



“BIENVENIDOS”



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

“ELABORACION DE GALLETAS DE TRIGO (*Triticum aestivum*)
ENRIQUECIDAS CON HARINA DE AMARANTO (*Amaranthus tricolor*)”

AUTORAS :

- Navarrete Herrera Grace Eliana
 - Ruíz Hidrobo Daniela Cristina

DIRECTOR
Ing. Ángel Satama.

IBARRA - ECUADOR

2012

GENERALIDADES

“ELABORACION DE GALLETAS DE TRIGO
(*Triticum aestivum*) ENRIQUECIDAS CON
HARINA DE AMARANTO (*Amaranthus
Tricolor*)”

RECOMENDACIONES

**MATERIALES Y
MÉTODOS**

CONCLUSIONES

**RESULTADOS Y
DISCUSIÓN**

INTRODUCCIÓN



- ECUADOR



- AMARANTO



- HARINA DE TRIGO Y
AMARANTO

OBJETIVOS

GENERAL

Elaborar galletas de harina de trigo (*Triticum aestivum*) enriquecidas con harina de amaranto (*Amaranthus tricolor*).

ESPECÍFICOS :

- Realizar análisis de proteína, hierro, ceniza, humedad y granulometría, en la harina de amaranto que se utilizará en la elaboración de galletas.
- Determinar la mezcla óptima de harina de trigo y amaranto, a temperaturas de 170°C y 180°C y tiempos de horneado para la elaboración de galletas.
- Realizar el análisis físico-químico de pH en la masa de cada uno de los tratamientos.
- Determinar la calidad de la galleta mediante análisis físico-químicos proteína, hierro, fibra, ceniza, humedad.
- Establecer la calidad de la galleta mediante análisis organolépticos de olor, sabor, color, crocancia y crujencia.
- Realizar análisis microbiológicos (mohos y levaduras).
- Establecer costos de producción en base al mejor tratamiento.

HIPOTESIS

Nula

H₀= Los porcentajes de harinas de amaranto y trigo, las temperaturas y tiempos de horneado no influyen en el proceso de elaboración y la calidad de la galleta.

Alternativa

H_a= Los porcentajes de harinas de amaranto y trigo, las temperaturas y tiempos de horneado influyen en el proceso de elaboración y la calidad de la galleta.

MATERIALES

**DIAGRAMA
DE
PROCESO**

**MATERIALES
Y
MÉTODOS**

MÉTODOS

VARIABLES

FACTORES

MATERIALES

Materia prima

- ❖ Harina de Trigo
- ❖ Harina de Amaranto

Equipos

- ❖ Balanza
- ❖ Batidora industrial
- ❖ Horno Dotapan

Insumos

- ❖ Crema pan (grasa)
- ❖ Azúcar
- ❖ Vainilla
- ❖ Polvo de hornear
- ❖ Huevos

Útiles de trabajo

- ❖ Cucharas
- ❖ Fundas plásticas
- ❖ Raspador de masa
- ❖ Recipientes
- ❖ Manga repostera

MÉTODOS

Caracterización del área de estudio

La presente investigación se realizó en la Provincia del Carchi Ciudad San Gabriel, en la panadería San Gabriel cuyo propietario es el Señor Jorge Haldas.

Datos Informativos del lugar

Provincia	Carchi
Cantón	Montufar
Parroquia	Santa Clara
Precipitación anual	625 mm
Altitud	2800 m.s.n.m
Temperatura promedio	12,5 ° C
Humedad relativa	60 %

“Municipio de Montufar(2010)”

Factores en estudio

FACTOR A: Porcentajes de mezclas de harina de trigo y harina de amaranto

SIMBOLO	MEZCLA	
	H. TRIGO	H. AMARANTO
A1	40%	60%
A2	35%	65%
A3	30%	70%

FACTOR B: Tiempo (min) de horneado

SIMBOLOGÍA	TIMPO (min)
B1	10
B2	11
B3	12

FACTOR C: Temperatura de horneado

SIMBOLOGIA	TEMPERATURA (°C)
C1	170
C2	180

Tratamientos en estudio

N°	TRAT	COMBINACIÓN
T1	A1B1C1	40% de harina de trigo y 60% de harina de amaranto por 10 min a 170°C
T2	A1B1C2	40% de harina de trigo y 60% de harina de amaranto por 10 min a 180°C
T3	A1B2C1	40% de harina de trigo y 60% de harina de amaranto por 11 min a 170°C
T4	A1B2C2	40% de harina de trigo y 60% de harina de amaranto por 11 min a 180°C
T5	A1B3C1	40% de harina de trigo y 60% de harina de amaranto por 12 min a 170°C
T6	A1B3C2	40% de harina de trigo y 60% de harina de amaranto por 12 min a 180°C
T7	A2B1C1	35% de harina de trigo y 65% de harina de amaranto por 10 min a 170°C
T8	A2B1C2	35% de harina de trigo y 65% de harina de amaranto por 10 min a 180°C
T9	A2B2C1	35% de harina de trigo y 65% de harina de amaranto por 11 min a 170°C
T10	A2B2C2	35% de harina de trigo y 65% de harina de amaranto por 11 min a 180°C
T11	A2B3C1	35% de harina de trigo y 65% de harina de amaranto por 12 min a 170°C
T12	A2B3C2	35% de harina de trigo y 65% de harina de amaranto por 12 min a 180°C
T13	A3B1C1	30% de harina de trigo y 70% de harina de amaranto por 10 min a 170°C
T14	A3B1C2	30% de harina de trigo y 70% de harina de amaranto por 10 min a 180°C
T15	A3B2C1	30% de harina de trigo y 70% de harina de amaranto por 11 min a 170°C
T16	A3B2C2	30% de harina de trigo y 70% de harina de amaranto por 11 min a 180°C
T17	A3B3C1	30% de harina de trigo y 70% de harina de amaranto por 12 min a 170°C
T18	A3B3C2	30% de harina de trigo y 70% de harina de amaranto por 12 min a 180°C
TESTIGO		100% harina de trigo por 12 min a 180°C

Diseño experimental

Tipo de diseño

En la presente investigación se utilizó un Diseño de Bloques Completo al Azar (DBCA) con 3 repeticiones, 18 tratamientos y un testigo.

Características del experimento

<input type="checkbox"/> Numero de repeticiones por tratamiento	3
<input type="checkbox"/> Numero de tratamientos	19
<input type="checkbox"/> Unidad experimental	57
<input type="checkbox"/> Cada unidad experimental	250 g.

Análisis Estadístico

FV	GL
Total	56
Tratamientos	18
Repeticiones	2
Factor A	2
Factor B	2
Factor C	1
I. A x B	4
I. A X C	2
I. B X C	2
I. A X B X C	4
Testigo vs el resto	1
Error Exp.	36

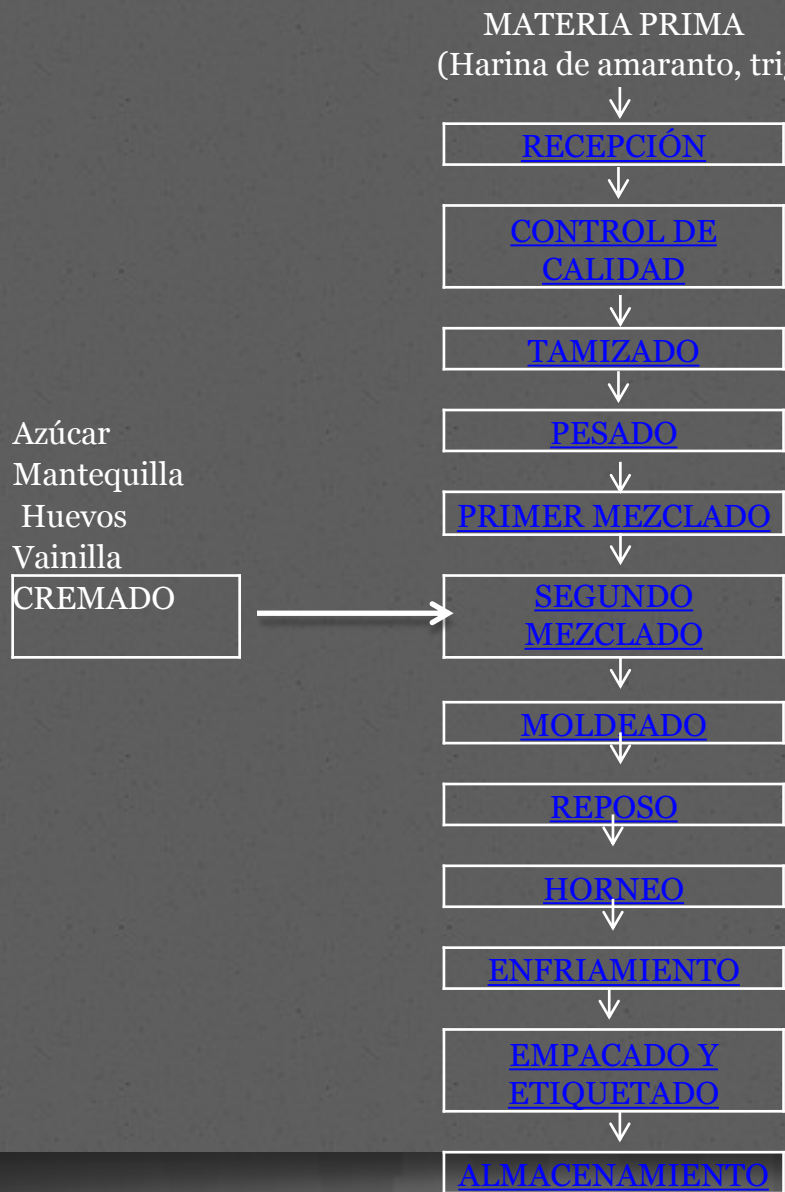
Variables a evaluarse

	Análisis	Método
Materia prima	Granulometría	INEN 517 (1)
	Físico químicos	
Masa	pH	pH-metro
Producto	Peso	Balanza digital
	Rendimiento	$(\text{peso final} / \text{peso inicial}) * 100$

Variables no paramétricas realizadas a las galletas.

Análisis	Método
Color	Evaluación sensorial
Olor	Evaluación sensorial
Sabor	Evaluación sensorial
Crocancia	Evaluación sensorial
Crujencia	Evaluación sensorial
Análisis microbiológico	AOAC 997.02

Diagrama de bloques para la fabricación de galletas de la mezcla de harinas de trigo y amaranto



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Recepción de la materia prima

La materia prima se recepto en fundas de polipropileno en pesos de 25lb, de acuerdo al requerimiento de la investigación.

Control de calidad

Con la finalidad de constatar la calidad de la materia prima se realizó una evaluación física, misma que permitió determinar el contenido de impurezas y material extraño.

Tamizado



Dosificación o Pesado



Primer mezclado



Segundo mezclado (Cremado)



Amasado



Moldeado



Reposo



Horneado



Enfriado



Empacado y etiquetado



Almacenamiento del producto terminado

Se realizó en un lugar seco y ventilado entre 16 a 21 ° C para ser expandido inmediatamente después de su empaque.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el propósito de comprobar los factores, variables e hipótesis planteada en la investigación “Elaboración de Galletas de Trigo *Triticum aestivum* enriquecidas con harina de Amanto *Amaranthus tricolor*” Se efectuó el siguiente análisis estadístico.



ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CADA UNA DE LAS VARIABLES



Peso



pH Inicial



pH Final



ADEVA del peso al final del proceso

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	Signif.	F.T 5%	F. 1%
Total	56,00	342,33					
Tratam.	18,00	178,68	9,93	2,33	*	1,91	2,50
Rep.	2,00	10,52	5,26	1,24	NS	3,27	5,26
FA	2,00	2,25	1,13	0,26	NS	3,27	5,26
FB	2,00	20,58	10,29	2,42	NS	3,27	5,26
FC	1,00	18,54	18,54	4,36	*	4,12	7,41
I (AX B)	4,00	46,61	11,65	2,74	*	2,64	3,91
I (AXC)	2,00	16,27	8,13	1,91	NS	3,27	5,26
I (BXC)	2,00	3,66	1,83	0,43	NS	3,27	5,18
I (AXBXC)	4,00	70,77	17,69	4,16	**	2,64	3,91
TES VS OTROS	1,00	0,61	0,61	0,14	NS	4,12	7,41
ERROR EXP.	36,00	153,14	4,25				

** : Altamente significativo

* : Significativo

NS : No significativo

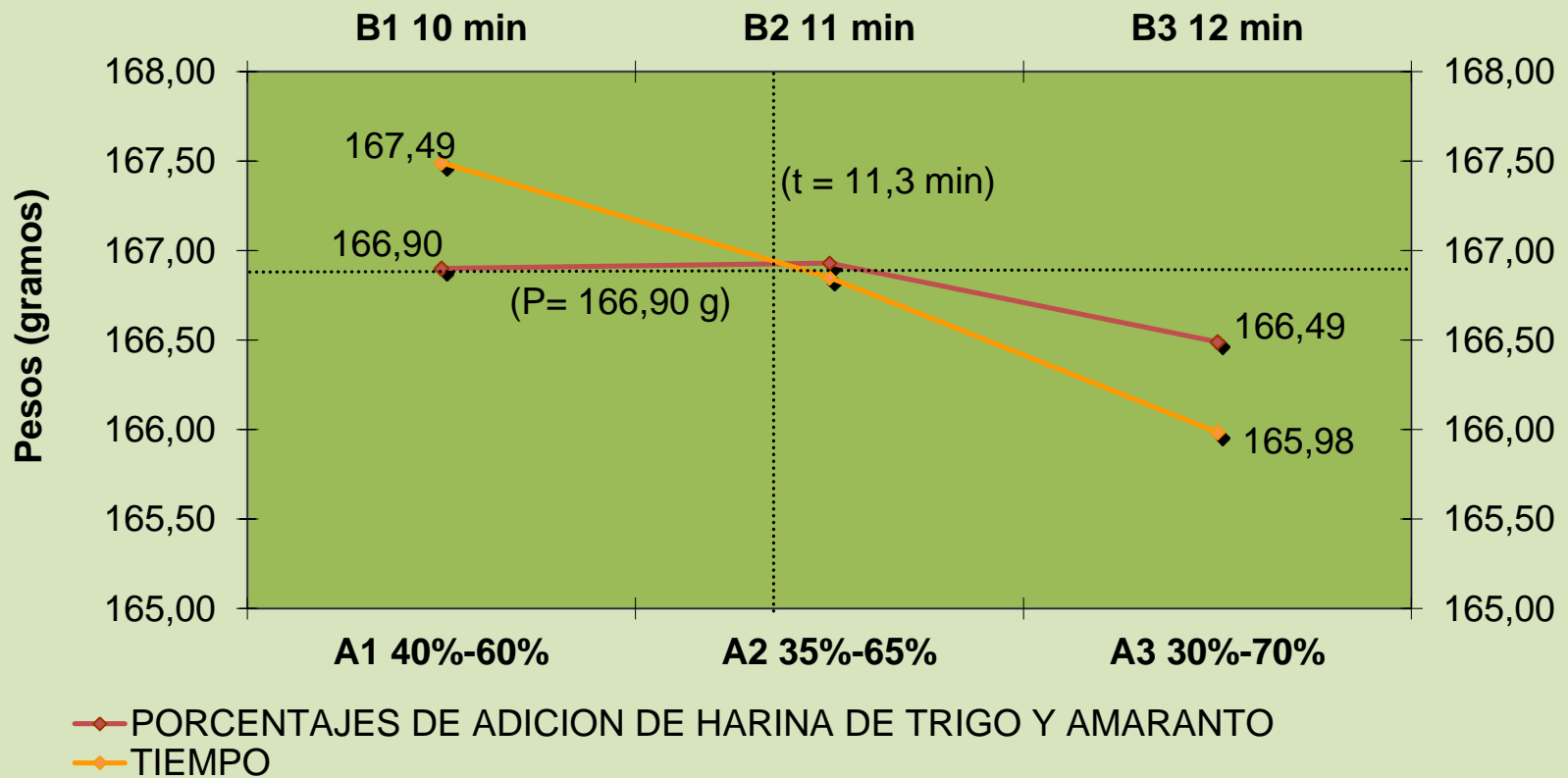
Prueba de TUKEY Y DMS para la variable peso

TRATAMIENTOS		MEDIAS	RANGOS
T9	A2B2C1	172,11	a
T8	A1B1C2	169,30	a
T6	A1B3C2	168,77	a
T17	A3B3C1	166,79	a
T1	A1B1C1	166,67	a
T2	A1B1C2	166,67	a
T7	A2B1C1	166,67	a
T16	A3B2C2	166,67	a
T4	A2B2C2	166,62	a
T14	A3B1C2	166,55	a
T3	A1B2C1	166,51	a
T11	A2B3C1	166,44	a
T18	A3B3C2	166,41	a
T19	testigo	166,31	a
T13	A3B1C1	166,28	a
T15	A3B2C1	166,22	a
T10	A2B2C2	165,78	b
T12	A2B3C2	163,98	b
T5	A1B3C1	163,50	b

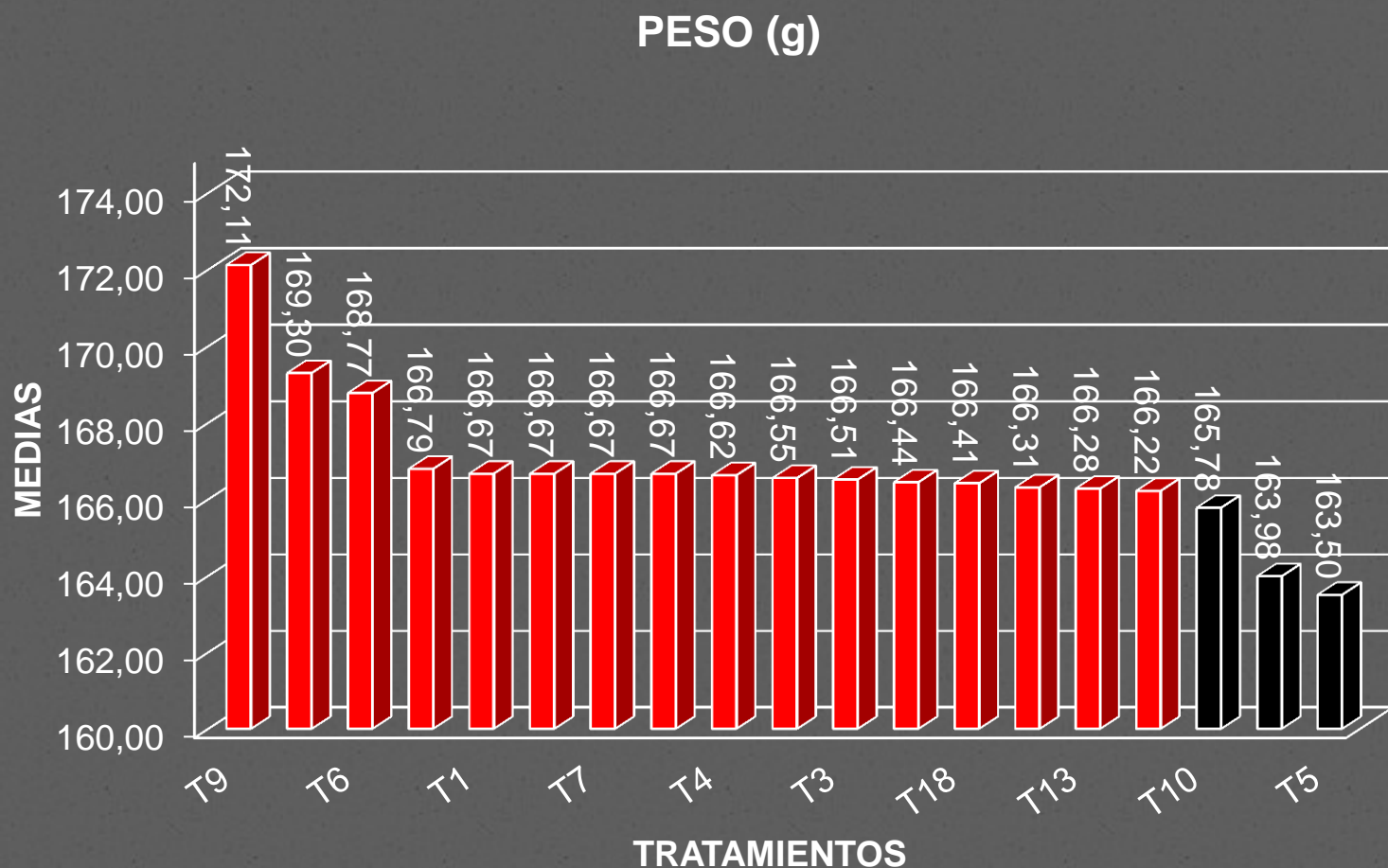
FACTOR	MEDIAS	RANGO
C1	167,36	a
C2	166,19	b

Interacción de los factores A (porcentaje de mezcla) y B (tiempo de horneado) en la variable peso de la galleta

INTERACCIÓN (AxB)



Comportamiento de las medias para la variable peso de la galleta al final del proceso



ADEVA del pH inicial en la masa

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	Signif.	F.T 5%	F. 1%
Total	56,00	1,007					
Tratam.	18,00	0,732	0,041	7,555	**	1,910	2,500
Rep.	2,00	0,082	0,041	7,576	**	3,270	5,260
FA	2,00	0,428	0,214	39,768	**	3,270	5,260
FB	2,00	0,067	0,034	6,245	**	3,270	5,260
FC	1,00	0,006	0,006	1,118	NS	4,120	7,410
I (AX B)	4,00	0,077	0,019	3,571	*	2,640	3,910
I (AXC)	2,00	0,023	0,011	2,095	NS	3,270	5,260
I (BXC)	2,00	0,045	0,022	4,147	*	3,270	5,180
I (AXBXC)	4,00	0,086	0,022	4,018	**	2,640	3,910
TES VS OTROS	1,00	0,062	0,062	11,580	**	4,120	7,410
ERROR EXP.	36,00	0,194	0,005				

** : Altamente significativo

* : Significativo

NS : No significativo

Prueba de TUKEY Y DMS para la variable pH inicial

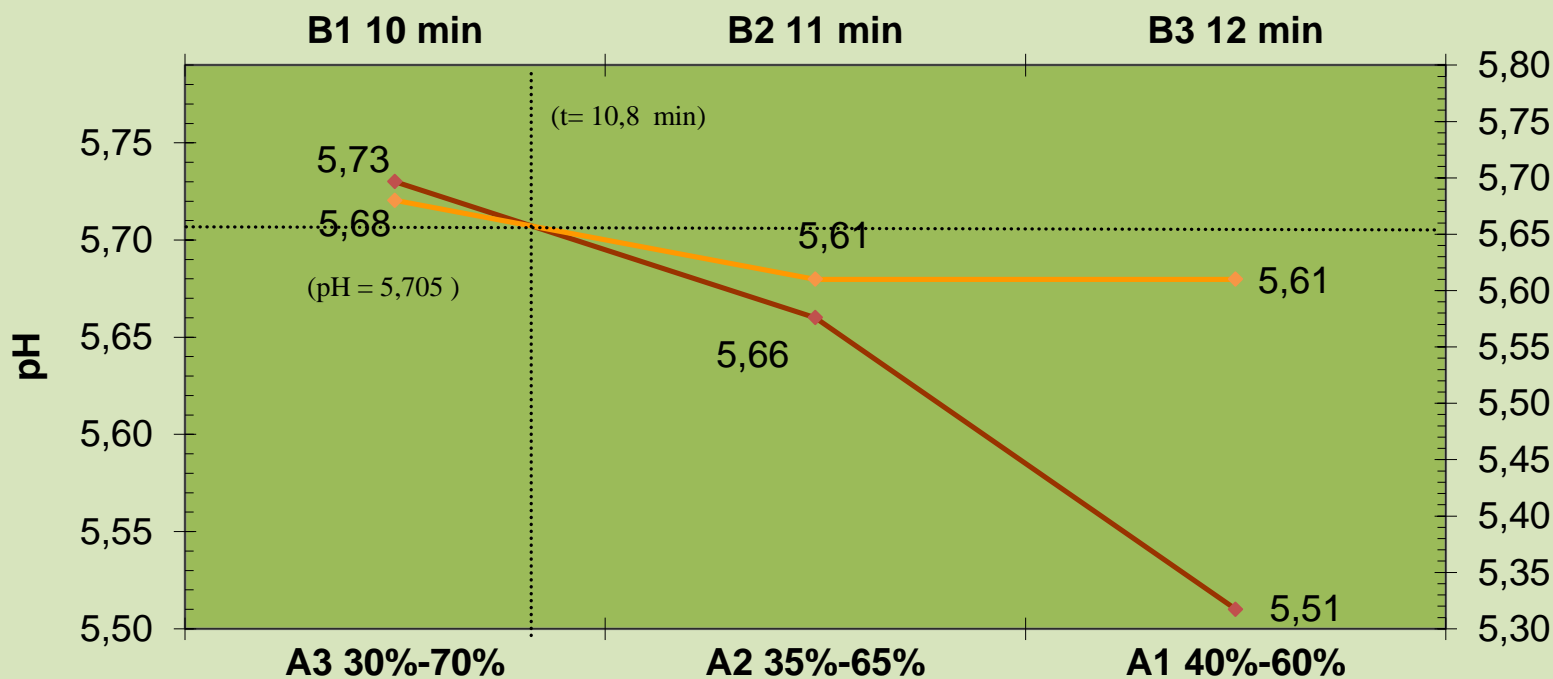
TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS	
T13	A3B1C1	5,82	a
T15	A3B2C1	5,78	a
T16	A3B2C2	5,76	a
T14	A3B1C2	5,73	a
T2	A1B1C2	5,73	a
T6	A1B3C2	5,73	a
T3	A1B2C1	5,66	a
T1	A1B1C1	5,65	a
T18	A3B3C2	5,65	a
T17	A3B3C1	5,64	a
T8	A2B1C2	5,62	a
T4	A1B2C2	5,59	b
T12	A2B3C2	5,59	b
T5	A1B3C1	5,58	b
T7	A2B1C1	5,55	c
T19	Testigo	5,49	d
T11	A2B3C1	5,46	e
T9	A2B2C1	5,46	e
T10	A2B2C2	5,41	f

FACTOR	MEDIAS	RANGO
A3	5,73	a
A2	5,66	b
A1	5,51	c

FACTOR	MEDIAS	RANGO
B1	5,68	a
B2	5,61	b
B3	5,61	b

Interacción de los factores A (porcentaje de mezcla) y B (tiempo de horneado) en la variable pH de la galleta

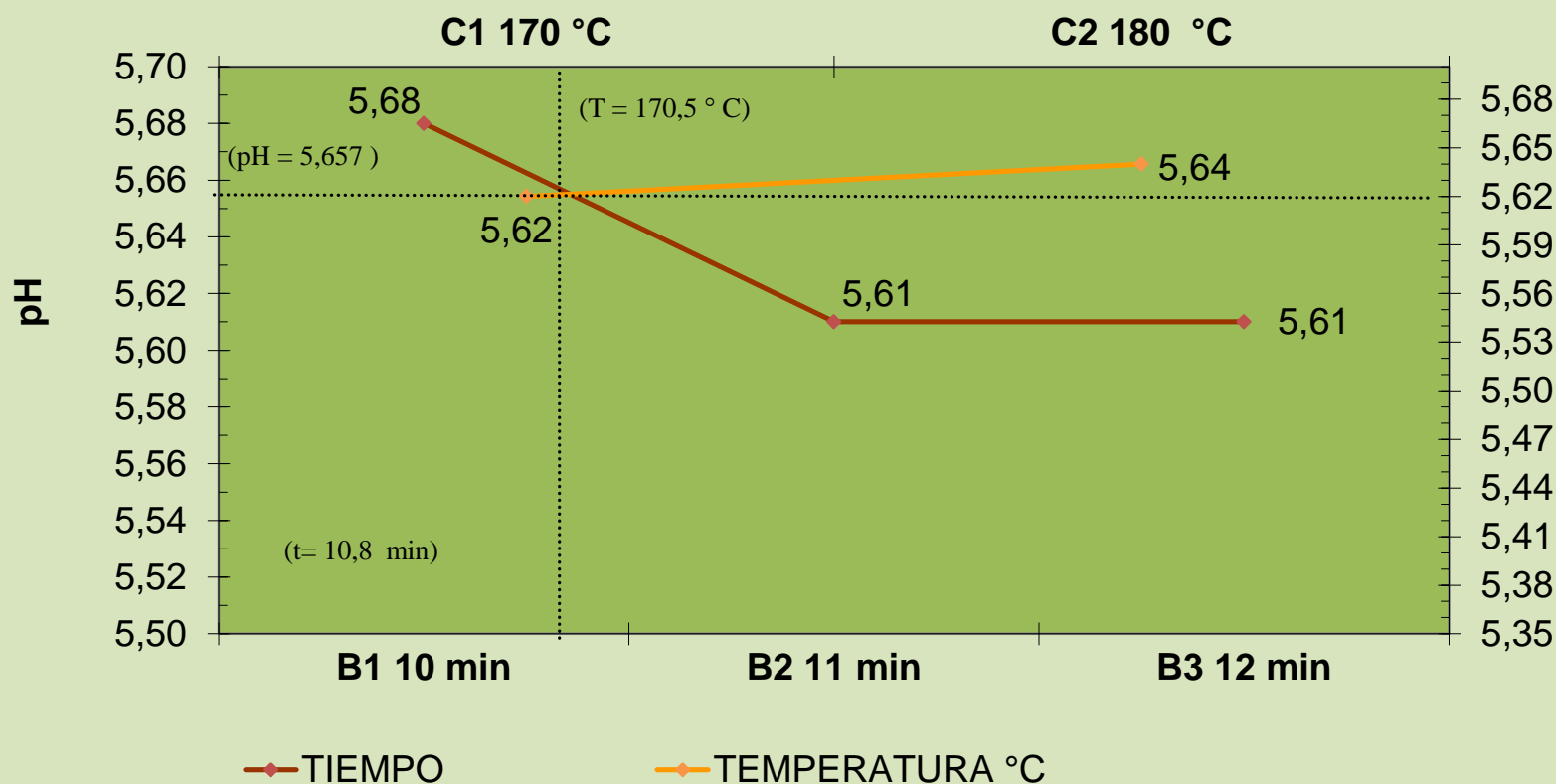
INTERACCIÓN (A x B)



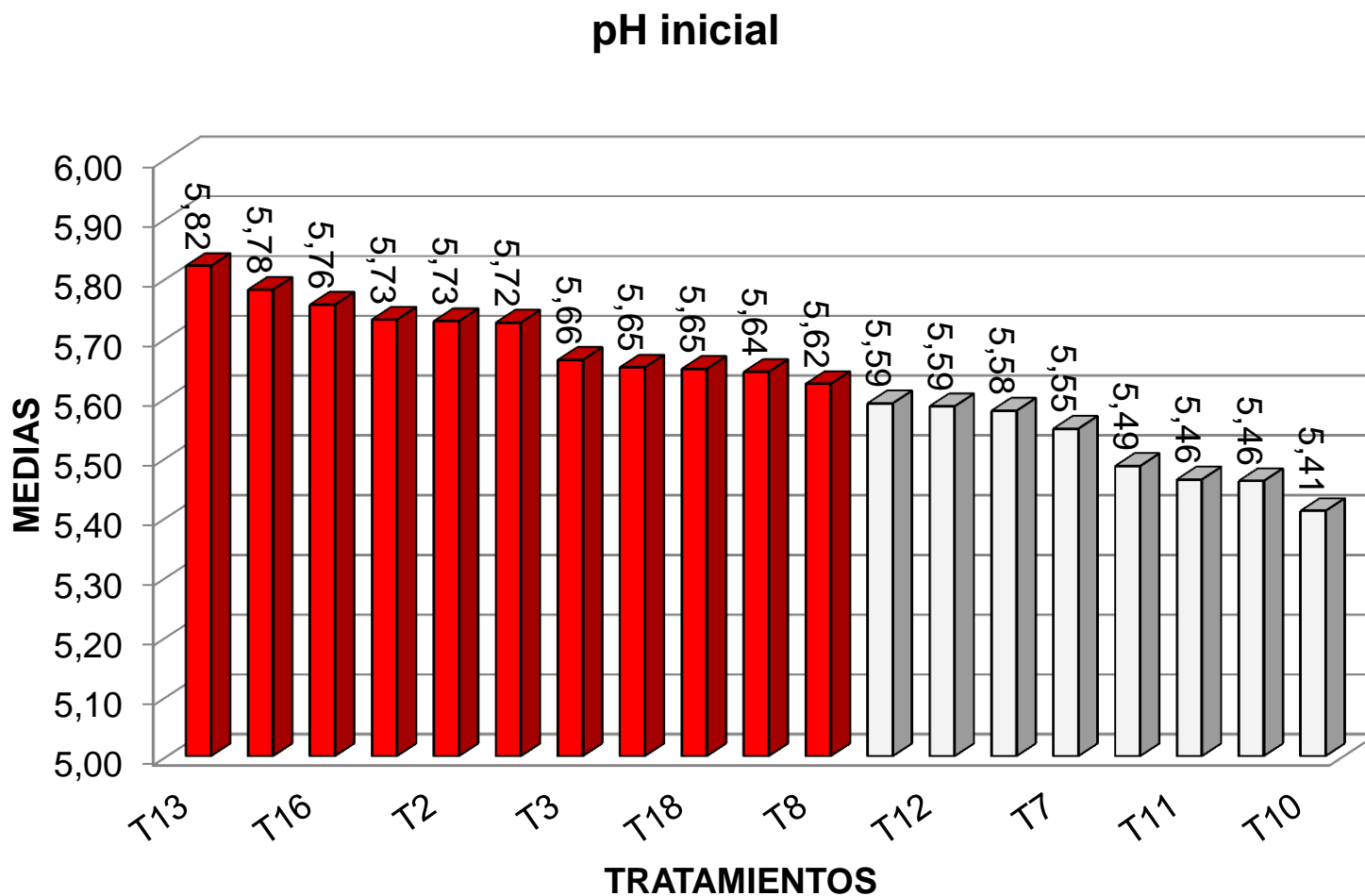
—●— PORCENTAJES DE ADICION DE HARINA DE TRIGO Y AMARANTO —●— TIEMPO

Interacción de los factores B (tiempo de horneado) y C (temperatura) en la variable pH de la galleta

INTERACCIÓN (B x C)



Comportamiento de las medias de la variable pH inicial



ADEVA del pH final en la masa

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	Signif.	F.T 5%	F. 1%
Total	56,00	2,424					
Tratam.	18,00	2,269	0,126	41,653	**	1,91	2,50
Rep.	2,00	0,046	0,023	7,576	**	3,27	5,26
FA	2,00	0,020	0,010	3,260	NS	3,27	5,26
FB	2,00	0,166	0,083	27,397	**	3,27	5,26
FC	1,00	0,015	0,015	5,039	*	4,12	7,41
I (AX B)	4,00	0,151	0,038	12,489	**	2,64	3,91
I (AXC)	2,00	0,034	0,017	5,570	**	3,27	5,26
I (BXC)	2,00	0,087	0,043	14,316	**	3,27	5,18
I (AXBXC)	4,00	1,797	0,449	148,418	**	2,64	3,91
TES VS OTROS	1,00	1,757	1,757	580,458	**	4,12	7,41
ERROR EXP C.V. = 1%	36,00	0,109	0,003				

** : Altamente significativo

* : Significativo

NS : No significativo

Prueba de TUKEY Y DMS para la variable pH final

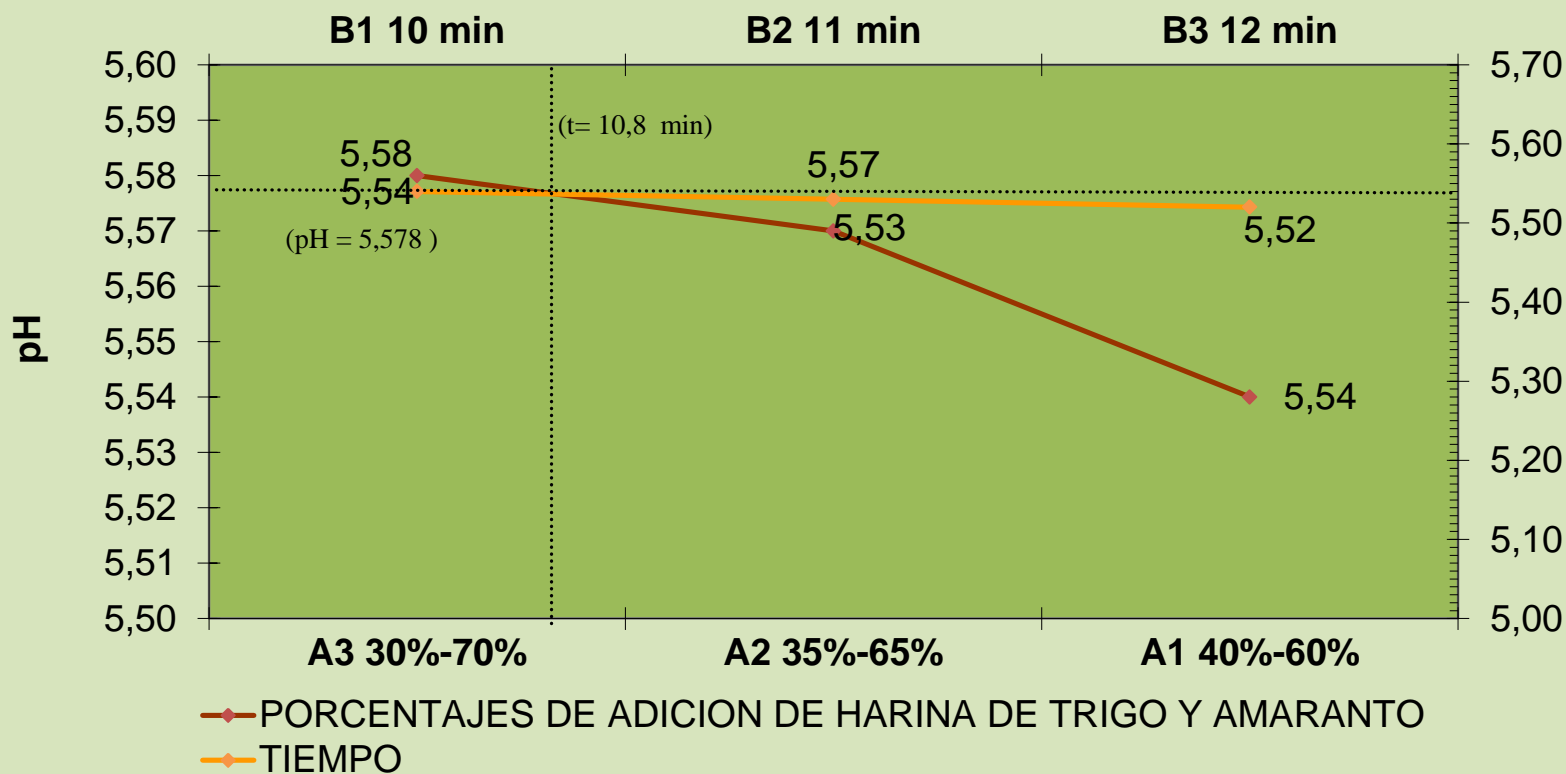
TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS	
T13	A3B1C1	5,71	a
T8	A2B1C2	5,70	a
T2	A1B1C2	5,68	a
T6	A1B3C2	5,67	a
T15	A3B2C1	5,65	a
T12	A2B3C2	5,62	a
T14	A3B1C2	5,62	a
T16	A3B2C2	5,61	a
T7	A2B1C1	5,59	a
T3	A1B2C1	5,58	a
T1	A1B1C1	5,56	a
T4	A1B2C2	5,48	b
T11	A2B3C1	5,47	b
T18	A3B3C2	5,46	c
T9	A2B2C1	5,46	c
T5	A1B3C1	5,46	c
T17	A3B3C1	5,45	c
T10	A2B2C2	5,39	d
T19	TESTIGO	4,78	e

FACTOR	MEDIAS	RANGO
B1	5,54	a
B2	5,53	a
B3	5,52	a

FACTOR	MEDIAS	RANGO
C1	5,58	a
C2	5,56	a

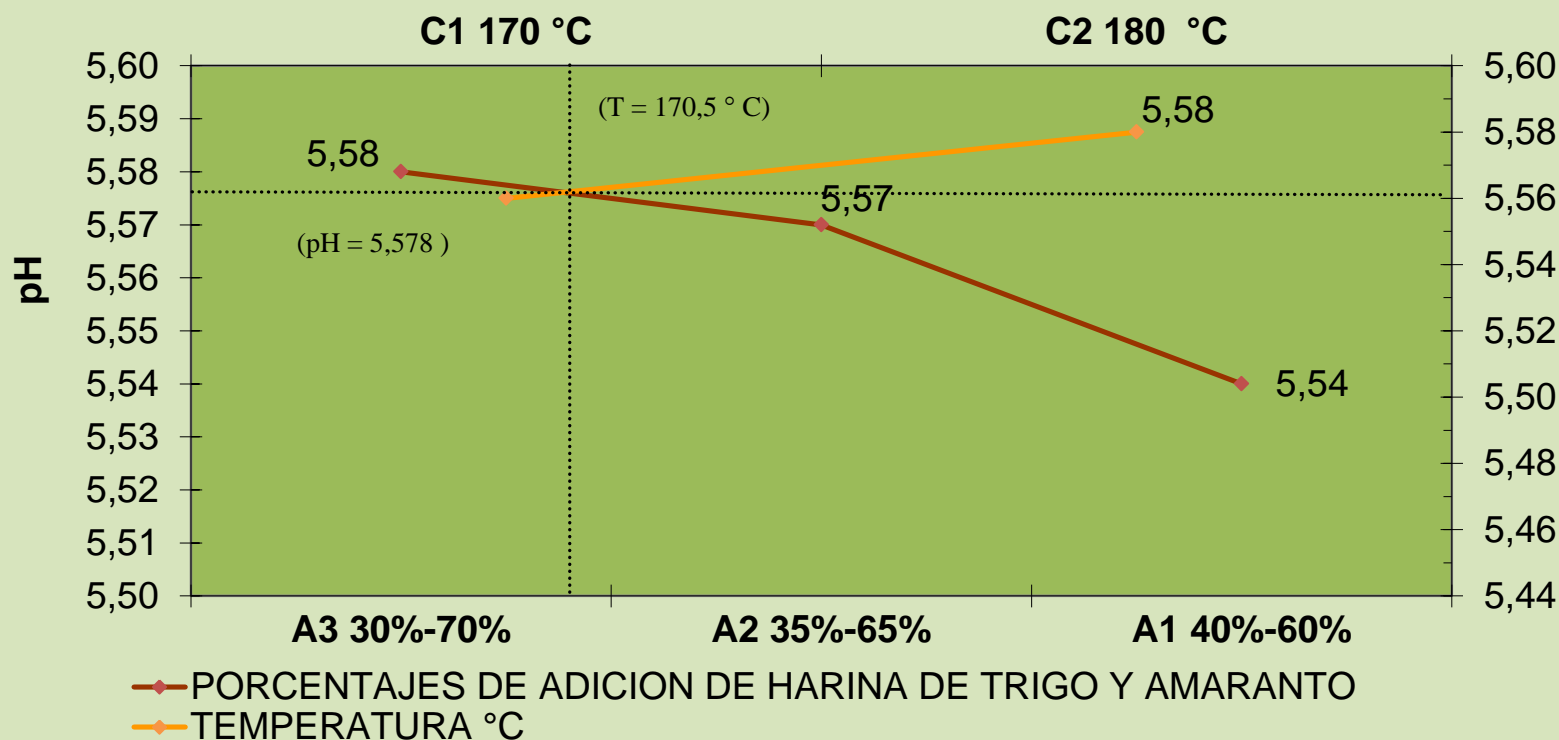
Interacción de los factores A (porcentaje de mezcla) y B (tiempo de horneado) en la variable pH final de la galleta

INTERACCIÓN (A x B)



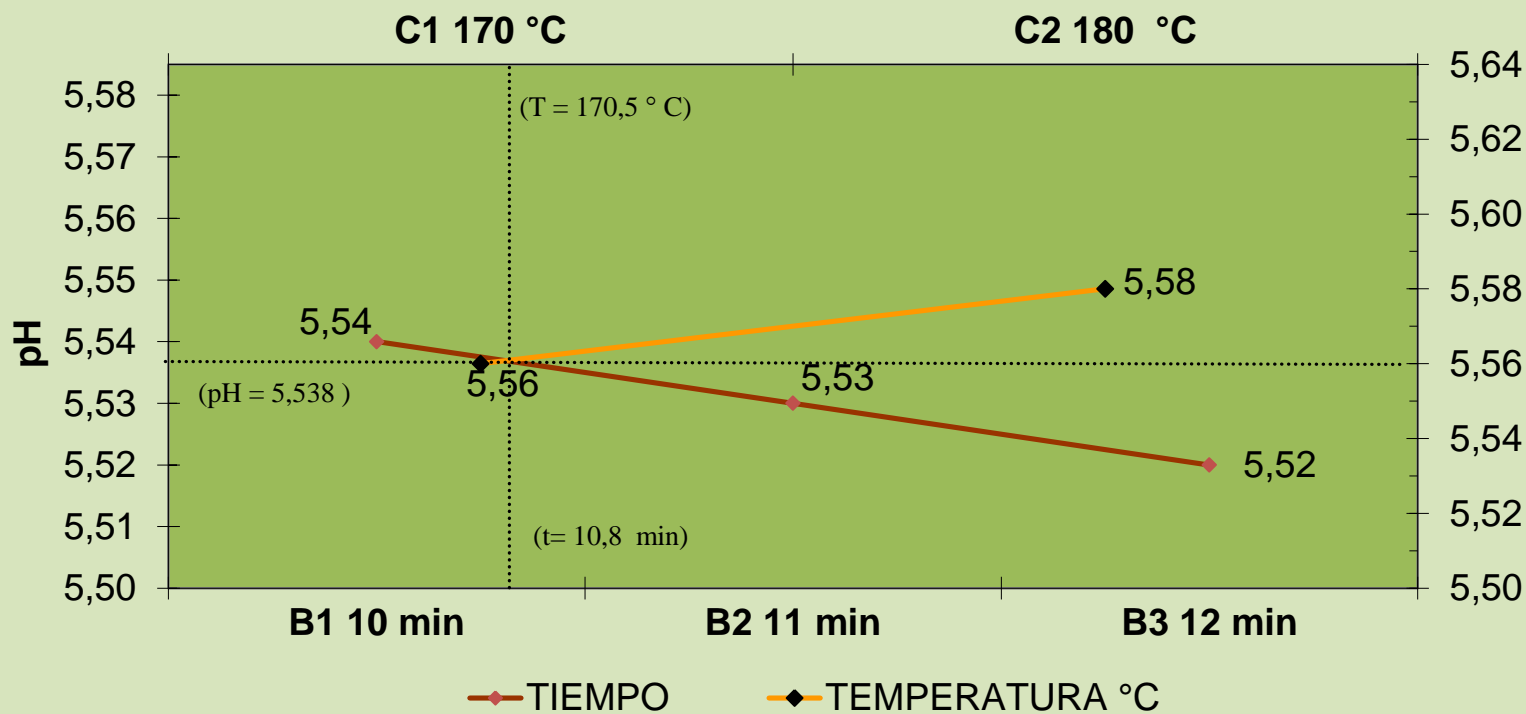
Interacción de los factores A (porcentaje de mezcla) y C (temperatura de horneado) en la variable pH final de la galleta.

INTERACCIÓN (A x C)

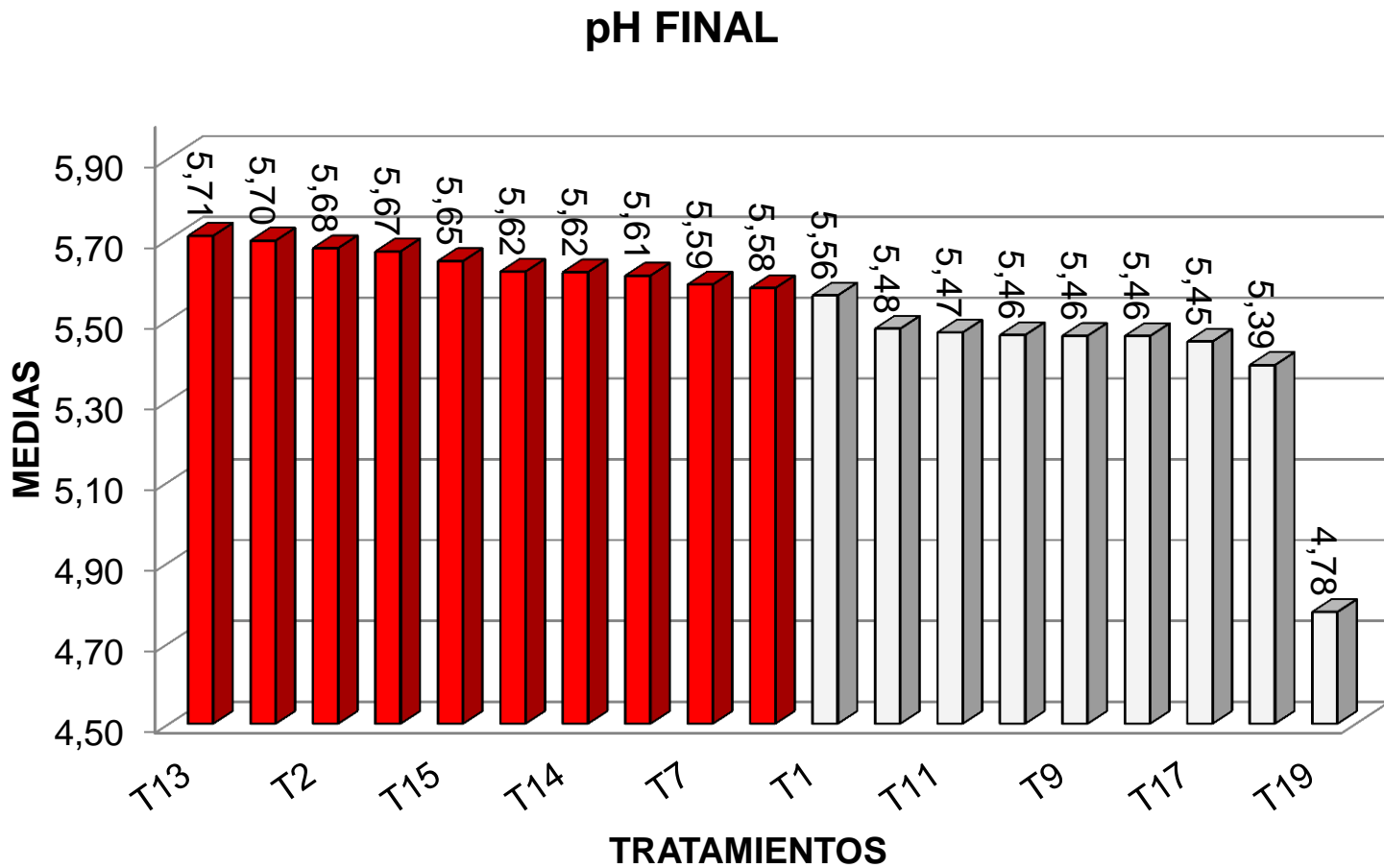


Interacción de los factores B (Tiempo de horneado) y C (Temperatura de horneado) en la variable pH final de la galleta

INTERACCIÓN (B x C)



Comportamiento de las medias de la variable pH final.

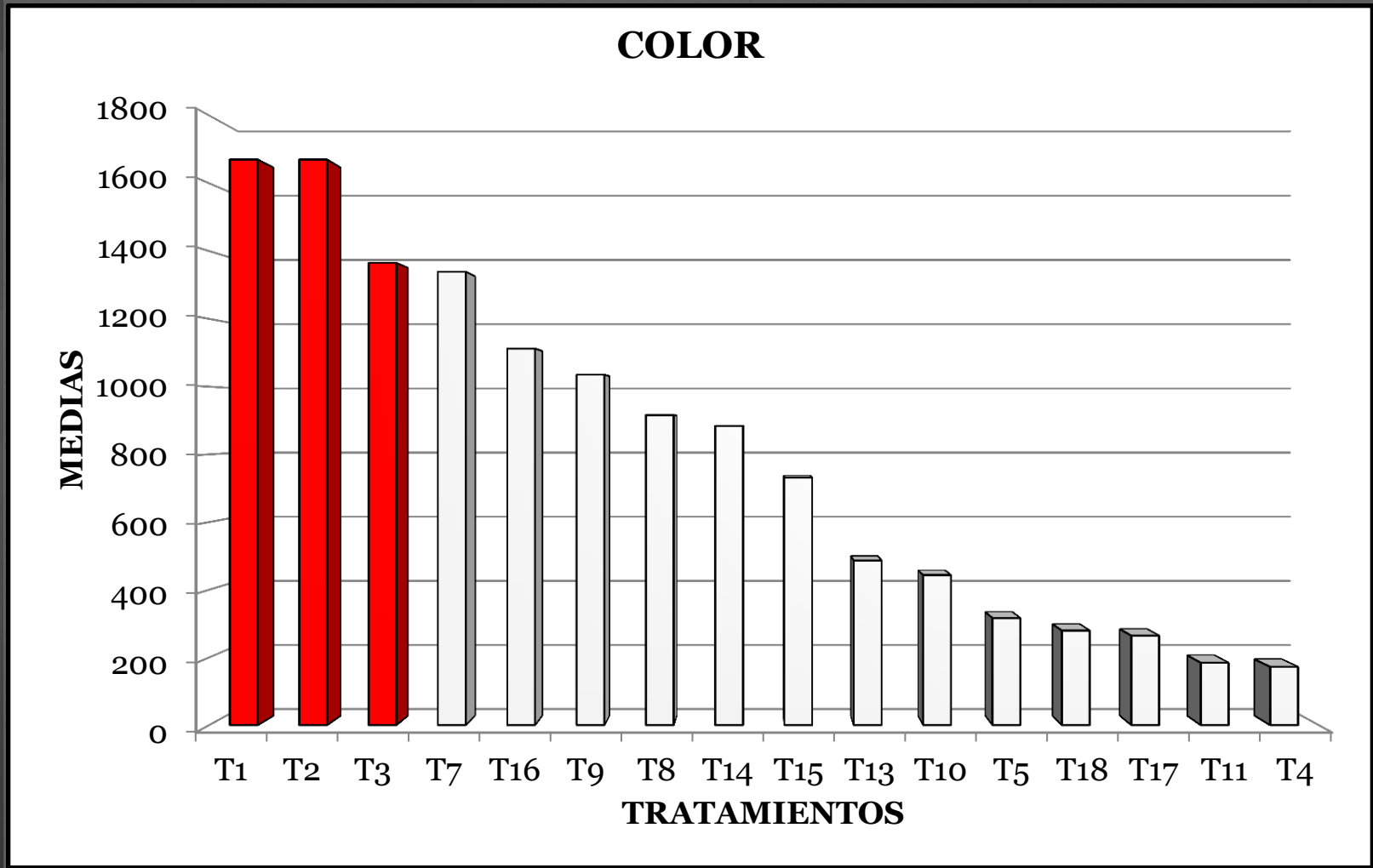


ANÁLISIS ORGONOLÉPTICOS

Análisis de Friedman para las variables de la evaluación sensorial

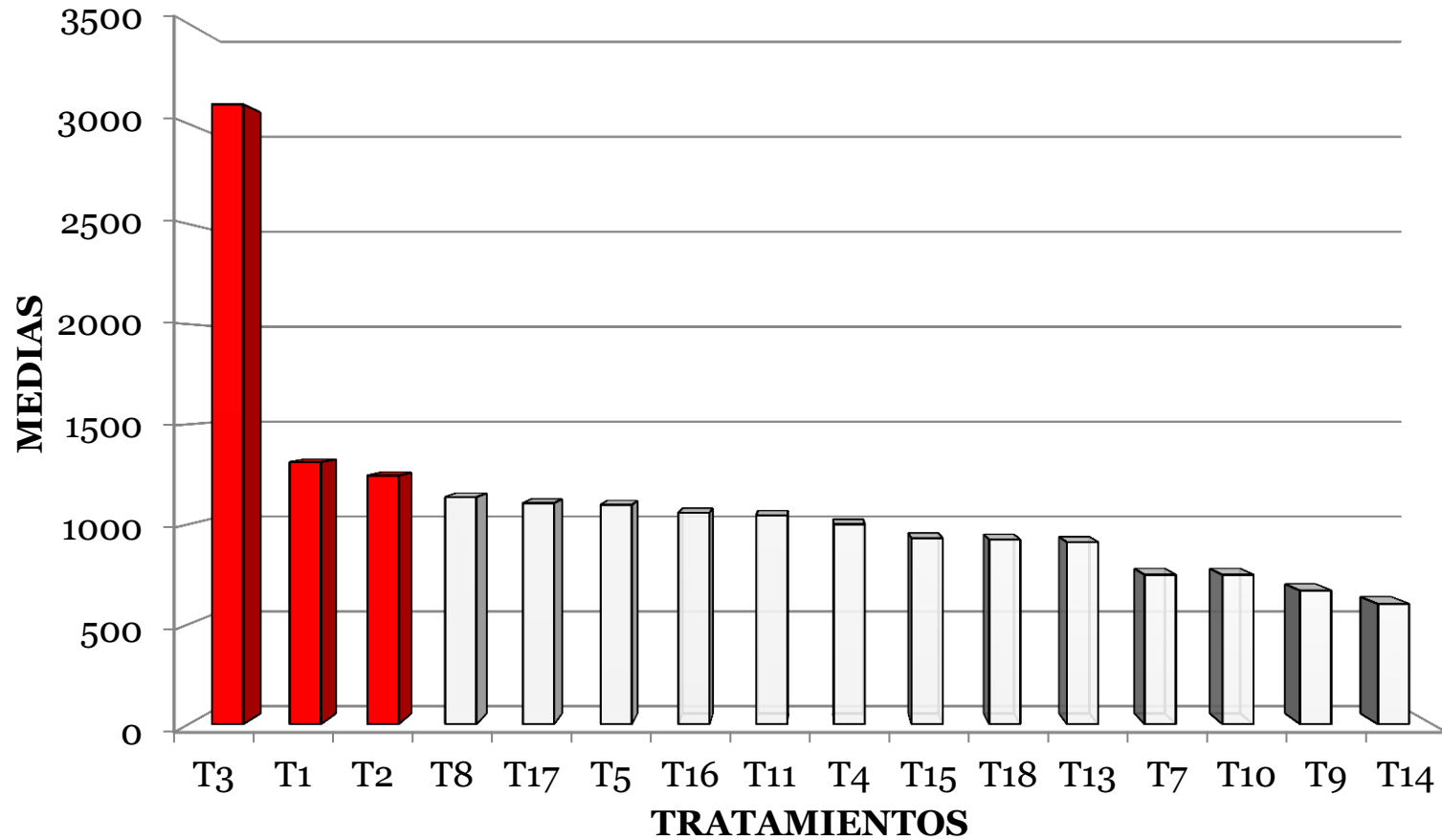
VARIABLE	VALOR CALCULADO X^2	VALOR TABULAR X^2 (5%)	SIGN.	TRATAMIENTOS
COLOR	449,45	27,6	**	T1, T2, T3
OLOR	616,14	27,6	**	T3, T1, T2
SABOR	1,69	27,6	NS	
CROCANCIA	527,7	27,6	**	T2, T1, T3
CRUJENCIA	732,45	27,6	**	T1, T3, T2

Caracterización del color en el producto terminado



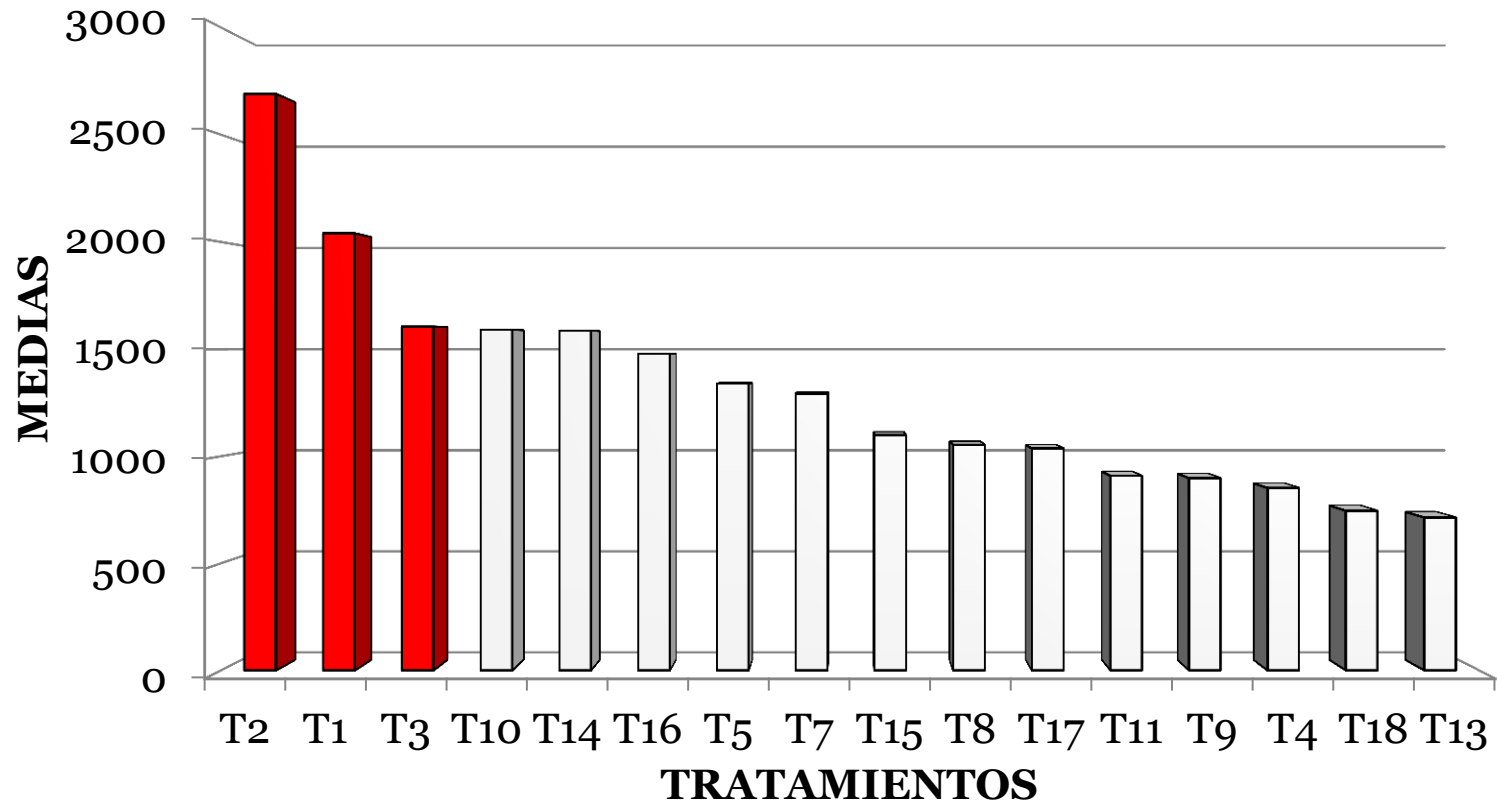
Caracterización del olor en el producto terminado

OLOR

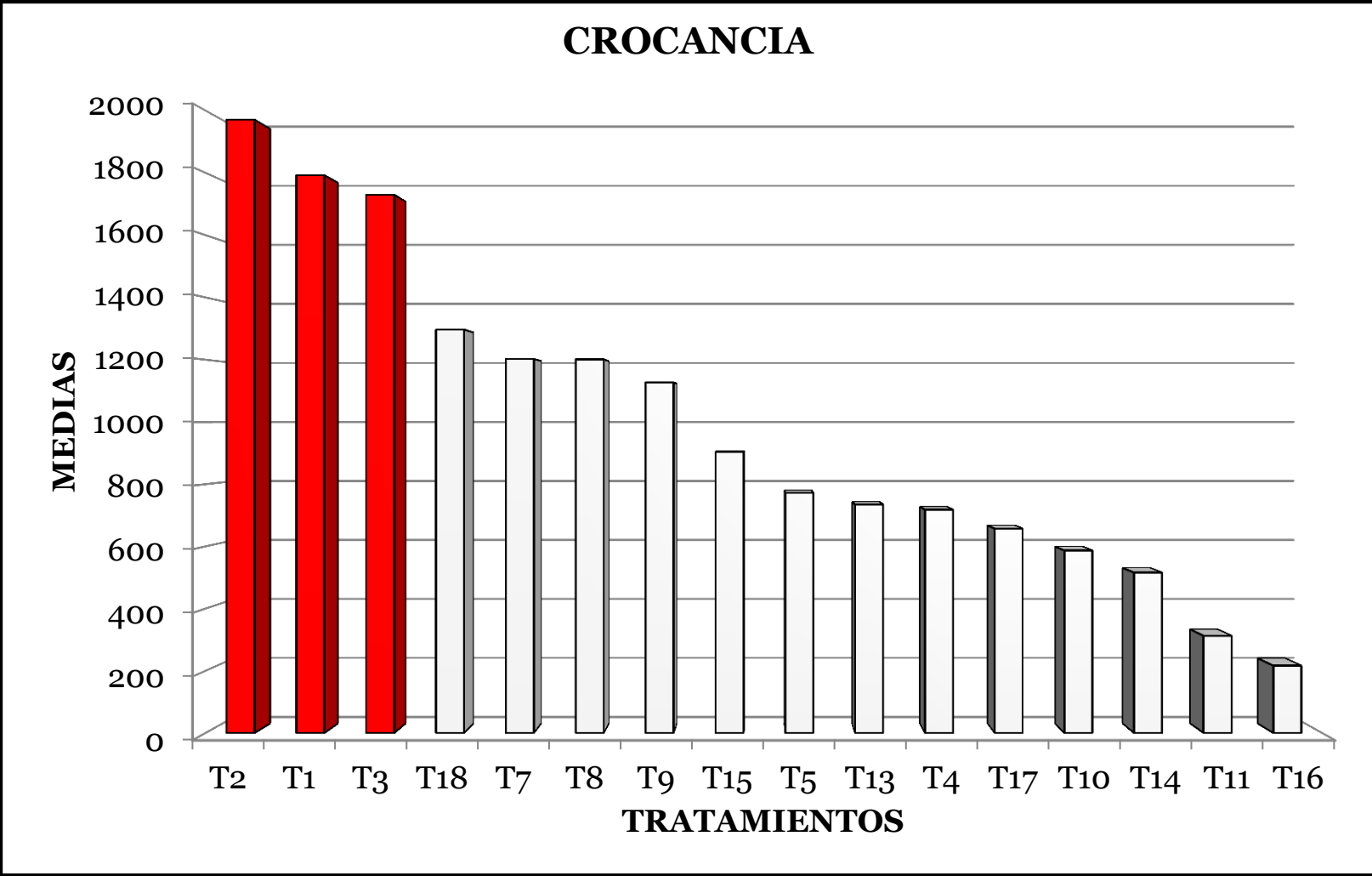


Caracterización del sabor en el producto terminado

SABOR

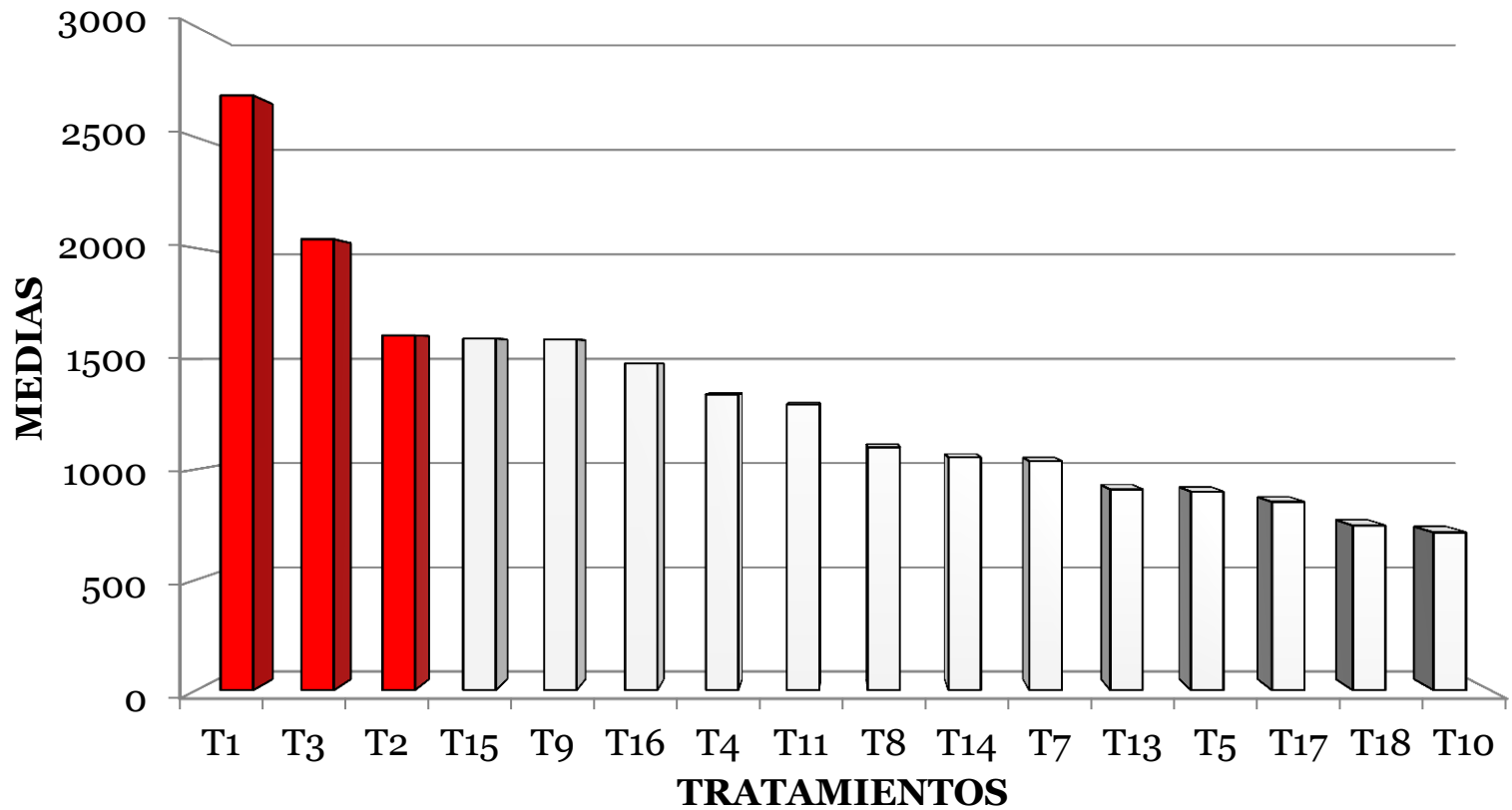


Caracterización de la crocancia en el producto terminado



Caracterización de la Crujencia en el producto terminado

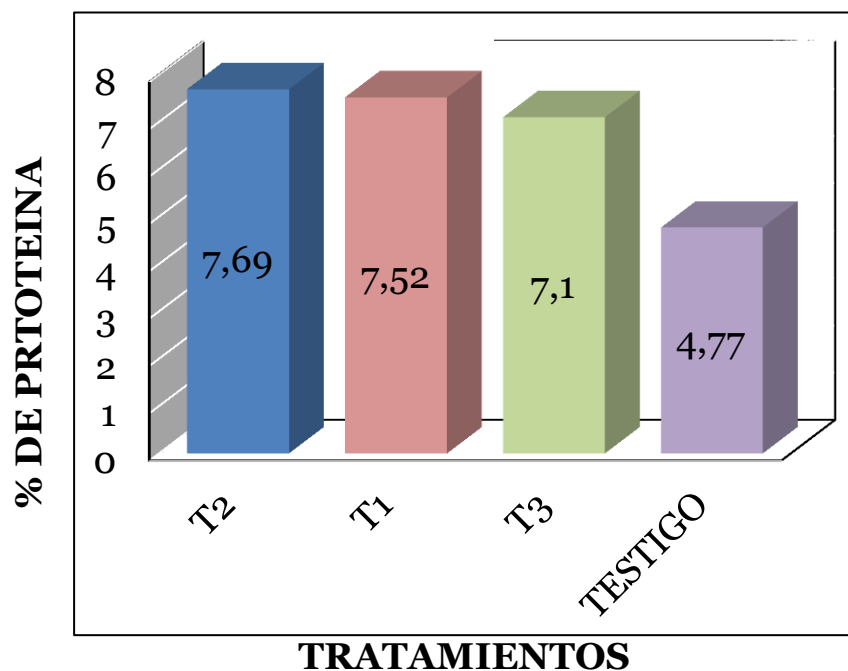
CRUJENCIA



ANÁLISIS DE PROTEÍNA Y HIERRO A LOS TRES MEJORES TRATAMIENTOS Y AL TESTIGO

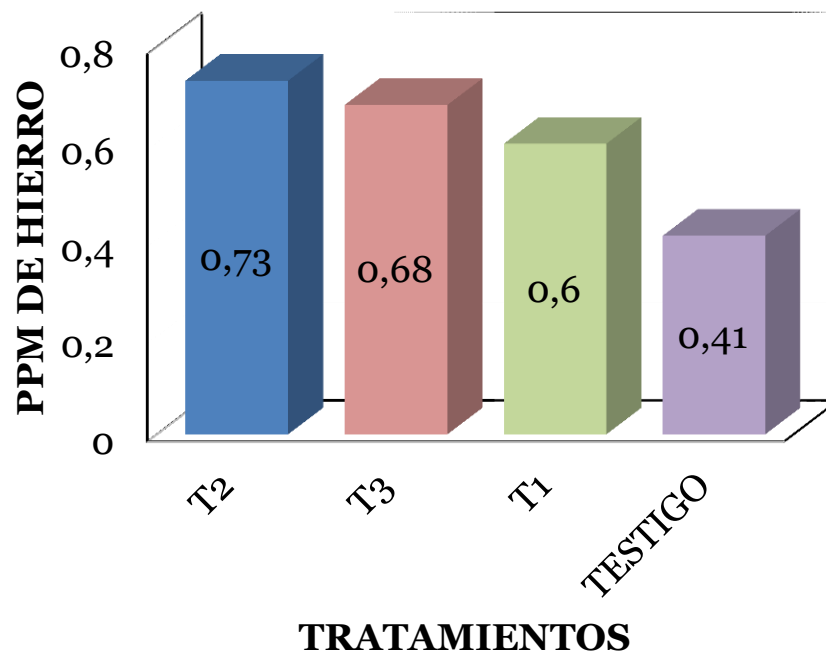
Análisis de Proteína

PROTEINA



Análisis de Hierro

HIERRO



ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS A LOS TRES MEJORES TRATAMIENTOS

Resultado de los análisis Físico-Químicos a los tres mejores tratamientos.

ANÁLISIS REALIZADOS	UNIDAD	TRATAMIENTOS			
		T1	T2	T3	Testigo
Humedad	%	3,58	2,49	2,93	8,38
Fibra	%	96,42	97,51	97,07	91,65
Ceniza	%	3,06	3,13	3,22	2,41
Proteína	%	7,52	7,69	7,10	4,77
Hierro	ppm	0,60	0,73	0,68	0,41

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Resultados de los análisis microbiológicos al inicio del tiempo de percha

PARÁMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	RESULTADOS		
		T1	T2	T3
Recuento mohos y levaduras	UFC/ml	3	negativa	negativa

Resultados de los análisis microbiológicos al final del tiempo de percha

PARÁMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	RESULTADOS		
		T1	T2	T3
Recuento mohos y levaduras	UFC/ml	100	120	108

ANÁLISIS ECONÓMICO

Costos directos

RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO (USD/Lb)	TOTAL (USD)
MATERIA PRIMA				
Harina de Trigo	kg	5	0,80	4,00
Harina de Amaranto	kg	10	1,50	15,00
Azúcar	kg	10	0,40	4,00
Esencia	ml	250	1,00	1,00
Polvo de hornear	kg	0,12	1,50	1,50
Grasa (crema pan)	kg	5	1,20	6,00
Huevos	u	8	0,15	1,20
Panadería (alquiler)		1	30,00	30,00
SUB TOTAL				62,70

Costos variables

COMPOSICIÓN DE 60 g (PRODUCTO TERMINADO)				
RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTOS
Costo De Cada Unidad De Galleta (60 G)	g	60	0,008	0,48
Mano de Obra Directa	u	1	0,01	0,01
Empaque de 60 g	u	1	0,01	0,01
Costo variable total de 60 g de producto terminado				0,50

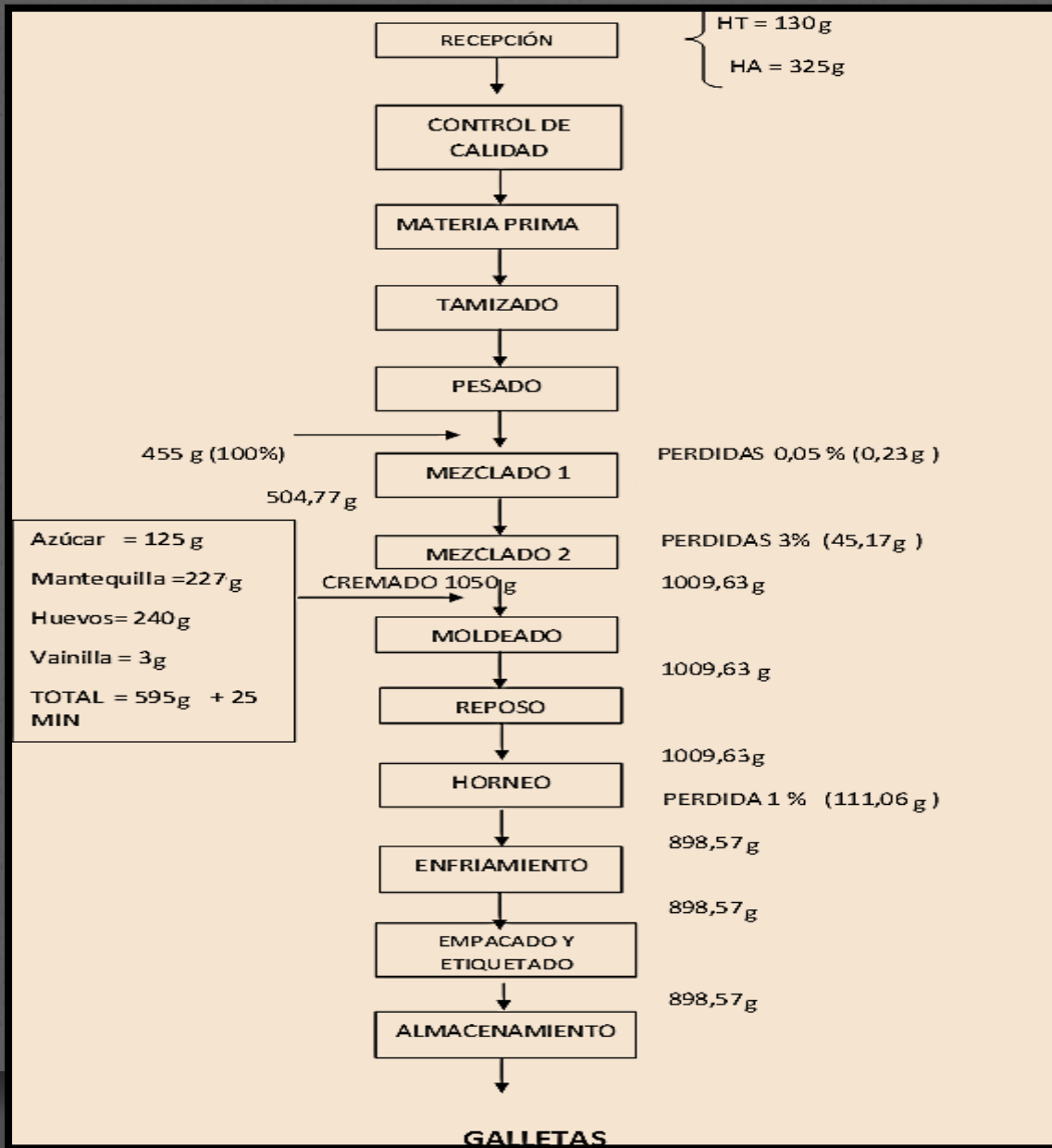
Costo unitario del producto

CONCEPTO	PRECIO (USD)
COSTO UNITARIO DE GALLETA	0,008
COSTO DE CADA UNIDAD DE GALLETA (60 g)	0,48
Costo Unitario del Producto Terminado	0,55

Desglose de gastos

DESGLOSE DE GASTOS		
DESCRIPCIÓN	%	GALLETA
MATERIA PRIMA	35	\$ 0,193
GASTOS ADMINISTRATIVOS	10	\$ 0,055
GASTOS DE VENTA	10	\$ 0,055
MANO DE OBRA	5	\$ 0,028
UTILIDAD	40	\$ 0,220
TOTAL	100	\$ 0,55


BALANCE DE MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DE GALLETAS



CONCLUSIONES

El contenido de harina de amaranto incide en el contenido nutritivo de las galletas en un 37,08% superior al valor del contenido en el testigo, tal como se demuestra en el Tratamiento T2 (40% de harina de trigo y 60% de amaranto por 10 min a 180°C), aceptando de esta manera la hipótesis alternativa de la investigación planteada.

Realizados los ensayos de la harina de amaranto podemos decir que esta cumple con las características necesarias para su uso en la elaboración de galletas además de comprobar la calidad nutricional que esta posee y así poder elaborar un producto de alto valor nutricional.



Determinamos la mezcla más apropiada para la elaboración de las galletas (40% de harina de trigo y 60% de harina de amaranto) la cual influye de forma directa en las características finales de las galletas, como son el sabor, crocancia y crujencia

Realizado el análisis de pH podemos decir que los tratamientos sometidos al análisis poseen una media que varía de 5.82 a 5.62 respectivamente, siendo este un valor de pH conveniente para la masa y tener mejores características finales en las galletas.

La adición de harina de amaranto permitió obtener buenos resultados en la galleta, demostrándose la superioridad con los análisis de proteína y hierro de los mejores tratamientos frente al testigo

Al realizar el análisis organoléptico, con un grupo de panelista, se determinó que, los tratamientos con mayor aceptabilidad tanto cualitativa, como cuantitativamente fueron T1 (40% de harina de trigo y 60% de harina de amaranto por 10 min a 170°C), T2 (40% de harina de trigo y 60% de harina de amaranto por 10 min a 180°C) y T3 (40% de harina de trigo y 60% de harina de amaranto por 11 min a 170°C).

Realizados los análisis microbiológicos de los mejores tratamientos, se estableció que están dentro de lo establecido por la normativa INEN por lo tanto el producto es apto para el consumo humano

El precio del producto, está establecido en \$ 0,55 dólares, esto ocurre, porque en el mercado, el precio ya está establecido en rango y por tal la población es sensible a los precios y no optarían por comprar el producto si sobrepasa el límite de precio con respecto al mercado además no representa significación debido a la cantidad de nutrientes que poseen las galletas elaboradas con harina de amaranto.

RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso del amaranto para su industrialización, ya que es un producto con un valor nutricional elevado, y de esta manera potencializar su producción como materia prima.

Por los resultados obtenidos en nuestra investigación el mejor porcentaje de mezcla para la elaboración de las galletas es de 40% de harina de trigo y 60% de harina de amaranto, por lo que recomendamos experimentar con otros porcentajes de mezcla que igualen o superen en las características nutricionales, buscando así mejorar la calidad nutricional de la galleta.

Realizar investigaciones de plantas andinas que han sido desplazadas como es el caso del amaranto porque en él se reúnen los nutrientes más esenciales en forma completa y en cantidades como no los tiene otra planta cultivada

Se recomienda la elaboración y consumo de galletas enriquecidas con harina de amaranto debido a su contenido nutritivo para incluir a este producto en la alimentación del niño, adolescente, adulto y anciano, para mantener un organismo sano debido a la calidad nutricional que posee.



GRACIAS