

UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERIA DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

ESCUELA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

**ESTUDIO DE LA INCIDENCIA DE INCORPORACION DE PAPA DE VARIEDAD
SUPERCHOLA (*Solanium tuberosum*) COMO SUSTITUTO PARCIAL DE HARINA
DE TRIGO (*Triticum spp*) EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE PAN.**

AUTORES:

**Montoya Rea José Francisco
Román Paillacho Gabriela Maribel**

INTRODUCCION

- La producción nacional de trigo cubre el 2 % del requerimiento de los molinos.
- El 77% del trigo en el Ecuador se utiliza para panificación.
- El pan alimento principal en la dieta diaria.
- Su consumo se ve afectado por el alto costo de la principal materia prima la harina de trigo

INTRODUCCION

- En el Ecuador se cultivan productos que bien pueden ser utilizados para sustituir parcialmente la harina de trigo.
- La propuesta fue estudiar la incidencia de incorporación de papa de producción nacional como sustituto parcial en el proceso de elaboración de pan de bajo costo.
- Con el pan a base de trigo y papa, se dinamizara la cadena productiva del cultivo de papa.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Estudiar la incidencia de incorporación de papa de variedad superchola como sustituto parcial de la harina de trigo en el proceso de elaboración de pan.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar el porcentaje de masa de papa, el tiempo de amasado y el tiempo de fermentación óptimos en la elaboración de pan.
- Estudiar el proceso de elaboración de pan, incorporando masa de papa.
- Evaluar las características físicas – químicas (humedad, fibra, azúcares libres, proteína) en el mejor tratamiento y organolépticos (color, aroma, sabor, miga) en el producto final.
- Determinar el rendimiento del pan mediante un balance de materiales.
- Determinar los costos de producción en el mejor tratamiento.

HIPOTESIS

Los niveles de masa de papa influyen en el proceso de elaboración y calidad del pan frente al testigo.

**MATERIALES
Y
MÉTODOS**

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Ubicación

PROVINCIA: Imbabura
CANTÓN: Ibarra
PARROQUIA URBANA: El Sagrario

Localización del experimento

El experimento se llevo a cabo en la Panificadora “NUMBER ONE”.

Características climatológicas

Altitud:	2250 msnm
Temperatura:	17,4°C
H.R. Promedio:	73%
Pluviosidad promedio:	503-1000 mm./año
Latitud:	0° Norte
Longitud	78° Oeste

MATERIALES Y EQUIPOS

Materia prima e Insumos

- ❖ 1 quintal Papa
- ❖ 25 lb Harina de trigo
- ❖ 1 kg. Levadura
- ❖ 1 kg. Sal
- ❖ 5 kg. Azúcar
- ❖ 3 kg. Grasa vegetal
- ❖ Agua potable



Instrumentos y Equipo para la elaboración

- ❖ 3 Cuchillos
- ❖ 4 Cucharas de metal
- ❖ 2 Ollas
- ❖ 1 Termómetro para horno
- ❖ 2 Cronómetro
- ❖ 1 Tina de plástico
- ❖ 2 Vasos de metal
- ❖ 20 Latas de metal
- ❖ 1 Amasadora
- ❖ 1 Cocina industrial
- ❖ 1 Balanza gramera
- ❖ 1 Horno Industrial
- ❖ Material y equipo de laboratorio



MÉTODOS

FACTORES EN ESTUDIO

La presente investigación consta de tres factores:

FACTOR A: Porcentaje de Masa de Papa

- A1 = 20 %
- A2 = 30 %
- A3 = 40 %

FACTOR B: Tiempos de Amasado

- B1 = 10 minutos
- B2 = 20 minutos

FACTOR C: Tiempos de fermentación (segunda fermentación)

- C1 = 15 minutos
- C2 = 25 minutos

Combinación de tratamientos

TRATAMIENTOS		FACTORES		
		Papa (%)	Tiempo de amasado (min.)	Tiempo de fermentación (min.)
A1B1C1	T1	20	10	15
A1B1C2	T2	20	20	15
A1B2C1	T3	20	10	25
A1B2C2	T4	20	20	25
A2B1C1	T5	30	10	15
A2B1C2	T6	30	20	15
A2B2C1	T7	30	10	25
A2B2C2	T8	30	20	25
A3B1C1	T9	40	10	15
A3B1C2	T10	40	20	15
A3B2C1	T11	40	10	25
A3B2C2	T12	40	20	25

Diseño Experimental

Se utilizó el diseño completamente al azar con arreglo factorial A x B x C, con tres repeticiones por tratamiento.

Características del experimento

Número de repeticiones: Tres (3)
Número de tratamientos: Doce (12)
Número de unidades experimentales: Treinta y seis (36)

Unidad Experimental

Cada unidad experimental fue de 18 panes, cada uno con un peso aproximadamente de 48g.

Esquema de análisis de la Varianza

Fuente de Variación	G l
Total	35
Tratamientos	11
Factor A	2
Factor B	1
I A x B	2
Factor C	1
I A x C	2
I B x C	1
I A x B x C	2
Error experimental	22

ANÁLISIS FUNCIONAL

- Se calculó el coeficiente de variación (C.V.)
- Para detectar diferencias estadísticas entre tratamientos, se realizó la prueba de Tukey al 5%
- Para detectar diferencias estadísticas entre % de masa de papa y tiempos de amasado y fermentación, se realizó la prueba de D.M.S.
- Para detectar diferencias estadísticas en 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.

VARIABLES EVALUADAS

VARIABLES CUANTITATIVAS

Materia prima

- % Almidón.
- Humedad en la masa de papa

Proceso

- Incremento del volumen de la masa.
- Temperatura final de la masa
- Temperatura de fermentación



Producto terminado

- Volumen
- Peso
- % Azúcares libres .- NTE INEN 266
- % Fibra.- ISO 5498
- % Grasa.- NTE INEN 778 : 1985
- % Humedad.-
- % Proteína .- AOAC 960.52-1978
- Mohos y Levaduras (UFC/g).- NTE- INEN 1529
- R.A.T. (UFC/g) ISO 6222



Variables Cualitativas

- Color
- Sabor
- Consistencia
- Olor
- Miga
- Aceptabilidad

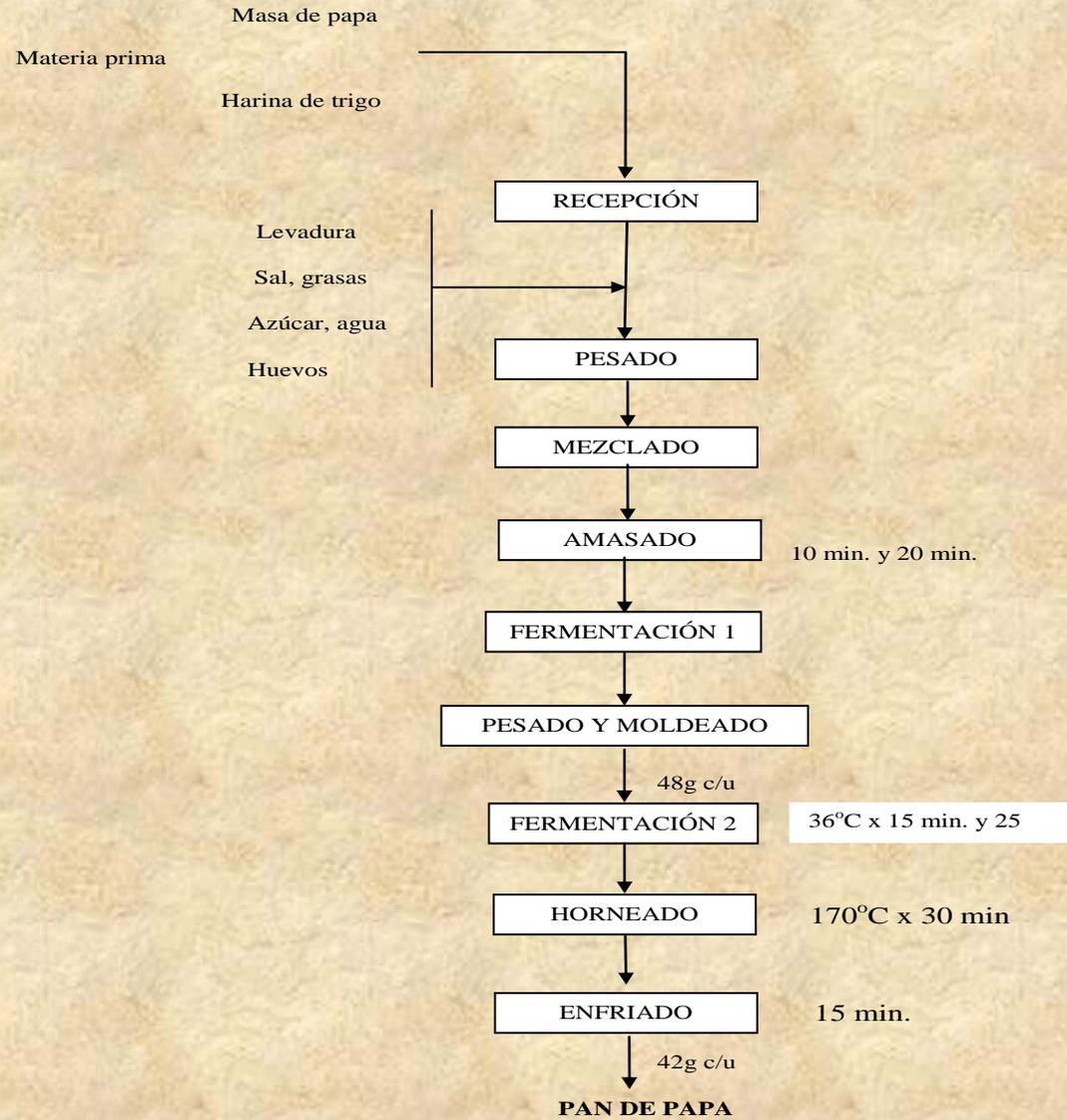


MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

Formulación para la elaboración de pan a base de masa de papa
y harina de trigo

Formulas	1	2	3
Ingredientes	Porcentajes	Porcentajes	Porcentajes
Masa de papa	20	30	40
Harina de trigo	80	70	60
Margarina	10	10	10
Manteca	10	10	10
Huevos	15	15	15
Levadura	2,5	2,5	2,5
Azúcar	10	10	10
Sal	2	2	2
Agua	25	16,7	8,3

DIAGRAMA DE BLOQUES PARA ELABORACION DE PAN A BASE DE PAPA Y HARINA DE TRIGO



**RESULTADOS
Y
DISCUSIONES**

Análisis estadístico del incremento de volumen de la masa (ml)

Análisis del incremento de volumen (ml) al inicio de la fermentación.

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	FC	Nivel Sig.	F.Tab. 5%	F.Tab. 1%
Total	35	80,750					
Tratamientos	11	66,083	6,0076	9,831	**	2,22	3,09
FA	2	55,500	27,7500	45,409	**	3,4	5,61
FB	1	2,250	2,2500	3,682	NS	4,26	7,82
FC	1	0,250	0,2500	0,409	NS	4,26	7,82
IA x B	2	4,500	2,2500	3,682	**	2,22	3,09
IA x C	2	3,167	1,5833	2,591	*	2,22	3,09
IB x C	1	0,250	0,2500	0,409	NS	4,26	7,82
IA x B x C	2	111,167	55,5833	90,955	**	2,22	3,09
Error Exp. CV = 3,35%	24	14,667	0,6111				

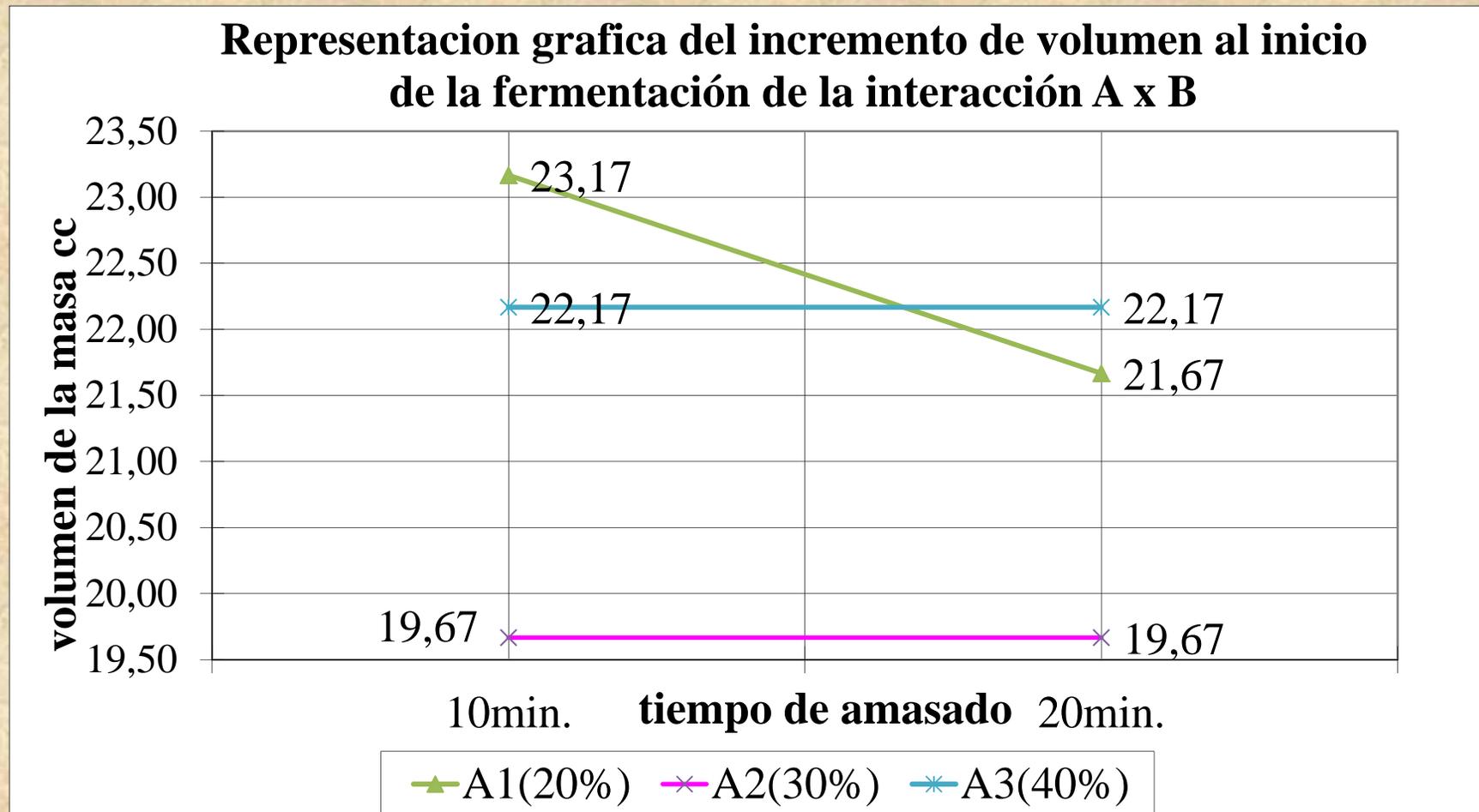
Prueba de Tukey para tratamientos del incremento de volumen (ml) al inicio de la fermentación.

Tratamiento	Código	Media	Rangos de Tukey al 5%
T1	A1B1C1	23,33	a
T2	A1B1C2	23,00	a
T10	A3B1C2	22,67	a
T12	A3B2C2	22,67	a
T3	A1B2C1	21,67	a
T4	A1B2C2	21,67	a
T9	A3B1C1	21,67	a
T11	A3B2C1	21,67	a
T5	A2B1C1	20,00	b
T7	A2B2C1	19,67	b
T8	A2B2C2	19,67	b
T6	A2B1C2	19,33	c

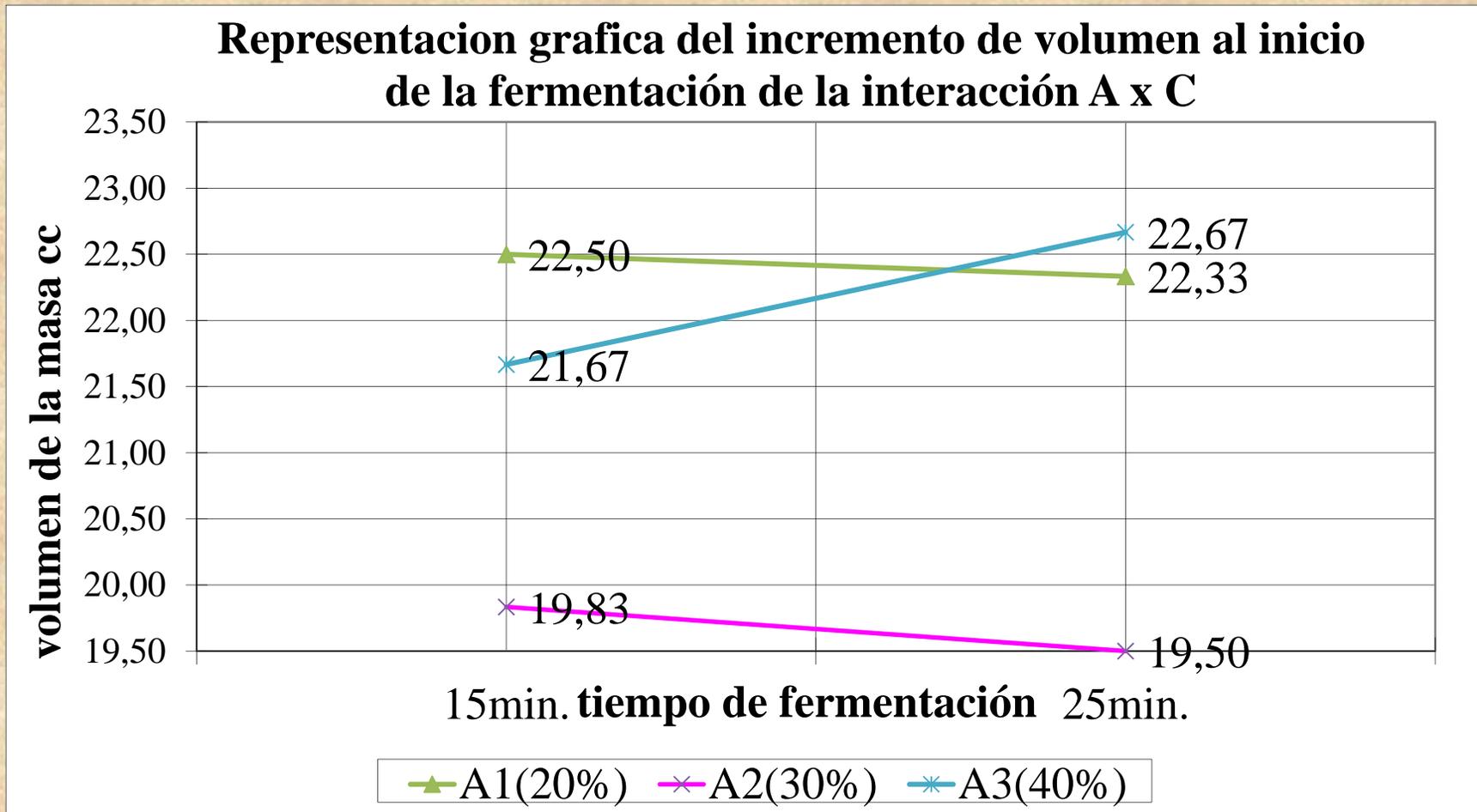
Prueba de D.M.S. para Factor A (% de masa de papa) en el incremento de volumen al inicio de la fermentación.

Factor A	% Masa de papa	Media	Rangos D.M.S. al 5%
A1	20	22,42	a
A3	40	22,17	a
A2	30	19,67	b

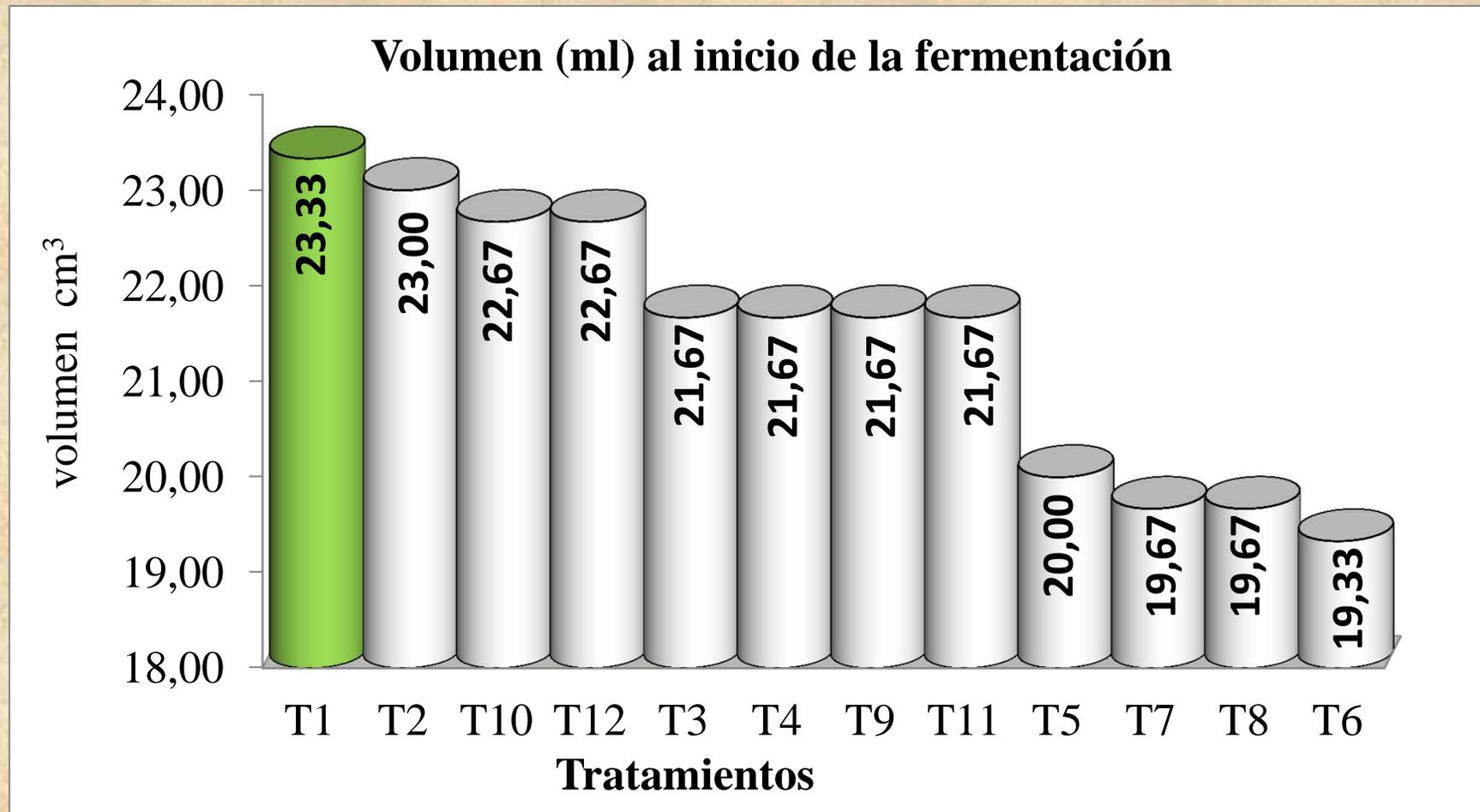
Media de la interacción de los factores A x B, del incremento de volumen al inicio de la fermentación.



Media de la interacción de los factores A x C, del incremento de volumen al inicio de la fermentación.



Media de tratamientos para el incremento de volumen (ml) al inicio de la fermentación.



Análisis de la varianza del incremento de volumen (ml) a los 10 minutos de la fermentación.

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	FC	Nivel Sig.	F.Tab. 5%	F.Tab. 1%
Total	35	119,639					
Tratamientos	11	107,639	9,7854	19,571	**	2,22	3,09
F A	2	90,389	45,1944	90,389	**	3,4	5,61
F B	1	2,250	2,2500	4,500	**	4,26	7,82
F C	1	0,250	0,2500	0,500	NS	4,26	7,82
I A x B	2	10,167	5,0833	10,167	**	2,22	3,09
I A x C	2	3,167	1,5833	3,167	**	2,22	3,09
I B x C	1	0,028	0,0278	0,056	NS	4,26	7,82
I A x B x C	2	182,167	91,0833	182,167	**	2,22	3,09
Error. Exp. CV = 2,87%	24	12,000	0,5000				

Prueba de Tukey para tratamientos de la variable incremento de volumen (ml) a los 10 minutos de la fermentación.

Tratamiento	Código	Media	Rangos de Tukey al 5%
T1	A1B1C1	24,67	a
T2	A1B1C2	24,67	a
T10	A3B1C2	23,67	a
T12	A3B2C2	23,67	a
T3	A1B2C1	23,00	a
T11	A3B2C1	23,00	a
T4	A1B2C2	22,33	b
T9	A3B1C1	22,33	b
T5	A2B1C1	20,33	c
T8	A2B2C2	20,33	c
T7	A2B2C1	20,00	c
T6	A2B1C2	19,67	c

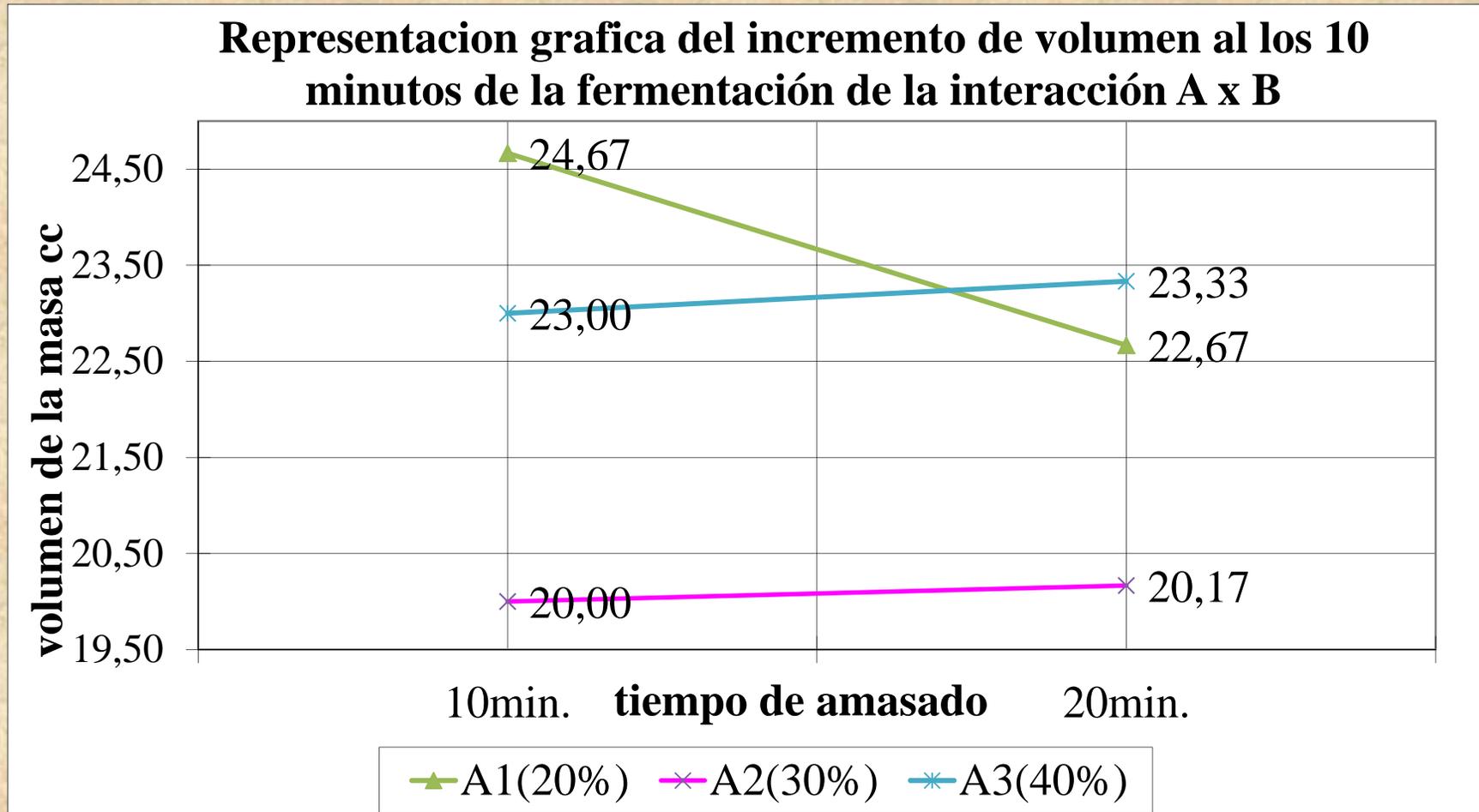
Prueba de D.M.S. para Factor A (% masa de papa) del incremento de volumen (ml) a los 10 minutos de la fermentación.

Factor A	% Masa de papa	Media	Rangos D.M.S. al 5%
A1	20	23,67	a
A3	40	23,17	a
A2	30	20,08	b

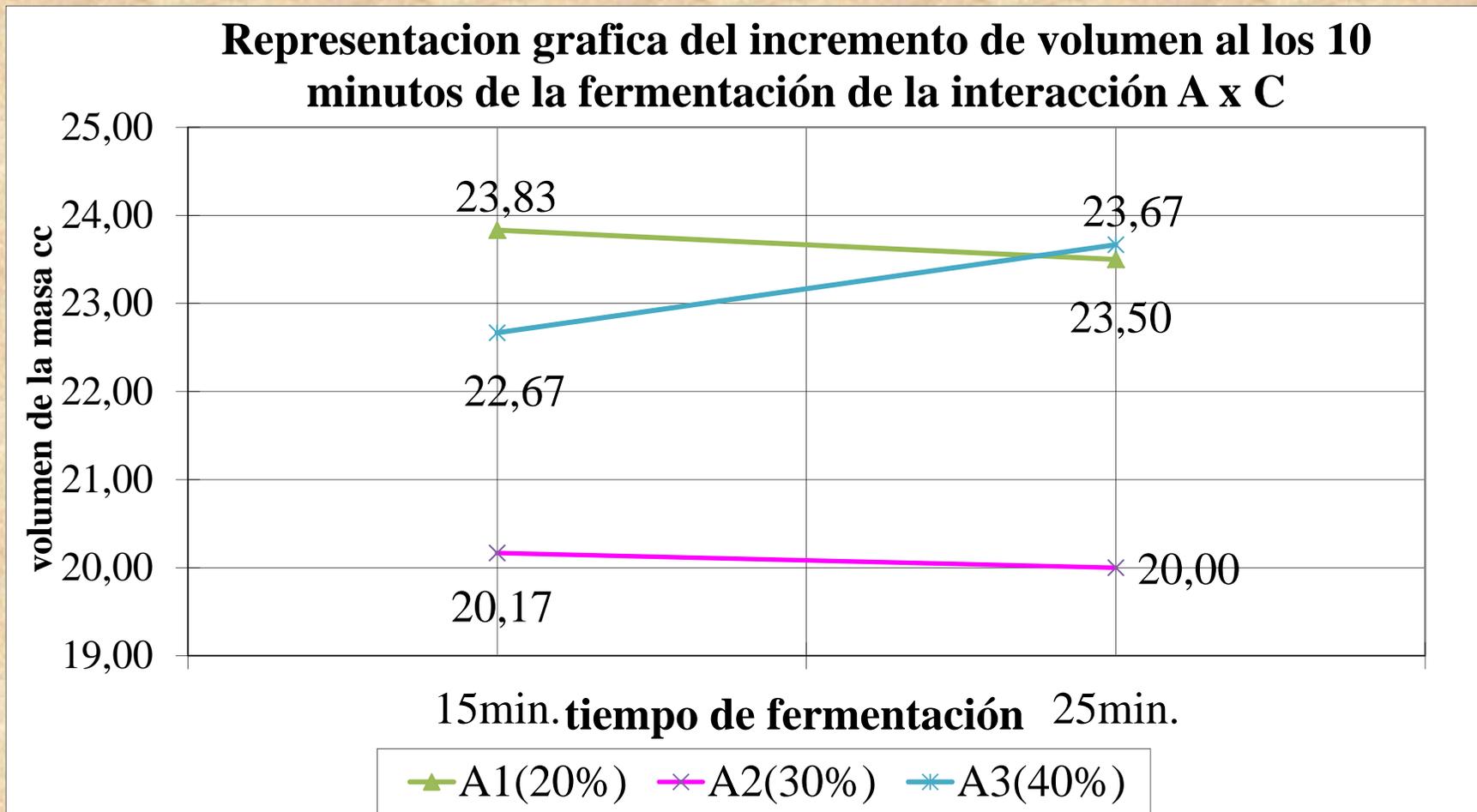
Prueba de D.M.S. para Factor B (tiempo de amasado) del incremento de volumen (ml) a los 10 minutos de fermentación.

Factor B	Tiempo de amasado	Media	Rangos D.M.S. al 5%
B1	10 minutos	22,56	a
B2	20 minutos	22,06	a

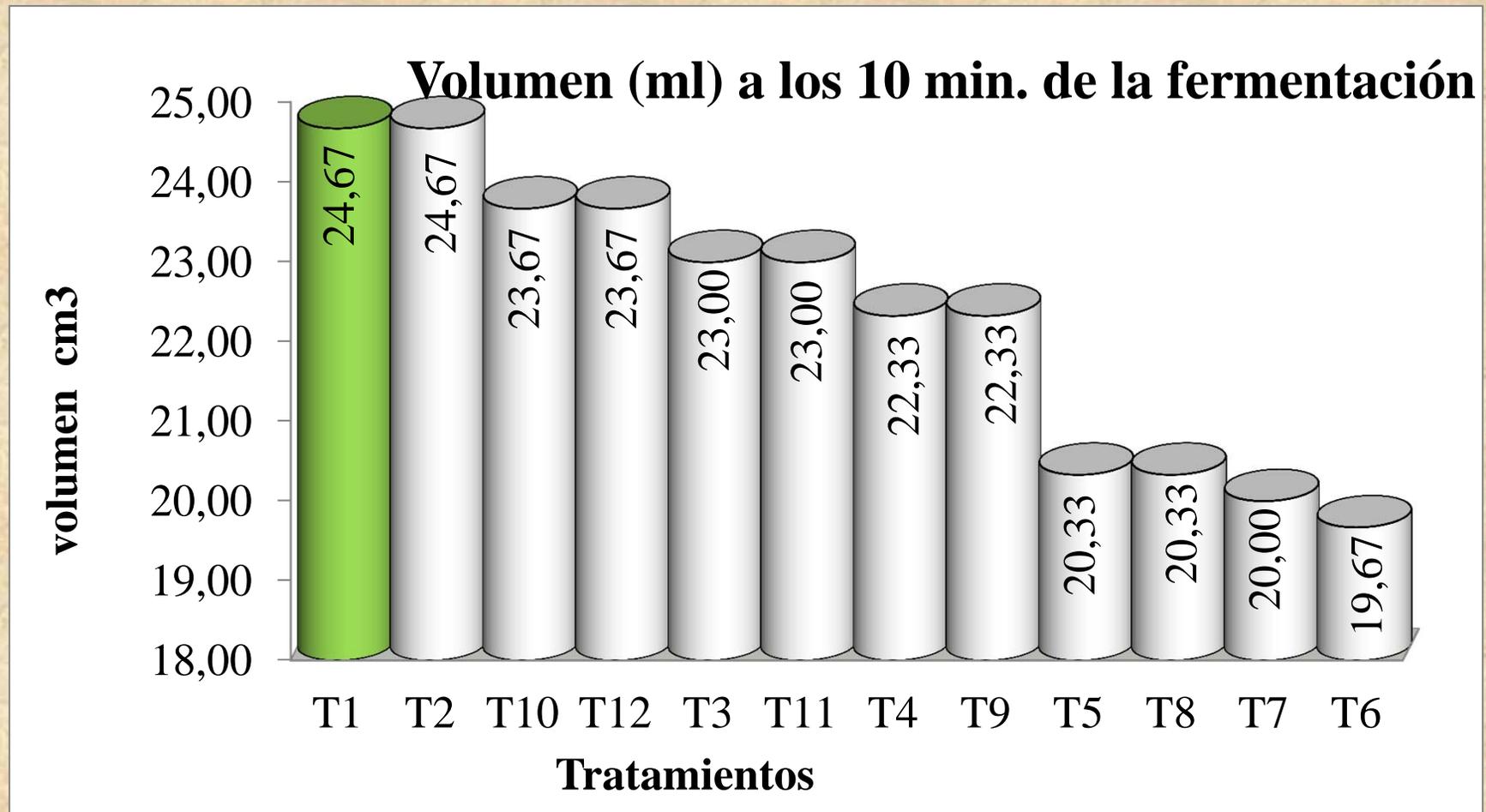
Media de la interacción de los factores A x B, del incremento de volumen a los 10 minutos de la fermentación



Media de la interacción de los factores A x C, del incremento de volumen a los 10 minutos del proceso de fermentación.



Media de tratamientos para el incremento de volumen (ml) a los 10 minutos de la fermentación.



Análisis de la varianza para el incremento de volumen (ml) a los 20 minutos de fermentación.

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	FC	Nivel Sig.	F.Tab. 5%	F.Tab. 1%
Total	35	152,306					
Tratamientos	11	143,639	13,0581	36,161	**	2,22	3,09
FA	2	134,722	67,3611	186,538	**	3,4	5,61
FB	1	0,028	0,0278	0,077	NS	4,26	7,82
FC	1	0,028	0,0278	0,077	NS	4,26	7,82
IA x B	2	7,389	3,6944	10,231	**	2,22	3,09
IA x C	2	0,389	0,1944	0,538	NS	2,22	3,09
IB x C	1	0,694	0,6944	1,923	NS	4,26	7,82
IA x B x C	2	269,833	134,9167	373,615	**	2,22	3,09
Error. Exp.	24	8,667	0,3611				

CV = 2,41%

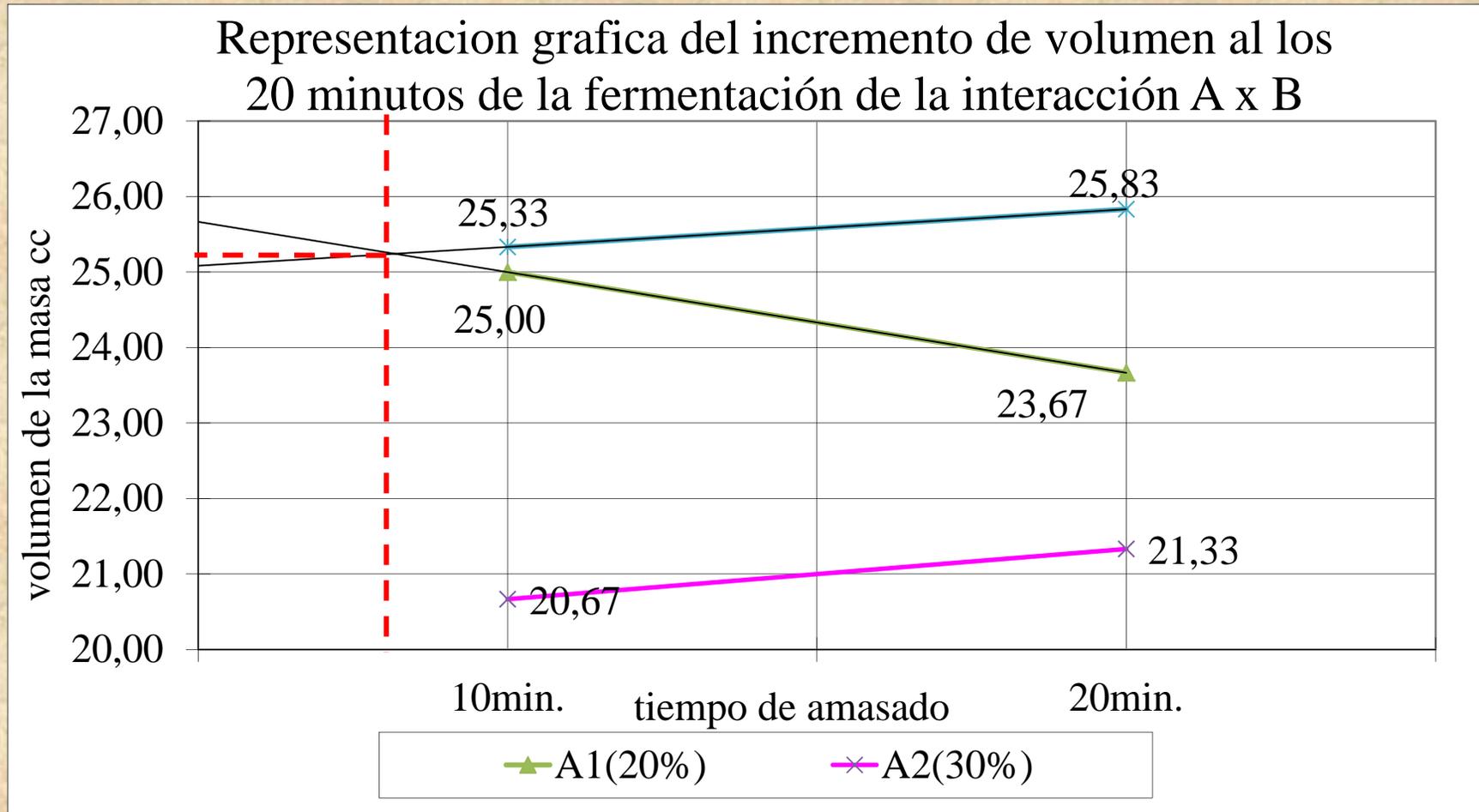
Prueba de Tukey para tratamientos en el incremento de volumen (ml) a los 20 minutos de la fermentación.

Tratamiento	Código	Media	Rangos de Tukey al 5%
T11	A3B2C1	26,00	a
T10	A3B1C2	25,67	a
T12	A3B2C2	25,67	a
T1	A1B1C1	25,00	a
T2	A1B1C2	25,00	a
T9	A3B1C1	25,00	a
T3	A1B2C1	24,00	b
T4	A1B2C2	23,33	c
T7	A2B2C1	21,33	d
T8	A2B2C2	21,33	d
T5	A2B1C1	20,67	d
T6	A2B1C2	20,67	d

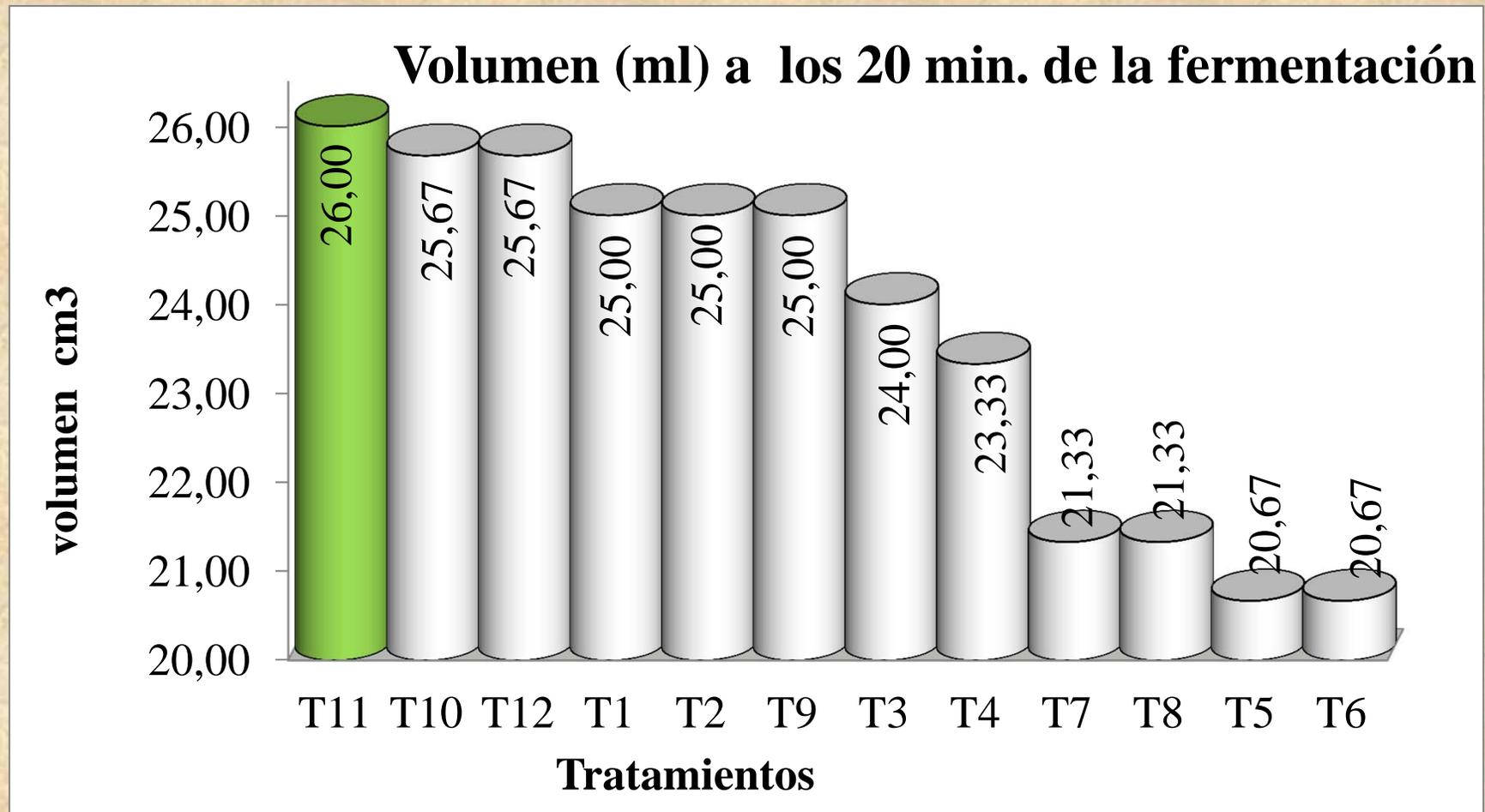
Prueba de D.M.S. para Factor A (% masa de papa) en el incremento de volumen (ml) a los 20 minutos de la fermentación.

Factor A	% Masa de papa	Media	Rangos D.M.S. al 5%
A3	40	25,58	a
A1	20	24,33	a
A2	30	21,00	b

Media de la interacción de los factores A x B, del incremento de volumen a los 20 minutos de la fermentación



Media de los tratamientos para el incremento de volumen (ml) a los 20 minutos de la fermentación.



Análisis de la varianza para el incremento de volumen (ml) a los 30 minutos de la fermentación.

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	FC	Nivel Sig.	F.Tab. 5%	F.Tab. 1%
Total	35	186,222					
Tratamientos	11	174,889	15,8990	33,668	**	2,22	3,09
F A	2	166,056	83,0278	175,824	**	3,4	5,61
F B	1	0,444	0,4444	0,941	NS	4,26	7,82
F C	1	1,778	1,7778	3,765	NS	4,26	7,82
I A x B	2	3,389	1,6944	3,588	**	2,22	3,09
I A x C	2	2,056	1,0278	2,176	NS	2,22	3,09
I B x C	1	0,444	0,4444	0,941	NS	4,26	7,82
I A x B x C	2	332,833	166,4167	352,412	**	2,22	3,09
Error. Exp.	24	11,333	0,4722				

CV = 2,68%

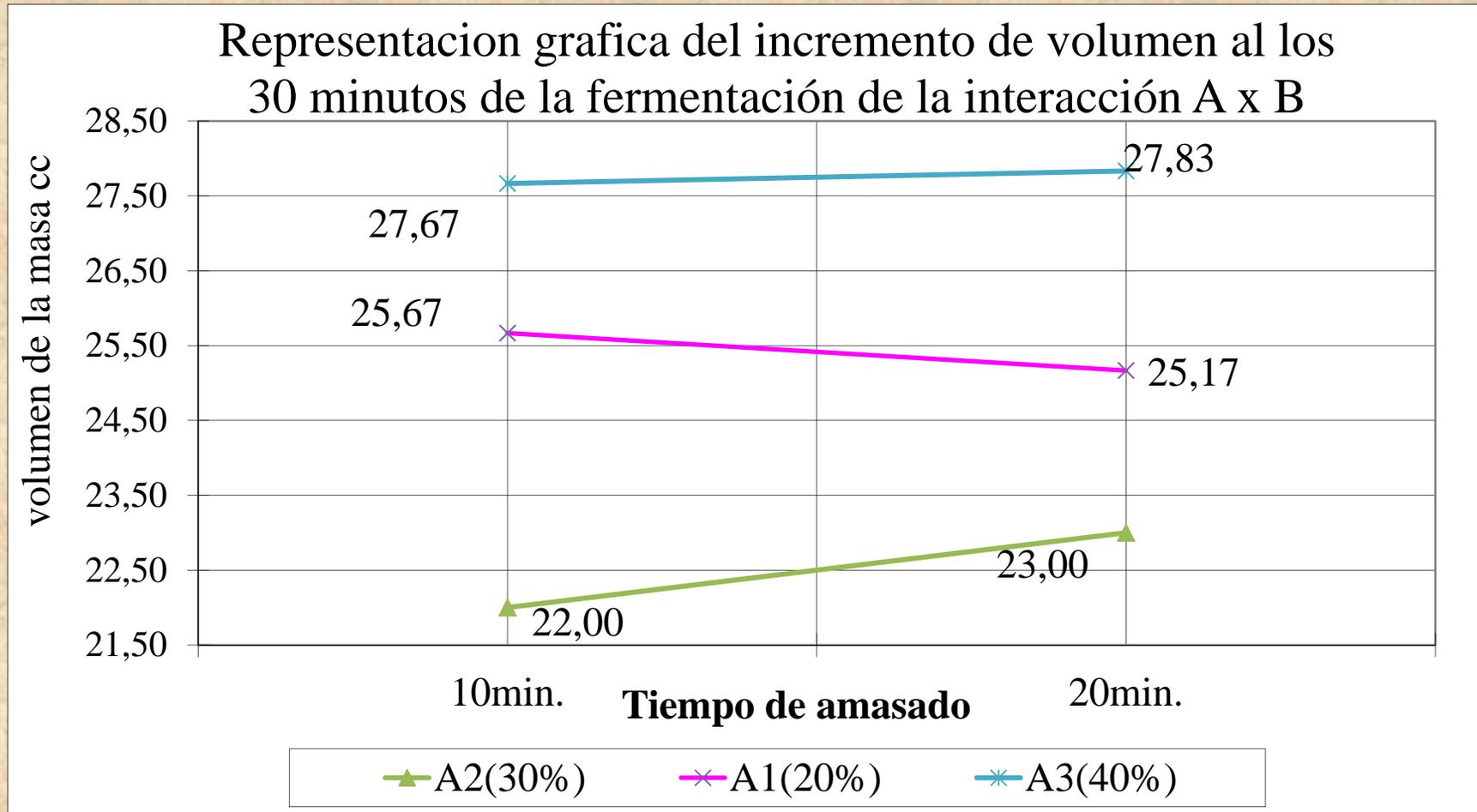
Prueba de Tukey para tratamientos en el incremento de volumen (ml) a los 30 minutos de la fermentación.

Tratamiento	Código	Media	Rangos de Tukey al 5%
T11	A3B2C1	28,33	a
T9	A3B1C1	27,67	a
T10	A3B1C2	27,67	a
T12	A3B2C2	27,33	a
T1	A1B1C1	25,67	b
T2	A1B1C2	25,67	b
T4	A1B2C2	25,33	b
T3	A1B2C1	25,00	b
T7	A2B2C1	23,67	c
T5	A2B1C1	22,33	d
T8	A2B2C2	22,33	d
T6	A2B1C2	21,67	d

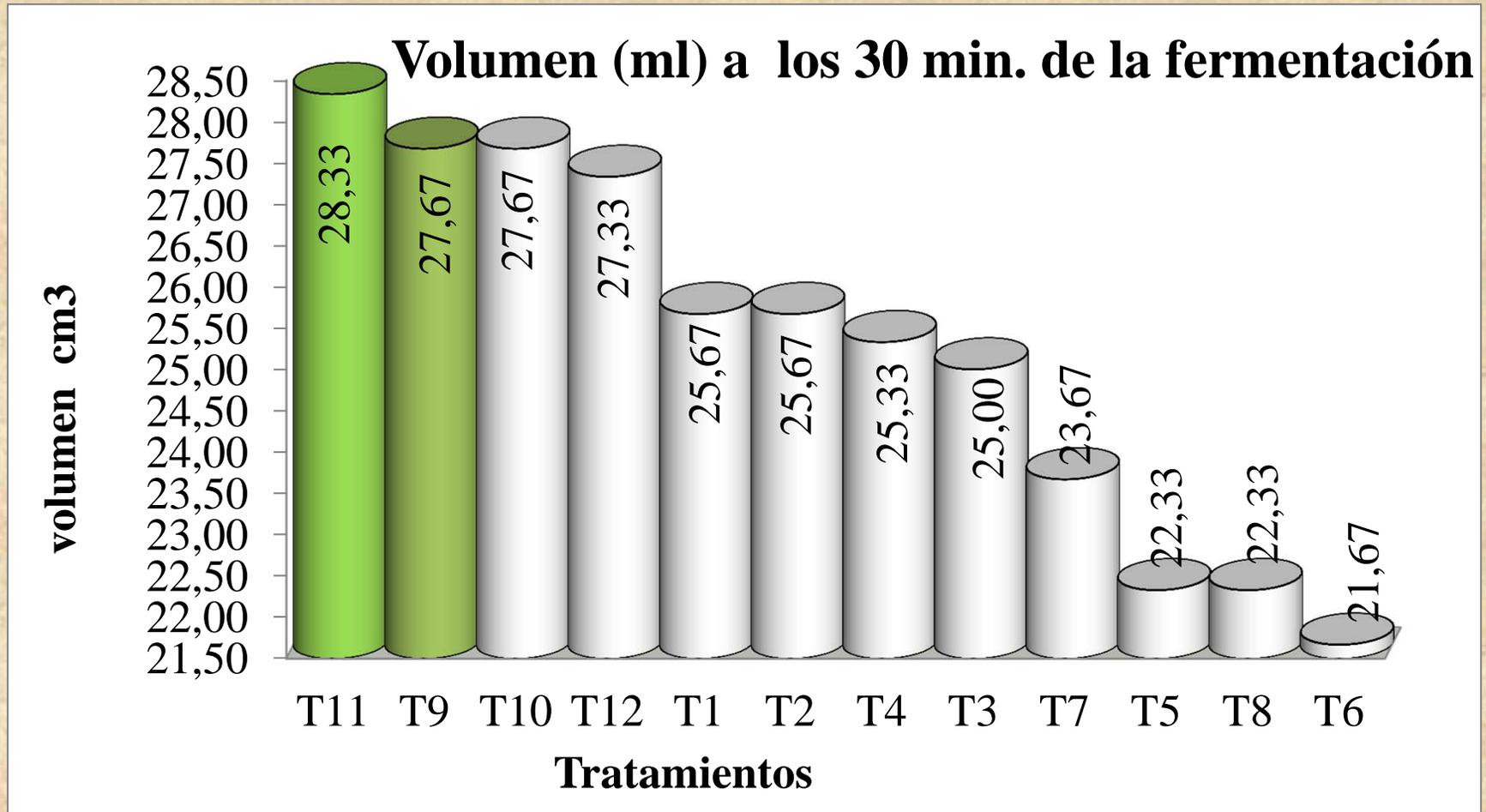
Prueba de D.M.S. para Factor A (% masa de papa) de el incremento de volumen (ml) a los 30 minutos de la fermentación.

Factor A	% Masa de papa	Media	Rangos D.M.S. al 5%
A3	40	27,75	a
A1	20	25,42	b
A2	30	22,50	c

Media de la interacción de los factores A x B, del incremento de volumen a los 30 minutos de la fermentación



Media de tratamientos para el incremento de volumen (ml) a los 30 minutos de la fermentación.



Análisis de la varianza para el incremento de volumen (ml) a los 40 minutos de la fermentación.

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	FC	Nivel Sig.	F.Tab. 5%	F.Tab. 1%
Total	35	226,000					
Tratamientos	11	206,667	18,7879	23,323	**	2,22	3,09
F A	2	197,167	98,5833	122,379	**	3,4	5,61
F B	1	1,000	1,0000	1,241	NS	4,26	7,82
F C	1	0,111	0,1111	0,138	NS	4,26	7,82
I A x B	2	0,500	0,2500	0,310	NS	2,22	3,09
I A x C	2	2,056	1,0278	1,276	NS	2,22	3,09
I B x C	1	0,444	0,4444	0,552	NS	4,26	7,82
I A x B x C	2	399,722	199,8611	248,103	**	2,22	3,09
Error. Exp.	24	19,333	0,8056				

CV = 3,21%

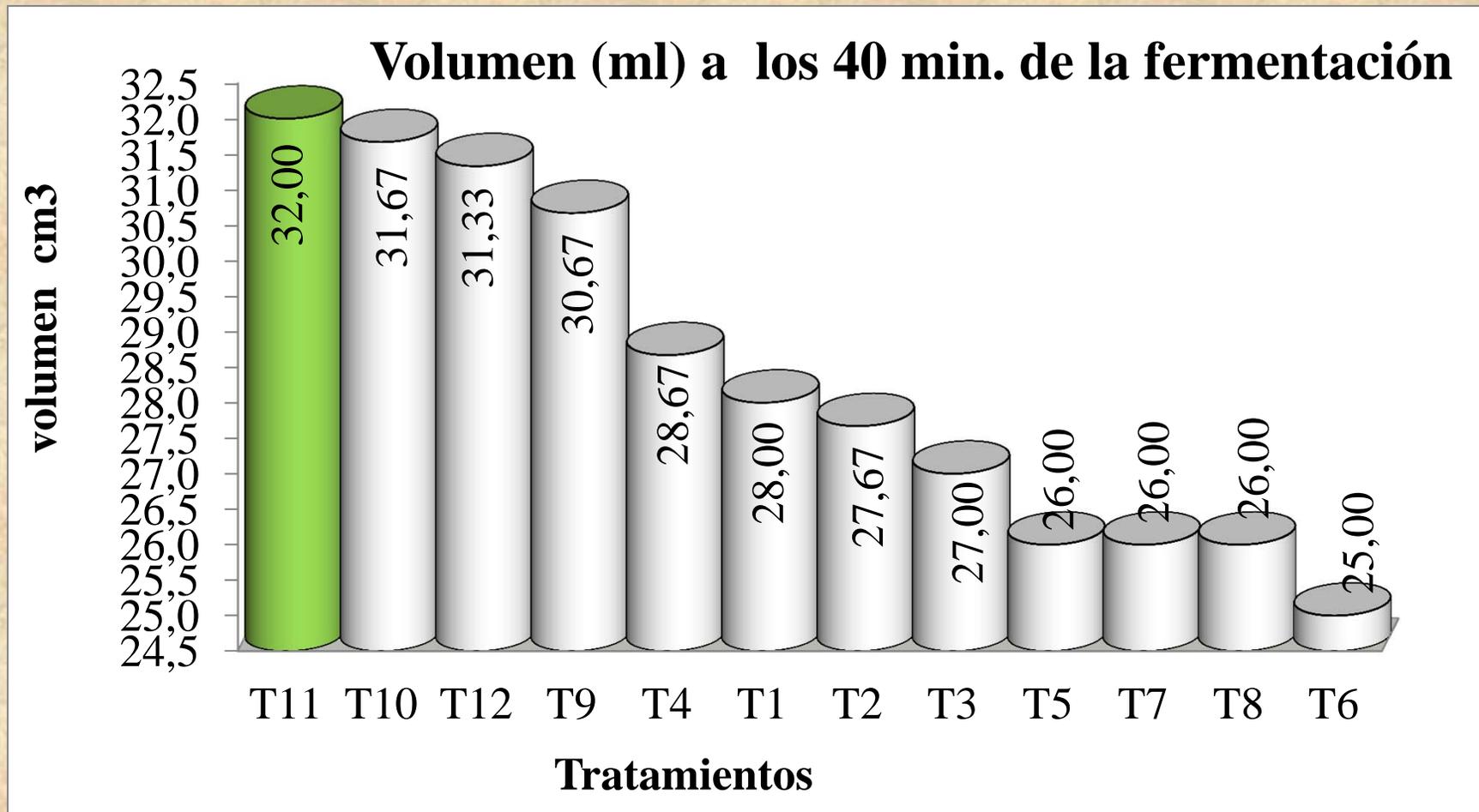
Prueba de Tukey para tratamientos en el incremento de volumen (ml) a los 40 minutos de la fermentación.

Tratamiento	Código	Media	Rangos de Tukey al 5%
T11	A3B2C1	32,00	a
T10	A3B1C2	31,67	a
T12	A3B2C2	31,33	a
T9	A3B1C1	30,67	a
T4	A1B2C2	28,67	b
T1	A1B1C1	28,00	b
T2	A1B1C2	27,67	b
T3	A1B2C1	27,00	b
T5	A2B1C1	26,00	c
T7	A2B2C1	26,00	c
T8	A2B2C2	26,00	c
T6	A2B1C2	25,00	d

Prueba de D.M.S. para Factor A en el incremento de volumen (ml) a los 40 minutos de la fermentación.

Factor A	% Masa de papa	Media	Rangos D.M.S. al 5%
A3	40	31,42	a
A1	20	27,83	b
A2	30	25,75	b

Media de los tratamientos para el incremento de volumen (ml) a los 40 minutos de la fermentación.



Análisis de la varianza para el incremento de volumen (ml) a los 55 minutos de la fermentación.

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	FC	Nivel Sig.	F.Tab. 5%	F.Tab. 1%
Total	35	421,639					
Tratamientos	11	394,972	35,9066	32,316	**	2,22	3,09
FA	2	366,889	183,4444	165,100	**	3,4	5,61
FB	1	0,250	0,2500	0,225	NS	4,26	7,82
FC	1	8,028	8,0278	7,225	*	4,26	7,82
IA x B	2	8,000	4,0000	3,600	**	2,22	3,09
IA x C	2	8,222	4,1111	3,700	**	2,22	3,09
IB x C	1	0,694	0,6944	0,625	NS	4,26	7,82
IA x B x C	2	736,667	368,3333	331,500	**	2,22	3,09
Error. Exp.	24	26,667	1,1111				

CV = 3,36%

Prueba de Tukey para tratamientos en el incremento de volumen (ml) a los 55 minutos de la fermentación.

Tratamiento	Código	Media	Rangos de Tukey al 5%
T11	A3B2C1	35,67	a
T12	A3B2C2	35,33	a
T10	A3B1C2	35,00	a
T9	A3B1C1	34,33	a
T1	A1B1C1	31,33	b
T2	A1B1C2	29,67	b
T3	A1B2C1	29,33	b
T4	A1B2C2	29,33	b
T7	A2B2C1	28,67	b
T5	A2B1C1	28,33	c
T8	A2B2C2	27,00	c
T6	A2B1C2	25,67	d

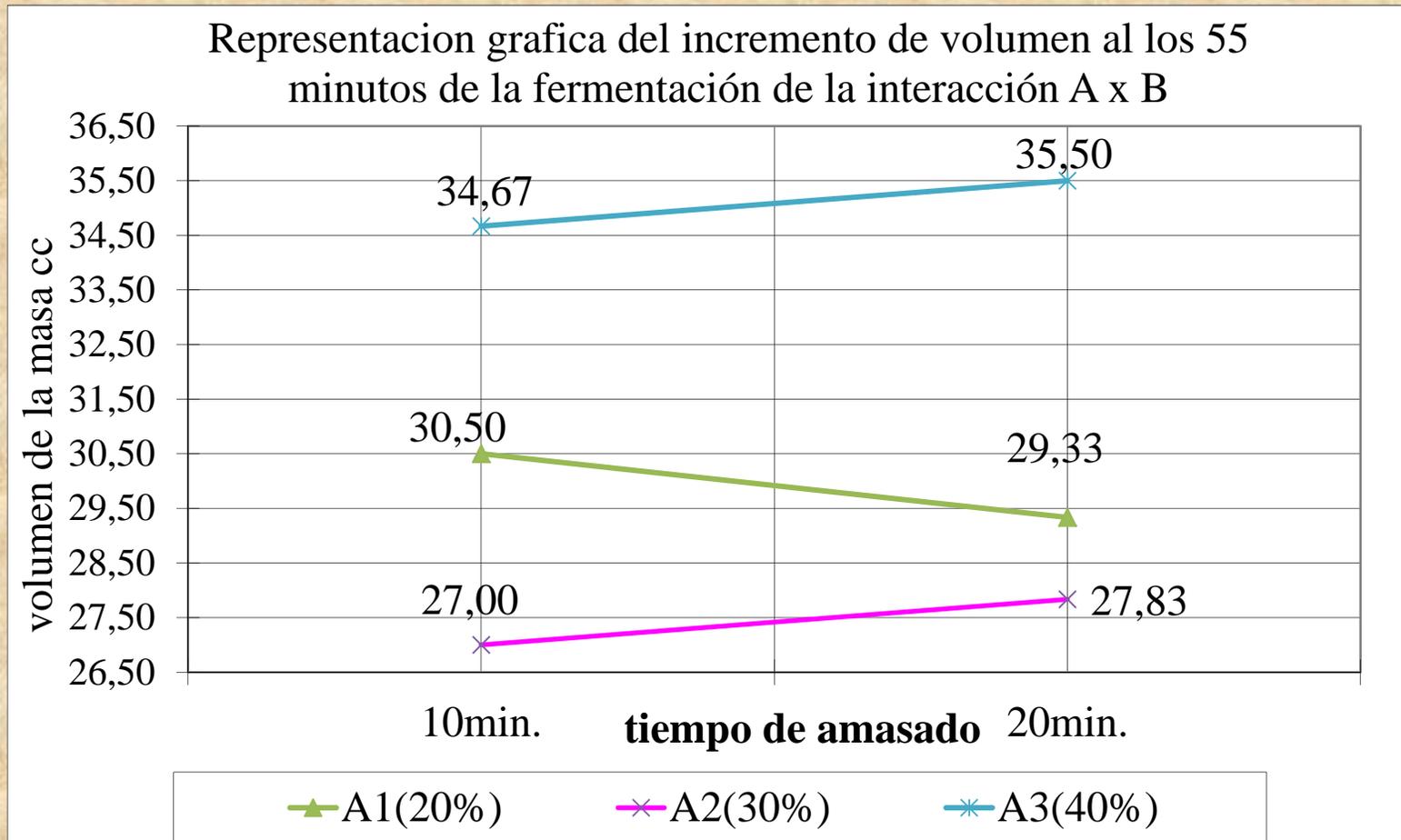
Prueba de D.M.S. para Factor A (% masa de papa) en el incremento de volumen (ml) a los 55 minutos de la fermentación.

Factor A	% Masa de papa	Media	Rangos D.M.S. al 5%
A3	40	35,08	a
A1	20	29,92	b
A2	30	27,42	b

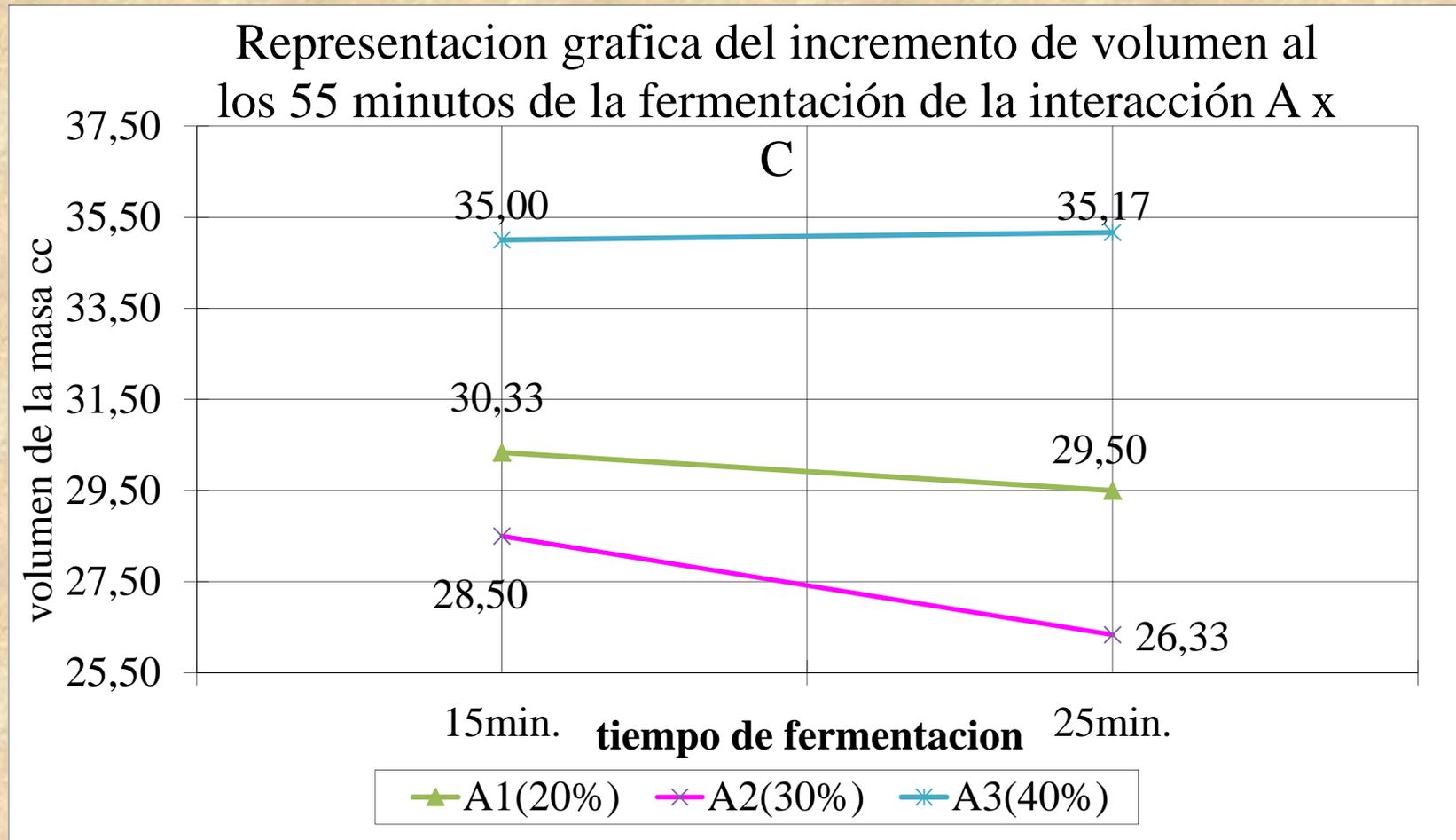
Prueba de D.M.S. para Factor C (tiempo de fermentación) en el incremento de volumen (ml) a los 55 minutos de la fermentación.

Factor C	Tiempo de fermentación	Media	Rangos D.M.S. al 5%
C1	15 minutos	31,28	a
C2	25 minutos	30,33	a

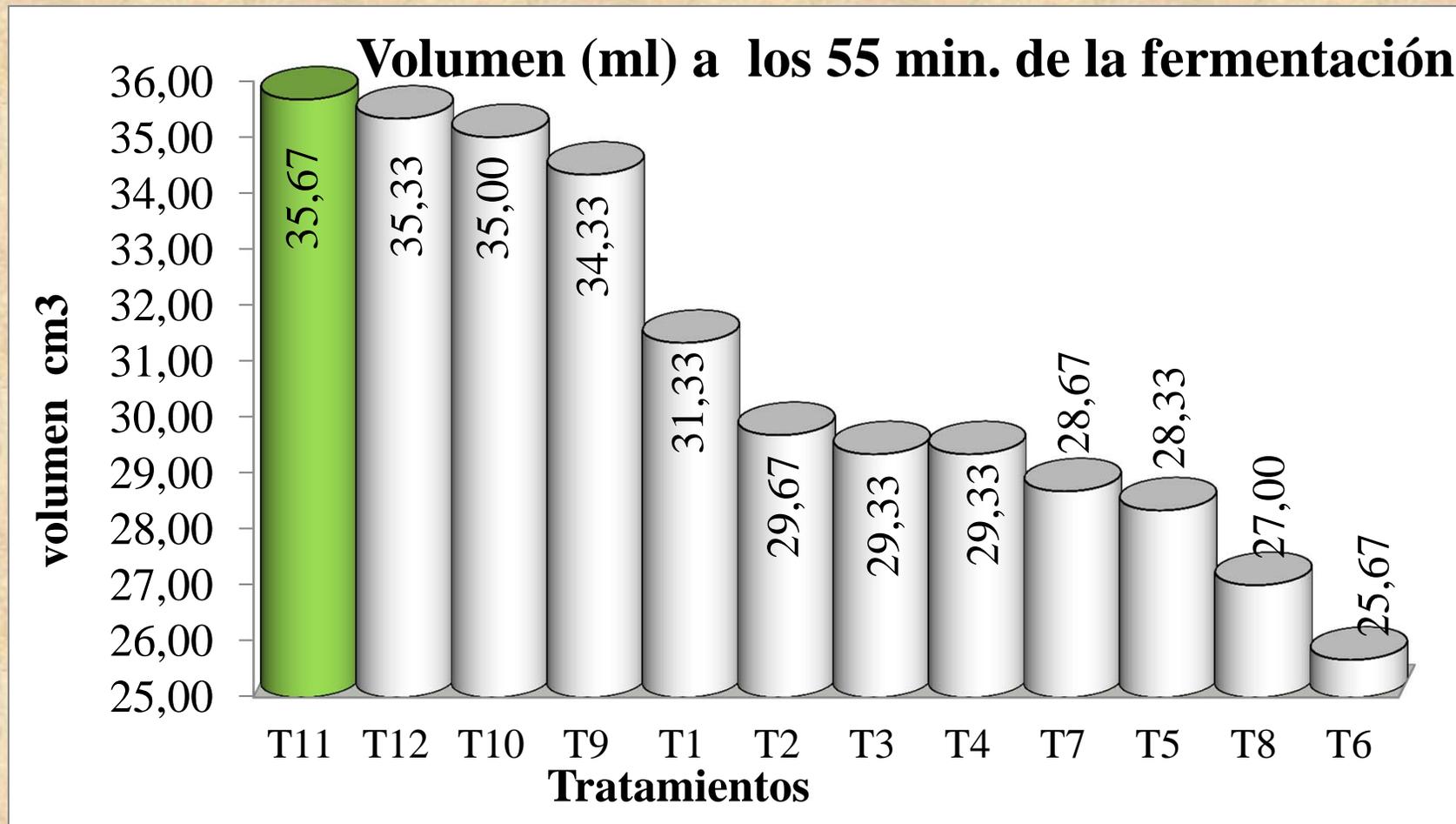
Media de la interacción de los factores A x B, del incremento de volumen a los 55 minutos de la fermentación.



Media de la interacción de los factores A x C, del incremento de volumen a los 55 minutos de la fermentación.



Media de los tratamientos para el incremento de volumen (ml) a los 55 minutos de la fermentación.



Análisis de la varianza para la variable Temperatura (°C) al inicio de la fermentación.

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	FC	Nivel Sig.	F.Tab. 5%	F.Tab. 1%
Total	35	32,465					
Tratamientos	11	32,455	2,9505	6987,933	**	2,22	3,09
F A	2	8,890	4,4448	10527,059	**	3,4	5,61
F B	1	20,946	20,9459	49608,658	**	4,26	7,82
F C	1	0,001	0,0005	1,289	NS	4,26	7,82
I A x B	2	2,616	1,3082	3098,375	**	2,22	3,09
I A x C	2	0,000	0,0001	0,322	NS	2,22	3,09
I B x C	1	0,002	0,0022	5,158	*	4,26	7,82
I A x B x C	2	17,779	8,8897	21054,441	**	2,22	3,09
Error. Exp.	24	0,010	0,0004				

CV = 0,07%

Prueba de Tukey para tratamientos en la variable Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) al inicio de la fermentación.

Tratamiento	Código	Media	Rangos de Tukey al 5%
T11	A3B2C1	32,10	a
T12	A3B2C2	32,10	a
T3	A1B2C1	31,10	b
T4	A1B2C2	31,10	b
T7	A2B2C1	30,30	b
T8	A2B2C2	30,30	b
T1	A1B1C1	29,90	c
T2	A1B1C2	29,90	c
T9	A3B1C1	29,80	c
T10	A3B1C2	29,80	c
T5	A2B1C1	29,20	d
T6	A2B1C2	29,20	d

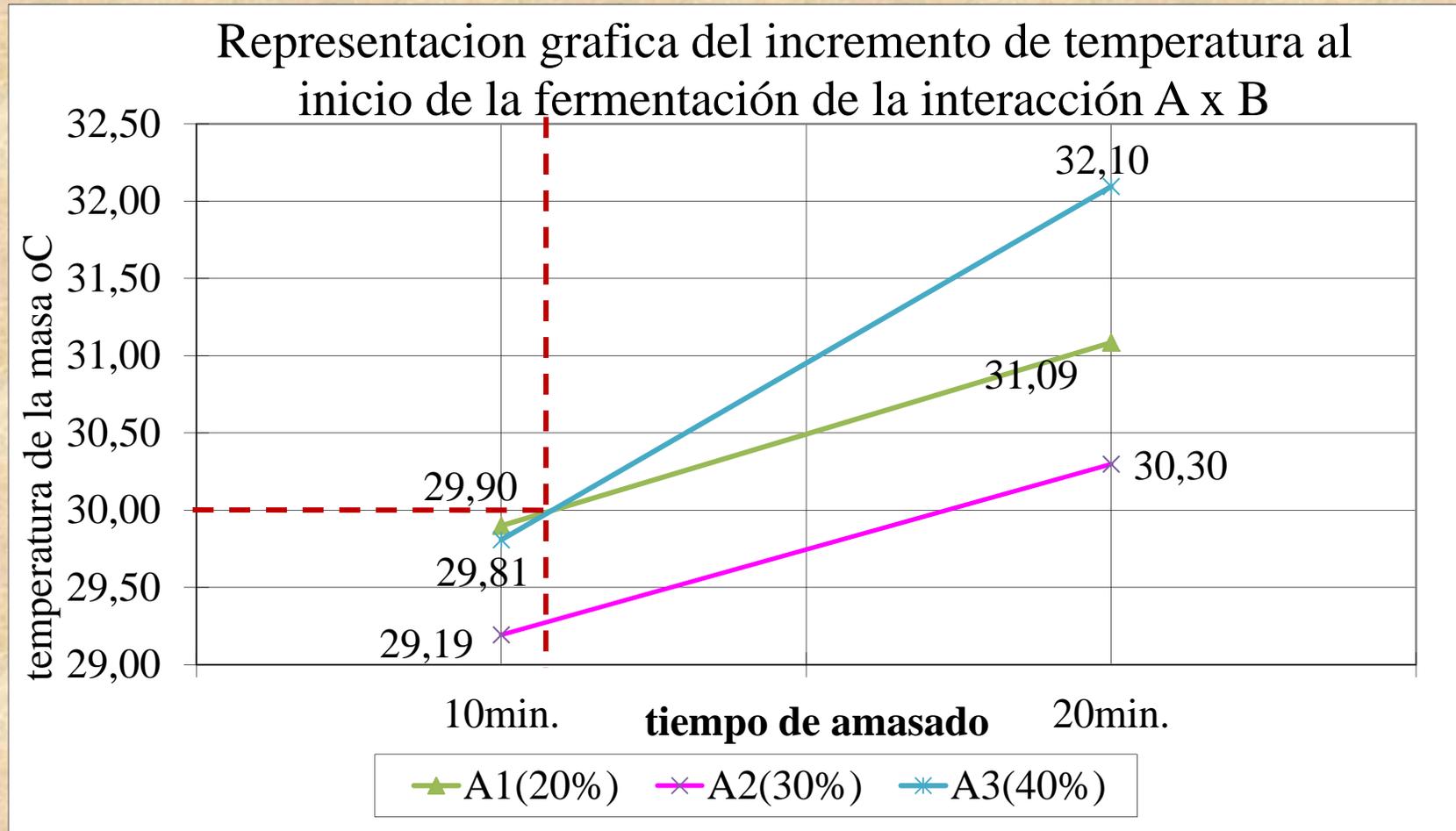
Prueba de D.M.S. para Factor A (% masa de papa) en la variable Temperatura (°C) al inicio de la fermentación.

Factor A	% Masa de papa	Media	Rangos D.M.S. al 5%
A3	40	30,95	a
A1	20	30,49	b
A2	30	29,75	b

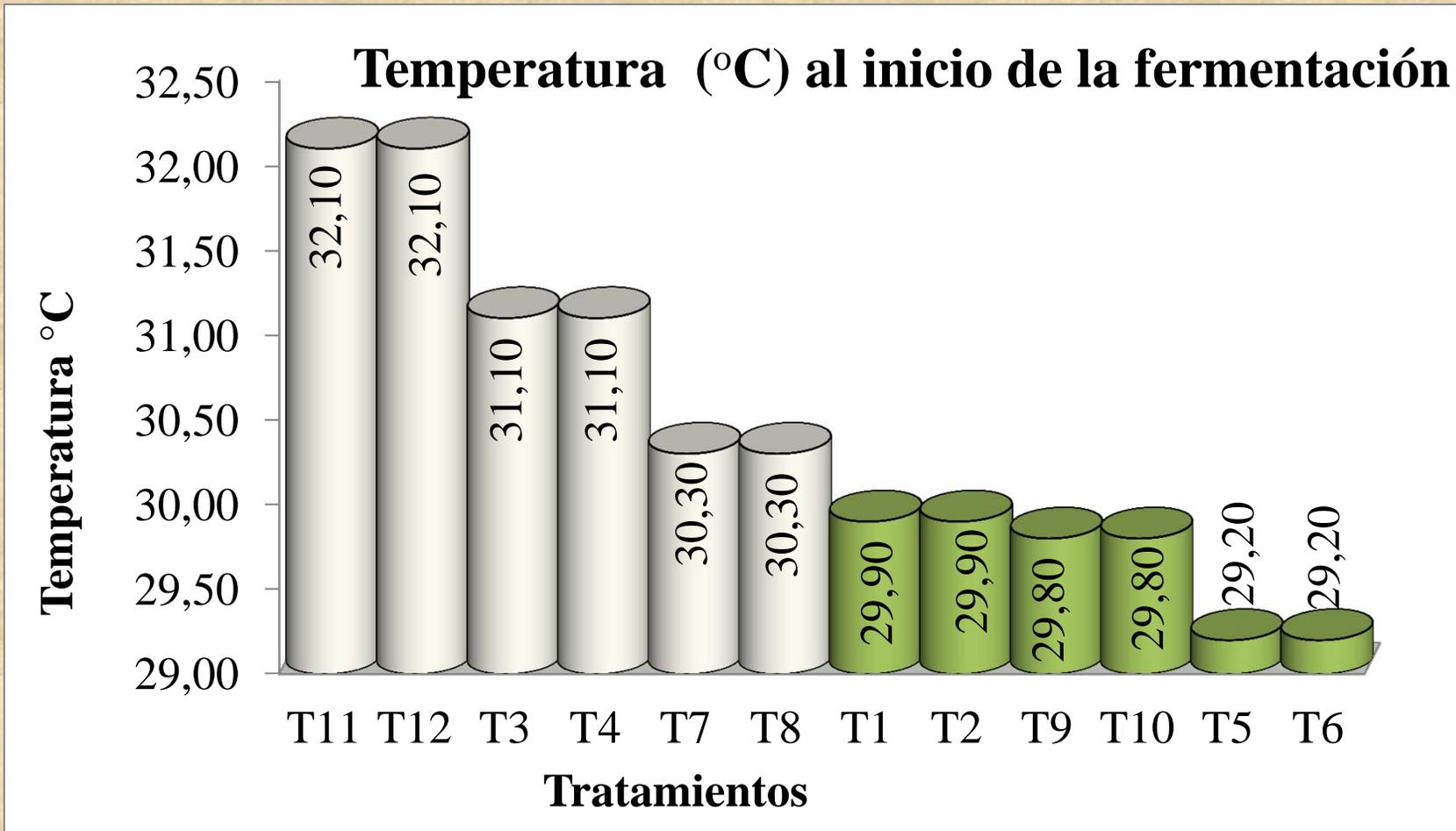
Prueba de D.M.S. para Factor B (tiempo de amasado) en la variable Temperatura (°C) al inicio de la fermentación.

Factor B	Tiempo de amasado	Media	Rangos D.M.S. al 5%
B2	20 minutos	31,16	a
B1	10 minutos	29,63	b

Media de la interacción de los factores A x B, de la variable Temperatura al inicio de la fermentación.



Media de los tratamientos para la variable Temperatura (°C) al inicio del proceso de fermentación.



Análisis de la varianza para el incremento de temperatura (°C) a los 10 minutos de la fermentación.

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	FC	Nivel Sig.	F.Tab. 5%	F.Tab. 1%
Total	35	26,827					
Tratamientos	11	23,674	2,1522	16,380	**	2,22	3,09
FA	2	9,620	4,8100	36,609	**	3,4	5,61
FB	1	0,302	0,3025	2,302	NS	4,26	7,82
FC	1	0,902	0,9025	6,869	*	4,26	7,82
IA x B	2	4,927	2,4633	18,748	**	2,22	3,09
IA x C	2	2,487	1,2433	9,463	**	2,22	3,09
IB x C	1	1,034	1,0336	7,867	*	4,26	7,82
IA x B x C	2	23,642	11,8211	89,970	**	2,22	3,09
Error. Exp.	24	3,153	0,1314				

CV = 1,24%

Prueba de Tukey para tratamientos en el incremento de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) a los 10 minutos de la fermentación.

Tratamiento	Código	Media	Rangos de Tukey al 5%
T2	A1B1C2	29,37	a
T3	A1B2C1	29,20	a
T1	A1B1C1	29,13	a
T5	A2B1C1	28,00	b
T8	A2B2C2	27,87	b
T12	A3B2C2	27,77	b
T11	A3B2C1	27,73	b
T7	A2B2C1	27,60	b
T10	A3B1C2	27,40	b
T6	A2B1C2	27,37	b
T4	A1B2C2	26,93	c
T9	A3B1C1	26,93	c

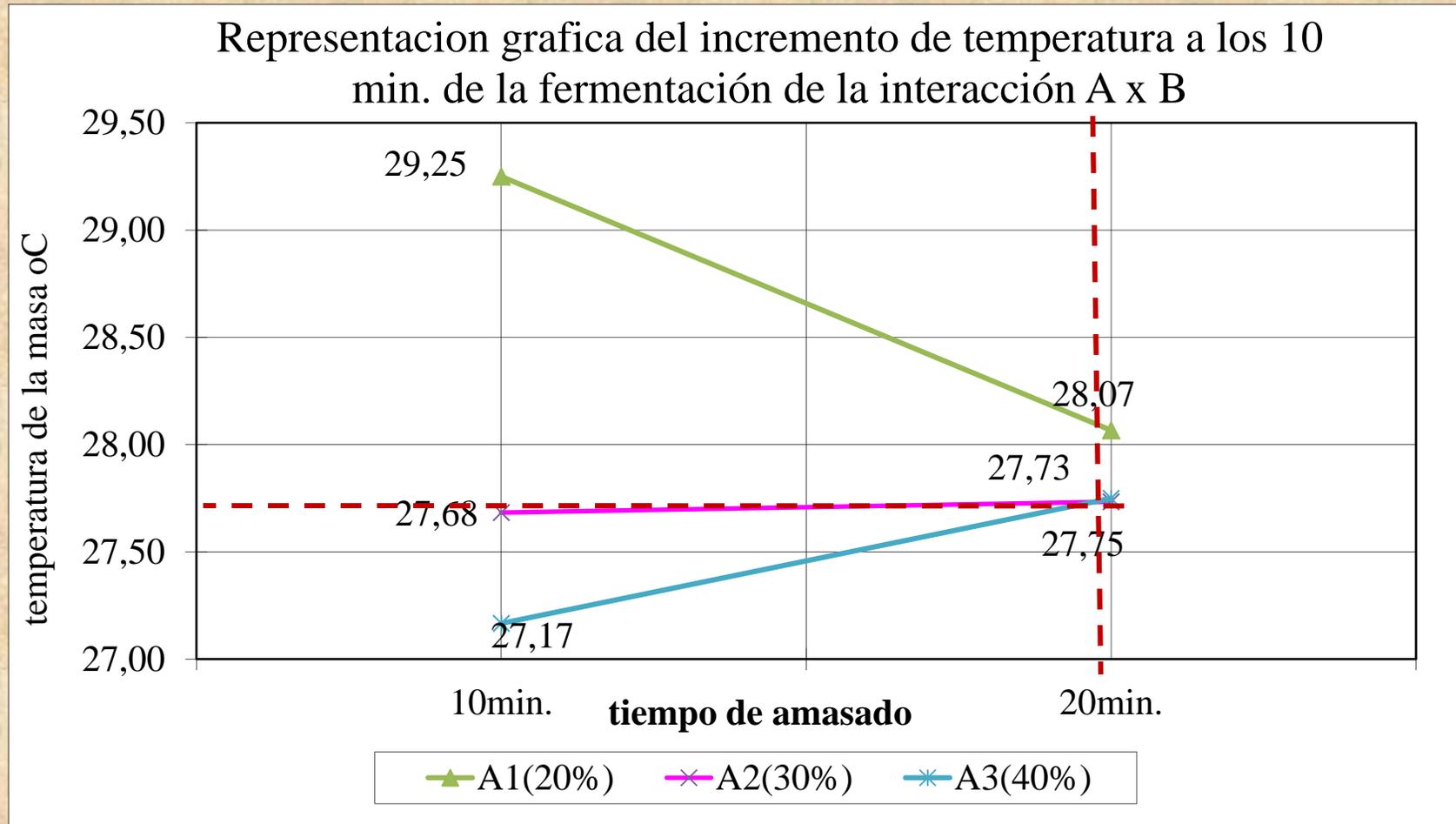
Prueba de D.M.S. para Factor A (% masa de papa) en el incremento de Temperatura (°C) a los 10 minutos de la fermentación.

Factor A	% Masa de papa	Media	Rangos D.M.S. al 5%
A1	20	28,66	a
A2	30	27,71	b
A3	40	27,46	b

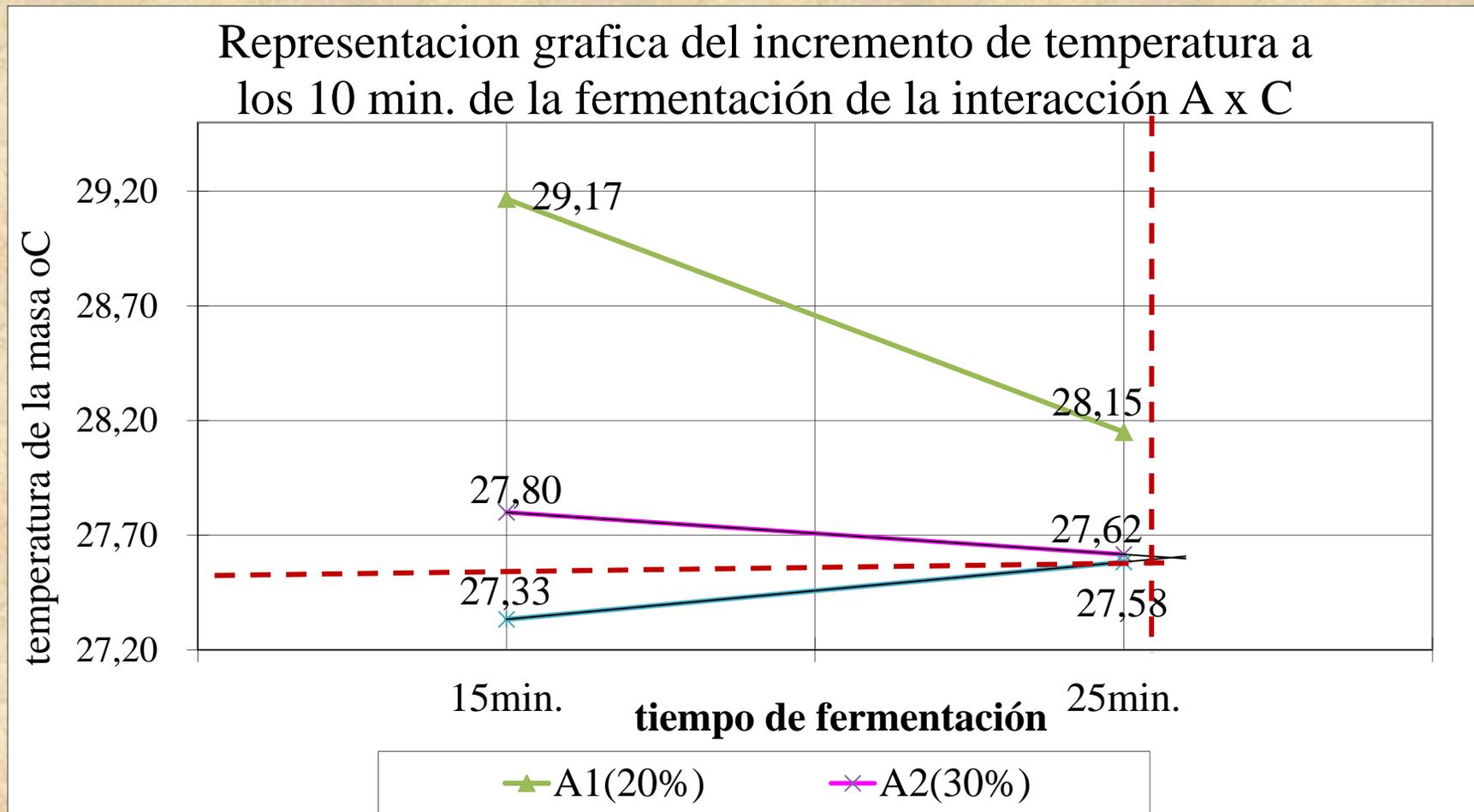
Prueba de D.M.S. para Factor C (tiempo de fermentación) en el incremento de Temperatura (°C) a los 10 minutos de la fermentación.

Factor C	Tiempo de fermentación	Media	Rangos D.M.S. al 5%
C1	15 minutos	28,10	a
C2	25 minutos	27,78	a

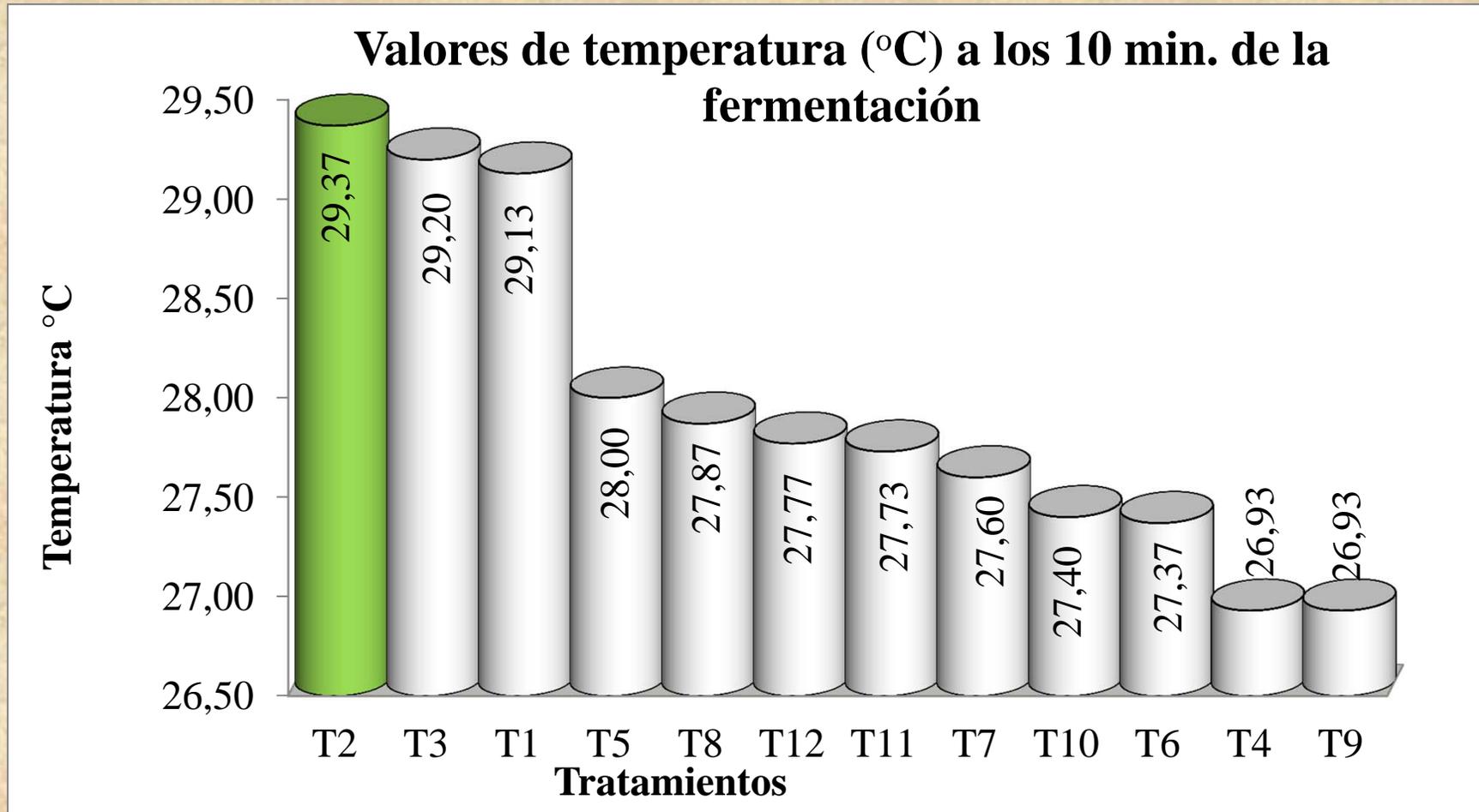
Media de la interacción de los factores A x B, del incremento de Temperatura a los 10 minutos de la fermentación.



Media de la interacción de los factores A x C, del incremento de Temperatura a los 10 minutos de la fermentación.



Media de los tratamientos para la variable Temperatura (°C) a los 10 minutos del proceso de fermentación.



Análisis de la varianza para el incremento de temperatura (°C) a los 20 minutos de la fermentación.

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	FC	Nivel Sig.	F.Tab. 5%	F.Tab. 1%
Total	35	31,327					
Tratamientos	11	20,867	1,8970	4,353	**	2,22	3,09
FA	2	2,382	1,1908	2,732	NS	3,4	5,61
FB	1	3,934	3,9336	9,025	**	4,26	7,82
FC	1	0,174	0,1736	0,398	NS	4,26	7,82
IA x B	2	12,271	6,1353	14,077	**	2,22	3,09
IA x C	2	0,017	0,0086	0,020	NS	2,22	3,09
IB x C	1	0,840	0,8403	1,928	NS	4,26	7,82
IA x B x C	2	6,014	3,0069	6,899	**	2,22	3,09
Error. Exp.	24	10,460	0,4358				

CV = 2,38%

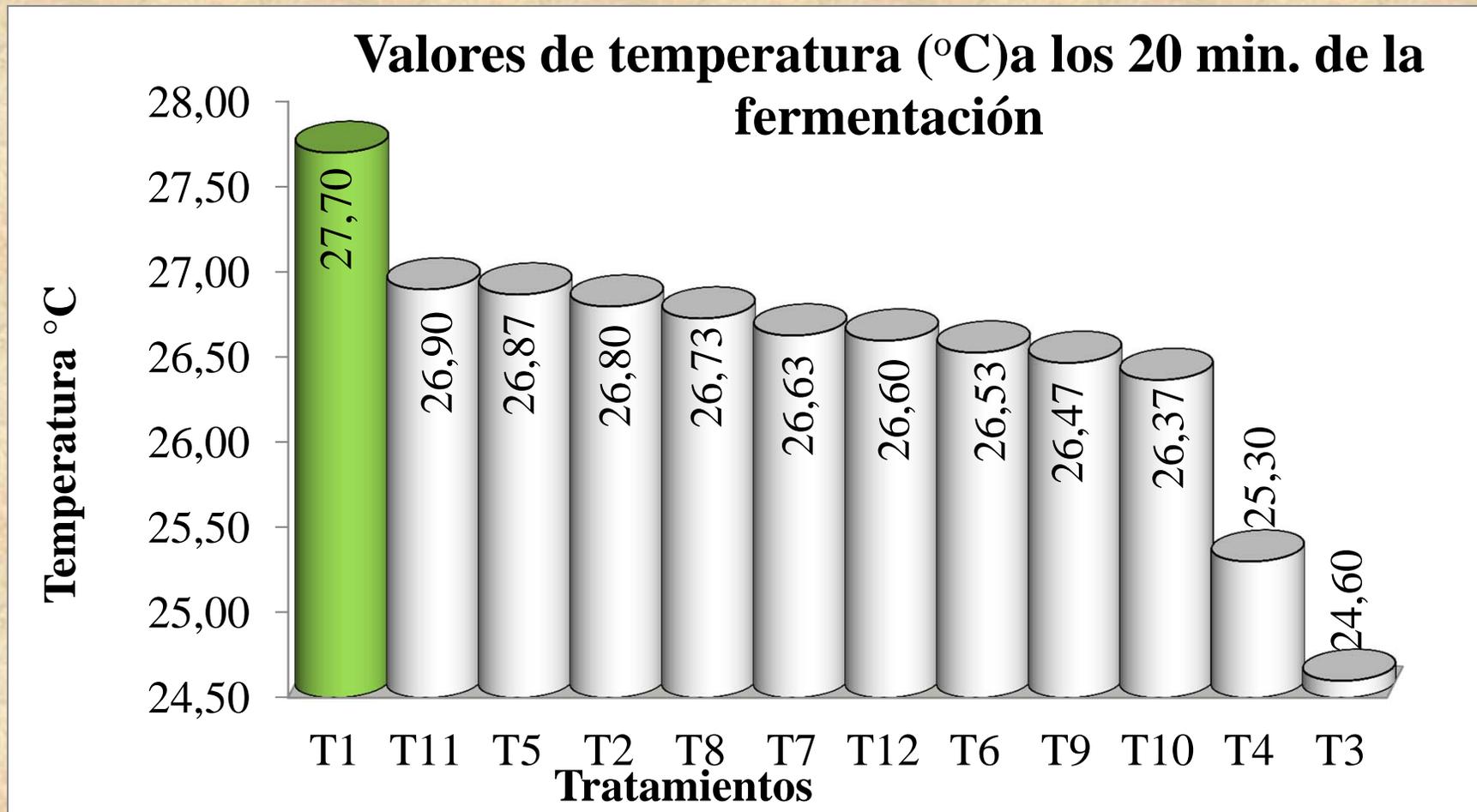
Prueba de Tukey para tratamientos en el incremento de temperatura (°C) a los 20 minutos de la fermentación.

Tratamiento	Código	Media	Rangos de Tukey al 5%
T1	A1B1C1	27,70	a
T11	A3B2C1	26,90	a
T5	A2B1C1	26,87	a
T2	A1B1C2	26,80	a
T8	A2B2C2	26,73	a
T7	A2B2C1	26,63	a
T12	A3B2C2	26,60	a
T6	A2B1C2	26,53	a
T9	A3B1C1	26,47	a
T10	A3B1C2	26,37	a
T4	A1B2C2	25,30	b
T3	A1B2C1	24,60	c

Prueba de D.M.S. para Factor B (tiempo de amasado) en el incremento de Temperatura (°C) a los 20 minutos de la fermentación.

Factor B	Tiempo de amasado	Media	Rangos D.M.S. al 5%
B1	10 minutos	26,79	a
B2	20 minutos	26,13	a

Media de los tratamientos para la variable Temperatura (°C) a los 20 minutos del proceso de fermentación.



Análisis de la varianza para el incremento de temperatura (°C) a los 30 minutos de la fermentación.

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	FC	Nivel Sig.	F.Tab. 5%	F.Tab. 1%
Total	35	19,388					
Tratamientos	11	14,128	1,2843	5,860	**	2,22	3,09
F A	2	5,887	2,9433	13,430	**	3,4	5,61
F B	1	0,100	0,1003	0,458	NS	4,26	7,82
F C	1	1,174	1,1736	5,355	*	4,26	7,82
I A x B	2	0,949	0,4744	2,165	NS	2,22	3,09
I A x C	2	3,296	1,6478	7,518	**	2,22	3,09
I B x C	1	0,062	0,0625	0,285	NS	4,26	7,82
I A x B x C	2	14,433	7,2167	32,928	**	2,22	3,09
Error. Exp.	24	5,260	0,2192				

CV = 1,85%

Prueba de Tukey para tratamientos en la variable incremento de temperatura (°C) a los 30 minutos de la fermentación.

Tratamiento	Código	Media	Rangos de Tukey al 5%
T5	A2B1C1	26,67	a
T3	A1B2C1	26,53	a
T12	A3B2C2	26,40	a
T9	A3B1C1	26,33	a
T10	A3B1C2	26,30	a
T6	A2B1C2	26,27	a
T11	A3B2C1	26,27	a
T8	A2B2C2	26,20	a
T7	A2B2C1	25,63	a
T1	A1B1C1	25,50	a
T2	A1B1C2	25,10	b
T4	A1B2C2	24,50	c

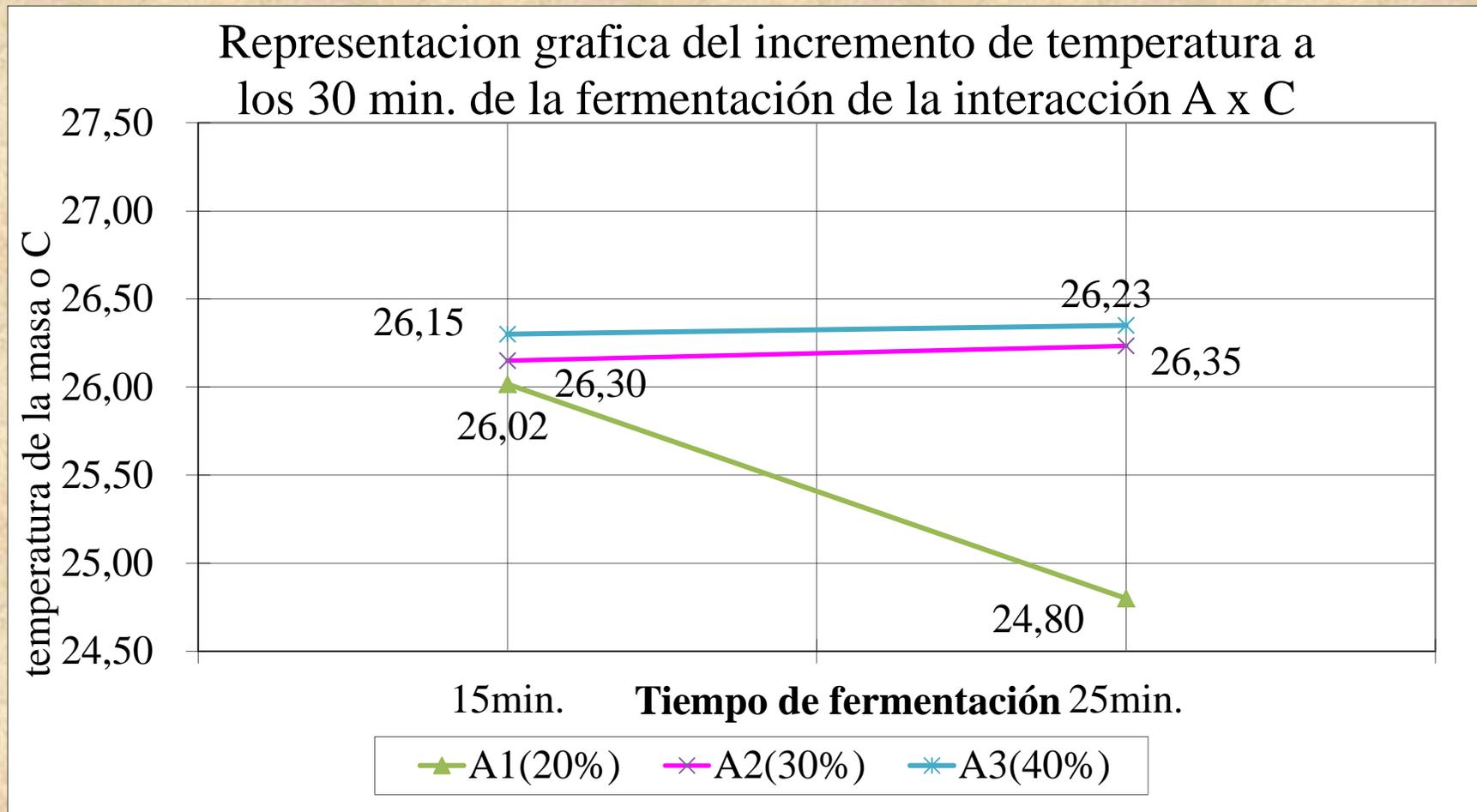
Prueba de D.M.S. para Factor A (% masa de papa) en el incremento de Temperatura (°C) a los 30 minutos de la fermentación.

Factor A	% Masa de papa	Media	Rangos D.M.S. al 5%
A3	40	26,33	a
A2	30	26,19	a
A1	20	25,41	a

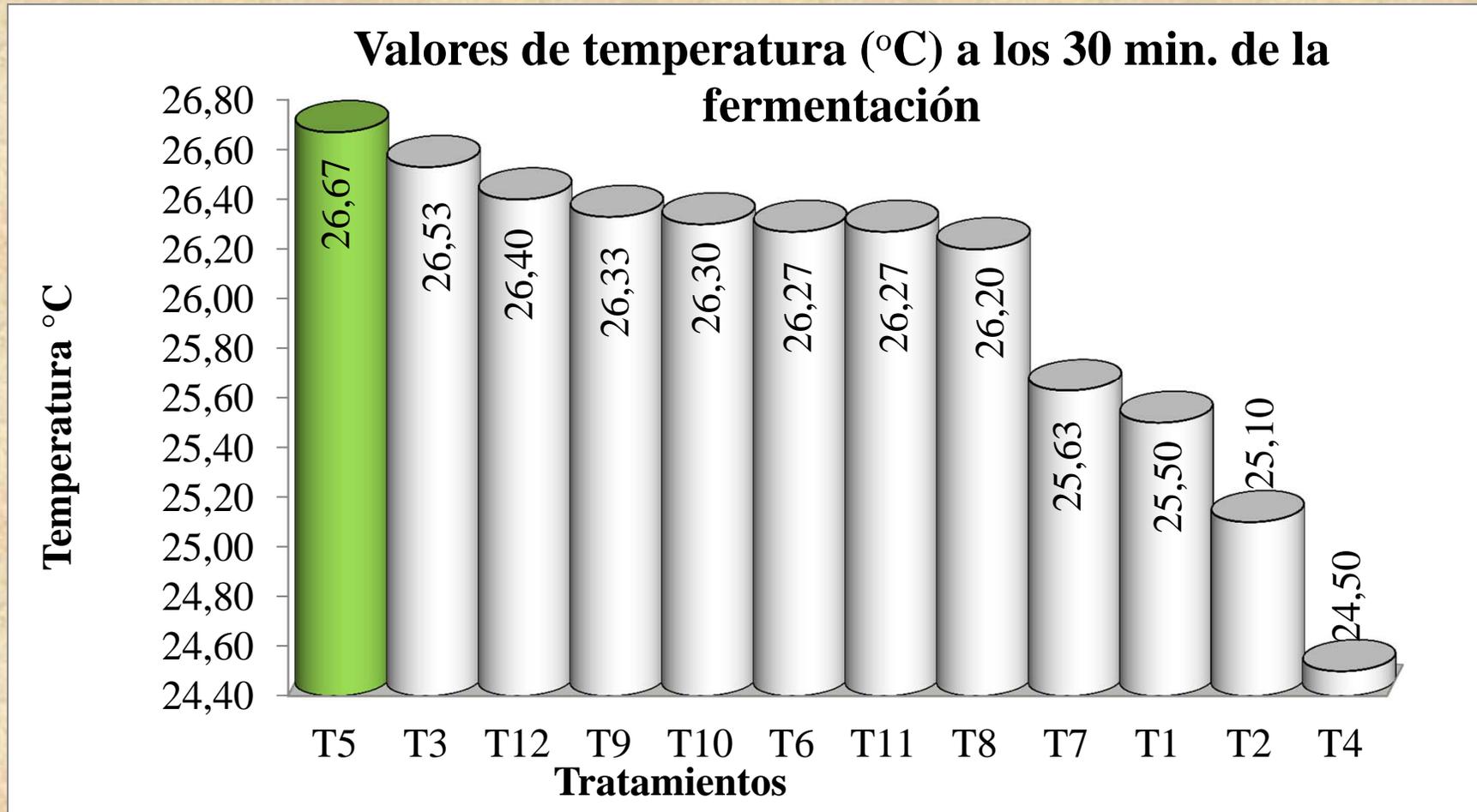
Prueba de D.M.S. para Factor C (tiempo de fermentación) en el incremento de Temperatura (°C) a los 30 minutos de la fermentación.

Factor C	Tiempo de fermentación	Media	Rangos D.M.S. al 5%
C1	15 minutos	26,16	a
C2	25 minutos	25,79	a

Media de la interacción de los factores A x C, del incremento de Temperatura a los 30 minutos de la fermentación.



Media de los tratamientos para el incremento de Temperatura (°C) a los 30 minutos de la fermentación.



Análisis de la varianza para la variable incremento de temperatura (°C) a los 40 minutos de la fermentación.

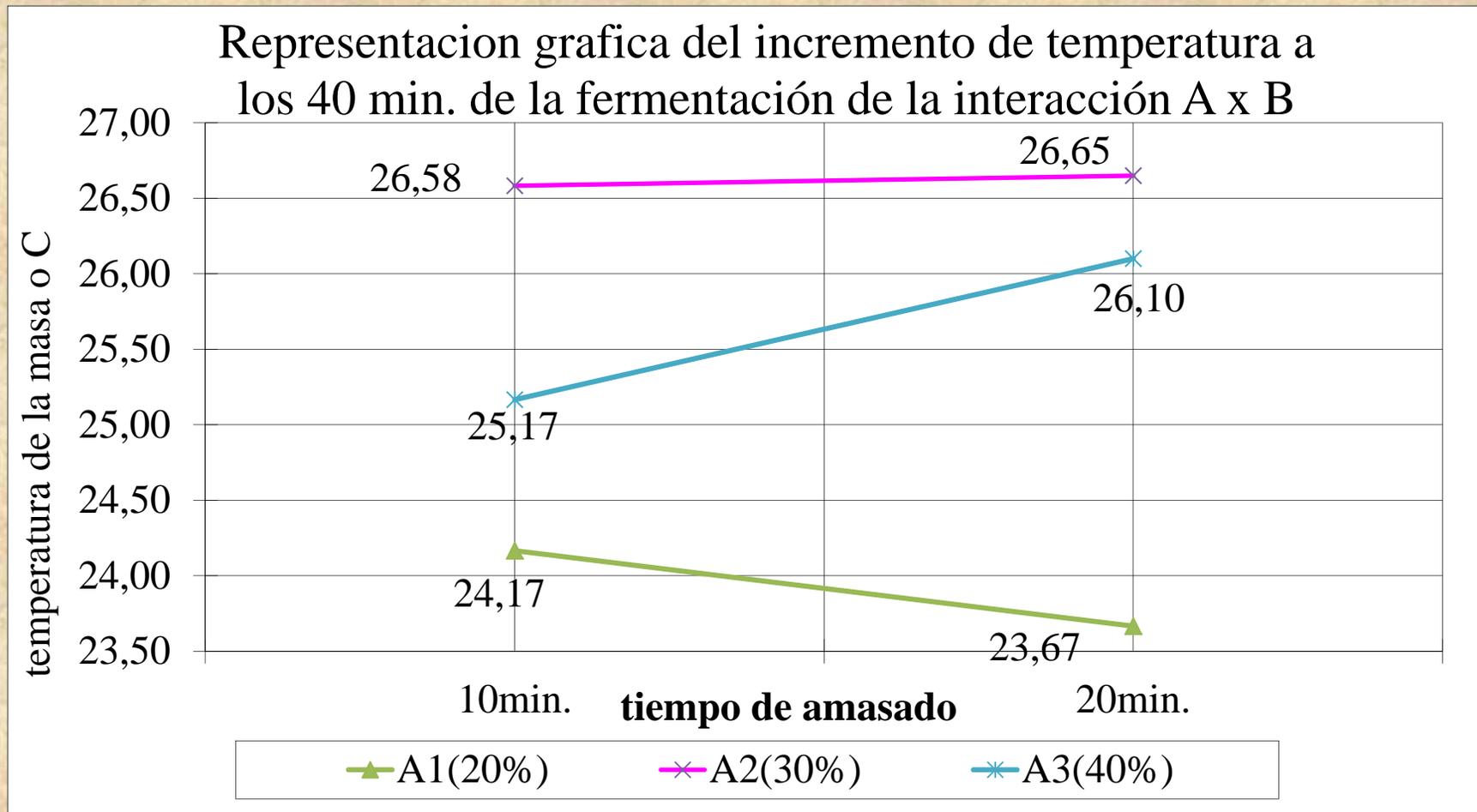
Fuentes de Variación	GL	SC	CM	FC	Nivel Sig.	F.Tab. 5%	F.Tab. 1%
Total	35	58,536					
Tratamientos	11	50,456	4,5869	13,624	**	2,22	3,09
F A	2	44,816	22,4078	66,558	**	3,4	5,61
F B	1	0,250	0,2500	0,743	NS	4,26	7,82
F C	1	0,588	0,5878	1,746	NS	4,26	7,82
I A x B	2	3,127	1,5633	4,644	**	2,22	3,09
I A x C	2	0,296	0,1478	0,439	NS	2,22	3,09
I B x C	1	0,004	0,0044	0,013	NS	4,26	7,82
I A x B x C	2	1,376	0,6878	2,043	NS	2,22	3,09
Error. Exp.	24	8,080	0,3367				

CV = 2,44%

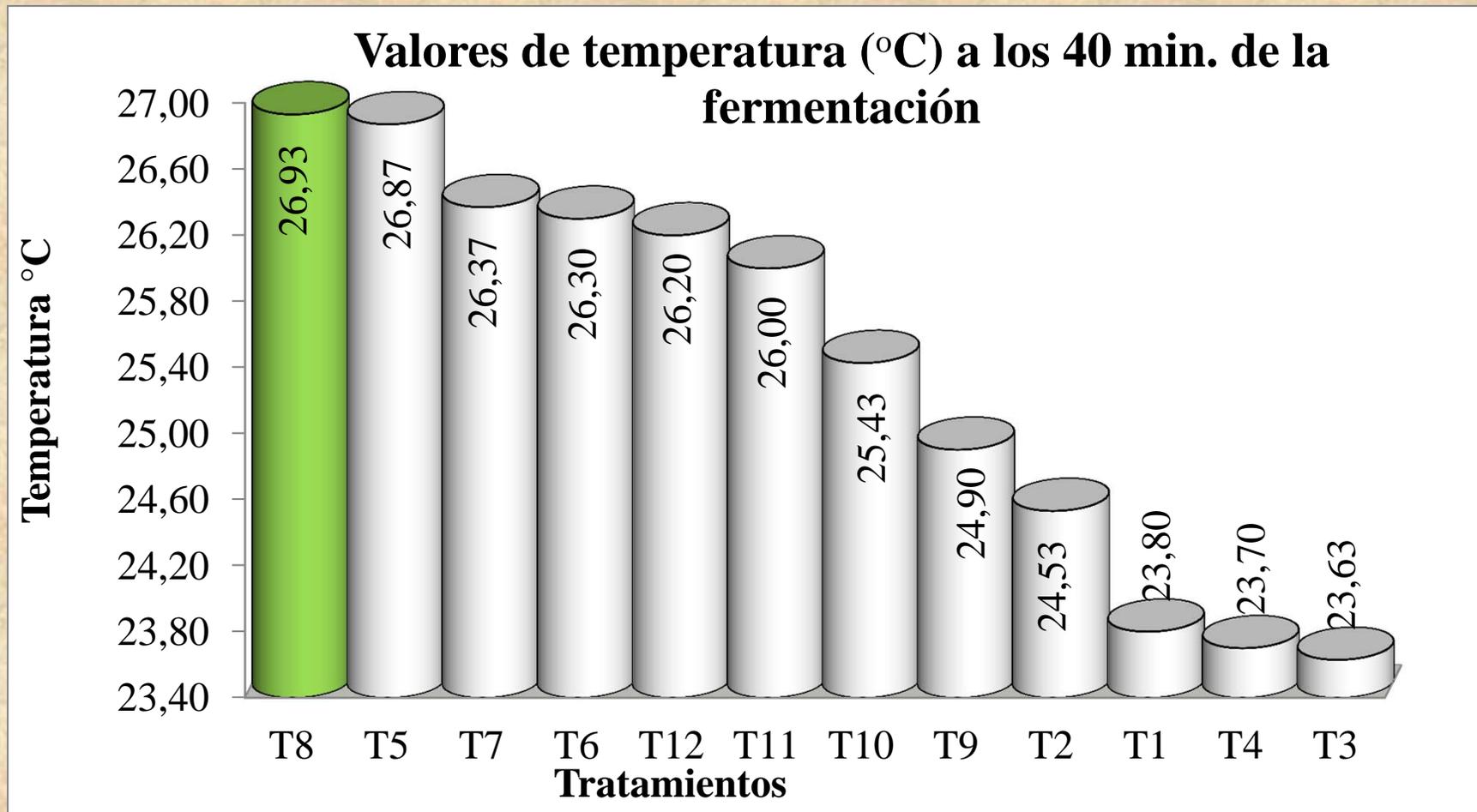
Prueba de Tukey para tratamientos en el incremento de temperatura (°C) a los 40 minutos de la fermentación.

Tratamiento	Código	Media	Rangos de Tukey al 5%
T8	A2B2C2	26,93	a
T5	A2B1C1	26,87	a
T7	A2B2C1	26,37	a
T6	A2B1C2	26,30	a
T12	A3B2C2	26,20	a
T11	A3B2C1	26,00	a
T10	A3B1C2	25,43	a
T9	A3B1C1	24,90	b
T2	A1B1C2	24,53	c
T1	A1B1C1	23,80	d
T4	A1B2C2	23,70	d
T3	A1B2C1	23,63	d

Media de la interacción de los factores A x B, del incremento de Temperatura a los 40 minutos de la fermentación.



Media de los tratamientos para el incremento de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) a los 40 minutos de la fermentación.



Análisis de la varianza para el incremento de temperatura (°C) a los 55 minutos de la fermentación.

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	FC	Nivel Sig.	F.Tab. 5%	F.Tab. 1%
Total	35	9,736					
Tratamientos	11	4,016	0,3651	1,532	NS	2,22	3,09
FA	2	0,509	0,2544	1,068	NS	3,4	5,61
FB	1	2,668	2,6678	11,193	**	4,26	7,82
FC	1	0,018	0,0178	0,075	NS	4,26	7,82
IA x B	2	0,242	0,1211	0,508	NS	2,22	3,09
IA x C	2	0,042	0,0211	0,089	NS	2,22	3,09
IB x C	1	0,490	0,4900	2,056	NS	4,26	7,82
IA x B x C	2	1,064	0,5322	2,233	*	2,22	3,09
Error. Exp.	24	5,720	0,2383				

CV = 2,24%

Prueba de D.M.S. para Factor B (tiempo de amasado) en la variable Temperatura (°C) a los 55 minutos de la fermentación.

Factor B	Tiempo de amasado	Media	Rangos D.M.S. al 5%
B2	20 minutos	22,58	a
B1	10 minutos	22,04	a

Análisis de la varianza para el peso final del pan (g).

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	FC	Nivel Sig.	F.Tab. 5%	F.Tab. 1%
Total	35	154,159					
Tratamientos	11	112,026	10,1841	5,801	**	2,22	3,09
F A	2	96,504	48,2519	27,485	**	3,4	5,61
F B	1	0,694	0,6944	0,396	NS	4,26	7,82
F C	1	6,934	6,9344	3,950	NS	4,26	7,82
I A x B	2	1,091	0,5453	0,311	NS	2,22	3,09
I A x C	2	3,041	1,5203	0,866	NS	2,22	3,09
I B x C	1	2,250	2,2500	1,282	NS	4,26	7,82
I A x B x C	2	194,519	97,2597	55,401	**	2,22	3,09
Error. Exp.	24	42,133	1,7556				

CV = 3,49%

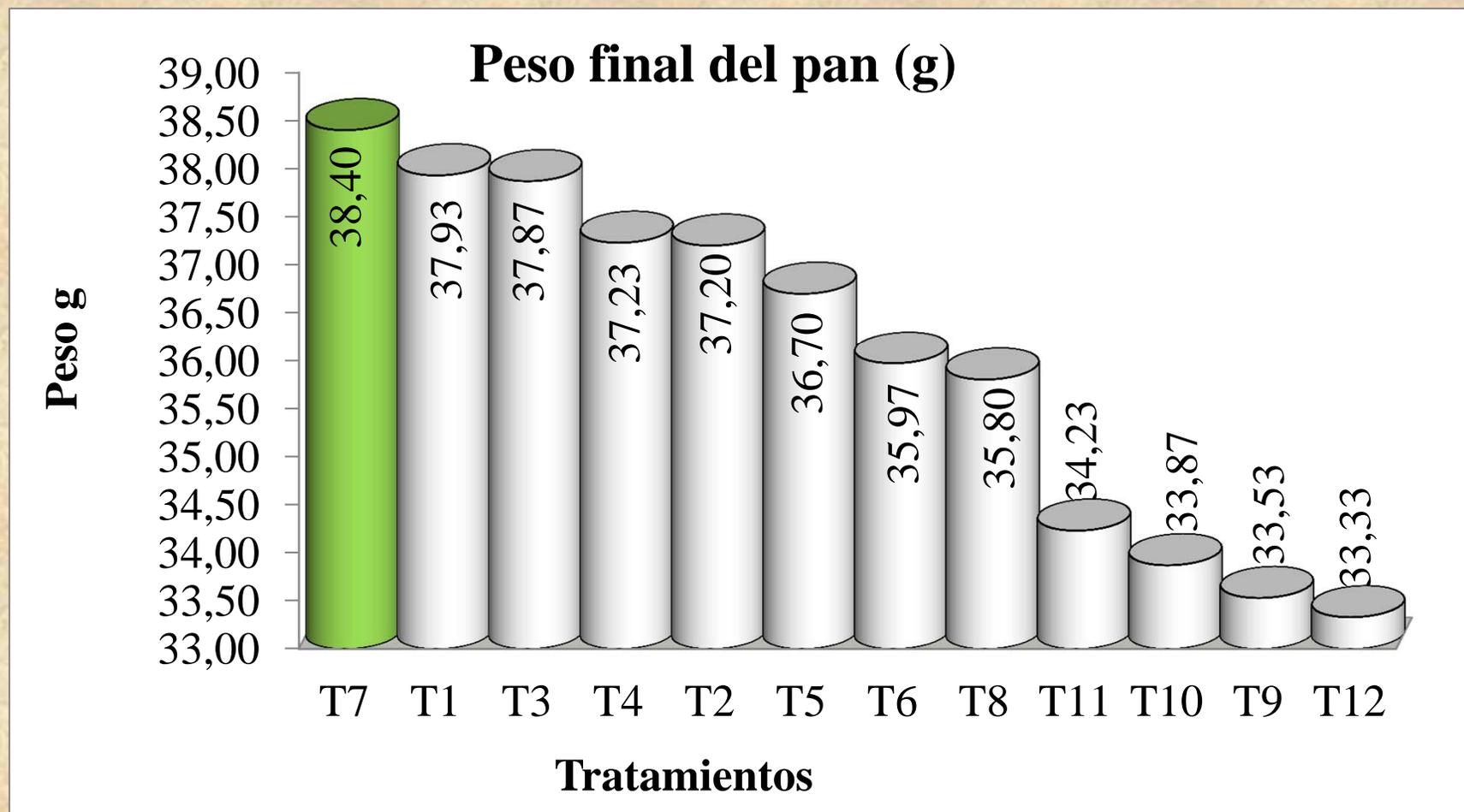
Prueba de Tukey para tratamientos en la variable peso final del pan (g).

Tratamiento	Código	Media	Rangos de Tukey al 5%
T7	A2B2C1	38,40	a
T1	A1B1C1	37,93	a
T3	A1B2C1	37,87	a
T4	A1B2C2	37,23	a
T2	A1B1C2	37,20	a
T5	A2B1C1	36,70	a
T6	A2B1C2	35,97	a
T8	A2B2C2	35,80	a
T11	A3B2C1	34,23	b
T10	A3B1C2	33,87	c
T9	A3B1C1	33,53	d
T12	A3B2C2	33,33	d

Prueba de D.M.S. para Factor A (% masa de papa) en la variable peso final del pan (g).

Factor A	% Masa de papa	Media	Rangos D.M.S. al 5%
A1	20	37,56	a
A2	30	36,72	b
A3	40	33,74	b

Media de los tratamientos para el peso final del pan (g).



Análisis de la varianza para el volumen del producto terminado (ml).

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	FC	Nivel Sig.	F.Tab. 5%	F.Tab. 1%
Total	35	29470,702					
Tratamientos	11	23501,153	2136,4684	8,589	**	2,22	3,09
FA	2	4389,237	2194,6184	8,823	**	3,4	5,61
FB	1	39,438	39,4384	0,159	NS	4,26	7,82
FC	1	13792,154	13792,153 6	55,450	**	4,26	7,82
IA x B	2	122,849	61,4246	0,247	NS	2,22	3,09
IA x C	2	4168,874	2084,4368	8,380	**	2,22	3,09
IB x C	1	705,434	705,4336	2,836	NS	4,26	7,82
IA x B x C	2	9061,641	4530,8206	18,216	**	2,22	3,09
Error. Exp.	24	5969,549	248,7312				

CV = 9,43%

Prueba de Tukey para tratamientos en el volumen del producto terminado (ml).

Tratamiento	Código	Media	Rangos de Tukey al 5%
T4	A1B2C2	238,55	a
T2	A1B1C2	235,22	a
T12	A3B2C2	212,05	a
T10	A3B1C2	204,44	a
T9	A3B1C1	198,72	a
T8	A2B2C2	195,72	a
T6	A2B1C2	186,39	b
T11	A3B2C1	177,39	b
T5	A2B1C1	169,28	b
T3	A1B2C1	168,11	b
T1	A1B1C1	167,17	c
T7	A2B2C1	156,83	d

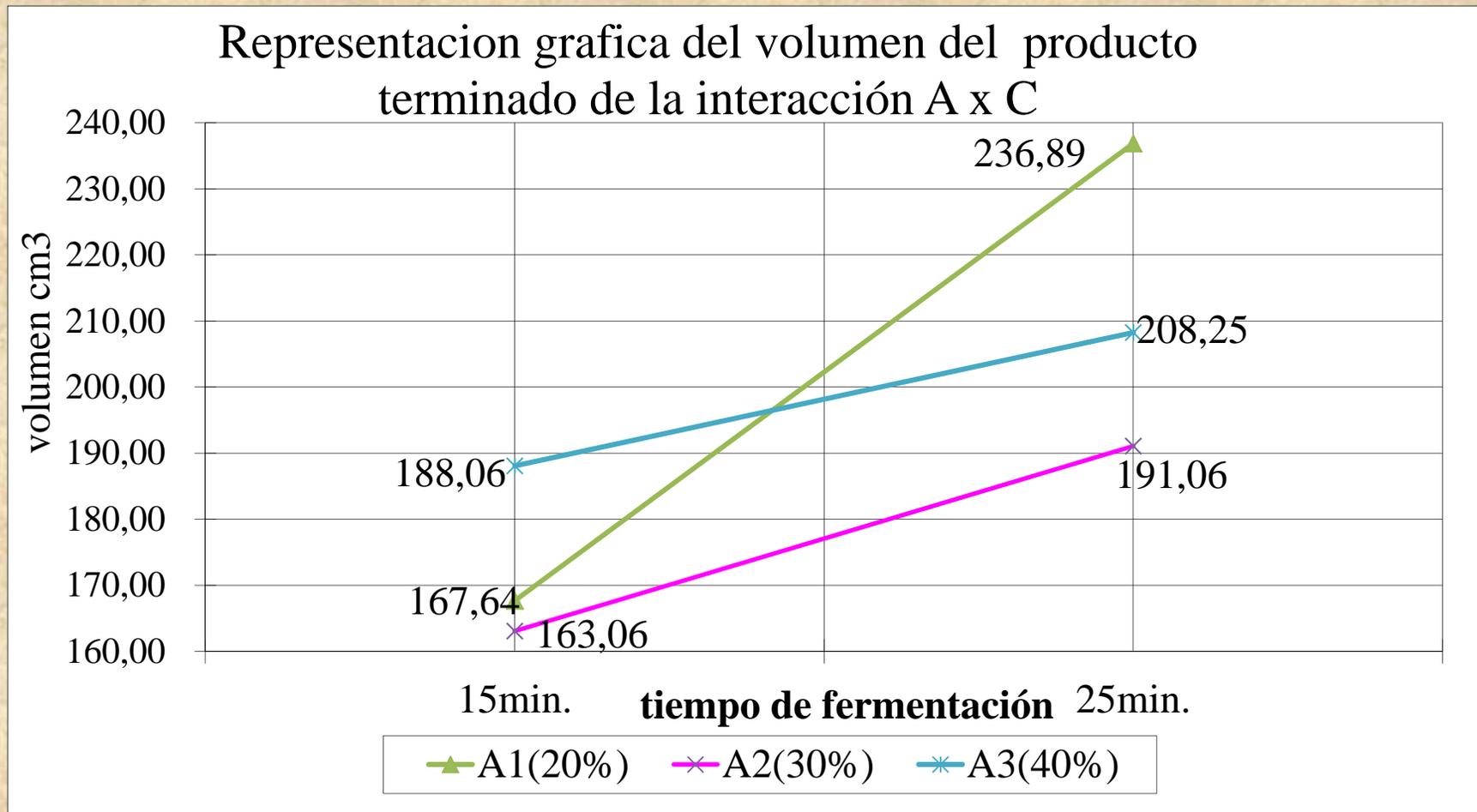
Prueba de D.M.S. para Factor A (% masa de papa) en el volumen del producto terminado (ml).

Factor A	% Masa de papa	Media	Rangos D.M.S. al 5%
A1	20	202,26	a
A3	40	198,15	a
A2	30	177,06	a

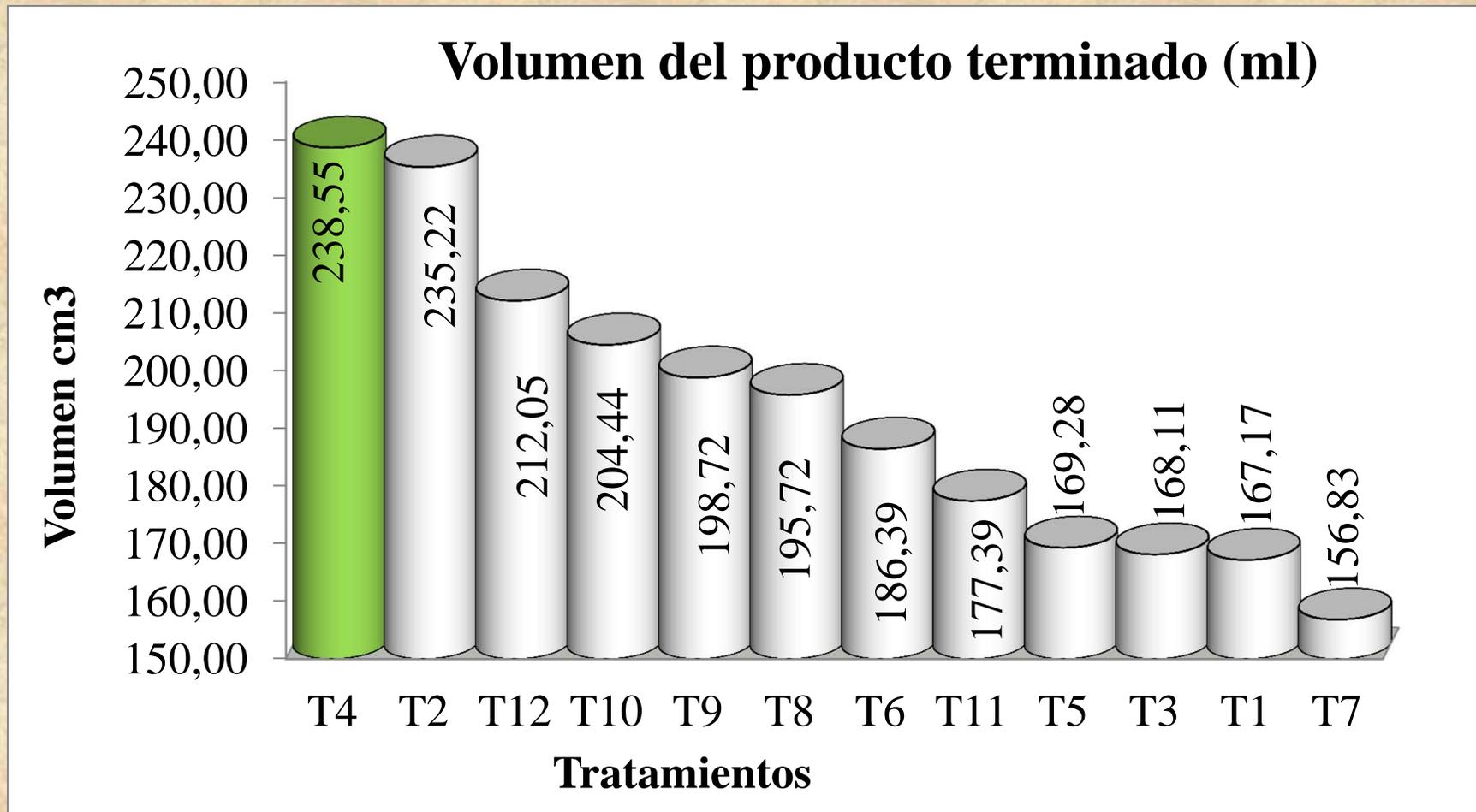
Prueba de D.M.S. para Factor C (tiempo de fermentación) en el volumen del producto terminado (ml).

Factor C	Tiempo de fermentación	Media	Rangos D.M.S. al 5%
C2	25 minutos	212,06	a
C1	15 minutos	172,92	b

Media de la interacción de los factores A x C, del volumen del producto terminado.



Media de los tratamientos para el volumen del producto terminado (ml).



Análisis de la varianza para el Porcentaje de Humedad del pan.

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	FC	Nivel Sig.	F.Tab. 5%	F.Tab. 1%
Total	35	65,3482					
Tratamientos	11	65,3266	5,9388	6598,65	**	2,22	3,09
F A	2	4,7946	2,3973	2663,69	**	3,4	5,61
F B	1	10,9340	10,9340	12148,94	**	4,26	7,82
F C	1	32,9859	32,9859	36650,98	**	4,26	7,82
I A x B	2	13,9381	6,9690	7743,37	**	2,22	3,09
I A x C	2	0,2917	0,1458	162,04	**	2,22	3,09
I B x C	1	1,7867	1,7867	1985,20	**	4,26	7,82
I A x B x C	2	10,1849	5,0925	5658,28	**	2,22	3,09
Error. Exp.	24	0,0216	0,0009				

CV = 9,43%

Prueba de Tukey para tratamientos en la variable Porcentaje de Humedad del pan.

Tratamiento	Código	Media	Rangos de Tukey al 5%
T9	A3B1C1	23,52	a
T7	A2B2C1	22,70	b
T5	A2B1C1	22,14	c
T10	A3B1C2	22,08	c
T1	A1B1C1	21,77	d
T11	A3B2C1	21,41	e
T3	A1B2C1	21,35	e
T6	A2B1C2	20,83	f
T8	A2B2C2	20,37	f
T2	A1B1C2	20,12	f
T4	A1B2C2	19,48	f
T12	A3B2C2	18,52	f

Prueba de D.M.S. para Factor A (% masa de papa) en la variable porcentaje de humedad del pan.

Factor A	% Masa de papa	Media	Rangos D.M.S. al 5%
A2	30	21,51	a
A3	40	21,38	b
A1	20	20,68	c

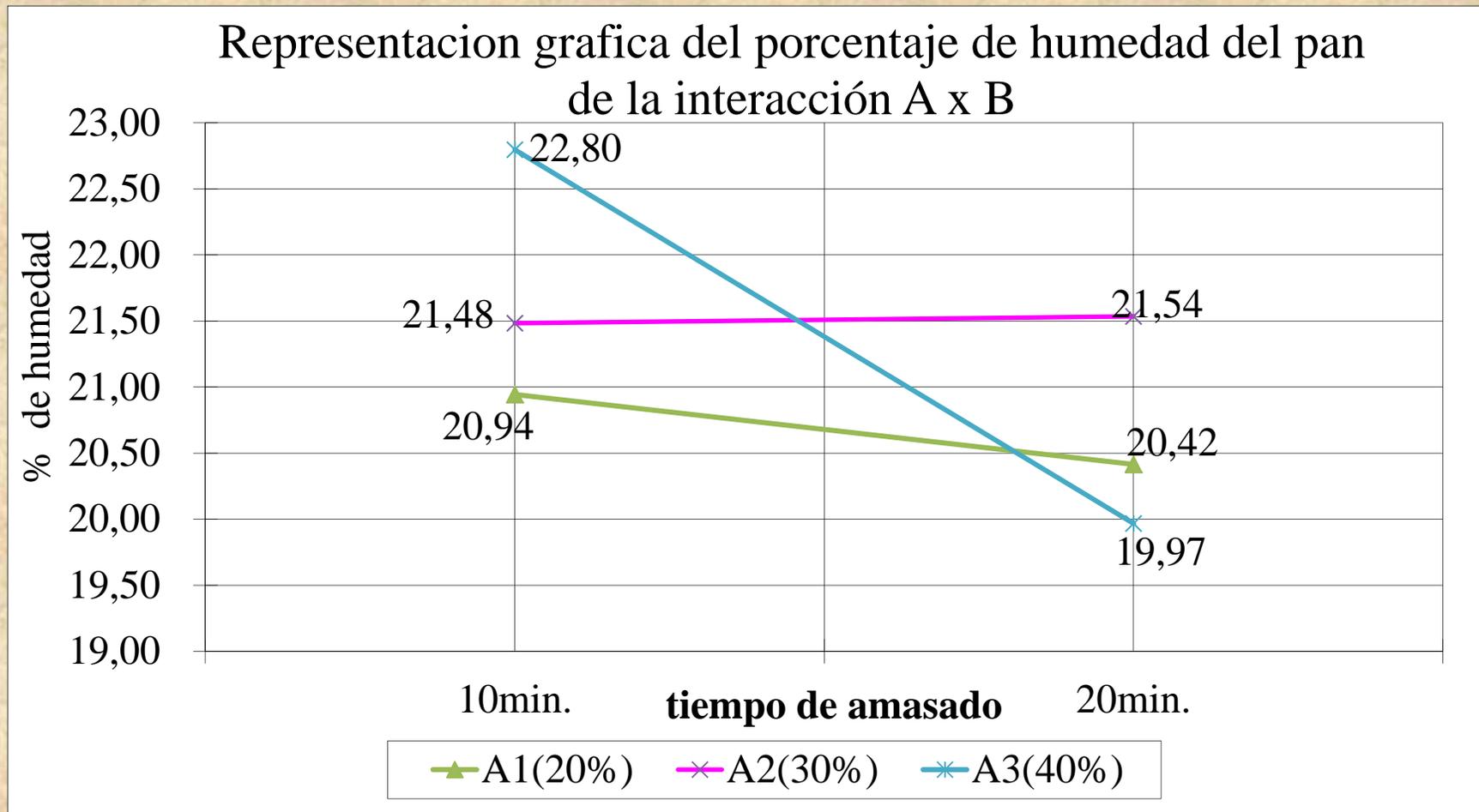
Prueba de D.M.S. para Factor B (tiempo de amasado) en la variable Porcentaje de Humedad.

Factor B	Tiempo de amasado	Media	Rangos D.M.S. al 5%
B1	10 minutos	21,74	a
B2	20 minutos	20,64	b

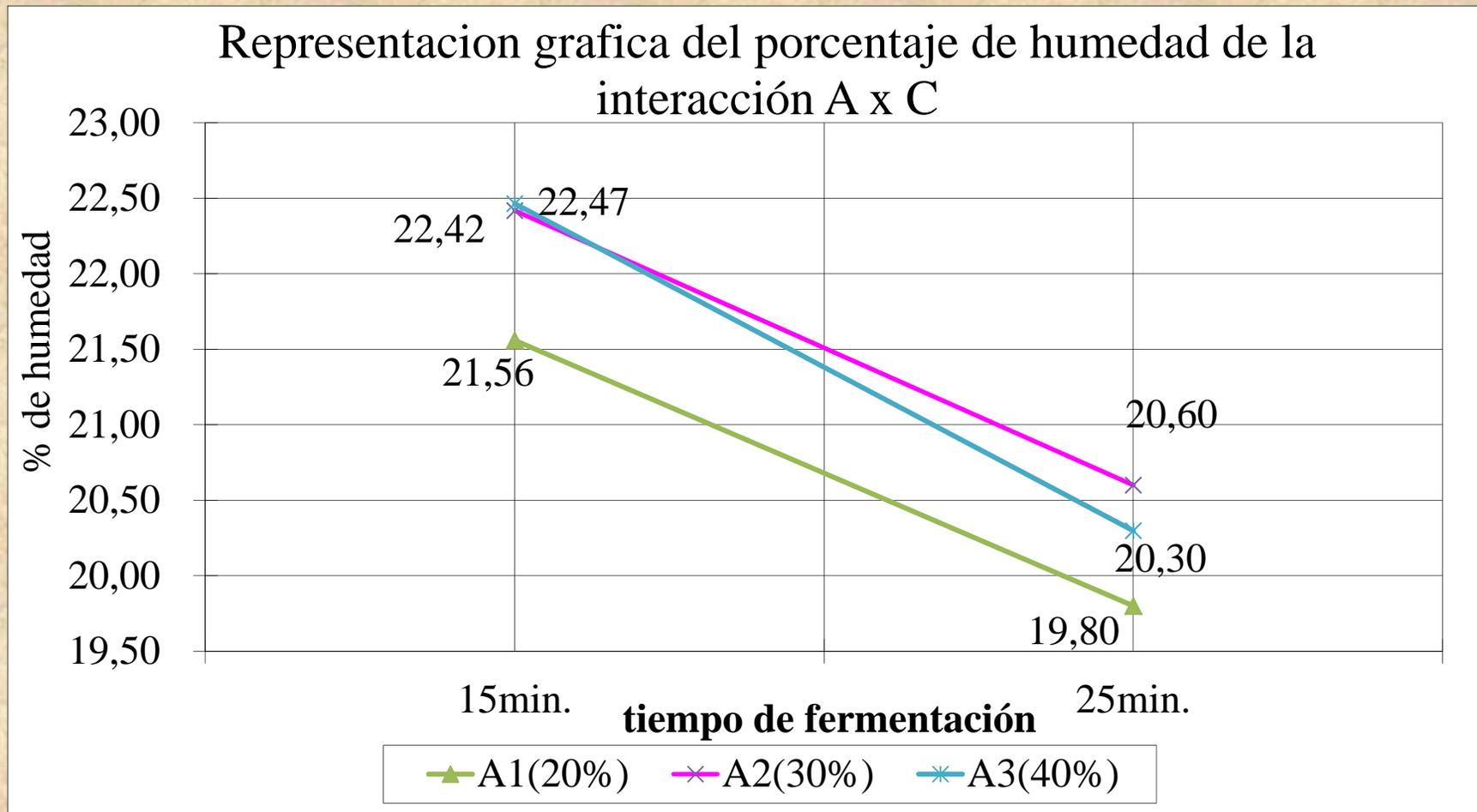
Prueba de D.M.S. para Factor C (tiempo de fermentación) en la variable Porcentaje de Humedad.

Factor C	Tiempo de fermentación	Media	Rangos D.M.S. al 5%
C1	15 minutos	33,22	a
C2	25 minutos	30,35	b

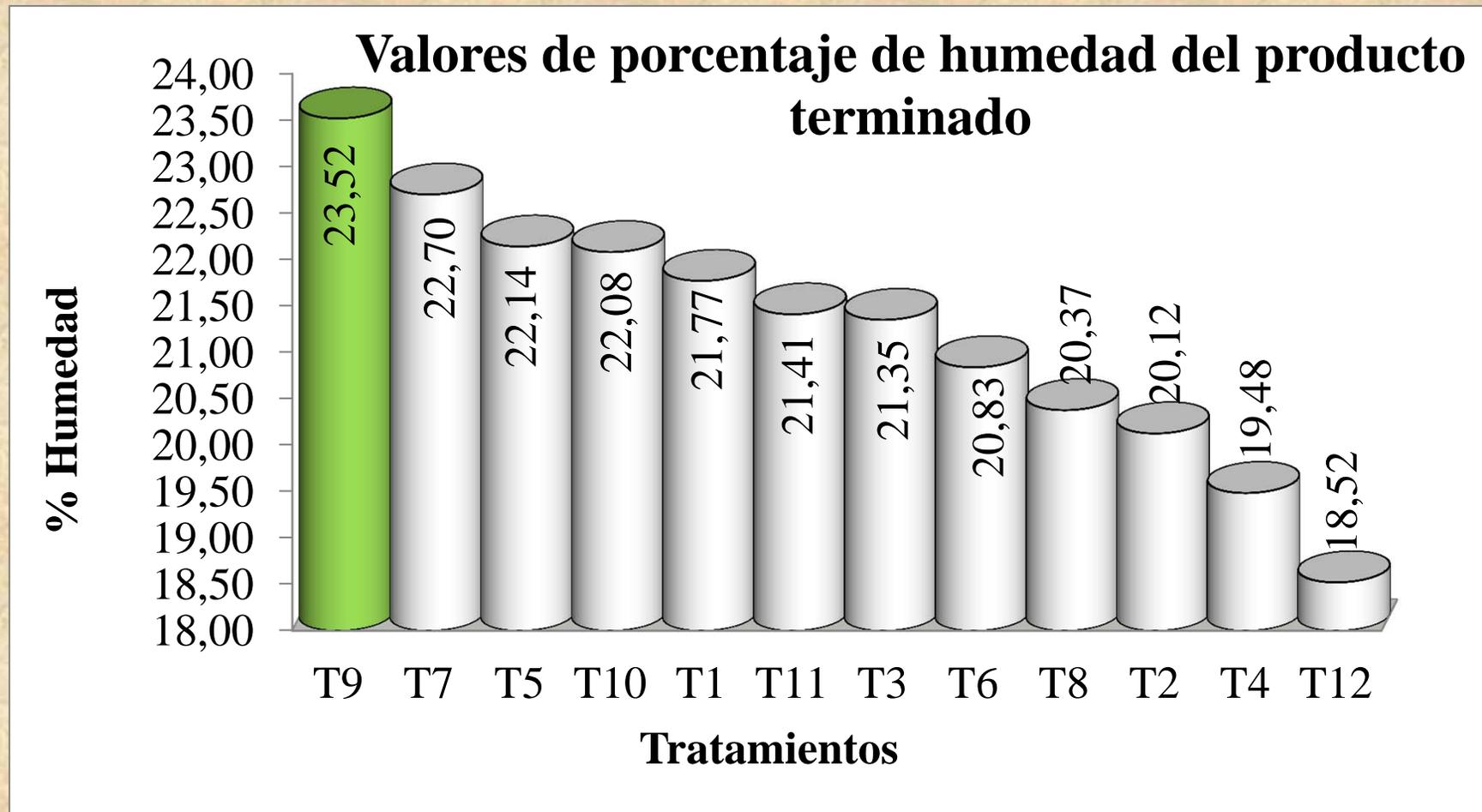
Media de la interacción de los factores A x B, del Porcentaje de Humedad.



Media de la interacción de los factores A x C, del Porcentaje de Humedad.



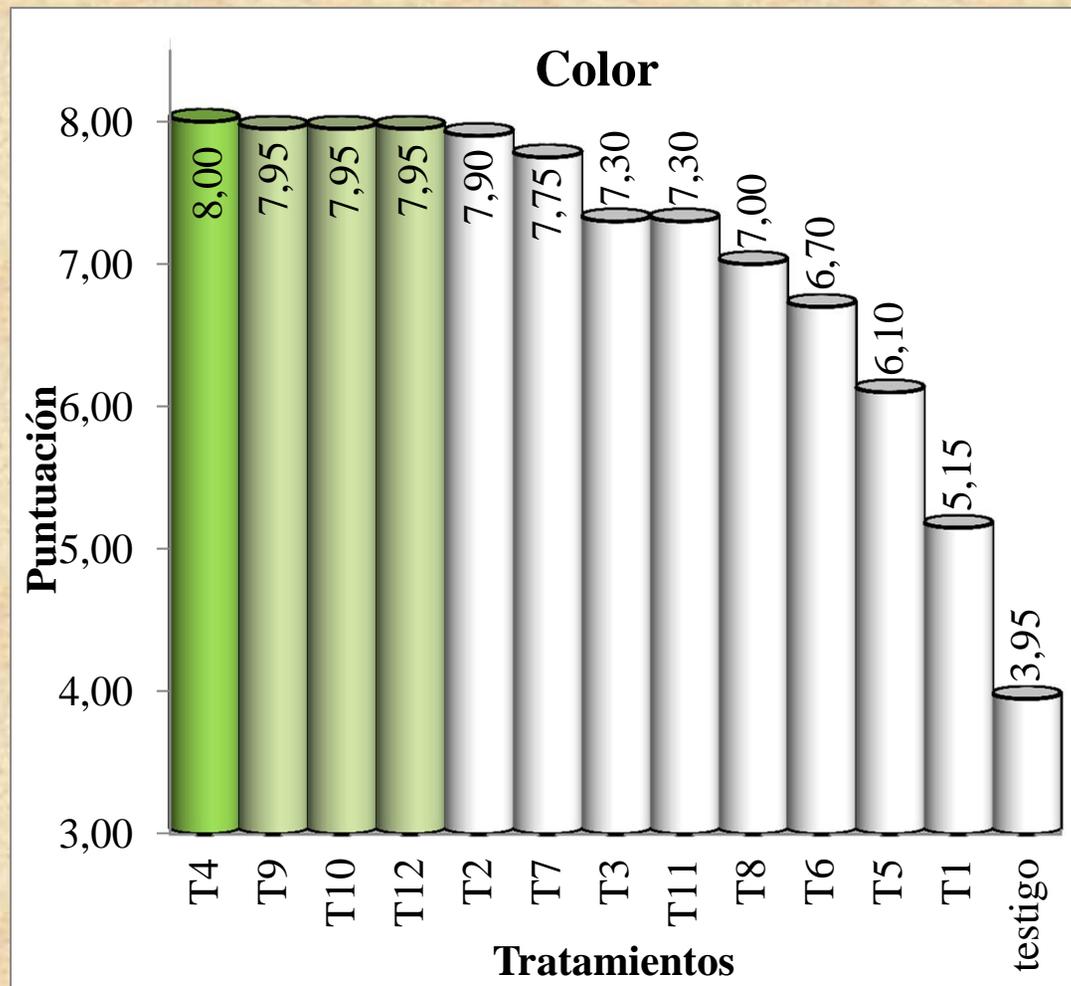
Media de tratamientos para el Porcentaje de Humedad.



ANÁLISIS DE VARIABLES CUALITATIVAS

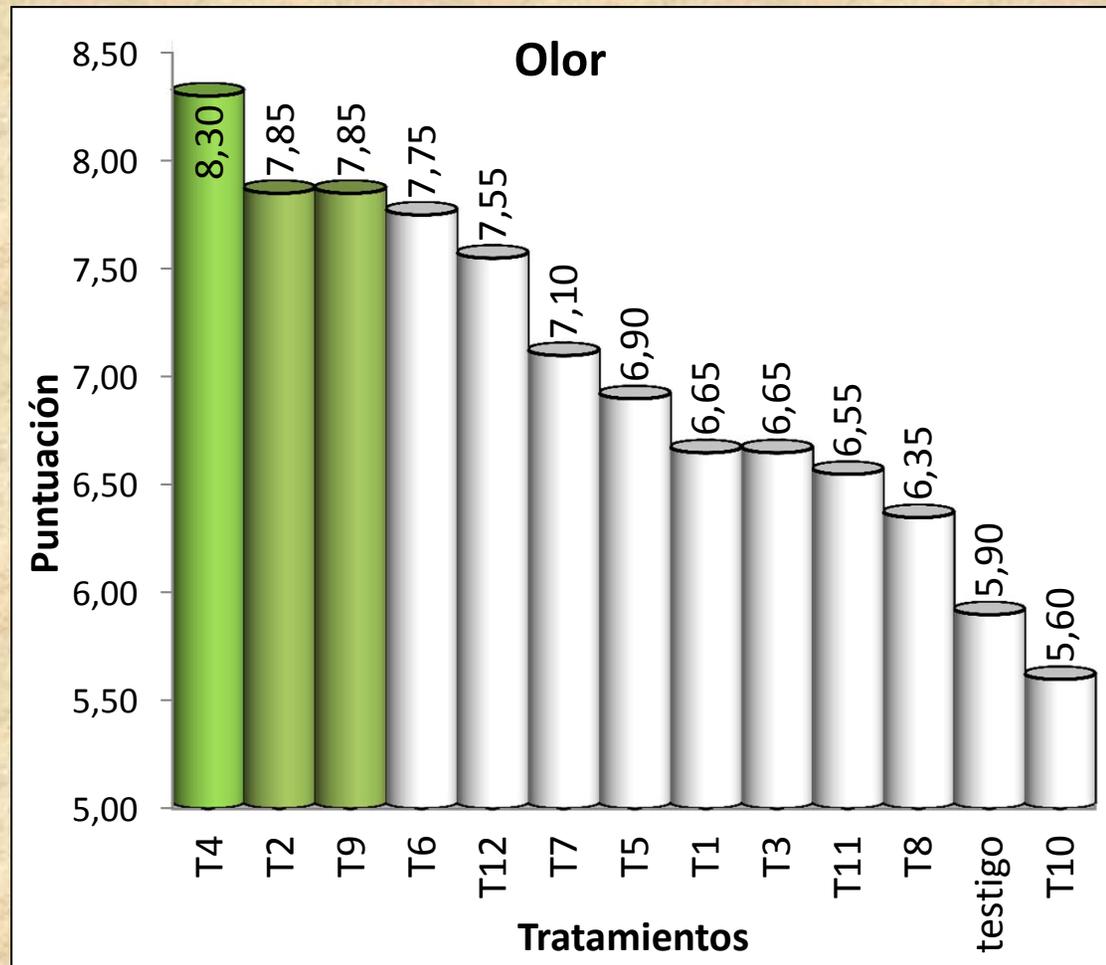
COLOR

Trat.	rangos
T4	8,00
T9	7,95
T10	7,95
T12	7,95
T2	7,90
T7	7,75
T3	7,30
T11	7,30
T8	7,00
T6	6,70
T5	6,10
T1	5,15
testigo	3,95



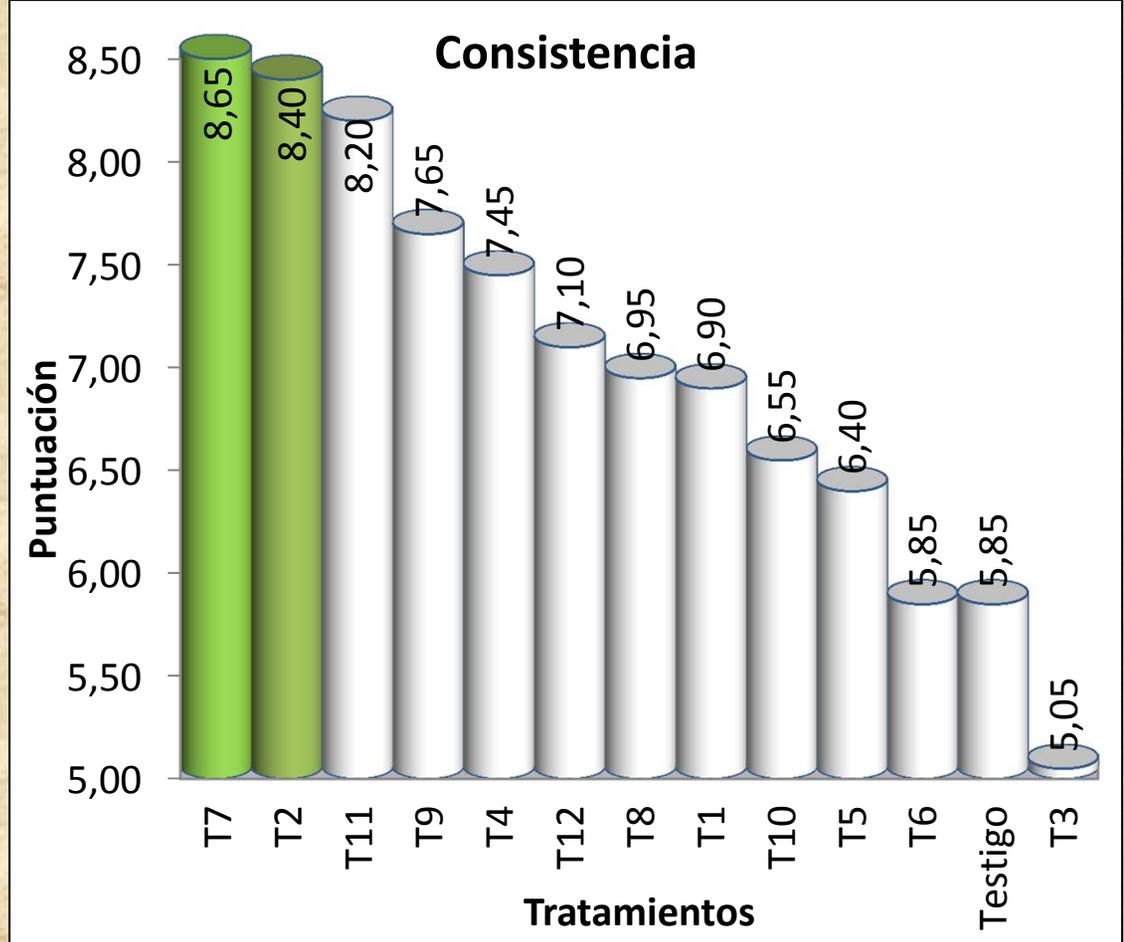
OLOR

Trat.	rangos
T4	8,30
T2	7,85
T9	7,85
T6	7,75
T12	7,55
T7	7,10
T5	6,90
T1	6,65
T3	6,65
T11	6,55
T8	6,35
testigo	5,90
T10	5,60



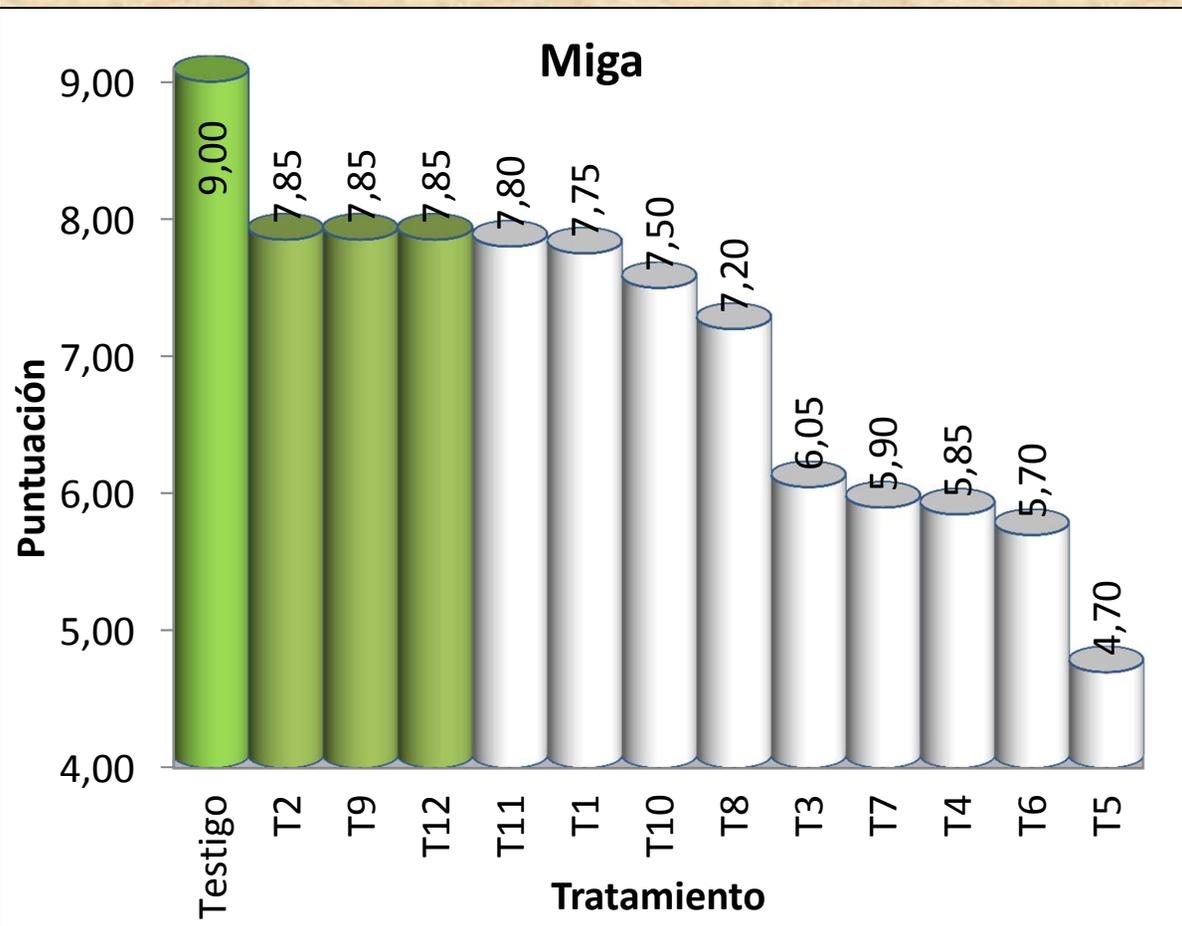
CONSISTENCIA

Trat.	rangos
T7	8,65
T2	8,40
T11	8,20
T9	7,65
T4	7,45
T12	7,10
T8	6,95
T1	6,90
T10	6,55
T5	6,40
T6	5,85
Testigo	5,85
T3	5,05



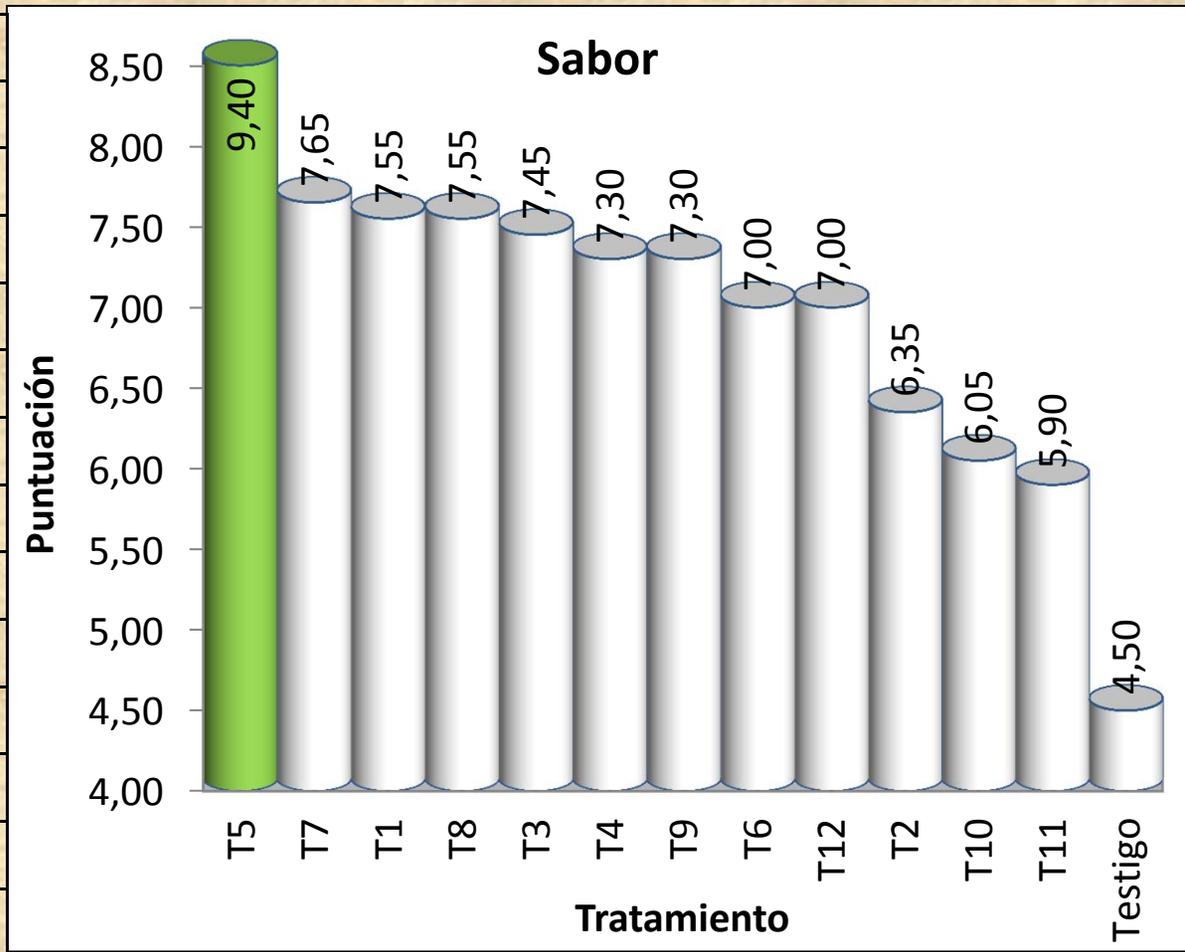
MIGA

Trat.	Rangos
Testigo	9,00
T2	7,85
T9	7,85
T12	7,85
T11	7,80
T1	7,75
T10	7,50
T8	7,20
T3	6,05
T7	5,90
T4	5,85
T6	5,70
T5	4,70



SABOR

Trat.	rangos
T5	9,40
T7	7,65
T1	7,55
T8	7,55
T3	7,45
T4	7,30
T9	7,30
T6	7,00
T12	7,00
T2	6,35
T10	6,05
T11	5,90
Testigo	4,50



ACEPTABILIDAD

Trat.	rangos
T5	8,85
T8	8,05
T6	7,60
T7	7,50
T1	7,40
T9	7,30
T12	7,00
T3	6,80
T10	6,70
T4	6,65
T2	6,20
T11	5,85
Testigo	5,10



SUMATORIA DE LAS MEDIAS DEL ANALISIS ORGANOLEPTICO

T9	7,95	7,85	7,65	7,85	7,30	7,30	45,90
T2	7,90	7,85	8,40	7,85	6,35	6,20	44,55
T7	7,75	7,10	8,65	5,90	7,65	7,50	44,55
T12	7,95	7,55	7,10	7,85	7,00	7,00	44,45
T4	8,00	8,30	7,45	5,85	7,30	6,65	43,55
T8	7,00	6,35	6,95	7,20	7,55	8,05	43,10
T5	6,10	6,90	6,40	4,70	9,40	8,85	42,35
T11	7,30	6,55	8,20	7,80	5,90	5,85	41,60
T1	5,15	6,65	6,90	7,75	7,55	7,40	41,40
T6	6,70	7,75	5,85	5,70	7,00	7,60	40,60
T10	7,95	5,60	6,55	7,50	6,05	6,70	40,35
T3	7,30	6,65	5,05	6,05	7,45	6,80	39,30
T	3,95	5,90	5,85	9,00	4,50	5,10	34,30

Diagrama de bloques para la determinación del rendimiento en la obtención de la masa de papa.

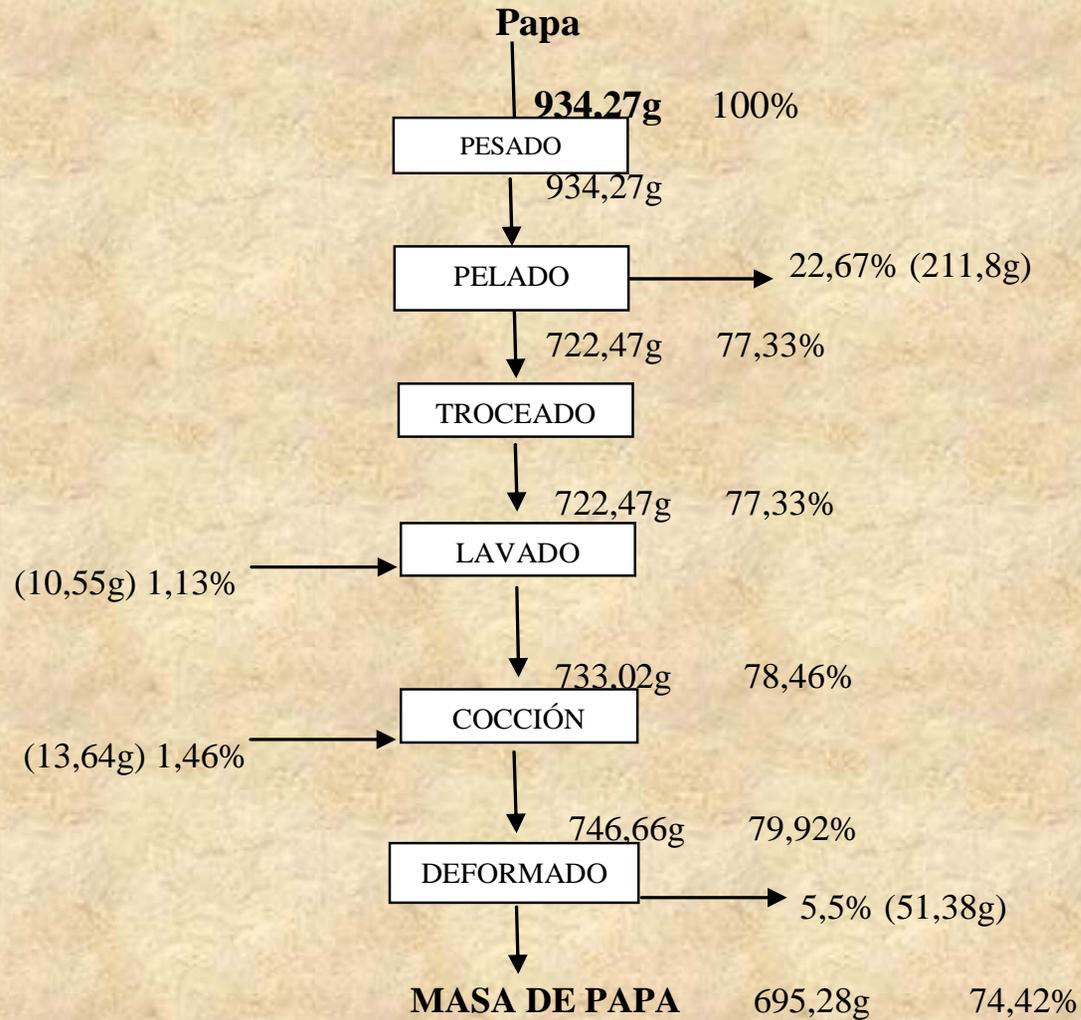
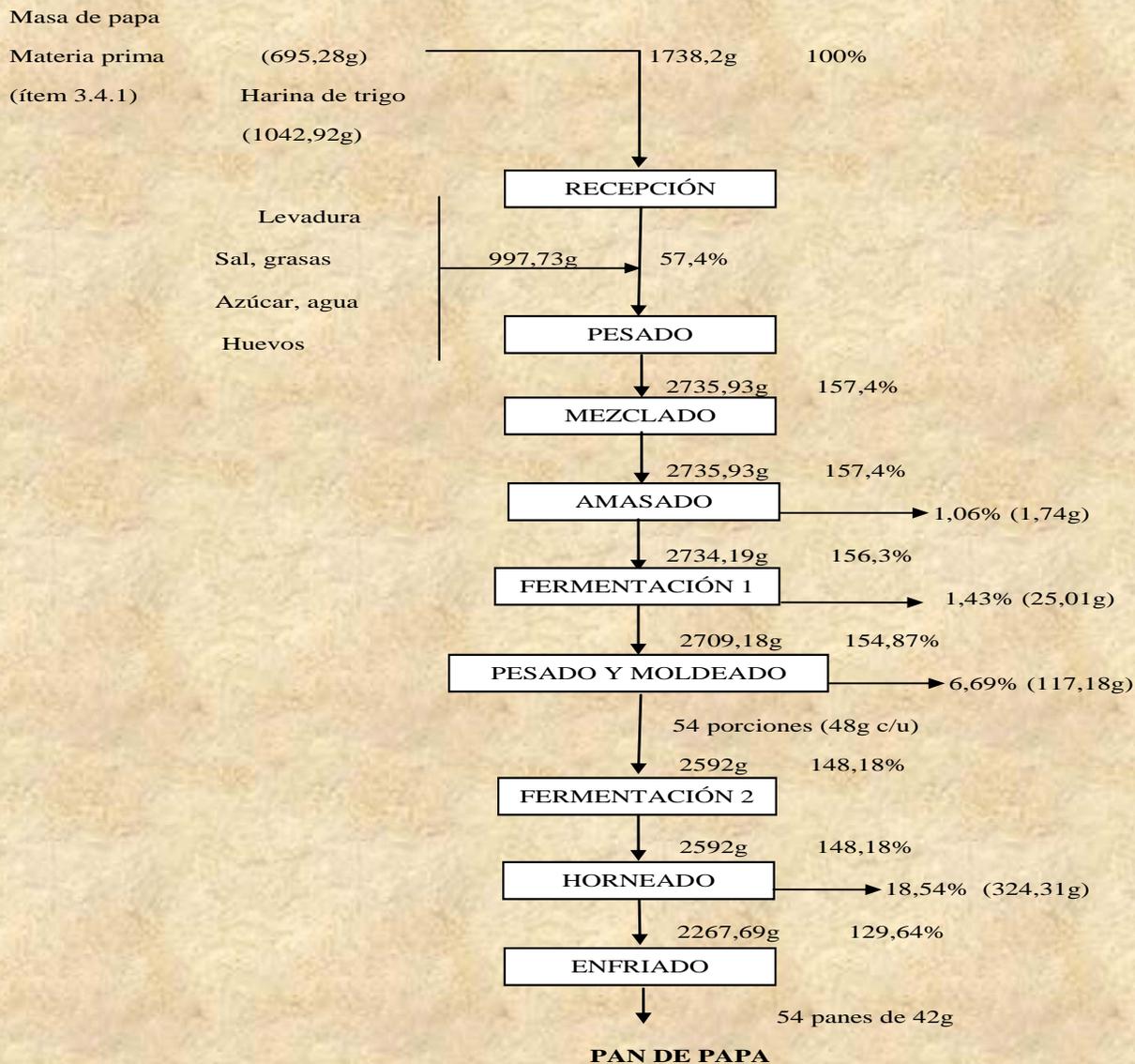


Diagrama de bloques para la determinación del rendimiento en el pan, incluyendo masa de papa (T9)



Costos de producción del pan de papa a nivel experimental.

Materias primas e insumos	Costo experimental	
	gramos	USD
Papa*	695,28	0,21
Harina de trigo	1042,92	0,69
Levadura	43,45	0,15
Sal	43,76	0,01
Azúcar	173,82	0,11
Grasas	347,64	0,59
Huevos	260,73	0,70
Agua	144,85	0,00
Total	2752,45	2,46

- Precio promedio del quintal de papa de segunda y tercera calidad se considera en 10 usd.

- Según el balance de materiales tenemos 54 panes.

$$2,46 \text{ USD} \div 54 \text{ panes} = 0,0455 \text{ USD por cada pan}$$

- Los gastos administrativos y otros se obtienen aplicando el 35% mas al precio por pan.

$$0,0455 \text{ USD} \times 35\% = 0,0159 \text{ USD}$$

- Luego, el costo bruto total es: $0,0455 \text{ USD} + 0,0159 \text{ USD} = 0,0614 \text{ USD}$ por pan.

- Adicionalmente calculamos el porcentaje de utilidad que puede variar dependiendo del punto de vista de estrategia de mercado.

- En nuestro caso utilizamos un margen de utilidad del 40%.

$$0,0614 \text{ USD} \times 40\% = 0,0245 \text{ UDS} + 0,0614 \text{ USD} = 0,0859 \text{ USD}$$

- Precio de venta al público aproximado 0,09 USD.

**CONCLUSIONES
Y
RECOMENDACIONES**

CONCLUSIONES

- El desarrollo de esta investigación permitió, demostrar que sí es posible elaborar pan incorporando masa de papa de variedad superchola a la harina de trigo comercial.
- Se afirma la hipótesis planteada en esta investigación, por cuanto la mezcla de los diferentes niveles de masa de papa y harina de trigo inciden en la composición y en proceso de elaboración del pan, con lo cual se obtiene un producto de calidad, con un nivel de proteína del 11,1%.
- En cuanto al porcentaje de masa de papa a mezclar, se determinó que con el 40% se obtiene mejores resultados, conforme a los resultados de la evaluación organoléptica, ya que los tratamientos que contiene este porcentaje de masa de papa presentan buenas características, en volumen y aceptabilidad del pan por el consumidor.

CONCLUSIONES

- En la variable incremento del volumen de la masa, estadísticamente se observó que los tratamientos T11 (40% masa de papa; 10 min amasado; 25 min fermentación), T12(40% masa papa; 20 min amasado; 25min fermentación), T10(40% masa de papa; 20 min amasado; 15 min fermentación) y T9 (40% masa de papa; 10 min amasado; 15 min fermentación) incrementaron su volumen a partir de los 20 minutos de fermentación.
- El incremento de la temperatura durante la fermentación de la masa, disminuye paulatinamente a medida que se incrementa el tiempo, desde el momento en el cual la masa sale de la operación de amasado, tomando en cuenta que la temperatura final de la masa al salir de la amasadora es mayor conforme se incrementa la masa de papa, existiendo una relación directamente proporcional.

CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis organoléptico, en el cual se evaluó color, olor, consistencia, miga, sabor y aceptabilidad; se determinó que los tratamientos T4(20% masa de papa; 20 min amasado; 25 min fermentación) y T9(40% masa de papa; 10 min amasado; 15 min fermentación) exhibe un color marrón, al igual que un olor agradable, por otra parte el T7(30% masa de papa; 10 min amasado; 25 min fermentación), presenta una consistencia muy suave, con respecto a la miga la mejor la presenta el testigo (pan comercial) seguido de los tratamientos T2(40% masa papa; 20 min amasado; 25min fermentación), T9 (40% masa de papa; 10 min amasado; 15 min fermentación) y T12(40% masa papa; 20min amasado; 25min fermentación); mientras que el tratamiento T5(30% masa de papa; 10 min amasado; 15 min fermentación) presenta sabor agradable y además tuvo mayor preferencia en lo que respecta al atributo aceptabilidad.

CONCLUSIONES

- De acuerdo al balance de materiales efectuado en base al mejor tratamiento T9 (40% masa de papa; 10 min amasado; 15 min fermentación), se determinó que este presenta un rendimiento panadero del 129,64%; el cual equivale al 82,88% 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 formado con masa de papa y harina de trigo tiene un costo de venta de USD 0,09. Por lo que se podría decir que su precio es similar al pan comercial, con la diferencia que para la elaboración se utiliza materia prima que se produce en la zona y de menor precio.

RECOMENDACIONES

- Para la determinación del tiempo de amasado hay que considerar la capacidad de la maquina y la cantidad de producto a amasarse.
- Se debe realizar una nueva investigación con porcentaje de masa de papa superior a los establecidos en este estudio y con otras variedades de papa.
- Realizar nuevas investigaciones en pan aplicando harina de papa, para así trabajar en seco.

RECOMENDACIONES

- Evaluar la duración del pan en percha, es decir las características físico – químicas y organolépticas mientras el pan está expuesto a la venta normalmente.
- Se amplíe la investigación a nivel industrial y también la gama de productos alimenticios que tengan como base la papa tales como tortas, galletas, snacks entre otros.

GRACIAS POR
SU
ATENCIÓN

