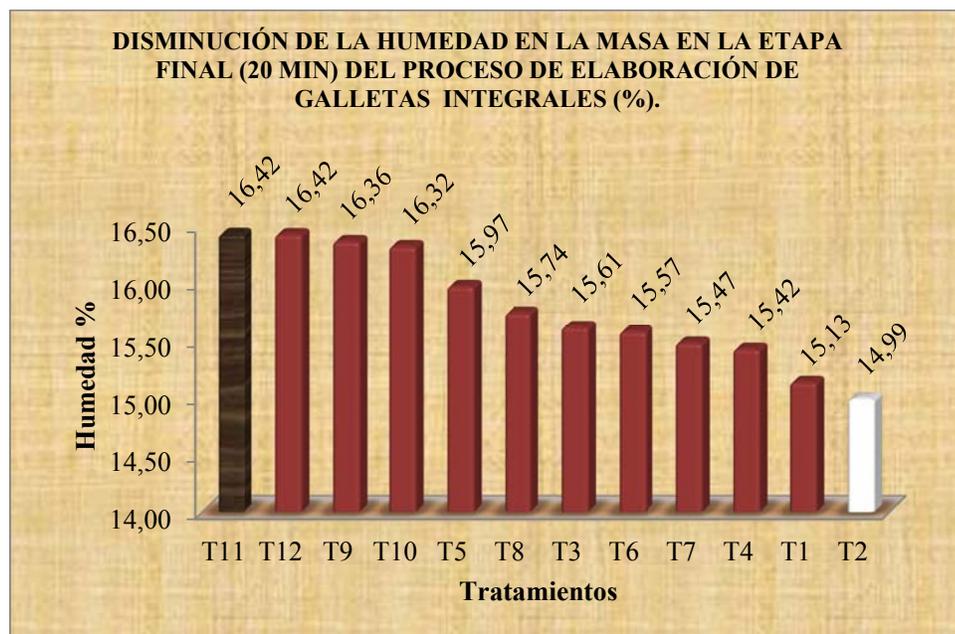
Al apreciar el cuadro 28, de Tukey al 5 %; se observa dos rangos, resultando **T11** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y panela 30%) y **T12** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y panela 35%) como los mejores tratamientos, porque estos poseen los valores de humedad más altos en esta etapa, y así contribuyen a un mejor moldeo en la masa, mientras que los tratamientos **T2** (Harina de trigo integral 80%, Harina de plátano 20% y azúcar 32%) y **T1** (Harina de trigo integral 80%, Harina de plátano 20% y azúcar 28%) poseen rango diferente.

Cuadro 29: Prueba de la Diferencia media significativa (DMS) para el factor M (Mezcla de Harinas) (%).

Factor	Medias	Rango
M3	16,380	a
M2	15,687	b
M1	15,286	c

Como se aprecia en la Diferencia media significativa (DMS), para el factor **M (Mezcla de harinas)** se observa que todos los subniveles son totalmente diferentes estableciendo como mejor subnivel **M3 (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25% y Harina de haba 25%)**, porque conserva una humedad óptima para el moldeo. Estableciendo que la variable humedad en la masa en la etapa final (20 min) del proceso, sigue dependiendo directamente de la composición de las harinas mezcladas.

Gráfico 3: Disminución de la humedad en la masa en la etapa final (20min) del proceso de elaboración de galletas integrales (%).



Al observar el gráfico 3 se aprecia que, para esta variable, **T11** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25%, panela 30%), **T12** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25%, panela 35%) y **T9** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25%, azúcar 28%), son los mejores tratamientos porque poseen valores óptimos para su mejor manipulación de la masa. Concluyendo que la humedad en la masa depende de los ingredientes que constituyen la fórmula.

4.4 PESO DE LA MASA AL INICIO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE GALLETAS INTEGRALES (g).

A continuación se representan los valores de disminución de peso de la masa, para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Cuadro 30: Disminución del peso en el la masa al inicio del proceso de elaboración de galletas integrales (g).

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT.	\bar{X}
		1	2	3		
T1	M1E1	2091	2027	2061	6179	2059,67
T2	M1E2	2062	2076	2095	6233	2077,67
T3	M1E3	2057	2054	2045	6156	2052,00
T4	M1E4	2083	2102	2090	6275	2091,67
T5	M2E1	2040	2000	1940	5980	1993,33
T6	M2E2	2066	2068	2073	6207	2069,00
T7	M2E3	2042	2050	1994	6086	2028,67
T8	M2E4	2095	2086	2075	6256	2085,33
T9	M3E1	2000	2019	1970	5989	1996,33
T10	M3E2	2066	2069	2082	6217	2072,33
T11	M3E3	2054	2071	2065	6190	2063,33
T12	M3E4	2095	2110	2062	6267	2089,00

Cuadro 31: Análisis de varianza de la variable Peso de la masa al inicio del proceso (g).

F. de V.	GL.	S.C.	C.M.	F. cal.	5%	1%
Total	35	50032,97				
Tratamiento	11	37322,97	3392,99	6,41**	2,22	3,09
Factor M	2	4137,56	2068,77	3,91*	3,40	5,61
Factor E	3	26852,75	8950,91	16,90**	3,01	4,72
M x E	6	6332,67	1055,44	1,99 ^{NS}	2,51	3,67
E. exp.	24	12710,00	529,58			

CV: 1,11 %

En el análisis de varianza se aprecia, alta significación estadística para tratamientos y el factor **E (Tipos de edulcorantes)**, mientras que en el factor **M (Mezcla de harinas)**, existe significación estadística al 5%, es decir que la variable peso depende de la formulación establecida para cada tratamiento.

Al existir significación estadística, se realizó Tukey al 5% para tratamientos y la Diferencia media significativa (DMS) para los factores **M (Mezcla de harinas)** y **E (Tipo de edulcorantes)**.

Cuadro 32: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos de la variable Peso de la masa al inicio del proceso (g).

Tratamientos		Medias	Rangos
T4	M1E4	2091,67	a
T12	M3E4	2089,00	a
T8	M2E4	2085,33	a
T2	M1E2	2077,67	a
T10	M3E2	2072,33	a
T6	M2E2	2069,00	a
T11	M3E3	2063,33	a
T1	M1E1	2059,67	a
T3	M1E3	2052,00	a
T7	M2E3	2028,67	a
T9	M3E1	1996,33	b
T5	M2E1	1993,33	b

En el cuadro 32 de Tukey al 5 %; observamos que diez tratamientos se encuentran dentro de un mismo rango, resultando **T4** (Harina de trigo integral 80%, Harina de plátano 20% y panela 35%) como el mejor tratamiento, porque el peso es directamente proporcional al rendimiento en el producto terminado lo que quiere decir que a mayor peso en la masa, obtendremos un mayor rendimiento en el producto final. Cambiando únicamente de rango **T9** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y azúcar 28%) y **T5** (Harina de trigo integral 70%, Harina de haba 30% y azúcar 28%).

Cuadro 33: Prueba de la Diferencia media significativa (DMS) para el factor M (Mezcla de Harinas) (g).

Factor	Medias	Rango
M1	2070,250	a
M3	2055,250	a
M2	2044,083	b

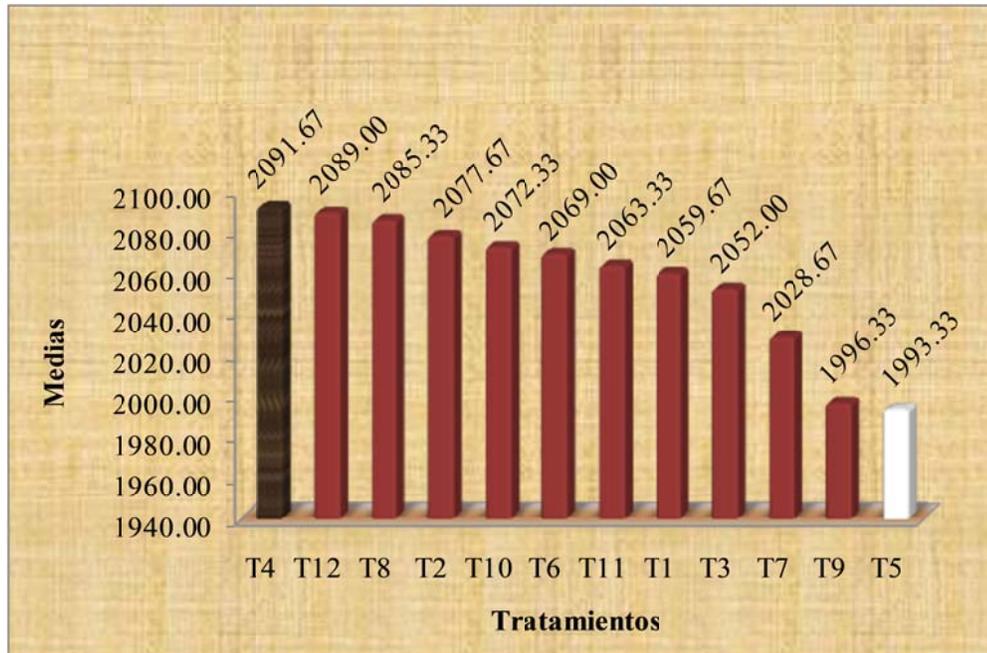
Al realizar la Diferencia media significativa (DMS) para el factor **M (Mezcla de harinas)**, se observa que los dos subniveles, **M1 (Harina de trigo integral 80% y Harina de plátano 20%)** y **M3 (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25% y Harina de haba 25%)** se encuentran dentro de un mismo rango, concluyendo como mejor subnivel **M1 (Harina de trigo integral 80% y Harina de plátano 20%)**, porque este posee un peso de la masa óptimo para un mejor rendimiento. Lo que significa, que la variable disminución del peso de la masa depende directamente del tipo de formulación establecida.

Cuadro 34: Prueba de la Diferencia media significativa (DMS) para el factor E (Tipos de edulcorantes) (g).

Factor	Medias	Rango
E4	2088,667	a
E2	2073,000	a
E3	2048,000	b
E1	2016,444	c

Como se aprecia en la Diferencia media significativa (DMS) para el factor **E (Tipo de Edulcorantes)**, se muestra que los subniveles, **E4 (Panela 35%)** y **E2 (Azúcar 32%)** se encuentran dentro de un mismo rango, concluyendo como mejor subnivel **E4 (Panela 35%)** porque este posee un mayor peso en la masa y contribuye a un mejor rendimiento del producto terminado. Concluyendo, que esta variable depende directamente del tipo de edulcorante.

Gráfico 4: Disminución del peso de la masa en la etapa inicial del proceso de elaboración de galletas integrales (g).



En el gráfico 4 se observa, que para esta variable, **T4** (Harina de trigo integral 80%, Harina de plátano 20% y panela 35%), es el mejor tratamiento porque posee un peso óptimo en la masa. Seguido de **T12** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25%, panela 35%). y **T8** (Harina de trigo integral 70%, Harina de haba 30% y panela 35%) Es decir que el peso de la masa se encuentra influenciado por el contenido de cada ingrediente empleado en la formulación.

4.5 PESO DE LA MASA EN LA ETAPA MEDIA (10MIN) DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE GALLETAS INTEGRALES (g).

En el siguiente cuadro se representan los valores de disminución de peso de la masa a los diez minutos para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Cuadro 35: Disminución del peso de la masa en la etapa media (10min) del proceso de elaboración de galletas integrales (g).

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT.	\bar{X}
		1	2	3		
T1	M1 E1	2087	2021	2057	6165	2055,00
T2	M1 E2	2057	2072	2091	6220	2073,33
T3	M1 E3	2053	2049	2042	6144	2048,00
T4	M1 E4	2080	2098	2087	6265	2088,33
T5	M2 E1	2036	1995	1936	5967	1989,00
T6	M2 E2	2061	2064	2069	6194	2064,67
T7	M2 E3	2040	2044	1991	6075	2025,00
T8	M2 E4	2091	2083	2072	6246	2082,00
T9	M3 E1	1998	2015	1966	5979	1993,00
T10	M3 E2	2063	2065	2078	6206	2068,67
T11	M3 E3	2050	2069	2062	6181	2060,33
T12	M3 E4	2094	2105	2058	6257	2085,67

Cuadro 36: Análisis de varianza de la variable Peso de la masa a los 10 min del proceso (g).

F. de V.	GL.	S.C.	C.M.	F. cal.	5%	1%
Total	35	50306,75				
Tratamiento	11	37540,75	3412,80	6,42**	2,22	3,09
Factor M	2	4068,50	2034,25	3,82*	3,40	5,61
Factor E	3	27221,64	9073,88	17,06**	3,01	4,72
M x E	6	6250,61	1041,77	1,96 ^{NS}	2,51	3,67
E. exp.	24	12766,00	531,92			

CV: 1,12 %

Analizando el ADEVA se aprecia alta significación estadística para tratamientos, factor **E (Tipos de edulcorantes)**, mientras que en el factor **M (Mezcla de harinas)** existe significación estadística al 5%, es decir que la variable peso de la masa, una vez transcurrido los 10 minutos de reposo, depende de los componentes conforme a la formulación establecida para cada tratamiento.

Al observar significación estadística, se realizó Tukey al 5% para tratamientos y la Diferencia media significativa (DMS) para los factores **M (Mezcla de harinas)** y **E (Tipos de edulcorantes)**.

Cuadro 37: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos de la variable Peso de la masa a los 10 min del proceso (g).

Tratamientos		Medias	Rangos
T4	M1E4	2088,33	a
T12	M3E4	2085,66	a
T8	M2E4	2082,00	a
T2	M1E2	2073,33	a
T10	M3E2	2068,67	a
T6	M2E2	2064,67	a
T11	M3E3	2060,33	a
T1	M1E1	2055,00	a
T3	M1E3	2048,00	a
T7	M2E3	2025,00	a
T9	M3E1	1993,00	b
T5	M2E1	1989,00	b

Al apreciar el cuadro 37 de Tukey al 5 %; se observa que diez tratamientos se encuentran dentro de un mismo rango, resultando T4 (Harina de trigo integral 80%, Harina de plátano 20% y panela 35%) como el mejor tratamiento, porque tiene un mayor peso en la masa y por ende un mejor rendimiento en las galletas y cambiando únicamente de rango T9 (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y azúcar 28%) y T5 (Harina de trigo integral 70%, Harina de haba 30% y azúcar 28%).

Cuadro 38: Prueba de la Diferencia media significativa (DMS) para el factor M (Mezcla de harinas) (g).

Factor	Medias	Rango
M1	2066,167	a
M3	2051,917	a
M2	2040,167	b

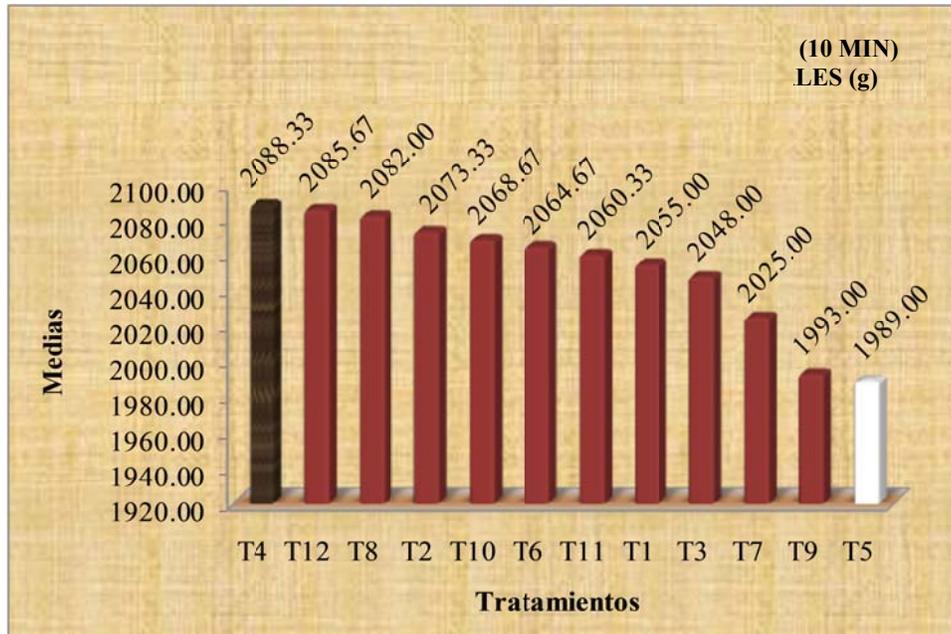
En la prueba de la Diferencia media significativa (DMS) para el factor **M (Mezcla de harinas)**, se puede observar que los subniveles **M1 (Harina de trigo integral 80% y Harina de plátano 20%)** y **M3 (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25% y Harina de haba 25%)**, se encuentran en un mismo rango estableciendo como mejor subnivel **M1 (Harina de trigo integral 80% y plátano 20%)**, porque así obtendremos un mejor rendimiento en el producto terminado, es decir que la disminución del peso depende del tipo de formulación establecida.

Cuadro 39: Prueba de la Diferencia media significativa (DMS) para el factor E (Tipos de edulcorantes) (g).

Factor	Medias	Rango
E4	2085,333	a
E2	2068,889	a
E3	2044,444	b
E1	2012,333	c

Una vez realizado la Diferencia media significativa (DMS) observamos que **E4 (Panela 35%)** y **E2 (Azúcar 32%)** poseen un mismo rango, determinando como mejor subnivel a **E4 (Panela 35%)**, porque es el mejor edulcorante para obtener un adecuado rendimiento en el producto terminado, es decir que la disminución del peso depende directamente por el tipo de edulcorante.

Gráfico 5: Disminución del peso de la masa en la etapa media (10 min) del reposo en la elaboración de galletas integrales (g).



Al observar el gráfico 5, se aprecia que, para esta variable, **T4** (Harina de trigo integral 80%, Harina de Plátano 20% y Panela 35%), es el mejor tratamiento, porque presenta la mejor combinación de mezcla de harinas y tipo de edulcorante, para obtener un elevado peso y por ende un mejor rendimiento en el producto terminado. Seguido de **T12** (Harina de trigo integral 50%, Harina de Plátano 25%, Harina de Haba 25%, Panela 35%) y **T8** (Harina de trigo integral 70%, Harina de Haba 30% y Panela 35%). Concluyendo que el peso de la masa a los 10 minutos de reposo, se encuentra influenciado por el contenido de cada ingrediente empleado en la formulación.

4.6 PESO DE LA MASA EN LA ETAPA FINAL (20 MIN) DE REPOSO EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS INTEGRALES (g).

Los datos medidos en esta variable se detallan a continuación:

Cuadro 40: Disminución del peso de la masa en la etapa final (20 min) de reposo en la elaboración de galletas integrales (g).

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT	\bar{X}
		1	2	3		
T1	M1 E1	2062	2019	2054	6135	2045,00
T2	M1 E2	2054	2069	2088	6211	2070,33
T3	M1 E3	2049	2043	2038	6130	2043,33
T4	M1 E4	2076	2092	2083	6251	2083,67
T5	M2 E1	2033	1992	1933	5958	1986,00
T6	M2 E2	2058	2061	2066	6185	2061,67
T7	M2 E3	2037	2042	1987	6066	2022,00
T8	M2 E4	2088	2081	2068	6237	2079,00
T9	M3 E1	1993	2012	1963	5968	1989,33
T10	M3 E2	2060	2060	2075	6195	2065,00
T11	M3 E3	2047	2065	2058	6170	2056,67
T12	M3 E4	2086	2103	2054	6243	2081,00

Cuadro 41: Análisis de varianza de la variable Peso de la masa a los 20 min del proceso (g).

F. de V.	GL.	S.C.	C.M.	F. cal.	5%	1%
Total	35	48812,75				
Tratamiento	11	37080,75	3370,97	6,90**	2,22	3,09
Factor M	2	3296,17	1648,08	3,24 ^{NS}	3,40	5,61
Factor E	3	28507,64	9502,54	19,44**	3,01	4,72
M x E	6	5276,94	879,49	1,84 ^{NS}	2,51	3,67
E. exp.	24	11732	488,83			

CV: 1,08%

Observando el ADEVA, se establece que existe alta significación estadística tanto para tratamientos como para el factor **E (Tipos de edulcorantes)**, es decir que para la variable peso, en la etapa final (20 min) de reposo, depende únicamente del tipo de edulcorantes.

Al existir significación estadística se realizará las pruebas de Tukey para tratamientos y la Diferencia media significativa (DMS) para el factor **E (Tipos de edulcorantes)**.

Cuadro 42: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos de la variable Peso de la masa a los 20 min del proceso (g).

Tratamientos		Medias	Rangos
T4	M1E4	2083,67	a
T12	M3E4	2079,00	a
T8	M2E4	2081,00	a
T2	M1E2	2070,33	a
T10	M3E2	2065,00	a
T6	M2E2	2061,67	a
T11	M3E3	2056,67	a
T1	M1E1	2045,00	a
T3	M1E3	2043,33	a
T7	M2E3	2022,00	a
T9	M3E1	1989,33	b
T5	M2E1	1986,00	b

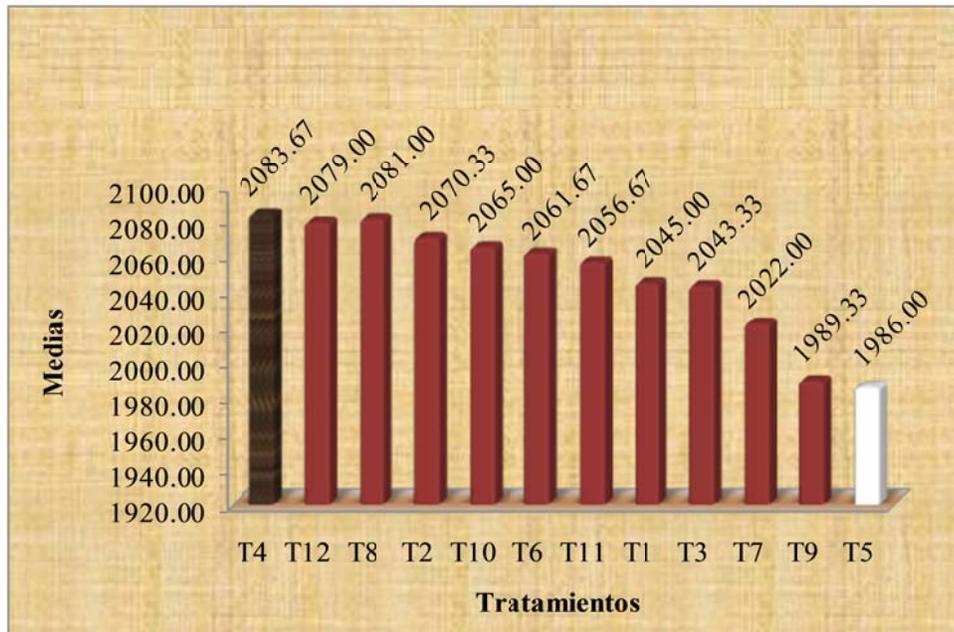
En el cuadro 42 de Tukey al 5 %; se aprecia que diez tratamientos se encuentran dentro de un mismo rango, resultando T4 (Harina de trigo integral 80%, Harina de plátano 20% y panela 35%) como el mejor tratamiento, porque tiene la combinación óptima de mezcla de harinas y edulcorante, cambiando únicamente de rango T9 (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y azúcar 28%) y T5 (Harina de trigo integral 70%, Harina de haba 30% y azúcar 28%).

Cuadro 43: Prueba de la Diferencia media significativa (DMS) para el factor E (Tipos de edulcorantes) (g).

Factor	Medias	Rango
E4	2081,222	a
E2	2065,667	a
E3	2040,667	b
E1	2006,778	c

Al realizar la Diferencia media significativa (DMS), se aprecia que los subniveles **E4 (Panela 35%)** y **E2 (Azúcar 32%)** se encuentran en el mismo rango, determinando como mejor subnivel a **E4 (Panela 35%)**, porque así obtendremos un mejor rendimiento en las galletas, es decir que la disminución del peso al final del reposo, depende directamente del porcentaje de tipo de edulcorante.

Gráfico 6: Disminución del peso de la masa en la etapa final (20 min) del reposo en la elaboración de galletas integrales (g).



En el gráfico 6, se determina que para esta variable, **T4** (Harina de trigo integral 80%, Harina de plátano 20% y panela 35%), es el mejor tratamiento porque presenta una mezcla idónea entre el tipo de harinas y el edulcorante obteniendo un mayor rendimiento en el producto terminado. Seguido de **T12** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25%, panela 35%) y **T8** (Harina de trigo integral 70%, Harina de haba 30% y panela 35%). Estableciendo que el peso de la masa en la etapa final (20 min) de reposo, se encuentra influenciado por el contenido de cada ingrediente empleado en la formulación.

4.7 pH DE LA MASA EN LA ETAPA INICIAL DEL REPOSO EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS INTEGRALES.

A continuación se presentan los valores de pH en la masa al inicio del reposo, para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Cuadro 44: Determinación del pH en la masa al inicio del reposo.

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT	\bar{X}
		1	2	3		
T1	M1E1	6,5	6,5	6,6	19,60	6,53
T2	M1E2	6,6	6,7	6,6	19,90	6,63
T3	M1E3	6,8	6,7	6,8	20,30	6,77
T4	M1E4	6,8	6,9	6,7	20,40	6,80
T5	M2E1	6,6	6,7	6,5	19,80	6,60
T6	M2E2	6,6	6,9	6,7	20,20	6,73
T7	M2E3	6,5	6,5	6,6	19,60	6,53
T8	M2E4	6,5	6,6	6,5	19,60	6,53
T9	M3E1	6,9	6,8	6,7	20,40	6,80
T10	M3E2	6,6	6,7	6,7	20,00	6,67
T11	M3E3	6,7	6,8	6,9	20,40	6,80
T12	M3E4	6,9	6,7	6,8	20,40	6,80

Cuadro 45: Análisis de varianza de la variable pH al inicio del proceso.

F. de V.	GL.	S.C.	C.M.	F. cal.	5%	1%
Total	35	0,61				
Tratamiento	11	0,42	0,038	4,94**	2,22	3,09
Factor M	2	0,16	0,083	10,71**	3,40	5,61
Factor E	3	0,02	0,008	1,00 ^{NS}	3,01	4,72
M x E	6	0,23	0,039	5,00**	2,51	3,67
E. exp.	24	0,18	0,008			

CV: 1,32 %

En el ADEVA anterior, se muestra que existe alta significación estadística para tratamientos como para el factor **M (Mezcla de harinas)** y para la interacción **M (Mezcla de harinas) x E (Tipo de edulcorante)**, esto quiere decir que en la etapa inicial del reposo de la masa, existen diferencias de pH, debido a la variación de los componentes en su respectiva formula y al contenido de humedad en la masa.

Al existir significación estadística, se realizó Tukey al 5% para tratamientos y la Diferencia media significativa (DMS) para el factor **M (Mezcla de harinas)**.

Cuadro 46: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos de la variable pH al inicio del proceso.

Tratamientos		Medias	Rangos
T9	M3E1	6,80	a
T11	M3E3	6,80	a
T12	M3E4	6,80	a
T4	M1E4	6,80	a
T3	M1E3	6,77	a
T6	M2E2	6,73	a
T10	M3E2	6,67	a
T2	M1E2	6,63	a
T5	M2E1	6,60	a
T1	M1E1	6,53	b
T7	M2E3	6,53	b
T8	M2E4	6,53	b

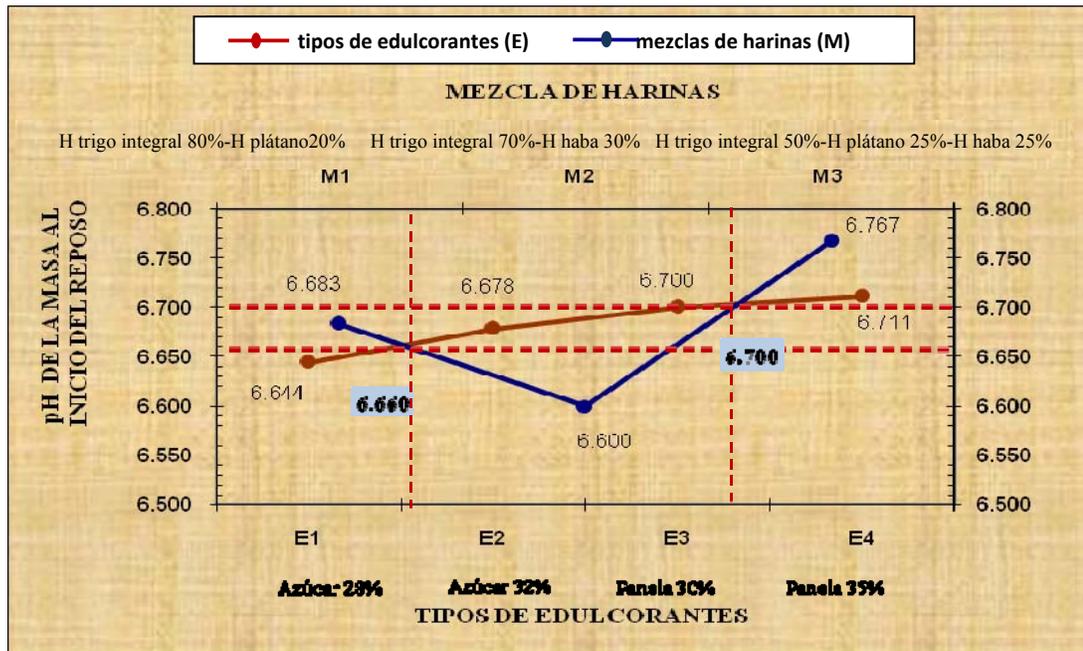
Al observar el cuadro 46 de Tukey al 5 % para tratamientos; se aprecia dos rangos, de los cuales **T9** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y azúcar 28%), **T11** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y panela 30%), **T12** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y panela 35%) y **T4** (Harina de trigo integral 80%, Harina de plátano 20% y panela 35%) son los mejores tratamientos porque tienen un valor de pH óptimo en la masa, para su respectivo leudado y posterior moldeo.

Cuadro 47: Prueba de la Diferencia media significativa (DMS) para el factor M (mezcla de harinas)

Factor	Medias	Rango
M3	6,767	a
M1	6,683	b
M2	6,600	c

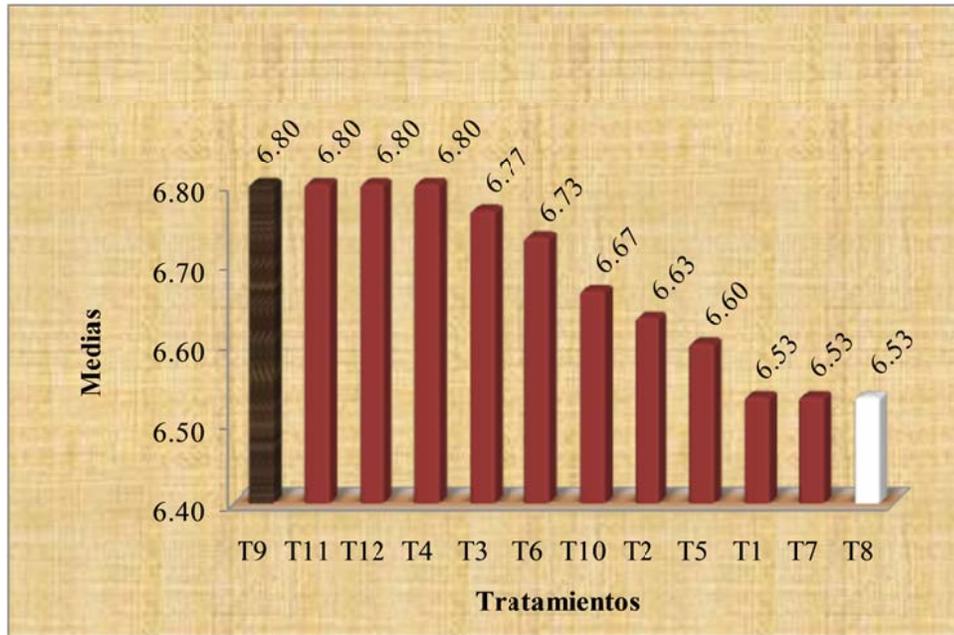
Al Observar la Diferencia media significativa (DMS) para el factor **M (Mezcla de harinas)**, se aprecia que los tres subniveles son totalmente diferentes, concluyendo como mejor subnivel **M3 (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25% y Harina de haba 25%)** porque su pH tiende a ser neutro. Lo que quiere decir, que el pH en la masa al inicio del reposo, tiene un mejor leudado y por consiguiente un mejor producto terminado.

Gráfico 7: Interacción de los factores: M (Mezcla de harinas) y E (Tipo de edulcorantes) para la variable pH de la masa en la etapa inicial del reposo en la elaboración de galletas integrales.



En el gráfico 7, se aprecia dos puntos en la interacción entre los factores **M** (Mezcla de harinas) y **E** (Tipo de edulcorantes) para la variable pH de la masa al inicio de la etapa de reposo; interactuando la mezcla **M3** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25% y Harina de haba 25%) y **E3** (Panela 30%) en la que alcanza un pH óptimo de 6,7 apto para un mejor leudado y una mejor consistencia en la masa respectivamente, además la panela tiene en su contenido mejor humedad, la cual influye en el rendimiento del producto final.

Gráfico 8: pH de la masa en la etapa inicial del reposo en la elaboración de galletas integrales.



Al apreciar el gráfico 8 se observa que, para esta variable, **T9** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25%, azúcar 28%), **T11** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25%, panela 30%), **T12** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25%, panela 35%) y **T4** (Harina de trigo integral 80%, Harina de plátano 20% y panela 35%) Mantienen una misma media, y con un pH óptimo en la masa, concluyendo que el pH está influenciado por la composición de las harinas, el tipo de edulcorante y el contenido de humedad de los diferentes ingredientes.

4.8 pH DE LA MASA EN LA ETAPA MEDIA (10 MIN) DE REPOSO EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE GALLETAS INTEGRALES.

A continuación se representan los valores de pH en la masa a los diez minutos del proceso, para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Cuadro 48: pH de la masa en la etapa media (10 min) de reposo.

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT	\bar{X}
		1	2	3		
T1	M1E1	6,6	6,6	6,7	19,90	6,63
T2	M1E2	6,7	6,8	6,7	20,20	6,73
T3	M1E3	6,9	6,8	6,9	20,60	6,87
T4	M1E4	6,9	7,0	6,8	20,70	6,90
T5	M2E1	6,6	6,7	6,7	20,00	6,67
T6	M2E2	6,5	6,7	6,7	19,90	6,63
T7	M2E3	6,7	6,7	6,5	19,90	6,63
T8	M2E4	6,5	6,7	6,6	19,80	6,60
T9	M3E1	6,8	6,6	6,7	20,10	6,70
T10	M3E2	6,7	6,8	6,6	20,10	6,70
T11	M3E3	6,8	6,6	6,6	20,00	6,67
T12	M3E4	6,7	6,6	6,7	20,00	6,67

Cuadro 49: Análisis de varianza de la variable pH a los 10 min del proceso.

F. de V.	GL.	S.C.	C.M.	F. cal.	5%	1%
Total	35	0,480				
Tratamientos	11	0,287	0,026	3,24**	2,22	3,09
Factor M	2	0,140	0,070	8,69**	3,40	5,61
Factor E	3	0,020	0,007	0,83 ^{NS}	3,01	4,72
M x E	6	0,127	0,021	2,62*	2,51	3,67
E. exp.	24	0,193	0,008			

CV: 1,34 %

Analizando el ADEVA, se observa que existe alta significación para tratamientos, como para el factor **M (Mezcla de harinas)**, además existe significación estadística al 5% para la interacción **M (Mezcla de harinas) x E (Tipo de edulcorante)**, concluyendo que, en la etapa media (10 min) del reposo de la masa, existe variaciones de pH en las mezcla por la diferencia de los componentes en la formula.

Al existir significación estadística, se realizó Tukey al 5% para tratamientos y la Diferencia media significativa (DMS) para el factor **M (Mezcla de harinas)**.

Cuadro 50: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos de la variable pH a los 10 min del proceso.

Tratamientos		Medias	Rangos
T4	M1E4	6,90	a
T3	M1E3	6,87	a
T2	M1E2	6,73	a
T10	M3E2	6,70	a
T9	M3E1	6,70	a
T5	M2E1	6,67	a
T11	M3E3	6,67	a
T12	M3E4	6,67	a
T1	M1E1	6,63	b
T6	M2E2	6,63	b
T7	M2E3	6,63	b
T8	M2E4	6,60	b

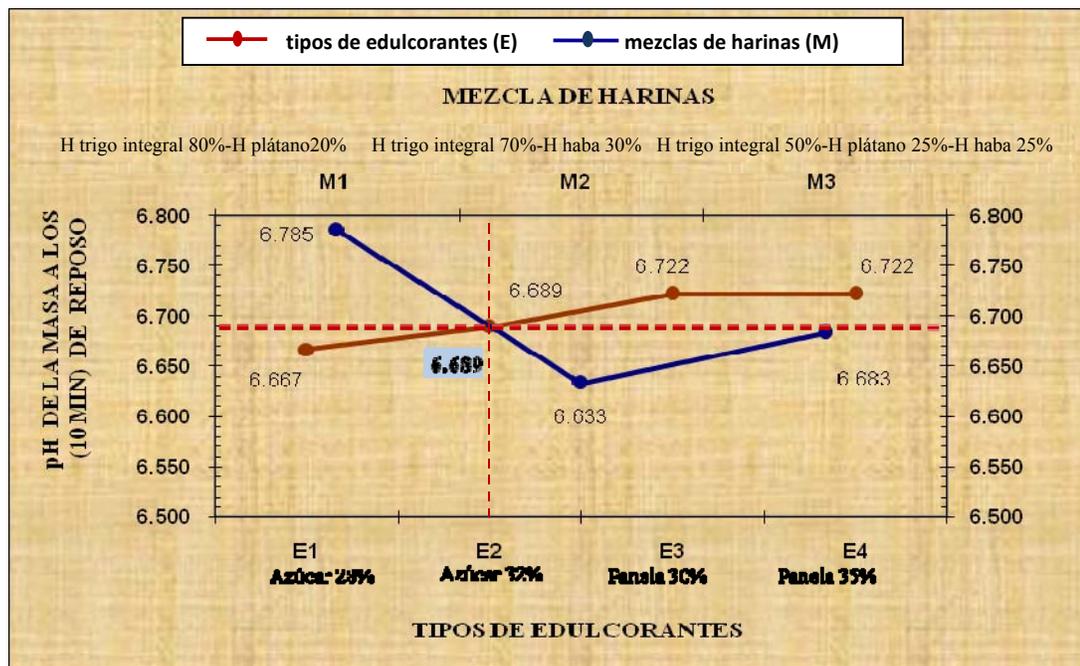
En el cuadro 50 de Tukey al 5 % para tratamientos; se aprecia dos rangos, de los cuales **T4** (Harina de trigo integral 80%, Harina de plátano 20% y panela 35%), es el mejor tratamiento, porque su valor de pH tiende a ser neutro y por consiguiente se obtendrá un mejor leudado. Cambiando únicamente de rango **T1** (Harina de trigo integral 80%, Harina de plátano 20% y azúcar 28%), **T6** (Harina de trigo integral 70%, Harina de haba 30% y azúcar 32%), **T7** (Harina de trigo integral 70%, Harina de haba 30%, panela 32%) y **T8** (Harina de trigo integral 70%, Harina de haba 30%, panela 35%).

Cuadro 51: Prueba de la Diferencia media significativa (DMS) para el factor M (mezcla de harinas)

Factor	Medias	Rango
M1	6,783	a
M3	6,683	b
M2	6,633	b

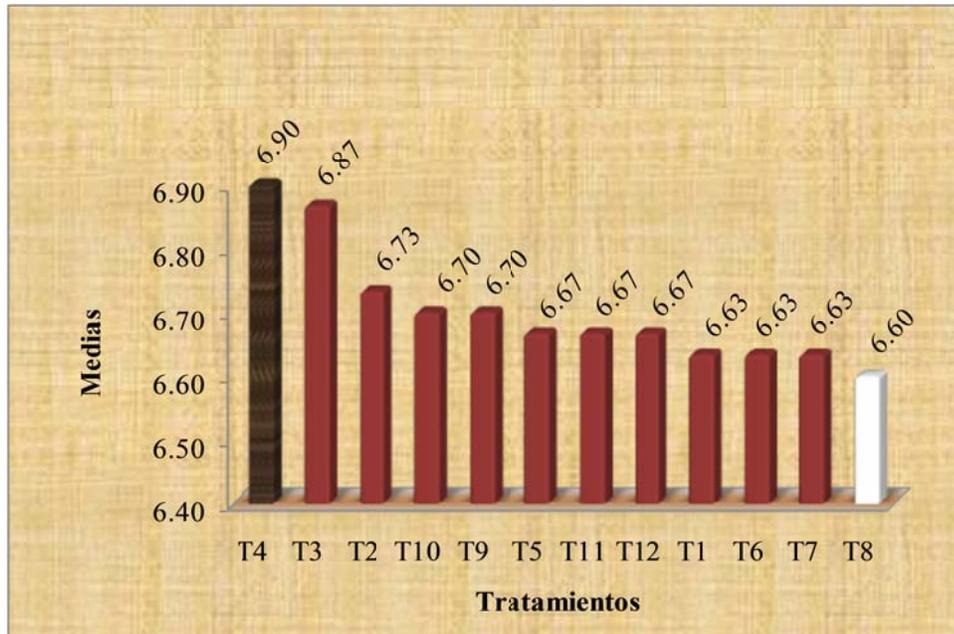
Como se aprecia en la Diferencia media significativa (DMS) para el factor **M** (Mezcla de harinas), el subnivel **M1 (Harina de trigo integral 80% y Harina de plátano 20%)** es el mejor, Lo que indica, que el pH de la masa en la etapa media (10 min) de reposo, mantiene un pH adecuado para el leudado y su respectivo moldeo.

Gráfico 9: Interacción de los factores: M (Mezcla de harinas) y E (Tipo de edulcorantes) para la variable pH de la masa en la etapa media (10 min) de reposo en la elaboración de galletas integrales.



En el gráfico 9, se aprecia un punto óptimo de interacción en la mezcla, de la variable pH de la masa a los 10 min de reposo, encontrándose en los factores **M2** (Harina de trigo integral 70% y Harina de haba 30%) y **E2** (Azúcar 32%) alcanzando un pH óptimo de 6,6 obteniendo una mejor consistencia en la masa.

Gráfico 10: pH de la masa en la etapa media (10 min) de reposo en la elaboración de galletas integrales.



Como se puede observar en el gráfico 10, para esta variable, **T4** (Harina de trigo integral 80%, Harina de plátano 20% y panela 35%), **T3** (Harina de trigo integral 80%, Harina de plátano 20%, panela 30%), y **T2** (Harina de trigo integral 80%, Harina de plátano 20%, azúcar 32%), poseen diferentes medias prevaleciendo **T4**, porque mantiene un pH óptimo en la masa, es decir que el pH de la masa influye directamente por el contenido de humedad de los diferentes ingredientes para la elaboración de galletas integrales.

4.9 pH DE LA MASA EN LA ETAPA FINAL (20 MIN) DE REPOSO EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE GALLETAS INTEGRALES.

En el siguiente cuadro, se muestran los valores medidos para el pH en la masa en la etapa final de reposo

Cuadro 52: pH de la masa en la etapa final (20min) de reposo en el proceso de elaboración de galletas integrales.

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT	\bar{X}
		1	2	3		
T1	M1E1	6,9	6,8	6,9	20,6	6,87
T2	M1E2	6,7	6,8	6,8	20,3	6,77
T3	M1E3	6,7	6,7	6,6	20,0	6,67
T4	M1E4	6,8	6,9	7,0	20,7	6,90
T5	M2E1	6,7	6,9	6,8	20,4	6,80
T6	M2E2	6,6	6,7	6,8	20,1	6,70
T7	M2E3	6,7	6,6	6,6	19,9	6,63
T8	M2E4	6,6	6,6	6,7	19,9	6,63
T9	M3E1	6,6	6,6	6,7	19,9	6,63
T10	M3E2	6,6	6,7	6,6	19,9	6,63
T11	M3E3	6,7	6,6	6,7	20,0	6,67
T12	M3E4	6,9	6,8	6,9	20,6	6,87

Cuadro 53: Análisis de varianza de la variable pH a los 20 min del proceso

F. de V.	GL.	S.C.	C.M.	F. cal.	5%	1%
Total	35	0,48				
Tratamiento	11	0,36	0,032	6,480**	2,22	3,09
Factor M	2	0,09	0,044	8,722**	3,40	5,61
Factor E	3	0,11	0,038	7,611**	3,01	4,72
M x E	6	0,16	0,026	5,167**	2,51	3,67
E. exp.	24	0,12	0,005			

CV: 1,05 %

En el ADEVA anterior, se observa que existe alta significación para tratamientos, para el factor **M (Mezcla de harinas)**, para el factor **E (Tipo de edulcorante)** y para la interacción **M (Mezcla de harinas) x E (Tipo de edulcorantes)**, es decir que, al final del reposo (20 min) de la masa, hay diferencia de pH en sus mezclas debido al tipo de harinas, al tipo de edulcorante y a la variación de los componentes de sus respectivas formulas.

Al existir significación estadística, se realizó Tukey al 5% para tratamientos y la Diferencia media significativa (DMS) para el factor **M (Mezcla de harinas)** y para el factor **E (Tipo de edulcorantes)**.

Cuadro 54: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos de la variable pH a los 20 min del proceso

Tratamientos		Medias	Rangos
T4	M1E4	6,90	a
T1	M1E1	6,87	a
T12	M3E4	6,87	a
T5	M2E1	6,80	a
T2	M1E2	6,77	a
T6	M2E2	6,70	a
T3	M1E3	6,67	b
T11	M3E3	6,67	b
T7	M2E3	6,63	b
T8	M2E4	6,63	b
T9	M3E1	6,63	b
T10	M3E2	6,63	b

En el cuadro 54 de Tukey al 5 %; se observa dos rangos, resultando **T4** (Harina de trigo integral 80%, Harina de plátano 20% y panela 35%), como el mejor tratamiento porque presenta un valor de pH adecuado en la masa, en la etapa final de reposo y encabezando el rango **b** se encuentra el tratamiento **T3** (Harina de trigo integral 80%, Harina de plátano 20% y panela 30%).

Cuadro 55: Prueba de la Diferencia media significativa (DMS) para el factor M (mezcla de harinas)

Factor	Medias	Rango
M1	6,800	a
M3	6,700	b
M2	6,692	b

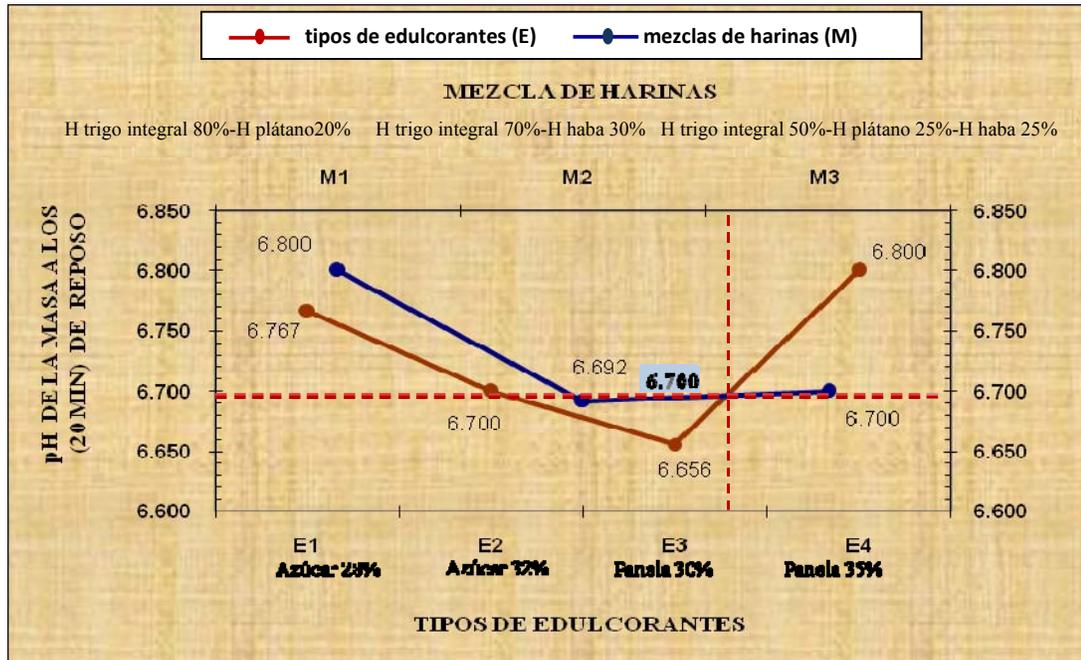
En el cuadro 55 se muestra que, para el factor **M (Mezcla de harinas)**, el subnivel **M1 (Harina de trigo integral 80%, Harina de plátano 20%)** es el mejor, porque el pH de la masa en la etapa final (20 min) de reposo, sigue conservando un pH óptimo para un mejor leudado y por consiguiente un apropiado moldeo.

Cuadro 56: Prueba de la Diferencia media significativa (DMS) para el factor E (Tipo de edulcorantes).

Factor	Medias	Rango
E4	6,800	a
E1	6,767	a
E2	6,700	b
E3	6,656	b

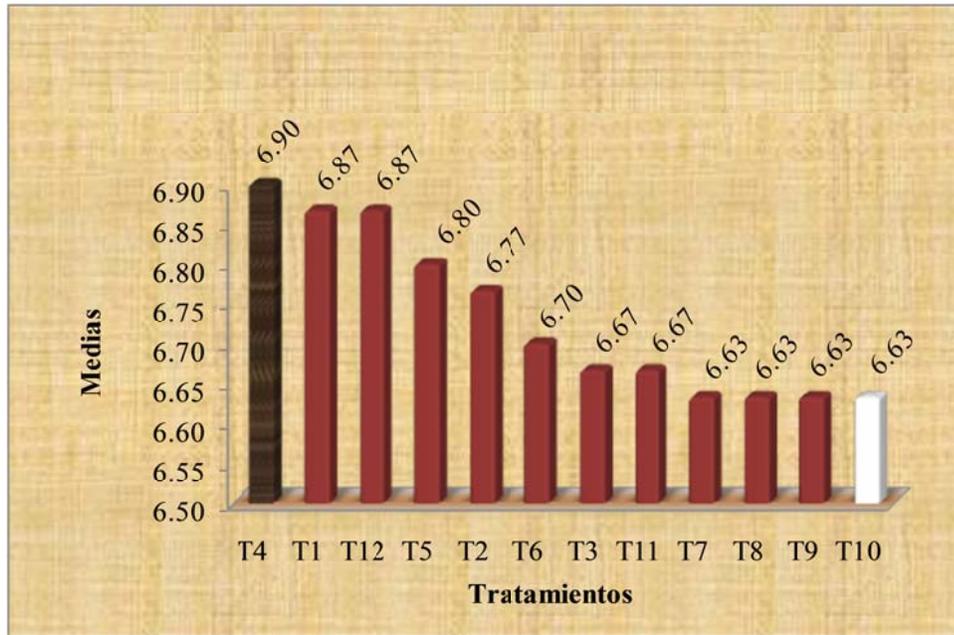
Al analizar la Diferencia media significativa (DMS) para el factor **E (Tipo de edulcorantes)**, se observa dos rangos prevaleciendo como mejor subnivel **E4 (Panela 35%)**, estableciendo un pH en la masa en la etapa final (20 min) de reposo, de 6.8, lo que indica el tipo de edulcorante influye directamente en la composición de la mezcla.

Gráfico 11: Interacción de los factores: M (Mezcla de harinas) x E (Tipo de edulcorantes) para la variable pH de la masa en la etapa final (20 min) de reposo en la elaboración de galletas integrales.



Al observar el gráfico 11, se aprecia un punto óptimo de interacción en la mezcla, de la variable pH de la masa al final del reposo (20 min), prevaleciendo los factores **M3** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25% y Harina de haba 25%) y **E3** (Panela 30%) alcanzando un pH óptimo de 6,7 obteniendo una mejor consistencia en la masa para su posterior moldeo.

Gráfico 12: pH de la masa en la etapa final (20 min) de reposo en la elaboración de galletas integrales.



Al apreciar el gráfico 12, se establece que para la variable pH, **T4** (Harina de trigo integral 80%, Harina de plátano 20% y panela 35%), **T1** (Harina de trigo integral 80%, Harina de plátano 20%, azúcar 28%), y **T12** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y panela 35%). Adquieren diferentes medias prevaleciendo **T4**, con un pH adecuado en la masa, porque este valor tiende a ser neutro, concluyendo que el pH de la masa está influenciado directamente por el contenido de humedad en las harinas y el tipo de edulcorantes, así como los ingredientes para la elaboración de galletas integrales.

4.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE TIEMPO DE HORNEO EN EL PRODUCTO TERMINADO (min)

A continuación, se indica los datos de tiempo de horneado del producto terminado.

Cuadro 57: Tiempo de horneado en el producto terminado (min)

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT	\bar{X}
		1	2	3		
T1	M1E1	26	27	26	79	26,33
T2	M1E2	26	27	25	78	26,00
T3	M1E3	23	24	24	71	23,67
T4	M1E4	25	23	24	72	24,00
T5	M2E1	24	26	25	75	25,00
T6	M2E2	26	25	23	74	24,67
T7	M2E3	25	24	25	74	24,67
T8	M2E4	26	25	26	77	25,67
T9	M3E1	23	25	23	71	23,67
T10	M3E2	26	27	25	78	26,00
T11	M3E3	27	26	27	80	26,67
T12	M3E4	25	23	26	74	24,67

Cuadro 58: Análisis de varianza de la variable Tiempo de Horneo (min).

F. de V.	GL.	S.C.	C.M.	F. cal.	5%	1%
Total	35	58,75				
Tratamiento	11	35,42	3,220	3,31**	2,22	3,09
Factor M	2	0,50	0,250	0,26 ^{NS}	3,40	5,61
Factor E	3	2,97	0,991	1,02 ^{NS}	3,01	4,72
M x E	6	31,94	5,324	5,48**	2,51	3,67
E. exp.	24	23,33	0,972			

CV: 3,93 %

Analizando el ADEVA, se deduce que existe alta significación estadística para tratamientos, como la interacción **M (Mezcla de harinas) x E (Tipo de edulcorantes)**, es decir que la variable tiempo de horneo de las galletas, depende de la composición de los ingredientes o componentes que constituyen el producto en cada tratamiento.

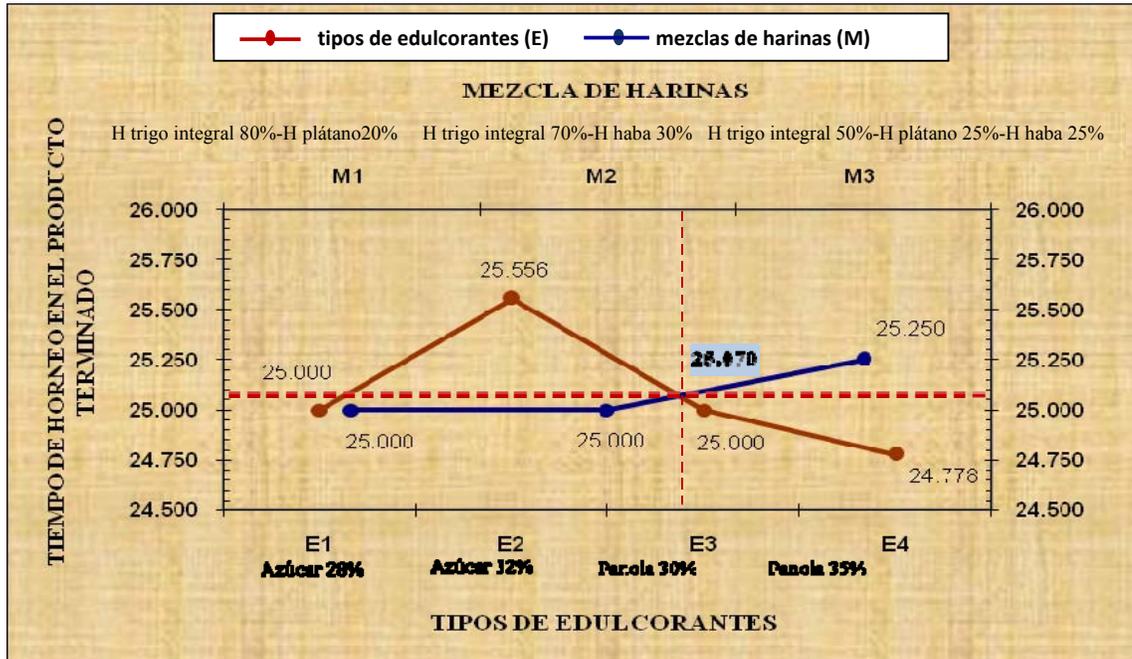
Al existir significación estadística, se realizó Tukey al 5% para tratamientos.

Cuadro 59: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos de la variable Tiempo de Horneo (min).

Tratamientos		Medias	Rangos
T11	M3E3	26,67	a
T1	M1E1	26,33	a
T2	M1E2	26,00	a
T10	M3E2	26,00	a
T8	M2E4	25,67	b
T5	M2E1	25,00	b
T6	M2E2	24,67	b
T7	M2E3	24,67	b
T12	M3E4	24,67	b
T4	M1E4	24,00	b
T3	M1E3	23,67	b
T9	M3E1	23,67	b

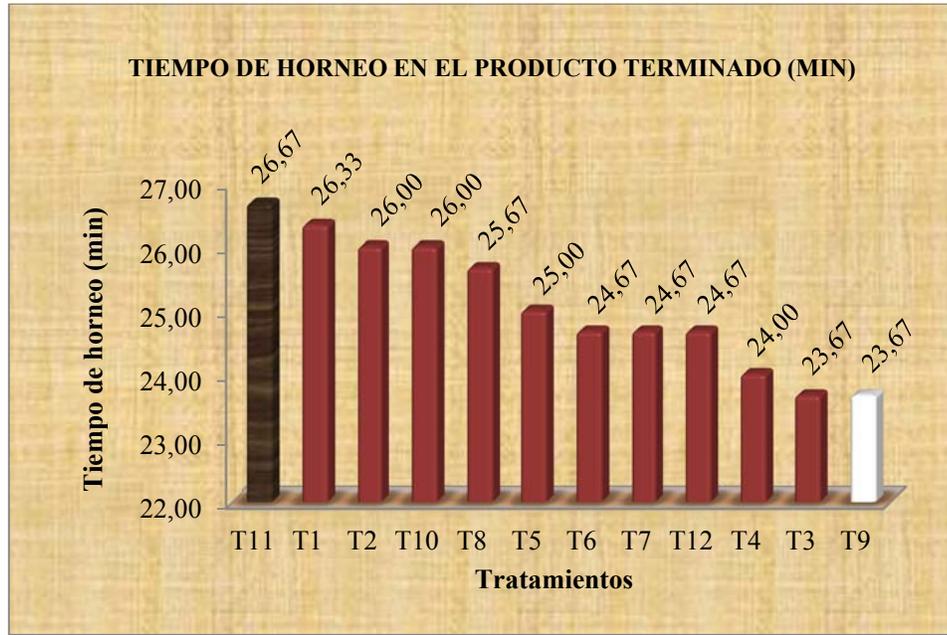
En el cuadro 59 de Tukey al 5 %; se aprecia dos rangos, de los cuales el tratamiento que mayor y a la vez mejor tiempo de horneo presentó, es **T11** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25% y Harina de haba 25% y panela 30%), esto se debe a la composición de las diferentes mezclas de harinas y su respectivo edulcorante. Encabezando el rango b se encuentra el tratamiento **T8** (Harina de trigo integral 70%, Harina de haba 30% y panela 35%), esto quiere decir que la variable tiempo de horneo es inversamente proporcional a la humedad del producto final.

Gráfico 13: Interacción de los factores: M (Mezcla de harinas) y E (Tipo de edulcorantes) para la variable tiempo de horneado en el producto terminado (min)



En el gráfico 13, se observa un punto óptimo de interacción, de la variable tiempo de horneado en el producto terminado, interactuando así entre los factores M2 (Harina de trigo integral 70% y Harina de haba 30%) y E3 (Panola 30%) alcanzando un valor de 25,07 min, esto quiere decir que es un tiempo adecuado de horneado. Además se muestra un incremento en el punto (25.556 min) esto se debe a que interactúan la composición de los ingredientes con su respectivo edulcorante.

Gráfico 14: Representación gráfica de la variable tiempo de horneo (min) en el producto terminado.



Analizando el gráfico 14, se establece que para esta variable, **T11** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y panela 30%), **T1** (Harina de trigo integral 80%, Harina de plátano 20%, azúcar 28%), y **T2** (Harina de trigo integral 80%, Harina de plátano 20% y azúcar 32%). Alcanzan diferentes medias prevaleciendo **T11**, con un tiempo de horneo adecuado en el producto final, esto quiere decir que el tiempo de horneo de la galleta está influenciado por el contenido de humedad en la masa y a su vez la humedad que contiene cada edulcorante empleado.

4.11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE HUMEDAD EN EL PRODUCTO TERMINADO (%).

En el siguiente cuadro se presentan los valores medidos de la variable humedad en producto terminado.

Cuadro 60: Humedad en el producto terminado (%).

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT	\bar{X}
		1	2	3		
T1	M1E1	6,89	6,81	6,95	20,65	6,88
T2	M1E2	5,52	5,42	5,65	16,59	5,53
T3	M1E3	6,84	6,75	6,00	20,39	6,80
T4	M1E4	5,90	5,50	5,62	17,02	5,67
T5	M2E1	5,50	5,75	5,41	16,66	5,55
T6	M2E2	6,51	6,33	6,42	19,26	6,42
T7	M2E3	6,27	6,38	6,50	19,15	6,38
T8	M2E4	6,60	6,79	6,42	19,81	6,60
T9	M3E1	5,13	5,52	5,25	15,90	5,30
T10	M3E2	5,32	5,07	5,16	15,55	5,18
T11	M3E3	5,66	5,59	5,45	16,70	5,57
T12	M3E4	5,44	5,29	5,54	16,27	5,42

Cuadro 61: Análisis de varianza de la variable humedad en el producto terminado (%).

F. de V.	GL.	S.C.	C.M.	F. cal.	5%	1%
Total	35	13,268				
Tratamiento	11	12,803	1,164	60,15**	2,22	3,09
Factor M	2	5,948	2,974	153,69**	3,40	5,61
Factor E	3	1,351	0,450	23,28**	3,01	4,72
M x E	6	5,504	0,917	47,41**	2,51	3,67
E. exp.	24	0,464	0,019			

CV: 2,34%

Realizado el análisis de varianza, se observa que existe alta significación estadística para tratamientos, para los factores **M (Mezcla de harinas)** y **E (Tipo de edulcorantes)** y para la interacción **M (Mezcla de harinas) x E (Tipo de edulcorantes)**, concluyendo que la variable humedad en la masa influye en el tiempo de horneo hasta alcanzar el nivel óptimo de cocción de las galletas.

El tiempo de horneo depende de la humedad en el producto terminado, depende de un tiempo de horneo óptimo de las galletas.

Al existir significación estadística, se realizó Tukey al 5% para tratamientos, y la Diferencia mínima significativa (DMS) para los factores **M (Mezcla de harinas)** y **E (Tipo de edulcorantes)**

Cuadro 62: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos de la variable humedad en el producto terminado (%)

Tratamientos		Medias	Rangos
T10	M3E2	5,18	d
T9	M3E1	5,30	c
T12	M3E4	5,42	c
T2	M1E2	5,53	c
T5	M2E1	5,55	c
T11	M3E3	5,57	c
T4	M1E4	5,67	c
T7	M2E3	6,38	b
T6	M2E2	6,42	b
T8	M2E4	6,60	a
T3	M1E3	6,80	a
T1	M1E1	6,88	a

En el cuadro 62 de Tukey al 5% para tratamientos se aprecia cuatro rangos resultando como el mejor tratamiento **T10** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y azúcar 32%), ya que a menor humedad en el producto, existe menor actividad de agua por lo tanto se obtiene una mayor seguridad en la conservación del producto final.

Cuadro 63: Prueba DMS para el factor M (Mezcla de harinas)

Factor	Medias	Rango
M3	5,368	b
M2	6,240	a
M1	6,221	a

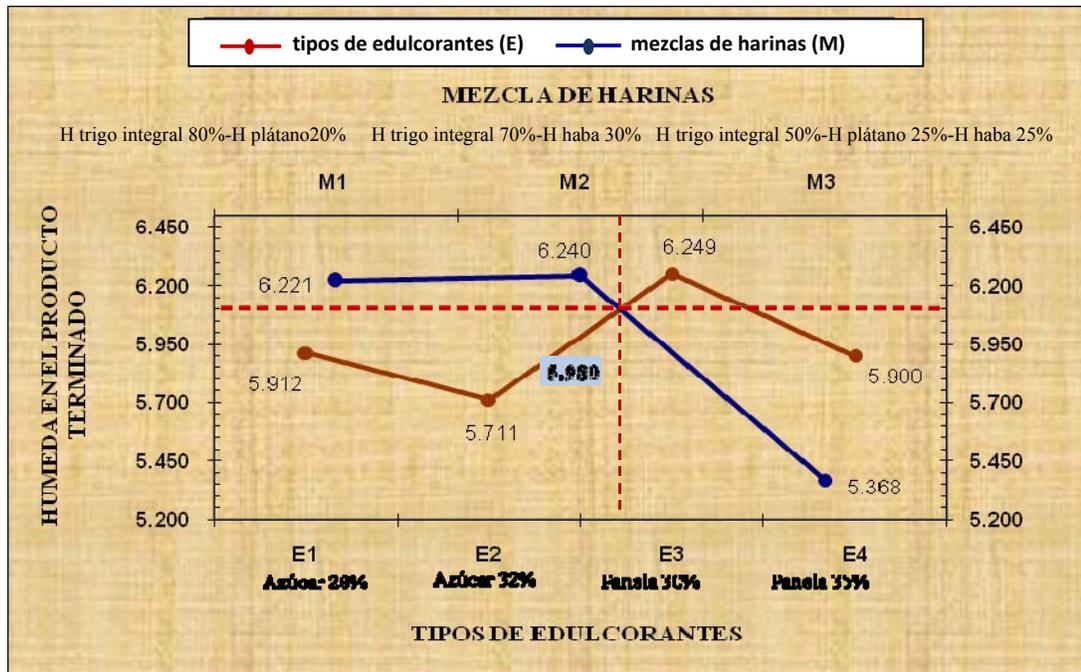
En el cuadro de la Diferencia mínima significativa (DMS) se observa que, para el factor **M (Mezcla de harinas)**, el subnivel **M3 (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25% y Harina de haba 25%)** es el mejor, Esto quiere decir, que la humedad de las harinas influye directamente en el proceso de horneado y en la composición del producto final.

Cuadro 64: Prueba de la Diferencia mínima significativa (DMS) para el factor E (Tipos de edulcorantes)

Factor	Medias	Rango
E2	5,711	d
E4	5,900	c
E1	5,912	b
E3	6,249	a

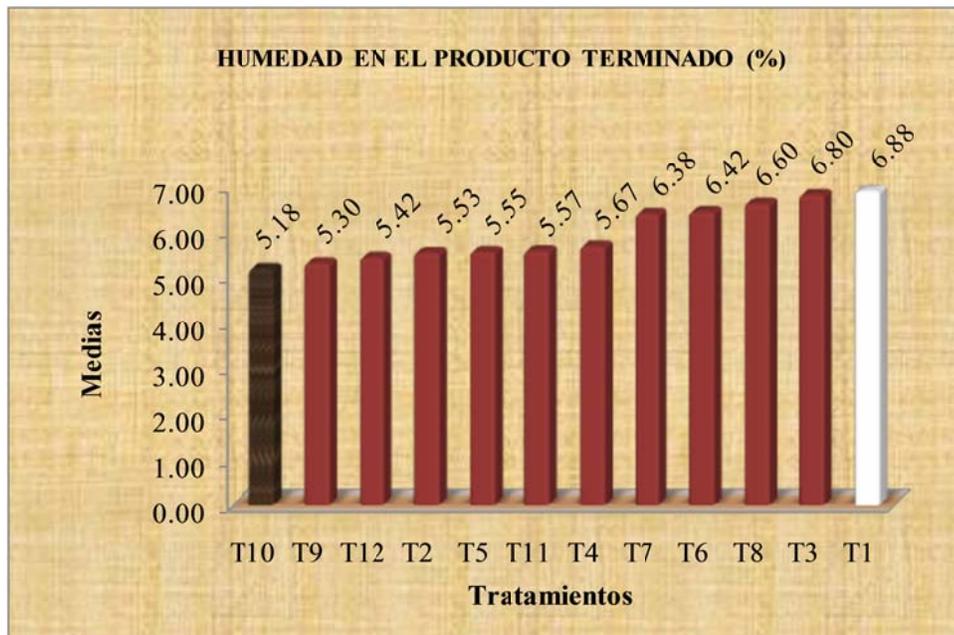
Se muestra claramente en la prueba de la Diferencia mínima significativa (DMS), que para el factor **E (Tipo de edulcorantes)**, el subnivel **E2 (Azúcar 32%)** es el mejor, Lo que indica que la humedad en la galleta, también está influenciada por tipo de edulcorante utilizado en la fórmula respectiva.

Gráfico 15: Interacción de los factores: M (Mezcla de harinas) x E (Tipo de edulcorantes) para la variable Humedad del producto terminado (%).



En el gráfico 15, se observa el punto de interacción, de la variable humedad en el producto terminado, definiéndose que entre los factores **M2** (Harina de trigo integral 70% y Harina de haba 30%) y **E3** (Panela 30%) se consigue una humedad óptima de 5,98%, valor que se encuentra en los rangos establecidos en la norma INEN 2085:96.

Gráfico 16: Humedad del producto terminado (%).



Como se puede observar en el gráfico 16, para la variable humedad, **T10** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y azúcar 32%), es el mejor tratamiento, porque se obtiene una humedad óptima en el producto final establecida en la norma INEN 2085:96. ya que a menor humedad en el producto, existe menor actividad de agua y por ende obtendremos una mayor seguridad en la conservación de las galletas.

4.12 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE DENSIDAD EN EL PRODUCTO TERMINADO (g/ml).

En el siguiente cuadro, se muestran los datos medidos, de la variable densidad en el producto terminado.

Cuadro 65: Densidad en el producto terminado (g/ml).

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT.	\bar{X}
		1	2	3		
T1	M1E1	0,644	0,705	0,656	2,005	0,668
T2	M1E2	0,755	0,769	0,731	2,255	0,752
T3	M1E3	0,662	0,637	0,655	1,954	0,651
T4	M1E4	0,571	0,600	0,583	1,754	0,585
T5	M2E1	0,630	0,636	0,629	1,895	0,632
T6	M2E2	0,621	0,582	0,609	1,812	0,604
T7	M2E3	0,621	0,599	0,645	1,865	0,622
T8	M2E4	0,800	0,762	0,800	2,362	0,787
T9	M3E1	0,600	0,593	0,595	1,788	0,596
T10	M3E2	0,621	0,692	0,664	1,977	0,659
T11	M3E3	0,667	0,667	0,714	2,048	0,683
T12	M3E4	0,692	0,643	0,667	2,002	0,667

Cuadro 66: Análisis de varianza de la variable Densidad en el producto terminado (g/ml).

F. de V.	GL.	S.C.	C.M.	F. cal.	5%	1%
Total	35	0,133				
Tratamiento	11	0,121	0,0110	22,672**	2,22	3,09
Factor M	2	0,001	0,0005	1,104 ^{NS}	3,4	5,61
Factor E	3	0,012	0,0041	8,430**	3,01	4,72
M x E	6	0,108	0,0180	36,982**	2,51	3,67
E. exp.	24	0,012	0,0005			

CV: 3,34 %

Como se indica en el ADEVA anterior, existe alta significación estadística para tratamientos, como para el factor **E (Tipo de edulcorantes)** y para la interacción **M (Mezcla de harinas) x E (Tipo de edulcorantes)**, esto quiere decir que la variable densidad en la galleta, depende de los componentes de la mezcla, así mismo del peso de la galleta y volumen.

Al existir significación estadística, se realizó Tukey al 5% para tratamientos, y la Diferencia mínima significativa (DMS) para el factor **E (Tipo de edulcorante)**.

Cuadro 67: Prueba de Tukey al 5 % para tratamiento de la variable Densidad en el producto terminado (g/ml)

Tratamientos		Medias	Rangos
T8	M2E4	0,787	a
T2	M1E2	0,752	a
T11	M3E3	0,683	b
T1	M1E1	0,668	b
T12	M3E4	0,667	b
T10	M3E2	0,659	b
T3	M1E3	0,651	b
T5	M2E1	0,632	b
T7	M2E3	0,622	b
T6	M2E2	0,604	c
T9	M3E1	0,596	c
T4	M1E4	0,585	c

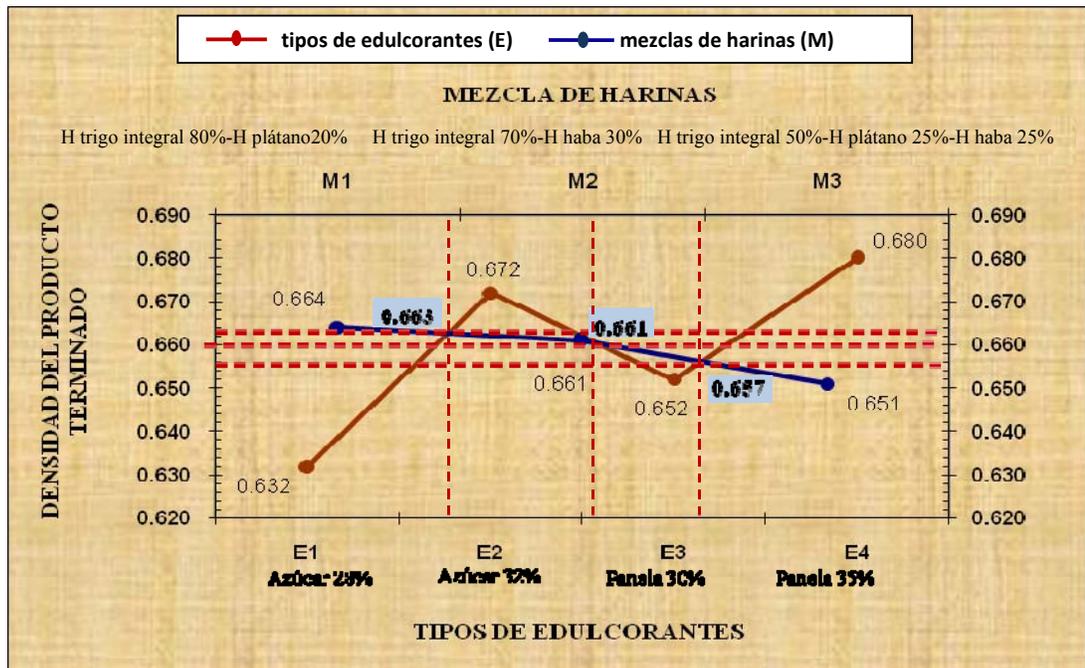
En el cuadro 67 de Tukey al 5% para tratamientos se distingue tres rangos resultando como el mejor tratamiento T8 (Harina de trigo integral 70%, Harina de haba 30% y panela 35%), porque posee un valor de densidad adecuado para un mejor rendimiento en la galleta, seguido de T2 (Harina de trigo integral 80%, Harina de plátano 20% y azúcar 32%).

Cuadro 68: Prueba de la Diferencia mínima significativa (DMS) para el factor E (Tipos de edulcorantes)

Factor	Medias	Rango
E4	0,68	a
E2	0,67	a
E3	0,65	b
E1	0,63	b

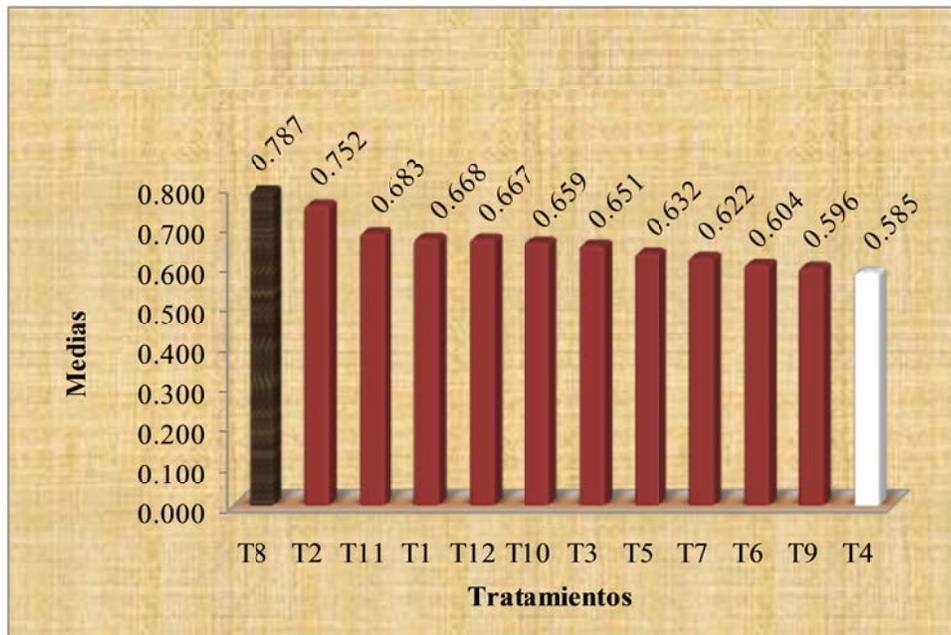
Analizando la prueba de la Diferencia mínima significativa (DMS), se observa que para el factor E (Tipo de edulcorantes), el subnivel E4 (Panela 35%) y E2 (Azúcar 32%) muestran un mismo rango, prevaleciendo E4 (Panela 35%) como el mejor subnivel, deduciendo que la variable densidad en las galletas, dependen del tipo de edulcorante y de su porcentaje utilizado en la fórmula establecida.

Gráfico 17: Interacción de los factores: M (Mezcla de harinas) x E (Tipo de edulcorantes) para la variable Densidad del producto terminado (g/ml).



En el gráfico anterior, se observa tres puntos de interacción, en la variable densidad en el producto terminado, encontrándose el mejor efecto entre los factores M1 (Harina de trigo integral 80% y Harina de plátano 20%) y E2 (Azúcar 30%) alcanzando una densidad óptima de 0,663 en el producto final, porque así se obtendrá un mejor rendimiento además de una adecuada crocancia y crujencia en la galleta.

Gráfico 18: Densidad en el producto terminado (g/ml).



Analizando el gráfico 18, se aprecia que para esta variable, **T8** (Harina de trigo integral 70%, Harina de haba 30% y panela 35%), **T2** (Harina de trigo integral 80%, Harina de plátano 20%, azúcar 32%) y **T11** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y panela 30%), adquieren desiguales medias predominando **T8**, lo que indica, que la densidad depende de los diferentes porcentajes utilizados en su formulación y de una masa en peso adecuada en las galletas.

4.13 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE RENDIMIENTO EN EL PRODUCTO TERMINADO (%).

En el siguiente cuadro, se representan los valores registrados, de la variable rendimiento del producto terminado.

Cuadro 69: Rendimiento del producto terminado (%).

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT.	\bar{X}
		1	2	3		
T1	M1E1	81,77	83,42	82,48	247,67	82,56
T2	M1E2	83,85	85,74	81,62	251,21	83,74
T3	M1E3	82,81	84,99	84,33	252,13	84,04
T4	M1E4	82,95	83,92	82,96	249,83	83,28
T5	M2E1	79,16	78,00	80,04	237,20	79,07
T6	M2E2	78,41	80,51	79,35	238,27	79,42
T7	M2E3	81,74	79,92	80,79	242,45	80,82
T8	M2E4	80,21	76,54	78,37	235,12	78,37
T9	M3E1	86,85	82,41	84,26	253,52	84,51
T10	M3E2	84,94	86,12	84,53	255,59	85,20
T11	M3E3	87,63	86,73	84,91	259,27	86,42
T12	M3E4	83,81	86,75	84,93	255,49	85,16

Cuadro 70: Análisis de varianza de la variable Rendimiento del producto terminado (%).

F. de V.	GL.	S.C.	C.M.	F. cal.	5%	1%
Total	35	281,84				
Tratamiento	11	236,59	21,51	11,41**	2,22	3,09
Factor M	2	217,56	108,78	57,69**	3,40	5,61
Factor E	3	15,73	5,24	2,78 ^{NS}	3,01	4,72
M x E	6	3,30	0,55	0,29 ^{NS}	2,51	3,67
E. exp.	24	45,25	1,89			

CV: 1,66 %

Al realizar el análisis de varianza se aprecia alta significación estadística para tratamientos como para el factor **M (Mezcla de harinas)**. Es decir, que el rendimiento del producto terminado depende de la mezcla de harinas, y del peso de la galleta.

Al existir significación estadística, se realizó Tukey al 5% para tratamientos y la prueba de la Diferencia media significativa (DMS) para el factor **M (mezcla de harinas)**.

Cuadro 71: Prueba de Tukey al 5 % para tratamiento de la variable Rendimiento en el producto terminado (%).

Tratamientos		Medias	Rangos
T11	M3E3	86,42	a
T10	M3E2	85,20	a
T12	M3E4	85,16	a
T9	M3E1	84,51	a
T3	M1E3	84,04	a
T2	M1E2	83,74	a
T4	M1E4	83,28	a
T1	M1E1	82,56	a
T7	M2E3	80,82	b
T6	M2E2	79,42	b
T5	M2E1	79,07	b
T8	M2E4	78,37	b

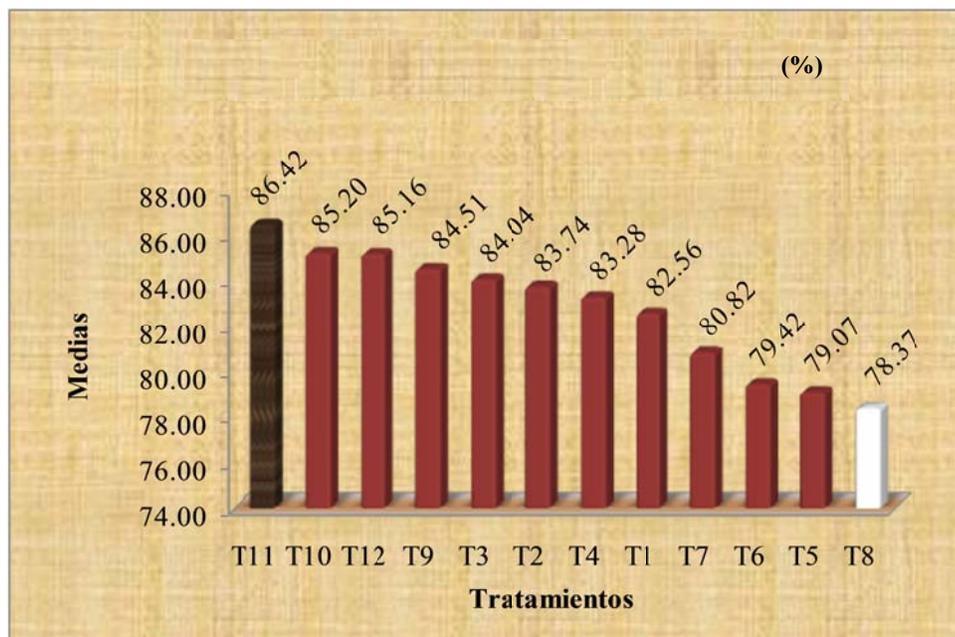
En el cuadro 71 de Tukey al 5 %; se observa dos rangos, los tratamientos que se encuentran en el rango **a** poseen un mejor rendimiento, prevaleciendo como mejor tratamiento **T11** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25% y Harina de haba 25% y panela 30%), porque así se obtendrá una mayor rentabilidad en costos y encabezando el rango **b** se encuentra el tratamiento **T7** (Harina de trigo integral 70%, Harina de haba 30% y panela 30%).

Cuadro 72: Prueba de la Diferencia media significativa (DMS) para el factor M (Mezcla de harinas)

Factor	Medias	Rango
M3	85,323	a
M1	83,403	b
M2	79,420	c

Al apreciar la prueba de la Diferencia media significativa (DMS), para el factor **M (Mezcla de harinas)**, se observa que los tres subniveles son totalmente diferentes, estableciendo como mejor subnivel **M3 (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25% y Harina de haba 25%)**, concluyendo que el rendimiento del producto terminado depende directamente de la composición de las harinas y del peso de las galletas.

Gráfico 19: Rendimiento en el producto terminado (%).



Como se observa en el gráfico 19, para la variable rendimiento, **T11** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y panela 30%), **T10** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25%, y azúcar 32%) y **T12** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25%, y panela 35%), son los tratamientos que mayor rendimiento alcanzaron en el producto terminado, porque estos presentaron menor pérdida de masa durante el proceso de elaboración de galletas integrales.

4.14 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE VOLUMEN EN EL PRODUCTO TERMINADO (ml).

En el siguiente cuadro, se representan los valores medidos, de la variable volumen del producto terminado.

Cuadro 73: Contenido de volumen en el producto terminado (ml).

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT.	\bar{X}
		1	2	3		
T1	M1E1	2612	2554	2590	7756	2585,33
T2	M1E2	2543	2525	2601	7669	2556,33
T3	M1E3	2604	2513	2602	7719	2573,00
T4	M1E4	2614	2534	2613	7761	2587,00
T5	M2E1	2727	2673	2632	8032	2677,33
T6	M2E2	2610	2732	2700	8042	2680,67
T7	M2E3	2755	2643	2672	8070	2690,00
T8	M2E4	2576	2708	2710	7994	2664,67
T9	M3E1	2733	2754	2790	8277	2759,00
T10	M3E2	2734	2574	2652	7960	2653,33
T11	M3E3	2700	2689	2744	8133	2711,00
T12	M3E4	2509	2728	2625	7862	2620,67

Cuadro 74: Análisis de varianza de la variable Volumen en producto terminado (ml).

F. de V.	GL.	S.C.	C.M.	F. cal.	5%	1%
Total	35	213802,97				
Tratamiento	11	128054,31	11641,30	3,26**	2,22	3,09
Factor M	2	91390,39	45695,19	12,79**	3,40	5,61
Factor E	3	14870,31	4956,77	1,39 ^{NS}	3,01	4,72
M x E	6	21793,61	3632,27	1,02 ^{NS}	2,51	3,67
E. exp.	24	85748,67	3572,86			

CV: 2,26 %

Como se muestra en el ADEVA, existe alta significación estadística para tratamientos, como para el factor **M (Mezcla de harinas)**, lo que indica que la variable volumen del producto terminado, depende del tipo de harina y el porcentaje de la misma.

Al existir significación estadística, se realizó Tukey al 5% para tratamientos, y la prueba de la Diferencia media significativa (DMS) para el factor **M (Mezcla de harinas)**.

Cuadro 75: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos de la variable Volumen del producto terminado (ml).

Tratamientos		Medias	Rangos
T9	M3E1	2759,00	a
T11	M3E3	2711,00	a
T7	M2E3	2690,00	a
T6	M2E2	2680,67	a
T5	M2E1	2677,33	a
T8	M2E4	2664,67	a
T10	M3E2	2653,33	a
T12	M3E4	2620,67	a
T4	M1E4	2587,00	a
T1	M1E1	2585,33	a
T3	M1E3	2573,00	b
T2	M1E2	2556,33	b

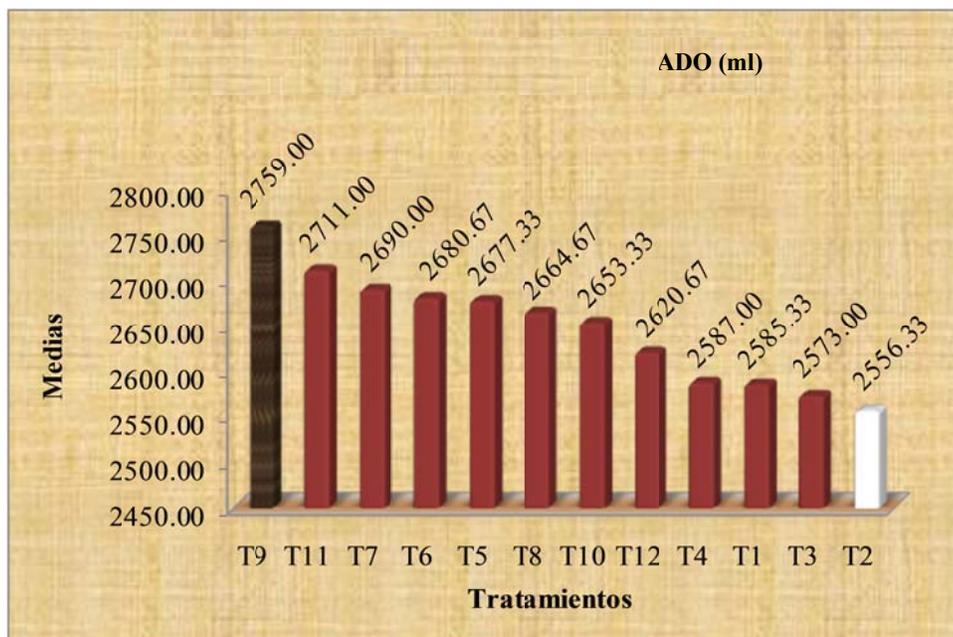
En el cuadro 75 de Tukey al 5 %, para tratamientos; se observa dos rangos, presentando a los mejores tratamientos dentro del rango **a** prevaleciendo **T9** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25% y Harina de haba 25% y azúcar 28%), debido al porcentaje de harinas añadidas en la masa de cada tratamiento, así obtendremos un mejor rendimiento en el producto final y cambia únicamente de rango los tratamientos **T3** (Harina de trigo integral 80%, Harina de plátano 20% y panela 30%) y **T2** (Harina de trigo integral 80%, Harina de plátano 20% y azúcar 32%).

Cuadro 76: Prueba de la Diferencia media significativa (DMS) para el factor M (Mezcla de harinas) (ml).

Factor	Medias	Rango
M3	2686,000	a
M2	2678,177	a
M1	2575,417	b

Como se observa en la prueba de la Diferencia media significativa (DMS), se muestra que para el factor **M (Mezcla de harinas)**, los subniveles **M3 (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25% y harina de haba 25%)**, y **M2 (Harina de trigo integral 70% y Harina de haba 30%)** tienen un mismo rango prevaleciendo el subnivel **M3**. Estableciendo, que el volumen del producto terminado, depende del tipo de harinas y del porcentaje empleado en la formulación.

Gráfico 20: Volumen en el producto terminado (ml).



Analizando el gráfico 20, se aprecia que para esta variable, **T9** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y azúcar 28%), **T11** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano, Harina de haba 25% y panela 30%) y **T7** (Harina de trigo integral 70%, Harina de haba 30%, panela 30%), obtienen diferentes medias predominando **T9**, lo que indica, que el volumen del producto terminado depende de los porcentajes y tipos de harinas utilizados en su formulación y del tiempo de horneado.

4.15 ANÁLISIS SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO.

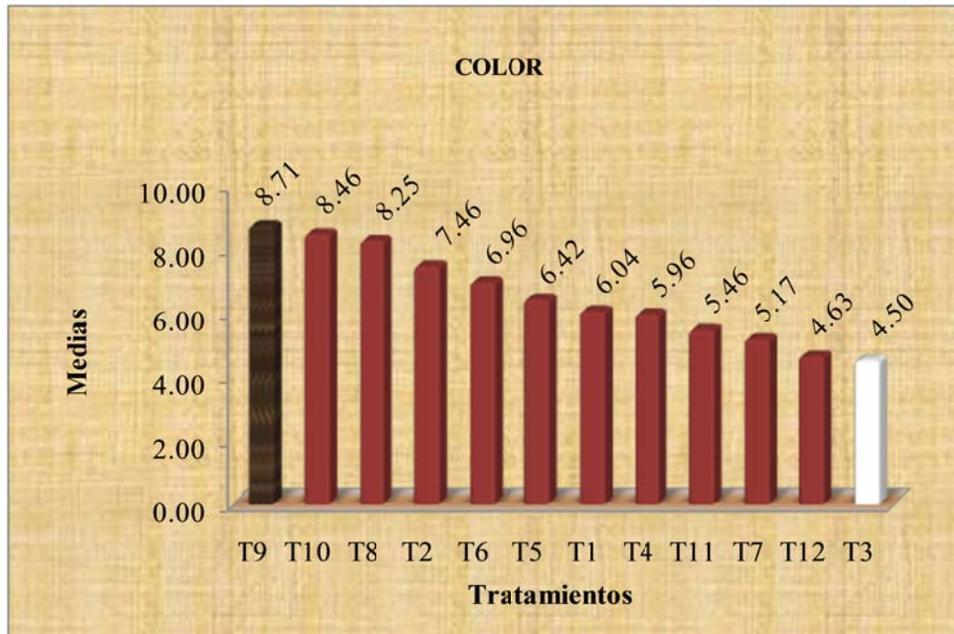
El análisis organoléptico del producto terminado, se realizó con el objeto de valorar las características sensoriales tales como: color, olor, sabor, crocancia, crujencia y aceptabilidad, y de esta manera establecer a los tres mejores tratamientos de acuerdo al grado de aceptabilidad del panel degustador, el mismo que estuvo conformado por doce personas.

El test para la evaluación organoléptica de galletas integrales elaboradas con harina de trigo, harina de plátano y harina de haba se detallan en el Anexo 1.

4.15.1 Color

Los valores tabulados luego del análisis sensorial del producto terminado, se encuentran en el Anexo 2.

Gráfico 21: Evaluación del color en el producto terminado

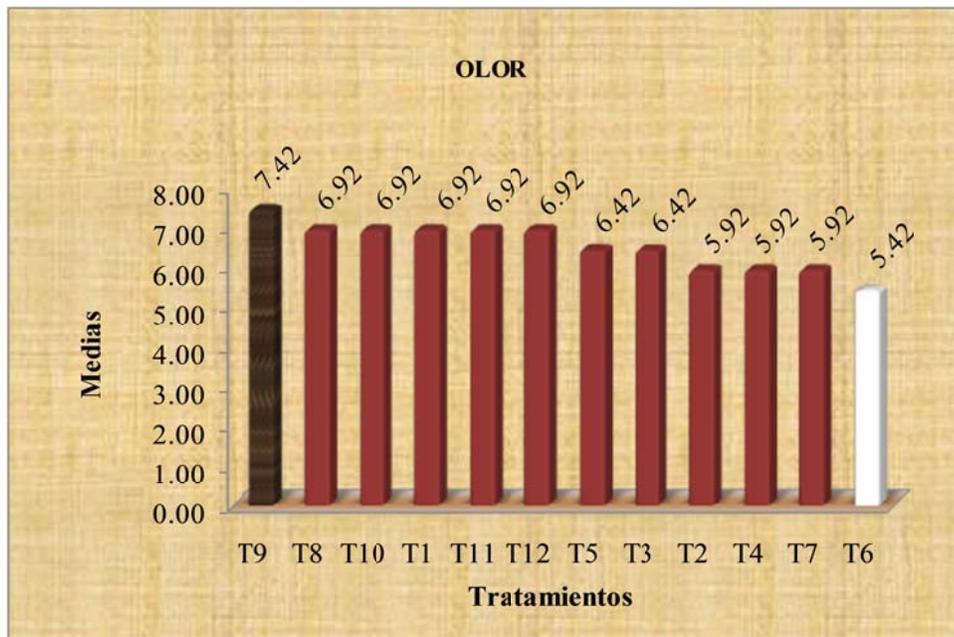


Como se aprecia en el gráfico anterior, se observa que **T9** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y azúcar 28%), es el tratamiento que mayor aceptabilidad dedujo el panel degustador, porque cumple con las características de una galleta integral (color dorado), seguido de **T10** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y azúcar 32%) y **T8** (Harina de trigo integral 70%, Harina de haba 30% y panela 35%); estableciendo así a los tres mejores tratamientos para esta variable.

4.15.2 Olor

Los valores tabulados luego del análisis sensorial del producto terminado, se encuentran en el Anexo 3.

Gráfico 22: Evaluación del olor en el producto terminado

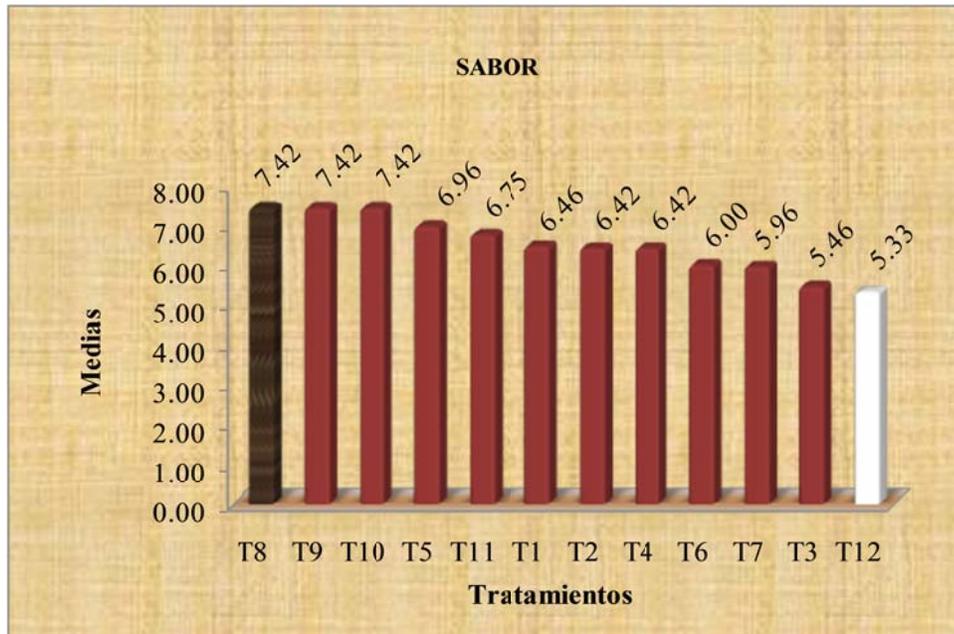


En el gráfico anterior, se observa que **T9** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y azúcar 28%), es el tratamiento que mayor aceptabilidad estableció el panel degustador, porque cumple con las características de una galleta propia recién horneada sin olores desagradables, seguido de **T8** (Harina de trigo integral 70%, Harina de haba 30%, y panela 35%) y **T10** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y azúcar 32%); determinando así a los tres mejores tratamientos para esta variable.

4.15.3 Sabor

Los valores tabulados luego del análisis sensorial del producto terminado, se encuentran en el Anexo 4.

Gráfico 23: Evaluación del sabor en el producto terminado

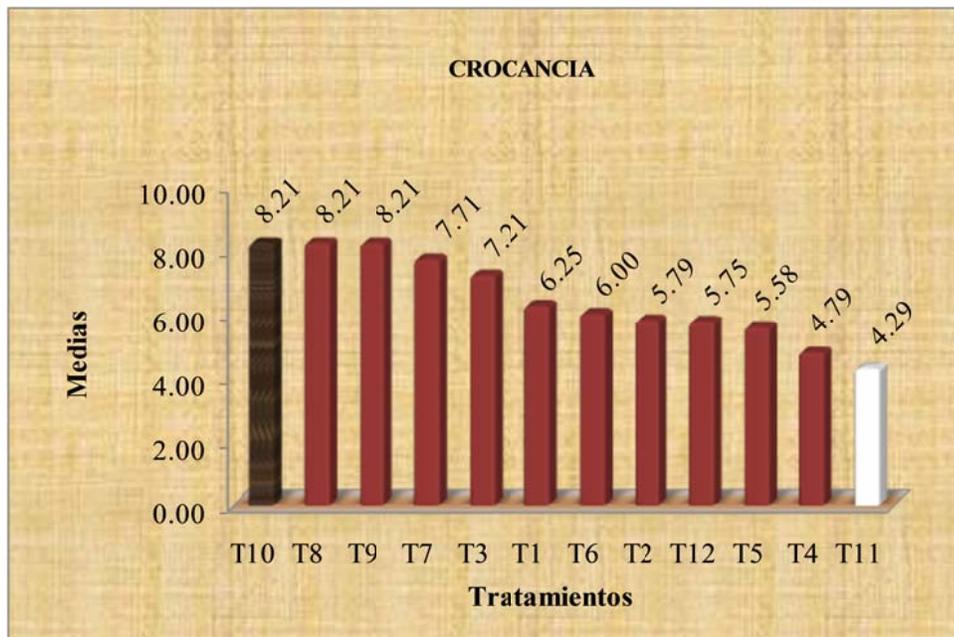


Al observar el gráfico anterior, se muestra que **T8** (Harina de trigo integral 70%, Harina de haba 30% y panela 35%), es el tratamiento que mayor aceptabilidad estableció el panel degustador; porque cumple con las características de una galleta integral no muy dulce y además no presentó sabores desagradables, seguido de **T9** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y azúcar 28%) y **T10** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y azúcar 32%); estableciendo así a los tres mejores tratamientos para esta variable.

4.15.4 Crocancia

Los valores tabulados luego del análisis sensorial del producto terminado, se encuentran en el Anexo 5.

Gráfico 24: Evaluación de la crocancia en el producto terminado

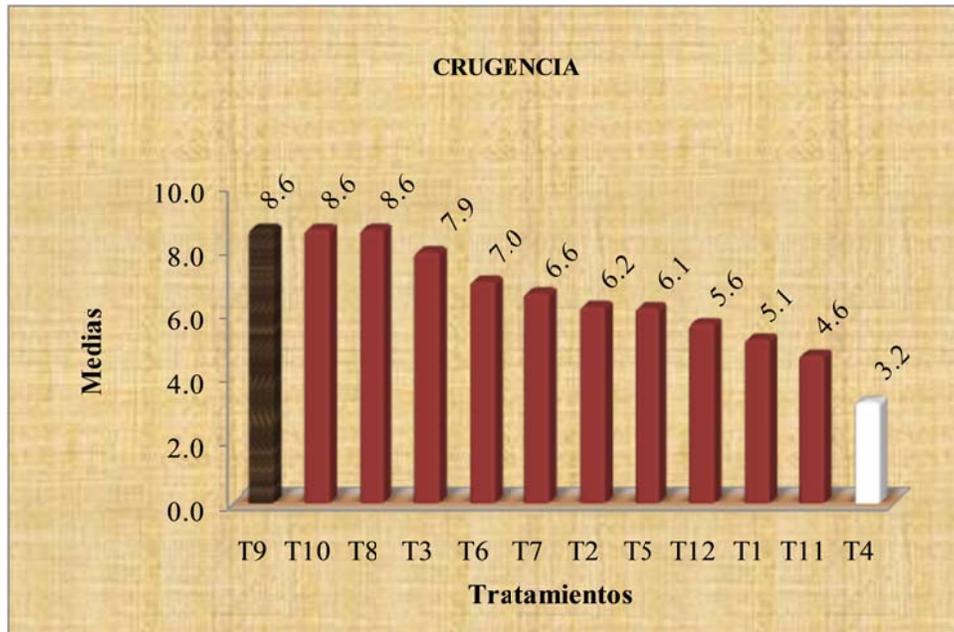


Como se aprecia en el gráfico anterior, observamos que **T10** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y azúcar 32%), es el tratamiento que mayor aceptabilidad estableció el panel degustador; porque cumple con las características de una galleta integral delicada, que permitió una ruptura adecuada de la misma, seguido de **T8** (Harina de trigo integral 70%, Harina de haba 30% y panela 35%) y **T9** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y azúcar 28%); estableciendo así a los tres mejores tratamientos para esta variable.

4.15.5 Crugencia

Los valores tabulados luego del análisis sensorial del producto terminado, se encuentran en el Anexo 6.

Gráfico 25: Evaluación de la crugencia en el producto terminado

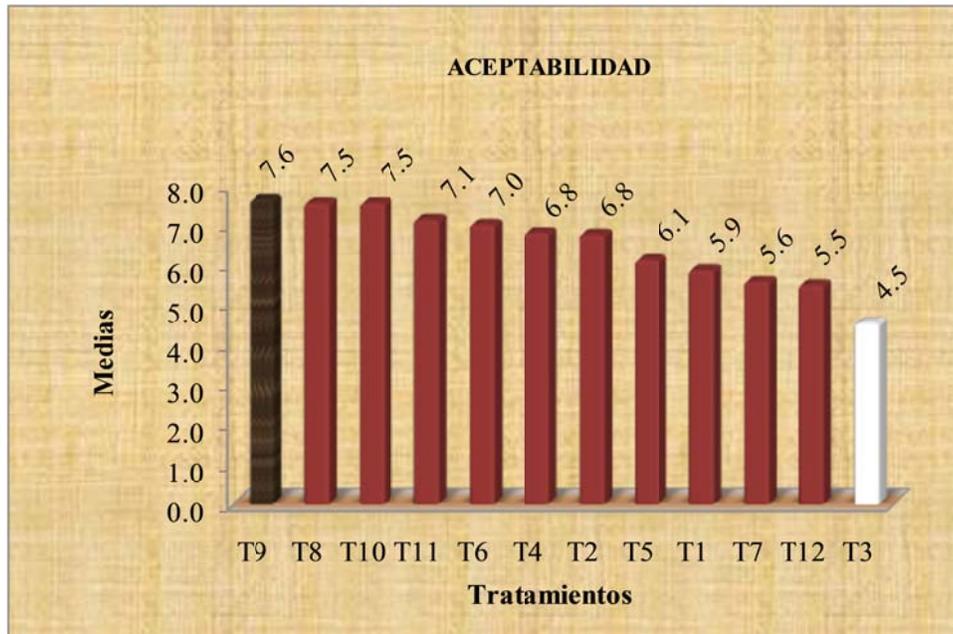


Analizando el gráfico anterior se determinó que, **T9** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y azúcar 28%), es el tratamiento que mayor aceptabilidad estableció el panel degustador; porque cumple con las características de una galleta integral, que alcanzó un adecuado sonido a la ruptura, seguido de **T10** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y azúcar 32%) y **T8** (Harina de trigo integral 70%, Harina de haba 30% y panela 35%); estableciendo así a los tres mejores tratamientos para esta variable.

4.15.6 Aceptabilidad

Los valores tabulados luego del análisis sensorial del producto terminado, se encuentran en el Anexo 7.

Gráfico 26: Evaluación de la aceptabilidad en el producto terminado



Como se aprecia en el gráfico anterior, se muestra que **T9** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y azúcar 28%), es el tratamiento que mayor aceptabilidad estableció el panel degustador; porque presentó un mayor agrado, seguido de **T8** (Harina de trigo integral 50%, Harina de haba 30% y panela 35%) y **T10** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y azúcar 32%); estableciendo así a los tres mejores tratamientos para esta variable.

Para establecer si existe o no significación estadística en las variables de la evaluación organoléptica anteriormente mencionadas, se realizó el análisis de Friedman al 5 %. Los valores calculados se detallan en el siguiente cuadro.

Cuadro 77: Análisis de Friedman para las variables de la evaluación sensorial

VARIABLE	VALOR CALCULADO X²	VALOR TABULAR X² (5%)	SIGN.
COLOR	21,96	19,7	*
OLOR	3,62	19,7	NS
SABOR	5,35	19,7	NS
CROCANCIA	19,13	19,7	NS
CRUGENCIA	30,15	19,7	*
ACEPTABILIDAD	9,63	19,7	NS

Como se puede apreciar en el análisis de Friedman para las variables de la evaluación organoléptica; el color y la crujencia tuvieron significación estadística; es decir que para el panel degustador las dos variables evaluadas fueron distintas. El olor, sabor, crocancia y aceptabilidad fueron no significativos, lo que significa que los tratamientos no presentan diferencias en lo que respecta a esta variable.

4.16 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO PARA LOS TRES MEJORES TRATAMIENTOS.

Cuadro 78: Análisis Físico – Químico para los tratamientos T9, T10 y T8

A continuación se presenta la composición físico - química para los tres mejores tratamientos.

PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS		
			T9	T10	T8
Humedad	Gravimétrico	%	4,40	5,98	5,19
Azúcares Totales	Lane-Eynon	%	29,90	24,43	27,18
Proteína	Kjendahl	%	8,61	8,44	8,53
Carbohidratos Totales	Cálculo	%	84,50	83,15	83,83
Extracto Etéreo	Soxleth	%	21,38	19,09	20,24
Fibra	Wende	%	2,52	3,11	2,82
Calorías	Cálculo	cal/100g	564,86	538,17	551,52
Cenizas	Gravimétrico	%	2,49	2,43	2,46
Calcio	Absorción Atómica	mg/100g	87,45	95,62	91,54
Hierro		mg/100g	3,67	2,82	3,25
Fósforo	Molibdato-Vanadato	mg/100g	57,27	58,26	57,77

Nota: Los resultados obtenidos, corresponden solo para las muestras analizadas.

4.17 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS EN LA ETAPA INICIAL DEL PERÍODO DE CUARENTENA PARA LOS TRES MEJORES TRATAMIENTOS.

Cuadro 79: Análisis Microbiológico para los tratamientos T9, T10 y T8.

A continuación se presenta la composición físico - química para los tres mejores tratamientos.

PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS		
			T9	T10	T8
Recuento estándar en placa	NTE INEN 1529	UFC/g	< 10	< 10	< 10
Recuento mohos		UPM/g	< 10	< 10	< 10
Recuento levaduras		UPL/g	< 10	< 10	< 10

NOTA: Los análisis microbiológicos se realizaron en el Laboratorio de Uso Múltiple Facultad F.I.C.A.Y.A. (Julio 2009).

Simbología:

UFC= Unidades formadoras de colonias

UPM= Unidades productoras de mohos

UPL= Unidades productoras de levaduras

4.18 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS EN LA ETAPA FINAL DEL PERÍODO DE CUARENTENA PARA LOS TRES MEJORES TRATAMIENTOS.

Cuadro 80: Análisis Microbiológico para los tratamientos T9, T10 y T8

A continuación se presenta la composición físico - química para los tres mejores tratamientos.

PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS		
			T9	T10	T8
Recuento estándar en placa	NTE INEN 1529	UFC/g	< 10	< 15	< 10
Recuento mohos		UPM/g	< 10	< 10	< 10
Recuento levaduras		UPL/g	< 10	< 10	< 10

NOTA: Los análisis microbiológicos se realizaron en el Laboratorio de Uso Múltiple Facultad F.I.C.A.Y.A. (Septiembre 2009).

Simbología:

UFC= Unidades formadoras de colonias

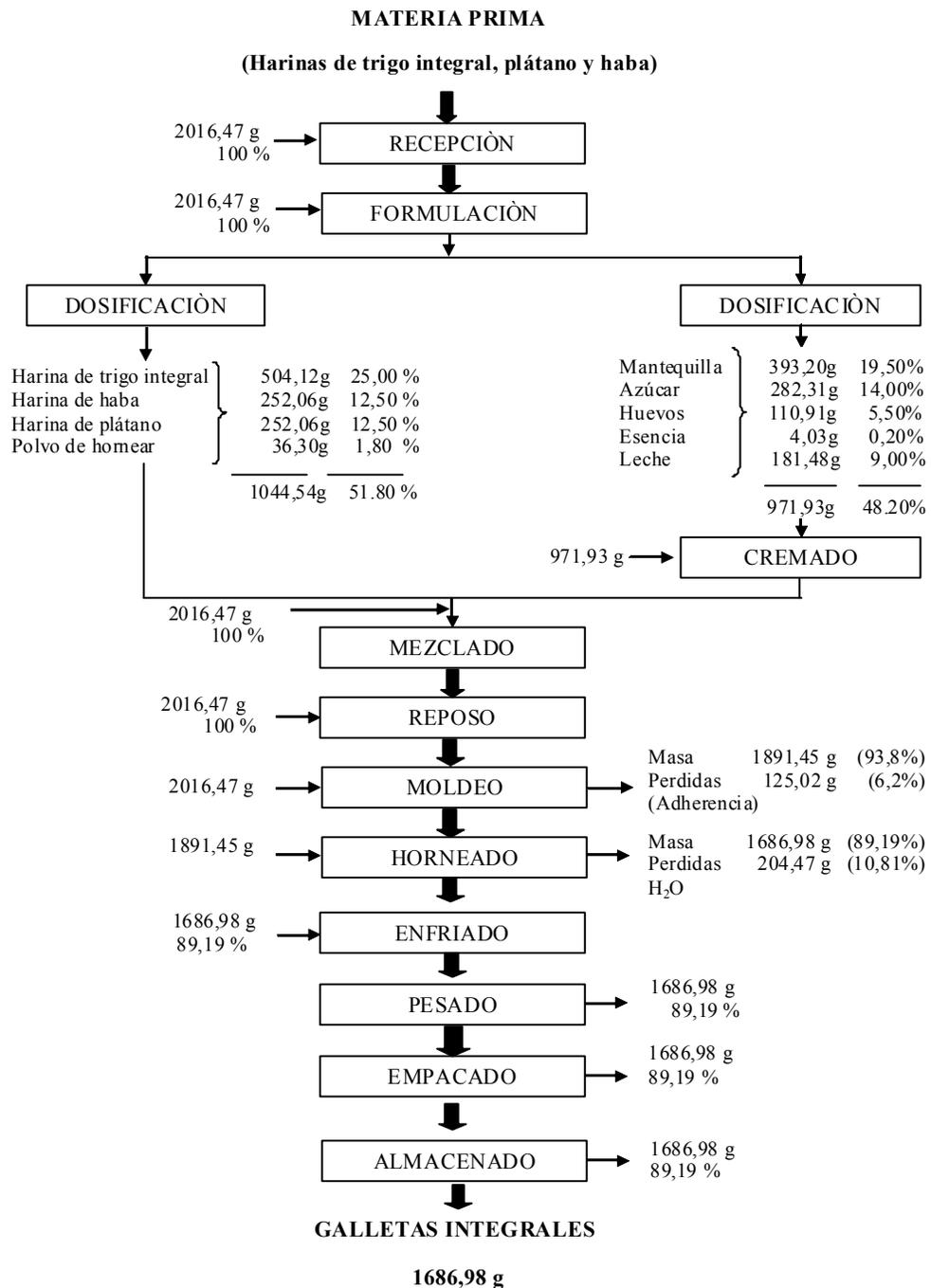
UPM= Unidades productoras de mohos

UPL= Unidades productoras de levaduras

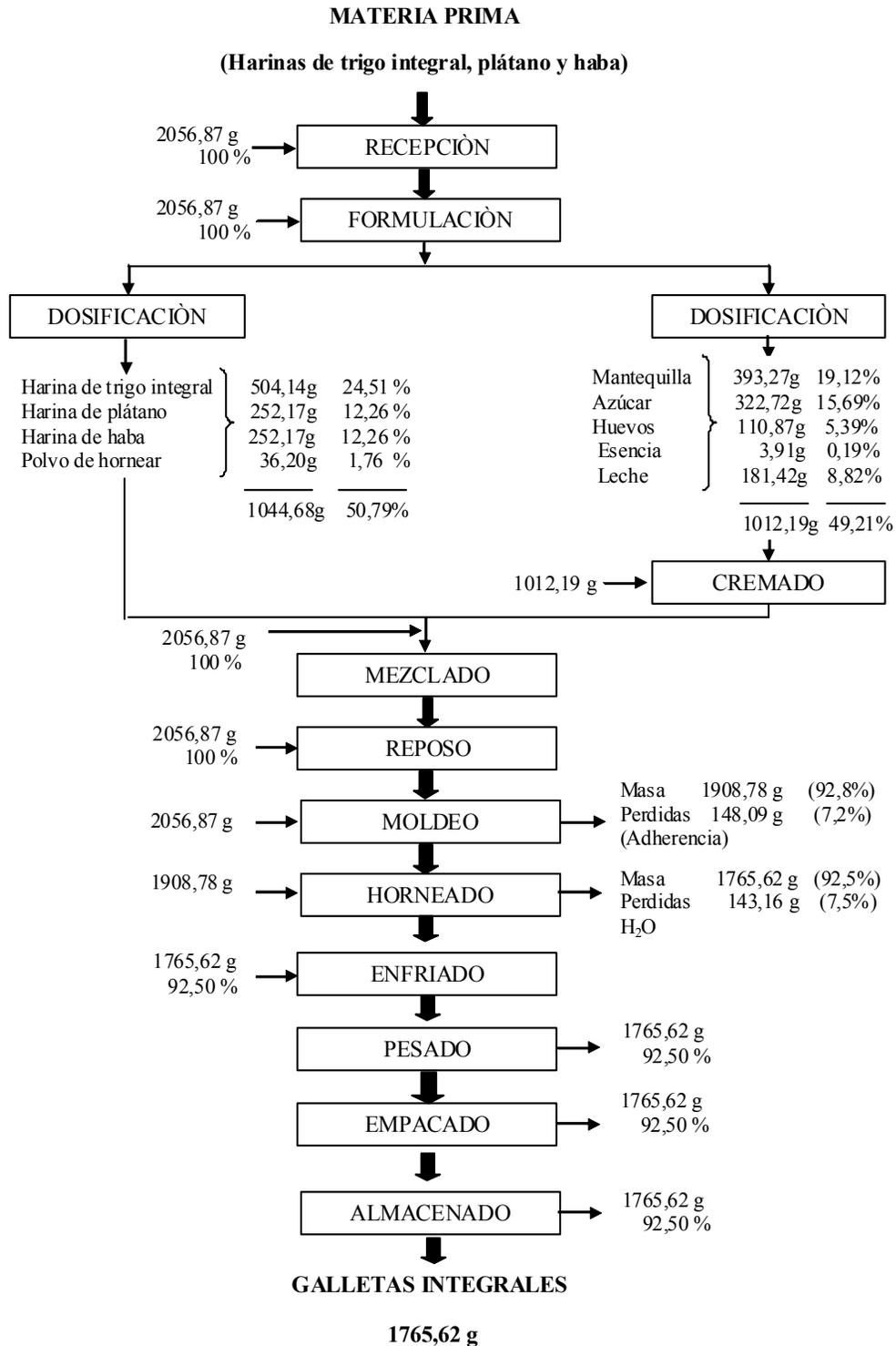
Al apreciar el cuadro 80, se concluye que los tratamientos **T9** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y azúcar 28%), **T10** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y azúcar 32%) y **T8** (Harina de trigo integral 70%, Harina de haba 30% y panela 35%), cumplen con los requisitos microbiológicos deseados conforme lo indica en la norma INEN 1529, que se encuentra en el Anexo 12 no presentan contaminación alguna, transcurrido la cuarentena (40 días), periodo razonable de almacenamiento, durante el cual ha mantenido su calidad higiénica y nutricional.

4.19 BALANCE DE MATERIALES PARA LOS TRES MEJORES TRATAMIENTOS

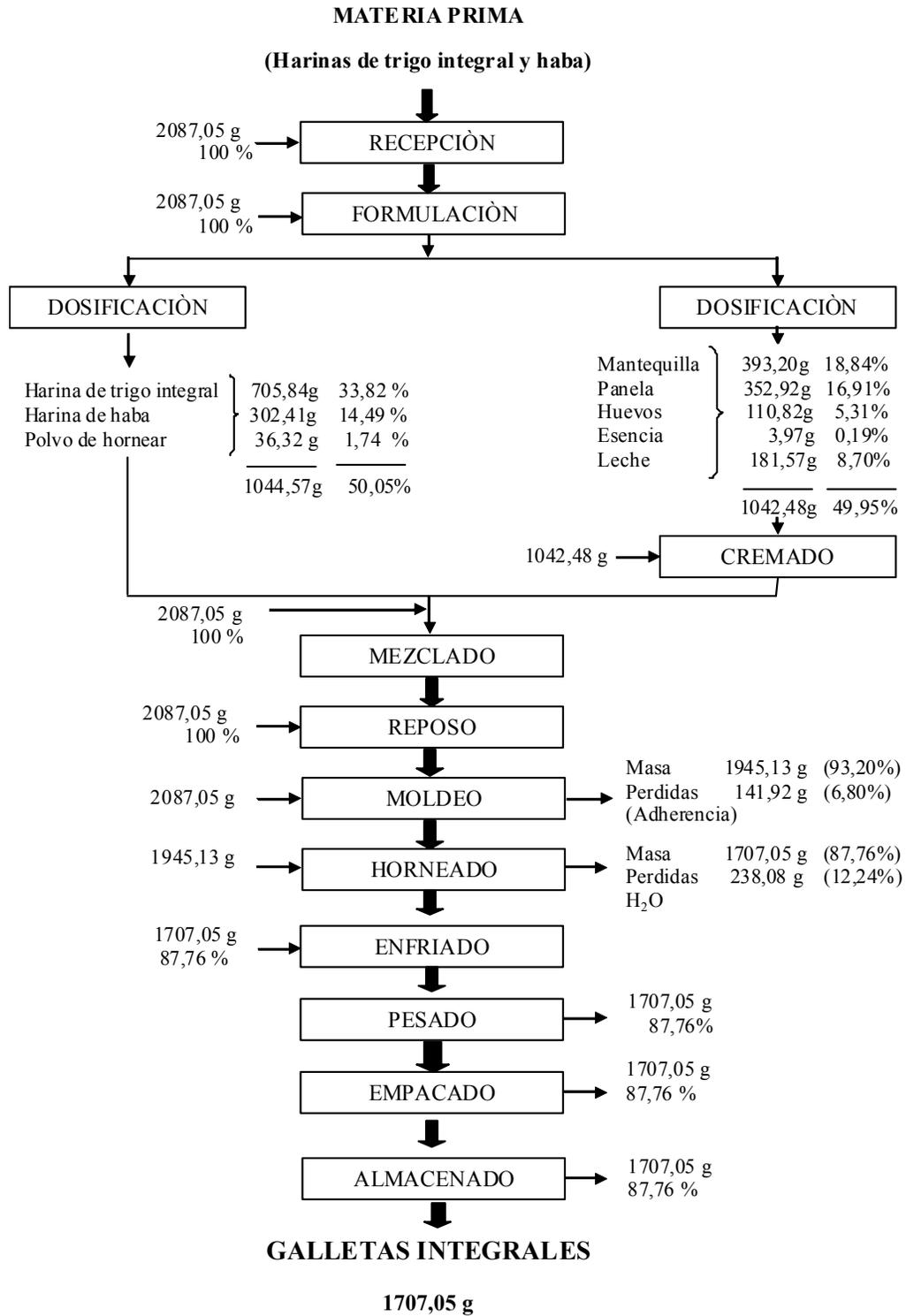
4.19.1 Balance de materiales tratamiento T9 (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y azúcar 28%)



4.19.2 Balance de materiales tratamiento T10 (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y azúcar 32%)



4.19.3 Balance de materiales tratamiento T8 (Harina de Trigo 70%, Harina de Haba 30% y Panela 35%)



4.20 COSTOS DE PRODUCCIÓN

Se realizó los costos de producción de los tres mejores tratamientos **T9** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y azúcar 28%), **T10** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y azúcar 32%) y **T8** (Harina de trigo integral 70%, Harina de haba 30% y panela 35%) considerando los más aceptables según la evaluación organoléptica, la hoja de cálculo para los tratamientos **T9**, **T10**, **T8** se encuentra en el anexo 8, 9 y 10 respectivamente.

Cuadro 81: costos de los tres mejores tratamientos.

COSTO DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS			
TRATAMIENTOS	CANTIDAD	UNIDADES	COSTO
	g	Nº de Galletas	USD
T8	1707,05	170	4,80
T9	1686,98	169	4,97
T10	1765,62	177	5,00

En el cuadro 81 se muestra el resumen de los costos de los tres mejores tratamientos, obtenidos a partir de las tablas que se encuentran en los Anexos 8,9,10 respectivamente donde se observa que el tratamiento **T8** (Harina de trigo integral 70%, Harina de haba 30% y panela 35%) es el más económico con un valor de 4,80 USD además de presentar un rendimiento de 1765,67g de producto después del horneado. Seguido de **T9** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y azúcar 28%) con un costo de 4,97 USD y con un rendimiento de 1687g y **T10** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y azúcar 32%) con un valor de 5,00 USD y un rendimiento de 1765,67g.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

Terminada la fase experimental y luego del análisis estadístico de los resultados obtenidos en las diferentes mezclas se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Se concluye que la fórmula establecida y la evaluación del producto final a través de un panel de degustadores es la empleada en el tratamiento **T9**, (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25%, y azúcar 28%), que se encuentra en la descripción del proceso de elaboración de galletas integrales.
- Se determinó que el porcentaje de mezcla establecido en base a la fórmula, fue el subnivel **M3** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25% y Harina de haba 25%) y así mismo el porcentaje adecuado de edulcorante fue el subnivel **E1** (Azúcar 28%), es decir que el porcentaje de la mezcla y el tipo de edulcorante dependen de la composición de la masa y por ende de un mejor producto terminado.
- Se determinó que la pérdida de humedad por calentamiento, peso y variación de pH, dependen directamente de la humedad y composición de los ingredientes en la composición de la masa a utilizar en la fórmula para cada tratamiento, observándose un crecimiento proporcionado al iniciar la etapa de reposo, mientras que a los 20 min se determinó que el pH inició su descenso.

- Se estableció que el mejor tiempo de horneado de la galleta, está dentro de un rango de 25 a 26 min, a una temperatura constante de 180° C desde el ingreso al horno, es decir que el aumento de tiempo y temperatura influiría en un deterioro de las características nutricionales de la galleta.
- De acuerdo al requerimiento que se establece en la norma NTE INEN 2085:96; los tratamientos: **T9** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25%, y azúcar 28%), **T10** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25%, y azúcar 32%) y **T8** (Harina de trigo integral 70%, Harina de haba 30%, y panela 35%) cumplen con los requisitos establecidos en cuanto al recuento estándar en placa y recuento de mohos y levaduras.
- Se determinó que los tres mejores tratamientos según el panel de degustadores fueron, **T9** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25%, y azúcar 28%), **T10** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25%, y azúcar 32%) y **T8** (Harina de trigo integral 70%, Harina de haba 30%, y panela 35%), por ser los tratamientos que mayor aceptabilidad tuvieron en la evaluación organoléptica.
- Al analizar los resultados de las características físico-químicas de los tratamientos; **T9** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25%, y azúcar 28%), **T10** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25%, y azúcar 32%) y **T8** (Harina de trigo integral 70%, Harina de haba 30%, y panela 35%), se determinó que cada uno de ellos presenta en su composición elementos indispensables (proteína, calcio, hierro, fósforo), para el buen funcionamiento del organismo en el consumidor.

- Al determinar el rendimiento de los tres mejores tratamientos se deduce que **T10** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25%, y azúcar 32%), presenta un mejor rendimiento seguido de **T9** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25%, y azúcar 28%) y **T8** (Harina de trigo integral 70%, Harina de haba 30%, y panela 35%) respectivamente, es decir que el rendimiento depende de un óptimo mezclado de los ingredientes y de un adecuado tiempo de horneado.
- Se acepta la hipótesis establecida al inicio de la investigación, es decir que “Los niveles de harina de trigo integral, plátano y haba inciden en las características de la galleta”; porque se obtuvo un producto terminado con un porcentaje adecuado de nutrientes como son fibra, proteína, calcio, hierro y fósforo.

RECOMENDACIONES

- Todos los materiales y equipos que se empleen durante el proceso y elaboración de galletas integrales, deben estar listos y previamente limpios con la finalidad de evitar una posible contaminación cruzada.
- Se recomienda que para la degustación del producto terminado, se añada un subnivel de calificación más, para cada ítem en la prueba sensorial.
- La temperatura del horno se debe mantener constante a 180°C, para evitar posibles cambios en los valores de la variable analizada tiempo de horneado y así mismo evitar cambios físicos en el producto terminado.
- Realizar un análisis de mercadeo para saber si la galleta integral, elaborada a base de harina de trigo integral, harina de plátano, harina de haba y diferentes porcentajes de edulcorantes, puede ser un producto industrializado.
- Trabajar con otro tipo de edulcorantes como pueden ser la estevia, o el aspartame como endulzantes alternativos.
- Realizar investigaciones con otro tipo de harinas sean estas obtenidas a base de frutas, como materia prima para la elaboración de galletas.
- Se recomienda el desarrollo del presente trabajo de tesis dentro de las Unidades Edu-productivas de los Laboratorios de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial y así obtener un producto innovador de procesamiento para satisfacer las necesidades nutricionales de la comunidad.

CAPÍTULO VI

RESUMEN

La presente investigación tiene por objeto, presentar una alternativa de procesamiento e industrialización a los granos de cereales y leguminosas en la Provincia de Imbabura, Cantón Ibarra, Parroquia El Sagrario, a si mismo este trabajo fue elaborado en los Laboratorios de la Escuela, en las Unidades Edu-Productivas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte.

Este estudio se basa en obtener un producto con características nutritivas propias de una galleta a base de productos que se den en el norte del país, con lo cual se quiere dar a conocer un producto rico en fibra, proteínas y principalmente que sea el alimento principal en los niños para combatir diferentes deficiencias nutricionales, se utilizó como materia prima harina de trigo integral, plátano, haba y dos tipos de edulcorantes como es el azúcar y la panela.

Las variables estudiadas en esta investigación fueron; al inicio del proceso: Humedad, Peso, pH, Tiempo de horneado y en el producto terminado: Humedad, Densidad, Rendimiento, Volumen, análisis microbiológicos, organolépticos (color, olor, sabor, crocancia, crujencia, y aceptabilidad), calidad fisico-química, (azúcares totales, fibra total, proteína, carbohidratos, grasa, calorías, cenizas,) a los tres mejores tratamientos.

Para evaluar los datos obtenidos se utilizó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial AxB, con tres repeticiones; donde el Factor **M (Mezcla de harinas)** tiene tres subniveles los cuales son : **M1** (Harina de trigo integral 80% y Harina de plátano 20%), **M2** (Harina de trigo integral 70% y Harina de haba 30%) y **M3** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25% y Harina de haba 25%), mientras que el factor **E (Tipos de edulcorantes)** se muestran cuatro subniveles **E1** (Azúcar 28%), **E2** (Azúcar 32%), **E3** (Panela 30%) y **E4** (Panela 35%).

De la interacción de estos dos factores se obtuvo 12 tratamientos y 36 unidades experimentales, conformadas por 2000g cada una. Las pruebas de significación utilizadas fueron Tukey al 5 % para tratamientos y DMS para factores, para realizar el análisis sensorial se utilizó Friedman al 5% y 1%.

Para la elaboración de las galletas, se adquirió las materias primas en los supermercados y despensas locales de la ciudad de Ibarra, recepción , formulación, y dosificación de los ingredientes, luego se realizó el cremado, mezclado, reposo, moldeo, horneado, enfriamiento, pesado, empacado y almacenado, todo acorde propuesto en los tratamientos.

Realizada la evaluación organoléptica se determinaron los tres mejores tratamientos como son: **T9** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y azúcar 28%) , **T10** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y azúcar 32%) y **T8** (Harina de trigo integral 80%, Harina de haba 20% y panela 35%), los cuales fueron sometidos a un análisis microbiológico y físico-químico observándose que el mejor tratamiento es **T9** (Harina de trigo integral 50%, Harina de plátano 25%, Harina de haba 25% y azúcar 28%) el cual fue más apetecido por el panel degustador.

SUMMARY

This research aims to present an alternative processing and industrialization of cereal grains and legumes in the province of Imbabura, Ibarra Canton, El Sagrario Parish. This work was developed in the laboratories of the School, in Education Production Units, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences at the Technical University of the North.

This study is based on obtaining a product with nutritional characteristics typical of a cookie made of products shaped in the north, it wants introducing a product rich in fiber, protein and mainly that will be the most important food for children against nutritional deficiencies, They were used as prime material: wheat flour, bananas, beans and two types of sweeteners like sugar and brown sugar.

The variables studied in this research were: to the begin of the process: Moisture, weight, pH, baking time and the finished product: Moisture, Density, Performance, Volume, microbiological tests, organoleptic (color, odor, flavor, crispness, crunch , and acceptability), physical-chemical (total sugars, total fiber, protein, carbohydrates, fat, calories, ash) to the three best treatments.

To evaluate the data we used a completely randomized design with factorial AxB, with three replications, where the factor M (mixture of flour) has three sub-levels which are: M1 (wheat flour 80% and 20 banana flour %), M2 (wheat flour 70% and 30% bean flour) and M3 (wheat flour 50%, 25% banana flour and bean flour 25%), while the factor E (Types of sweeteners) are four sublevels E1 (Sugar 28%), E2 (Sugar 32%), E3 (Brown sugar 30%) and E4 (Brown sugar 35%).

The interaction of these two factors had 12 treatments and 36 experimental units, made up of 2000g each one. The significance tests used Tukey 5% immunity to DMS treatment and factors for the sensory analysis was used Friedman to 5% and 1%.

To prepare cookies, prime materials were purchased in supermarkets and local food pantries in the city of Ibarra, reception, formulation, and dosage of the ingredients, then place the cream, mixing, resting, shaping, baking, cooling, weighed, packaged and stored, all in accordance with proposed treatments.

Performed the sensory evaluation were determined as the three best treatments are: T9 (wheat flour 50%, banana flour 25%, bean flour 25% and sugar 28%), T10 (wheat flour 50%, banana flour 25%, bean flour 25% and sugar 32%) and T8 (wheat flour 80%, bean flour 20% and brown sugar 35%), which were subjected to microbiological and physical-chemical observing that the best treatment is T9 (wheat flour 50%, banana flour 25%, bean flour 25% and sugar 28%) which was the most desired by the taster panel.

CAPÍTULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **AYKROD, W y Doughty, J** (1980) “El trigo en la alimentación humana” FAO. (Pág. 92-98)
2. **BRABERMAN, B** (1980) “Introducción a la Bioquímica de los alimentos”, Editorial el manual moderno S.A. CV. México. (Pág. 204-205)
3. **BURBANO, B** (1990) “Alternativa triguera para la sierra ecuatoriana”. (Pág. 27-28)
4. **DUNCAN, J** (1983) “Tecnología de la industria galletera”, Editorial Acribio, Zaragoza- España. (Pág. 123-125)
5. **ENCICLOPEDIA SALVAT**, “La Enciclopedia “, Salvat Editores S.A., Tomo 1, España, 2004. (Pág. 245-247)
6. **GIANOLA, C.** (1990) Repostería industrial, Tomo I “Industria Moderna de Galletas y Pastelería”. Editorial Paraninfo S. A. Madrid-España. (Pág. 54-59-60)
7. **GISPERT, Carlos** “Enciclopedia Practica de la Agricultura y la Ganadería”, Editorial, S.A. Barcelona España. (Pág. 267)

8. **GRANDA, C** (1980) “La industria moderna de las galletas y pastelería”, Editorial Paraninfa. (Pág. 23-24)
9. **HELMUT, M. E. Meier**” Enciclopedia Sistemático Agropecuario”, Editorial Aedus Año 1978 Barcelona, España. (Pág. 112-115)
10. **INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**, Norma Ecuatoriana Obligatoria NTE INEN 2085:96 “Galletas, Requisitos” Primera Edición. (Pág. 1-2)
11. **INSTITUTO ECUATOTIANO DE NORMALIZACIÓN**, Norma Ecuatoriana Obligatoria NTE INEN 1529-10:98 para control microbiológico de los alimentos mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad, primera edición.
12. **LORENTE Herrera Juan B.** “Biblioteca de la Agricultura”, I. Gráficos Mármol S.L. Edición 2007 Barcelona, España. (Pág. 87-88)
13. **MADRID, A Vicente**, (1994) “Manual de Pastelería y Confitería”, Ediciones AMV. (Pág. 188-190)
14. **MANLEY, D. J. R.** (1989). “Tecnología de la Industria Galletera. Galletas, Crackers y otros horneados” Traducido por Mariano González Alonso. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España. (Pág. 55-57)
15. **PAMPLONA J, Roger**, (2003) “El poder medicinal de los alimentos”, Editorial Safeliz, Buenos Aires, Argentina. (Pág. 74-77-110)

REFERENCIAS ELCTRÓNICAS DE INTERNET:

1. www.aaprotrigo.org/tecnologia/varios/elaboracion_industrial.htm
(Consulta 15-05-2008)
2. www.botanical-online.com (Consulta 17-05-2008)
3. www.cargill-harinas.com.ar/images/MoliendaEsp.gif (Consulta 19-05-2008)
4. www.dsalud.com/buscar.htm (Consulta 20-05-2008)
5. www.ecuadorencifras.com (Consulta 15-08-2009)
6. www.es.wikipedia.org/wiki/Harina (Consulta 06-06-2008)
7. www.imagenes-galleria.com (Consulta 07-06-2008)
8. www.monografias.com/trabajos6/trigo/trigo.shtml (Consulta 10-06-2008)
9. www.pozuelo.com (Consulta 21-08-2009)

CAPÍTULO VIII

ANEXOS

ANEXO 1: Hojas de encuesta para la evaluación sensorial de galletas integrales de harina de trigo, plátano y haba con diferentes niveles de azúcar y panela.

INTRODUCCIÓN

La evaluación sensorial es una valiosa técnica para resolver problemas relativos a la aceptación de un alimento.

INSTRUCCIONES PARA EL CATADOR

Para la catación del producto tómese el tiempo necesario y analice detenidamente cada una de las características que se detallan a continuación y siguiendo estrictamente este orden para una mejor facilidad en la apreciación de las distintas particularidades. Marque con una X los atributos que crea correctos.

CARACTERÍSTICAS A EVALUARSE

Color.- Esta característica debe ser uniforme, de color dorado característico de una galleta integral recién horneada sin presentar partes de color marrón demasiado oscuro o quemado.

Olor.- Debe ser atractivo propio de una galleta recién horneada sin olores desagradables ni extraños (rancio).

Crocancia o Fracturabilidad.- Es la fuerza con que la galleta se rompe o explota una vez mordida hasta que la muestra se disgregue en la boca.

Coloque la galleta entre los dientes incisivos, muerda suavemente en forma homogénea, perciba la fuerza que usted necesita para romper la galleta. Siendo esta fuerza muy suave o delicada a muy fuerte o dura.

Crugencia.- Es el sonido percibido por los oídos luego de dos, tres masticaciones del producto por los molares.

Sabor.- Debe ser no muy dulce (debido a que estas galletas son de carácter integral), además no debe tener sabores desagradables tales como amargo o rancio.

Aceptabilidad.- Mide el nivel de agrado o desagrado de las galletas por parte de los catadores o jueces.

ANEXO 2: Rangos de la variable color, determinados en la evaluación sensorial de influencia de las harinas de trigo integral, plátano, haba, en la elaboración de galletas integrales.

Degustadores	TRATAMIENTOS												Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	
1	5,50	10,50	10,50	10,50	5,50	10,50	1,50	5,50	5,50	5,50	5,50	1,50	78,00
2	3,50	9,50	3,50	3,50	3,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	3,50	3,50	78,00
3	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	11,00	11,00	11,00	5,00	5,00	78,00
4	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	11,50	11,50	5,50	5,50	78,00
5	3,00	3,00	3,00	3,00	7,50	3,00	11,00	11,00	11,00	7,50	7,50	7,50	78,00
6	9,00	3,00	3,00	9,00	3,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	3,00	3,00	78,00
7	3,50	9,50	3,50	3,50	9,50	3,50	3,50	9,50	9,50	9,50	9,50	3,50	78,00
8	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	78,00
9	9,50	9,50	4,00	9,50	9,50	9,50	1,00	4,00	9,50	4,00	4,00	4,00	78,00
10	9,00	9,00	3,00	3,00	3,00	9,00	3,00	9,00	9,00	9,00	3,00	9,00	78,00
11	4,00	10,00	4,00	4,00	10,00	4,00	4,00	10,00	10,00	10,00	4,00	4,00	78,00
12	8,50	8,50	2,50	8,50	8,50	8,50	2,50	8,50	2,50	8,50	8,50	2,50	78,00
Σ	72,50	89,50	54,00	71,50	77,00	83,50	62,00	99,00	104,50	101,50	65,50	55,50	936,00
(ΣX) ²	5256	8010	2916	5112	5929	6972	3844	9801	10920,3	10302,3	4290	3080	76434,00
X	6,04	7,46	4,50	5,96	6,42	6,96	5,17	8,25	8,71	8,46	5,46	4,63	

ANEXO 3: Rangos de la variable olor, determinados en la evaluación sensorial de influencia de las harinas de trigo integral, plátano, haba, en la elaboración de galletas integrales.

Degustadores	TRATAMIENTOS												Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	
1	9,00	9,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	78,00
2	8,00	2,00	8,00	8,00	8,00	2,00	2,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	78,00
3	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	78,00
4	2,50	2,50	2,50	2,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	78,00
5	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	78,00
6	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	78,00
7	9,00	9,00	9,00	9,00	3,00	9,00	3,00	3,00	9,00	9,00	3,00	3,00	78,00
8	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	78,00
9	8,00	2,00	8,00	2,00	8,00	2,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	78,00
10	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	1,00	7,00	7,00	78,00
11	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	1,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	78,00
12	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	78,00
Σ	83,00	71,00	77,00	71,00	77,00	65,00	71,00	83,00	89,00	83,00	83,00	83,00	936,00
(ΣX) ²	6889	5041	5929	5041	5929	4225	5041	6889	7921	6889	6889	6889	73572
X	6,92	5,92	6,42	5,92	6,42	5,42	5,92	6,92	7,42	6,92	6,92	6,92	

ANEXO 4: Rangos de la variable sabor, determinados en la evaluación sensorial de influencia de las harinas de trigo integra, plátano, haba, en la elaboración de galletas integrales.

Degustadores	TRATAMIENTOS												Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	
1	9,00	9,00	3,00	3,00	9,00	3,00	3,00	9,00	9,00	9,00	9,00	3,00	78,00
2	3,00	8,50	8,50	8,50	8,50	3,00	3,00	8,50	8,50	8,50	8,50	1,00	78,00
3	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	78,00
4	2,50	2,50	2,50	2,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	78,00
5	7,50	1,50	1,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	78,00
6	9,00	9,00	3,50	9,00	3,50	3,50	9,00	9,00	9,00	9,00	1,00	3,50	78,00
7	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	78,00
8	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	78,00
9	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	78,00
10	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	1,50	7,50	7,50	7,50	7,50	1,50	78,00
11	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	78,00
12	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	78,00
Σ	77,50	77,00	65,50	77,00	83,50	72,00	71,50	89,00	89,00	89,00	81,00	64,00	936,00
$(\Sigma X)^2$	6006,25	5929,00	4290,25	5929,00	6972,25	5184,00	5112,25	7921,00	7921,00	7921,00	6561,00	4096,00	73843,00
X	6,46	6,42	5,46	6,42	6,96	6,00	5,96	7,42	7,42	7,42	6,75	5,33	

ANEXO 5: Rangos de la variable crocancia, determinados en la evaluación sensorial de influencia de las harinas de trigo integral, plátano, haba, en la elaboración de galletas integrales.

Degustadores	TRATAMIENTOS												Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	
1	8,00	8,00	2,00	8,00	2,00	2,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	78,00
2	8,00	8,00	8,00	2,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	2,00	2,00	78,00
3	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	78,00
4	2,50	8,50	2,50	2,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	2,50	78,00
5	8,00	2,00	8,00	2,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	2,00	8,00	78,00
6	8,50	2,50	8,50	8,50	8,50	2,50	8,50	8,50	8,50	8,50	2,50	2,50	78,00
7	9,00	9,00	9,00	9,00	3,00	3,00	3,00	9,00	9,00	9,00	3,00	3,00	78,00
8	2,50	2,50	8,50	2,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	2,50	8,50	78,00
9	9,50	4,00	9,50	4,00	4,00	1,00	9,50	9,50	9,50	9,50	4,00	4,00	78,00
10	3,50	3,50	9,00	3,50	1,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	3,50	9,00	78,00
11	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	78,00
12	2,50	8,50	8,50	2,50	2,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	2,50	8,50	78,00
Σ	75,00	69,50	86,50	57,50	67,00	72,00	92,50	98,50	98,50	98,50	51,50	69,00	936,00
$(\Sigma X)^2$	5625	4830,3	7482,3	3306,3	4489	5184	8556,3	9702,3	9702,3	9702,3	2652,3	4761	75993
X	6,25	5,79	7,21	4,79	5,58	6,00	7,71	8,21	8,21	8,21	4,29	5,75	

ANEXO 6: Rangos de la variable crugencia, determinados en la evaluación sensorial de influencia de las harinas de trigo integral, plátano, haba, en la elaboración de galletas integrales.

Degustadores	TRATAMIENTOS												Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	
1	8,00	8,00	8,00	8,00	2,00	2,00	2,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	78,00
2	8,00	8,00	8,00	2,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	2,00	2,00	78,00
3	4,00	4,00	10,00	4,00	4,00	10,00	4,00	10,00	10,00	10,00	4,00	4,00	78,00
4	2,50	8,50	8,50	2,50	8,50	8,50	2,50	8,50	8,50	8,50	8,50	2,50	78,00
5	7,50	7,50	7,50	1,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	1,50	7,50	78,00
6	2,50	8,50	8,50	2,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	2,50	2,50	78,00
7	4,00	4,00	1,00	4,00	4,00	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	4,00	78,00
8	2,50	2,50	8,50	2,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	2,50	8,50	78,00
9	8,50	3,00	8,50	3,00	8,50	1,00	8,50	8,50	8,50	8,50	3,00	8,50	78,00
10	3,50	3,50	9,50	3,50	3,50	3,50	9,50	9,50	9,50	9,50	3,50	9,50	78,00
11	1,50	7,50	7,50	1,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	78,00
12	9,00	9,00	9,00	3,00	3,00	9,00	3,00	9,00	9,00	9,00	3,00	3,00	78,00
Σ	61,50	74,00	94,50	38,00	73,50	83,50	79,00	103,00	103,00	103,00	55,50	67,50	936,00
$(\Sigma X)^2$	3782,3	5476,0	8930,3	1444,0	5402,3	6972,3	6241,0	10609,0	10609,0	10609,0	3080,3	4556,3	77711,50
X	5,1	6,2	7,9	3,2	6,1	7,0	6,6	8,6	8,6	8,6	4,6	5,6	

ANEXO 7: Rangos de la variable aceptabilidad, determinados en la evaluación sensorial de influencia de las harinas de trigo integral , plátano, haba, en la elaboración de galletas integrales.

Degustadores	TRATAMIENTOS												Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	
1	6,50	6,50	1,50	6,50	6,50	6,50	1,50	11,50	6,50	11,50	6,50	6,50	78,00
2	6,00	6,00	2,50	6,00	10,00	2,50	2,50	10,00	10,00	10,00	10,00	2,50	78,00
3	4,00	10,00	4,00	10,00	4,00	10,00	4,00	4,00	10,00	4,00	10,00	4,00	78,00
4	2,50	2,50	2,50	2,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	78,00
5	3,00	1,50	1,50	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	78,00
6	9,50	9,50	3,50	9,50	3,50	3,50	3,50	9,50	9,50	3,50	9,50	3,50	78,00
7	3,50	9,50	9,50	3,50	3,50	9,50	9,50	3,50	9,50	9,50	3,50	3,50	78,00
8	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	78,00
9	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	78,00
10	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	1,50	7,50	7,50	7,50	7,50	1,50	78,00
11	8,50	8,50	2,50	8,50	2,50	8,50	8,50	8,50	2,50	8,50	2,50	8,50	78,00
12	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	78,00
Σ	70,50	81,00	54,50	81,50	73,50	84,00	67,00	90,50	91,50	90,50	85,50	66,00	936,00
$(\Sigma X)^2$	4970,3	6561	2970,3	6642,3	5402,3	7056	4489	8190,3	8372,3	8190	7310,3	4356	7451,00
\bar{X}	5,9	6,8	4,5	6,8	6,1	7,0	5,6	7,5	7,6	7,5	7,1	5,5	

ANEXO 8: Costos de Producción del tratamiento T9 (Harina de trigo integral 50%, harina de plátano 25%, harina de haba 25% y azúcar 28%)

COSTOS DE PRODUCCIÓN T9				
DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD	PRECIO /Kg	PRECIO TOTAL
INGREDIENTES				
Harina de trigo integral	g	504,13	0,99	0,50
Harina de haba	g	252,07	1,32	0,33
Harina de plátano	g	252,07	3,00	0,76
Polvo de hornear	g	36,30	12,50	0,45
Mantequilla	g	393,20	1,65	0,65
Azúcar	g	282,31	0,73	0,21
Huevos	g	110,90	2,70	0,30
Esencia	g	4,00	7,76	0,03
Leche	g	181,50	0,70	0,13
Subtotal		2016,47		3,36
MANO DE OBRA				
Obreros	Jornal/día	90 minutos	8	1,50
INSUMOS				
Fundas de polietileno	u	1,00	5,00	0,01
Agua	m ³	0,5	0,11	0,06
Gas	kg	0,065	2,50	0,04
Subtotal				1,61
COSTO TOTAL POR TRATAMIENTO				4,97

ANEXO 9: Costos de Producción del tratamiento T10 (Harina de trigo integral 50%, harina de plátano 25%, harina de haba 25% y azúcar 32%).

COSTOS DE PRODUCCIÓN T10				
DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD	PRECIO /Kg	PRECIO TOTAL
INGREDIENTES				
Harina de trigo integral	g	504,13	0,99	0,50
Harina de haba	g	252,07	1,32	0,33
Harina de plátano	g	252,07	3,00	0,76
Polvo de hornear	g	36,30	12,50	0,45
Mantequilla	g	393,20	1,65	0,65
Azúcar	g	322,70	0,73	0,24
Huevos	g	110,90	2,70	0,30
Esencia	g	4,00	7,76	0,03
Leche	g	181,50	0,70	0,13
Subtotal				3,39
MANO DE OBRA				
Obreros	Jornal/día	90 minutos	8	1,50
INSUMOS				
Fundas de polietileno	u	1,00	5,00	0,01
Agua	m ³	0,5	0,11	0,06
Gas	kg	0,065	2,50	0,04
Subtotal				1,61
COSTO TOTAL POR TRATAMIENTO				5,00

ANEXO 10: Costos de Producción del tratamiento T8 (Harina de trigo integral 70%, harina de haba 30% y Panela 35%).

COSTOS DE PRODUCCIÓN T8				
DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD	PRECIO /Kg	PRECIO TOTAL
INGREDIENTES				
Harina de trigo integral	g	705,78	0,99	0,70
Harina de haba	g	302,48	1,32	0,40
Polvo de hornear	g	36,30	12,50	0,45
Mantequilla	g	393,20	1,65	0,65
Panela	g	352,89	1,50	0,53
Huevos	g	110,90	2,70	0,30
Esencia	g	4,00	7,76	0,03
Leche	g	181,50	0,70	0,13
Subtotal		2087,05		3,19
MANO DE OBRA				
Obreros	Jornal/día	90 minutos	8	1,50
INSUMOS				
Fundas de polietileno	u	1,00	5,00	0,01
Agua	m ³	0,5	0,11	0,06
Gas	kg	0,065	2,50	0,04
Subtotal				1,61
COSTO TOTAL POR TRATAMIENTO				4,80

ANEXO 11: Norma NTE INEN 2085:96 para galletas.

INEN
INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN
Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2 085:96

GALLETAS. REQUISITOS.

Primera Edición
COOKIES. SPECIFICATIONS.
First Edition

[Handwritten Signature]

"ALMACEN"

DESCRIPTORES: Producto alimenticio, producto a base de harina, producto de pastelería, galletas, requisitos.
AL: 02.08-420
CDU: 664.655
CIE: 3117
ICD: 67.000.00

Norma Técnica
Ecuatoriana
Obligatoria

GALLETAS.
REQUISITOS.

NTE INEN
2 085:96
1996-11

1. OBJETO

1.1 Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos que deben cumplir los diferentes tipos de galletas.

2. DEFINICIÓN

2.1 Para efectos de esta norma se establecen las siguientes definiciones:

2.1.1 *Galletas*. Son productos obtenidos mediante el horneado apropiado de las figuras formadas por el amasado de derivados del trigo u otras farináceas con otros ingredientes aptos para el consumo humano.

2.1.2 *Galletas simples*. Son aquellas definidas en 2.1.1 sin ningún agregado posterior al horneado.

2.1.3 *Galletas saladas*. Aquellas definidas en 2.1.1 que tienen connotación salada.

2.1.4 *Galletas dulces*. Aquellas definidas 2.1.1 que tienen connotación dulce.

2.1.5 *Galletas Wafer*. Producto obtenido a partir del horneado de una masa líquida (oblea) adicionada un relleno para formar un sánduche.

2.1.6 *Galletas con relleno*. Aquellas definidas en 2.1.1 a las que se les añade relleno.

2.1.7 *Galletas revestidas o recubiertas*. Aquellas definidas en 2.1.1 que exteriormente presentan un revestimiento o baño. Pueden ser simples o rellenas.

2.1.8 *Leudantes*. Son microorganismos, enzimas y sustancias químicas que acondicionan la masa para su horneado.

3. CLASIFICACIÓN

3.1 Las Galletas se clasifican en los siguientes tipos:

3.1.1 *Tipo I*. Galletas saladas

3.1.2 *Tipo II*. Galletas dulces

3.1.3 *Tipo III*. Galletas wafer

3.1.4 *Tipo IV*. Galletas con relleno

3.1.5 *Tipo V*. Galletas revestidas o recubiertas

(Continúa)

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Las galletas se deben elaborar en condiciones sanitarias apropiadas observándose buenas prácticas de manufactura y a partir de materias primas sanas, limpias, exentas de impurezas y en perfecto estado de conservación.

4.2 La harina de trigo empleada en la elaboración de galletas debe cumplir con los requisitos de la NTE INEN 616.

4.3 A las galletas se les puede adicionar productos tales como: azúcares naturales, sal, productos lácteos y sus derivados, lecitina, huevos, frutas, pasta o masa de cacao, grasa, aceites, levaduras y cualquier otro ingrediente apto para consumo humano.

5. REQUISITOS

5.1. Requisitos Específicos

5.1.1 *Requisitos Bromatológicos.* Las galletas deberán cumplir con los requisitos especificados en la tabla 1

TABLA 1.

REQUISITOS	Mín	Máx	Método de ensayo
pH en solución acuosa al 10 %	5,5	9,5	NTE INEN 526
Proteína % (% N x 5,7)	3,0	-	NTE INEN 519
Humedad %	-	10,0	NTE INEN 518

5.1.2 *Requisitos microbiológicos.*

5.1.2.1 Las galletas simples deben cumplir con los requisitos microbiológicos de la tabla 2

TABLA 2. Requisitos microbiológicos para galletas simples

REQUISITOS	n	m	M	c
R.E.P. ufc/g	3	$1,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^4$	1
Mohos y levaduras ufc/g	3	$2,0 \times 10^2$	$5,0 \times 10^2$	1

(Continúa)

5.1.3.2 Para los rellenos de las galletas wafer y de las galletas con relleno, se permite el uso de colorantes artificiales que consten en las listas positivas de aditivos alimentarios para consumo humano según NTE INEN 2 074.

5.1.4 Contaminantes

5.1.4.1 Las galletas en sus diferentes tipos deberán cumplir con los contenidos máximos de metales tóxicos indicados en la tabla 5.

TABLA 5.

METAL	UNIDAD	CONTENIDO MÁXIMO
Arsénico, como As	mg/kg	1,0
Piomo, como Pb	mg/kg	2,0

6. INSPECCIÓN

6.1 Muestreo

6.1.1 Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTE INEN 476.

6.1.2 Cuando $n = 1$ el requisito máximo que debe cumplir es el que corresponde a m .

6.2 Aceptación o Rechazo

6.2.1 Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos indicados en esta norma, se repetirán los ensayos en la muestra testigo reservada para tales efectos. Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso, será motivo para rechazar el lote.



7. ENVASADO Y EMBALADO

7.1 Las galletas se deben envolver y empacar en material adecuado que no altere el producto y asegure su higiene y buena conservación.

7.2 La calidad de todos los materiales que conforman el envase, como por ejemplo: tinta, pegamento, cartones, etc.; deben ser grado alimentario

(Continúa)

5.1.2.2 Las galletas con relleno deben cumplir con los requisitos microbiológicos de la tabla 3

TABLA 3. Requisitos microbiológicos para galletas con relleno

REQUISITOS	n	m	M	c
R.E.P. ufc/g	3	$1,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^4$	1
Mohos y levaduras ufc/g	3	$2,0 \times 10^2$	$5,0 \times 10^2$	1
Estafilococcus aureus ufc/g	3	$1,0 \times 10^2$	-	0
Enterobacterias NMP/g	3	<3 *	-	0

5.1.2.3 Las galletas recubiertas deben cumplir con los requisitos microbiológicos de la tabla 4

TABLA 4. Requisitos microbiológicos para galletas recubiertas

REQUISITOS	n	m	M	c
R.E.P. ufc/g	3	$1,0 \times 10^4$	$3,0 \times 10^4$	1
Mohos y levaduras ufc/g	3	$2,0 \times 10^2$	$5,0 \times 10^2$	1
Estafilococcus aureus ufc/g	3	$1,0 \times 10^2$	-	0
Enterobacterias NMP/g	3	<3 *	-	0

* Indica que en el método del número más probable NMP (con tres tubos por dilución), no debe dar ningún tubo positivo.

Donde:

- n: número de unidades de muestra
- m: nivel de aceptación
- M: nivel de rechazo
- c: número de unidades defectuosas que se aceptan

5.1.3 Aditivos

5.1.3.1 A las galletas se les puede adicionar aditivos tales como: saborizantes, emulsificantes, acentuadores de sabor, leudantes, humectantes, colorantes naturales y antioxidantes autorizados en cantidades permitidas de conformidad con la NTE INEN 2 074.

(Continúa)