




# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

Ibarra - Ecuador  
2013

The background of the slide is a close-up photograph of several ripe, red strawberries with green leafy tops. The strawberries are arranged in a cluster, filling the entire frame. The lighting is bright, highlighting the texture of the fruit's surface.

Deshidratación de dos variedades de frutilla  
(*Fragaria vesca*) mediante la utilización de aire  
caliente.

**Directora**  
**Dra. Lucía Toromoreno**

**Autor:**  
**Christian Torres**

A photograph of several ripe, red strawberries with green leaves and a small white strawberry flower. The strawberries are arranged in a cluster, with one in the foreground and others behind it. The background is plain white.

**ANTECEDENTES**



El cultivo en el Ecuador:

2007 = 30000 Ton

2008 = Descenso por cambios climáticos

2009 = Escasez por falta de maduración



Las fresas son productos altamente perecederos; comúnmente, hasta un 23% se pierden.



La deshidratación es una alternativa tecnológica utilizada para prolongar la vida útil de las frutas.



El Ecuador, es un país que en la actualidad exporta productos deshidratados (24,60%)




La variedad de frutilla que ha sido empleada en este estudio, se cultiva en zonas entre 1.300 y 3.600 msnm, temperatura de 15 °C



Mercado Amazonas y Mayorista se exhibe esta fruta en mal estado, principalmente cuando sobreproducción



**OBJETIVO GENERAL**



Evaluar la influencia de los parámetros en la deshidratación de frutilla (*Fragaria vesca*); empleando dos variedades; oso grande y diamante con dos antioxidantes.

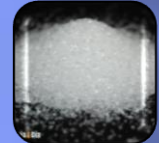
## OBJETIVOS ESPECÍFICOS



Evaluar cuál de las dos variedades de frutilla (oso grande y diamante), es más apta para los procesos de deshidratación..



Evaluar la temperatura del aire (41, 46 y 52°C) más apropiada para el secado de la frutilla.



Determinar el mejor antioxidante en el proceso de deshidratado de dos variedades de frutilla.



Determinar el tiempo de deshidratación en las dos variedades de frutilla.



Evaluar la calidad físico-química (azúcares totales, fibra total, Humedad, sólidos totales y vitamina C) en los tres mejores tratamientos.



Evaluar la calidad microbiológica (mohos y levaduras, recuento de aerobios totales) del producto final.



Evaluar la calidad organoléptica del producto final mediante análisis sensorial (color, sabor, olor, textura).



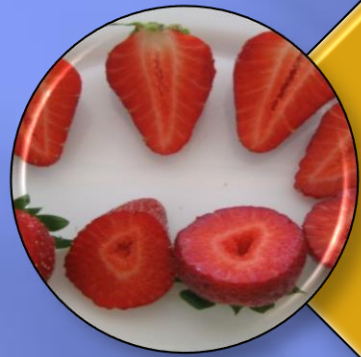
A close-up photograph of a woven basket filled with strawberries. Some strawberries are bright red and ripe, while others are pale green and unripe. A large green arrow with a black outline points from the left towards the right, passing over the basket. The text 'MARCO TEÓRICO' is written in black, bold, serif capital letters across the center of the arrow.

**MARCO TEÓRICO**



## FRUTILLA (*fragaria vesca*)

Planta perenne de la familia de las **Rosáceas**, cuyo fruto es comestible. La planta presenta tallos rastreros, con estolones, hojas vellosas y flores blancas o amarillentas.



## VARIEDAD OSO GRANDE

Buena resistencia al transporte y, es apto para el mercado en fresco. De color rojo anaranjado, con tendencia a aparecer bilobulado, calibre grueso y buen sabor.



## VARIEDAD DIAMANTE

Variedad de día neutro (no influye las horas luz) es de excelente sabor y presenta gran tamaño, firmeza y brillo.

# Nutrientes de frutilla

*Nutriente*

*Por cada 100g*

**Agua**

**90.95 g**

**Proteínas**

**0.67 g**

**Lípidos**

**0.30 g**

**Ceniza**

**0.40 g**

**Hidratos de Carbono**

**7.68 g**

# CONSERVACIÓN DE LOS ALIMENTOS



Prolongar la vida útil de los mismos, previniendo o evitando el desarrollo de microorganismos



Métodos de conservación :

- Por períodos cortos
- Por acción química
- Por tratamientos físicos

## **SECADO.-**

Eliminar parte del agua disponible de un alimento.

## **DESHIDRATACIÓN POR AIRE CALIENTE.-**

Esta operación se efectúa aplicando aire caliente al producto, el agua en los tejidos vegetales se evapora.



# FACTORES QUE DETERMINAN EL TIEMPO DE SECADO

Propiedades físicas del producto

- Tamaño partícula
- Humedad
- Forma y estructura

Propiedades físicas del aire

- Temperatura
- Humedad
- Velocidad y dirección del flujo
- Tipo de equipo





# METODOLOGÍA



# MATERIALES Y MÉTODOS

## MATERIA PRIMA



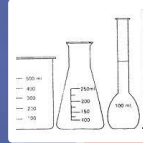
- Frutilla Diamante
- Frutilla Oso grande

## INSUMOS



- Agua
- Ácido ascórbico
- Ácido cítrico
- Metabisulfito de sodio

## ACCESORIOS



- Recipientes de plástico con tapas.
- Cuchillos
- Fundas de polietileno.
- Rollo de papel aluminio y,
- Bandejas de plástico

## EQUIPOS



- Balanza electrónica de capacidad 5000g
- Secador eléctrico de bandejas
- Selladora.
- Cronómetro

## CARÁCTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

<b>Provincia</b>	<b>IMBABURA</b>
<b>Cantón</b>	<b>Ibarra</b>
<b>Parroquia</b>	<b>El Sagrario</b>
<b>Sitio</b>	<b>Unidades Edu-Productivas de Agroindustrias - FICAYA - UTN</b>
<b>Altitud</b>	<b>2.250,00 m.s.n.m.</b>
<b>HR Promedio</b>	<b>73%</b>

# CARÁCTERÍSTICAS DEL EQUIPO

DENOMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS
Modelo	FD-50
Marca	Nesco American Harvest
Dimensiones	ancho: 1350 mm altura: 800 mm Longitud: 1400 mm Peso: 700 g
Venterol	1200 rpm,
Resistencias (1)	500 W,
Bandejas (4)	12-3/4 pulgadas de diámetro y 1/2-inch profundo de plástico duradero. es 13-1/2 por 8-1/4 pulgadas global
Termostato	95°F - 145°F
Deshidratador	Es de plástico duradero y mide 13-1/2 por 8-1/4 pulgadas global.
Aislante	Fibra de vidrio 1" espesor
Controles	Se ajusta manualmente la temperatura

# FACTOR DE ESTUDIO



## FACTOR A

Variedades de frutilla.

**A1:** Frutilla oso

**A2:** Frutilla diamante

## FACTOR B

**B**

Temperatura del aire de secado.

**B1:** 41 °C

**B2:** 46°C

**B3:** 52°C

## FACTOR C

Tipo de antioxidante.

**C1:** 0.033%  
Metabisulfito de sodio

0.033% de ácido cítrico

0.033% de ácido ascórbico

**C2:** 0.100% de  
Metabisulfito de sodio

# TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

TRATAMIENTOS	VARIEDAD DE FRUTILLA	TEMPERATURA DEL AIRE	TIPO DE ANTIOXIDANTE	COMBINACIONES
T1	A1	B1	C1	A1B1C1
T2	A1	B1	C2	A1B1C2
T3	A1	B2	C1	A1B2C1
T4	A1	B2	C2	A1B2C2
T5	A1	B3	C1	A1B3C1
T6	A1	B3	C2	A1B3C2
T7	A2	B1	C1	A2B1C1
T8	A2	B1	C2	A2B1C2
T9	A2	B2	C1	A2B2C1
T10	A2	B2	C2	A2B2C2
T11	A2	B3	C1	A2B3C1
T12	A2	B3	C2	A2B3C2

## ▣ **Diseño Experimental**

**Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), en un arreglo factorial  $A \times B \times C$ .**

## ▣ **Características del experimento**

<b>Tratamientos:</b>	<b>Doce (12)</b>
<b>Repeticiones:</b>	<b>Tres (3)</b>
<b>Unidad experimental:</b>	<b>Treinta y seis (36)</b>

## ▣ **Unidad experimental**

**El tamaño de la unidad experimental fue de 1000 gramos de fruta rebanada en rodajas de 5mm de espesor.**

# Análisis de varianza

F de V	GI
Total	35
Tratamientos	11
Factor A	1
Factor B	2
A x B	2
Factor C	1
A x C	1
B x C	2
A x B x C	2
Suma de Error Exp.	24

## Análisis funcional

*Tratamientos:* Tukey al 5%

*Factores:* DMS (Diferencia mínima significativa)

*Variables no paramétricas:* FRIEDMAN al 5%

# Variables evaluadas

Materia  
prima

- Peso
- °Brix
- pH

Producto  
terminado

- Tiempo de deshidratación
- °Brix
- Humedad
- Análisis microbiológico



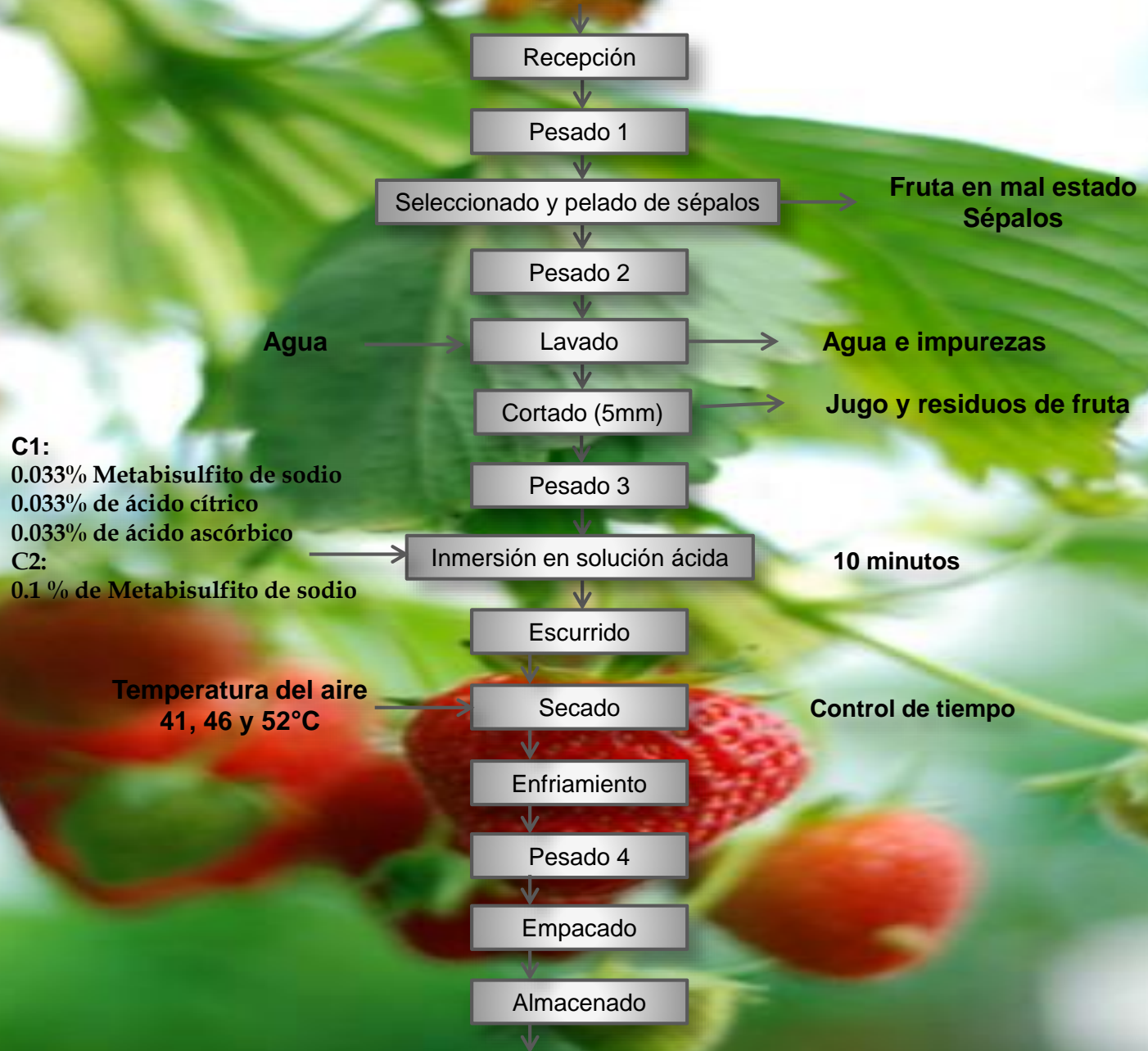
CUANTITATIVAS





MANEJO ESPECÍFICO  
DEL EXPERIMENTO

# FRUTILLA



**C1:**  
0.033% Metabisulfito de sodio  
0.033% de ácido cítrico  
0.033% de ácido ascórbico  
**C2:**  
0.1 % de Metabisulfito de sodio

Temperatura del aire  
41, 46 y 52°C

# FRUTILLA DESHIDRATADA

# Adquisición y Recepción



**Pesado 1**

# Seleccionado



# Pesado 2



# Lavado



# Cortado



# Pesado 3

# Inmersión en solución ácida



## Escurrido



# Secado



# Enfriamiento



# Pesado 4



# Empacado





# Almacenamiento





RESULTADOS Y DISCUSIÓN



**MATERIA PRIMA**

## CARACTERÍSTICAS DE LAS FRUTILLAS

Parámetros Analizados	Método	Unidad	Oso grande	Diamante
Humedad	AOAC 925.10	%	87.88	89.43
Vitamina C	AOAC 967.21	mg/100 g	62.5	57.8
Fibra Total	AOAC 985.29	g/100g	1.15	1.22
Sólidos Totales	AOAC 925.10	g/100g	12.12	10.57
Azúcares reductores libres	AOAC 906.01	g/100g	4.75	3.95
pH	AOAC 981.12	-----	4.35	4.28



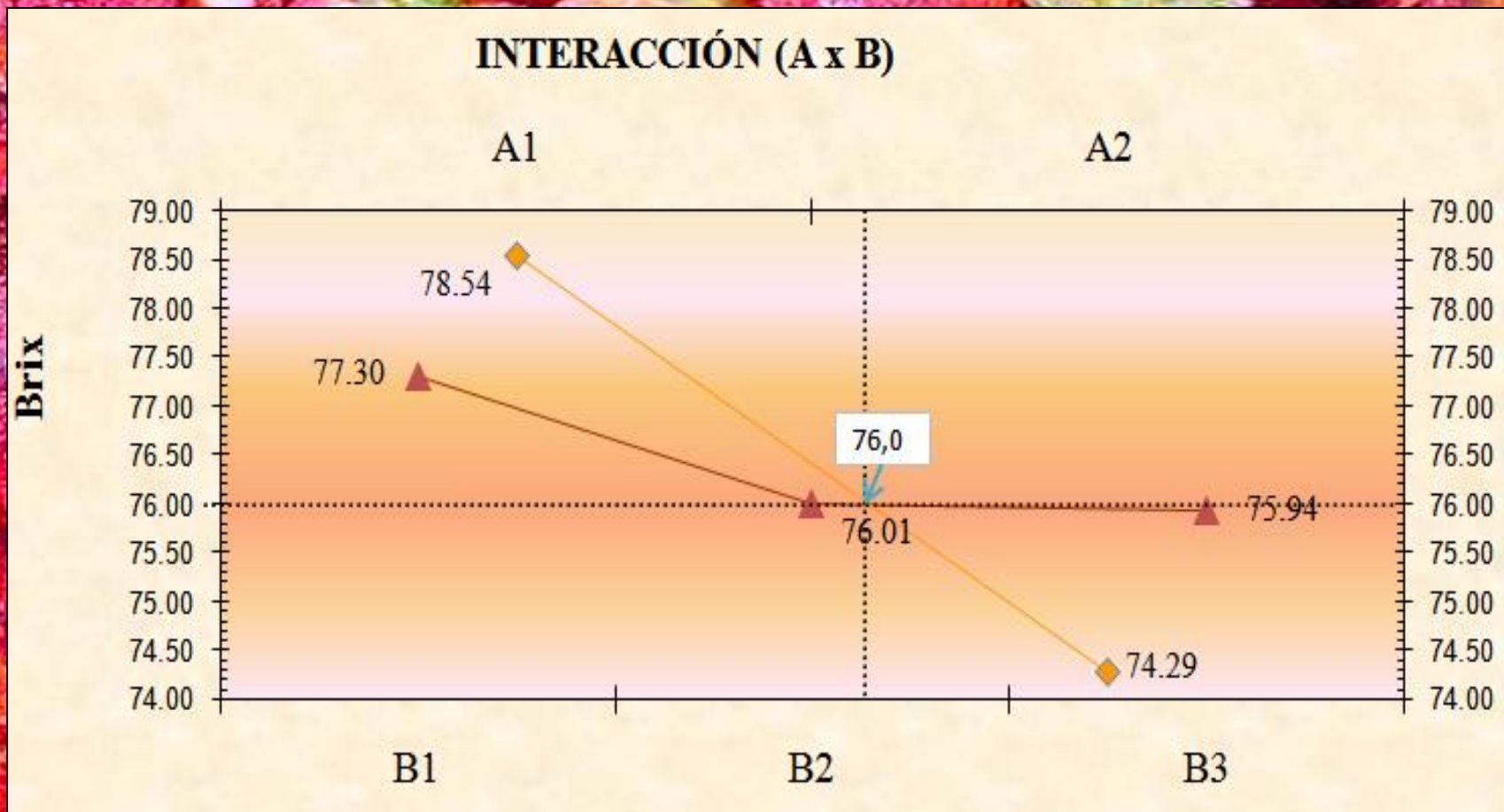
**ANÁLISIS DE  
VARIABLES DEL  
PRODUCTO  
TERMINADO**

# ANÁLISIS DE °BRIX

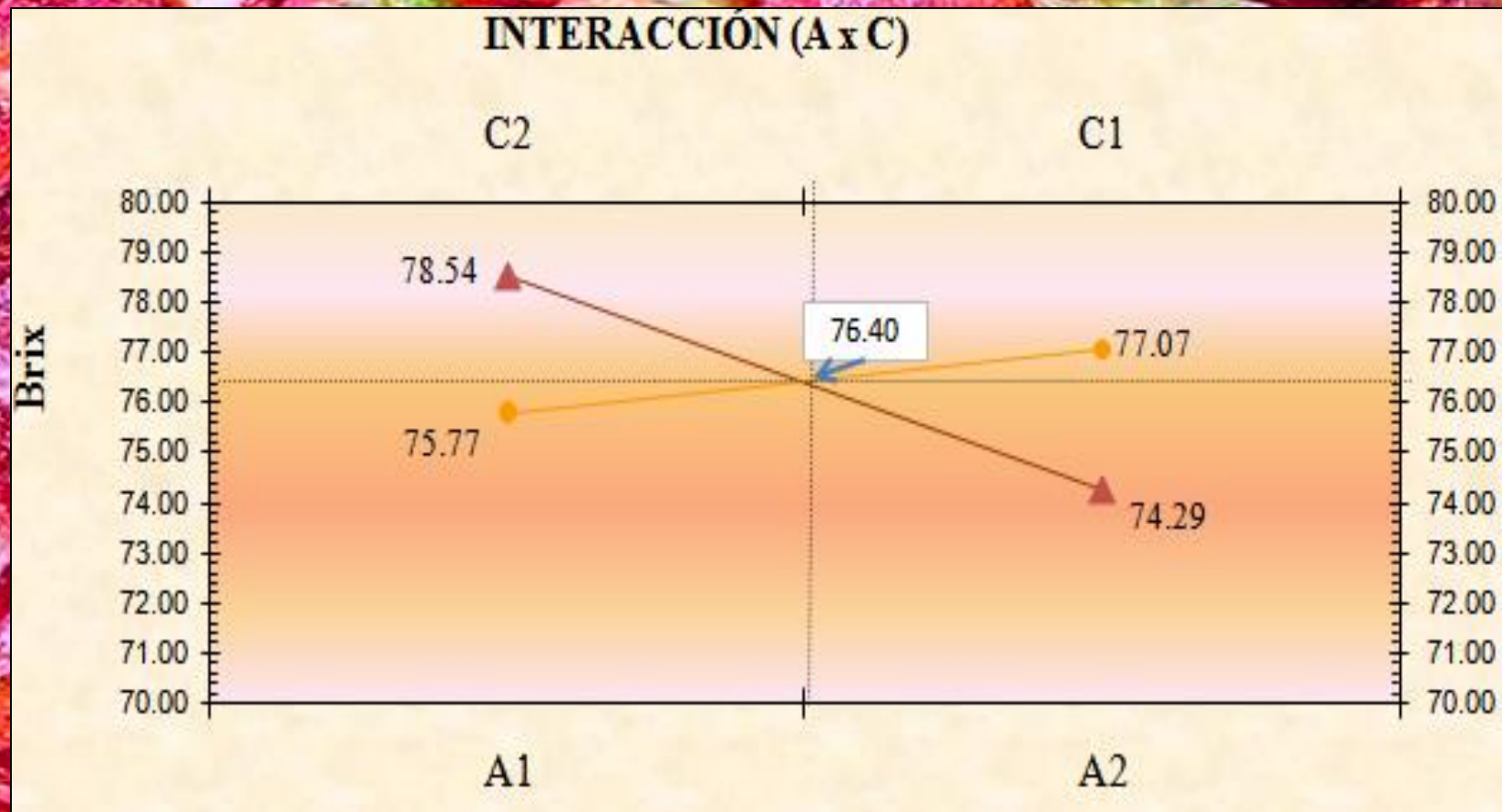
F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 5%	F. 1%
Total	35	1411.16				
Tratamientos	11	771.23	70.11	2.63*	2.23	3.13
FA	1	163.16	163.16	6.12*	4.23	8.42
FB	2	14.14	7.07	0.27 <sup>NS</sup>	3.42	5.67
FC	1	15.24	15.24	0.57 <sup>NS</sup>	4.23	8.42
I (AX B)	2	370.32	185.16	6.94**	3.42	5.67
I (AXC)	1	120.63	120.63	4.52*	4.23	8.42
I (BXC)	2	8.56	4.28	0.16 <sup>NS</sup>	3.42	5.67
I (AXBXC)	2	79.19	39.59	1.48 <sup>NS</sup>	3.42	5.67
Error Experimental.	24	639.93	26.66			

CV: 6,76%

# Interacción de los °Brix entre A (variedad de frutilla) y B (Temperatura).

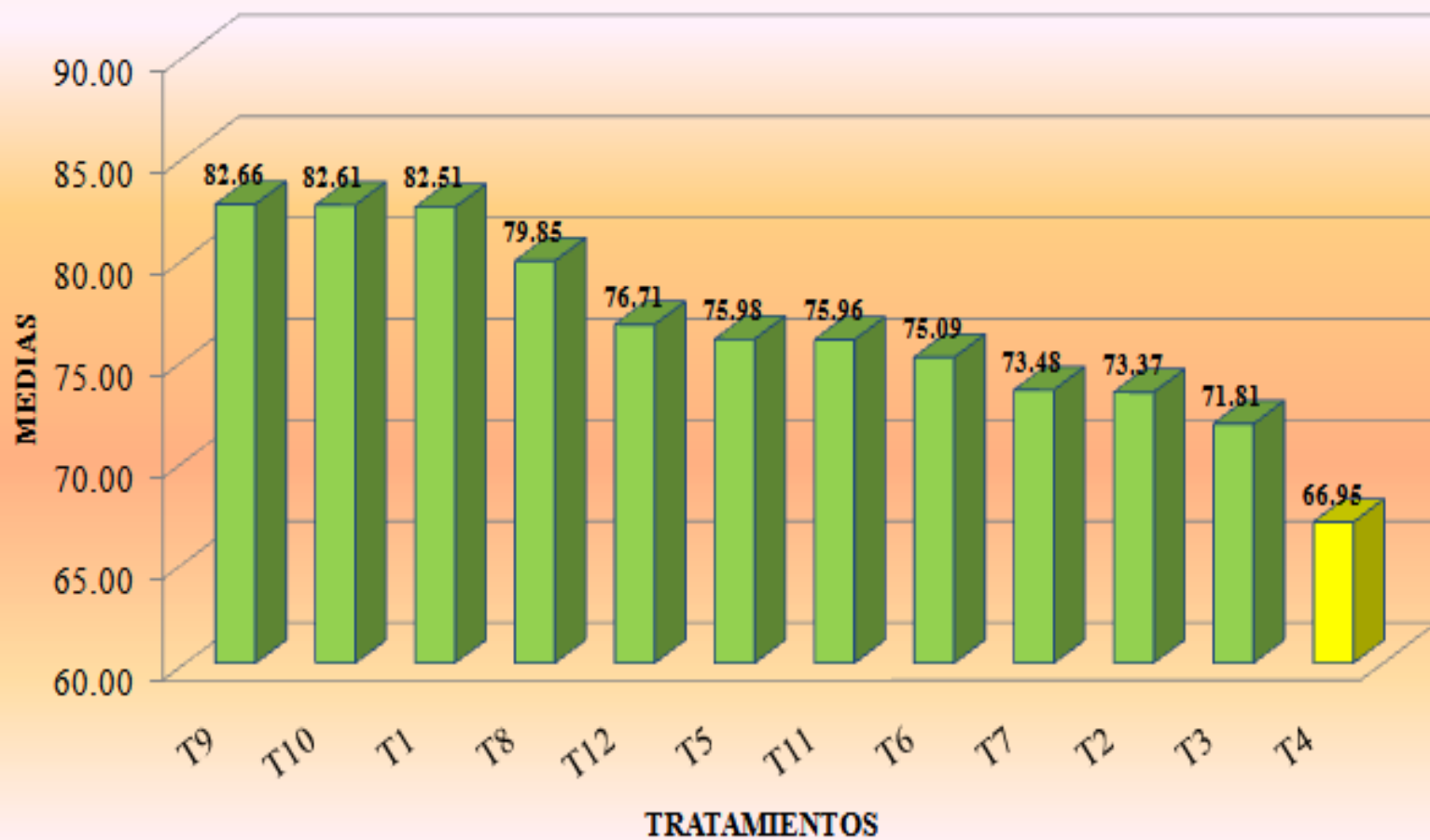


# Interacción de los °Brix entre A (variedad de frutilla) y C (tipo de antioxidante)





# Comportamiento de las medias para °Brix

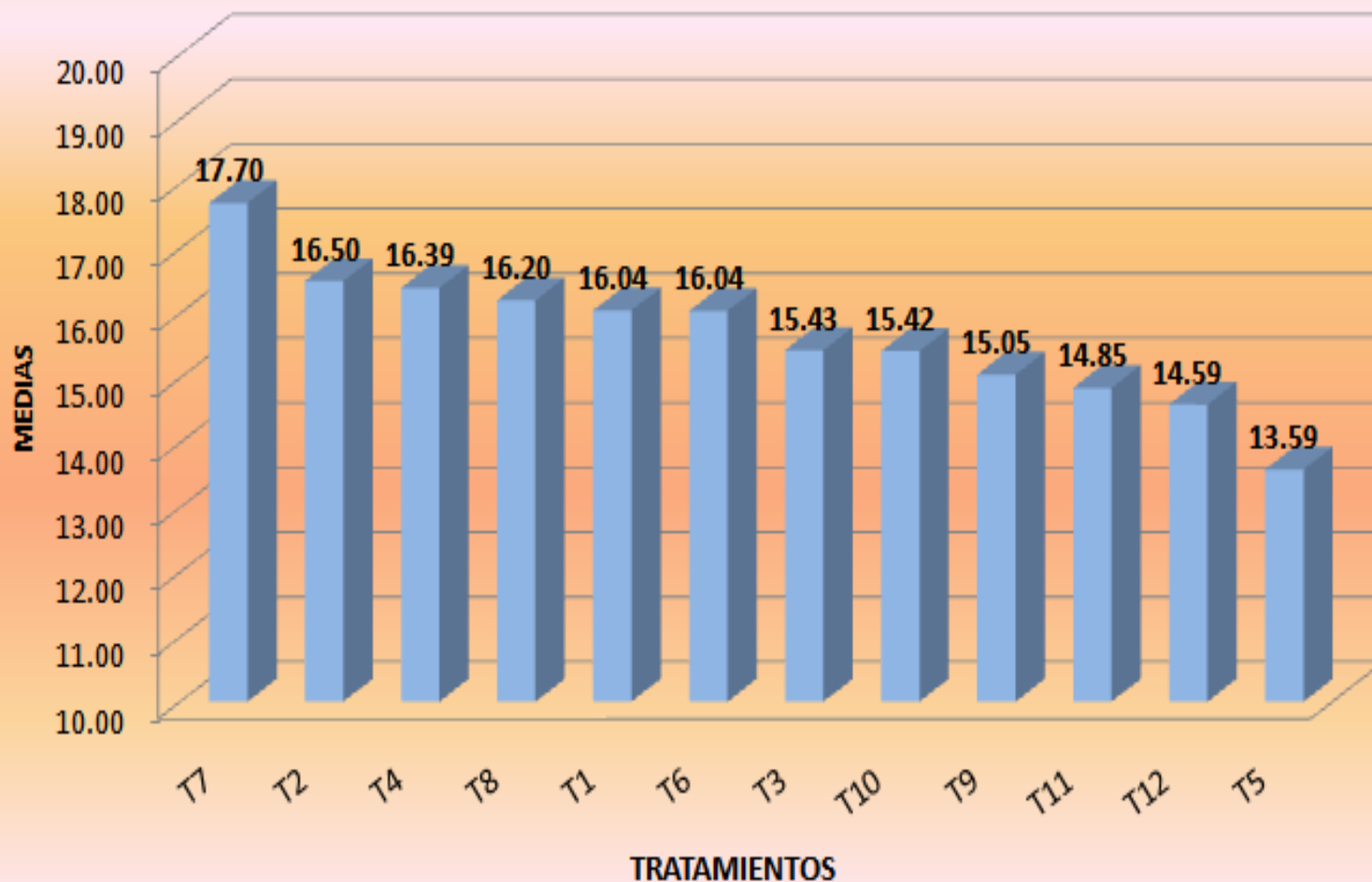


# ANÁLISIS DE HUMEDAD

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 5%	F. 1%
<b>Total</b>	35	92.07				
<b>Tratamientos</b>	11	37.73	3.43	1.52 <sup>NS</sup>	2.23	3.13
FA	1	0.01	0.01	0.00 <sup>NS</sup>	4.23	8.42
FB	2	20.55	10.27	4.54*	3.42	5.67
FC	1	1.53	1.53	0.67 <sup>NS</sup>	4.23	8.42
I (AX B)	2	2.79	1.39	0.62 <sup>NS</sup>	3.42	5.67
I (AXC)	1	6.93	6.93	3.06 <sup>NS</sup>	4.23	8.42
I (BXC)	2	4.23	2.11	0.93 <sup>NS</sup>	3.42	5.67
I (AXBXC)	2	1.71	0.86	0.38 <sup>NS</sup>	3.42	5.67
<b>Error Experimental.</b>	24	54.34	2.26			

**CV: 9,61%**

# Comportamiento de las medias para la humedad

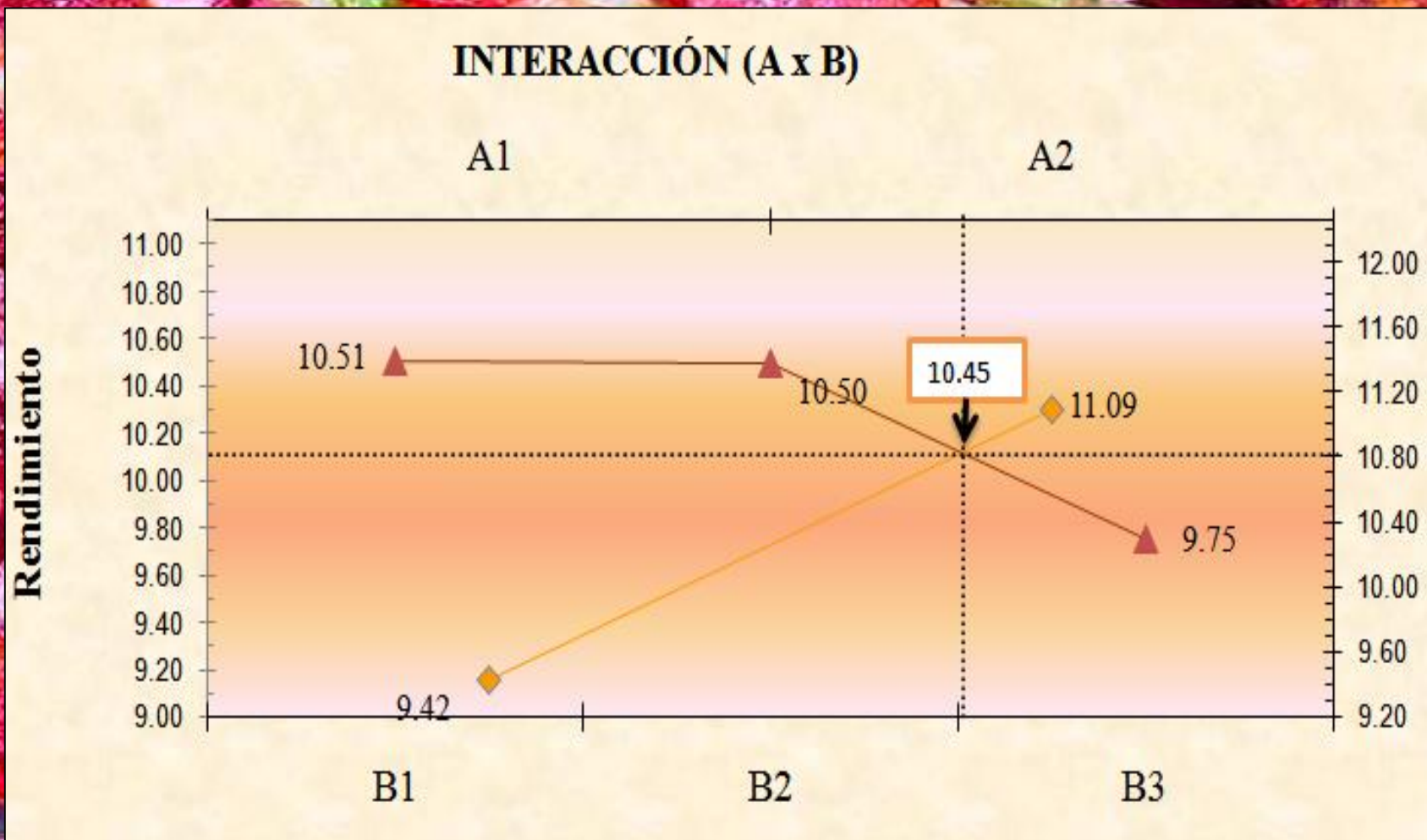


# ANÁLISIS DE RENDIMIENTO

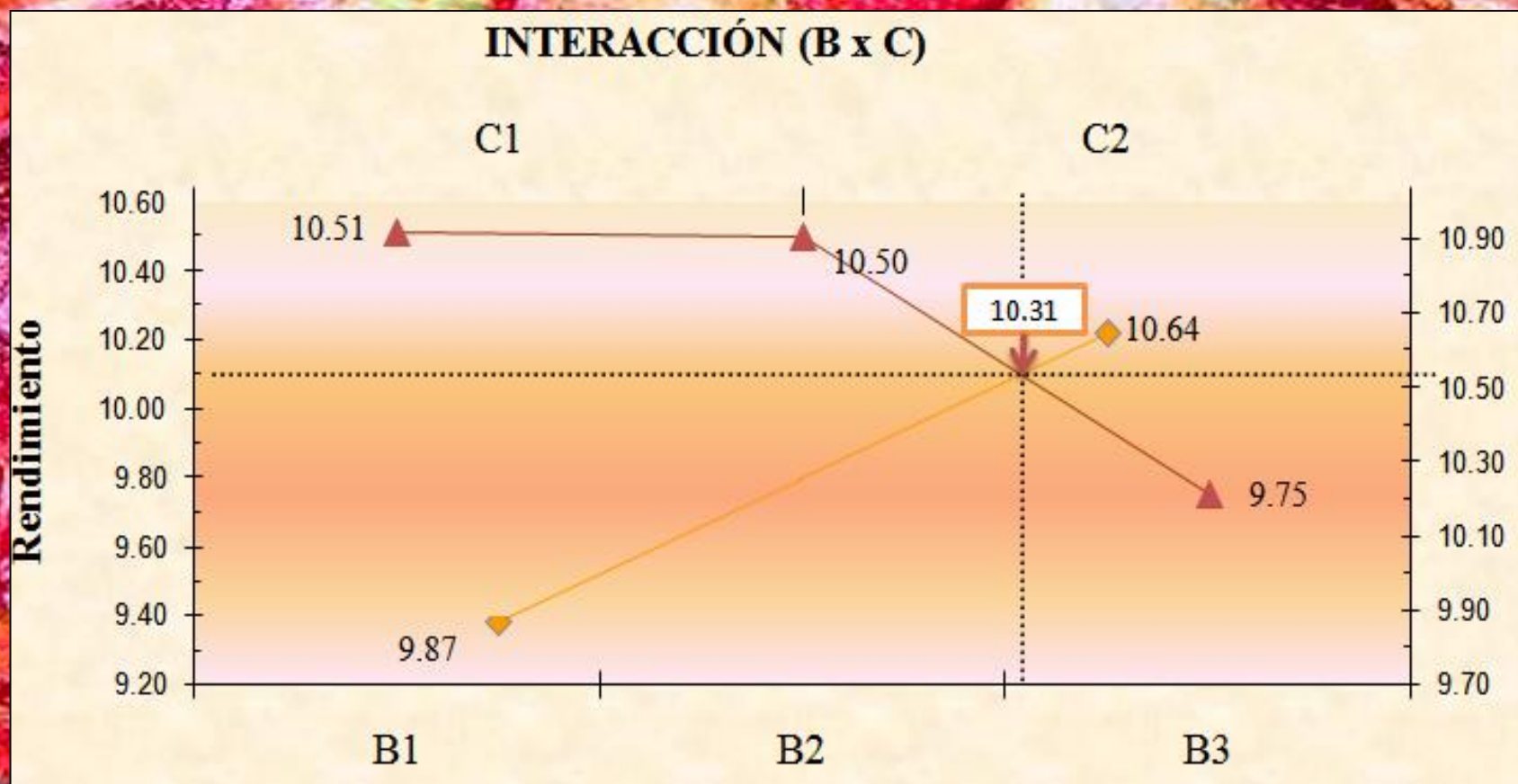
F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 5%	F. 1%
Total	35	73.44				
Tratamientos	11	72.65	6.60	199.46**	2.23	3.13
FA	1	24.87	24.87	751.01**	4.23	8.42
FB	2	4.64	2.32	70.09**	3.42	5.67
FC	1	5.46	5.46	164.90**	4.23	8.42
I (AX B)	2	23.32	11.66	352.10**	3.42	5.67
I (AXC)	1	0.00	0.00	0.06 <sup>NS</sup>	4.23	8.42
I (BXC)	2	14.36	7.18	216.80**	3.42	5.67
I (AXBXC)	2	0.00	0.00	0.07 <sup>NS</sup>	3.42	5.67
ERROR EXP.	24	0.79	0.03			

CV: 1,77%

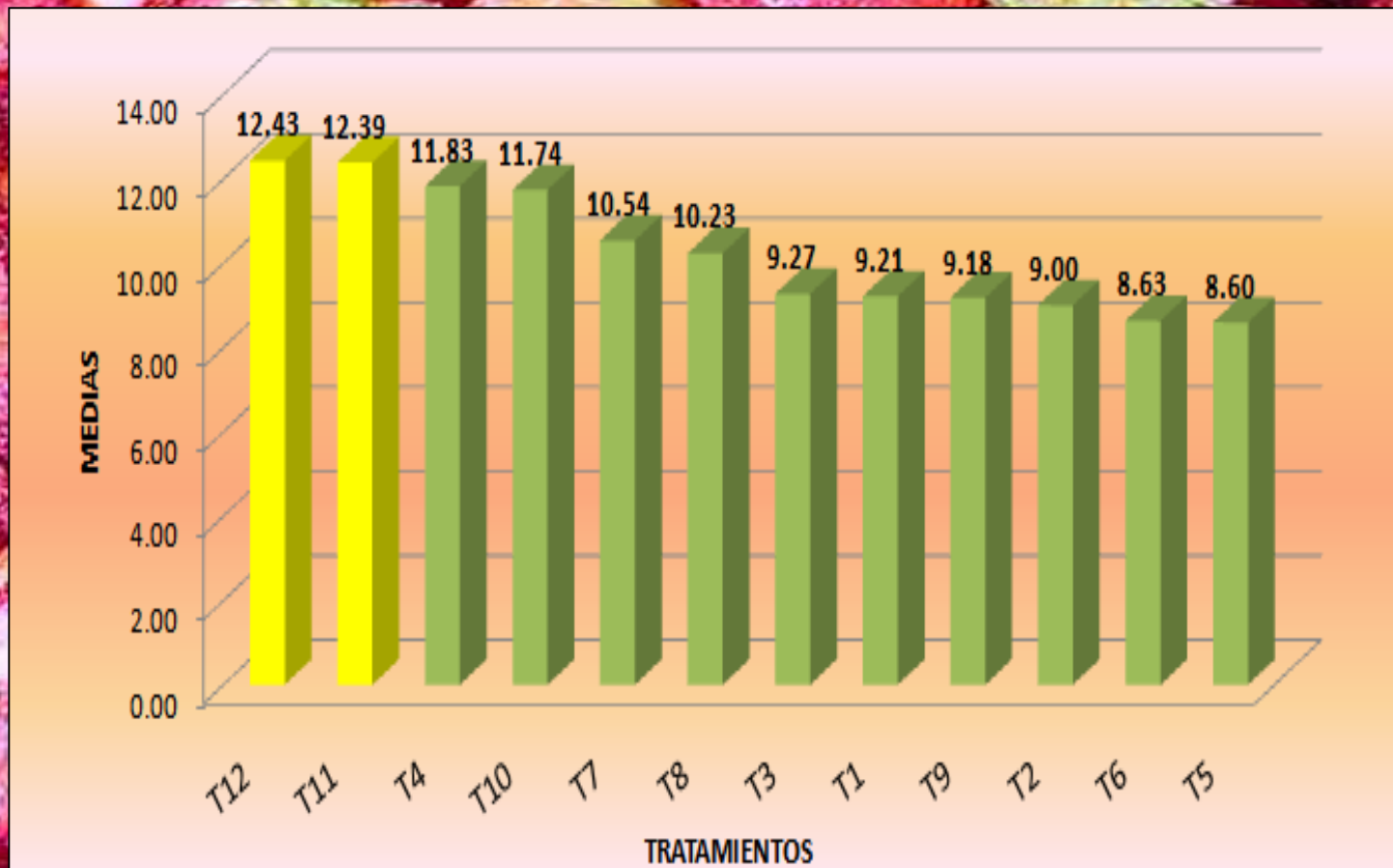
# Interacción de rendimiento entre A (variedad de frutilla) y B (Temperatura)



# Interacción de rendimiento entre B (Temperatura) y C (Tipo de antioxidante)



# Comportamiento de las medias para el rendimiento



A photograph of a sensory analysis laboratory. The room contains several white sensory booths with microphones. In the foreground, a table is set with small plates of food and water bottles. A large, tilted orange banner with white text is overlaid on the image.

**ANÁLISIS  
SENSORIAL DEL  
PRODUCTO  
TERMINADO**

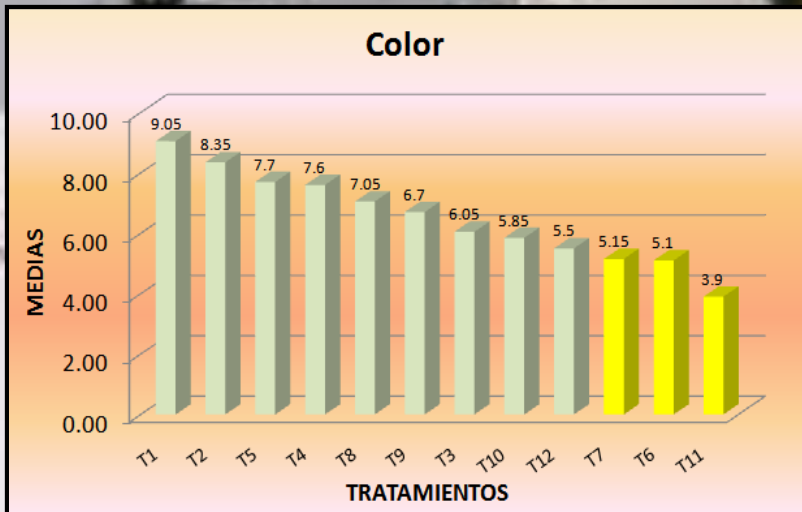


# FRIEDMAN para las variables de la evaluación sensorial

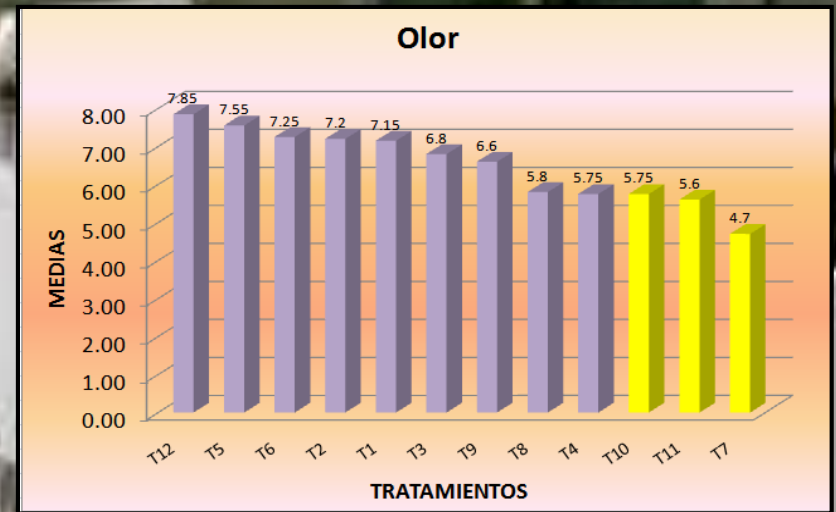
<b>VARIABLE</b>	<b>VALOR CALCULADO X<sup>2</sup></b>	<b>VALOR TABULAR X<sup>2</sup> (5%)</b>	<b>SIGN.</b>
<b>COLOR</b>	19,3	16,9	*
<b>OLOR</b>	7,8	16,9	NS
<b>SABOR</b>	14,6	16,9	NS
<b>TEXTURA</b>	5,7	16,9	NS

# Gráficas de los análisis sensoriales

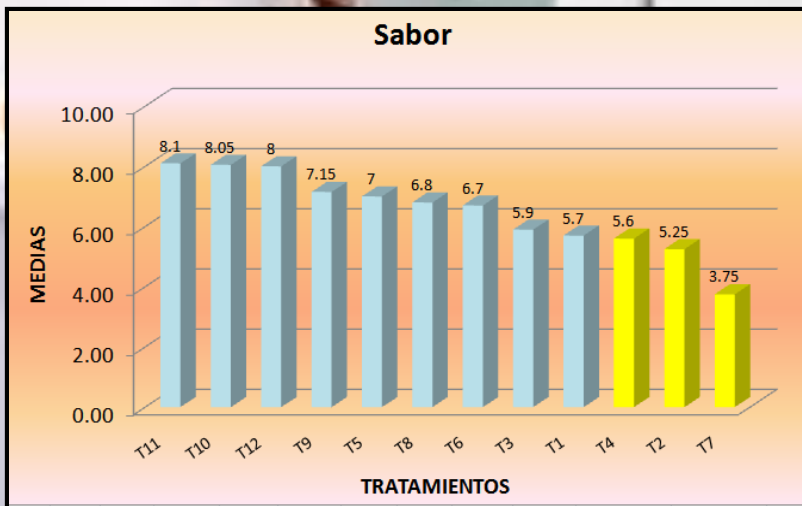
## Color



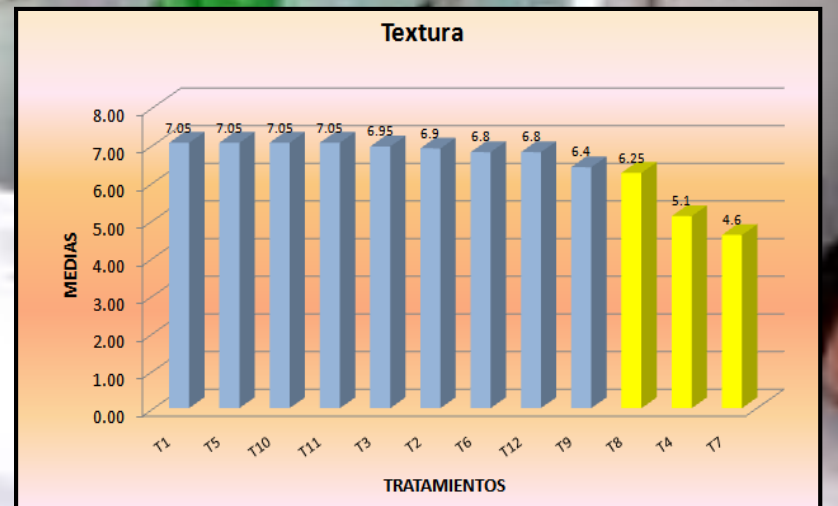
## Olor



## Sabor



## Textura



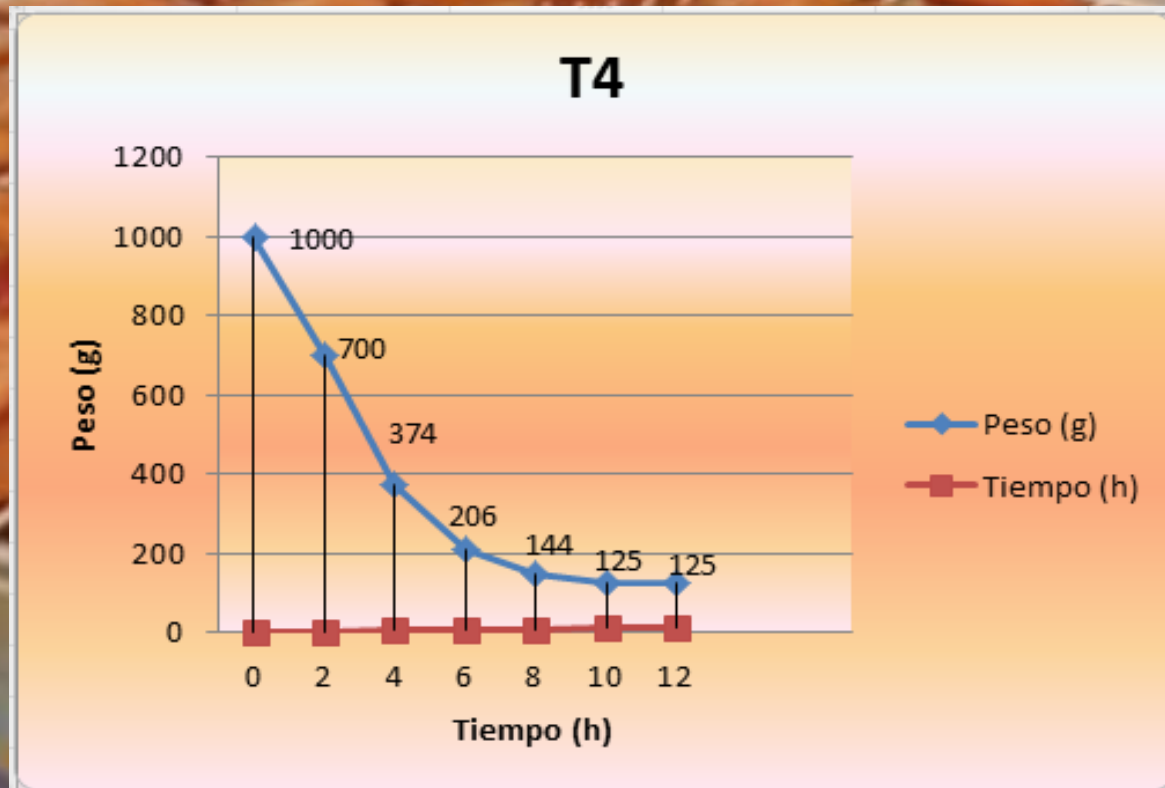


**ANÁLISIS PARA  
LOS TRES MEJORES  
TRATAMIENTOS**

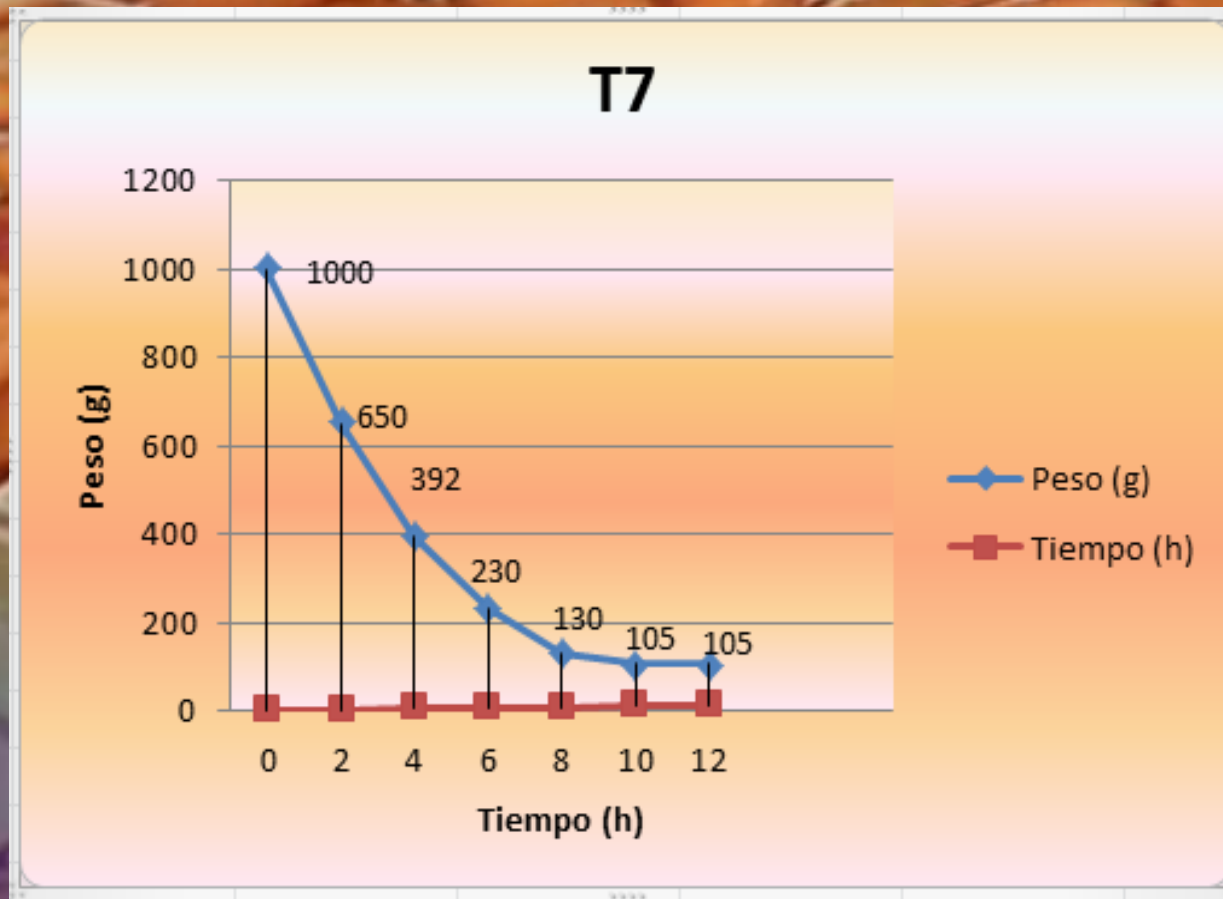


ANÁLISIS DEL  
TIEMPO DE  
DESHIDRATACIÓN

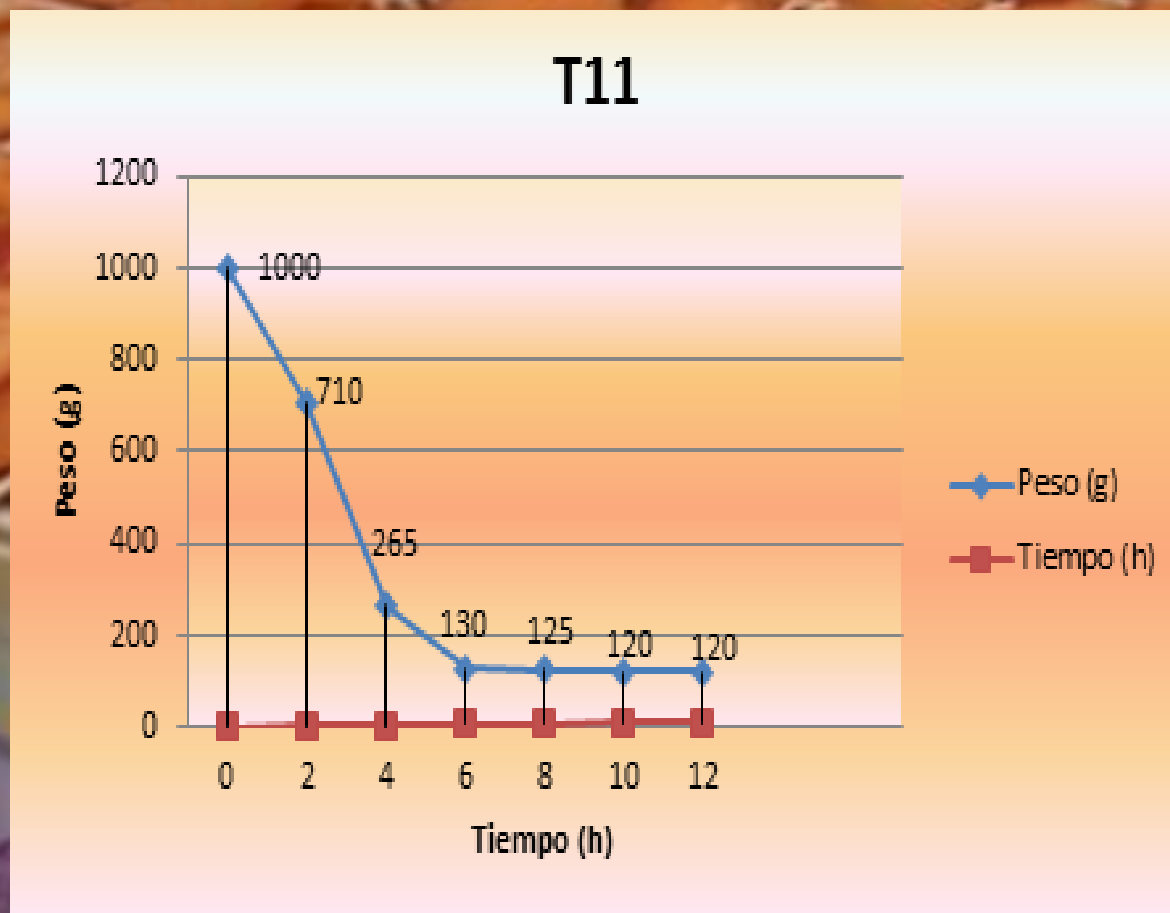
# Curva de secado para T4 (Variedad oso, 46°C, 0.1 % metabisulfito de sodio)



**Curva de secado para T7 (Variedad diamante, 41°C, 0.033% metabisulfito de sodio + 0.033% de ácido cítrico + 0.033% de ácido ascórbico)**



**Curva de secado para T11 (Variedad diamante, 52°C, 0.033% metabisulfito de sodio + 0.033% de ácido cítrico + 0.033% de ácido ascórbico)**





ANÁLISIS FÍSICO -  
QUÍMICO



Parámetros Analizados	Método	Unidad	Resultados		
			T4-O	T7-D	T11-D
<b>Humedad</b>	AOAC 920.10	%	17.45	17.68	14.8
<b>Vitamina C</b>	AOAC 967.21	mg/100 g	70.08	68.4	69.83
<b>Fibra Total</b>	AOAC 985.29	g/100 g	3.06	2.87	2.3
<b>Azúcares reductores</b>	AOAC 906.01	g/100 g	5.29	5.28	5.12
<b>Sólidos Totales</b>	AOAC 925.10	g/100 g	82.55	82.32	85.20



**BALANCE DE  
MATERIALES**

Tratamiento T4 (Variedad oso, 46°C y 0.1% de metabisulfito de sodio)



Tratamiento T 7 (Variedad Diamante, 41°C y 0.033% metabisulfito de sodio + 0.033% de ácido cítrico + 0.033% de ácido ascórbico)



Tratamiento T11 (Variedad Diamante, 52 °C y 0.033% metabisulfito de sodio + 0.033% de ácido cítrico + 0.033% de ácido ascórbico)





ANÁLISIS DE  
COSTOS DE  
PRODUCCIÓN

## COSTOS DE PRODUCCIÓN

Costos de producción para T4 (Variedad oso, 46°C y 0.1% de metabisulfito de sodio)

### FRUTILLA DESHIDRATADA

	CANTIDAD	COSTO
Frutilla	1000 g	2.00
Ácido Ascórbico	-	-
Ácido cítrico	-	-
Metabisulfito de sodio	1 g	0.02
Fundas celofán	8u	0.01
<b>TOTAL</b>		<b>2,03</b>

El precio de la frutilla deshidratada es de 0,25 USD, sin incluir la mano de obra; con el 30% de mano de obra se obtuvo un costo final de 0,35 USD por cada funda de 10 gramos de frutilla deshidratada. Se logró ocho fundas de producto final.

## COSTOS DE PRODUCCIÓN

Costos de producción para T7 (Variedad Diamante, 41°C y 0.033% metabisulfito de sodio + 0.033% de ácido cítrico + 0.033% de ácido ascórbico)

### FRUTILLA DESHIDRATADA

	CANTIDAD	COSTO
Frutilla	1000 g	2.00
Ácido Ascórbico	0.33g	0.02
Ácido cítrico	0.33g	0.02
Metabisulfito de sodio	0.33g	0.02
Fundas celofán	6u	0.01
<b>TOTAL</b>		<b>2.07</b>

El precio de la frutilla deshidratada es de 0,35 USD, sin incluir la mano de obra; con el 30% de mano de obra se obtuvo un costo final de 0,45 USD por cada funda de 10 gramos de frutilla deshidratada. Se logró seis fundas de producto final.



## COSTOS DE PRODUCCIÓN

Costos de producción para T11 (Variedad Diamante, 52 °C y 0.033% metabisulfito de sodio + 0.033% de ácido cítrico + 0.033% de ácido ascórbico)

### FRUTILLA DESHIDRATADA

	CANTIDAD	COSTO
Frutilla	1000 g	2.00
Ácido Ascórbico	0.33g	0.02
Ácido cítrico	0.33g	0.02
Metabisulfito de sodio	0.33g	0.02
Fundas celofán	7u	0.01
<b>TOTAL</b>		<b>2.07</b>

El precio de la frutilla deshidratada es de 0,30 USD, sin incluir la mano de obra; con el 30% de mano de obra se obtuvo un costo final de 0,40 USD por cada funda de 10 gramos de frutilla deshidratada. Se logró siete fundas de producto final.



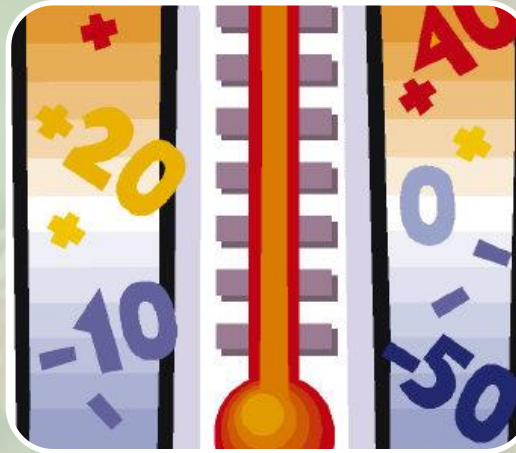
**CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES**





# CONCLUSIONES





La variedad **diamante** es la mejor para el proceso de deshidratación: tratamiento T11, presenta menor contenido de humedad con un 14.8% y 85.20% en sólidos totales

La temperatura del aire a 52°C es más apropiada para el deshidratado de la frutilla Diamante; obteniendo un tiempo promedio de 12 horas, para T7 y T11 que son los mejores tratamientos con relación al tiempo y temperatura.

El antioxidante 0,1% de Metabisulfito de Sodio, es el mejor porque en todos los tratamientos se observó que su crecimiento de m/o (UFC/g) fue menor en comparación con la bomba antioxidante.



La evaluación físico-química (humedad, vitamina C, fibra total, azúcares reductores y sólidos totales), los tres mejores tratamientos son (T4, T7 y T11), donde sobresale T11 con humedad de 14,8%; vit. C 69,83 mg/100 g; fibra total 2,30 %; con el 5,12 % de azúcares reductores y con el 85,20 % de sólidos totales.



En calidad microbiológica (mohos y levaduras, recuento de aerobios totales) del producto final, se encuentra dentro de los parámetros generalmente aceptados y cumple con los requisitos, políticas y normas de calidad.



Al realizar el análisis de costos de los tres mejores tratamientos se determinó que en el T4 tiene menor costo 0,35 USD; el tratamiento con mayor aceptabilidad por parte de los panelistas T11 tiene un costo de 0,40 USD.





# RECOMENDACIONES





Se recomienda usar abundante agua para lavar la frutilla para el proceso de deshidratado ya que si usamos agua clorada exponemos a la frutilla a un decoloro y además los microorganismos no se desarrollan a temperaturas superiores a los 40°C.



En el proceso de deshidratación se recomienda no emplear temperaturas altas en condiciones de humedad alta, ya que la Vitamina C es sensible en dichas condiciones; siendo estable cuando se reduce la humedad.



**GRACIAS POR  
SU GENTIL  
ATENCIÓN**



