

# UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

## “MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE LAS GALLETAS DE HARINA DE TRIGO MEDIANTE LA ADICIÓN DE HARINA DE HABA (*Vicia faba L.*) Y DE PANELA COMO EDULCORANTE.”

ARTÍCULO CIENTÍFICO

**AUTORES:** Carlos Julio Arévalo Fuertes  
Héctor Catucuamba Catucuamba

**DIRECTOR:** Ing. Ángel Satama

**ASESORES:** Dra. Lucía Toromoreno, Dr. Bolívar Batallas, Ing. Marcelo Vacas.

2008

### OBJETIVOS

#### OBJETIVO GENERAL

Mejorar las características nutricionales de las galletas de harina de trigo mediante la adición de harina de haba (*Vicia faba L.*) y de panela como edulcorante.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la calidad nutricional de la galleta mediante análisis de proteína, hierro y fósforo a los tres mejores tratamientos.
- Determinar la calidad de la galleta mediante el peso específico, dureza y rendimientos de cada uno de los tratamientos.
- Determinar la aceptabilidad del producto mediante pruebas organolépticas (olor, sabor, color, textura).
- Determinar la humedad de los tres mejores tratamientos mediante análisis de laboratorio.
- Determinar cual es el mejor tratamiento en base a cada uno de los factores en estudio.
- Determinar los costos de producción del mejor tratamiento obtenido del experimento.

#### FORMULACION DE HIPOTESIS

**Hi;** La adición de la harina de haba en la elaboración de galletas, edulcoradas con panela, mejora las características nutricionales.

**Ho;** La adición de la harina de haba en la elaboración de galletas, edulcoradas con panela, no mejora las características nutricionales.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

##### MATERIALES

**Materia Prima:** Harina de haba, Harina de Trigo, Panela, Azúcar, Polvo de Hornear, Mantequilla, Esencia, Huevos. **Insumos:** Fundas plásticas, Gas. **Equipos:** Horno Rotatorio, Batidora Industrial, Balanza Analítica, Penetrómetro, Termómetro. **Materiales de Proceso:** Cucharas, Mesa para moldeo, Latas de horno, Raspador de masa, Recipientes de acero inoxidable, Cocineta, Ollas, Tanque de gas. **Materiales de Oficina:** Material de escritorio, Computadora, Calculadora, Papel, Formatos para toma de lecturas

##### MÉTODOS

##### UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y CONDICIONES METEREOLÓGICAS.

Provincia: Pichincha; Cantón: Pedro Moncayo; Parroquia: Tabacundo; Localidad: Panificadora “Mayrita”; Altitud: 2848 m.s.n.m; Temperatura media: 14 ° C; Precipitación media anual: 800 mm; Humedad relativa: 70 %. Fuente: **Programa de Desarrollo para las Naciones Unidas del Ilustre Municipio de Pedro Moncayo.**

## Factores en Estudio

### FACTOR A: % DE ADICIÓN DE HARINA DE HABA

**A1:** 10 % Harina de haba; **A2:** 20 % Harina de haba; **A3:** 30 % Harina de haba

### FACTOR B: EDULCORANTE

**B1:** 100% panela; **B2:** 50% panela – 50% azúcar; **B3:** 100% azúcar.

## Tratamientos

TRATAMIENTOS	NOMENCLATURA	DESCRIPCION
<b>T1</b>	<b>A1B1</b>	10% de harina de haba con 100% panela
<b>T2</b>	<b>A1B2</b>	10% de harina de haba con 50% panela – 50% azúcar
<b>T3</b>	<b>A1B3</b>	10% de harina de haba con 100% azúcar
<b>T4</b>	<b>A2B1</b>	20% de harina de haba con 100% panela
<b>T5</b>	<b>A2B2</b>	20% de harina de haba con 50% panela – 50% azúcar
<b>T6</b>	<b>A2B3</b>	20% de harina de haba con 100% azúcar
<b>T7</b>	<b>A3B1</b>	30% de harina de haba con 100% panela
<b>T8</b>	<b>A3B2</b>	30% de harina de haba con 50% panela – 50% azúcar
<b>T9</b>	<b>A3B3</b>	30% de harina de haba con 100% azúcar
<b>T10</b>	<b>TESTIGO</b>	100 % harina de trigo con 100 % azúcar.

## Diseño Experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar con arreglo factorial A x B+ 1, donde A representa el porcentaje de adición de harina de Haba y B el edulcorante.

### Características del Experimento

Tratamientos: 10; Repeticiones: 3; Unidades experimentales: 30; La unidad experimental fue dada por 1 Kg. de harina.

### Esquema del análisis de varianza

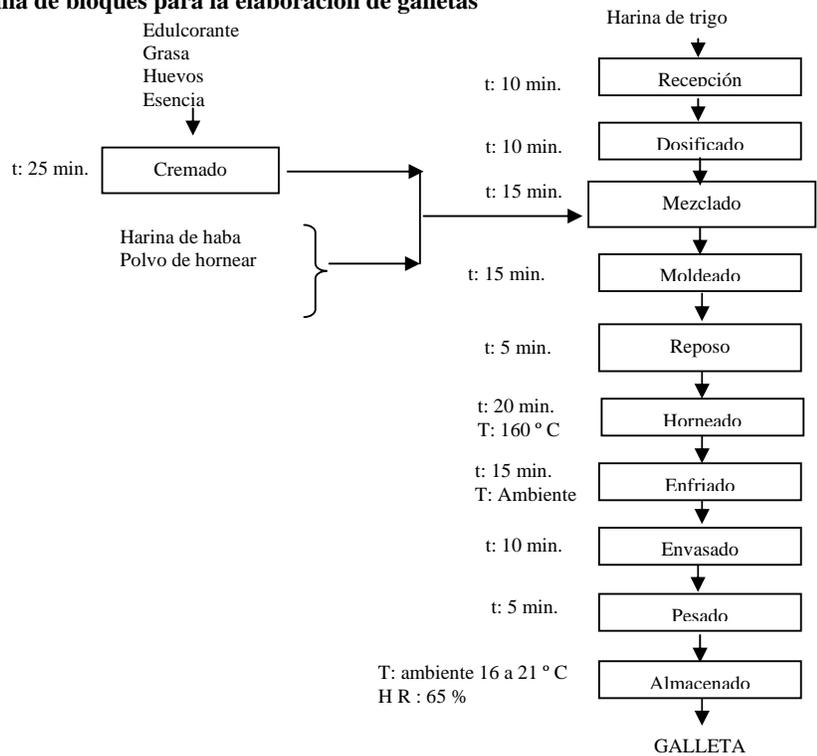
FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD
Total	29
Repeticiones	2
Tratamientos	9
Factor A	2
Factor B	2
A x B	4
Testigo Vs. Resto	1
Error Experimental	18

**Análisis Funcional:** Tratamientos: Tukey al 5%; Factor A y Factor B: DMS (Diferencia Mínima Significativa); Para las variables no paramétricas se utilizó la prueba de Freedman.

**Variables Evaluadas:** Dureza, Peso Específico de la galleta, Rendimiento, Variables Cualitativas (color, olor, sabor y textura), Proteína, Hierro, Fósforo, Humedad.

Análisis microbiológico, Rancidez.

**MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO**  
**Diagrama de bloques para la elaboración de galletas**



**RESULTADOS Y DISCUSIONES**

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE PESO ESPECÍFICO**

F .d, V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Total	29	1,0211				
Repeticiones	2	0,0009	0,0005	0,2624 <sup>NS</sup>	3,56	6,01
Tratamientos	9	0,9859	0,1095	57,6315**	2,46	3,60
Factor A	2	0,7655	0,3828	201,4736**	3,56	6,01
Factor B	2	0,1822	0,0911	47,9474**	3,56	6,01
A x B	4	0,0233	0,0058	3,0526*	2,93	4,58
Testigo vs. Resto	1	0,0501	0,0501	26,3684**	4,41	8,29
E. exp.	18	0,0343	0,0019			

**CV = 3.87%**

NS = No significativo

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

**Prueba de Tuckey al 5 % para Tratamientos**

TRATAMIENTO		$\bar{X}$	RANGOS
T7	A3B1	1.46	a
T8	A3B2	1.30	b
T9	A3B3	1.23	b
T4	A2B1	1.22	b
TESTIGO		1.19	b
T5	A2B2	1.15	b
T1	A1B1	0.98	c
T6	A2B3	0.96	c
T2	A1B2	0.92	c
T3	A1B3	0.85	c

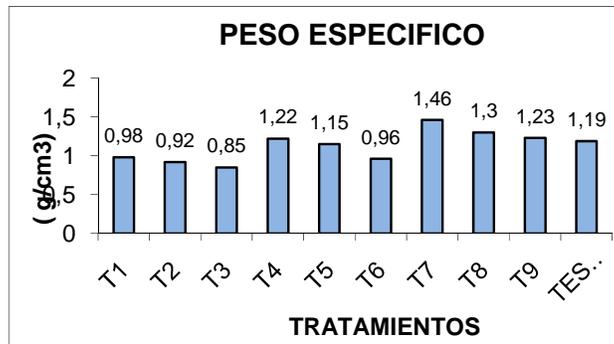
**Prueba DMS para el factor A (% Adición de harina de Haba)**

FACTOR	$\bar{X}$	RANGOS
A3	1.33	a
A2	1.11	b
A1	0.92	c

**Prueba DMS para el Factor B (Edulcorante)**

FACTOR	$\bar{X}$	RANGOS
B1	1.22	a
B2	1.12	b
B3	1.02	b

**Representación de la variable peso específico**



**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE DUREZA**

**Análisis de varianza para la variable Dureza (Kg/cm<sup>2</sup>)**

F. d, V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Total	29	2,5365				
Repeticiones	2	0,0057	0,0028	0,1467 <sup>NS</sup>	3,56	6,01
Tratamientos	9	2,1836	0,2426	12,5756 <sup>**</sup>	2,46	3,6
Factor A	2	0,1437	0,0718	3,7241 <sup>*</sup>	3,56	6,01
Factor B	2	0,0805	0,0402	2,0856 <sup>NS</sup>	3,56	6,01
A x B	4	0,9949	0,2487	12,8919 <sup>**</sup>	2,93	4,58
Testigo vs. Resto	1	1,3175	1,3175	68,2869 <sup>**</sup>	4,41	8,29
E. exp.	18	0,3473	0,0193			

CV = 11,71 %

NS = No significativo

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

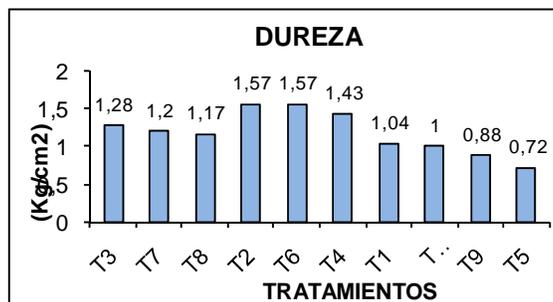
**Prueba de Tuckey al 5 % para Tratamientos**

TRATAMIENTO	$\bar{X}$	RANGOS
T8 A3B2	1,17	a
T7 A3B1	1,20	a
T3 A1B3	1,28	a
T1 A1B1	1,04	b
T10 TESTIGO	1,00	b
T9 A3B3	0,88	b
T5 A2B2	0,72	b
T4 A2B1	1,43	c
T2 A1B2	1,57	c
T6 A2B3	1,57	c

**Prueba DMS para el factor A (% Adición de harina de Haba)**

FACTOR	$\bar{X}$	RANGOS
A3	1.04	a
A1	1.30	b
A2	1.24	b

**Representación de la variable Dureza**



**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE RENDIMIENTO**

**Análisis de varianza para la variable Rendimiento (%)**

F.d, V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Total	29	82,4197				
Repeticiones	2	11,7408	5,8704	1,7274 <sup>NS</sup>	3,56	6,01
Tratamientos	9	9,5059	1,0562	0,3108 <sup>NS</sup>	2,46	3,60
Factor A	2	1,3844	0,6922	0,2037 <sup>NS</sup>	3,56	6,01
Factor B	2	2,3165	1,1582	0,3408 <sup>NS</sup>	3,56	6,01
AxB	4	4,3281	1,0820	0,3184 <sup>NS</sup>	2,93	4,58
Testigo vs. Resto	1	74,3908	74,3908	21,8893 <sup>**</sup>	4,41	8,29
E. exp.	18	61,1730	3,3985			

CV = 2.35%

NS = No significativo

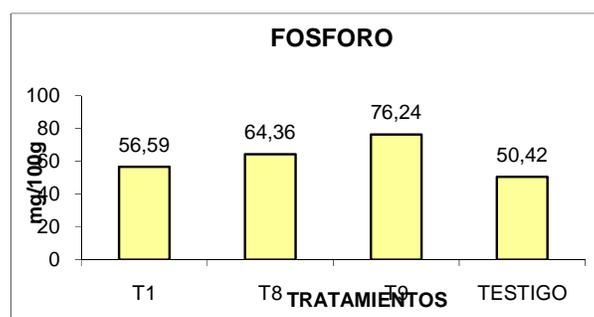
\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

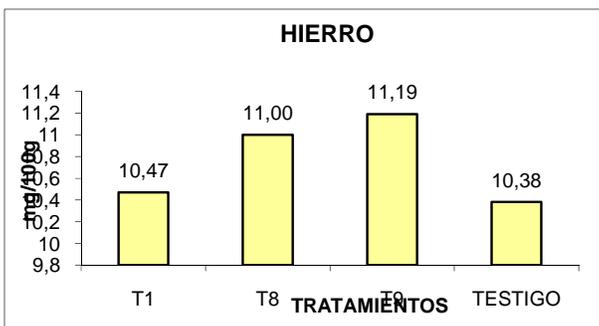
### Representación de la variable Rendimiento



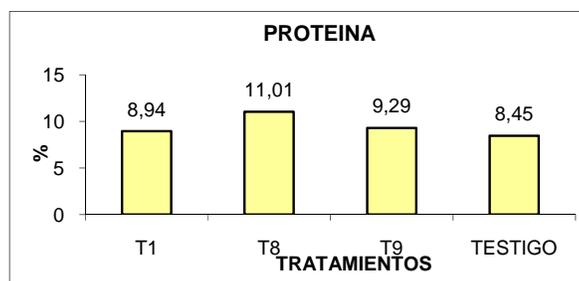
### ANÁLISIS DE LA VARIABLE FÓSFORO



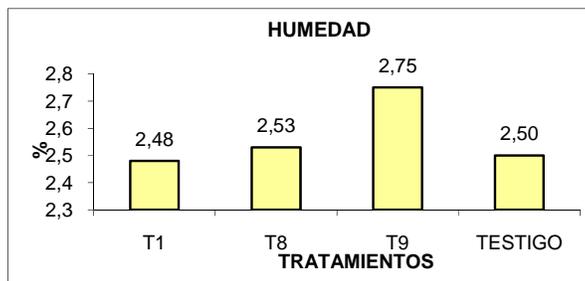
### ANÁLISIS DE LA VARIABLE HIERRO



### ANÁLISIS DE LA VARIABLE PROTEÍNA

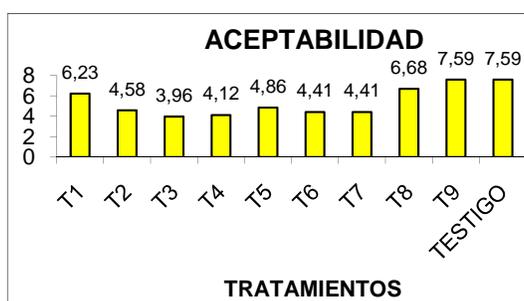


## ANÁLISIS DE HUMEDAD



## ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO

### ACEPTABILIDAD



### Análisis de Freedman para las variables de evaluación organoléptica

VARIABLE	VALOR CALCULADO X <sup>2</sup>	VALOR TABULAR X <sup>2</sup>		SIGNIFICACIÓN
		5 %	1 %	
Color	25,94	16,92	21,70	Altamente significativo
Olor	7,72	16,92	21,70	no significativo
Sabor	15,18	16,92	21,70	no significativo
Textura(crocancia)	11,62	16,92	21,70	no significativo
Aceptabilidad	14,75	16,92	21,70	no significativo

## ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

### Resultado de los análisis microbiológicos al final del tiempo de percha.

PARAMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	RESULTADOS	
		T8	T9
Recuento estándar en placa	UFC/g	112	100
Recuento de mohos	UPM/g	110	150
Recuento de levaduras	UPL/g	10	10

Fuente: Laboratorio de uso múltiple, FICAYA, UTN. (12 de octubre de 2007).

UFC/g: Unidad Formadora de Colonias por gramo.

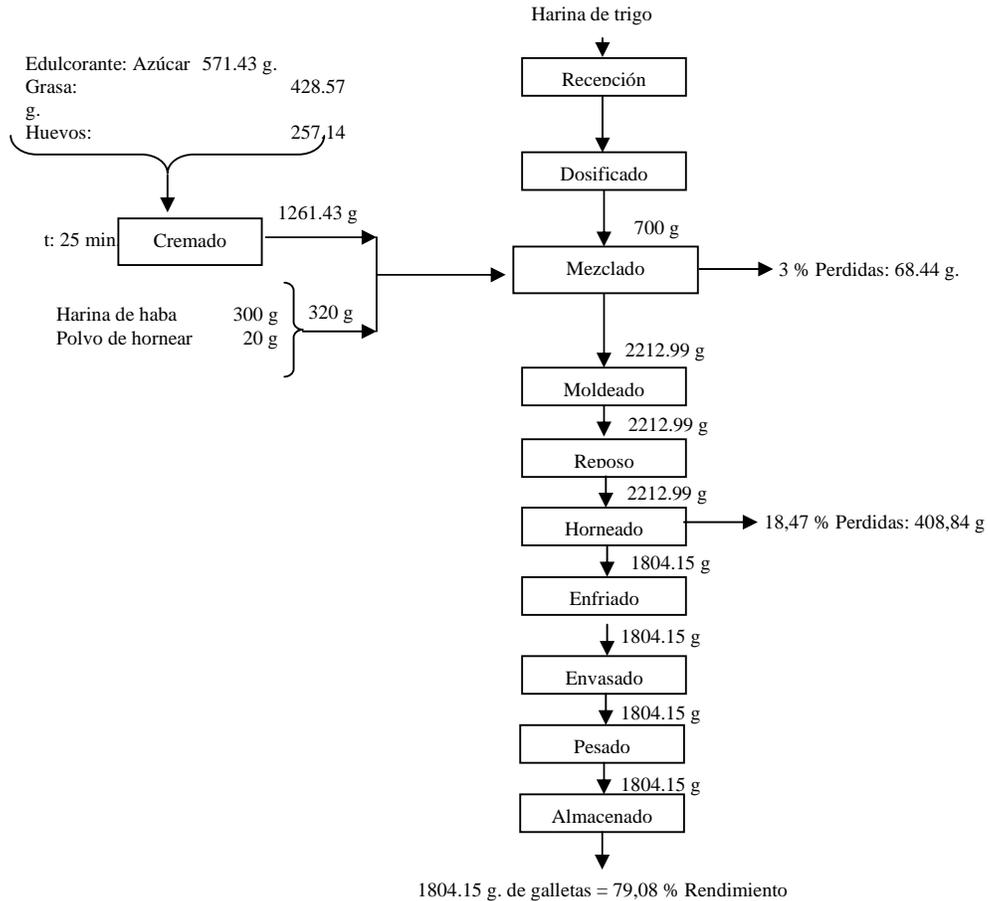
UPM/g: Unidad formadora de Mohos por gramo.

UPL/g: Unidad Formadora de Levaduras por gramo.

## Rancidez

PARAMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	RESULTADOS
		T9
RANCIDEZ	+/-	-

## Balance de materiales para la elaboración de galletas



## ANÁLISIS ECONÓMICO Tratamiento 9

Materia Prima	Unidad	Costo	Cantidad Usada	Costo Total
Harina de Haba	Kg	1,2	0,3	0,36
Harina de trigo	Kg	0,6	0,7	0,42
Azúcar	Kg	0,8	0,57	0,456
Panela		0,7	0	0
Polvo de hornear	Kg	10	0,02	0,20
Huevos	unidades	0,08	12	0,96
Grasa	Kg	1,7	0,43	0,731
Esencia	ml	0,02	4,5	0,09
Gas	Cilindro 15 Kg	1,60	1/30	0,05
Mano de obra	horas	0,8	15/30	0,40
Servicios Básicos				0,041
Empaque		0,02	4	0,08
<b>COSTO TOTAL</b>			1,80	3,788
<b>COSTO/100 g</b>			0,1	0,21

El costo estimado se calculó para 100 gramos (fundas de 5 unidades) de galleta y este fue de 0.21 USD.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

Se dio aprobación a la Hipótesis alternativa en lo siguiente:

1. La adición de harina de haba y el edulcorado con panela permite obtener buenos resultados nutricionales en la galleta, demostrándose la superioridad con los análisis de proteína, hierro y fósforo de los mejores tratamientos frente al testigo.
2. Luego de analizar los resultados de Peso Específico y Dureza se concluye que la inclusión de 30 % de harina de Haba y 100 % de panela mejora ampliamente la calidad de la galleta.
3. Se determinó que los factores en estudio (% de harina de haba y edulcorante), no influyeron en el rendimiento del producto, demostrándose estadísticamente en tratamientos, factores e interacciones donde no existió significación.
4. Tomando en cuenta los factores en estudio podemos decir que el mejor tratamiento es T7 el cual proviene del tercer nivel del factor A y del primer nivel del factor B (A3B1), debido a que dichos niveles obtuvieron los mejores resultados dentro de la investigación.
5. En el análisis organoléptico las variables: color, olor, sabor y textura (crocancia), los tratamientos que obtuvieron mejor aceptación fueron T9 (7,59), T8 (6,68) y T1 (6,23), cabe señalar que en general todos los tratamientos gustaron al panel de catadores.
6. Mediante el análisis de humedad de los mejores tratamientos, se estableció que están dentro de lo establecido por la normativa INEN que es el 10 % para galletas.
7. Según el análisis microbiológico y de rancidez del mejor tratamiento obtenido de nuestra investigación y después de haber estado 90 días en percha, se determinó que el producto es apto para el consumo humano.
8. Analizado el costo de producción del mejor tratamiento obtenido del experimento T9 (30 % de harina de haba con 100 % azúcar) que fue de 0,21 USD frente al tratamiento referencial que fue de 0,20 USD, podemos observar que la diferencia es de un centavo, no representa significación debido a la cantidad de nutrientes que posee las galletas elaboradas con harina de haba.

### **RECOMENDACIONES**

1. En la elaboración de galletas se recomienda que el proceso se encuentre sujeto a unas buenas prácticas de manufactura (BPM), para evitar cualquier clase de contaminación ya sea microbiológica o por objetos extraños.
2. Se recomienda la elaboración y consumo de galletas enriquecidas con harina de haba y edulcoradas con panela, ya que contribuyen a una mejor alimentación por la calidad nutricional que poseen.
3. Debido que en la zona norte la producción y consumo del haba es significativa, se recomienda que los resultados de la presente investigación puedan ser utilizados como punto de partida para una industrialización alternativa, mejorando así la economía de las personas dedicados a esta actividad.
4. Por los buenos resultados obtenidos en la investigación se puede experimentar con mayores porcentajes de harina de haba, como también probar otro tipo de edulcorante y otra clase de leguminosa o también la mezcla de ellas, que iguale o supere en las características nutricionales, buscando mejorar la calidad de las galletas.
5. Para garantizar la calidad del producto terminado y que este se mantenga por más tiempo se recomienda empacar las galletas en un envase que evite los efectos de humedad, luz solar y plagas que puedan dañar el producto.

### **RESUMEN**

La fase experimental de nuestra investigación “MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE LAS GALLETAS DE HARINA DE TRIGO MEDIANTE LA ADICIÓN DE HARINA DE HABA (Vicia faba L.) Y DE PANELA COMO EDULCORANTE” se realizó en la Provincia de Pichincha en la ciudad de Tabacundo, en la “Panificadora Mayrita” de propiedad del señor Luís Guasgua también se utilizaron los Laboratorios de Universidad Técnica del Norte para la medición de las correspondientes variables y análisis del producto terminado.

La presente investigación se realizó con el objetivo de probar harina de haba y panela en la elaboración de galletas; para lo cual se plantearon dos factores, donde el factor A esta representado el porcentaje de adición de harina de haba y B representa al edulcorante.

El análisis estadístico para poder medir las variables fue el diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial  $A \times B + 1$ , y las características del experimento fueron nueve tratamientos mas un testigo y tres repeticiones, dando un total de 30 unidades experimentales. La diferencia significativa se determino con las pruebas de Tukey para tratamientos y DMS para factores.

Las variables valoradas en la presente investigación fueron, Peso Específico, Dureza y Rendimiento, después de finalizar la elaboración del producto se obtuvieron los siguientes resultados: los tres mejores tratamientos en lo que respecta a peso específico son T7 (30 % de harina de haba con 100 % panela), T8 (30 % de harina de haba con 50 % de azúcar y 50 % panela) y T9 (30 % de harina de haba con 100 % azúcar). Para la variable Dureza los tres mejores de acuerdo a su característica se presentan a continuación T8 (30 % de harina de haba con 50 % de azúcar y 50 % panela), T7 (30 % de harina de haba con 100 % panela), y T3 (10 % de harina de haba con 100 % azúcar) y para el rendimiento los mejores fueron T2 (10 % harina de haba con 50 % azúcar y 50 % panela), T7 y T9.

Para realizar la evaluación de las variable no paramétricas como son color, olor, sabor y textura (crocancia) se utilizó la prueba estadística de Freedman el cual determinó que los tratamientos que tuvieron mayor aceptación fueron T9, T8 y T1 (10 % de harina de haba con 100 % panela). Obtenido los mejores tratamientos se procedió a realizar las respectivas pruebas microbiológicas lo que demostró que estos fueron de calidad. También se realizó el análisis de Proteína, Hierro, Fósforo, Humedad y rancidez.

## SUMMARY

The experimental phase of our investigation IMPROVEMENT OF THE QUALITY OF THE COOKIES OF FLOUR OF WHEAT BY MEANS OF THE ADDITION OF FLOUR OF BEAN (*Vicia faba L.*) AND DE PANELA LIKE EDULCORANTE were carried out in the County of Pichincha in the city of Tabacundo, in the "Panificadora Mayrita" of property of Mr. Luís Guasgua, the Laboratories of Technical University of the North were also used for the mensuration of the corresponding variables and analysis of the finished product.

The present investigation was carried out with the objective of proving bean flour and panela in the elaboration of cookies; for that which the thought about two factors, where the factor A this represented the percentage of addition of bean flour and B represent to the Edulcorante.

The statistical analysis to be able to measure the variables was the design of blocks totally at random with factorial arrangement  $A \times B + 1$ , and the characteristics of the experiment were nine treatments but a witness and three repetitions, giving a total of 30 experimental units. The significant difference you determines with the tests of Tukey for treatments and DMS for factors.

The variables valued in the present investigation were, I Weigh Specific, Hardness and Yield, after concluding the elaboration of the product the following results were obtained: the three better treatments in what concerns to specific weight are T7 (30 % bean flour whit 100 % panela), T8 (30 % bean flour whit 50 % sugar and 50 % panela) and T9 (30 % bean flour whit 100 % sugar). For the variable Hardness the three better according to their characteristic they are presented T8 (30 % bean flour whit 50 % sugar and 50 % panela), T7(30 % bean flour whit 100 % panela), and T3 (10 % bean flour whit 100 % sugar) next and for the yield the best were T2 (10 % bean flour whit 50 % sugar and 50 % panela), T7 and T9.

To carry out the evaluation of the non parametric variable as they are colour, scent, flavour and texture (crocancia) you uses the statistical test of Freedman which I determine that the treatments that had bigger acceptance were T9, T8 and T1 (10 % bean flour whit 100 % panela). Obtained the best treatments you proceeded to carry out the respective ones you prove microbiology what demonstrated that these they were of quality. One also carries out the analysis of Protein, Iron, Match, Humidity and rancid.