

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**ELABORACIÓN DE UN SUPLEMENTO PROTEICO EN POLVO, A BASE DE HARINA DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*), QUINUA (*Chenopodium quinoa L.*), AMARANTO (*Amaranthus*), Y DOS TIPOS DE EDULCORANTES (Sacarosa y Glucosa).**

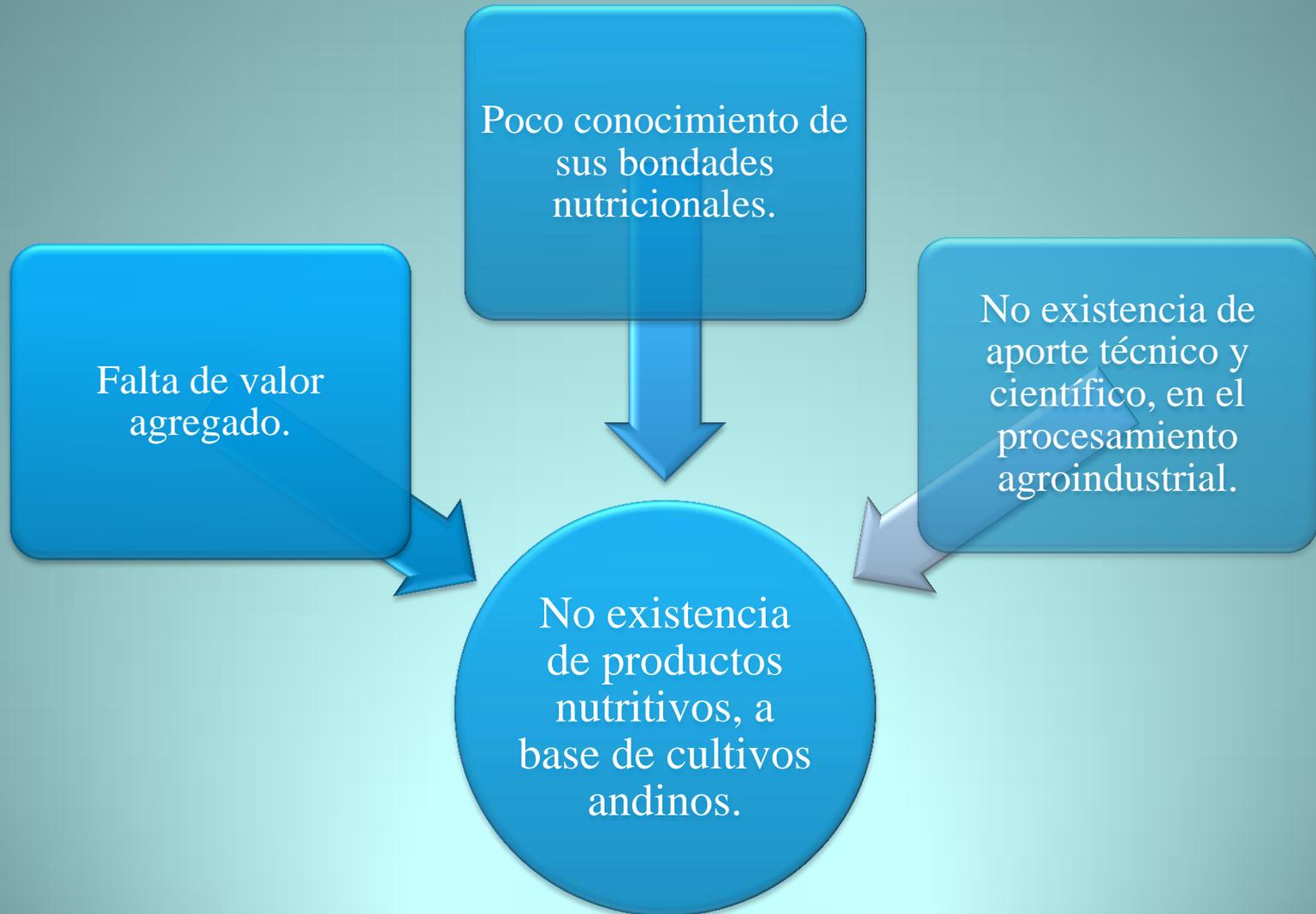
Autores: **Martínez Tatamués Segundo Alejandro**  
**Zambrano Nazate Bayron Fernando**

**DIRECTOR:**  
**Ing. Milton Núñez**

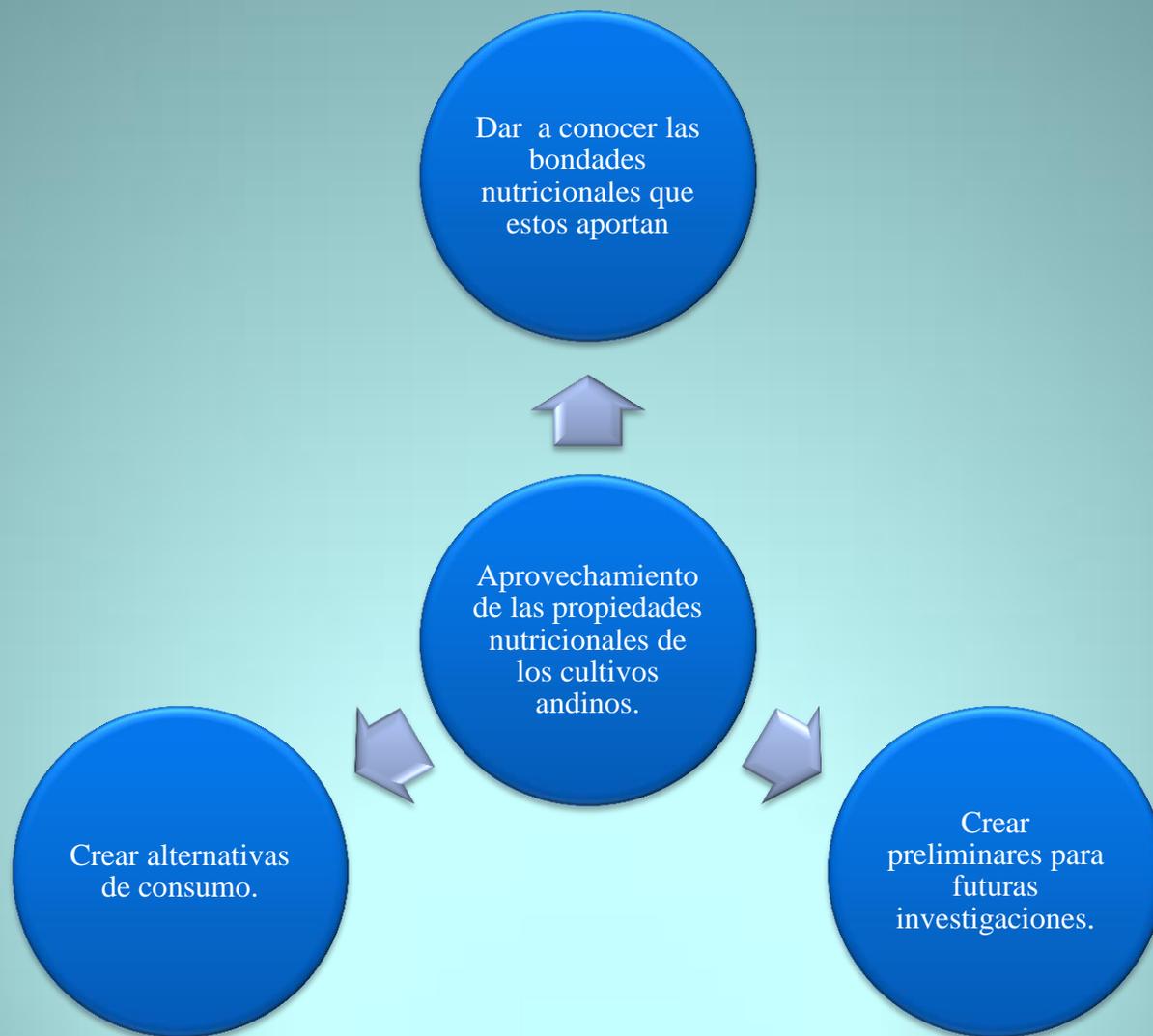
**Ibarra-Ecuador**  
**2011**

# GENERALIDADES

# EL PROBLEMA



# JUSTIFICACIÓN



## OBJETIVOS

### General.

- Elaborar un suplemento proteico en polvo, a base de harina de; chocho (*LupinusmutabilisSweet*), quinua (*Chenopodiumquinoa L.*), amaranto (*Amaranthus*), y dos tipos de edulcorantes (Sacarosa y Glucosa).

# Específicos:

Determinar la temperatura del aire y el tiempo de tostado de cada materia prima (chocho, quinua y amaranto), para la obtención de harina.



Determinar la mezcla óptima de harinas (chocho, quinua, amaranto) y edulcorante, para la elaboración de un suplemento proteico en polvo.



Evaluar las características Físico-Químicas (Granulometría, humedad, peso específico, rendimiento) y organolépticas (Color, olor, sabor) en la harina, (extracto etéreo, proteína, fibra, cenizas, carbohidratos totales) en las mezclas, y microbiológicas (Mohos, levaduras, recuento total) en el suplemento.



Realizar un balance de materiales y estimar costos de producción del suplemento.



Determinar la estabilidad físico-química y microbiológica del suplemento, empleando dos tipos de envases (fundas y frascos herméticos de polietileno) bajo condiciones normales (HR: 73 y T: 18 °C) por un tiempo de 60 días.

**Hi.-** La temperatura del aire y el tiempo de tostado influyen en las características físico-químicas y organolépticas de la harina de cada materia prima (chocho, quinua y amaranto).

## **Formulación de hipótesis:**

**Hi.-** Las diferentes mezclas de harinas: (chocho, quinua y amaranto) y la adición de edulcorante (sacarosa y glucosa), influye en las propiedades organolépticas del suplemento.

**Hi.-** Las condiciones normales de almacenamiento y el tipo de envase, influye en la estabilidad físico-química, y microbiológica del suplemento.

# MARCO TEÓRICO



Chocho  
Quinoa  
Amaranto



Secado natural  
Tostado  
Tostadora



Molituración  
Molino  
Tamizado  
Granulometría



Estabilidad  
Fisicoquímica  
Microbiológica



Suplementos  
proteicos  
Batidos

# **MATERIALES Y MÉTODOS**

# MATERIALES Y EQUIPOS

## Materia Prima

Chocho

Quinua

Amaranto

## Insumos

Sacarosa

Glucosa

## Equipos

Tostadora de granos marca IMQ

Mezcladora rotatoria IMQ

Molino mecánico de discos

Balanza

Cronómetro

Tamiz RESTH # 70 (112 um)



# MÉTODOS

**FASE I:** La obtención de harinas de cada uno de los granos y la elaboración del suplemento proteico en polvo con la adición de edulcorante (mezcla).

**FASE II:** Evaluar a las tres mejores mezclas, características fisicoquímicas y microbiológicas durante el almacenamiento, envasadas en fundas y frascos herméticos de polietileno por el lapso de dos meses a condiciones normales.

# FASE I

# Factores en estudio

## Proceso de tostado de granos

FACTOR A: Temperatura ( °C )					
FACTOR B: Tiempo (minutos)					
CHOCHO		QUINUA		AMARANTO	
A1 = 120	B1 = 10	A1 = 100	B1 = 10	A1 = 100	B1 = 10
A2 = 140	B2 = 20	A2 = 130	B2 = 20	A2 = 120	B2 = 20
	B3 = 30		B3 = 30		B3 = 30

# Tratamientos

Tratamientos	Combinaciones	CHOCHO	QUINUA	AMARANTO
T1	A1B1	120 °C x 10 min	100 °C x 10 min	100 °C x 10 min
T2	A1B2	120 °C x 20 min	100 °C x 20 min	100 °C x 20 min
T3	A1B3	120 °C x 30 min	100 °C x 30 min	100 °C x 30 min
T4	A2B1	140 °C x 10 min	130 °C x 10 min	120 °C x 10 min
T5	A2B2	140 °C x 20 min	130 °C x 20 min	120 °C x 20 min
T6	A2B3	140 °C x 30 min	130 °C x 30 min	120 °C x 30 min

## Diseño experimental

Diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial A x B (Temperatura x Tiempo).

### Características del experimento

Número de repeticiones	Tres (3)
Número de tratamientos	Seis (6)
Número de unidades experimentales	Diez y ocho (18)

La unidad experimental que se utilizó para el proceso de tostado, fue de **1000g** de grano seco, que posteriormente se los transformó en harina.

# VARIABLES EN ESTUDIO

## VARIABLES CUANTITATIVAS

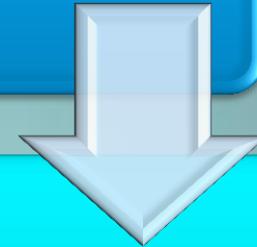
Humedad  
Granulometría  
Peso específico  
Rendimiento

## VARIABLES CUALITATIVAS

Color  
Olor  
Sabor

# FASE II

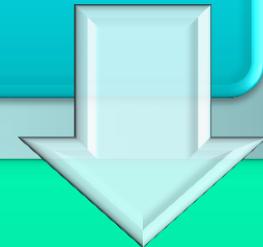
## **Análisis sensorial (Aceptabilidad)**



## **Características Fisicoquímicas.**

Humedad

Actividad del agua ( $A_w$ )

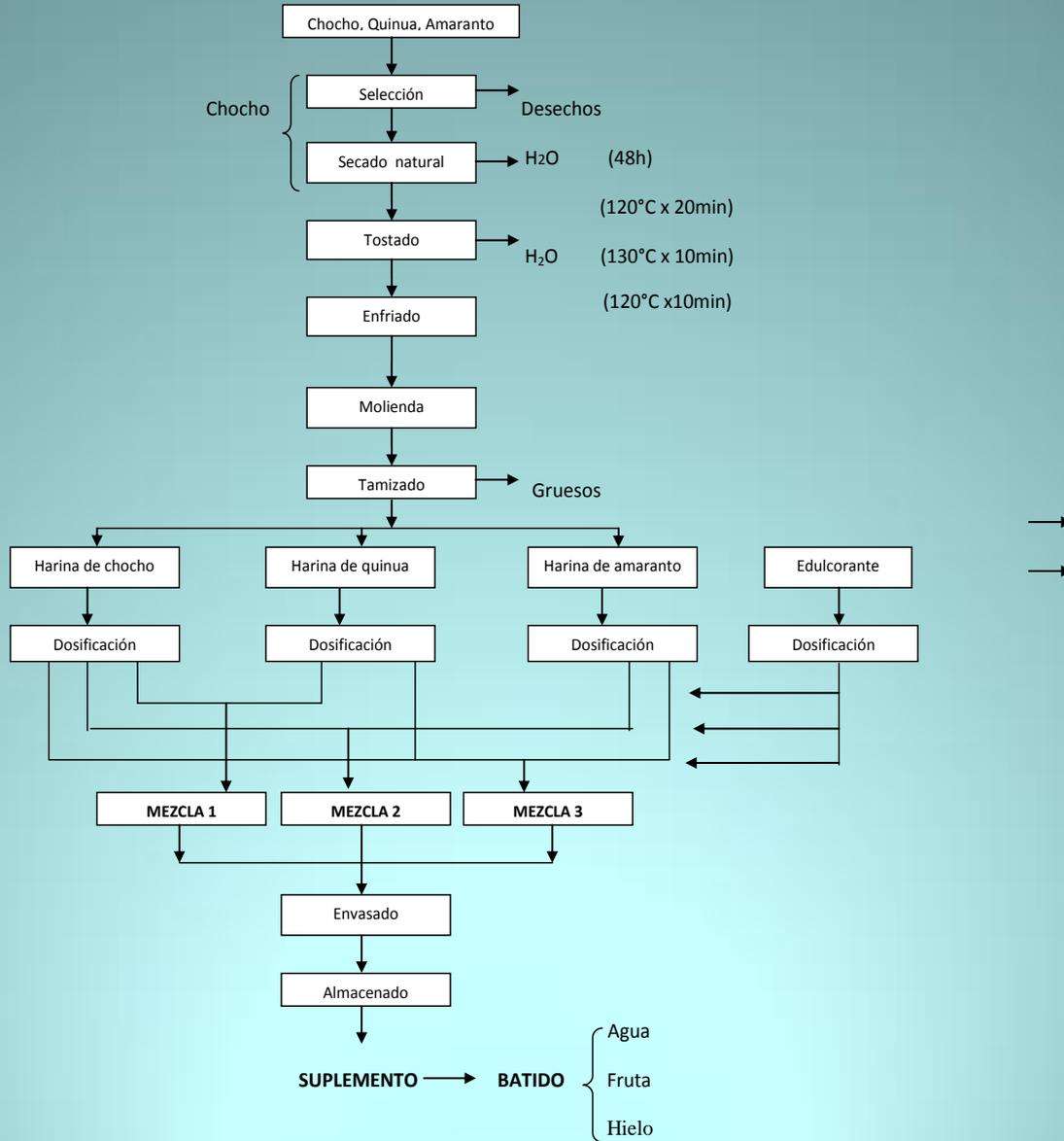


## **Características microbiológicas**

Mohos y Levaduras

Recuento total

# DIAGRAMA DE BLOQUES



# Manejo Específico del Experimento



# RESULTADOS

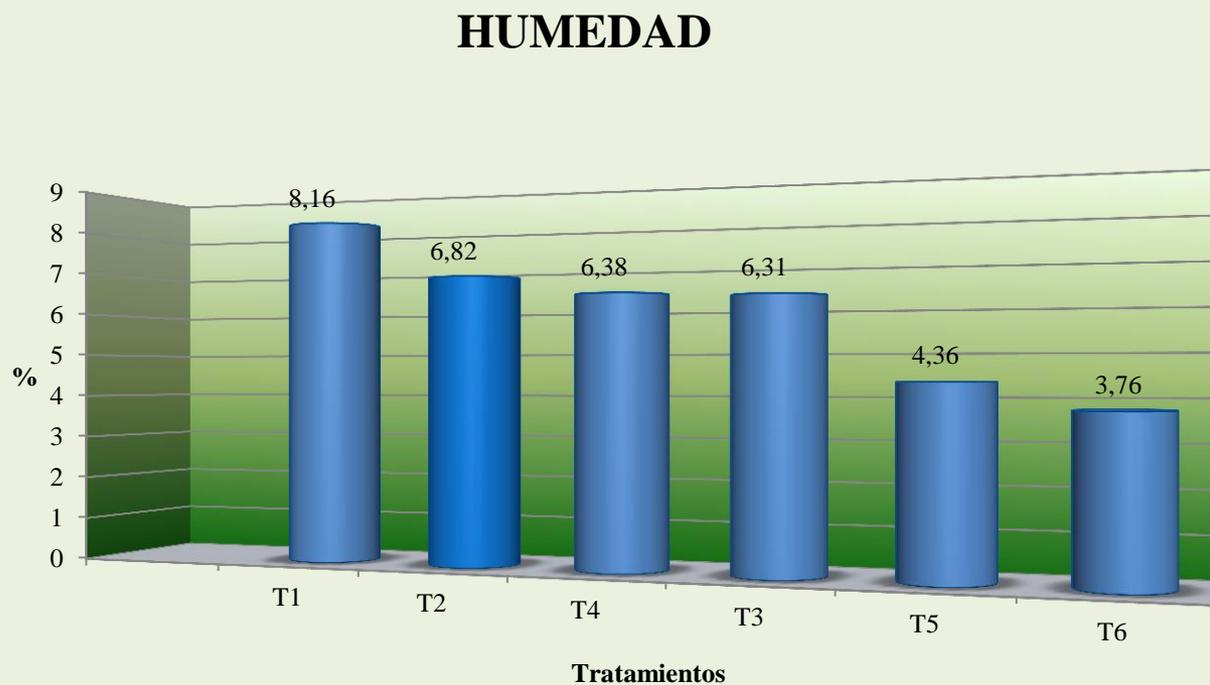
# **HARINA DE CHOCHO**

# HUMEDAD

## Análisis de varianza

F de V	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
Total	17	47.23			0,05	0,01
Tratamientos	5	39.81	7.96	26.83**	3.11	5.06
Factor A	1	23.03	23.03	77.60**	4.75	9.33
Factor B	2	16.27	8.13	27.41**	3.88	6.93
Int. (AxB)	2	0.52	0.26	0.87 <sup>NS</sup>	3.88	6.93
Error Exp.	12	3.56	0.30			
CV= 9.13%						

# Contenido de humedad en la harina de chocho, expresado en %



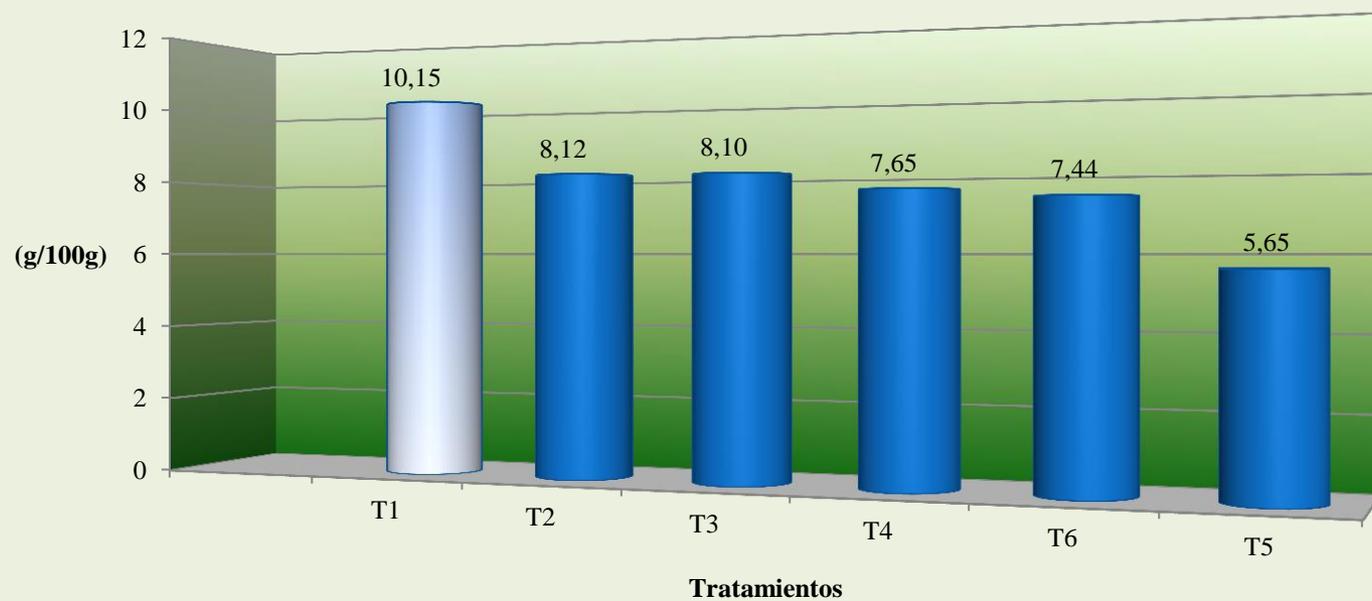
# GRANULOMETRÍA

## Análisis de varianza

F de V	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
Total	17	51.64			0,05	0,01
Tratamientos	5	31.33	6.27	13.79**	3.11	5.06
Factor A	1	15.81	15.81	34.80**	4.75	9.33
Factor B	2	12.18	6.09	13.40**	3.88	6.93
Int. (AxB)	2	3.34	1.67	3.67 <sup>NS</sup>	3.88	6.93
Error Exp.	12	5.45	0.45			
CV= 8.58%						

# Granulometría para la harina de chocho

## GRANULOMETRÍA



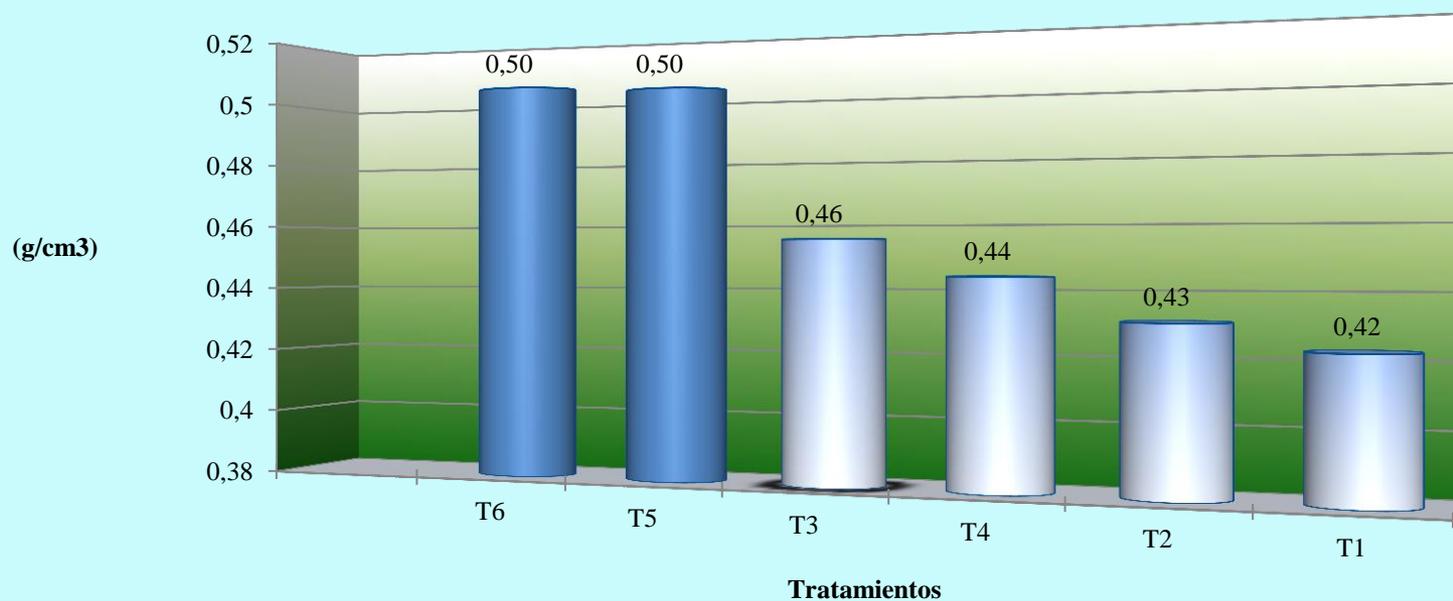
# PESO ESPECÍFICO

## Análisis de la varianza

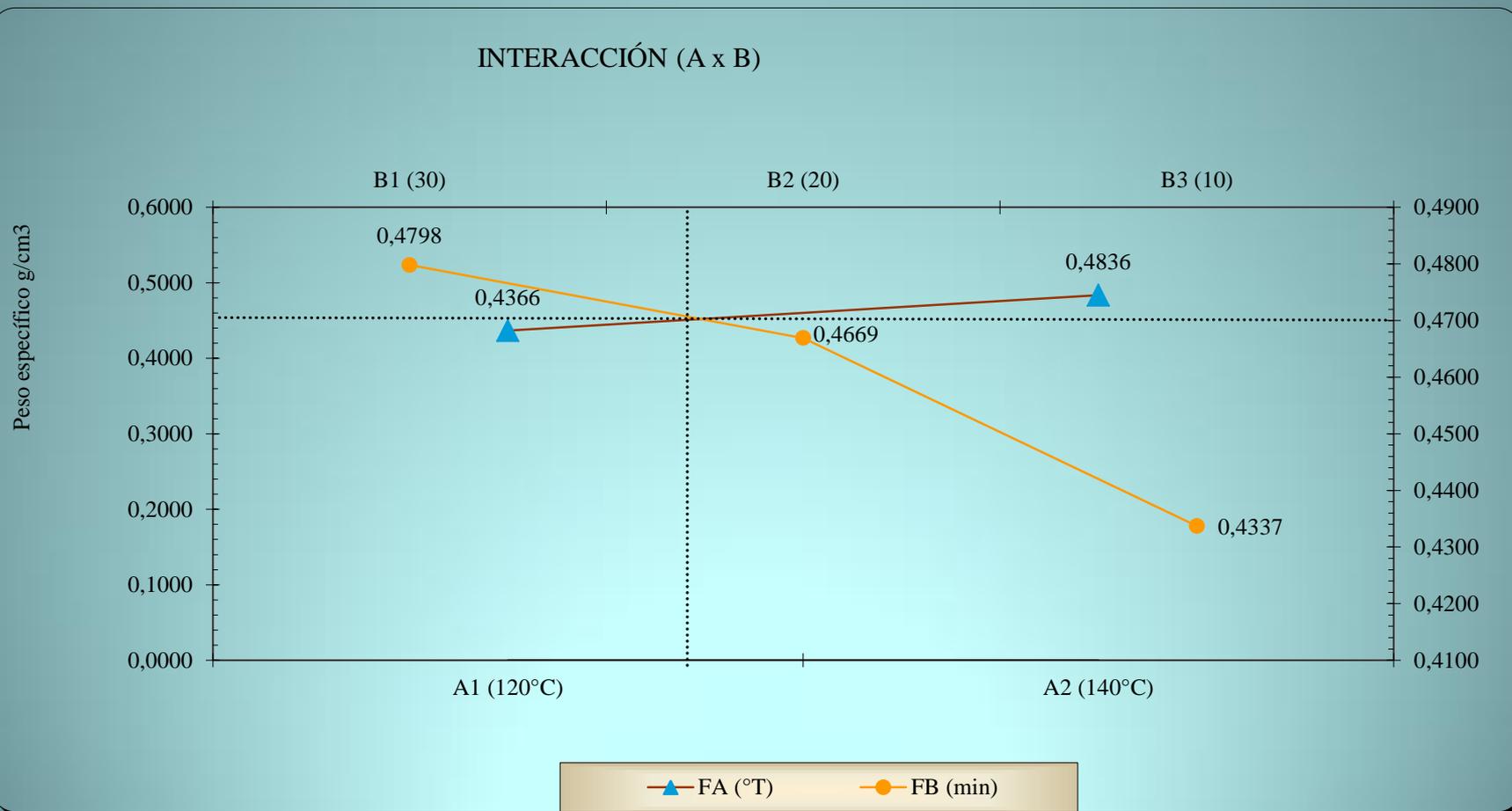
F de V	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
Total	17	0.0308			0,05	0,01
Tratamientos	5	0.0186	0.0037	20.5627**	3.11	5.06
Factor A	1	0.0099	0.0099	54.8126**	4.75	9.33
Factor B	2	0.0068	0.0034	18.6751**	3.88	6.93
Int. (AxB)	2	0.0019	0.0010	5.3253*	3.88	6.93
Error Exp.	12	0.0022	0.0002			
CV= 2.92%						

# Peso específico en la harina de chocho

## PESO ESPECÍFICO



# Interacción de factores (Temperatura x Tiempo), en el peso específico de harina de chocho.



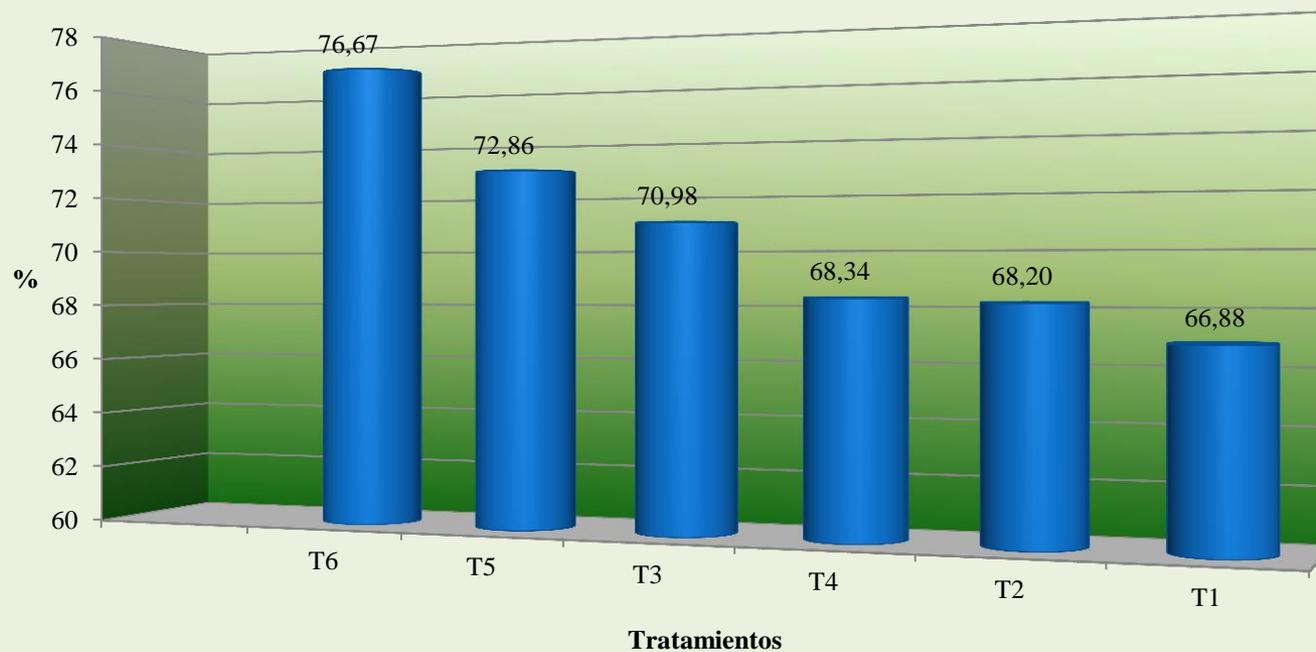
# RENDIMIENTO

## Análisis de la varianza

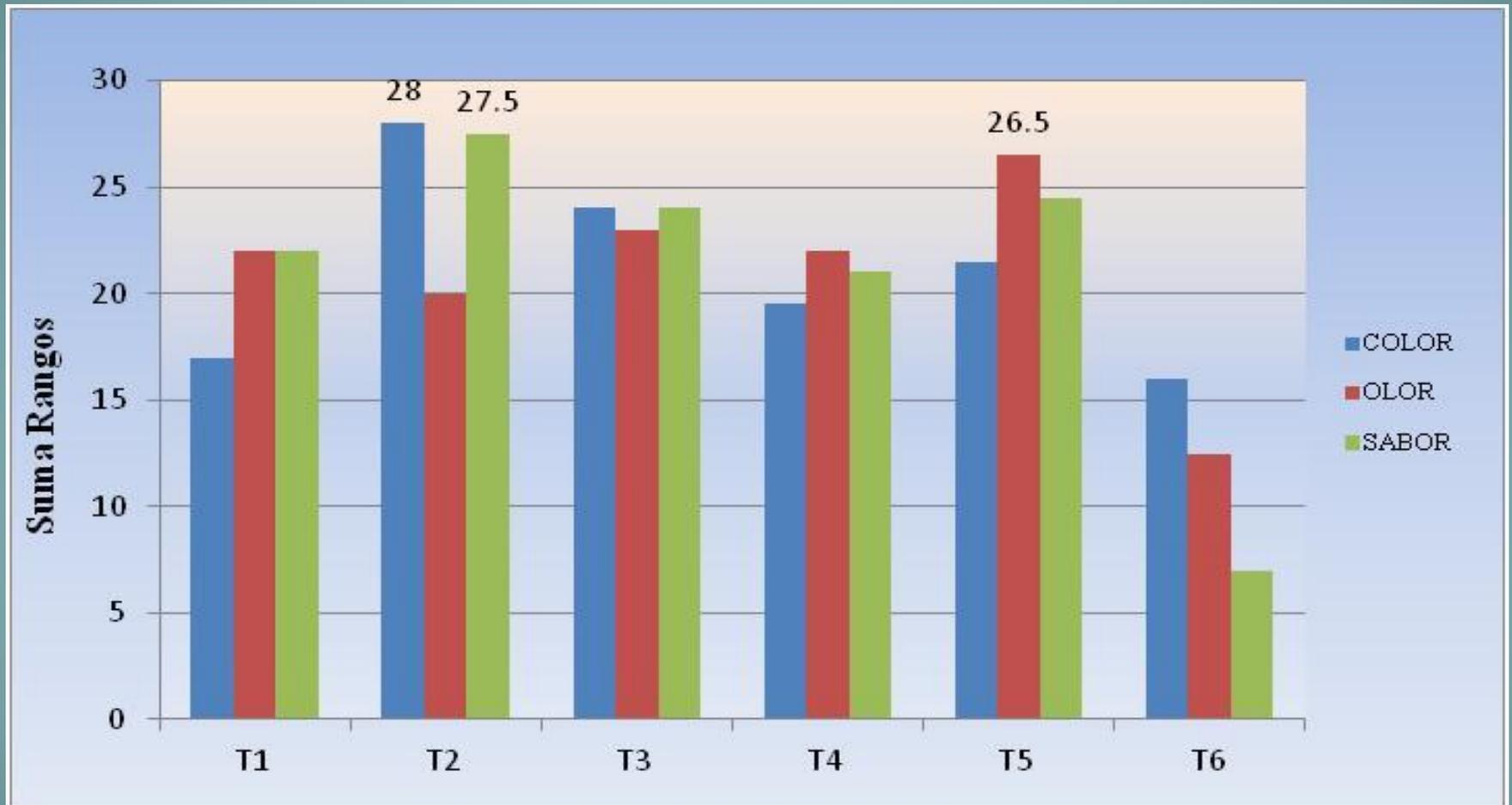
F de V	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
Total	17	517.72			0,05	0,01
Tratamientos	5	200.37	40.07	4.22*	3.11	5.06
Factor A	1	69.86	69.86	7.36*	4.75	9.33
Factor B	2	115.95	57.98	6.11*	3.88	6.93
Int. (AxB)	2	14.56	7.28	0.77 <sup>NS</sup>	3.88	6.93
Error Exp.	12	113.91	9.49			
CV= 4.36%						

# Rendimiento de harina, expresado en %

## RENDIMIENTO



# Representación gráfica de los atributos (color, olor, sabor)



# **HARINA DE QUINUA**

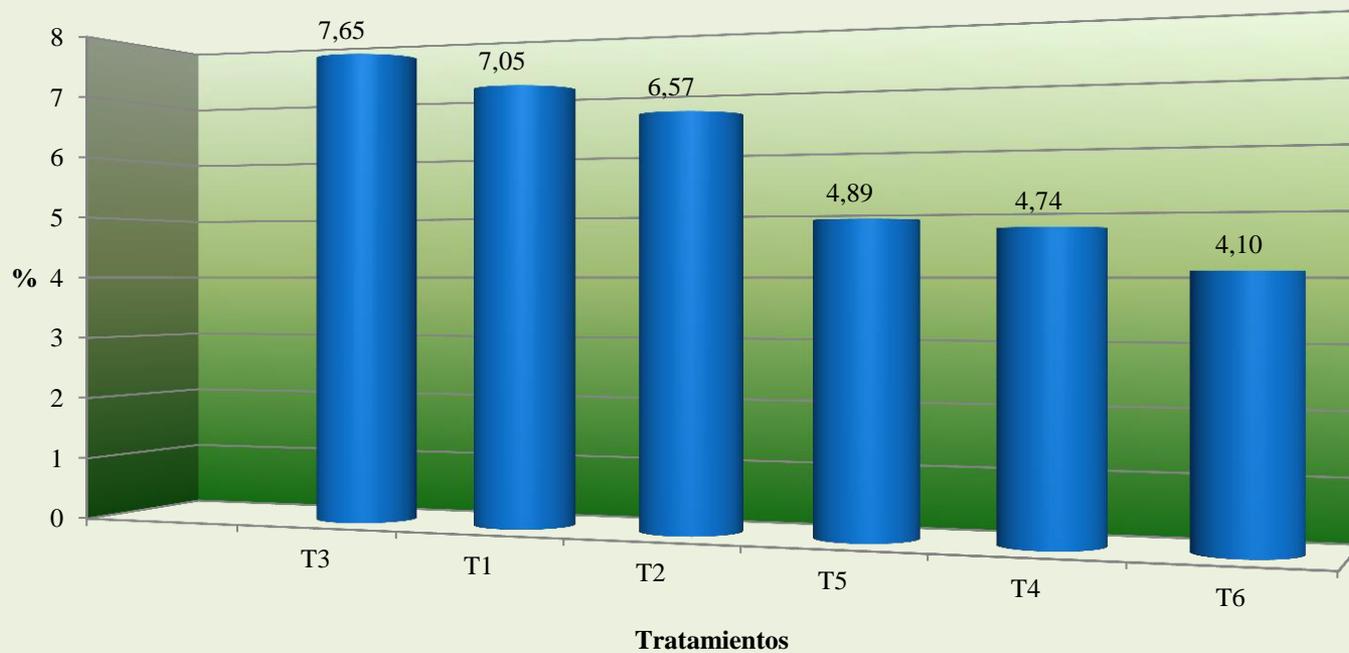
# HUMEDAD

## Análisis de varianza

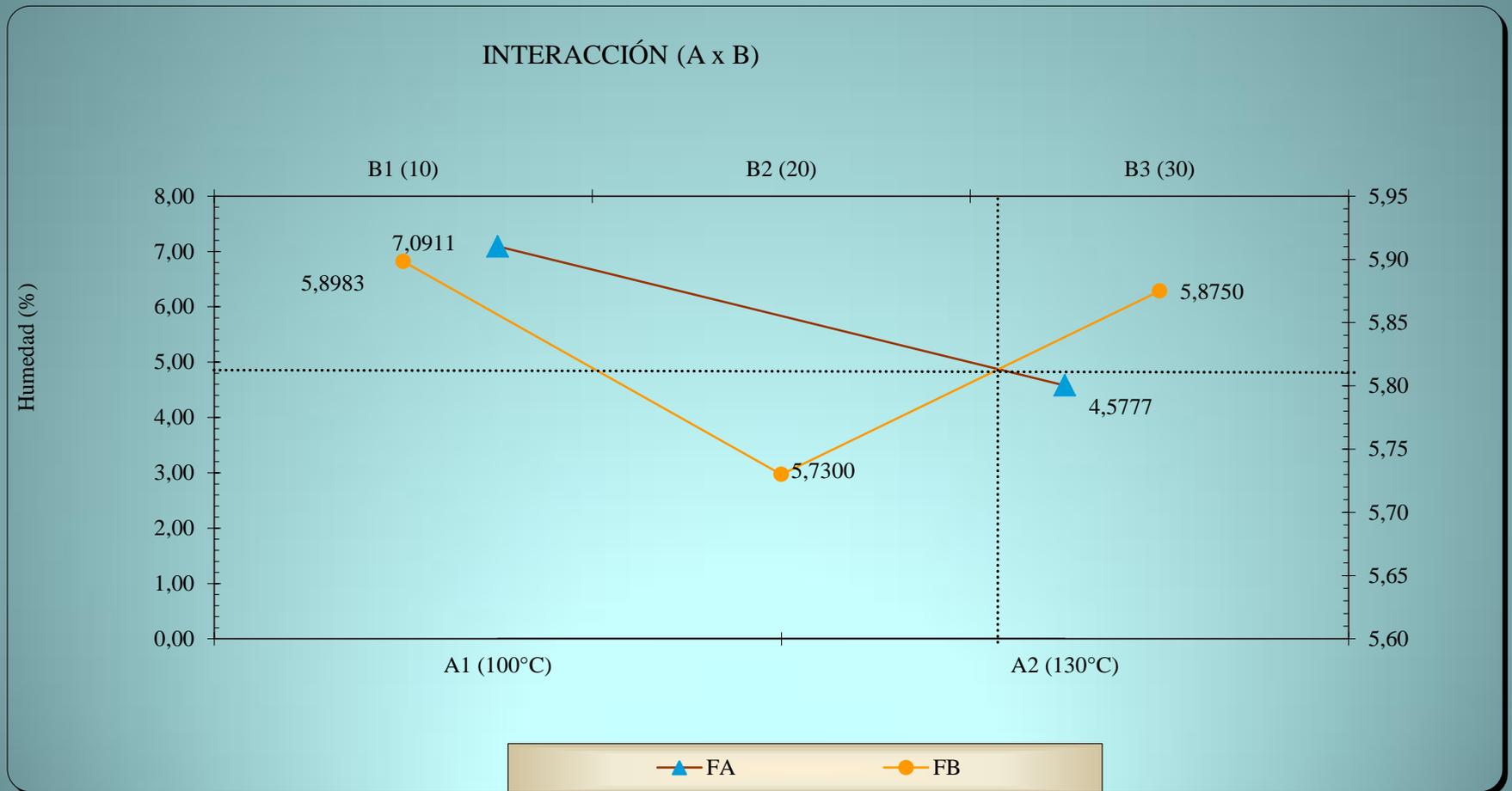
F de V	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
Total	17	36.84			0,05	0,01
Tratamientos	5	31.20	6.24	30.25**	3.11	5.06
Factor A	1	28.43	28.43	137.80**	4.75	9.33
Factor B	2	0.10	0.05	0.24 <sup>NS</sup>	3.88	6.93
Int. (AxB)	2	2.68	1.34	6.49*	3.88	6.93
Error Exp.	12	2.48	0.21			
CV=7.78%						

# Contenido de humedad en la harina de quinua, expresado en %.

## HUMEDAD



# Interacción de factores (Temperatura x Tiempo), en el contenido de humedad en la harina de quinua.



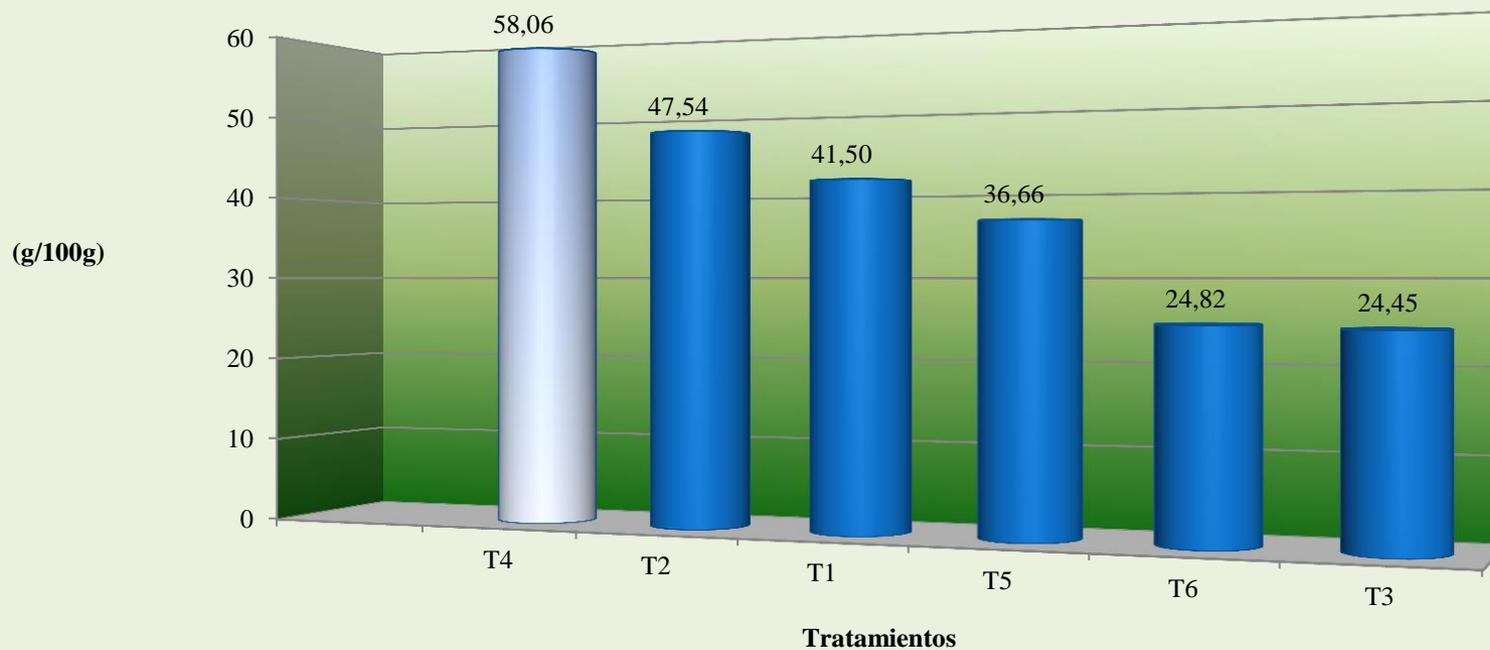
# GRANULOMETRÍA

## Análisis de varianza

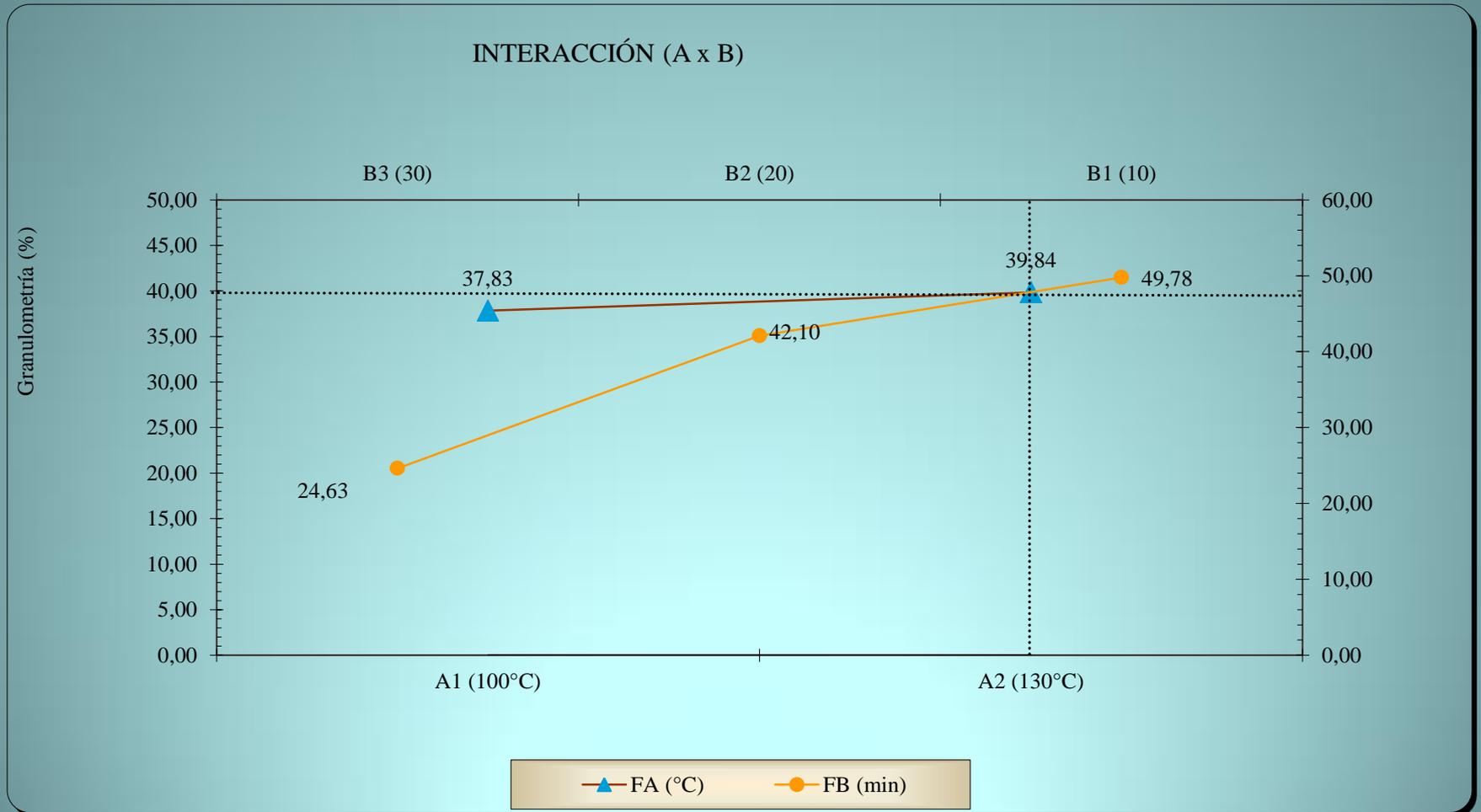
F de V	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
Total	17	2749.63			0,05	0,01
Tratamientos	5	2581.57	516.31	39.79**	3.11	5.06
Factor A	1	18.30	18.30	1.41 <sup>NS</sup>	4.75	9.33
Factor B	2	1992.34	996.17	76.77**	3.88	6.93
Int. (AxB)	2	570.93	285.46	22.00**	3.88	6.93
Error Exp.	12	155.71	12.98			
CV= 9.27%						

# Granulometría para la harina de quinua

## GRANULOMETRÍA



# Interacción de factores (Temperatura x Tiempo), granulometría en harina de quinua



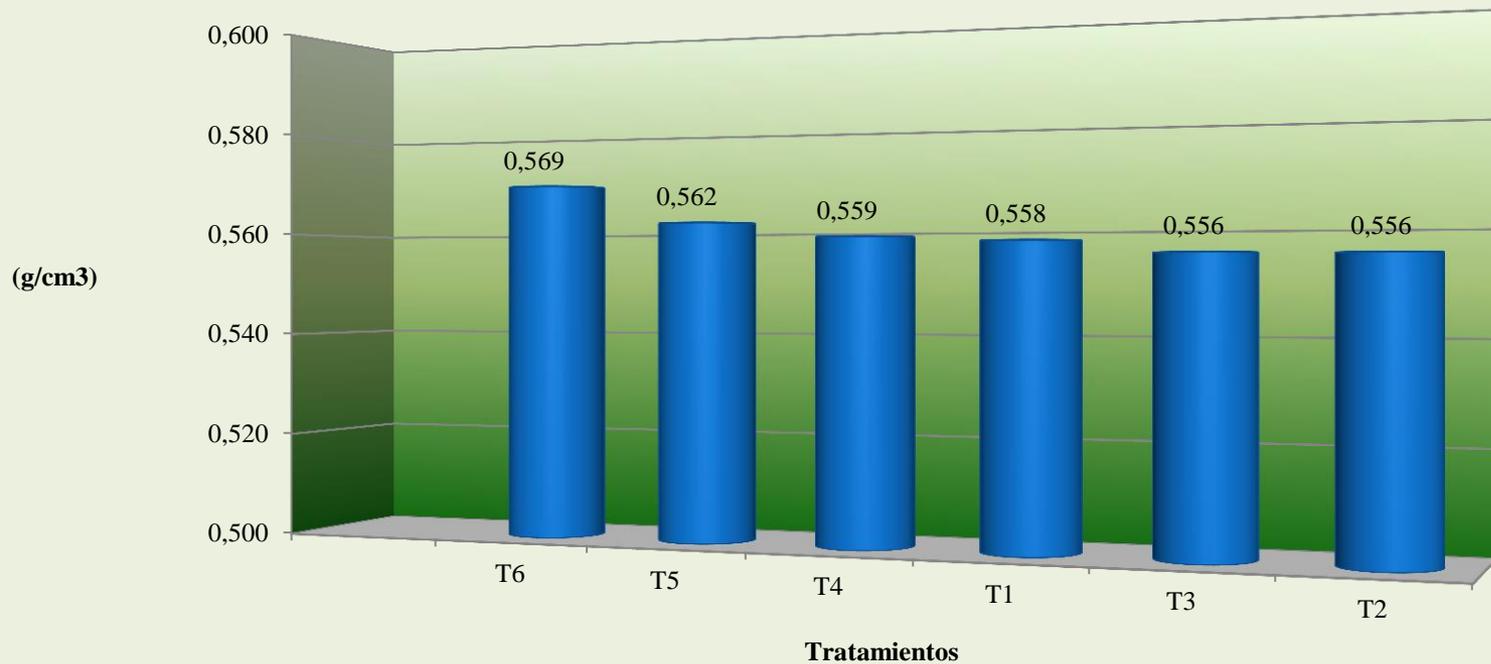
# PESO ESPECÍFICO

## Análisis de varianza

F de V	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
Total	17	0.0029			0,05	0,01
Tratamientos	5	0.0004	0.0001	0.4085 <sup>NS</sup>	3.11	5.06
Factor A	1	0.0002	0.0002	1.1067 <sup>NS</sup>	4.75	9.33
Factor B	2	0.0001	0.0000	0.1552 <sup>NS</sup>	3.88	6.93
Int. (AxB)	2	0.0001	0.0001	0.3127 <sup>NS</sup>	3.88	6.93
Error Exp.	12	0.0023	0.0002			
CV= 2.48%						

# Peso específico en la harina de quinua

## PESO ESPECÍFICO



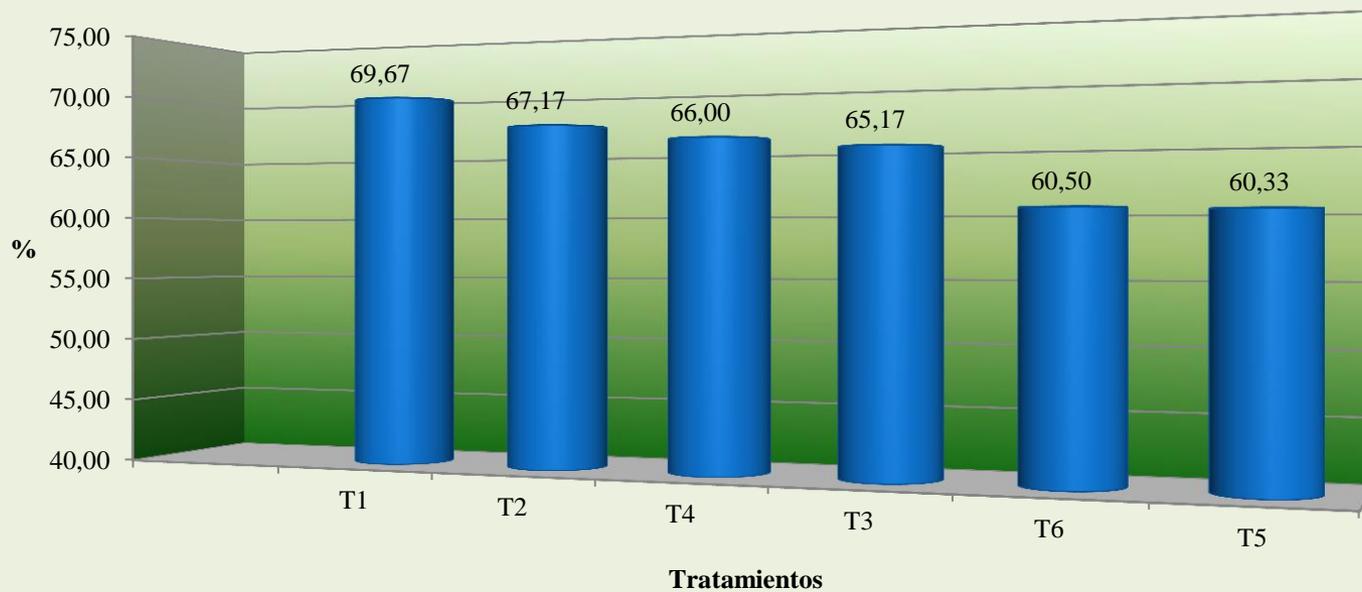
# RENDIMIENTO

## Análisis de la varianza para rendimiento

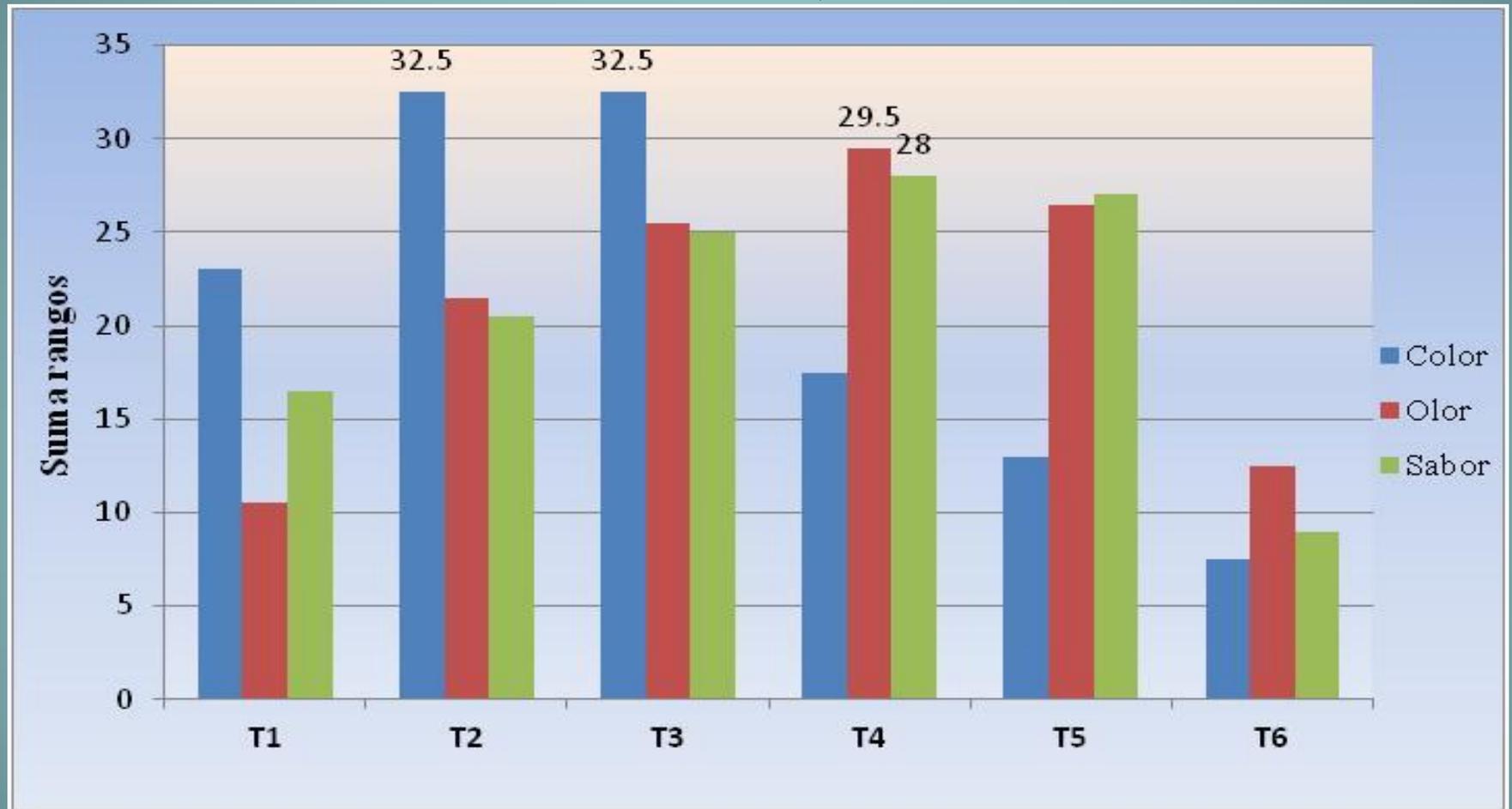
F de V	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
Total	17	961.57			0,05	0,01
Tratamientos	5	207.90	41.58	2.55 <sup>NS</sup>	3.11	5.06
Factor A	1	115.01	115.01	7.05*	4.75	9.33
Factor B	2	85.03	42.51	2.61 <sup>NS</sup>	3.88	6.93
Int. (AxB)	2	7.86	3.93	0.24 <sup>NS</sup>	3.88	6.93
Error Exp.	12	195.81	16.32			
CV= 6.23%						

# Rendimiento de harina de quinua, expresado en %

## RENDIMIENTO



# Representación gráfica de los atributos (color, olor, sabor)



# **HARINA DE AMARANTO**

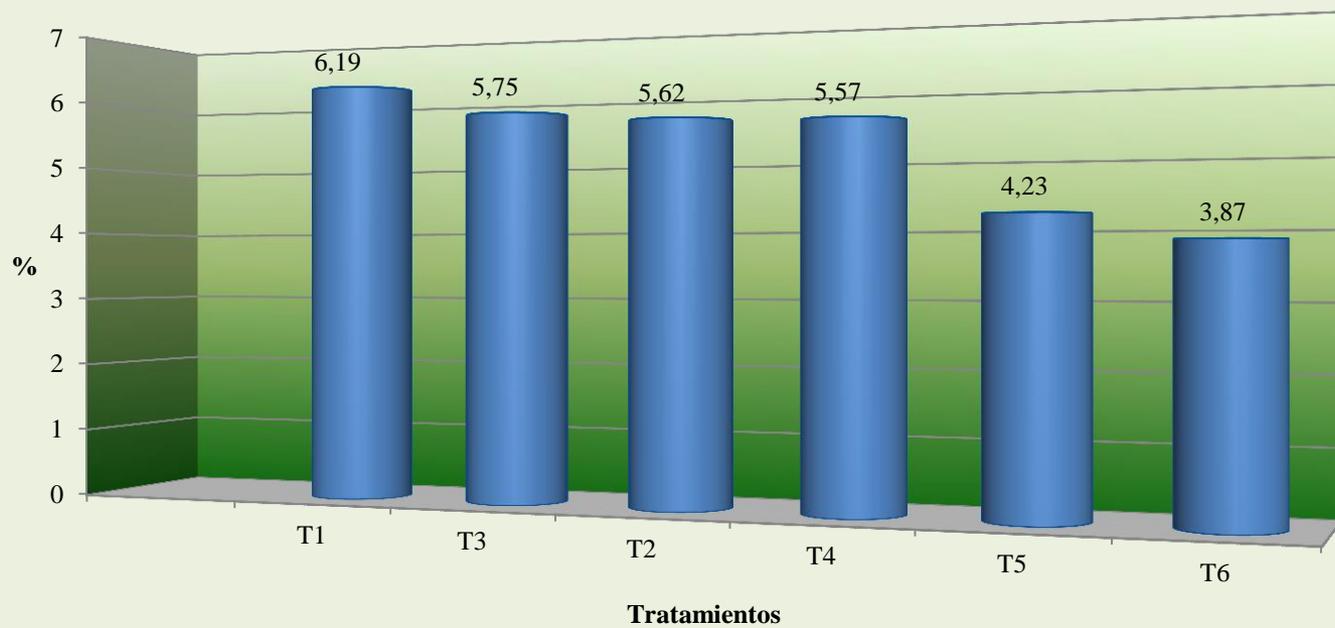
# HUMEDAD

## Análisis de la varianza para humedad

F de V	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
Total	17	18.60			0,05	0,01
Tratamientos	5	12.97	2.59	12.84**	3.11	5.06
Factor A	1	7.59	7.59	37.58**	4.75	9.33
Factor B	2	4.17	2.09	10.33**	3.88	6.93
Int. (AxB)	2	1.21	0.60	2.99 <sup>NS</sup>	3.88	6.93
Error Exp.	12	2.42	0.20			
CV= 8.63%						

# Contenido de humedad en la harina de amaranto, expresado en %

## HUMEDAD



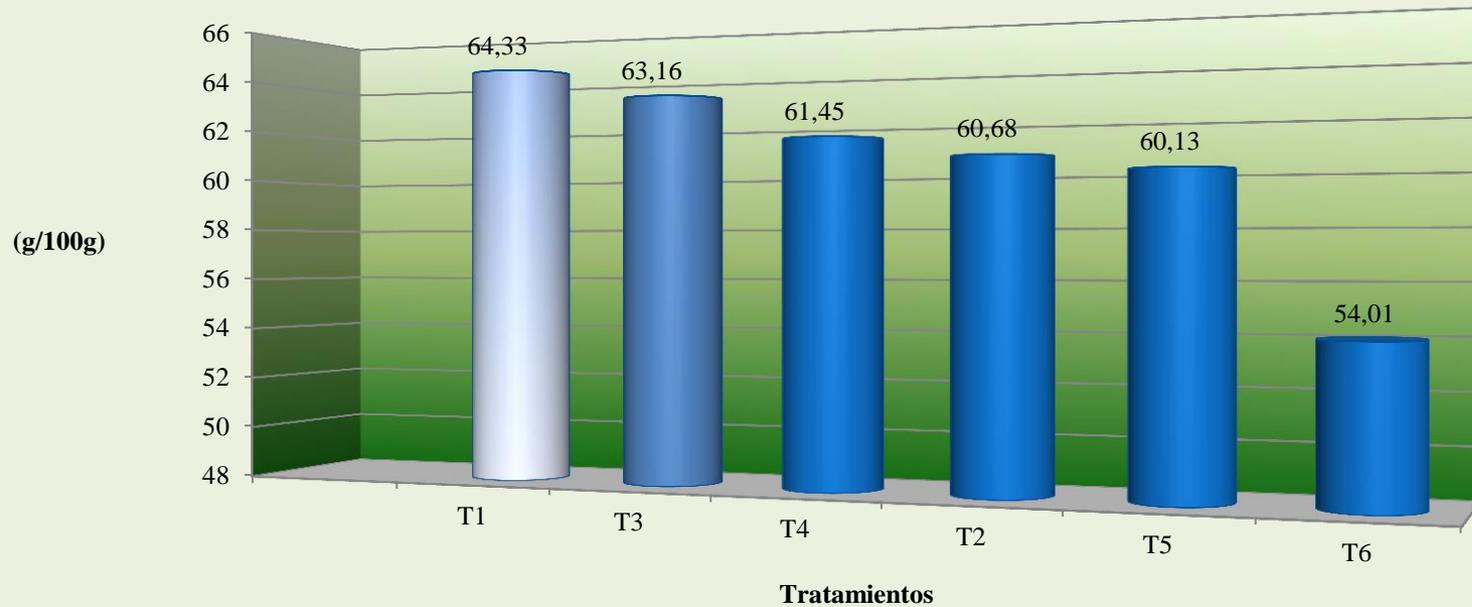
# GRANULOMETRÍA

## Análisis de varianza

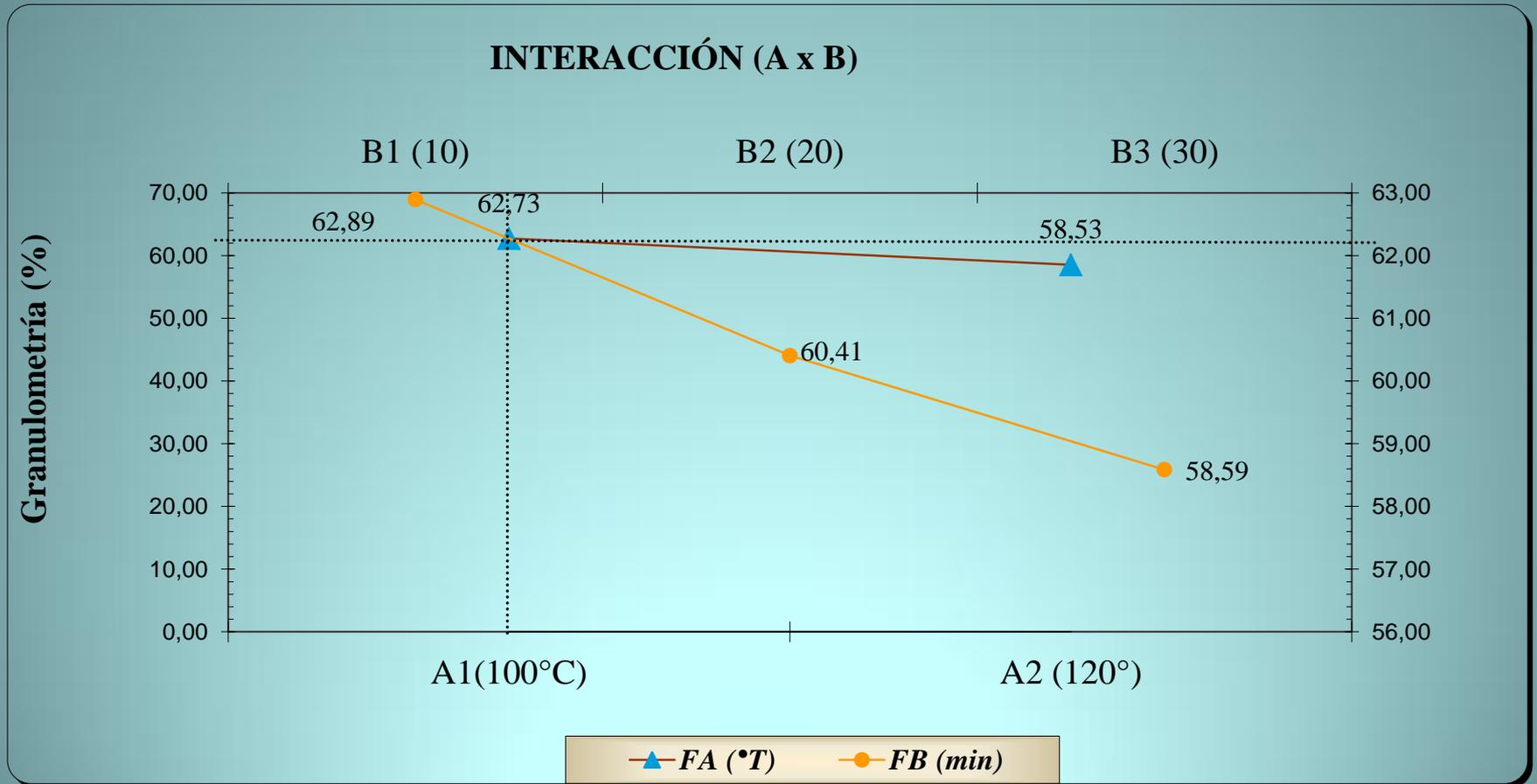
F de V	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
Total	17	211.07			0,05	0,01
Tratamientos	5	194.67	38.93	44.32**	3.11	5.06
Factor A	1	79.25	79.25	90.21**	4.75	9.33
Factor B	2	56.09	28.05	31.92**	3.88	6.93
Int. (AxB)	2	59.33	29.66	33.76**	3.88	6.93
Error Exp.	12	10.54	0.88			
CV= 1.54%						

# Granulometría para la harina de amaranto

## GRANULOMETRÍA



# Interacción de factores (Temperatura x Tiempo), granulometría en la harina de amaranto



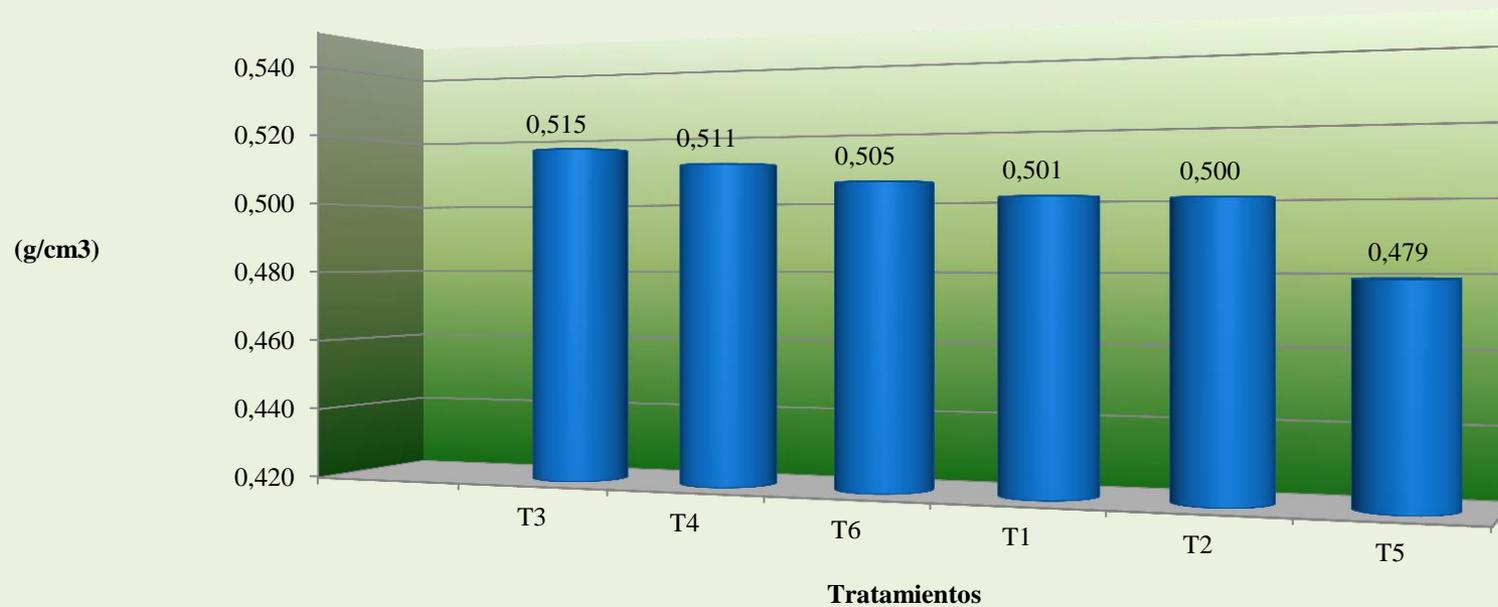
# PESO ESPECÍFICO

## Análisis de la varianza

F de V	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
Total	17	0.013			0,05	0,01
Tratamientos	5	0.002	0.000	0.808 <sup>NS</sup>	3.11	5.06
Factor A	1	0.000	0.000	0.394 <sup>NS</sup>	4.75	9.33
Factor B	2	0.001	0.001	1.198 <sup>NS</sup>	3.88	6.93
Int. (Ax B)	2	0.001	0.000	0.625 <sup>NS</sup>	3.88	6.93
Error Exp.	12	0.007	0.001			
CV= 4.84%						

# Peso específico en la harina de amaranto

## PESO ESPECÍFICO

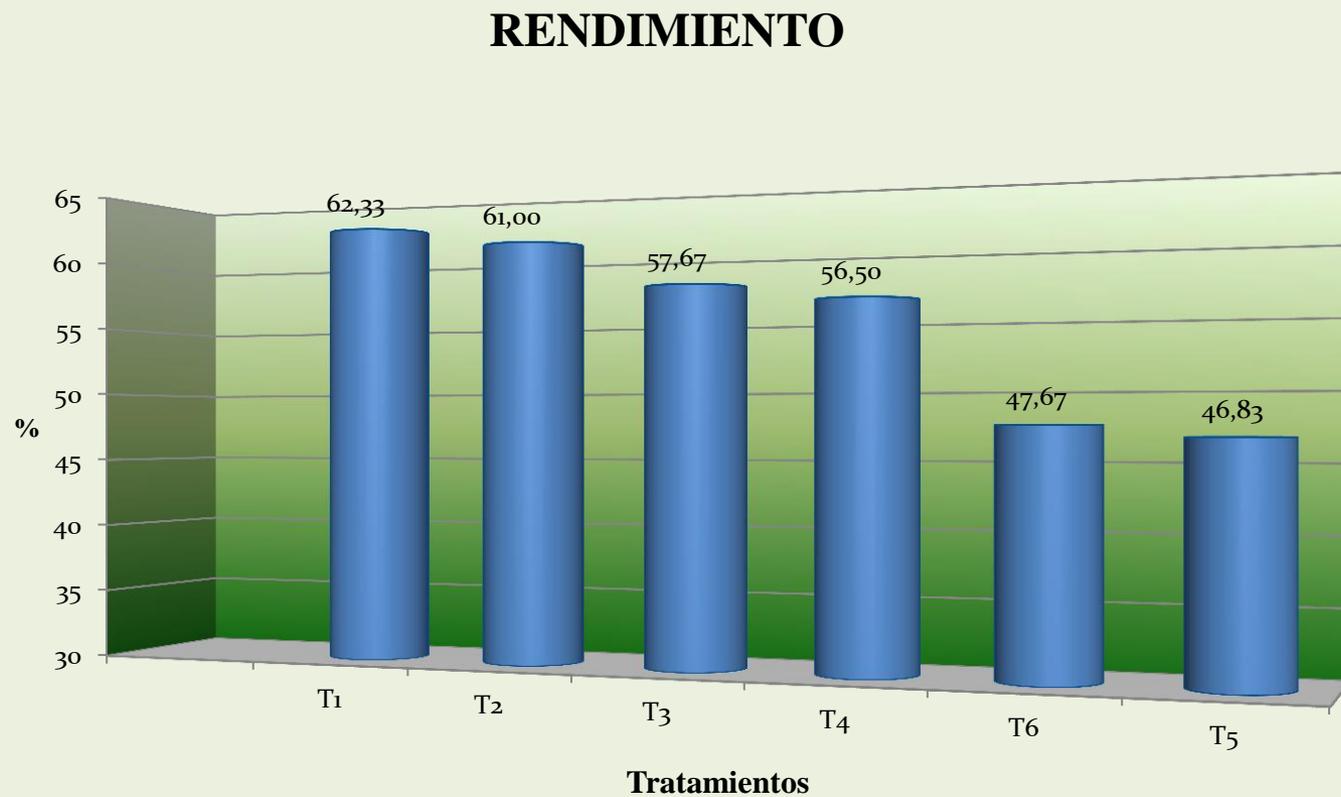


# RENDIMIENTO

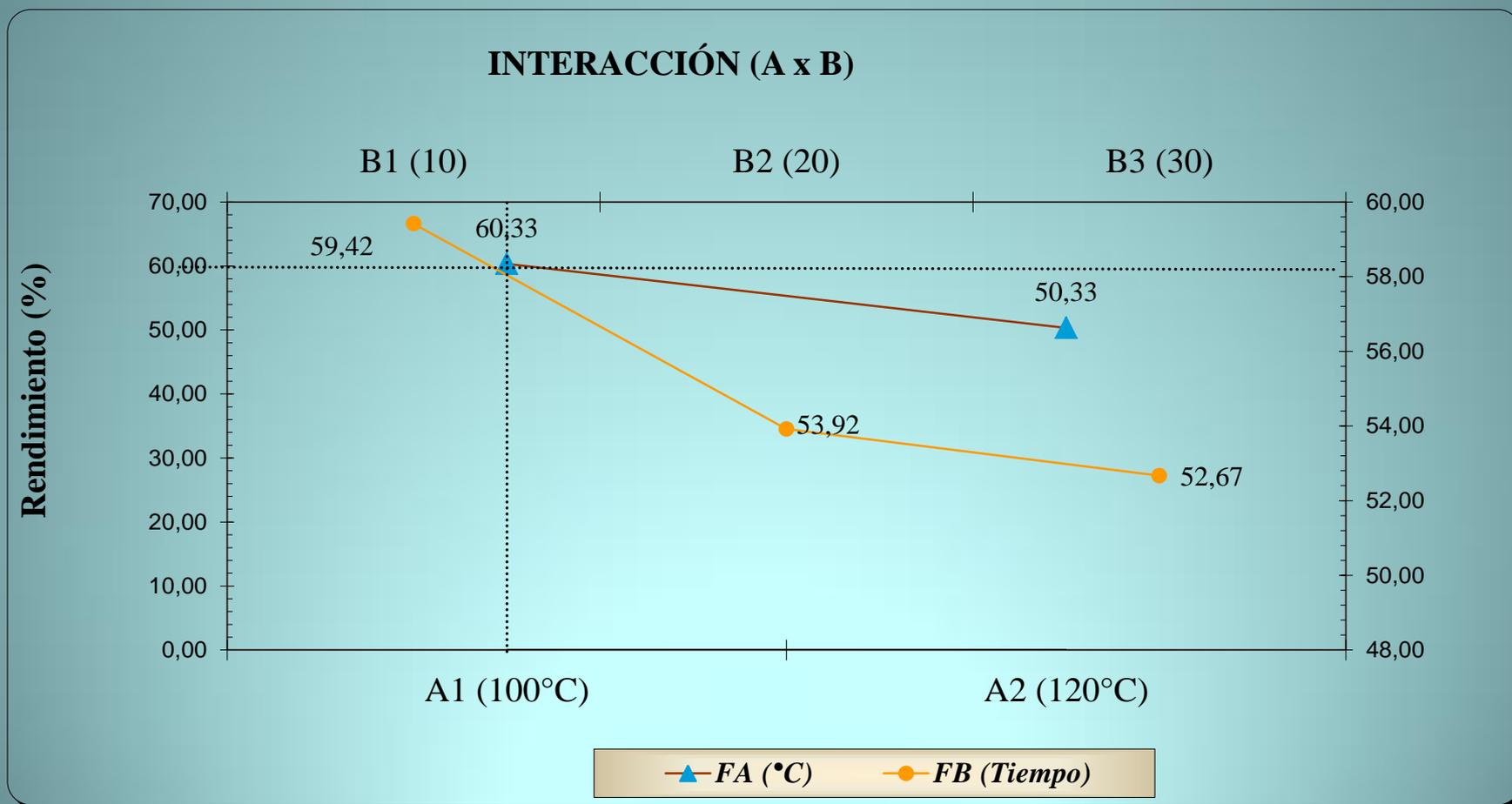
## Análisis de la varianza

F de V	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
Total	17	1435.00			0,05	0,01
Tratamientos	5	656.83	131.37	36.59**	3.11	5.06
Factor A	1	450.00	450.00	125.34**	4.75	9.33
Factor B	2	154.75	77.38	21.55**	3.88	6.93
Int. (AxB)	2	52.08	26.04	7.25**	3.88	6.93
Error Exp.	12	43.08	3.59			
CV= 3.42%						

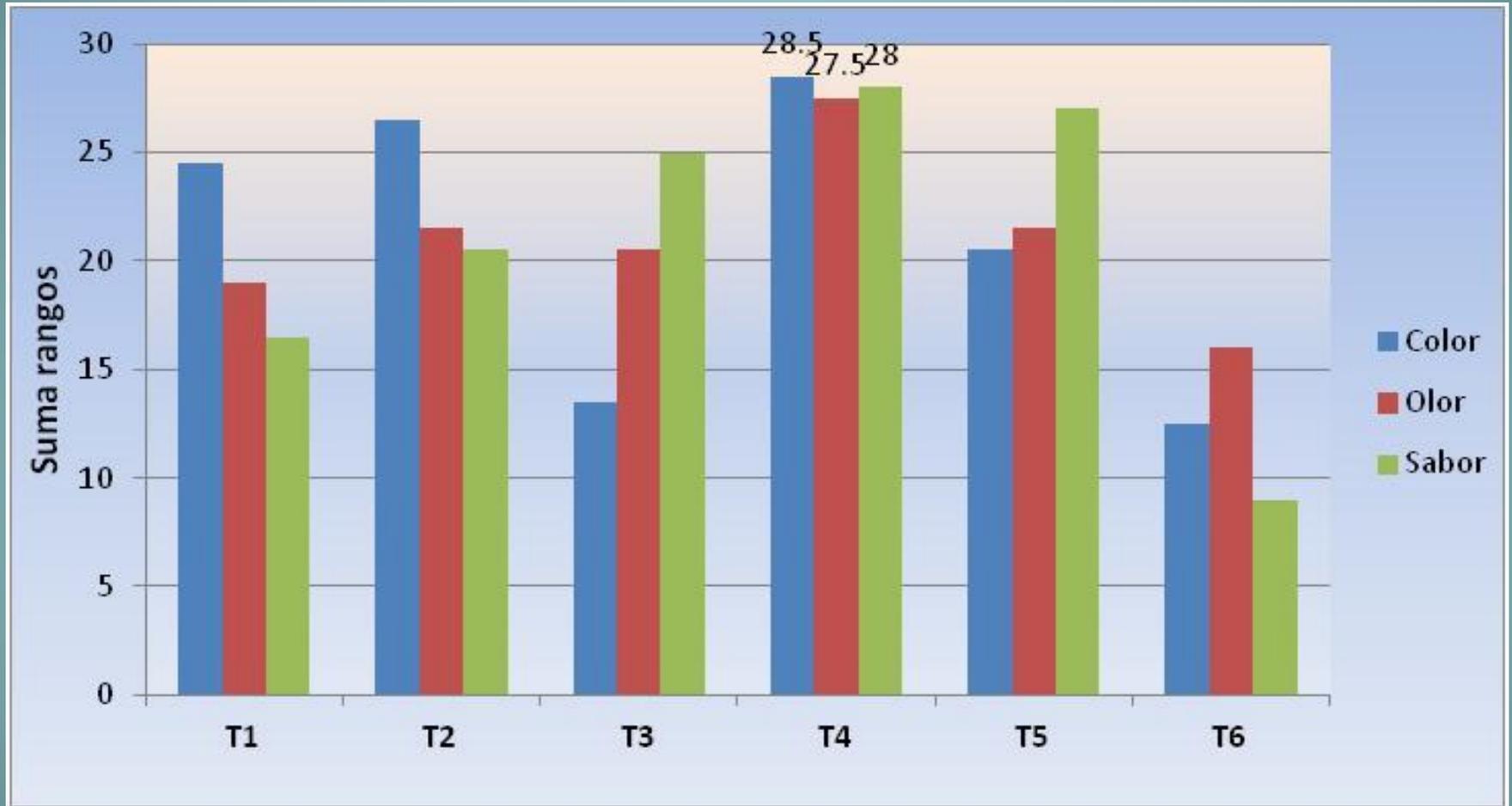
# Rendimiento de harina, expresado en %



# Interacción de factores (Temperatura x Tiempo), sobre rendimiento

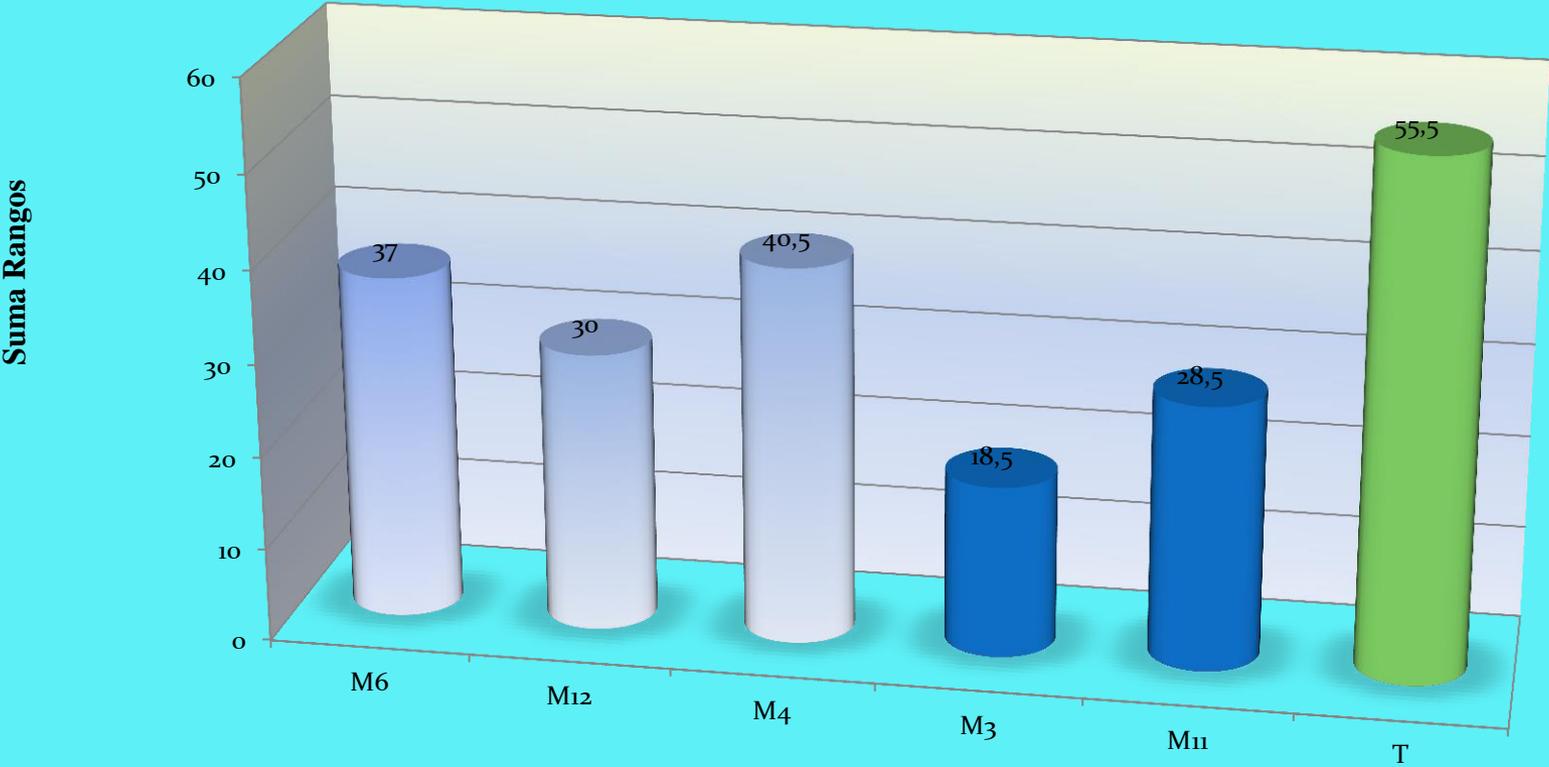


# Representación gráfica de los atributos (color, olor, sabor)



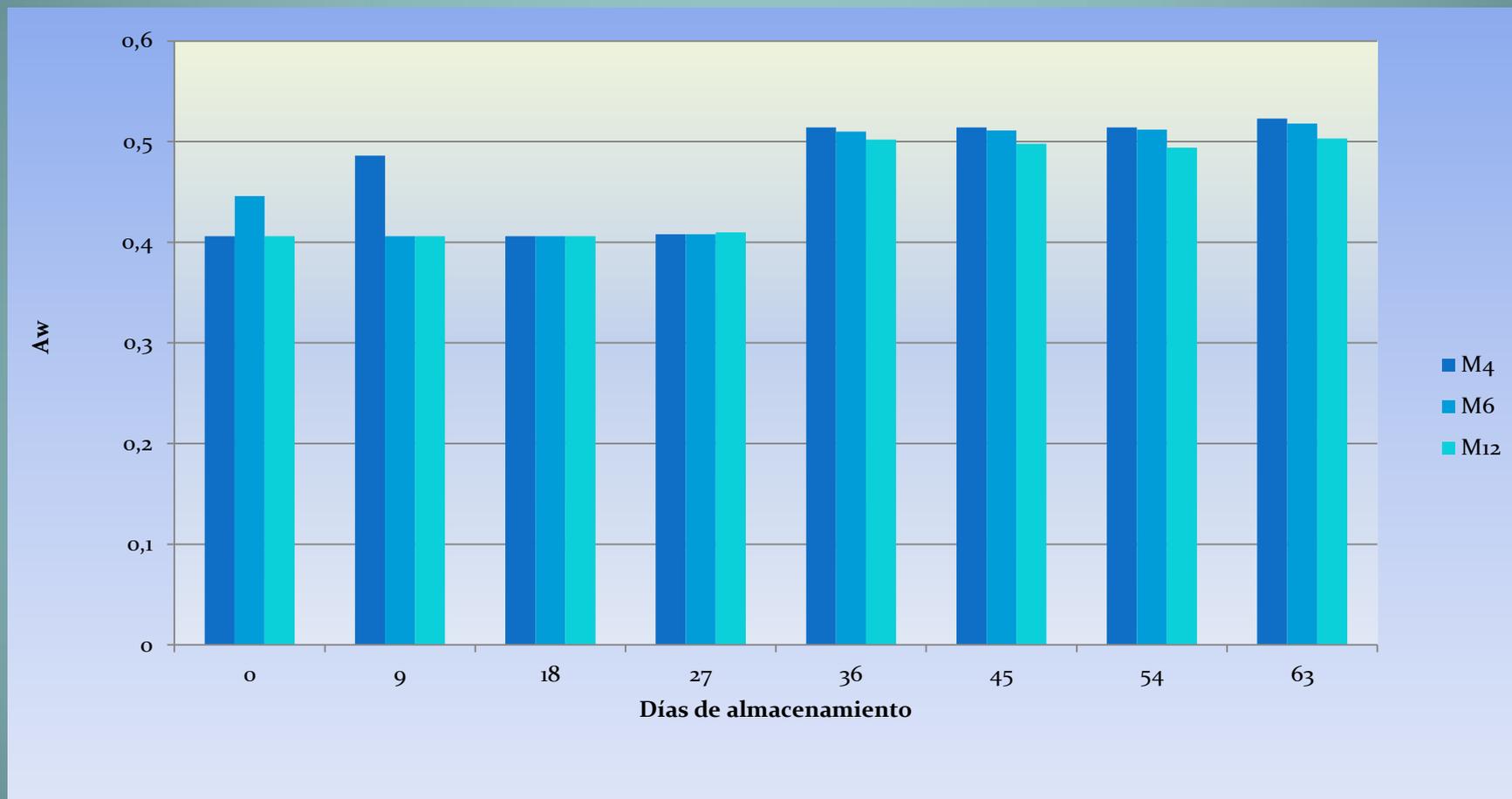
# NIVEL DE AGRADO O ACEPTABILIDAD

## ACEPTABILIDAD

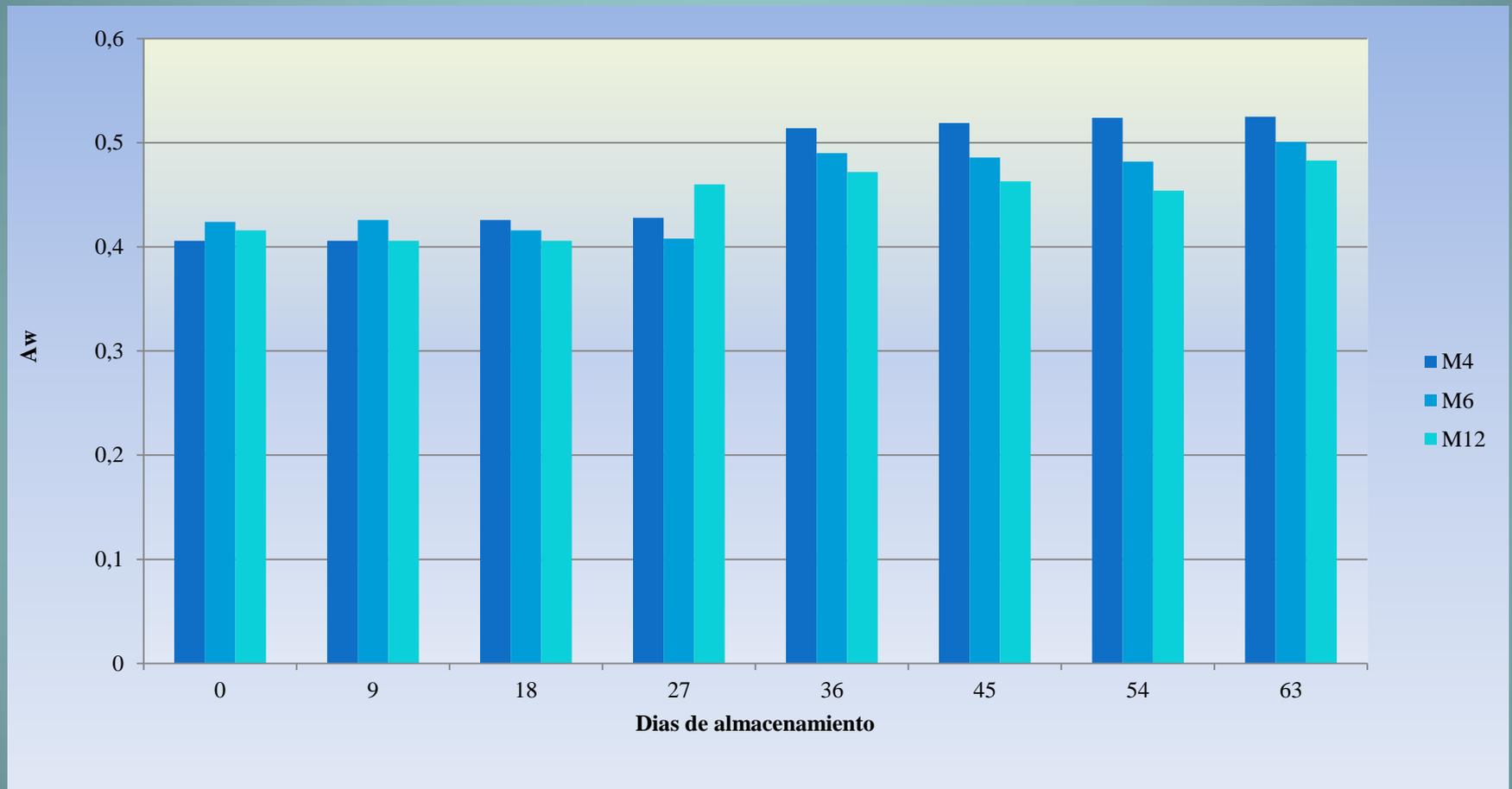


**VARIABLES EVALUADAS  
DURANTE EL  
ALMACENAMIENTO.**

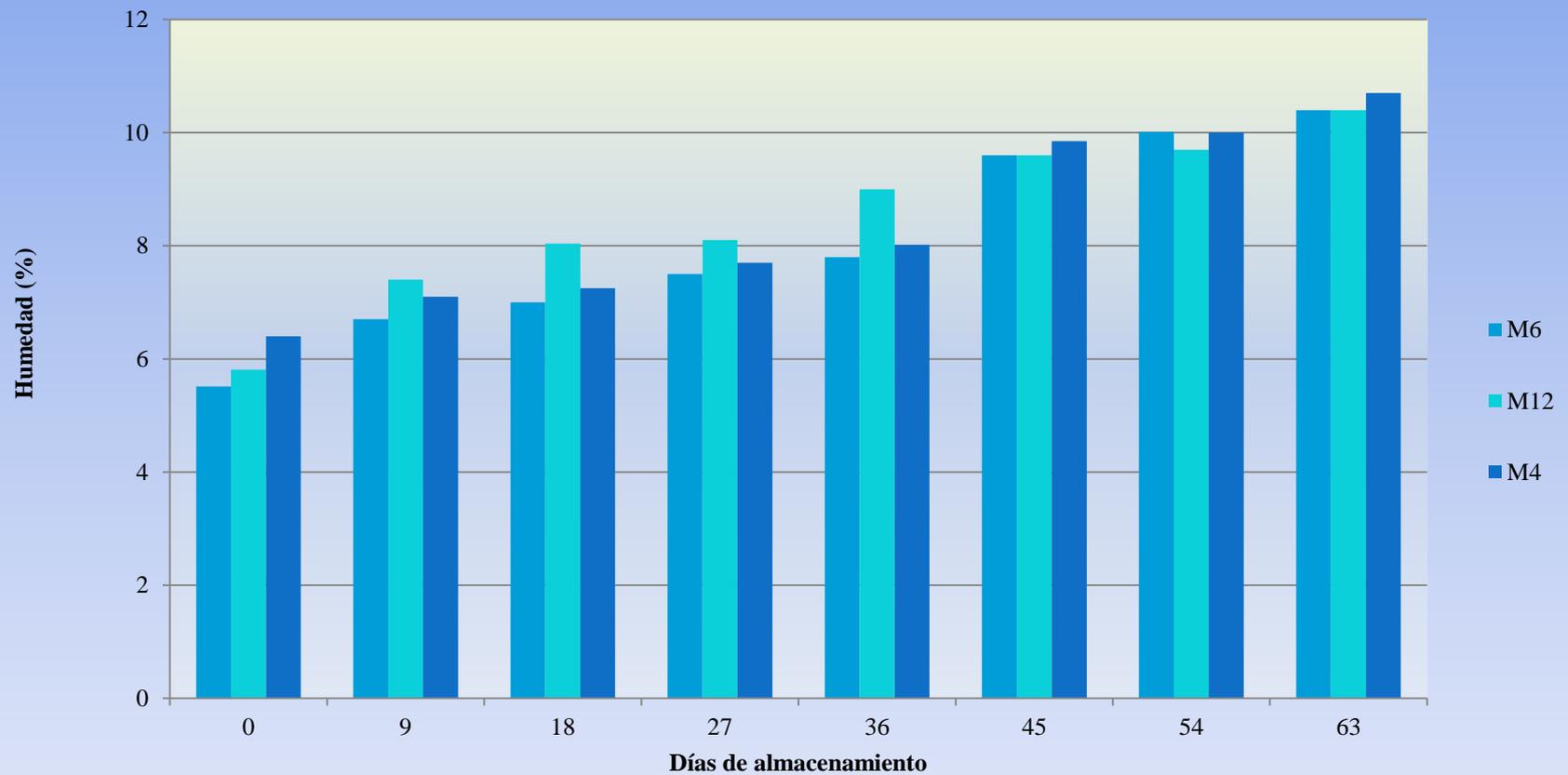
# Actividad de agua ( $A_w$ ) Fundas de polietileno



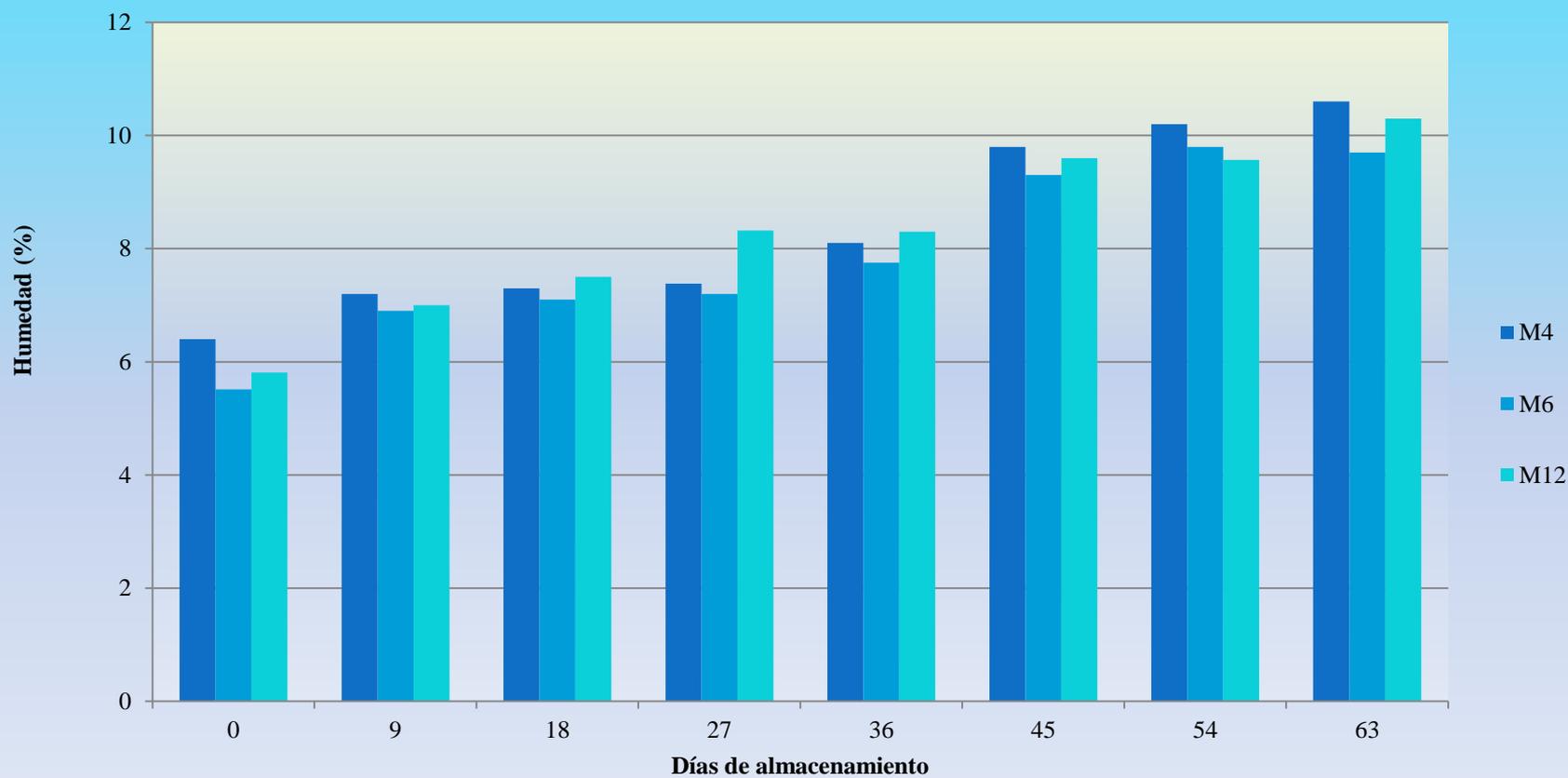
# Actividad de agua (Aw) Frascos herméticos de polietileno



# HUMEDAD fundas de polietileno



# Humedad Frascos herméticos de polietileno



# Análisis Económico

Costo de producción para 1 Kilogramo de Suplemento con la siguiente composición:

Mezcla	USD
M4 = 1.5 partes de Chocho+ 2 partes de Quinoa + 20% Glucosa	8.47
M6= 1 parte Chocho + 2 Amaranto + 20% Glucosa	8.86
M12= 1.5 partes Chocho+ 1 parte Quinoa+ 1 parte Amaranto + 20% Glucosa.	8.81

# Conclusiones

1. La primera Hipótesis planteada “La temperatura del aire y el tiempo de tostado influyen en las características físico-químicas y organolépticas de la harina de cada materia prima (chocho, quinua y amaranto)”, se acepta por cuanto las condiciones de temperatura y tiempo son influyentes, ya que se modificaron las características fisicoquímicas y organolépticas de la harina, luego del proceso de tostado.
2. En el proceso de tostado de granos, se necesita cierta temperatura y cierto tiempo dependiendo del tamaño del grano, para que éste pueda alcanzar la temperatura de equilibrio entre el centro del grano y el medio de tostado, proceso que se lo denomina precalentamiento, y de esta forma se logra eliminar la mayor cantidad de humedad, considerando que estos factores son inversamente proporcionales al contenido de esta.
3. Con respecto a la variable granulometría se llegó a determinar que los factores (temperatura y tiempo), son inversamente proporcionales para generar mayor o menor finura de partículas, tanto en chocho como en amaranto, mientras que en la quinua existió un punto óptimo que generó mayor finura (130°C X 10 minutos).

4. En el tostado de granos se elimina cierta humedad, formando en los granos cavidades internas que posteriormente en la molienda se rompen con facilidad, provocando así que el peso específico en la harina aumente debido a la compactación de partículas, lo que también influye en el rendimiento si se toma como referencia la unidad de masa (g).
5. En el proceso de tostado de granos que contienen compuestos no nutricionales (saponinas y alcaloides) que en sí les dan olor y sabor característicos se las puede eliminar a ciertas temperaturas y tiempos, tomando en cuenta a no sobretostarlos ya que presentarán color, sabor y olor a quemado.
6. Mediante los resultados obtenidos luego del almacenamiento del suplemento durante el tiempo de 60 días, se notó que no existe alteración de las características físico-químicas y microbiológicas en los dos tipos de envase tanto fundas como frascos de polietileno, por lo que se rechaza la tercera hipótesis que dice; Las condiciones normales de almacenamiento y el tipo de envase, influye en la estabilidad físico-química, y microbiológica del suplemento.

# Recomendaciones

- 1. Para futuras investigaciones se recomienda ensayar con otros tipos de cultivos andinos, para la obtención de productos similares y de esta forma aprovechar de mejor manera los componentes nutricionales que estos presentan.
- 2. Usar este producto no solo como suplemento de proteína si no también como base de un complemento nutricional, es decir complementarlo con vitaminas y minerales, y de esta forma obtener un alimento más completo.
- 3. Realizar un secado apropiado, utilizando secadores cerrados con circulación de aire forzado, donde la materia prima no esté expuesta al ambiente ya que se puede producir una contaminación.

- 4. Para una mejor rentabilidad se debe utilizar los subproductos (gruesos), en la elaboración de otros productos para: sopas, apanaduras, heladería, enconfitados entre otros, obteniendo alimentos de alto valor biológico.
- 5. Se recomienda realizar estudios de mercado para conocer la aceptación de este producto, de esta forma promocionarlo en el mismo y pueda ser industrializado.
- 6. En base a los resultados obtenidos se recomienda realizar nuevas investigaciones conjuntamente con la universidad a través de las unidades eduproductivas que sirvan de aportes técnicos para el establecimiento de normas encaminadas a la obtención de subproductos a partir de cultivos andinos.

GRACIAS...