

**“DETERMINACIÓN DE LOS
PARÁMETROS ÓPTIMOS
PARA
LA ELABORACIÓN DE PAN
PRECOCIDO DE YUCA
(*Manihot esculenta crantz*)”**

AUTORES:

ROBIN STALIN LOZA FLORES

EDISON JAVIER LOZA GÓMEZ

INTRODUCCIÓN

- Proveer al cliente un pan fresco, de buena calidad y a cualquier momento del día.
- Por tal motivo se está empezando a crear el “Pan Precocido”.
- Dicho pan con la tecnología del congelado, tiene como fin conservarse durante más tiempo.
- Por otra parte una característica de las raíces de yuca es que sufren un rápido deterioro luego de ser cosechadas.

- En el Ecuador la yuca es considerada un cultivo de pequeños agricultores.
- La elaboración de productos derivados de la yuca es escasa, no se buscan alternativas a nivel nacional para darle un valor agregado a ésta.
- La yuca es un producto que se cultiva en todas las regiones del país y presenta diferentes variedades.
- De igual manera en el oriente ecuatoriano se utiliza para preparar la tradicional “Chicha de yuca”, la cual se elabora a partir de la yuca cocinada y aplastada.

- Desde la antigüedad la humanidad aprendió a elaborar alimentos fermentados a partir de materias ricas en almidón.
- La presente investigación propuso una alternativa para darle un valor agregado a la yuca.
- Dicha investigación tuvo como finalidad determinar los parámetros óptimos para elaborar pan precocido de yuca.

Para cumplir este propósito se estudió:

- A la yuca y sus beneficios.
- El correcto proceso de elaboración.

OBJETIVOS

◆ Objetivo General.

Determinar los parámetros óptimos para elaborar pan precocido de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*)

✦ **Objetivos Específicos.**

- Determinar el porcentaje de yuca, la temperatura y el tiempo de precocción óptimos en la elaboración de pan precocido.
- Establecer las características de calidad del producto final mediante análisis físicos, químicos y organolépticos.
- Establecer los rendimientos mediante balance de materiales al finalizar el proceso de elaboración del pan.
- Determinar los costos de producción del pan precocido a nivel experimental en laboratorio.

HIPÓTESIS

- ◆ **Hi:** Los porcentajes de masa de yuca (*Manihot esculenta crantz*), las temperaturas y tiempos de precocción influyen en la calidad del pan precocido.
- ◆ **Ho:** Los porcentajes de masa de yuca (*Manihot esculenta crantz*), las temperaturas y tiempos de precocción no influyen en la calidad del pan precocido.

EL PAN

- * El pan es un alimento básico elaborado generalmente con cereales, usualmente en forma de harina, y un medio líquido, habitualmente agua.
- * Desde la antigüedad se han elaborado panes de muchas maneras. Una de las grandes diferencias es la adición de levadura.
- * El medio líquido también varía, usándose desde la antigüedad el agua o la leche. La harina de trigo es rica en gluten y por ello es importante para crear una textura esponjosa.
- * El pan se elabora de diferentes formas, obedeciendo a razones tanto de utilidad como religiosas o culturales.
- * El pan es un producto de consumo diario que aporta con nutrientes básicos para una dieta normal, se elabora desde tiempos prehistóricos.

*El pan común debe presentar el sabor y olor característico del producto fresco y bien cocido. Su sabor no debe ser amargo, ácido o con indicios de rancidez.

*El pan especial se obtiene añadiendo a la fórmula de pan elementos enriquecedores, como: huevos, malta, nueces, coco, miel, dulces de frutas, queso, licor, leche, grasa comestible (animal o vegetal), aditivos autorizados, otros permitidos.

*El pan precocido consiste en una cocción en dos tiempos.

La precocción es la etapa fundamental y decisiva para la obtención con éxito del pan precocido.

A medida que va aumentando la temperatura hacia el interior del pan (55°C), queda paralizada la fermentación.

Cuando la precocción ha alcanzado los 10-15 minutos, la actividad enzimática y la coagulación del gluten han llegado a su fin.

A la salida del pan del horno hay una fase de resudado donde se aprecia un ligero decaimiento.

Se deja enfriar el pan para llevarlo a congelación.

El mercado del pan precocido aún es pequeño, y fundamentalmente va dirigido a los puntos calientes, terminales de cocción, bocadillerías y restaurantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización del área de estudio.

El desarrollo de la presente investigación se realizó en la Panadería “EXTRAPAN”, ubicada en la ciudad de Ibarra.

PROVINCIA	Imbabura
CANTÓN	Ibarra
PARROQUIA	San Francisco
ALTITUD	2250 msnm
TEMPERATURA	17,4°C
H.R. PROMEDIO	75%
PLUVIOSIDAD	50,5 mm./año
LATITUD	0° 20' Norte
LONGITUD	78° 08' Oeste

Materiales y Equipos

Materias Primas e Insumos

Yuca

Harina de trigo

Levadura
(*Saccharomyces cerevisiae*)

Sal

Azúcar

Leche

Queso

Mantequilla

Huevos

Instrumentos y Equipos para la Investigación

- * Cuchillos
- * Recipientes metálicos de 500 ml
- * Cucharas de metal
- * Vasos de metal
- * Rallador de metal
- * Cuchilla de pan
- * Mesa de acero inoxidable
- * Termómetro de horno
- * Termómetro de penetración
- * Cronómetro
- * Latas de metal
- * Bandejas plásticas (9" x 11")
- * Papel celofán
- * Amasadora
- * Cocina industrial
- * Balanza digital
- * Horno industrial
- * Cámara de fermentación
- * Cuarto de congelación o congelador

Materiales, equipos y reactivos de laboratorio

Materiales y equipos

- * Buretas
- * Erlenmeyer
- * Cápsulas de porcelana
- * Núcleos de ebullición
- * Crisoles
- * Pinzas de metal
- * Pipetas
- * Vasos de precipitación
- * Mechero
- * Balones de 250 y 500 ml
- * Papel filtro
- * Placas petrifilm
- * Embudo
- * Agitadores magnéticos
- * Sistema kitazato
- * Bomba de extracción
- * Balanza analítica
- * Soporte universal
- * Campana digestora
- * Equipo de destilación
- * Mufla
- * Estufa
- * Desecador
- * Cocina eléctrica
- * Plancha calentadora
- * Equipo para medir fibra (Fibertest)
- * Equipo para medir grasa (Soxtest)
- * Autoclave

Reactivos de laboratorio

- * Hidróxido de sodio
- * Hidróxido de bario
- * Fenolftaleína
- * Agua destilada
- * Ácido clorhídrico (concentrado)
- * Antiespumante
- * Catalizador
- * Ácido sulfúrico (concentrado)
- * Ácido bórico (3%)
- * Indicador mezcla
- * Hidróxido de sodio (concentrado)
- * Acetato de plomo
- * Felingh A
- * Felingh B
- * Felingh C
- * Indicador azul de metileno
- * Ácido sulfúrico (0,128 M)
- * Hidróxido potásico (0,023 M)
- * Éter de petróleo

Métodos

Factores en estudio

FACTORES	NIVELES	SIMBOLOGÍA
A: % de Masa yuca	70%	A1
	60%	A2
	50%	A3
B: Temperatura de precocción	200°C	B1
	220°C	B2
C: Tiempo de precocción	10 minutos	C1
	15 minutos	C2

Tratamientos

Tratamientos	Factores		
	Masa Yuca	T° de Precocción	Tiempo de Precocción
A1B1C1	70%	200°C	10 min
A1B1C2	70%	200°C	15 min
A1B2C1	70%	220°C	10 min
A1B2C2	70%	220°C	15 min
A2B1C1	60%	200°C	10 min
A2B1C2	60%	200°C	15 min
A2B2C1	60%	220°C	10 min
A2B2C2	60%	220°C	15 min
A3B1C1	50%	200°C	10 min
A3B1C2	50%	200°C	15 min
A3B2C1	50%	220°C	10 min
A3B2C2	50%	220°C	15 min

Diseño experimental

Se utilizó dos diseños; el primero fue un “Diseño Completamente al Azar” para 12 tratamientos, el mismo que se lo aplicó en las variables evaluadas durante el proceso.

El segundo fue un “Diseño Completamente al Azar” con arreglo factorial A x B x C, el cual se lo utilizó en las variables evaluadas tanto en el pan precocido como en el pan final.

Características del experimento

- * Repeticiones Tres (3)
- * Tratamientos Doce (12)
- * Unidades experimentales Treinta y seis (36)

Unidad experimental

Cada unidad experimental fue de 10 masas de pan de aproximadamente 60 g c/u, listas para el proceso de precocción.

Análisis estadístico

- ☑ Se calculó el coeficiente de variación (C.V.)
- ☑ Para detectar diferencias estadísticas entre tratamientos, se realizó la prueba de Tukey.
- ☑ Para detectar diferencias estadísticas entre % de masa de yuca, temperaturas y tiempos de precocción, se realizó la prueba de D.M.S.
- ☑ Para detectar diferencias estadísticas entre las interacciones de los factores, se realizó gráficas.
- ☑ Las variables cualitativas se evaluaron mediante la prueba de Friedman al 1% y 5% para los doce tratamientos conjuntamente con el testigo.

Esquema de análisis de varianza

ADEVA

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	35
Tratamientos	11
Factor A	2
Factor B	1
Factor C	1
A x B	2
A x C	2
B x C	1
A x B x C	2
Error experimental	24

Manejo Específico del Experimento

Para la elaboración de pan precocido, la yuca fue de la variedad blanca-crema, la cual se la adquirió en el mercado del cantón Cotacachi la misma que proviene de la zona subtropical de Intag y las demás materias primas e insumos se adquirieron en supermercados localizados en nuestro medio.

* Análisis de la materia prima.

Almidón.- Se determinó con la finalidad de establecer el porcentaje de almidón presente en la variedad de yuca a utilizar en el proceso de elaboración del pan precocido.

* Análisis durante el proceso

Acidez.- Se determinó el porcentaje de H₂CO₃ presente en la masa, al inicio y en intervalos de 10 minutos durante el proceso de fermentación.

$$\text{mg H}_2\text{CO}_3/100 \text{ g} = \frac{\text{N} * \text{V}(\text{NaOH}) * 0.0255 * 100}{\text{g muestra}}$$

CO₂.- Se determinó la cantidad de CO₂ que se produce en la masa, a través del método químico volumétrico, al inicio y en intervalos de 10 minutos durante el proceso de fermentación.

$$\text{mg CO}_2/100 \text{ g} = \frac{\text{N} * \text{V}(\text{NaOH}) * 0.044 * 100}{\text{g muestra}}$$

* Análisis tanto para el pan precocido como para el pan final

Humedad.- Se determinó a través del método de Determinación gravimétrica de sustancia seca.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

Fibra.- Se determinó con la finalidad de establecer la fracción fibrosa del alimento.



$$\% \text{ Fibra} = \frac{P_1 - P_2}{P_3} \times 100$$

Azúcares reductores libres.- Su determinación se realizó desde el punto de vista nutricional energético.

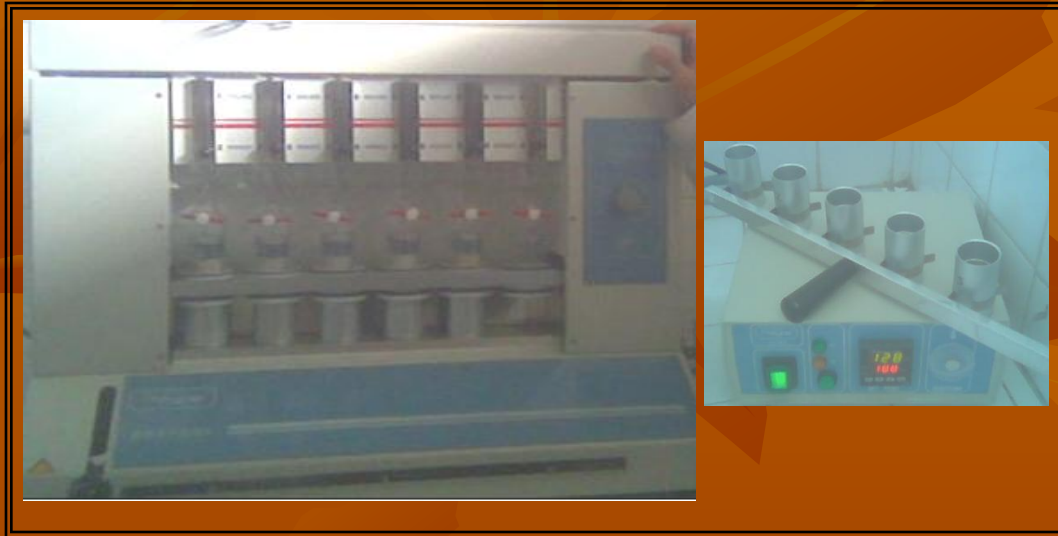
$$\% \text{ A.R.} = \frac{V1 \times f}{V2 \times P} \times 100$$

Proteína.- Su determinación se la realizó desde el punto de vista nutricional, ya que las proteínas son importantes por el aporte de nitrógeno que pueda ser aprovechado por el organismo.

$$\%N = V \text{ ml (H}_2\text{SO}_4) * N * 0,014 * / \text{ g muestra}$$

$$\%P = \%N * 6,25$$

Grasa.- De igual manera se realizó desde el punto de vista nutricional, a través de la extracción con éter de petróleo mediante el equipo Soxhlet.

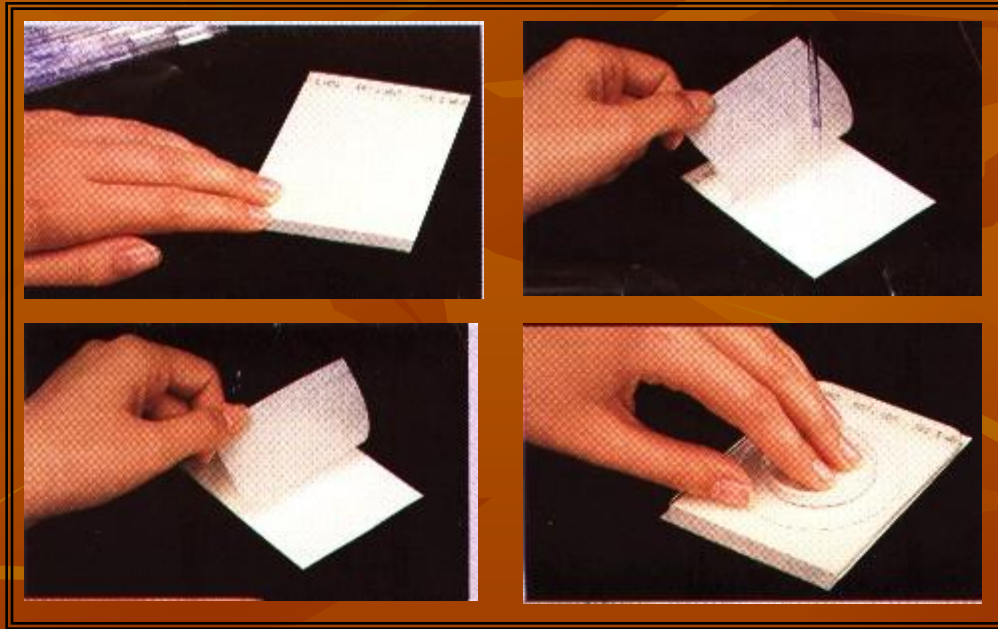


$$\% \text{ Materia Soluble} = \frac{W3 - W2}{W1} * 100$$

Cenizas.- El porcentaje de cenizas nos indica aproximadamente el contenido de compuestos minerales, sales y otros elementos; ya que existen alimentos importantes por sus niveles de minerales como Ca, Fe, Mg, así como también de sales.

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{W1}{W2} \times 100$$

Análisis microbiológicos.- Se realizó a través del sistema petrifilm. Las placas son un medio listo para usar, contienen nutrientes suplementados con antibióticos, un agente gelificante soluble en agua fría, y un indicador para realzar la visualización del cultivo en la placa.



Peso.- Esta variable se la determinó tanto al pan precocido como al pan final; con la finalidad de determinar la diferencia de pesos entre los tratamientos en cada uno de dichos productos.

Volumen.- De igual manera se la determinó al pan precocido y al pan final; para observar si existe un aumento de volumen entre los tratamientos en cada producto. Se lo obtuvo a través del método de “Desplazamiento de semillas”.

Peso específico.- Se lo determinó a través de las siguientes fórmulas:

$$\text{Densidad pan} = \frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}} \quad \text{Peso específico} = \frac{\text{d pan}}{\text{d agua}}$$

Análisis organolépticos.- Se realizó mediante la prueba de Friedman con la intervención de un panel de degustación que calificó todos los tratamientos.

$$X^2 = \frac{12}{b \cdot t (t - 1)} \sum R^2 - 3b (t - 1)$$

Elaboración de pan precocido a partir de yuca

* El proceso de elaboración de pan precocido de yuca, se realizó de acuerdo al diagrama que se describe posteriormente. Los factores a evaluarse fueron: porcentajes de masa yuca, temperatura de precocción y tiempo de precocción; teniendo un total de 12 tratamientos con tres repeticiones. Con el fin de realizar los respectivos análisis, cada unidad experimental fue de diez (10) unidades de masa de 60 g c/u.

A continuación se describen tres fórmulas, las cuales se utilizaron en cada unidad experimental respectivamente, para obtener los 600 g de masa:

FÓRMULA N° 1

M/P – Insumos	Cantidad	Porcentaje
Masa Yuca	222,96 g	70%
Harina de trigo	95,58 g	30%
Levadura	4,68 g	1,47%
Huevos	46,74 g	14,67%
Queso rallado	58,38 g	18,33%
Mantequilla	53,1 g	16,67%
Leche	58,38 g	18,33%
Sal	1,2 g	0,37%
Azúcar	0,6 g	0,18%
Agua	58,38 g	18,33%

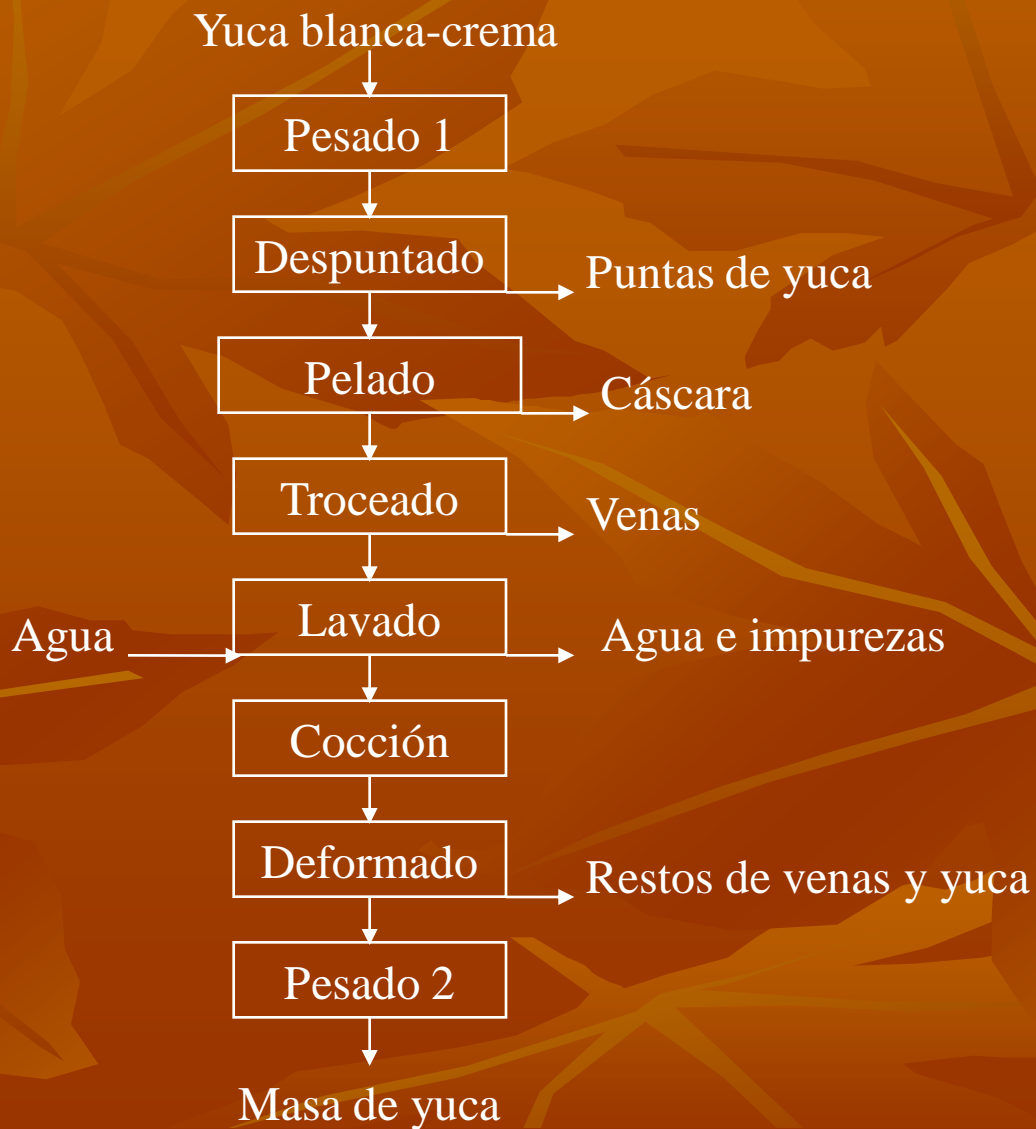
FÓRMULA N° 2

M/P – Insumos	Cantidad	Porcentaje
Masa Yuca	191,16 g	60%
Harina de trigo	127,44 g	40%
Levadura	4,68 g	1,47%
Huevos	46,74 g	14,67%
Queso rallado	58,38 g	18,33%
Mantequilla	53,1 g	16,67%
Leche	58,38 g	18,33%
Sal	1,2 g	0,37%
Azúcar	0,6 g	0,18%
Agua	58,38 g	18,33%

FÓRMULA N° 3

M/P – Insumos	Cantidad	Porcentaje
Masa Yuca	159,3 g	50%
Harina de trigo	159,3 g	50%
Levadura	4,68 g	1,47%
Huevos	46,74 g	14,67%
Queso rallado	58,38 g	18,33%
Mantequilla	53,1 g	16,67%
Leche	58,38 g	18,33%
Sal	1,2 g	0,37%
Azúcar	0,6 g	0,18%
Agua	58,38 g	18,33%

DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA OBTENCIÓN DE LA MASA DE YUCA



Descripción del proceso

+ Pesado 1



+ Despuntado



✦ Pelado



✦ Troceado



✦ Lavado



✦ Cocción



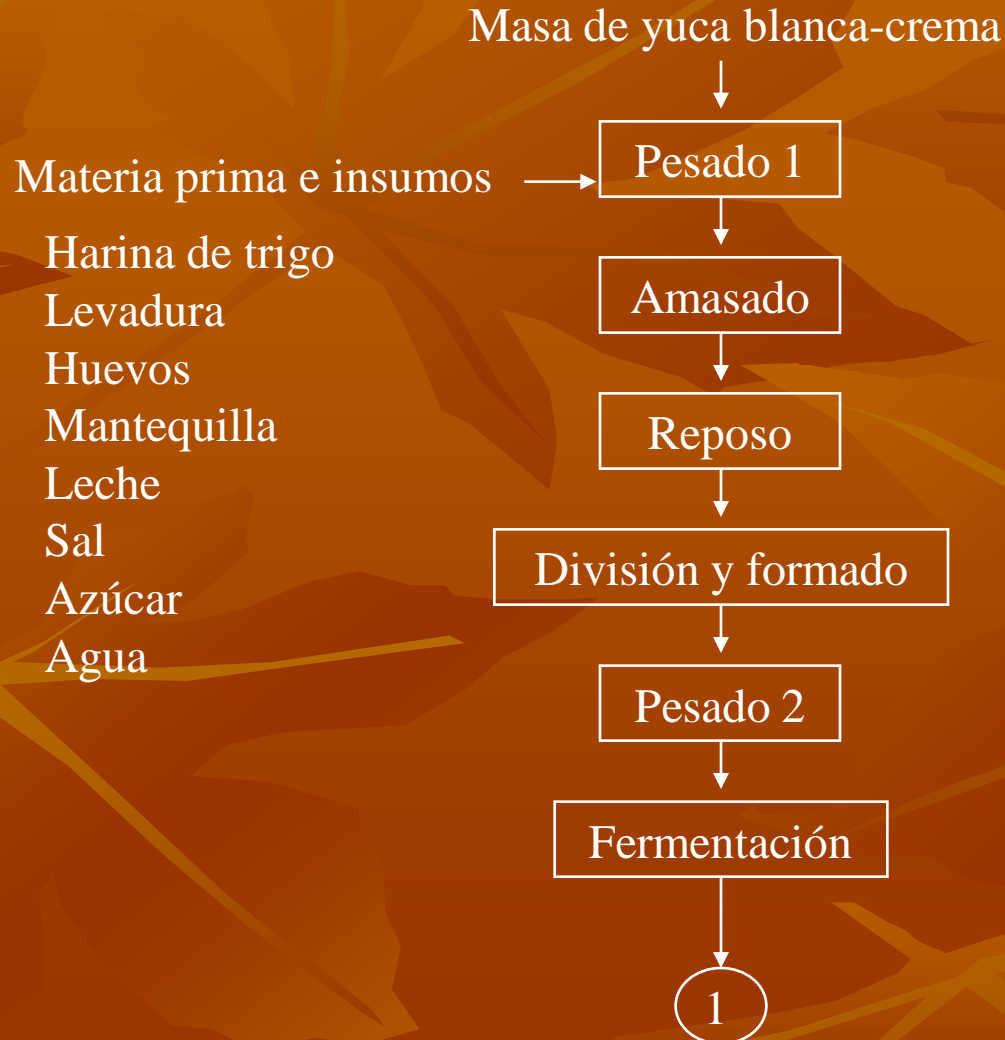
✦ Deformado



✦ Pesado 2



DIAGRAMA DE BLOQUES PARA ELABORACIÓN DE PAN PRECOCIDO DE YUCA



1

Precocción

Enfriado

Empaque

Congelación

Descongelación

Cocción final

Pan de yuca

Proceso tecnológico

✦ Pesado 1



✦ Amasado



✦ Reposo



✦ División, formado y pesado 2



✦ Fermentación



✦ Precocci3n



✦ Enfriado



✦ Empaque



✦ Congelación



✦ Descongelación



✦ Cocción final



RESULTADOS Y DISCUSIONES

✦ DETERMINACIÓN DE ACIDEZ

Análisis de varianza para la cantidad de mg H₂CO₃/100 g al inicio del proceso de fermentación

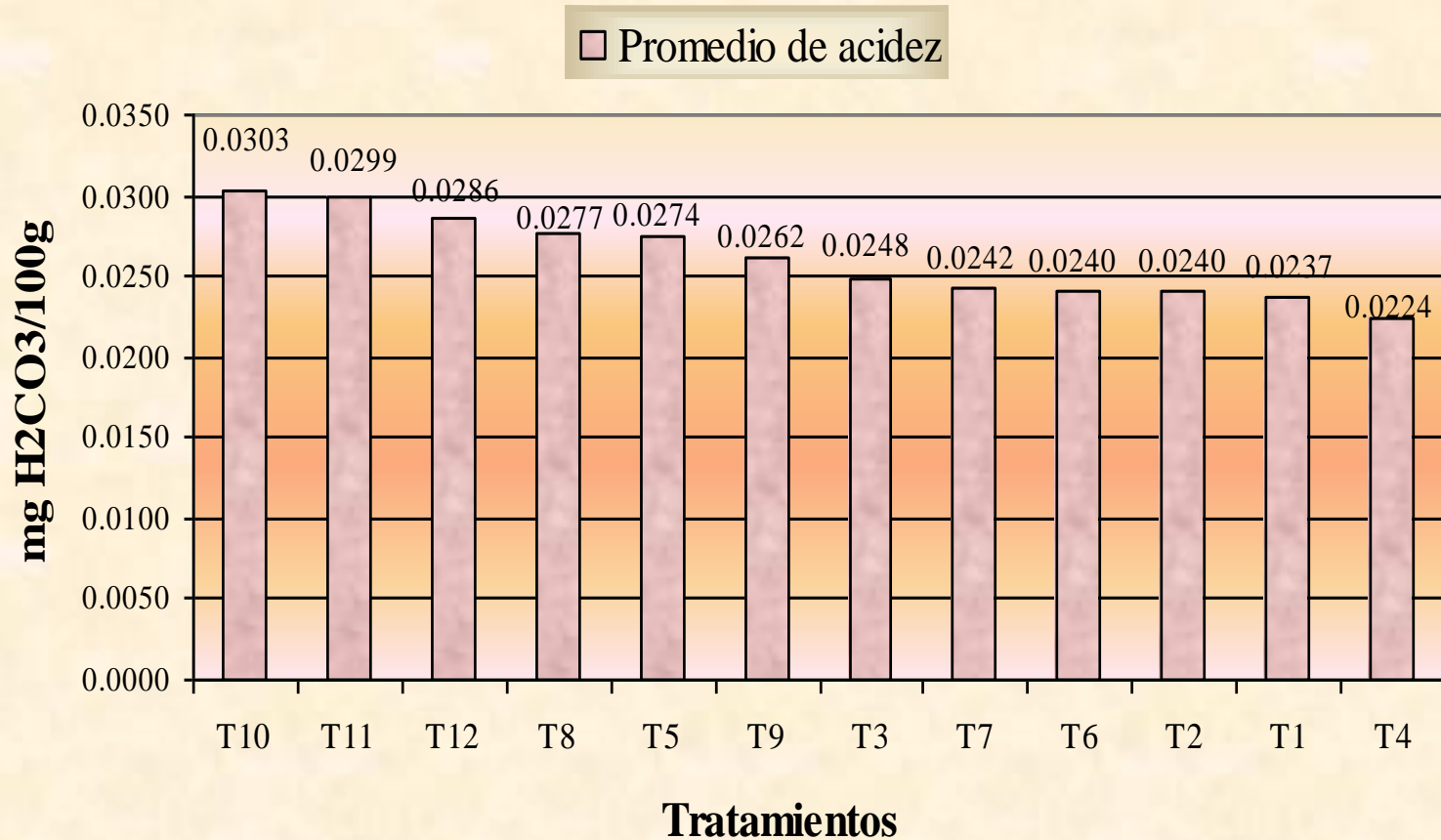
F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	35	0,000300				
Tratamientos	11	0,000229	0,000021	7,107837**	3,10	2,22
Error Exp.	24	0,000070	0,000003			

CV= 6,56

Prueba de Tukey para tratamientos

Tratamientos	Medias	Rangos
T10	0,0303	a
T11	0,0299	a
T12	0,0286	a
T8	0,0277	a
T5	0,0274	a
T9	0,0262	a
T3	0,0248	b
T7	0,0242	c
T6	0,0240	d
T2	0,0240	e
T1	0,0237	f
T4	0,0224	g

Gráfica para la cantidad de mg H₂CO₃/100 g al inicio del proceso de fermentación



Análisis de varianza para la cantidad de mg H₂CO₃/100 g a los 10 minutos del proceso de fermentación

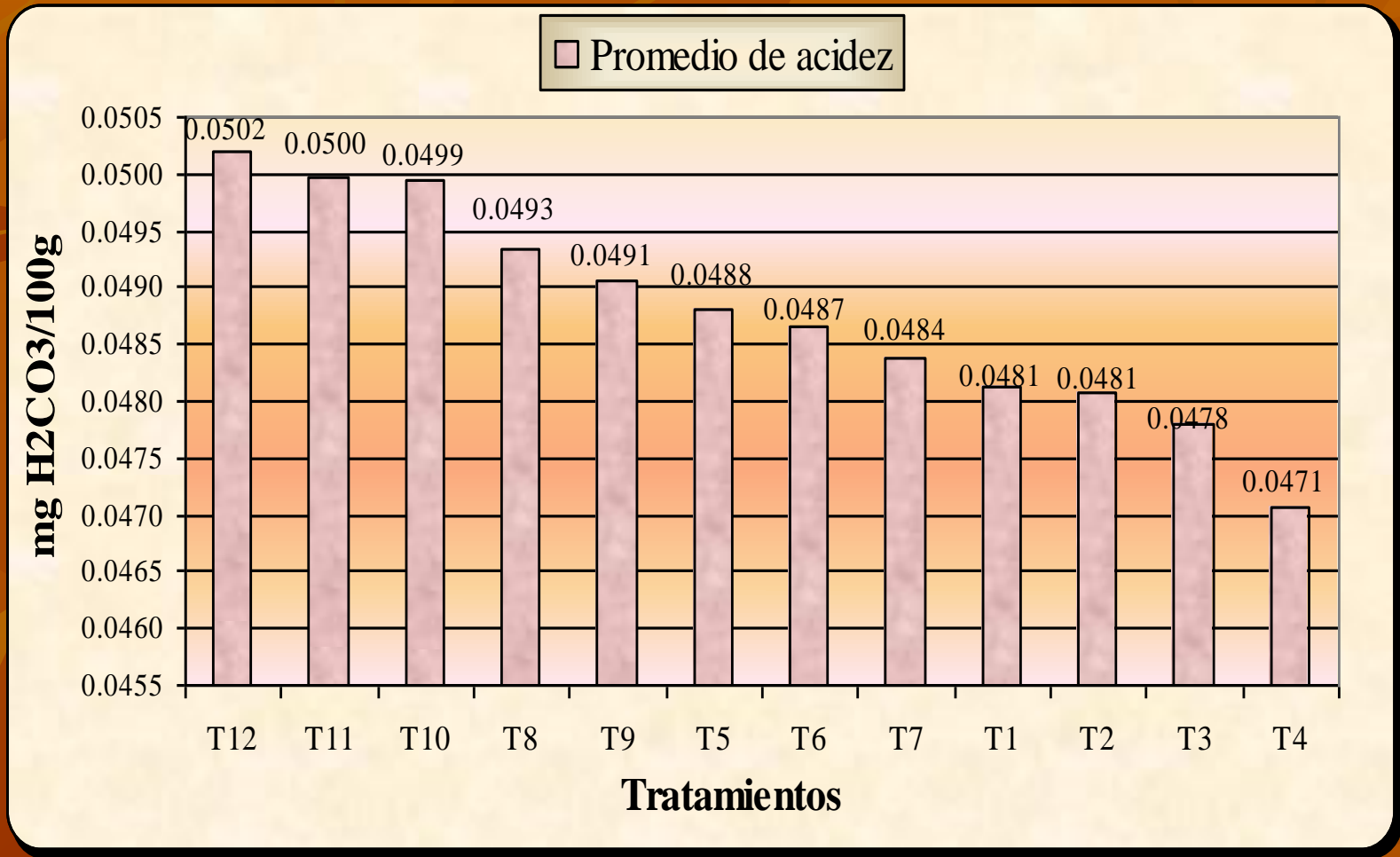
F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	35	0,0000424				
Tratamientos	11	0,0000305	0,0000028	5,5456063 **	3,10	2,22
Error Exp.	24	0,0000120	0,0000005			

CV= 1,45

Prueba de Tukey para tratamientos

Tratamientos	Medias	Rangos
T12	0,0502	a
T11	0,0500	a
T10	0,0499	a
T8	0,0493	a
T9	0,0491	a
T5	0,0488	a
T6	0,0487	a
T7	0,0484	a
T1	0,0481	b
T2	0,0481	c
T3	0,0478	d
T4	0,0471	e

Gráfica para la cantidad de mg H₂CO₃/100 g a los 10 minutos del proceso de fermentación



Análisis de varianza para la cantidad de mg H₂CO₃/100 g a los 20 minutos del proceso de fermentación

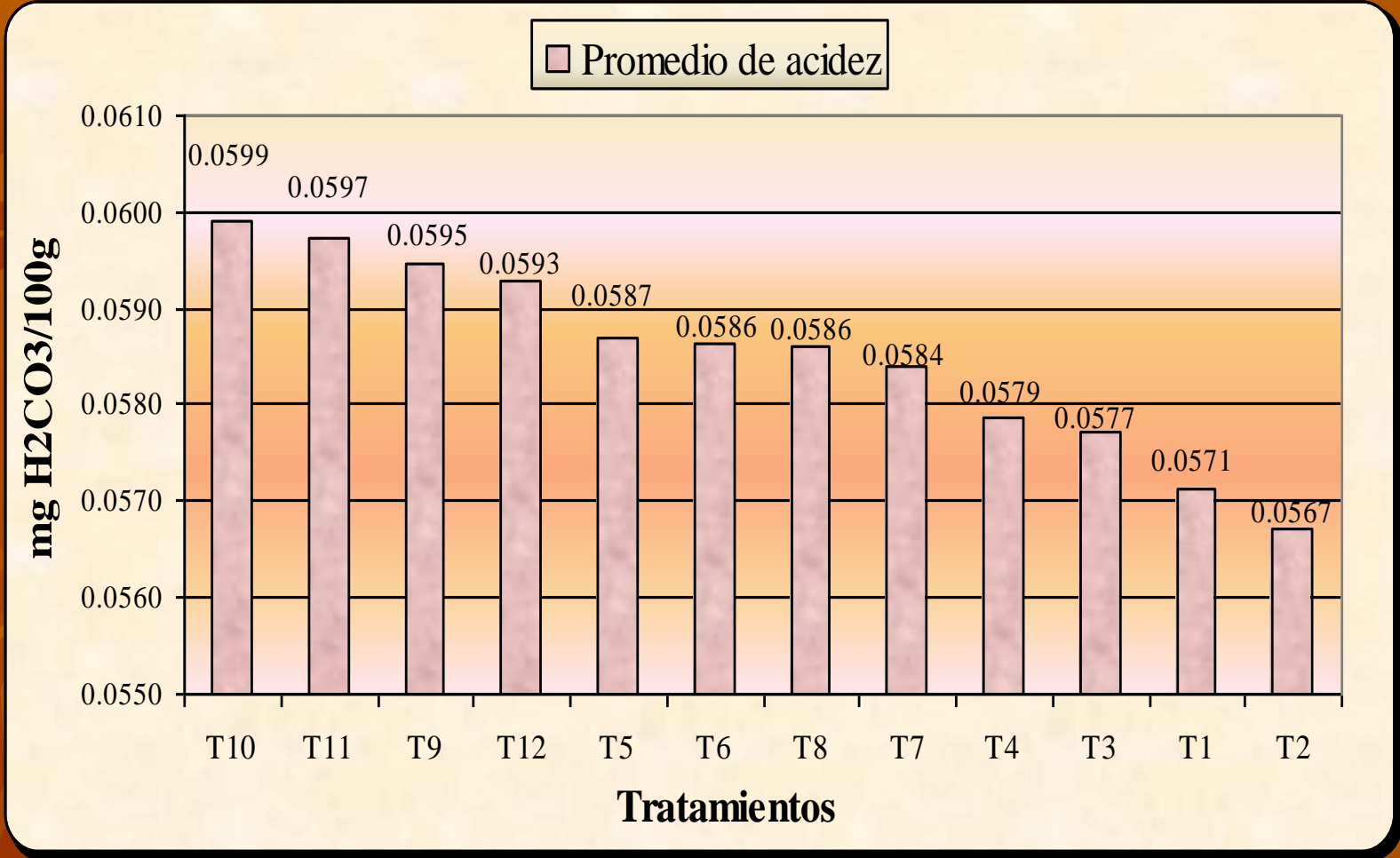
F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	35	0,000057				
Tratamientos	11	0,000034	0,000003	2,915767*	3,10	2,22
Error Exp.	24	0,000024	0,000001			

$$CV= 1,6976$$

Prueba de Tukey para tratamientos

Tratamientos	Medias	Rangos
T10	0,0599	a
T11	0,0597	a
T9	0,0595	a
T12	0,0593	a
T5	0,0587	a
T6	0,0586	a
T8	0,0586	a
T7	0,0584	a
T4	0,0579	a
T3	0,0577	a
T1	0,0571	a
T2	0,0567	b

Gráfica para la cantidad de mg H₂CO₃/100 g a los 20 minutos del proceso de fermentación



Análisis de varianza para la cantidad de mg H₂CO₃/100 g a los 30 minutos del proceso de fermentación

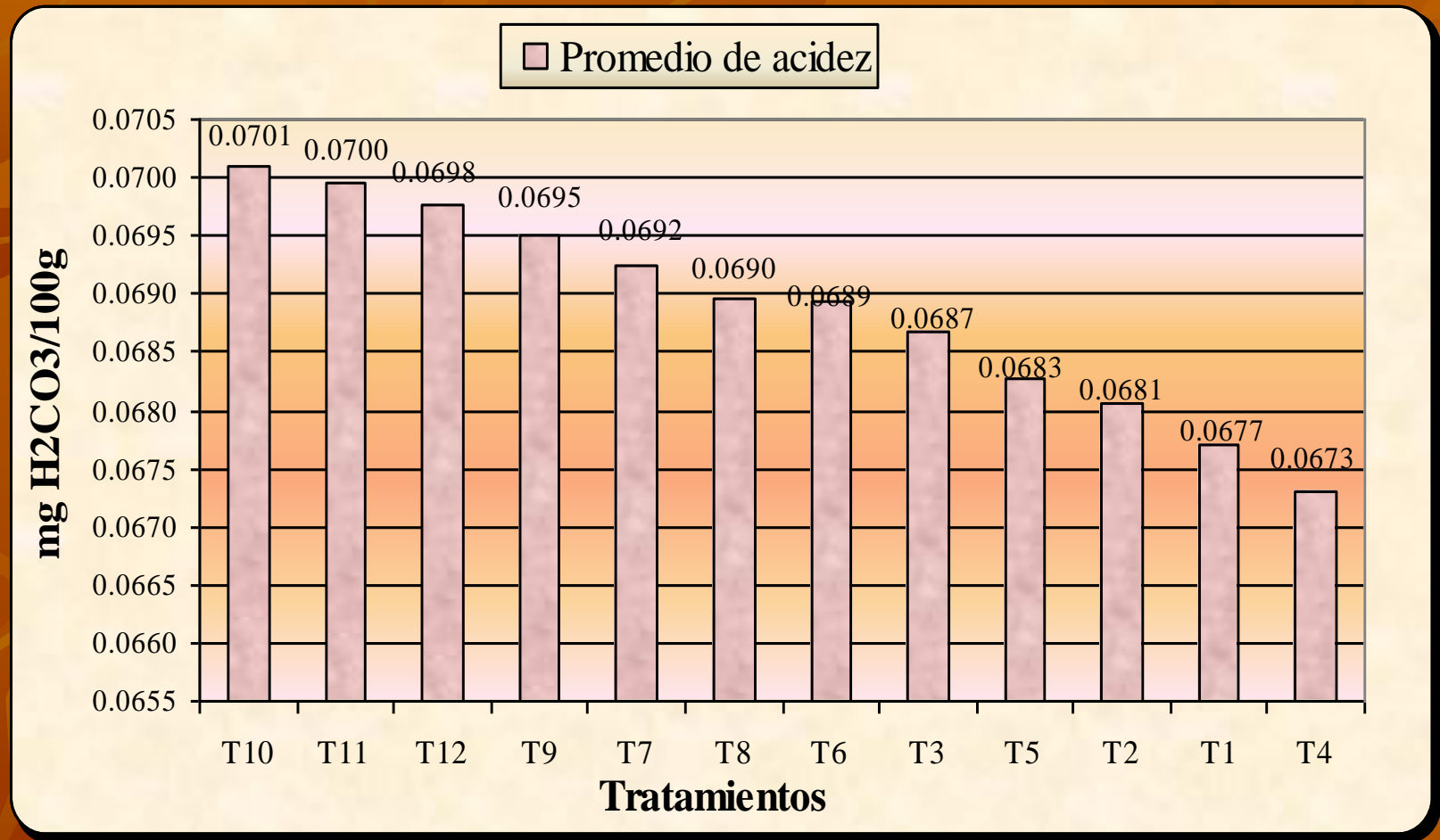
F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	35	0,00004681				
Tratamientos	11	0,00002684	0,00000244	2,93178784 *	3,1	2,22
Error Exp.	24	0,00001997	0,00000083			

CV= 1,32

Prueba de Tukey para tratamientos

Tratamientos	Medias	Rangos
T10	0,0701	a
T11	0,0700	a
T12	0,0698	a
T9	0,0695	a
T7	0,0692	a
T8	0,0690	a
T6	0,0689	a
T3	0,0687	a
T5	0,0683	a
T2	0,0681	a
T1	0,0677	a
T4	0,0673	b

Gráfica para la cantidad de mg H₂CO₃/100 g a los 30 minutos del proceso de fermentación



Análisis de varianza para la cantidad de mg H₂CO₃/100 g a los 45 minutos del proceso de fermentación

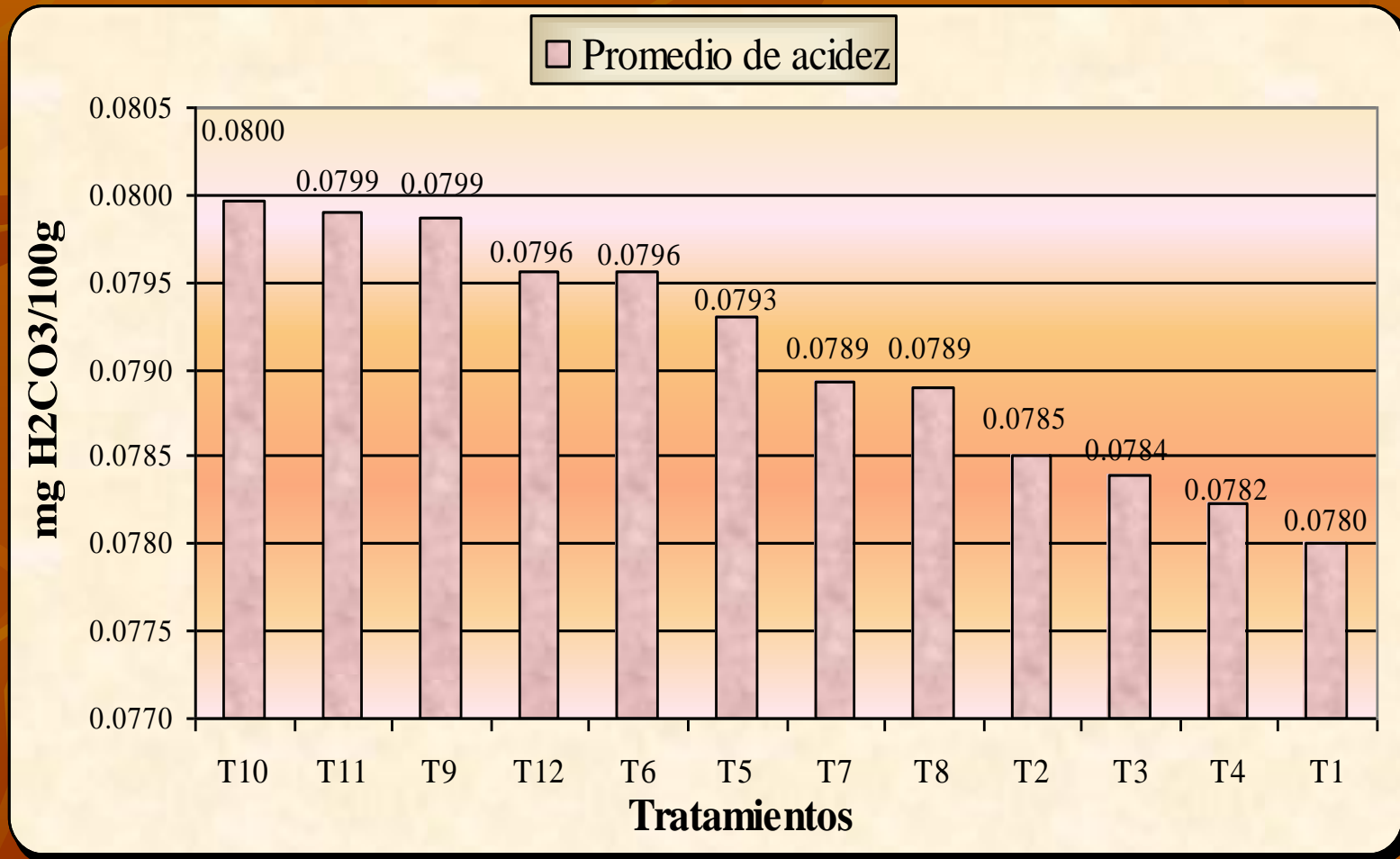
F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	35	0,000030				
Tratamientos	11	0,000016	0,000001	2,533140 *	3,10	2,22
Error Exp.	24	0,000014	0,000001			

CV= 0,96

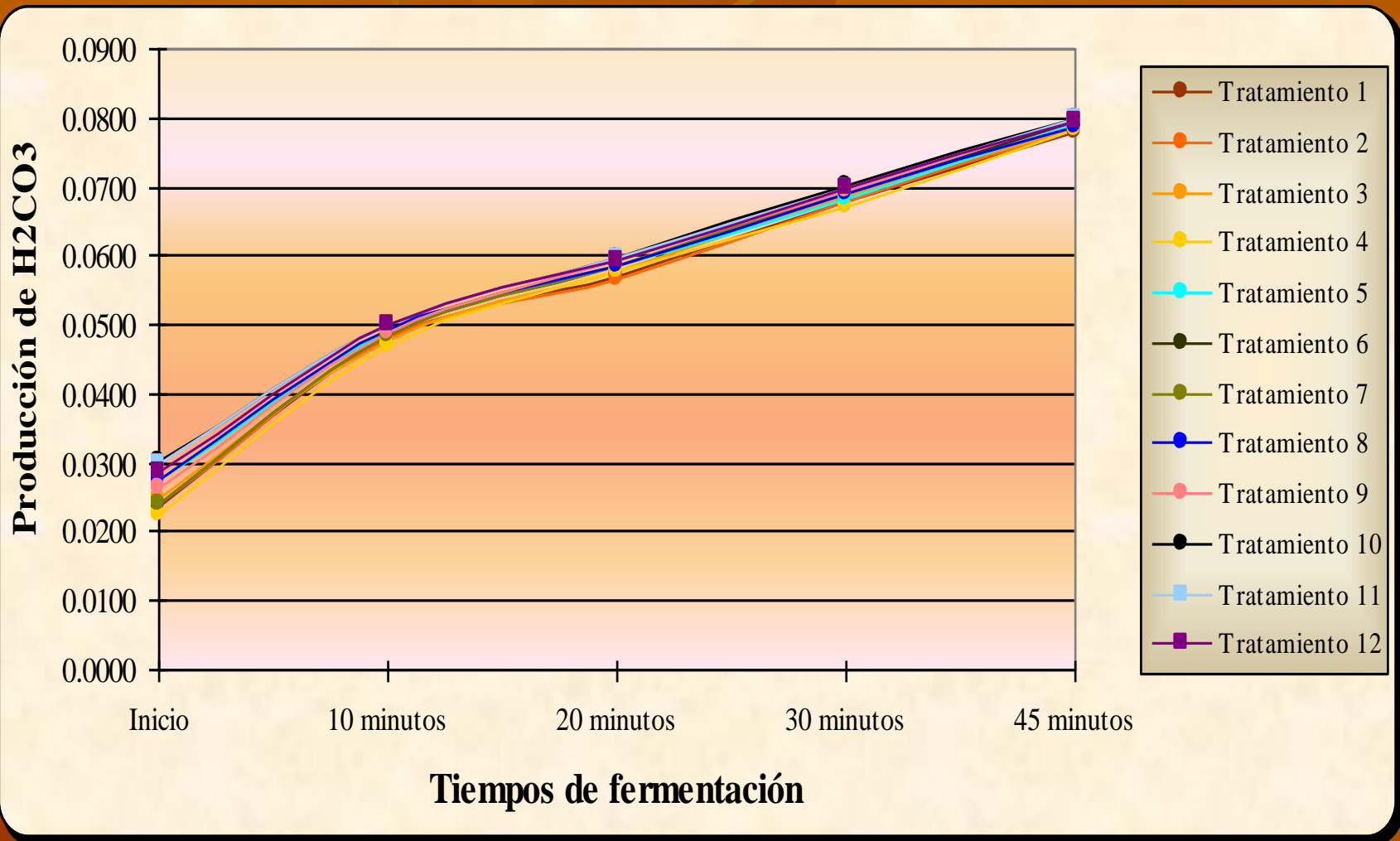
Prueba de Tukey para tratamientos

Tratamientos	Medias	Rangos
T10	0,0800	a
T11	0,0799	a
T9	0,0799	a
T12	0,0796	a
T6	0,0796	a
T5	0,0793	a
T7	0,0789	a
T8	0,0789	a
T2	0,0785	a
T3	0,0784	a
T4	0,0782	a
T1	0,0780	b

Gráfica para la cantidad de mg H₂CO₃/100 g a los 45 minutos del proceso de fermentación



Curva de producción de H₂CO₃ en el proceso de fermentación



✦ DETERMINACIÓN DE CO₂

Análisis de varianza para la cantidad de mg CO₂/100 g al inicio del proceso de fermentación

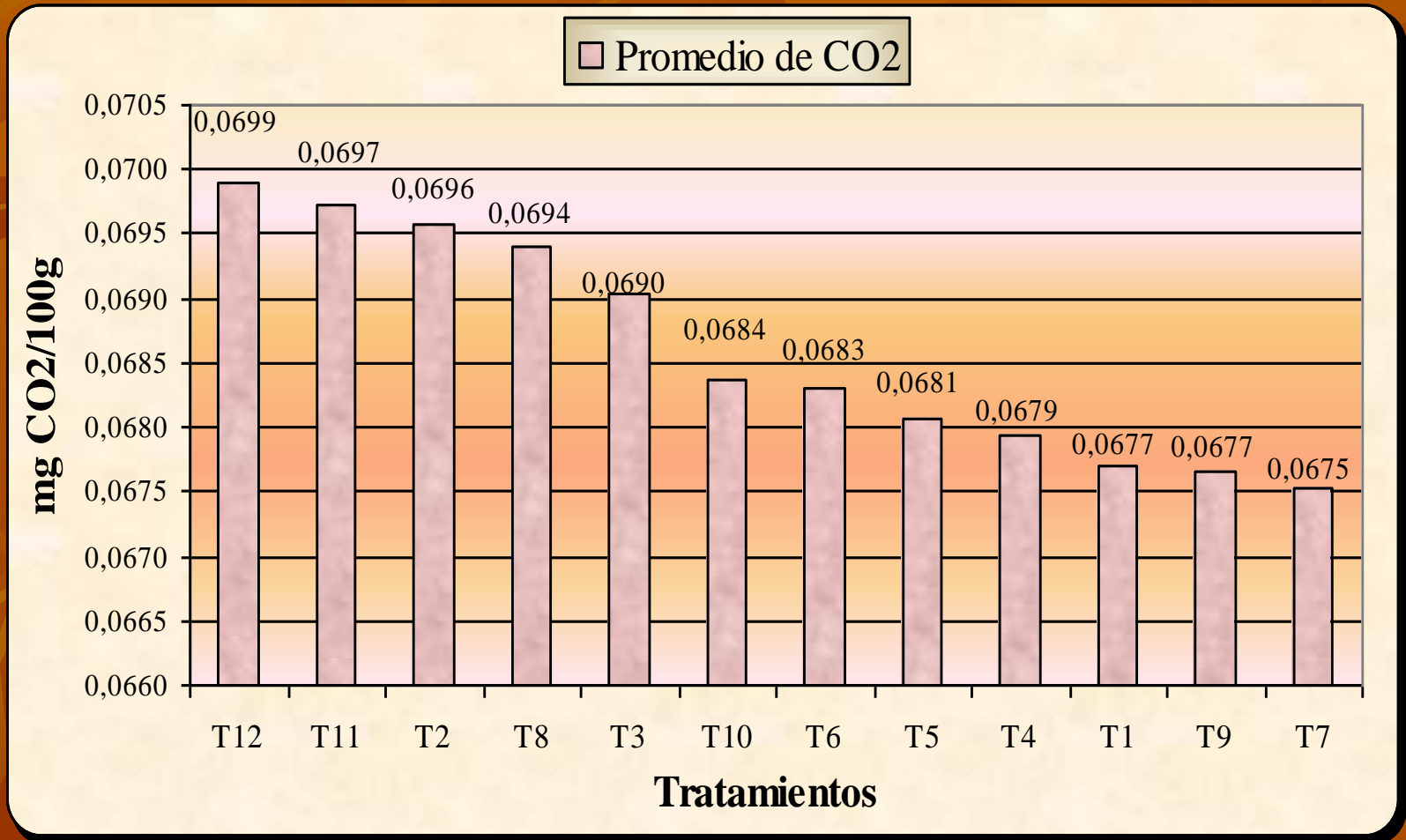
F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	35	0,0000384				
Tratamientos	11	0,0000253	0,0000023	4,2072376 **	3,1	2,22
Error Exp.	24	0,0000131	0,0000005			

CV= 1,08

Prueba de Tukey para tratamientos

Tratamientos	Medias	Rangos
T12	0,0699	a
T11	0,0697	a
T2	0,0696	a
T8	0,0694	a
T3	0,0690	a
T10	0,0684	a
T6	0,0683	a
T5	0,0681	a
T4	0,0679	a
T1	0,0677	b
T9	0,0677	c
T7	0,0675	d

Gráfica para la cantidad de mg CO₂/100 g al inicio del proceso de fermentación



Análisis de varianza para la cantidad de mg CO₂/100 g a los 10 minutos del proceso de fermentación

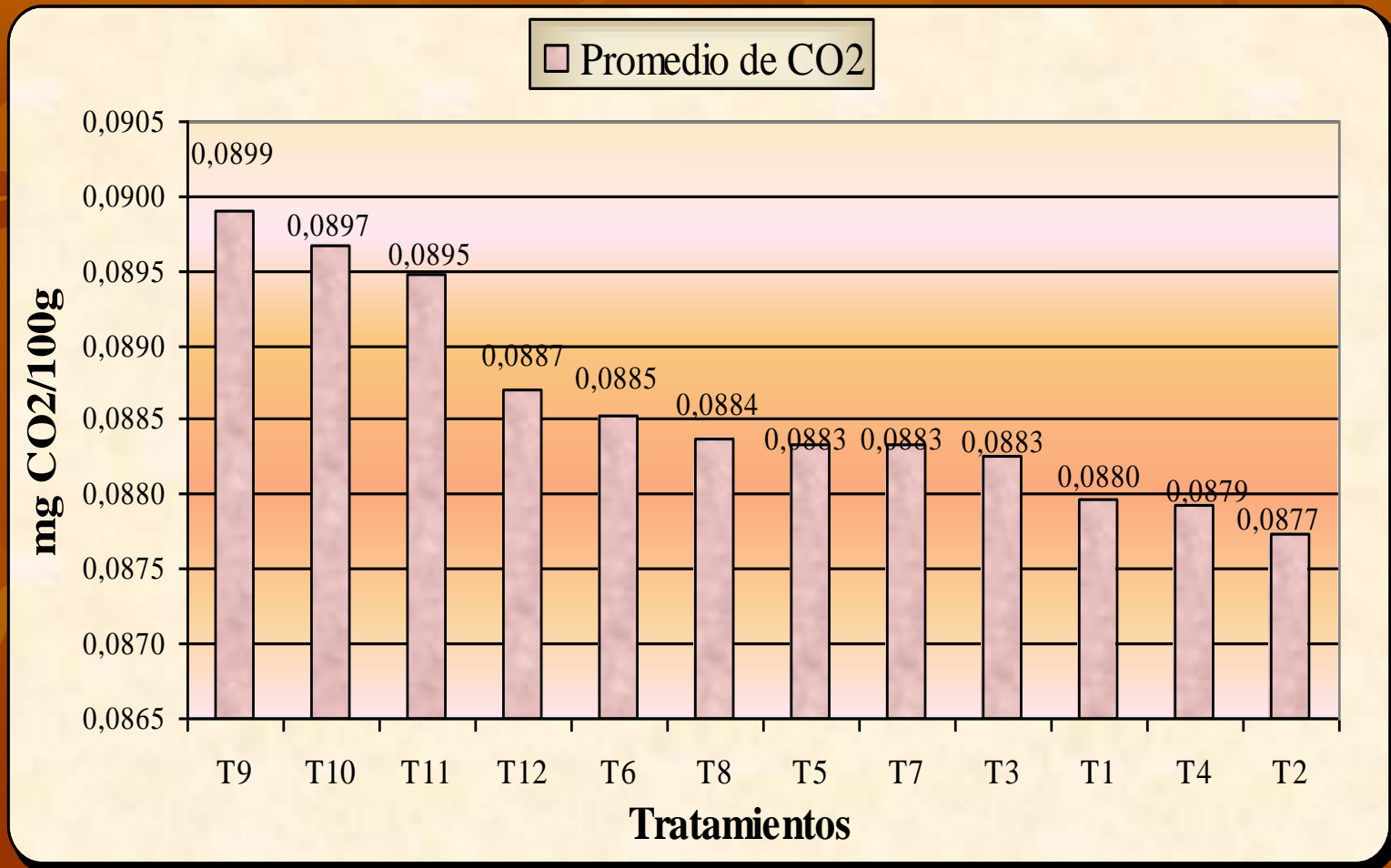
F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	35	0,000026				
Tratamientos	11	0,000016	0,00000150	3,934270 **	3,1	2,22
Error Exp.	24	0,000009	0,00000038			

CV= 0,70

Prueba de Tukey para tratamientos

Tratamientos	Medias	Rangos
T9	0,0899	a
T10	0,0897	a
T11	0,0895	a
T12	0,0887	a
T6	0,0885	a
T8	0,0884	a
T5	0,0883	a
T7	0,0883	a
T3	0,0883	a
T1	0,0880	b
T4	0,0879	c
T2	0,0877	d

Gráfica para la cantidad de mg CO₂/100 g a los 10 minutos del proceso de fermentación



Análisis de varianza para la cantidad de mg CO₂/100 g a los 20 minutos del proceso de fermentación

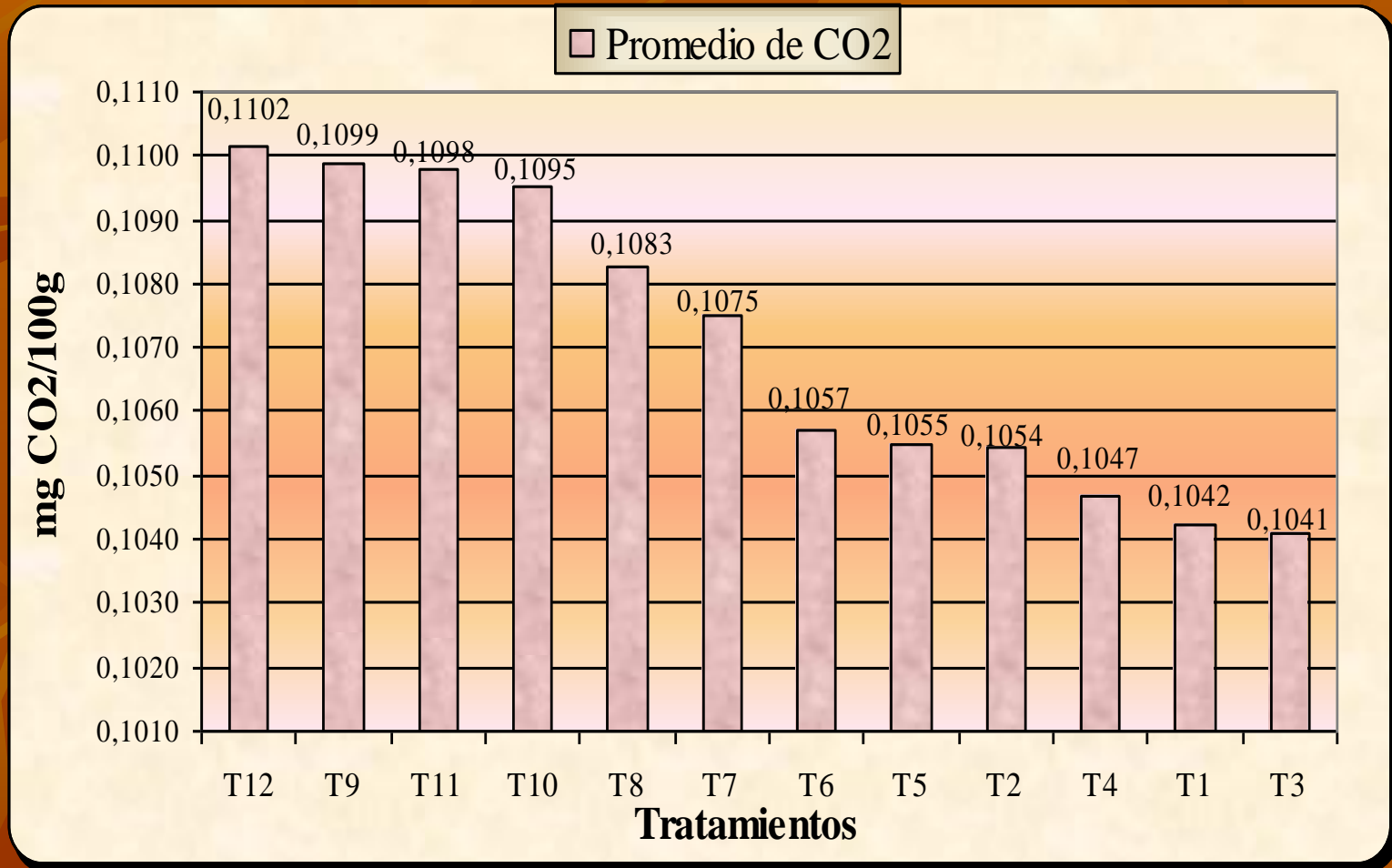
F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	35	0,00034				
Tratamientos	11	0,00019	0,00002	2,67406 *	3,1	2,22
Error Exp.	24	0,00015	0,00001			

CV= 2,36

Prueba de Tukey para tratamientos

Tratamientos	Medias	Rangos
T12	0,1102	a
T9	0,1099	a
T11	0,1098	a
T10	0,1095	a
T8	0,1083	a
T7	0,1075	a
T6	0,1057	a
T5	0,1055	a
T2	0,1054	a
T4	0,1047	a
T1	0,1042	a
T3	0,1041	b

Gráfica para la cantidad de mg CO₂/100 g a los 20 minutos del proceso de fermentación



Análisis de varianza para la cantidad de mg CO₂/100 g a los 30 minutos del proceso de fermentación

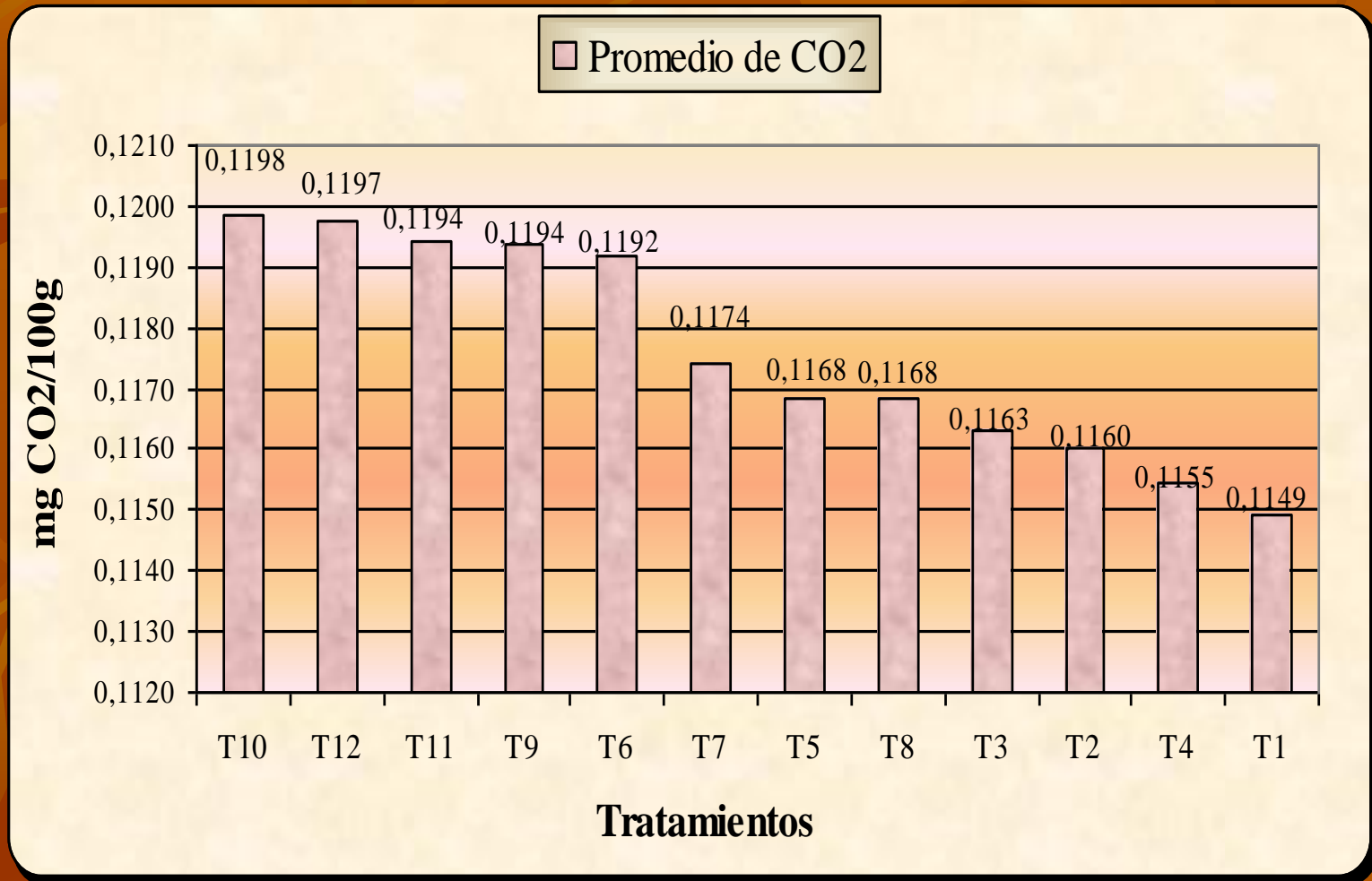
F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	35	0,000200				
Tratamientos	11	0,000107	0,000010	2,481251*	3,1	2,22
Error Exp.	24	0,000094	0,000004			

CV= 1,68

Prueba de Tukey para tratamientos

Tratamientos	Medias	Rangos
T10	0,1198	a
T12	0,1197	a
T11	0,1194	a
T9	0,1194	a
T6	0,1192	a
T7	0,1174	a
T5	0,1168	a
T8	0,1168	a
T3	0,1163	a
T2	0,1160	a
T4	0,1155	a
T1	0,1149	b

Gráfica para la cantidad de mg CO₂/100 g a los 30 minutos del proceso de fermentación



Análisis de varianza para la cantidad de mg CO₂/100 g a los 45 minutos del proceso de fermentación

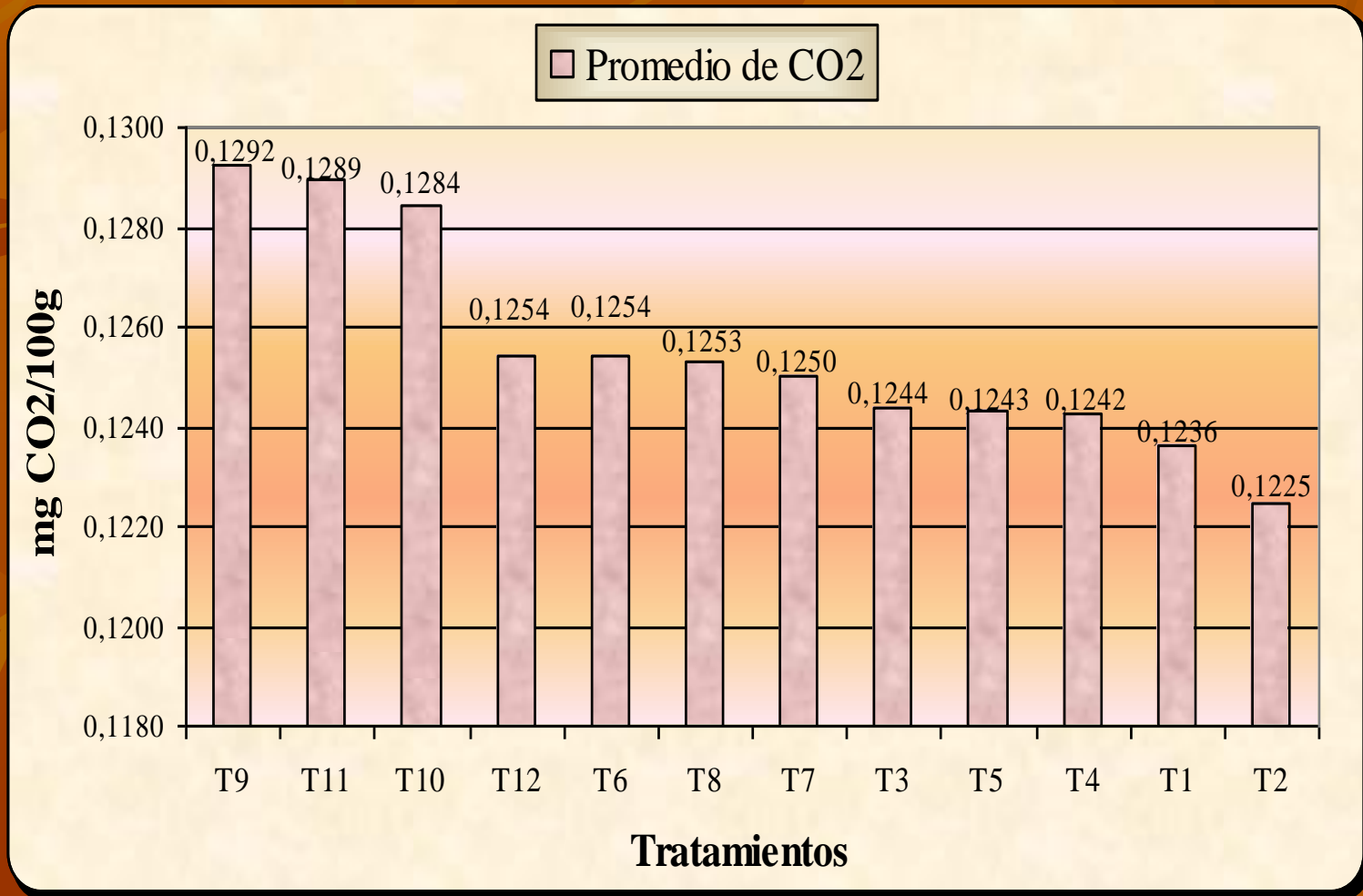
F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	35	0,0003031				
Tratamientos	11	0,0001542	0,0000140	2,2588728 *	3,1	2,22
Error Exp.	24	0,0001489	0,0000062			

CV= 1,98

Prueba de Tukey para tratamientos

Tratamientos	Medias	Rangos
T9	0,1292	a
T11	0,1289	a
T10	0,1284	a
T12	0,1254	a
T6	0,1254	a
T8	0,1253	a
T7	0,1250	a
T3	0,1244	a
T5	0,1243	a
T4	0,1242	a
T1	0,1236	a
T2	0,1225	b

Gráfica para la cantidad de mg CO₂/100 g a los 45 minutos del proceso de fermentación



✦ DETERMINACIÓN DEL PESO EN EL PAN PRECOCIDO

Análisis de varianza

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	35	1,530				
Tratamientos	11	0,883	0,080	2,979 *	3,10	2,22
Factor A (% masa de yuca)	2	0,602	0,301	11,175 **	5,61	3,40
Factor B (temperatura de precocción)	1	0,034	0,034	1,247 ^{NS}	7,82	4,26
Factor C (tiempo de precocción)	1	0,003	0,003	0,093 ^{NS}	7,82	4,26
I (AxB)	2	0,029	0,014	0,536 ^{NS}	5,61	3,40
I (AxC)	2	0,207	0,103	3,835 *	5,61	3,40
I (BxC)	1	0,007	0,007	0,258 ^{NS}	7,82	4,26
I (AxBxC)	2	0,002	0,001	0,041 ^{NS}	5,61	3,40
Error experimental	24	0,647	0,027			

CV= 0,30

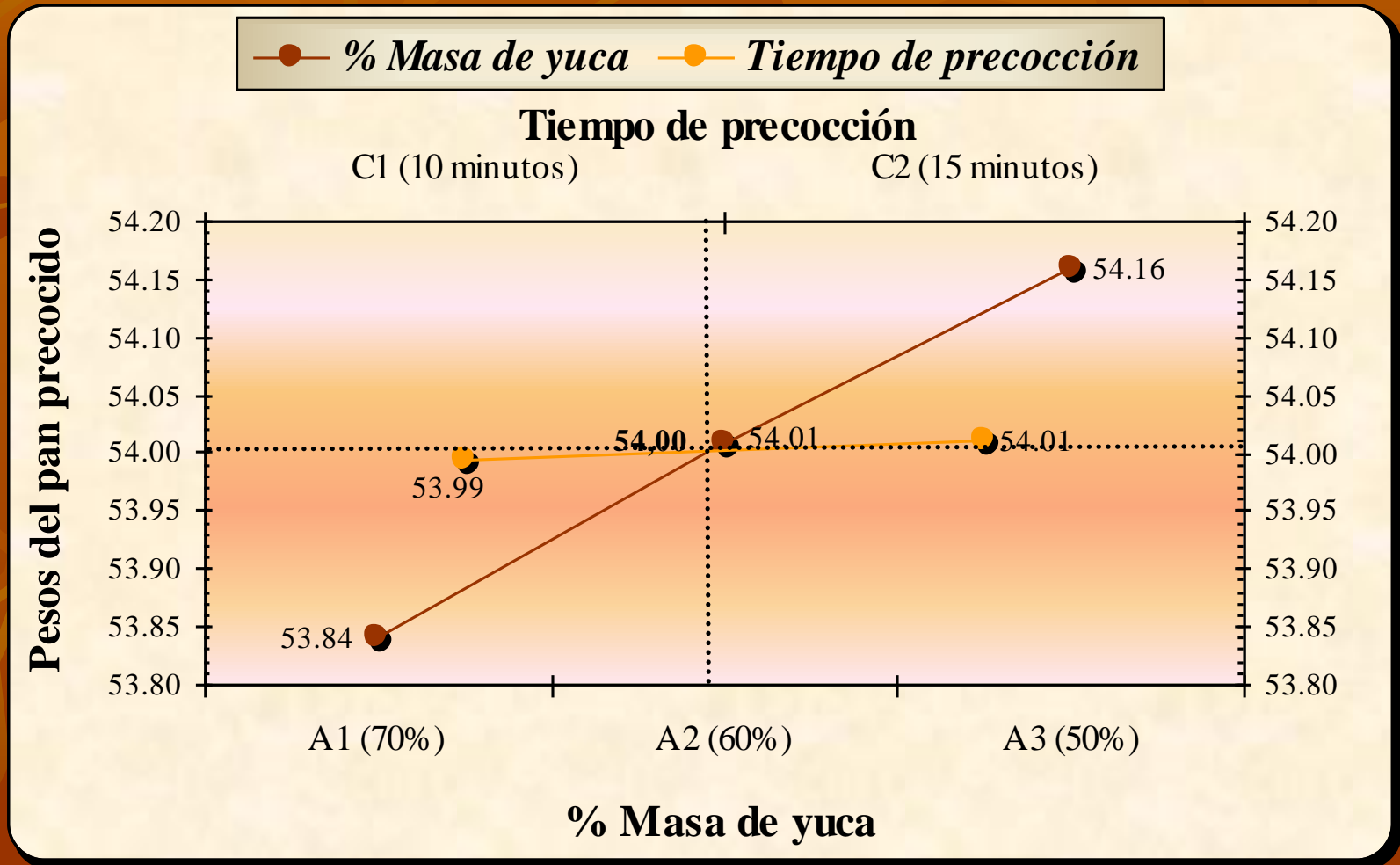
Prueba de Tukey para tratamientos

Tratamientos	Medias	Rangos
T10	54,30	a
T12	54,20	a
T9	54,10	a
T11	54,03	a
T6	54,03	a
T8	54,03	a
T7	54,00	a
T5	53,97	a
T1	53,97	a
T3	53,90	a
T2	53,83	a
T4	53,67	b

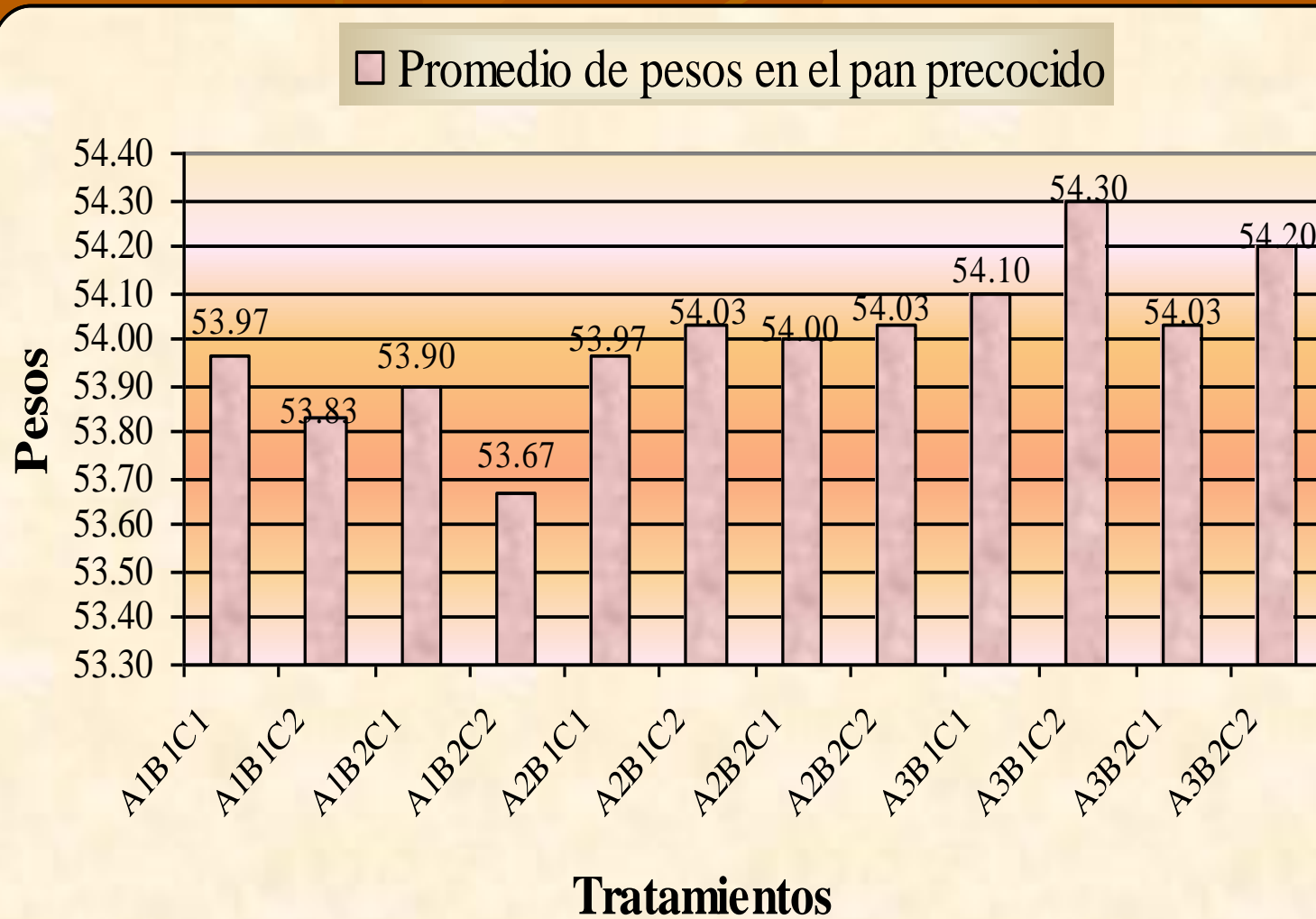
Prueba de DMS para factores

Factores	Medias	Rangos
A3	54,16	a
A2	54,01	b
A1	53,84	c

Gráfica de interacción de los factores: A (% masa de yuca) y C (tiempo de precocción) para la variable peso del pan precocido



Gráfica de promedio de pesos en el pan precocido



✦ DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN EN EL PAN PRECOCIDO

Análisis de varianza

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	35	2969				
Tratamientos	11	2202	200	6,267 **	3,10	2,22
Factor A (% masa de yuca)	2	1429	715	22,370 **	5,61	3,40
Factor B (temperatura de precocción)	1	306	306	9,587 **	7,82	4,26
Factor C (tiempo de precocción)	1	17	17	0,543 ^{NS}	7,82	4,26
I (AxB)	2	79	40	1,239 ^{NS}	5,61	3,40
I (AxC)	2	218	109	3,413 *	5,61	3,40
I (BxC)	1	84	84	2,630 ^{NS}	7,82	4,26
I (AxBxC)	2	68	34	1,065 ^{NS}	5,61	3,40
Error experimental.	24	767	32			

CV= 4,76

Prueba de Tukey para tratamientos

Tratamientos	Medias	Rangos
T11	138	a
T12	123	a
T9	123	a
T10	122	b
T8	120	c
T7	118	d
T6	118	e
T5	117	f
T4	115	g
T3	115	h
T2	110	i
T1	105	j

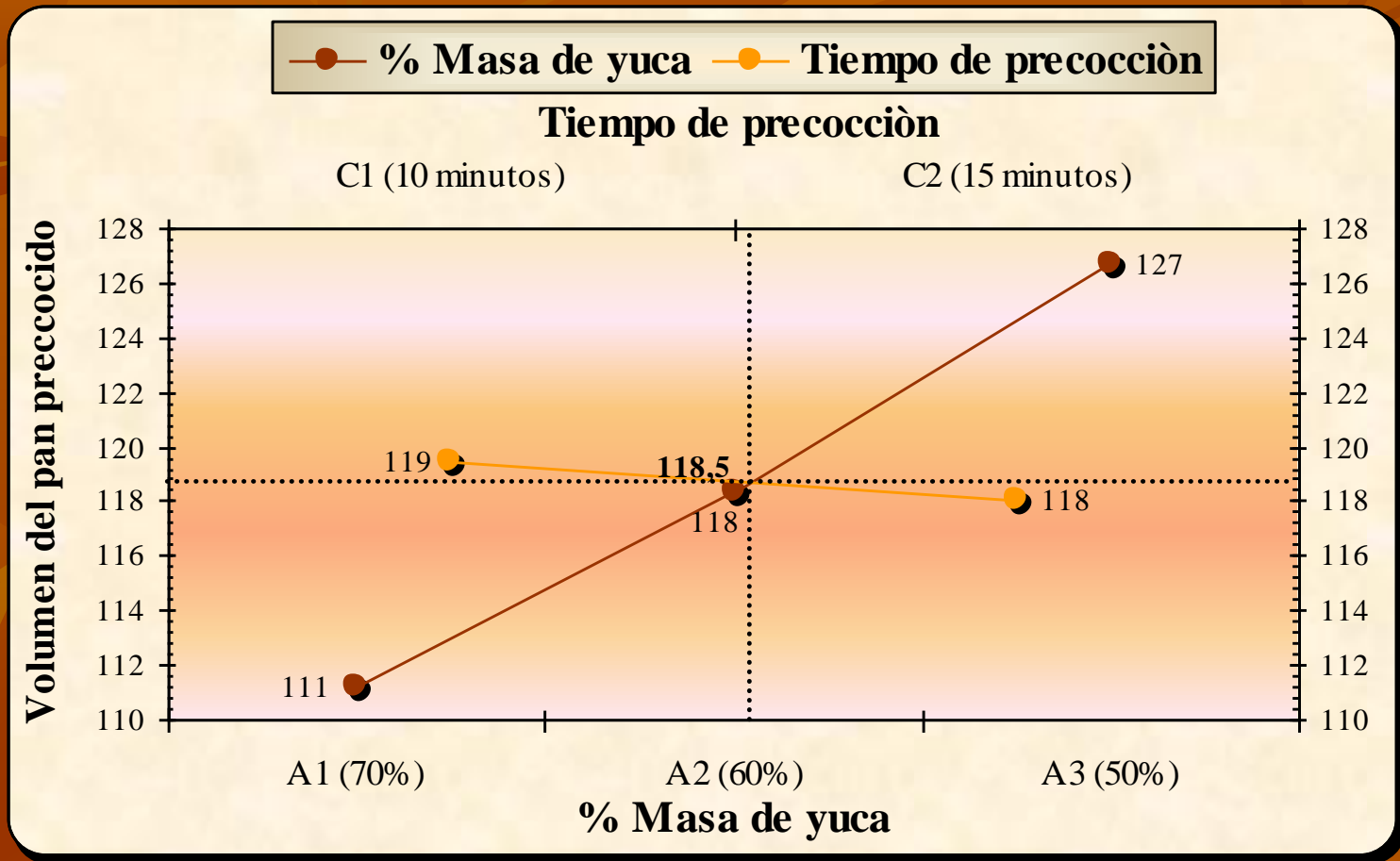
Prueba de DMS para el factor A (% masa de yuca)

Factores	Medias	Rangos
A3	127	a
A2	118	b
A1	111	c

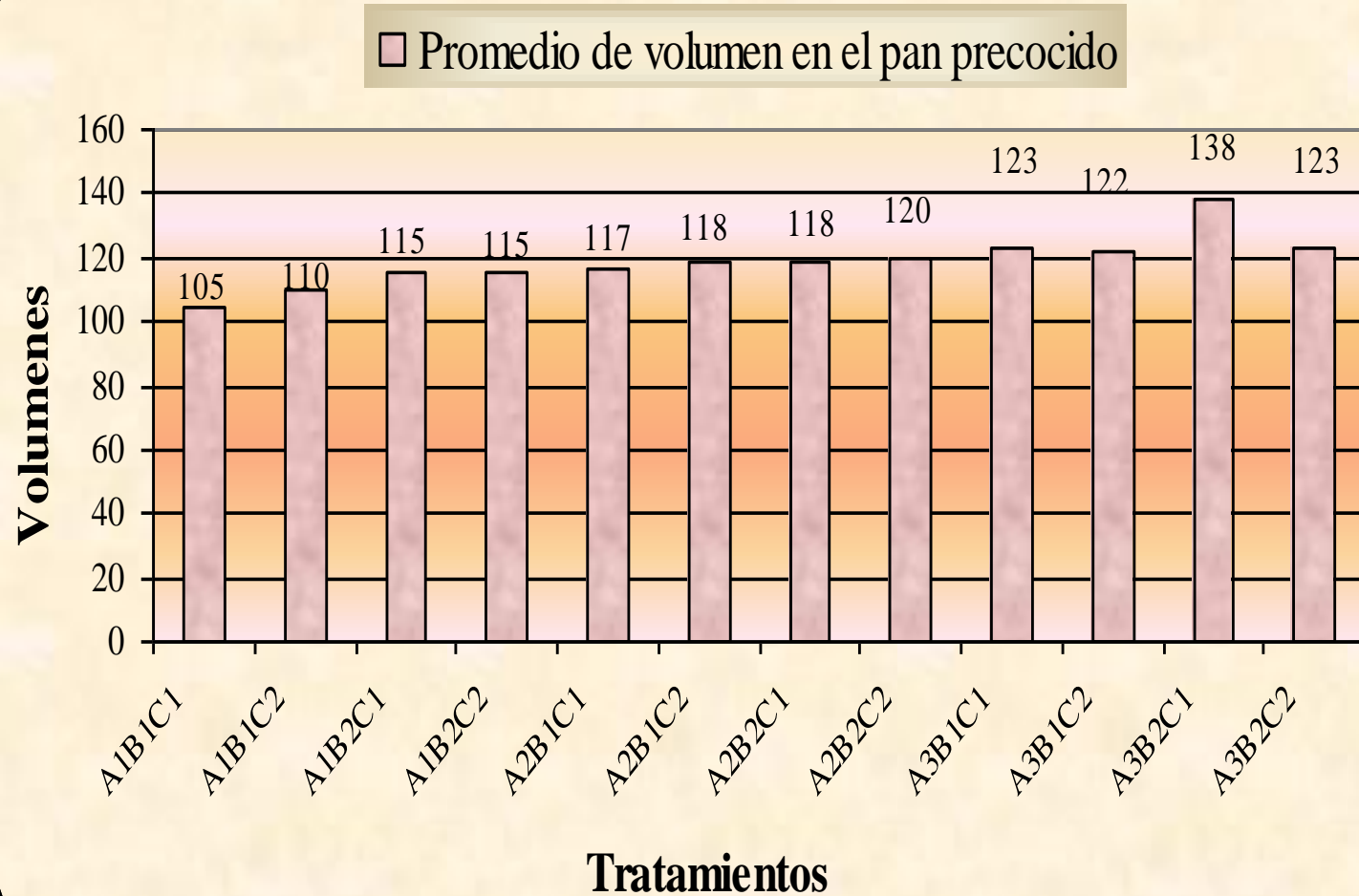
Prueba de DMS para el factor B (temperatura de precocción)

Factores	Medias	Rangos
B2	122	a
B1	116	b

Gráfica de interacción de los factores: A (% masa de yuca) y C (tiempo de precocción) para la variable volumen del pan precocido



Gráfica de promedio de volúmenes en el pan precocido



✦ DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO EN PAN PRECOCIDO

Análisis de varianza

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	35	0,0424				
Tratamientos	11	0,0297	0,0027	5,0952 **	3,10	2,22
Factor A (% masa de yuca)	2	0,0188	0,0094	17,6864 **	5,61	3,40
Factor B (temperatura de precocción)	1	0,0050	0,0050	9,4082 **	7,82	4,26
Factor C (tiempo de precocción)	1	0,0000	0,0000	0,0573 NS	7,82	4,26
I (AxB)	2	0,0010	0,0005	0,9485 NS	5,61	3,40
I (AxC)	2	0,0032	0,0016	3,0151 NS	5,61	3,40
I (BxC)	1	0,0012	0,0012	2,3142 NS	7,82	4,26
I (AxBxC)	2	0,0005	0,0003	0,4836 NS	5,61	3,40
Error Experimental.	24	0,0127	0,0005			

CV= 5,03

Prueba de Tukey para tratamientos

Tratamientos	Medias	Rangos
T11	0,3907	a
T9	0,4392	a
T12	0,4401	a
T10	0,4465	a
T8	0,4503	a
T7	0,4565	a
T6	0,4568	a
T4	0,4667	a
T5	0,4682	b
T3	0,4693	c
T2	0,4894	d
T1	0,5147	e

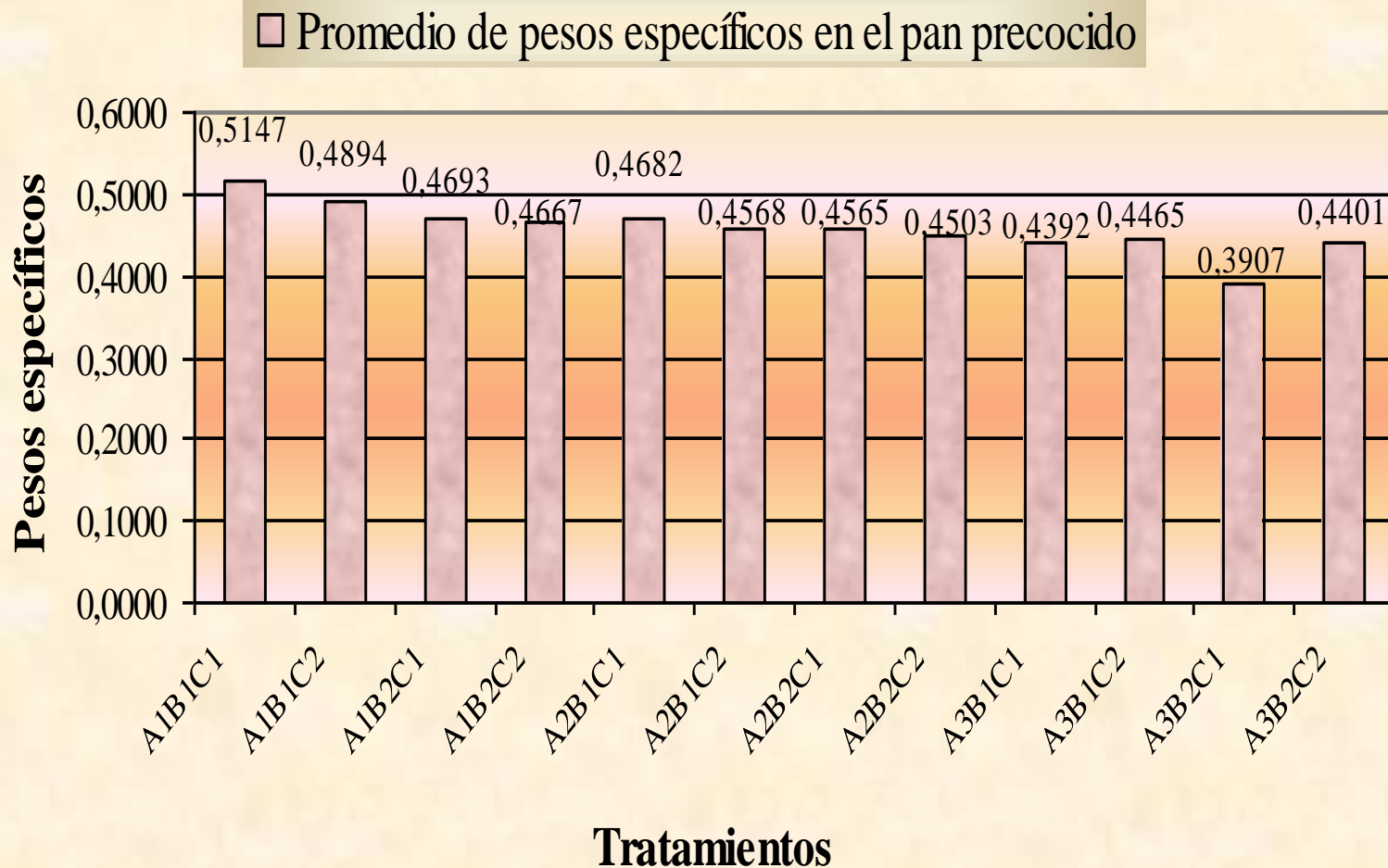
Prueba de DMS para el factor A (% masa de yuca)

Factores	Medias	Rangos
A3	0,4291	a
A2	0,4579	b
A1	0,4850	c

Prueba de DMS para el factor B (temperatura de precocción)

Factores	Medias	Rangos
B2	0,4456	a
B1	0,4691	b

Gráfica de promedio de pesos específicos en el pan precocido



✦ DETERMINACIÓN DEL PESO EN EL PAN DE YUCA

Análisis de varianza

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	35	1,65				
Tratamientos	11	0,95	0,09	2,95 *	3,10	2,22
Factor A (% masa de yuca)	2	0,67	0,33	11,43 **	5,61	3,40
Factor B (temperatura de precocción)	1	0,03	0,03	1,15 NS	7,82	4,26
Factor C (tiempo de precocción)	1	0,00	0,00	0,09 NS	7,82	4,26
I (AxB)	2	0,03	0,01	0,50 NS	5,61	3,40
I (AxC)	2	0,21	0,10	3,54 *	5,61	3,40
I (BxC)	1	0,00	0,00	0,09 NS	7,82	4,26
I (AxBxC)	2	0,01	0,00	0,11 NS	5,61	3,40
Error experimental	24	0,70	0,03			

CV= 0,35

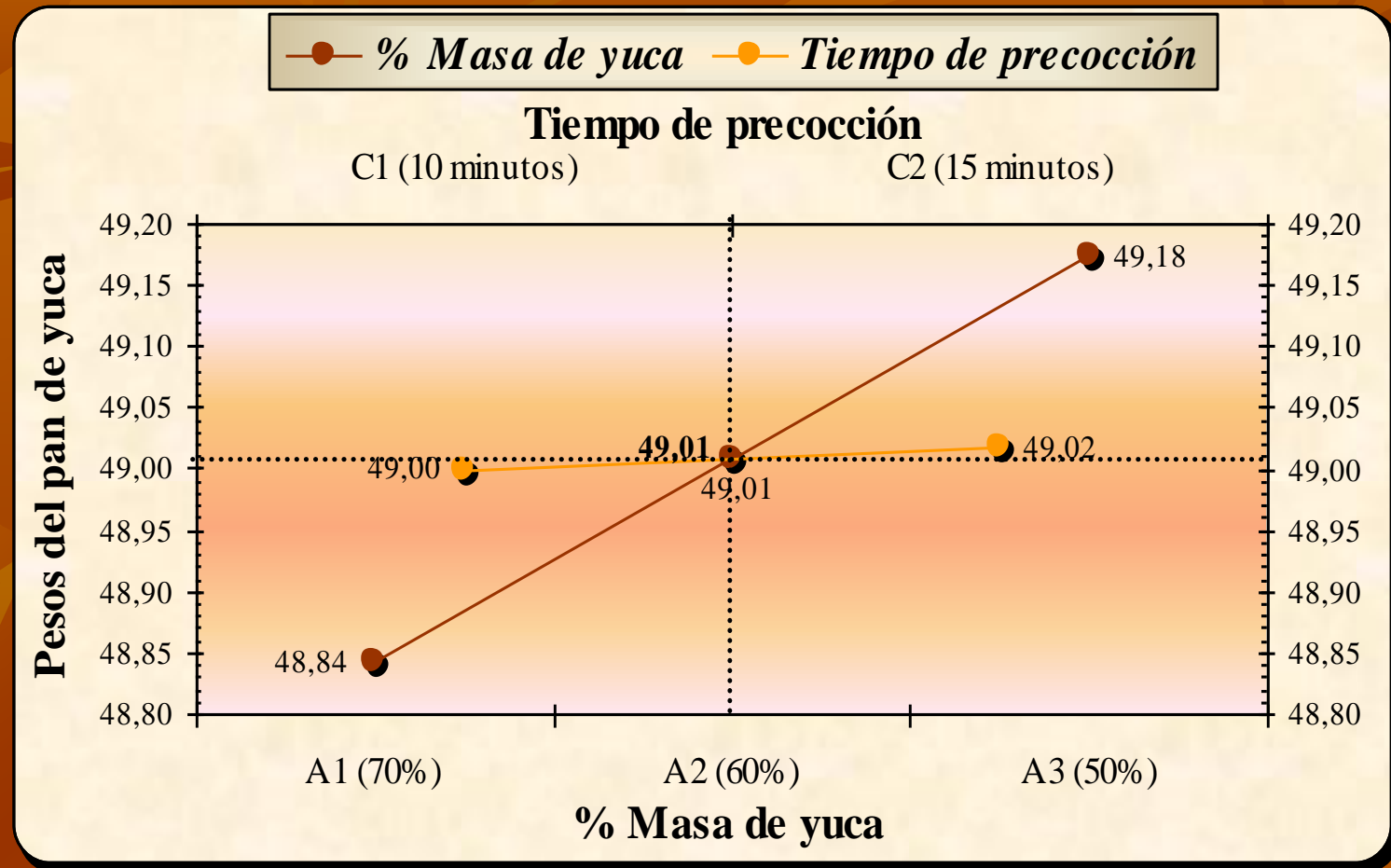
Prueba de Tukey para tratamientos

Tratamientos	Medias	Rangos
T10	49,30	a
T12	49,23	a
T9	49,13	a
T11	49,03	a
T6	49,03	a
T8	49,03	a
T7	49,00	a
T5	48,97	a
T1	48,97	a
T3	48,90	a
T2	48,83	a
T4	48,67	b

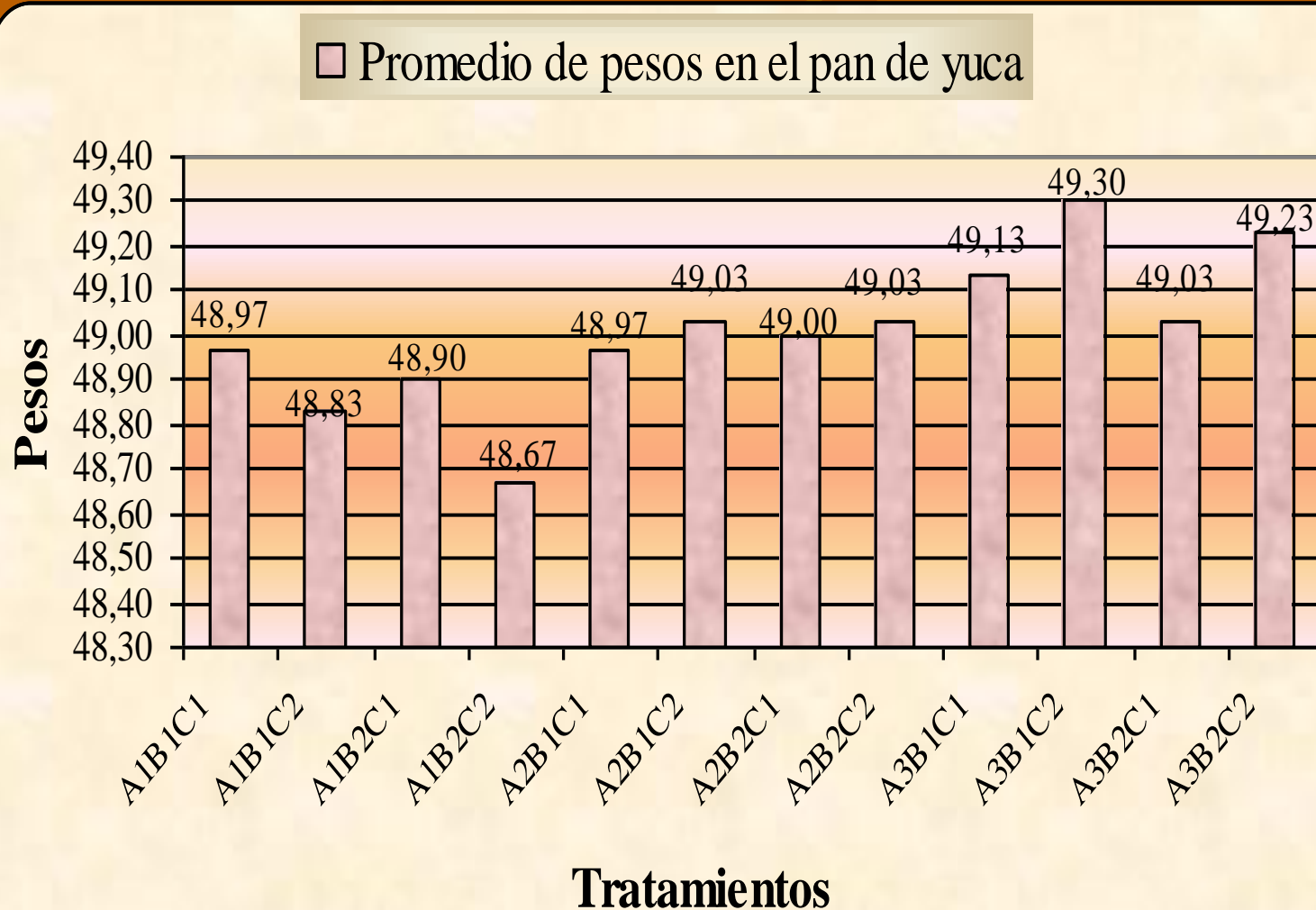
Prueba de DMS para factores

Factores	Medias	Rangos
A3	49,18	a
A2	49,01	b
A1	48,84	c

Gráfica de interacción de los factores: A (% masa de yuca) y C (tiempo de precocción) para la variable peso del pan de yuca



Gráfica de promedio de pesos en el pan de yuca



✦ DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN EN EL PAN DE YUCA

Análisis de varianza

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	35	2858				
Tratamientos	11	2181	198	7,033 **	3,10	2,22
Factor A (% masa de yuca)	2	1441	721	25,558 **	5,61	3,40
Factor B (temperatura de precocción)	1	312	312	11,070 **	7,82	4,26
Factor C (tiempo de precocción)	1	32	32	1,139 NS	7,82	4,26
I (AxB)	2	43	22	0,764 NS	5,61	3,40
I (AxC)	2	207	104	3,678 *	5,61	3,40
I (BxC)	1	36	36	1,277 NS	7,82	4,26
I (AxBxC)	2	110	55	1,942 NS	5,61	3,40
Error experimental	24	677	28			

CV= 4,34

Prueba de Tukey para tratamientos

Tratamientos	Medias	Rangos
T11	141	a
T9	128	a
T12	127	a
T10	126	b
T8	125	c
T7	121	d
T5	121	e
T6	119	f
T3	119	g
T4	119	h
T2	113	i
T1	109	j

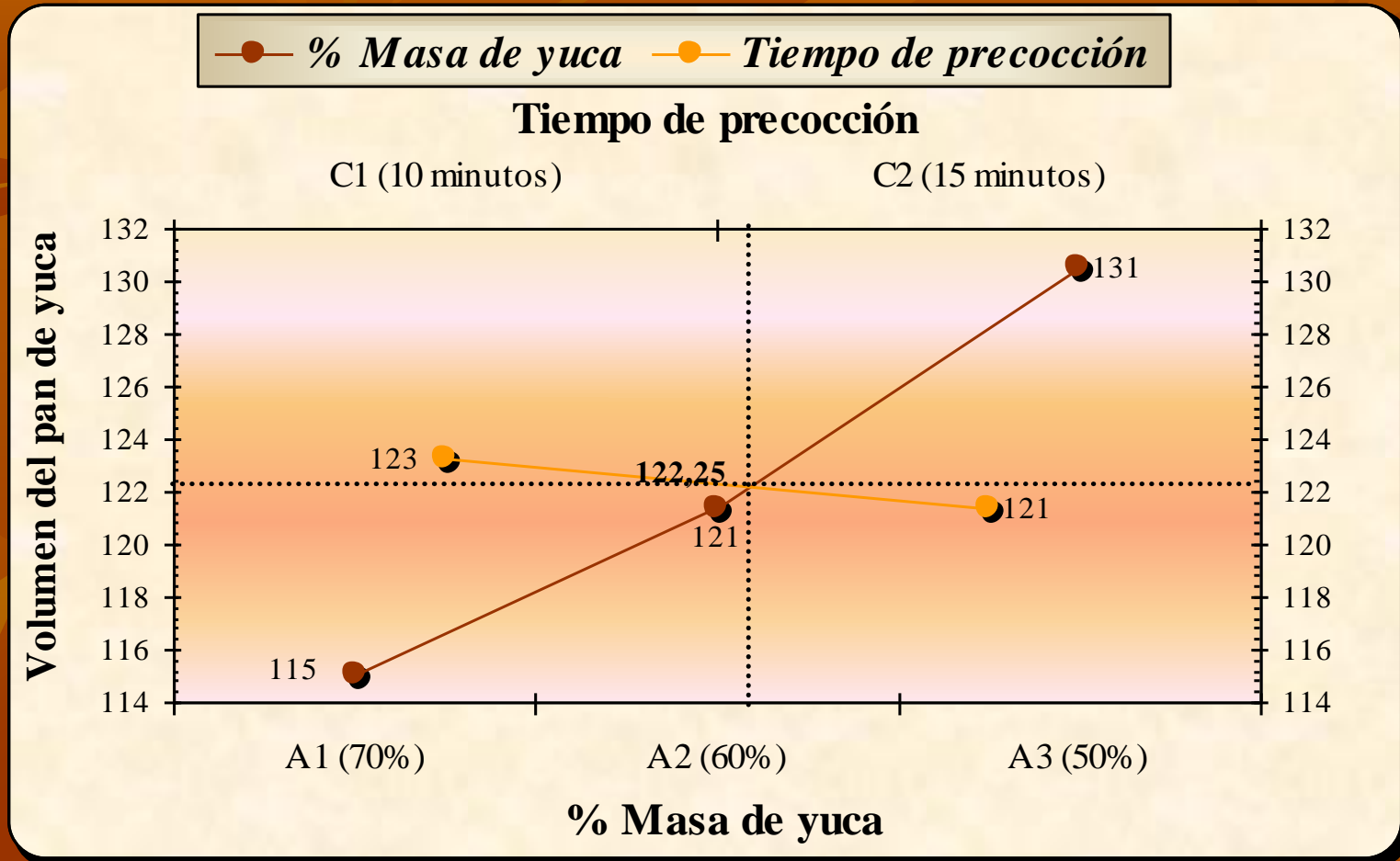
Prueba de DMS para el factor A (% masa de yuca)

Factores	Medias	Rangos
A3	131	a
A2	121	b
A1	115	c

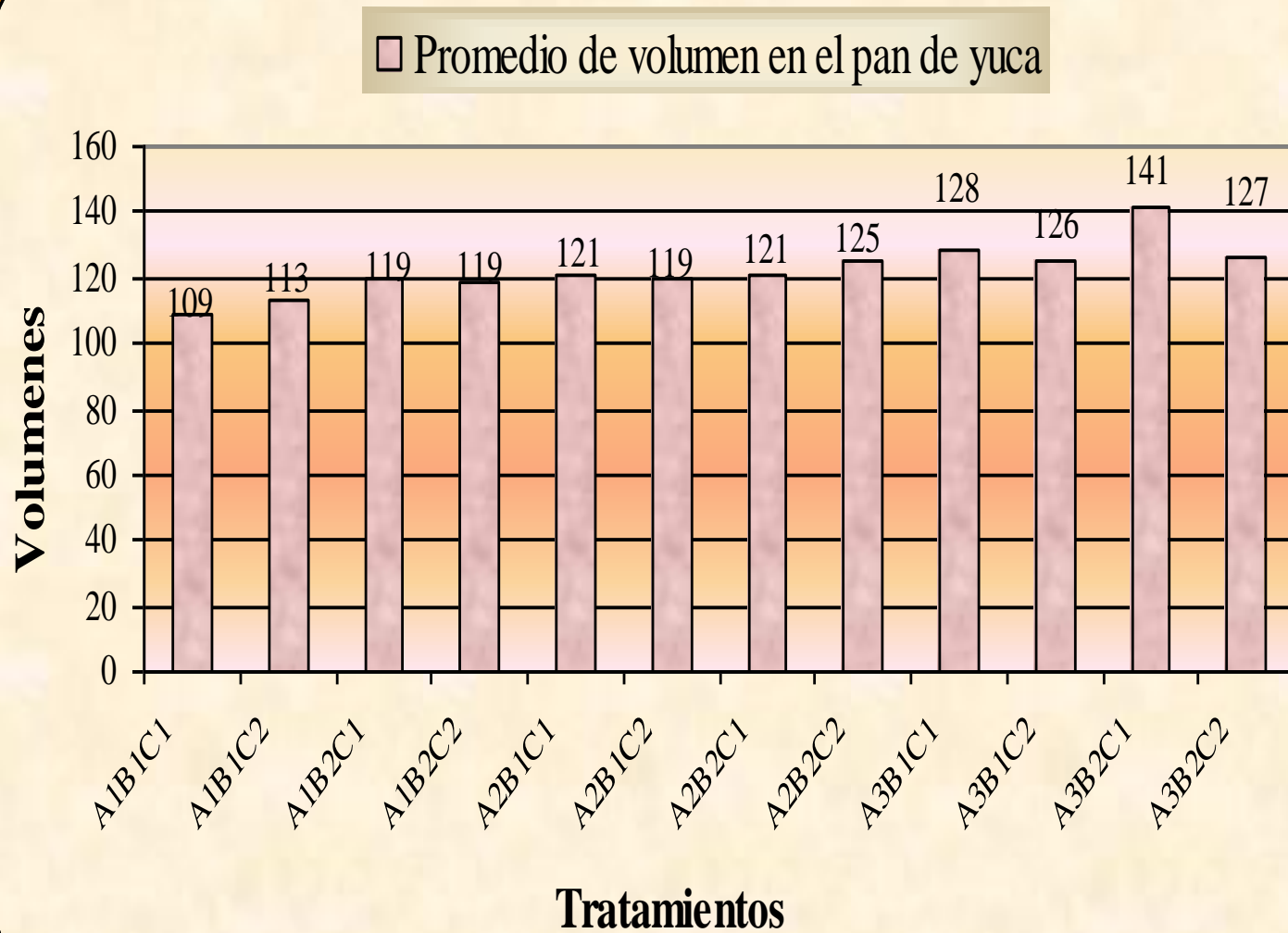
Prueba de DMS para el factor B (temperatura de precocción)

Factores	Medias	Rangos
B2	125	a
B1	119	b

Gráfica de interacción de los factores: A (% masa de yuca) y C (tiempo de precocción) para la variable volumen del pan de yuca



Gráfica de promedio de volúmenes en el pan de yuca



✦ DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO EN EL PAN DE YUCA

Análisis de varianza

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	35	0,0293				
Tratamientos	11	0,0213	0,0019	5,8379 **	3,10	2,22
Factor A (% masa de yuca)	2	0,0135	0,0067	20,2644 **	5,61	3,40
Factor B (temperatura de precocción)	1	0,0038	0,0038	11,4174 **	7,82	4,26
Factor C (tiempo de precocción)	1	0,0001	0,0001	0,3740 ^{NS}	7,82	4,26
I (AxB)	2	0,0006	0,0003	0,8386 ^{NS}	5,61	3,40
I (AxC)	2	0,0022	0,0011	3,2866 ^{NS}	5,61	3,40
I (BxC)	1	0,0004	0,0004	1,1295 ^{NS}	7,82	4,26
I (AxBxC)	2	0,0008	0,0004	1,2583 ^{NS}	5,61	3,40
Error experimental	24	0,0080	0,0003			

CV= 4,52

Prueba de Tukey para tratamientos

Tratamientos	Medias	Rangos
T11	0,3471	a
T9	0,3833	a
T12	0,3890	a
T10	0,3926	a
T8	0,3933	a
T7	0,4051	a
T5	0,4097	a
T3	0,4098	b
T4	0,4101	c
T6	0,4112	d
T2	0,4310	e
T1	0,4499	f

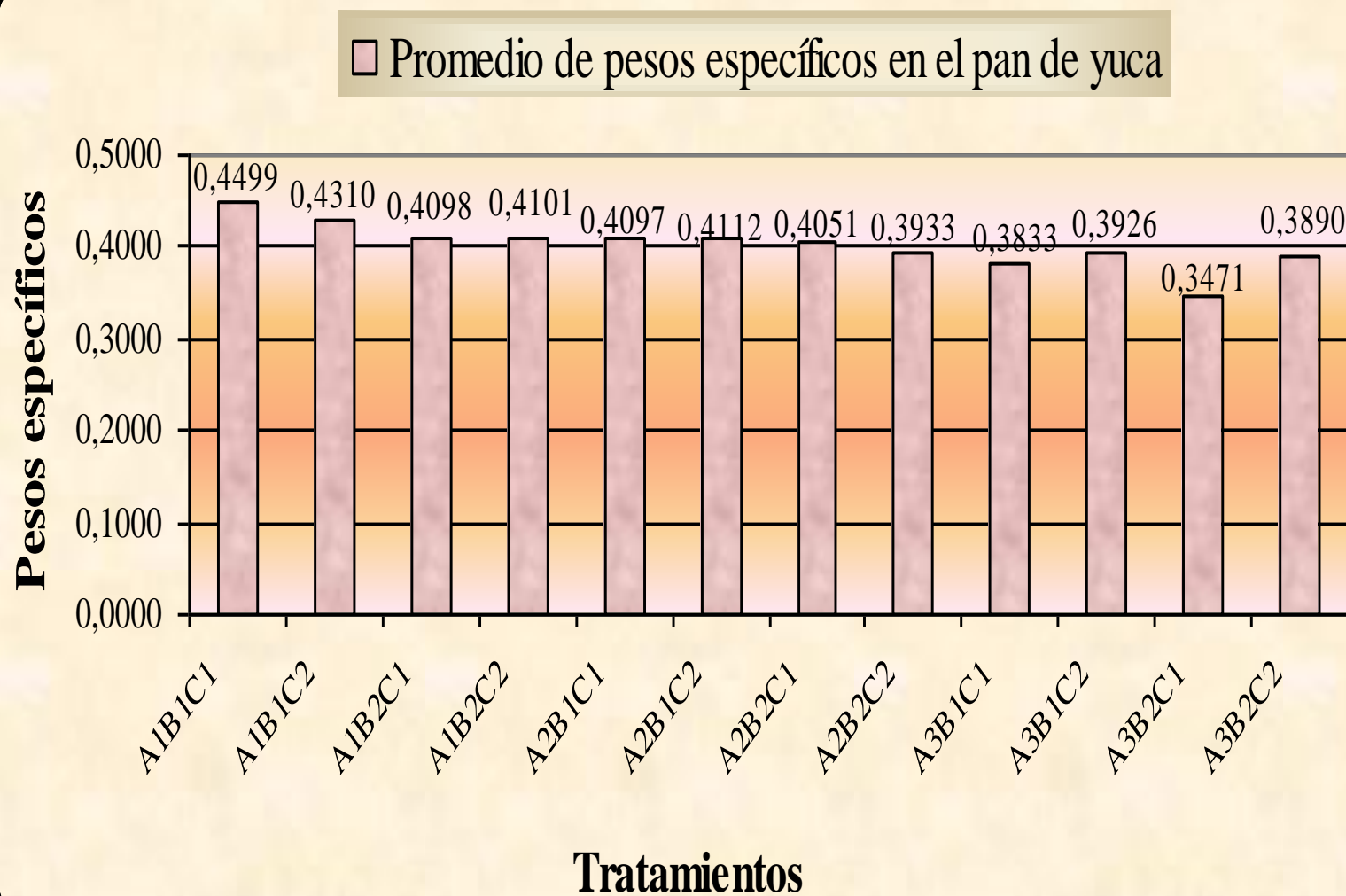
Prueba de DMS para el factor A (% masa de yuca)

Factores	Medias	Rangos
A3	0,3780	a
A2	0,4048	b
A1	0,4252	c

Prueba de DMS para el factor B (temperatura de precocción)

Factores	Medias	Rangos
B2	0,3924	a
B1	0,4129	b

Gráfica de promedio de pesos específicos en el pan de yuca



ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS

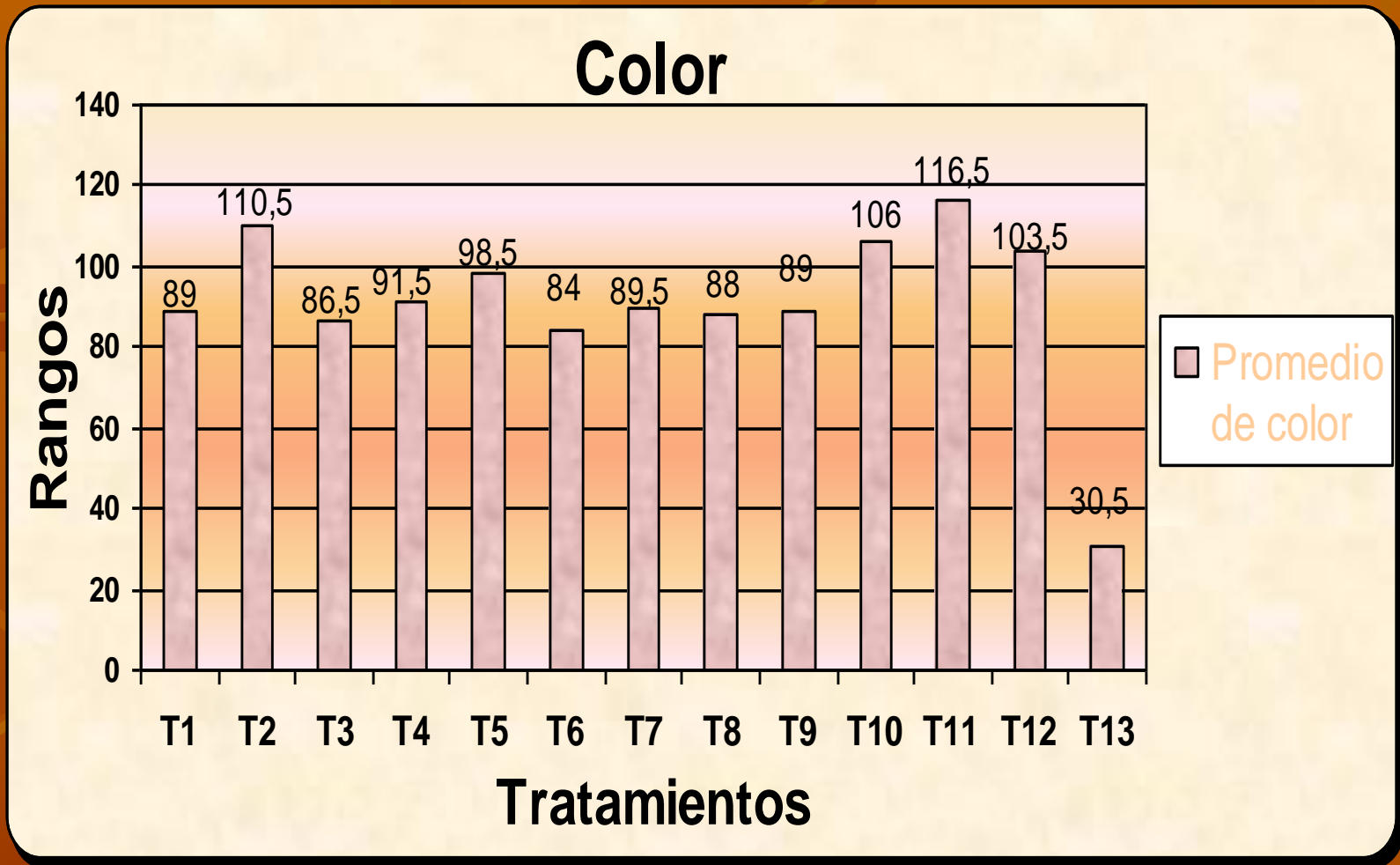
Apreciación del color

Panelistas	Muestras													Suma
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	T	
P1	11	6	6	2,5	11	2,5	6	6	11	6	11	11	1	91
P2	3,5	7,5	3,5	7,5	11,5	11,5	3,5	11,5	7,5	7,5	11,5	3,5	1	91
P3	12	12	12	9	4	4	4	4	4	9	4	9	4	91
P4	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	1	91
P5	6,5	11,5	6,5	2	2	2	11,5	6,5	6,5	6,5	11,5	11,5	6,5	91
P6	4,5	10,5	4,5	10,5	10,5	4,5	4,5	4,5	4,5	10,5	10,5	10,5	1	91
P7	6	12	6	6	12	6	6	6	6	6	6	12	1	91
P8	8	8	8	8	8	1,5	8	1,5	8	8	8	8	8	91
P9	4	10	10	4	10	10	10	10	4	4	10	4	1	91
P10	10,5	6	3	10,5	3	10,5	3	6	10,5	10,5	6	10,5	1	91
P11	3	9,5	9,5	3	3	3	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	3	91
P12	10	4	4	10	10	10	10	4	4	10	10	4	1	91
P13	2,5	6	6	11	6	11	6	11	6	11	11	2,5	1	91
Suma	89	110,5	86,5	91,5	98,5	84	89,5	88	89	106	116,5	103,5	30,5	1183

Valor tabular		Valor calculado
0.05	0.01	
26,2	21,0	

26,46 **

Gráfica del promedio de color

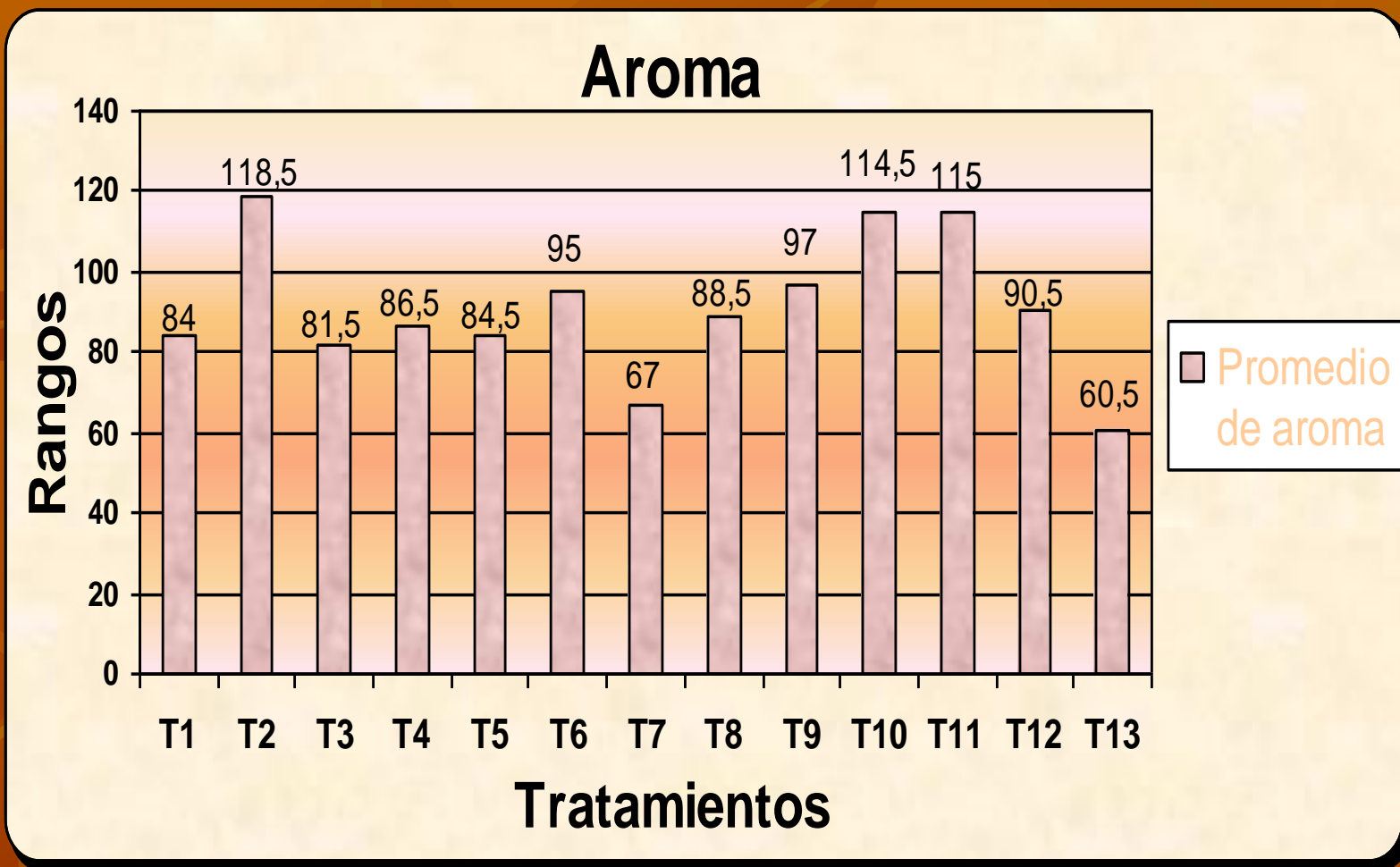


Apreciación del aroma

Panelistas	Muestras													Suma
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	T	
P1	1	7	3	7	3	3	7	7	11,5	7	11,5	11,5	11,5	91
P2	2,5	7,5	7,5	2,5	12	12	2,5	7,5	7,5	7,5	7,5	12	2,5	91
P3	11,5	11,5	11,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	2	11,5	6,5	2	2	91
P4	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	1	91
P5	3	9	9	13	3	9	9	3	3	9	9	3	9	91
P6	7	7	7	7	13	7	1	7	7	7	7	7	7	91
P7	2	11,5	6,5	6,5	11,5	6,5	2	6,5	11,5	11,5	6,5	6,5	2	91
P8	10,5	10,5	1,5	10,5	1,5	10,5	5	10,5	5	5	10,5	5	5	91
P9	7	7	7	7	7	7	7	7	13	7	7	7	1	91
P10	11,5	11,5	4	8,5	4	4	4	4	8,5	11,5	11,5	4	4	91
P11	5	5	11,5	5	5	11,5	5	11,5	5	5	11,5	5	5	91
P12	7,5	12	2,5	2,5	7,5	7,5	7,5	2,5	7,5	12	7,5	12	2,5	91
P13	8	11,5	3	3	3	3	3	8	8	13	11,5	8	8	91
Suma	84	118,5	81,5	86,5	84,5	95	67	88,5	97	114,5	115	90,5	60,5	1183

Valor tabular		Valor calculado
0,05	0,01	18,52 ^{NS}
26,2	21,0	

Gráfica del promedio de aroma

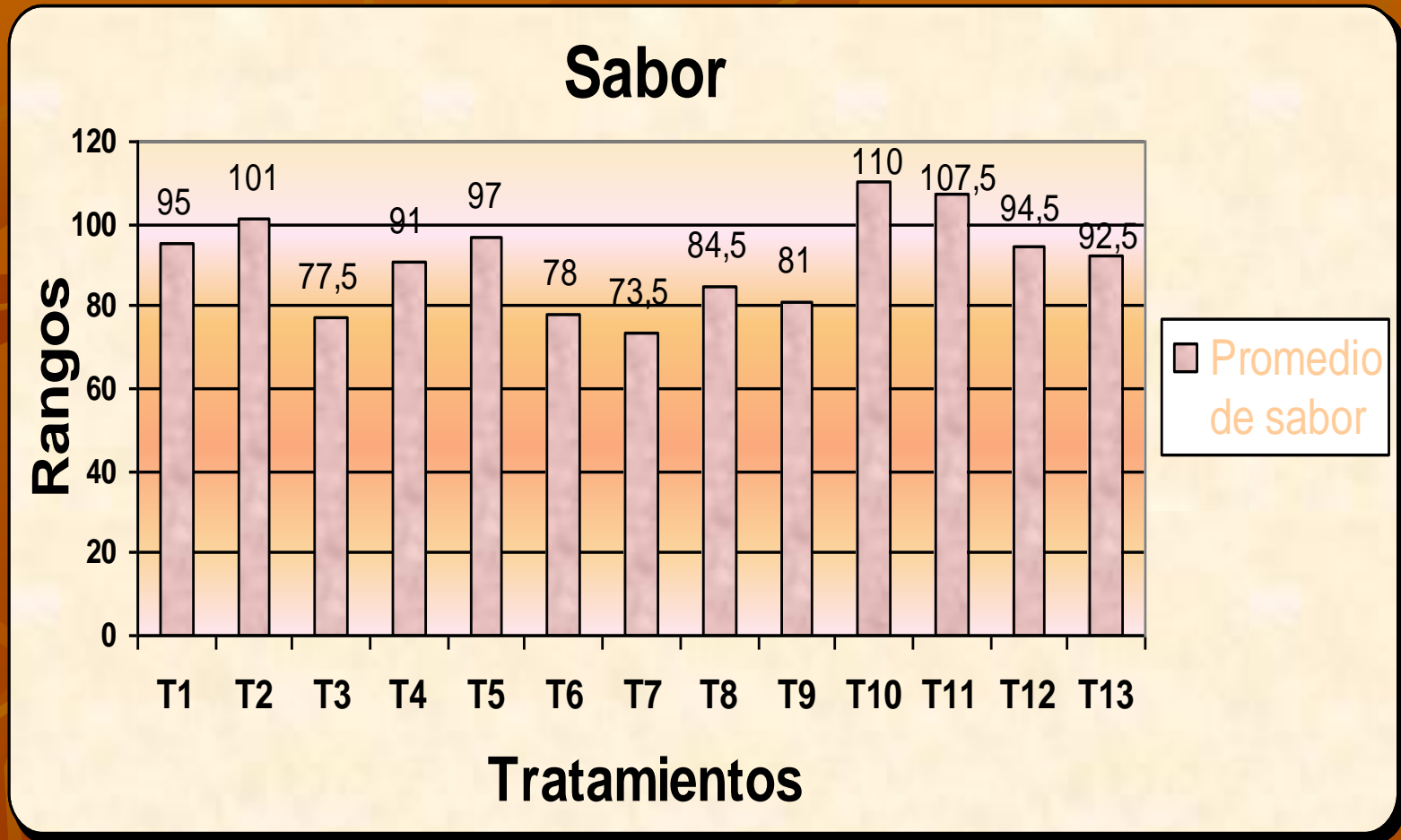


Apreciación del sabor

Panelistas	Muestras													Suma
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	T	
P1	8	8	3	11,5	3	3	8	11,5	8	3	8	3	13	91
P2	3,5	9	9	9	13	9	3,5	9	3,5	9	9	3,5	1	91
P3	10	10	13	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	10	10	10	1	91
P4	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	91
P5	9	9	3	3	3	9	9	3	3	13	9	9	9	91
P6	7	7	1,5	1,5	12,5	7	7	7	12,5	7	7	7	7	91
P7	4,5	10	10	10	10	4,5	1,5	4,5	10	10	4,5	10	1,5	91
P8	11,5	6	6	11,5	11,5	1,5	6	6	1,5	6	6	6	11,5	91
P9	8,5	12,5	8,5	3	8,5	8,5	3	3	8,5	12,5	8,5	3	3	91
P10	9	9	3	9	3	3	3	9	3	9	9	9	13	91
P11	5	5	5	5	5	5	5	11,5	5	11,5	11,5	5	11,5	91
P12	7	3,5	3,5	11	11	11	11	3,5	3,5	7	7	11	1	91
P13	5	5	5	5	5	5	5	5	11	5	11	11	13	91
Suma	95	101	77,5	91	97	78	73,5	84,5	81	110	107,5	94,5	92,5	1183

Valor tabular		Valor calculado
0.05	0.01	8,11 ^{NS}
26,2	21,0	

Gráfica del promedio de sabor

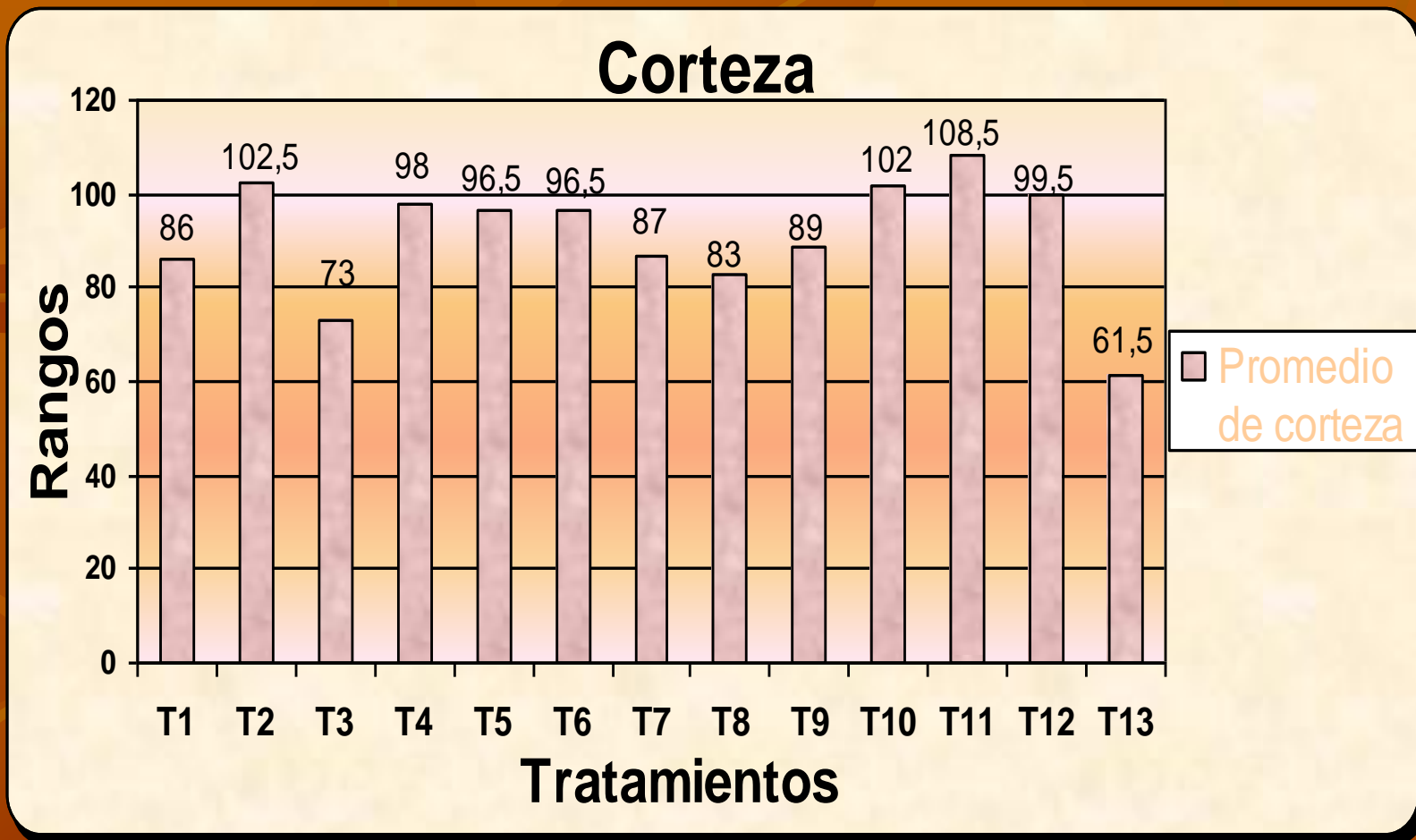


Apreciación de la corteza

Panelistas	Muestras													Suma
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	T	
P1	3	12,5	3	9	3	6	9	3	12,5	3	9	9	9	91
P2	7	7	7	2	12	7	2	7	2	12	7	7	12	91
P3	4,5	13	10	10	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	10	10	10	1	91
P4	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	1	91
P5	4	9,5	4	12,5	4	12,5	4	4	4	4	9,5	9,5	9,5	91
P6	6,5	12,5	6,5	6,5	12,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	1	91
P7	6	6	6	12	12	6	6	6	12	6	6	6	1	91
P8	10	3,5	3,5	10	3,5	3,5	10	3,5	3,5	10	10	10	10	91
P9	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	1	91
P10	7	7	7	12,5	7	7	1,5	7	7	7	7	12,5	1,5	91
P11	4	4	4	1,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	1,5	9,5	91
P12	10,5	4	4	4	10,5	10,5	10,5	4	4	10,5	10,5	4	4	91
P13	8,5	8,5	3	3	3	8,5	8,5	13	8,5	8,5	8,5	8,5	1	91
Suma	86	102,5	73	98	96,5	96,5	87	83	89	102	108,5	99,5	61,5	1183

Valor tabular		Valor calculado
0.05	0.01	10,37 ^{NS}
26,2	21,0	

Gráfica del promedio de corteza

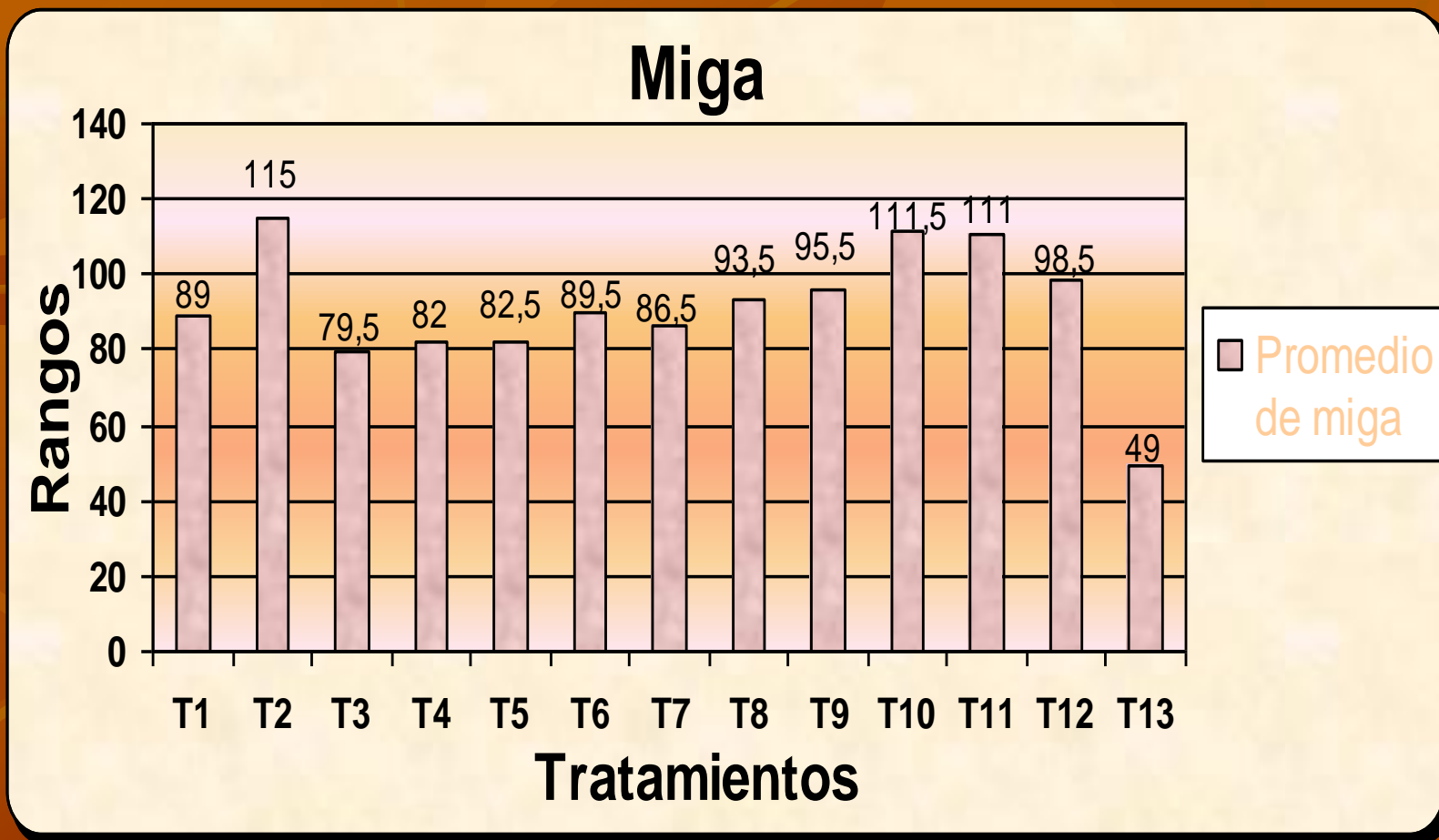


Apreciación de la miga

Panelistas	Muestras													Suma
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	T	
P1	6	11	6	6	11	6	6	11	11	2	11	2	2	91
P2	3,5	8,5	3,5	3,5	8,5	8,5	3,5	12,5	8,5	12,5	8,5	8,5	1	91
P3	5	10,5	13	5	5	5	5	5	10,5	5	10,5	10,5	1	91
P4	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	1	91
P5	3	13	3	9	3	9	9	3	3	9	9	9	9	91
P6	9	9	3	9	3	3	9	9	3	13	9	3	9	91
P7	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	12	1,5	12	12	6,5	6,5	1,5	91
P8	4,5	11	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	11	11	4,5	11	11	91
P9	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	1	91
P10	12,5	12,5	2	8	8	8	3,5	8	3,5	8	8	8	1	91
P11	9,5	3,5	3,5	1	3,5	9,5	9,5	9,5	3,5	9,5	9,5	9,5	9,5	91
P12	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	13	1	91
P13	7,5	7,5	12,5	7,5	7,5	7,5	2,5	7,5	7,5	7,5	12,5	2,5	1	91
Suma	89	115	79,5	82	82,5	89,5	86,5	93,5	95,5	111,5	111	98,5	49	1183

Valor tabular		Valor calculado
0,05	0,01	18,03 ^{NS}
26,2	21,0	

Gráfica del promedio de miga



✦ DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

Análisis físico-químico para el pan precocido

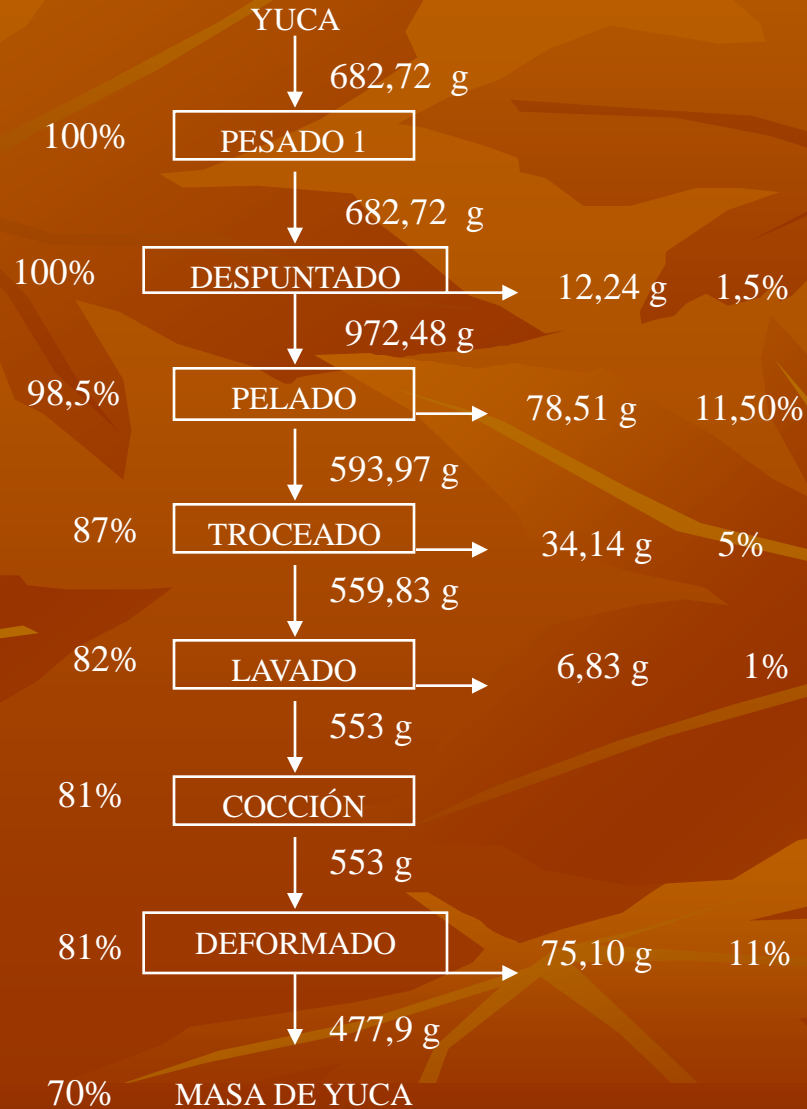
Parámetro determinado	Unidad	Muestra	
		T10R1	T11R2
Contenido acuoso	%	45.59	42.61
Extracto etéreo	%	16.20	13.98
Proteína	%	7.65	7.87
Cenizas	%	1.93	1.69
Azúcares reductores libres	%	11.24	10.84
Fibra	%	1.09	1.11
Carbohidratos totales	%	28.63	33.85
Calorías	cal/100 g	296.17	298.27
Recuento estándar en placa	UFC/g	8	12
Recuento mohos	UFC/g	6	3
Recuento levaduras	UFC/g	8	9

Análisis físico-químico para el pan final

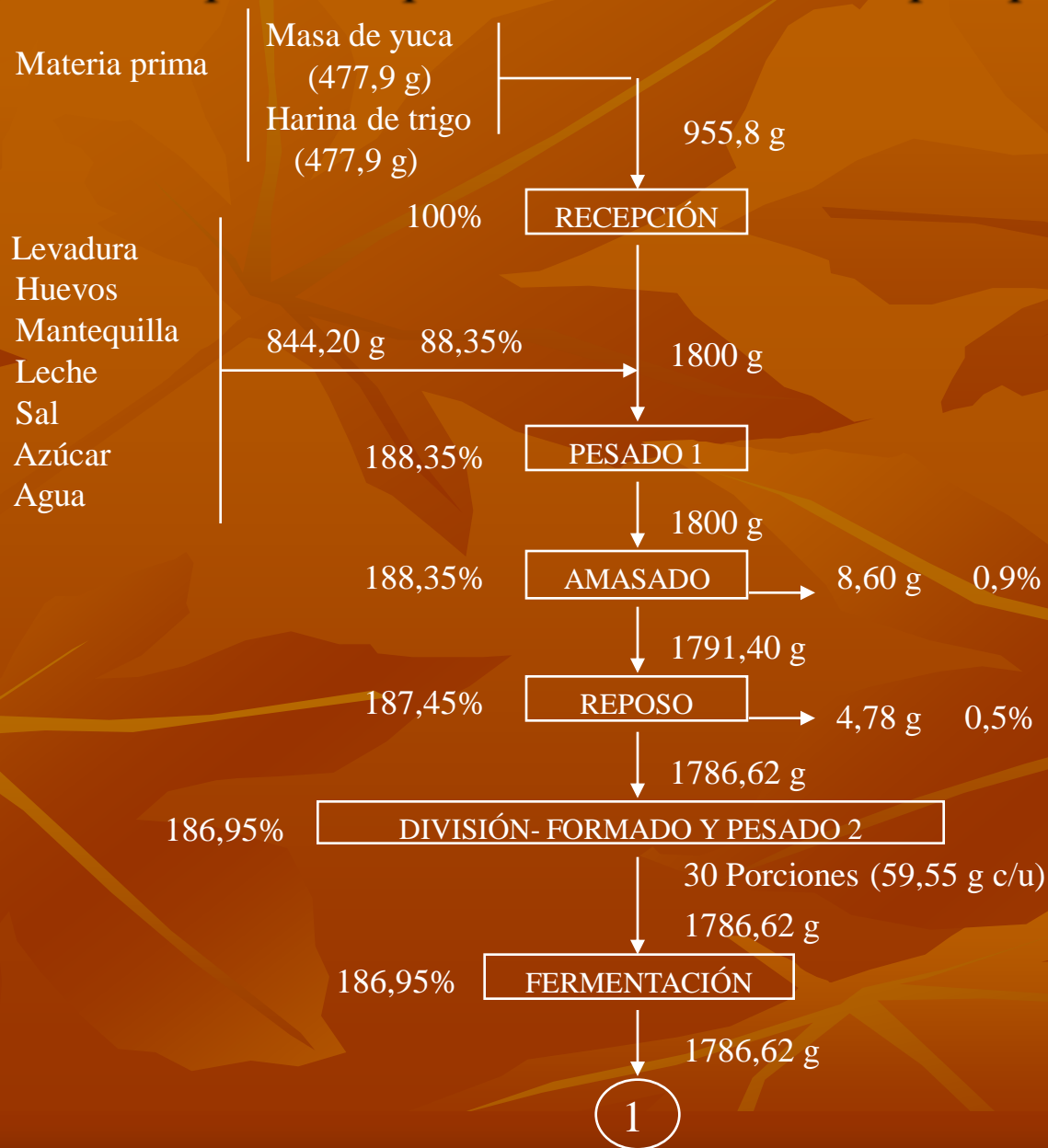
Parámetro determinado	Unidad	Muestra	
		T10R1	T11R2
Contenido acuoso	%	34.67	28.77
Extracto etéreo	%	18.17	19.34
Proteína	%	8.83	9.95
Cenizas	%	2.61	2.42
Azúcares reductores libres	%	10.74	9.61
Fibra	%	0.90	0.99
Carbohidratos totales	%	35.72	39.52
Calorías	Kcal/100 g	348.00	378.82
Recuento estándar en placa	UFC/g	3	0
Recuento mohos	UFC/g	3	1
Recuento levaduras	UFC/g	1	0

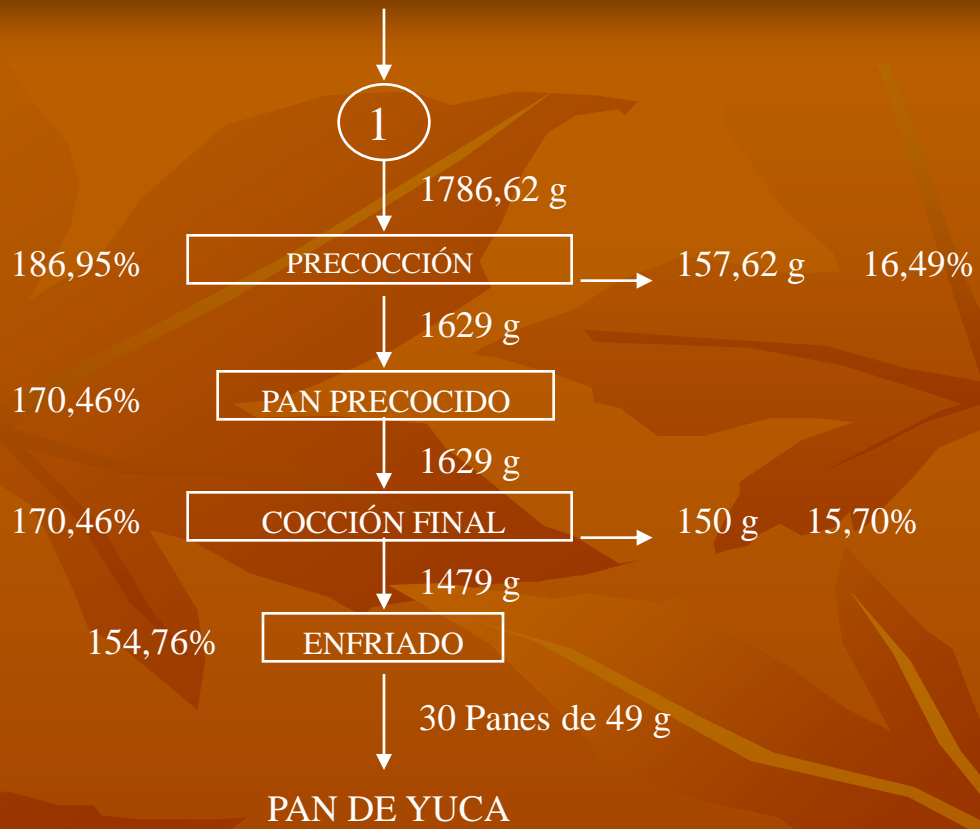
✦ RENDIMIENTO

Flujograma de proceso para la obtención de la masa de yuca



Flujograma de proceso para la obtención del pan precocido





✦ COSTOS DE PRODUCCIÓN

Costos de producción del pan precocido a nivel experimental en laboratorio

Materias primas e insumos	Costo experimental	
	g	USD
Yuca	955,54	0,23
Harina de trigo	286,74	0,24
Levadura	14,04	0,04
Huevos	140,22	0,16
Queso	175,14	0,44
Mantequilla	159,30	0,21
Leche	175,14	0,11
Sal	3,60	0,003
Azúcar	0,60	0,001
Costos directos	1,42
Costos indirectos	3,00
Total	4,43

CONCLUSIONES

- ✓ El desarrollo de esta investigación permitió demostrar que si es posible la elaboración de “Pan precocido de yuca” a base de masa de yuca y harina de trigo.
- ✓ Se comprueba que la hipótesis alternativa, planteada en el proyecto de esta investigación pasa a ser evidente.
- ✓ En lo que concierne al porcentaje adecuado de masa de yuca que debe ir en la mezcla se pudo determinar que con el 50% se obtiene mejores resultados.
- ✓ Con respecto a la temperatura y tiempo óptimo de precocción, es complicado determinar una temperatura y tiempo exacto para dicho proceso ya que esto depende de ciertos factores, los mismos que se encuentran en constantes variaciones.

- ✓ En la variable acidez, a pesar que los tratamientos mantuvieron una similar producción de H_2CO_3 , se observó que estadísticamente los tratamientos T9, T10, T11 y T12 (50% masa de yuca) produjeron una mayor cantidad de H_2CO_3 ; siendo el mejor el T10 ya que se mantuvo constante con una mayor producción de H_2CO_3 , en la mayoría de los tiempos de fermentación de la masa.
- ✓ En la variable de CO_2 , de igual manera los tratamientos mantuvieron una similar producción de CO_2 , pero estadísticamente se observó que los tratamientos T9, T10, T11 y T12 (50% masa de yuca) produjeron una mayor cantidad de CO_2 ; siendo el mejor tratamiento el T9, ya que se mantuvo constante con una mayor producción de CO_2 con respecto a los demás tratamientos en la mayoría de los tiempos durante el proceso de fermentación de la masa.
- ✓ Los tratamientos T10 y T12 obtuvieron valores de peso más altos, tanto en el pan precocido como en el pan final, los mismos que corresponden al 50% de masa de yuca, con una precocción de $200^{\circ}C$ y $220^{\circ}C$ respectivamente y un tiempo de 15 minutos.

- ✓ En la variable de volumen, para el pan precocido se pudo determinar que los mejores tratamientos fueron el T11, T12 con el 50% de masa de yuca, 220°C durante 10 y 15 minutos respectivamente; mientras que para el pan final los mejores tratamientos fueron T11 y T9 que corresponden al 50% de masa de yuca con una temperatura de 200°C y 220°C respectivamente y un tiempo de 10 minutos.
- ✓ En la variable peso específico, tanto para el pan precocido como para el pan final se observó que los mejores tratamientos fueron el T11 y T9 que corresponden al 50% de masa de yuca, con una temperatura de 200°C y 220°C y un tiempo de 10 minutos.
- ✓ Analizando estadísticamente cada una de las características organolépticas, se concluye que únicamente la característica de color presenta significancia entre los panelistas, lo que no ocurre con el aroma, sabor, corteza y miga.

- ✓ De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis organoléptico, dentro del cual se evaluaron: color, aroma, sabor, corteza y miga; se determinó que el tratamiento T11 exhibe un color dorado a ligeramente moreno, al igual que una corteza uniforme sin quemaduras ni hollín; por otra parte el T2 presenta un olor característico y una miga con poros de tamaño uniforme; mientras que el tratamiento T10 presenta un sabor característico al de un producto fresco recién cocido.
- ✓ En lo que respecta a la calidad nutricional del pan precocido y del pan final, se determinó que los dos tratamientos analizados en esta investigación: T10 y T11 contienen un porcentaje considerable de proteína, constituyéndose un producto de alto valor proteínico, lo que conlleva a discernir que al incorporar tanto la harina de trigo como el resto de insumos en la masa de yuca, estos a más de mejorar la masa, contribuyeron en la calidad nutricional del pan, puesto que la yuca tiene un bajo porcentaje de proteína y con la incorporación del trigo y los insumos se incrementó dicho porcentaje.

- ✓ De acuerdo al balance de materiales efectuado en base al tratamiento T10, se determinó que éste presenta un rendimiento panadero del 154,76%; el cual equivale al 82,17% de rendimiento con respecto al peso de la masa formada al inicio del proceso y al peso del pan elaborado al final del mismo.
- ✓ Finalmente realizado el análisis de costos se establece que el “Pan precocido de yuca” tiene un costo unitario de USD 0,15. Por lo tanto la bandeja que contiene 10 panes, aproximadamente de 50 g cada pan, costaría USD 1,50. Dicho precio comparado con el de un pan precocido de yuca comercial, resulta mucho menor ya que en el mercado al momento se puede encontrar un pan precocido a un precio de USD 2,17; en cuyo envase hay 12 unidades de aproximadamente 40 g.

RECOMENDACIONES

- ☑ Tanto para la determinación de acidez como para CO₂, durante el proceso de fermentación se debe trabajar con una mayor cantidad de masa, de esta manera se obtendrá una mayor variabilidad entre los tratamientos.
- ☑ En cada tiempo de fermentación se está generando un cierto porcentaje de las diferentes fermentaciones, por tanto se recomienda realizar la determinación de dichas fermentaciones en posteriores investigaciones.
- ☑ Aplicar la tecnología de la precocción, con la cual los dueños de panaderías y panificadoras bajarían sus costos de producción, desperdicio de materia prima, excedentes de pan, mano de obra en las noches, pérdida de la clientela al no tener pan fresco y caliente en horas pico, con el siguiente procesamiento para la elaboración de pan especial sin conservantes químicos.

- ☑ Se realice nuevas investigaciones en pan precocido, aplicando otros derivados de la yuca como: harina o almidón.
- ☑ Se amplié a nivel industrial la gama de productos alimenticios que tengan como base la yuca tales como: galletas, tortas, bebidas naturales, licores, fideos, snacks, entre otros.

**GRACIAS
POR SU
ATENCIÓN**