



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y  
Ambientales

Escuela de Ingeniería Agroindustrial

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE YOGUR TIPO II  
ELABORADO CON LECHE CONCENTRADA POR  
MICRO FILTRACIÓN TANGENCIAL UTILIZANDO  
DIFERENTES TIPOS DE GRASAS Y ESTABILIZANTE”**

Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniería  
Agroindustrial

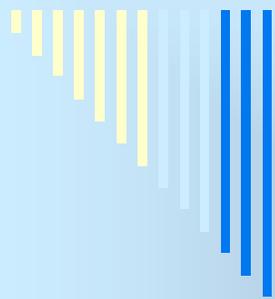
Autora: Gloria Nohemy Zambrano Lucero



---

# INTRODUCCIÓN

---



Microfiltración tangencial:  
Incremento de sólidos y  
eliminación de suero lácteo  
mediante centrifugación.

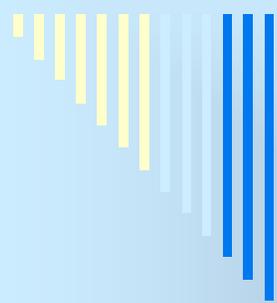
Se adiciona ingredientes  
funcionales como leche  
en polvo para aumentar  
la concentración de  
sólidos

## INTRODUCCIÓN

La materia prima usada  
para elaboración de yogur  
no contiene suficiente  
cantidad de sólidos totales.

Los derivados lácteos  
presentan contenidos de  
grasa saturada muy  
elevados, lo cual afecta  
a la salud de las  
personas.

No existen productos  
lácteos que  
reemplacen la grasa  
animal por vegetal.  
Además no se han  
realizado pruebas  
con nuevos  
estabilizantes y  
emulsionantes.



Aplicación tecnológica de microfiltración tangencial para concentrar la leche y aumentar el porcentaje de sólidos

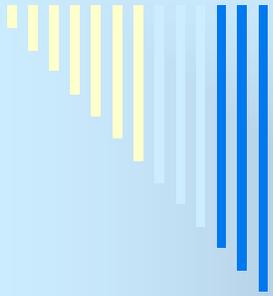
Con leche concentrada por microfiltración no fue necesario adicionar otros insumos a la leche para lograr la concentración adecuada

## JUSTIFICACIÓN

Además se realizaron pruebas con emulsionantes y estabilizantes que mejoraron la calidad y rendimiento en el producto.

Para lograr el porcentaje de sólidos deseados se utilizó un equipo de microfiltración tangencial el cual se encargó de concentrar los sólidos

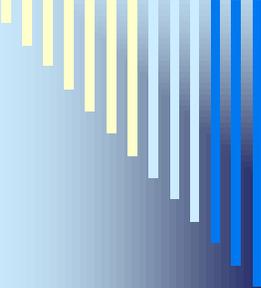
La leche obtenida adquirió una concentración 2 FRV, 14% de sólidos. A la cual se adicionó un % de grasa insaturada para obtener un producto con bajo contenido de grasa.



---

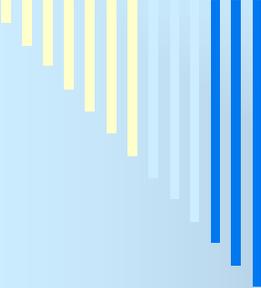
# OBJETIVOS

---



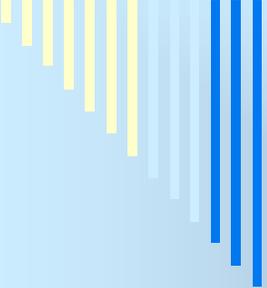
## OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad del yogurt tipo II elaborado con leche concentrada por microfiltración tangencial, utilizando dos tipos de grasas: vegetal y animal; y porcentajes de estabilizantes.



## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comprobar que el equipo de microfiltración tangencial aumentó el porcentaje de sólidos de la leche concentrada, mediante análisis: determinación de sólidos totales y proteína.
- Evaluar el mejor tipo de grasa a añadir a la leche concentrada por micro filtración tangencial, en la elaboración de yogur.
  - Evaluar la incidencia del uso de estabilizante (Obsigel 8-AGT) en la elaboración y calidad del yogur, mediante análisis de viscosidad y sinéresis.
  - Determinar el tiempo de fermentación en el proceso de fabricación del yogur.
- Evaluar la calidad del producto mediante análisis fisicoquímicos: sinéresis, viscosidad, acidez, contenido de grasa, rendimiento, tiempo de fermentación y organolépticos: Olor, color, sabor, textura en el producto terminado.



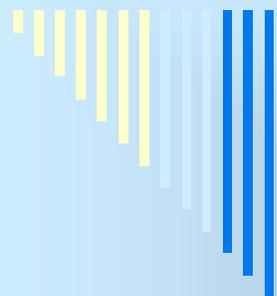
---

## HIPÓTESIS:

**Hi:** La Utilización de leche concentrada por microfiltración tangencial con Factor de Retención Volumétrica = 2 (FRV 2), diferentes grasas y porcentajes de estabilizante incide en la calidad del yogur tipo II.

**Ho:** La Utilización de leche concentrada por microfiltración tangencial con Factor de Retención Volumétrica = 2 (FRV 2), la adición de grasas, y porcentaje de estabilizante no inciden en la calidad del yogur tipo II.

---



---

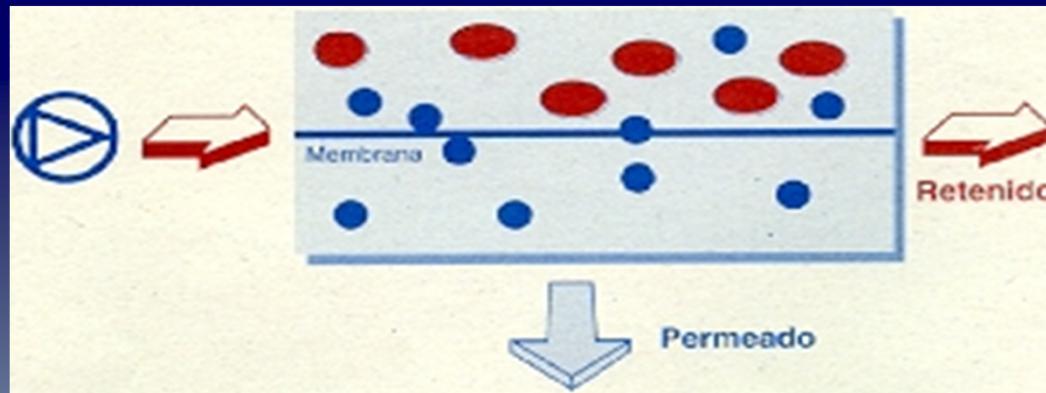
# MARCO TEÓRICO

---

# MICROFILTRACIÓN TANGENCIAL



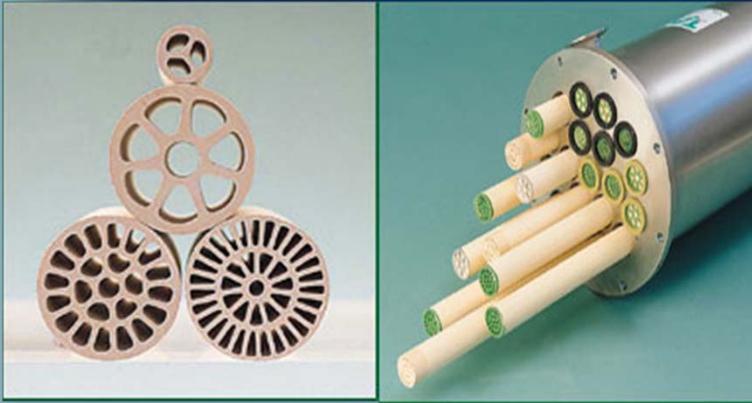
## MEMBRANAS DE MICROFILTRACIÓN TANGENCIAL



- El retenido es la parte de la suspensión, que no pasa a través de la membrana y contiene una alta concentración de partículas.
- El permeado en cambio, es un líquido libre de partículas (filtrado), que ha pasado a través de la membrana.
- FRV (Factor de retención volumétrica), es la relación entre el volumen de alimentación (VA) y el volumen de retención (VR) que pasa a través del modulo de microfiltración tangencial (MFT).

# TIPOS DE MEMBRANAS

## MEMBRANA CERAMICA

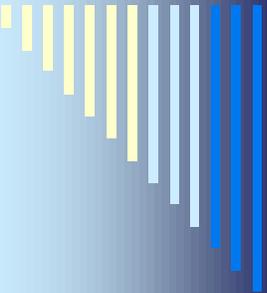


Diámetro de tubo 2 a 6 mm.  
Flujo de filtración; dentro - fuera.  
Alta resistencia mecánica, térmica y química, muy apta en procesos industriales.  
Vida útil muy prolongada.  
Instalaciones muy voluminosas, hay grandes volúmenes muertos.  
Costes de construcción muy elevados, son las más caras.

## MEMBRANA TUBULAR

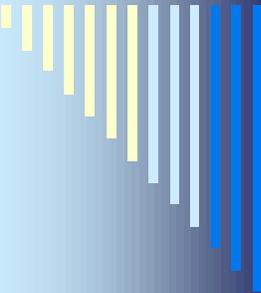


Formado por un haz de 3 a 9 tubos encapsulados en un haz de acero inoxidable.  
Diámetro de cada tubo: 10 – 25 mm.  
Tienen alta resistencia al atascamiento, lo que las hace muy apropiadas para filtración de mostos (y vino).  
Flujo de filtrado dentro - fuera.



# VENTAJAS Y APLICACIONES DE MICROFILTRACIÓN TANGENCIAL

- Permite ahorrar energía.
- No hay modificación de los productos tratados, evita pérdidas de características nutricionales, físicas y químicas.
- El sistema puede ser continuo, se puede activar un sistema de control automático.
- Las membranas utilizadas son resistentes.
- Cuidar el medio ambiente.
- Clarificación y concentración de alimentos
- Tratamiento y purificación de aguas
- Recuperación y purificación de enzimas, separación de células.
- Eliminación de m/o.
- Reutilizar el residuo de filtración.
- Reciclado de líquidos y colorantes.



# LECHE Y LECHE CONCENTRADA

Es el producto integro sin adición, ni sustracción alguna, exento de calostro, obtenido por ordeño higiénico, completo e interrumpido de vacas sanas y bien alimentadas.

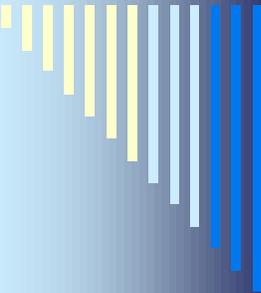
La leche concentrada es el producto al que se le ha extraído cierta cantidad de agua, esta remoción de agua se la puede realizar por diferentes métodos como pueden ser por evaporación, condensación, por micro filtración tangencial, entre otros. Todos los métodos están basados en la evaporación del contenido acuoso hasta un 70% aproximadamente.

---

# YOGUR

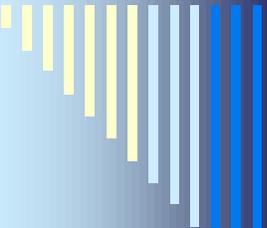
Es el producto coagulado obtenido por fermentación láctica de la leche o mezcla de esta con derivados lácteos, mediante la acción de bacterias lácticas *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, pudiendo estar acompañadas de otras bacterias ácido lácticas que por su actividad le confieren las características al producto terminado, estas bacterias deben ser viables y activas desde su inicio y durante toda la vida útil del producto. Puede ser adicionado o no de los ingredientes y aditivos indicados.





# TIPOS DE YOGUR SEGÚN EL CONTENIDO DE GRASA

- a) Tipo I. Elaborado con leche entera, leche integra o leche integral.
  - b) Tipo II. Elaborado con leche semi descremada o semi desnatada.
  - c) Tipo III. Elaborado con leche descremada o desnatada.
-



# ADITIVOS DEL YOGUR

**Emulsionantes.**- son aditivos alimenticios que se utilizan para que los aceites y grasas se puedan mezclar con el agua o con cualquier componente líquido como puede ser el caso de la leche y formar así una emulsión, además ayudan a la conservación de los productos.

En este caso se utilizó el emulsionante Obsiemul MGH-90 para lograr que se mezcle la leche con la grasa vegetal MT-H y la crema de leche.

**Estabilizantes.**- son aditivos alimenticios que se utilizan con el fin de mejorar las características físicas y organolépticas de los productos, les proporcionan una textura cremosa y suave, además aumentan su período de duración.

Existen un sinnúmero de estabilizantes que se pueden adicionar a la leche para la elaboración de yogur, pero en este caso se utilizó el Obsigel 8-AGT.

---

# TIPOS DE GRASAS

## **Manteca Heladera (MT-H):**

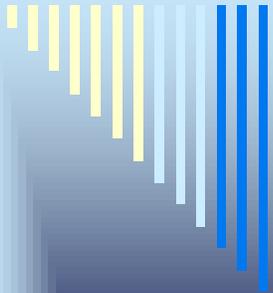
La grasa vegetal MT-H es una sustancia grasienta y cremosa de color blanco, es muy utilizada en industrias lácteas en especial en heladería. Es muy apetecible ya que proporciona a los productos buenas características físicas y organolépticas.

La grasa vegetal contiene 0.1% de ácidos grasos libres, 0.1% de humedad e impurezas, Su punto de fusión es de 29-32° C, y contiene 70-90% de sólidos

## CREMA DE LECHE

La crema de leche es un ingrediente espeso, graso y de color amarillo suave, que procede de la leche. La leche normal tiene un 3.5% de nata. Ésta tiene los mismos ingredientes que la leche, pero es rica en grasas. La nata con mayor proporción de grasas llega al 55%; dos tercios de este porcentaje son grasas saturadas y el resto monoinsaturadas.

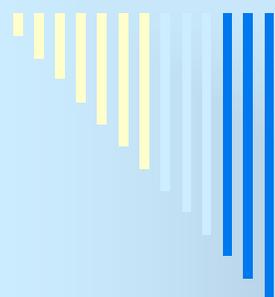
Dado que es más ligera que otros componentes de la leche, la crema de leche asciende lentamente a la superficie y puede retirarse fácilmente. Sin embargo, lo habitual es que sea separada de la leche mediante una centrifugadora.



---

# MATERIALES Y MÉTODOS

---

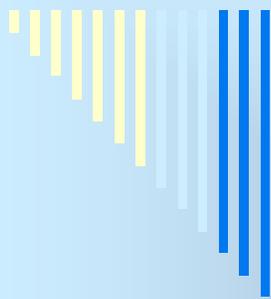


## LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

Provincia: Imbabura  
Cantón : Ibarra  
Parroquia: El Sagrario  
Sitio: Unidades productivas agroindustriales  
Temperatura: Promedio 18° C

## MATERIA PRIMA E INSUMOS

- Leche descremada
- Grasa vegetal MT-H
- Emulsionante OBsiemul MGS-90
- Estabilizante Obsigel 8-AGT
- Fermento
- Agua destilada
- Fenolftaleína
- Ácido sulfúrico
- Hidróxido de sodio
- Sulfato de potasio
- Selenio en polvo



- Peróxido de hidrógeno
- Ácido clorhídrico
- Ácido bórico
- Alcohol Isoamílico
- Amonio
- Equipo de microfiltración tangencial
- Termómetro
- Balanza gramera y analítica
- Material de vidrio (pipetas, tubos, vasos, probeta, matraces, agitador, etc.)

Acidómetro

Jarras de capacidad de 1 litro

Recipiente de hierro enlozado.

Equipo para análisis de grasa

Cocina

Refrigeradora

Termolactodensímetro

Viscosímetro

Cronómetro

Cámara de fermentación.

Envases plásticos

Placas petrifilm

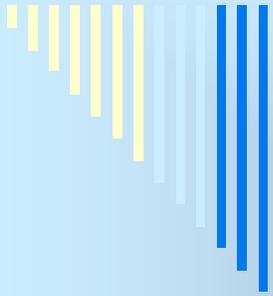
Crisoles

Estufa

Desecador

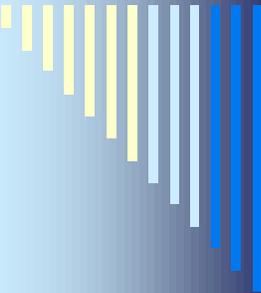
Tubos de digestión

Destilador



## MÉTODOS

El ensayo se realizó con leche concentrada a 2 FRV, de acuerdo al cálculo la leche obtuvo 14% de sólidos totales



# FACTORES EN ESTUDIO

**A: Tipos de grasa:** MT-H A1  
Crema de leche A2

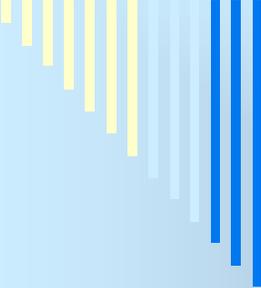
**B: Porcentaje de grasa:** 1,5 % B1  
3 % B2

**C: Estabilizante:** Con Obsigel 8-AGT (0.3%) C1  
Sin Obsigel 8- AGT (0%) C2

---

## TRATAMIENTOS

Tratamientos	Tipos de grasa	Porcentaje de grasa (%)	Estabilizante (%)	Combinaciones
T1	MT-H	1,5	0,3	A1B1C1
T2	MT-H	3,0	0,3	A1B2C1
T3	MT-H	1,5	0,0	A1B1C2
T4	MT-H	3,0	0,0	A1B2C2
T5	Crema de leche	1,5	0,3	A2B1C1
T6	Crema de leche	3,0	0,3	A2B2C1
T7	Crema de leche	1,5	0,0	A2B1C2
T8	Crema de leche	3,0	0,0	A2B2C2



# DISEÑO EXPERIMENTAL

Tipo de diseño:

Diseño completamente al azar con arreglo factorial A x B x C

Características del experimento

Número de repeticiones:	Tres (3)
Número de tratamientos:	Ocho (8)
Número de unidades experimentales:	Veinte y cuatro (24)

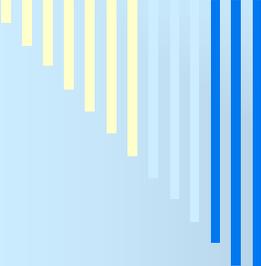
Unidad Experimental

Cada unidad experimental fue de 1 litro de leche concentrada por microfiltración tangencial.

# ANÁLISIS DE VARIANCIA.

## ESQUEMA DEL ADEVA

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	23
Tratamientos	7
Factor A (Tipos de grasa )	2
Factor B (% de grasa)	1
Factor C (estabilizante)	1
A x B	2
A x C	2
B x C	1
A x B x C	2
Error experimental	16



## VARIABLES EVALUADAS

- Rendimiento
- Acidez
- Viscosidad
- Contenido de grasa
- Tiempo de fermentación
- Análisis Organoléptico
- Sinéresis
- Sólidos Totales.
- Proteína
- Microbiología: mohos, levaduras, coliformes y E.coli.



---

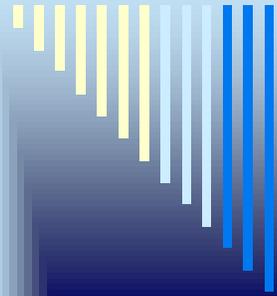
## ANÁLISIS FUNCIONAL

Detectada la significación estadística en los tratamientos se realizó: Prueba de Tukey al 5%.

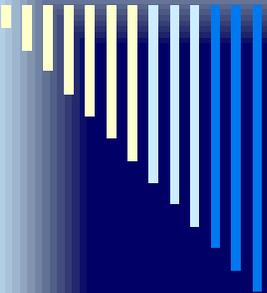
Para factor A, B y C Prueba de DMS, e Interacciones.

Para las variables no paramétricas se realizó la Prueba de Friedman al 1% y 5 %.

---



# **MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO**



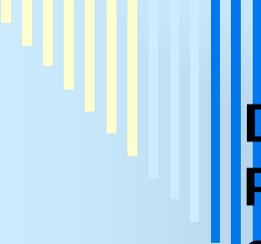
# ANÁLISIS DEL PRODUCTO TERMINADO

El análisis para el tiempo de fermentación se realizó durante el proceso de elaboración.

Los análisis de acidez, viscosidad, sinéresis y organolépticos se realizaron a un día de elaborado el producto y al cumplir los 15 días de elaboración.

Los análisis de sólidos totales, grasa, proteína y microbiológicos se realizaron en el producto terminado, una vez por tratamiento.

---



---

## **DETERMINACIÓN DE LA FERMENTACIÓN**

Para verificar en que momento el yogur alcanzó la acidez adecuada, se esperó dos horas después del inicio de la fermentación y se procedió a tomar muestras de yogur de cada tratamiento para medir la acidez cada treinta minutos.

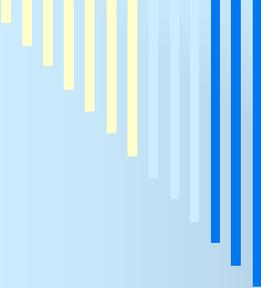
## **DETERMINACIÓN DE ACIDEZ**

NTE INEN 13.

## **DETERMINACIÓN DE VISCOSIDAD**

Se evaluó su homogeneidad: si es denso, fluido o granuloso para ello se utilizara un viscosímetro exclusivo para esta prueba y un cronometro que determinará el tiempo.

---



## DETERMINACIÓN DE GRASA

NTE INEN 12.

## DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES

NTE INEN 14.

$$ST = 100 \times \frac{m_2 - m}{m - m_1}$$

ST: Sólidos totales

m : peso del crisol

m1: peso de la muestra

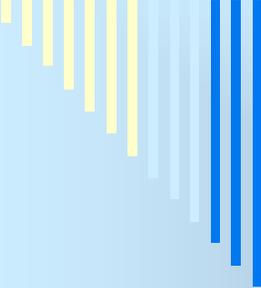
m2: peso del crisol mas muestra

## DETERMINACIÓN DE SINÉRESIS

Se realizó a todos los tratamientos midiendo en cada una de las repeticiones la cantidad de suero que se queda en la parte superior de los envases de yogur. Para ello se utilizó probetas graduadas de 25 ml.

## DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA

KJELDAHL NTE INEN 16.



## **ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS**

**Se realizó mediante la prueba de Friedman, se utilizó un Panel de degustación de 10 catadores, los cuales con la ayuda de una guía instructiva evaluaron olor, color, sabor y Consistencia según sus preferencias.**

## **ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**

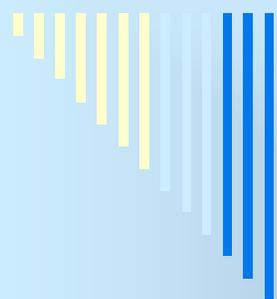
**Se determinó presencia de mohos, levaduras, coliformes y E.coli, se realizó según sistema petrifilm para análisis microbiológicos.**

## **DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO**

**Esta variable se determinó pesando la materia prima al inicio del proceso y al finalizar se pesó el producto terminado en todas las repeticiones de cada tratamiento.**

**Además con los pesos obtenidos de materia prima y producto terminado se realizó un balance de materiales.**

---



---

**DIAGRAMA DE FLUJO DE  
ELABORACIÓN DE YOGUR  
CON LECHE MICROFILTRADA  
TANGENCIALMENTE**

---

# DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE YOGUR

## RECEPCIÓN Y ANÁLISIS



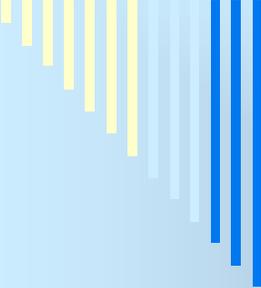
## FILTRADO



## PESADO



---



## INGRESO AL EQUIPO DE MFT



## CONTROL DE CALIDAD FRV2

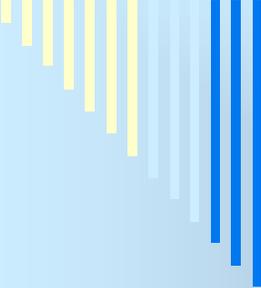


## CALENTAMIENTO



## ADICIÓN DE ESTABILIZANTE





## ADICIÓN DE EMULSIONANTE



## ADICIÓN DE GRASA



## PASTERIZACIÓN



## ENFRIAMIENTO



## ADICIÓN DE FERMENTO



## INCUBACIÓN

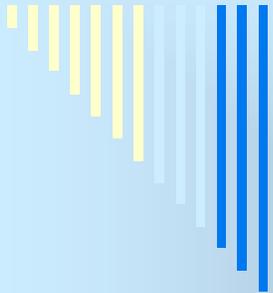


## BATIDO



## ENFRIAMIENTO





## ENVASADO

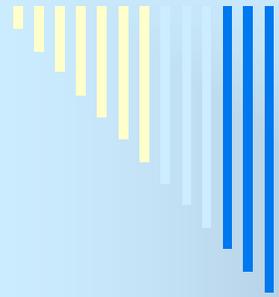


## ALMACENAMIENTO



## PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD





---

# RESULTADOS Y DISCUSIONES

---



---

# TIEMPO DE FERMENTACIÓN

---

## Análisis de varianza del tiempo de fermentación

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	F.T. 1%	F. 5%
<b>Total</b>	23	66,33				
<b>Tratam.</b>	7	61,88	8,84	31,78**	4,03	2,66
<b>Factor A (grasas)</b>	1	6,36	6,36	22,85**	8,53	4,49
<b>Factor B (% grasa)</b>	1	8,18	8,18	29,40**	8,53	4,49
<b>Factor C (Estabiliz)</b>	1	1,28	1,28	4,61*	8,53	4,49
<b>I (Ax B)</b>	1	0,97	0,97	3,49 <sup>NS</sup>	8,53	4,49
<b>I (Ax C)</b>	1	28,67	28,67	103,07**	8,53	4,49
<b>I (Bx C)</b>	1	0,27	0,27	0,96 <sup>NS</sup>	8,53	4,49
<b>I (Ax Bx C)</b>	1	16,15	16,15	58,08**	8,53	4,49
<b>ERROR EXP.</b>	16	4,45	0,28			

CV= 6,57%

# PRUEBA DE TUKEY Y DMS PARA EL TIEMPO DE FERMENTACIÓN

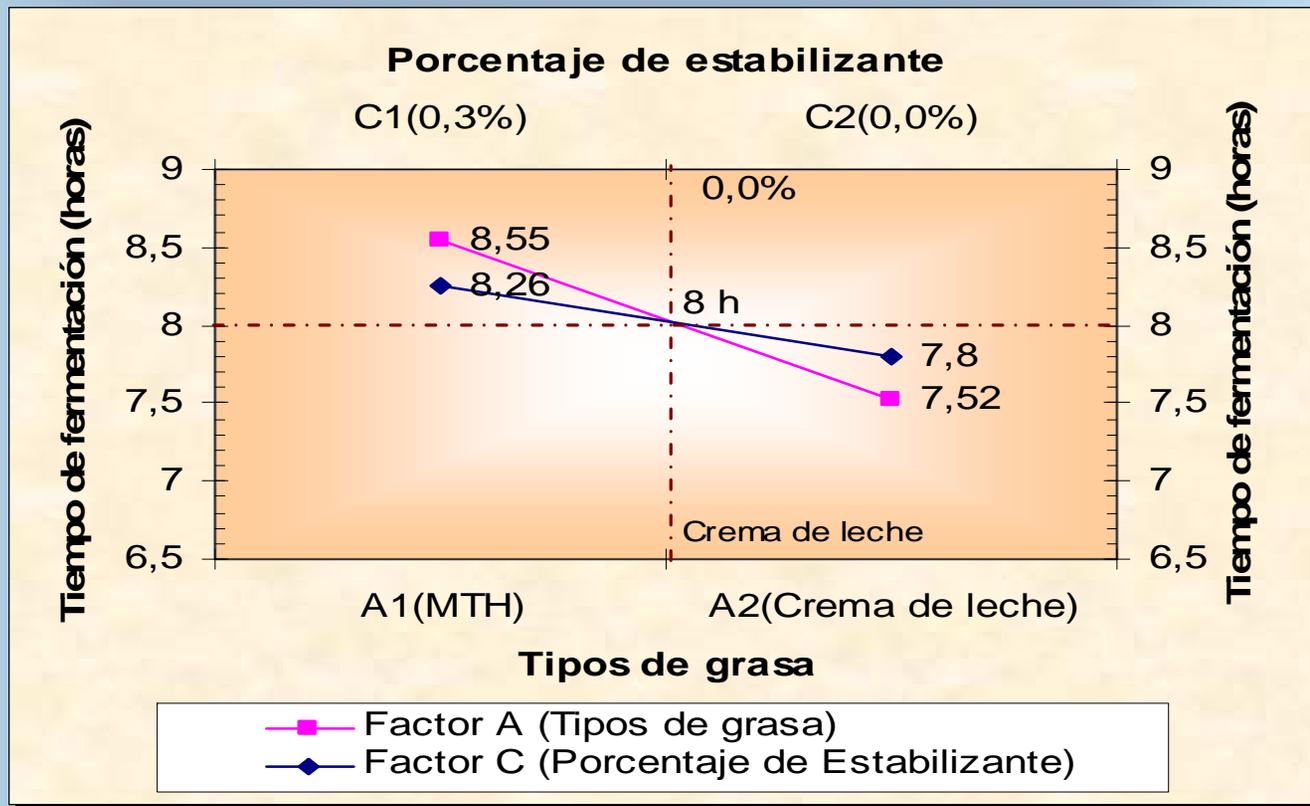
TRATAMIENTOS		MEDIA	RANGO
T8	A2B2C2	4.88	a
T2	A1B2C1	6.18	a
T7	A2B1C2	7.50	a
T6	A2B2C1	8.30	a
T1	A1B1C1	9.18	b
T4	A1B2C2	9.34	b
T5	A2B1C1	9.38	b
T3	A1B1C2	9.48	b

FACTOR A	MEDIAS	RANGOS
A2	7.52	a
A1	8.55	b

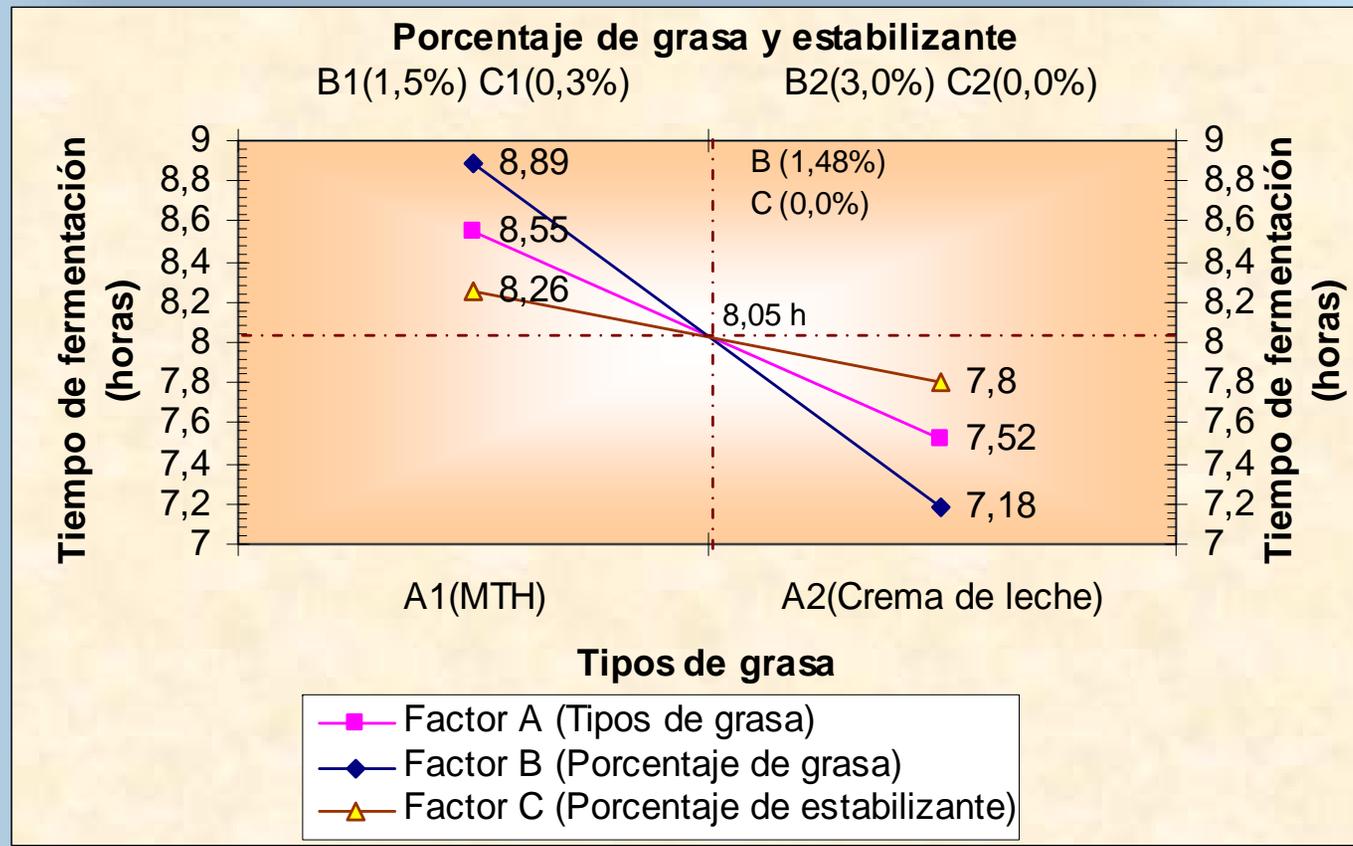
FACTOR B	MEDIAS	RANGOS
B2	7.18	a
B1	8.89	b

FACTOR C	MEDIAS	RANGOS
C2	7.80	a
C1	8.26	b

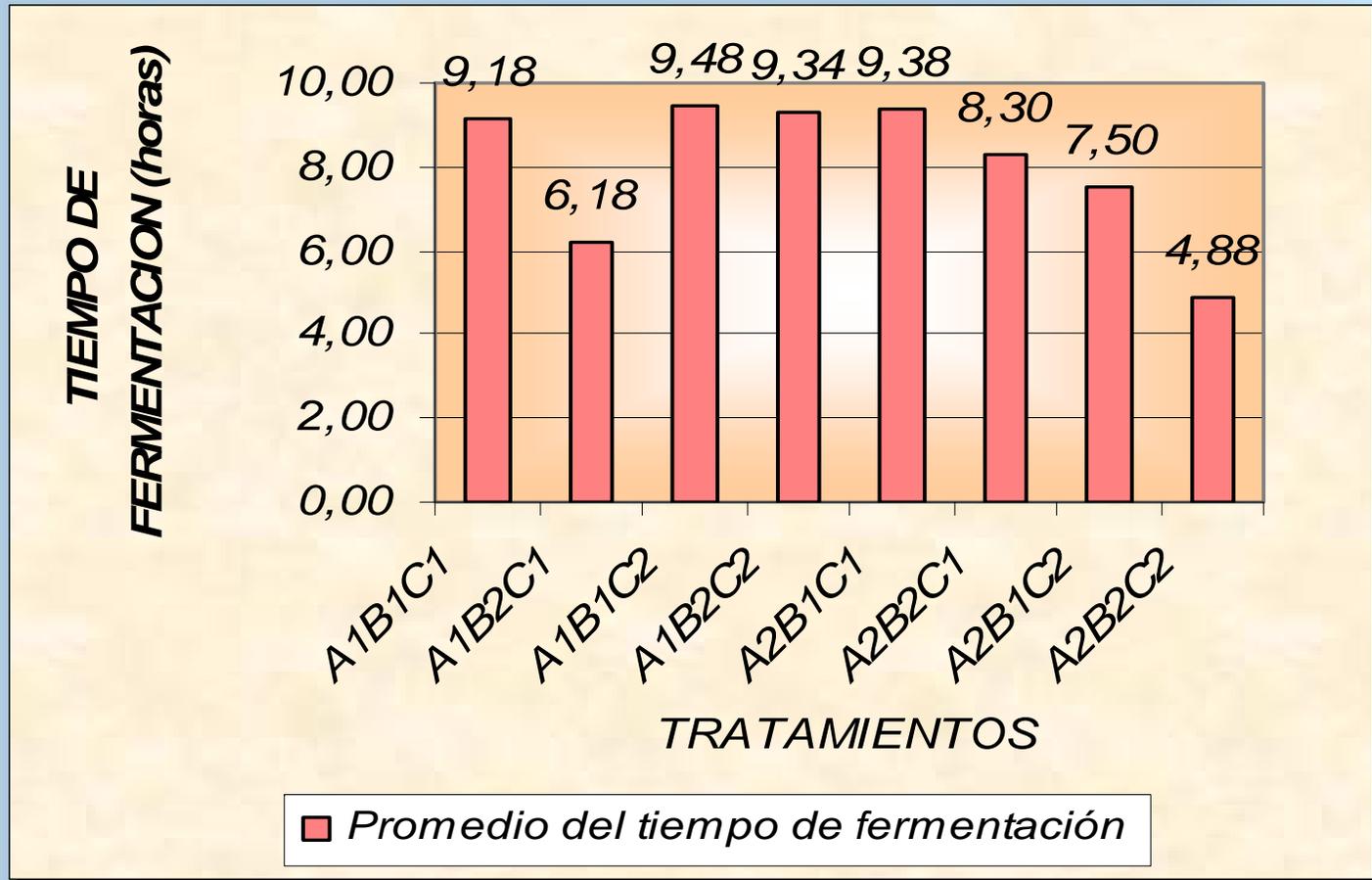
## Interacción de los factores: A (tipos de grasa) y C (porcentaje de estabilizante) para la variable tiempo de fermentación

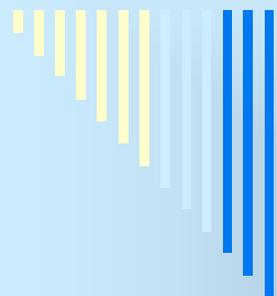


## Interacción de los factores: A (tipos de grasa), B (porcentaje de grasa) y C (porcentaje de estabilizante) para la variable tiempo de fermentación



## Tiempo de fermentación





---

# ACIDEZ

---

## Análisis de varianza de acidez a las 24 horas de elaborado el producto

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
<b>Total</b>	23	2491,33				
<b>Tratam.</b>	7	2184,00	312,00	16,24**	4,03	2,66
<b>Factor A (grasas)</b>	1	504,17	504,17	26,25**	8,53	4,49
<b>Factor B (% grasa)</b>	1	368,17	368,17	19,17**	8,53	4,49
<b>Factor C (Estabiliz)</b>	1	770,67	770,67	40,12**	8,53	4,49
<b>I (AxB)</b>	1	10,67	10,67	0,56 <sup>NS</sup>	8,53	4,49
<b>I (AxC)</b>	1	160,17	160,17	8,3*	8,53	4,49
<b>I (BxC)</b>	1	337,50	337,50	17,57**	8,53	4,49
<b>I (AxBxC)</b>	1	32,67	32,67	1,70 <sup>NS</sup>	8,53	4,49
<b>ERROR EXP.</b>	16	307,33	19,21			

CV= 5,20%

## PRUEBA DE TUKEY Y DMS PARA LA VARIABLE ACIDEZ A LAS 24h DE ELABORADO EL PRODUCTO

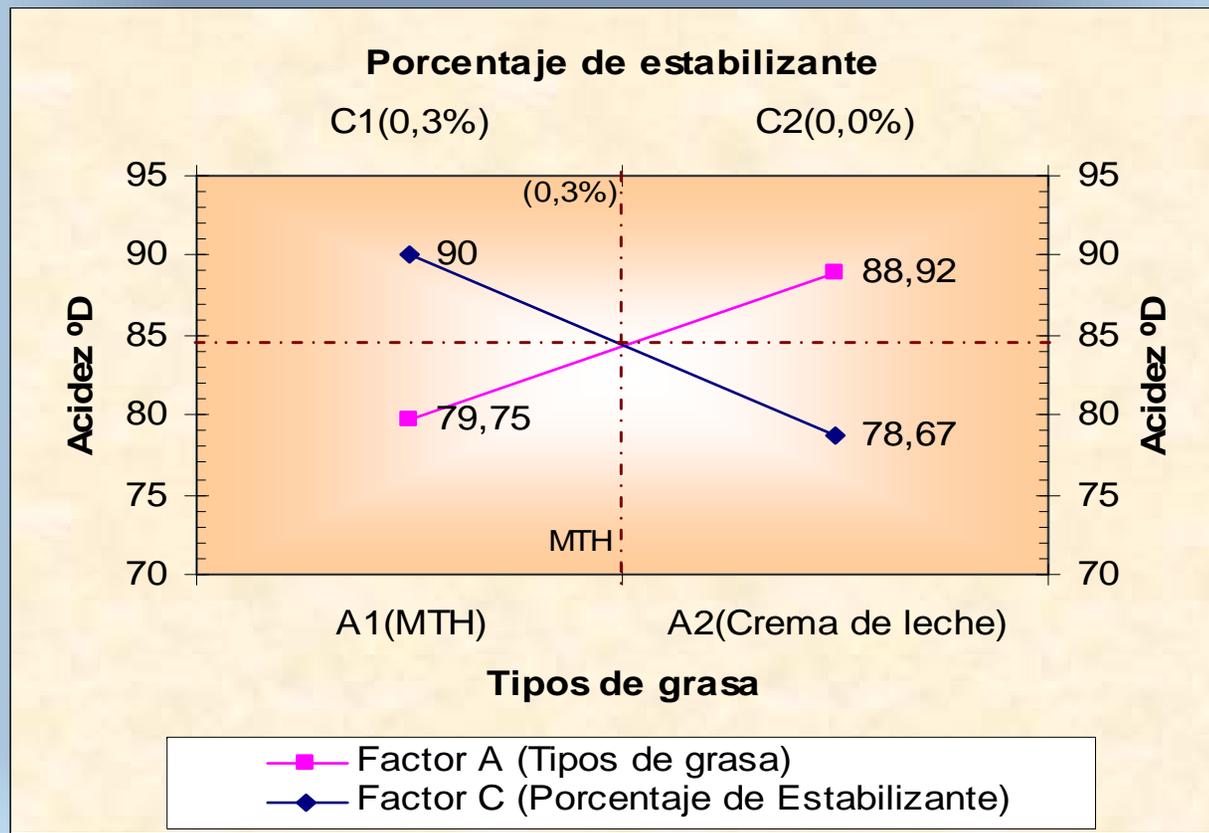
TRATAMIENTOS		MEDIA	RANGO
T4	A1B2C2	65,67	a
T8	A2B2C2	76,33	b
T3	A1B1C2	77,33	c
T2	A1B2C1	87,33	d
T1	A1B1C1	88,67	d
T6	A2B1C1	91,67	d
T5	A2B2C1	92,33	d
T7	A2B1C2	95,33	d

FACTOR A	MEDIAS	RANGOS
A1	79,75	a
A2	88,92	b

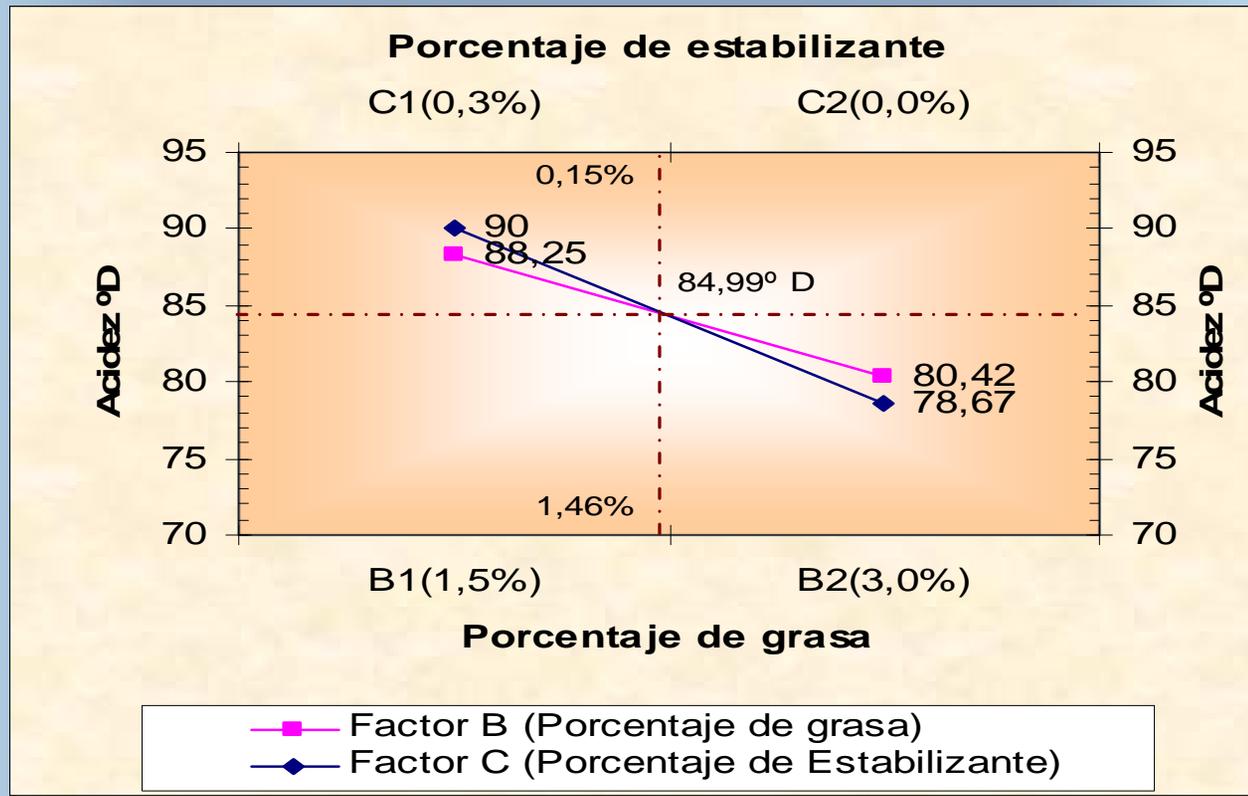
FACTOR B	MEDIAS	RANGOS
B2	80,42	a
B1	88,25	b

FACTOR C	MEDIAS	RANGOS
C2	75,58	a
C1	90,00	b

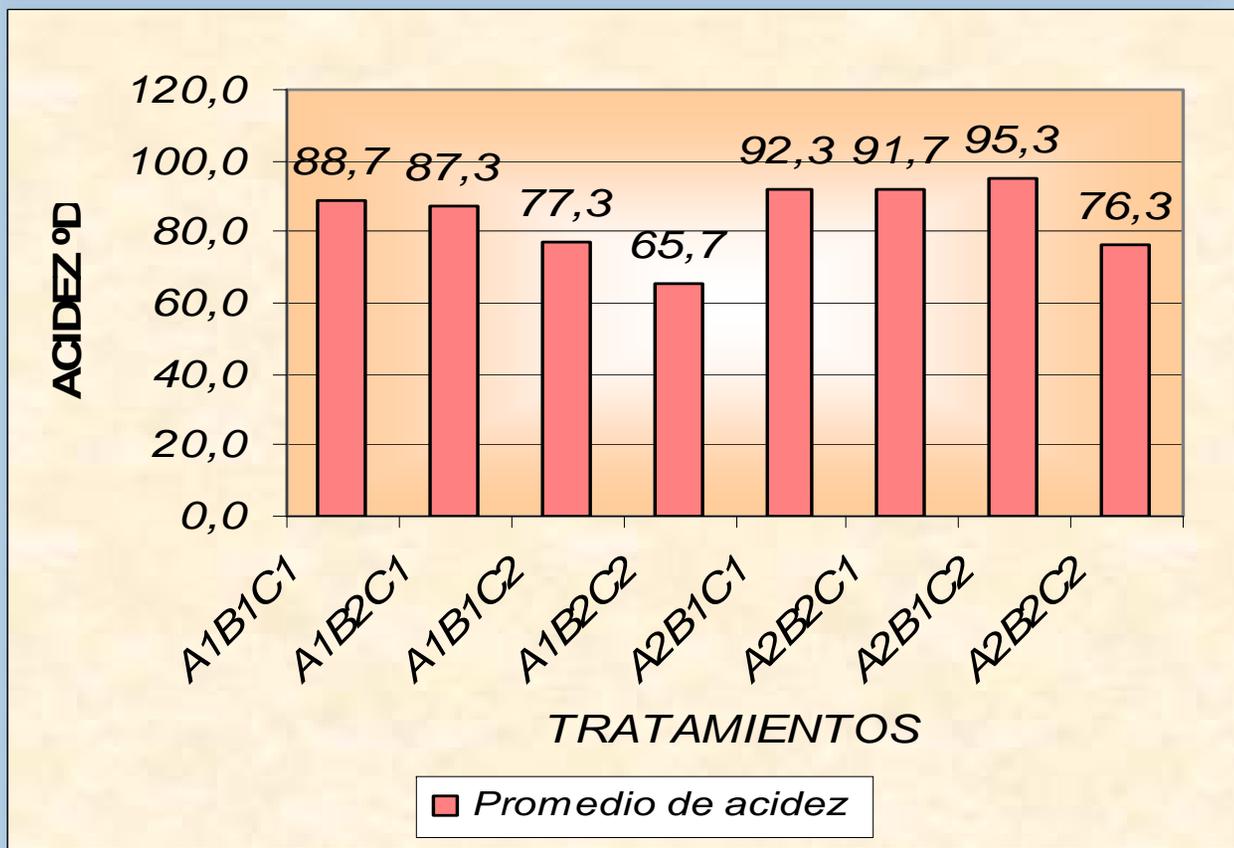
## Interacción de los Factores: A (tipos de grasa) y C (porcentaje de estabilizante) para la variable acidez a las 24 horas de elaboración



## Interacción de los Factores: B (porcentaje de grasa) y C (porcentaje de estabilizante) para la variable acidez a las 24 horas de elaboración



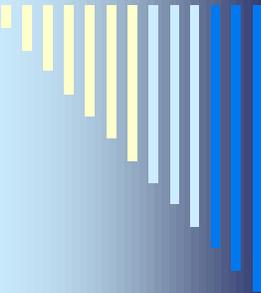
## Acidez a las 24 horas de elaborado el producto



## Análisis de varianza de acidez a los 15 días de elaborado el producto

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	23	1711,96				
Tratam.	7	779,29	111,33	1,91 <sup>NS</sup>	4,03	2,66
Factor A (grasas)	1	2,04	2,04	0,04 <sup>NS</sup>	8,53	4,49
Factor B (% grasa)	1	442,04	442,04	7,58*	8,53	4,49
Factor C (Estabiliz)	1	1,04	1,04	0,02 <sup>NS</sup>	8,53	4,49
I (AxB)	1	126,04	126,04	2,16 <sup>NS</sup>	8,53	4,49
I (AxC)	1	126,04	126,04	2,16 <sup>NS</sup>	8,53	4,49
I (BxC)	1	77,04	77,04	1,32 <sup>NS</sup>	8,53	4,49
I (AxBxC)	1	5,04	5,04	0,09 <sup>NS</sup>	8,53	4,49
ERROR EXP.	16	932,67	58,29			

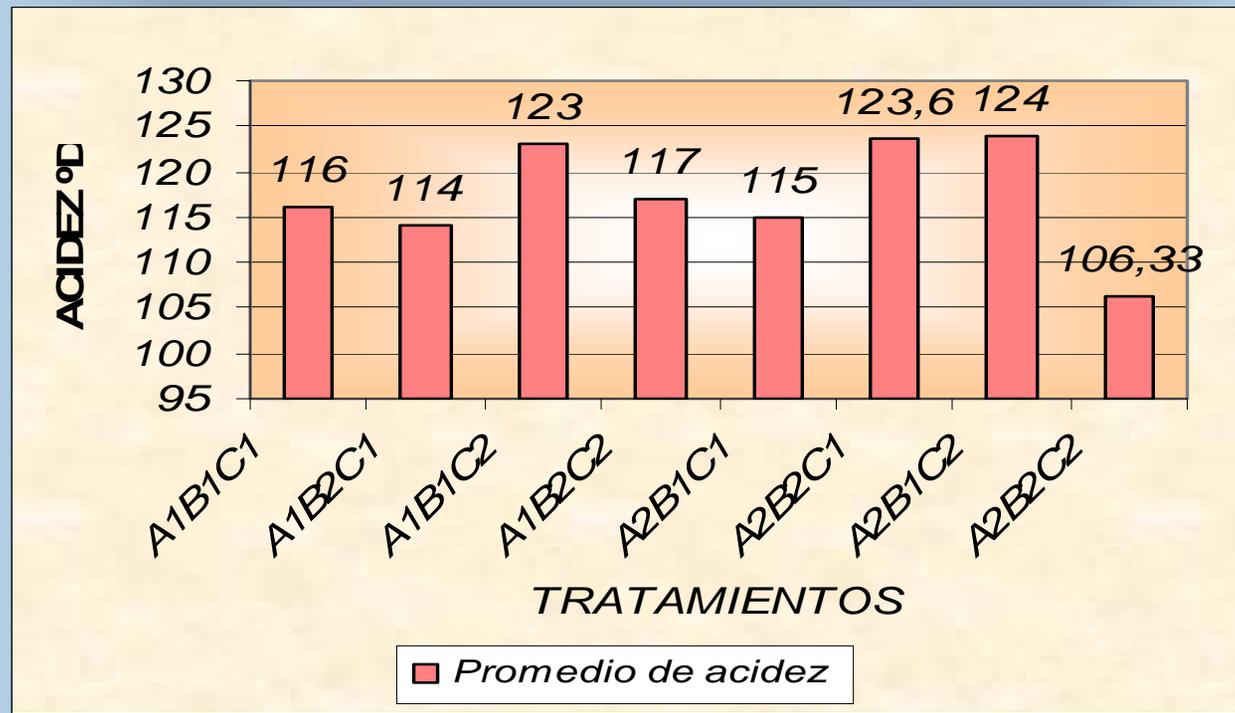
CV= 6,50%

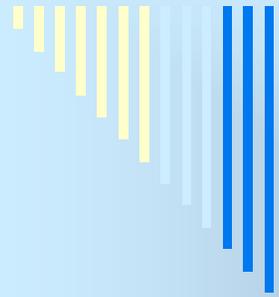


## PRUEBAS DE DMS PARA LA VARIABLE ACIDEZ A LOS 15 DIAS DE ELABORADO EL PRODUCTO

FACTOR B	MEDIAS	RANGOS
B2	113,25	a
B1	121,83	b

## Acidez a los 15 días de elaborado el producto





# VISCOSIDAD

## Análisis de varianza de viscosidad a las 24 horas de elaborado el producto

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
<b>Total</b>	23	37,16				
<b>Tratam.</b>	7	33,21	4,74	19,20**	4,03	2,66
<b>Factor A (grasas)</b>	1	4,86	4,86	19,67**	8,53	4,49
<b>Factor B (% grasa)</b>	1	3,08	3,08	12,47**	8,53	4,49
<b>Factor C (Estabiliz)</b>	1	3,23	3,23	13,06**	8,53	4,49
<b>I (AxB)</b>	1	9,88	9,88	39,99**	8,53	4,49
<b>I (AxC)</b>	1	7,26	7,26	29,38**	8,53	4,49
<b>I (BxC)</b>	1	3,68	3,68	14,90**	8,53	4,49
<b>I (AxBxC)</b>	1	1,21	1,21	4,92*	8,53	4,49
<b>ERROR EXP.</b>	16	3,95	0,25			

**CV= 6,86%**

# PRUEBA DE TUKEY Y DMS DE LA VARIABLE VISCOSIDAD ELABORADO A LAS 24 HORAS DE ELABORACIÓN

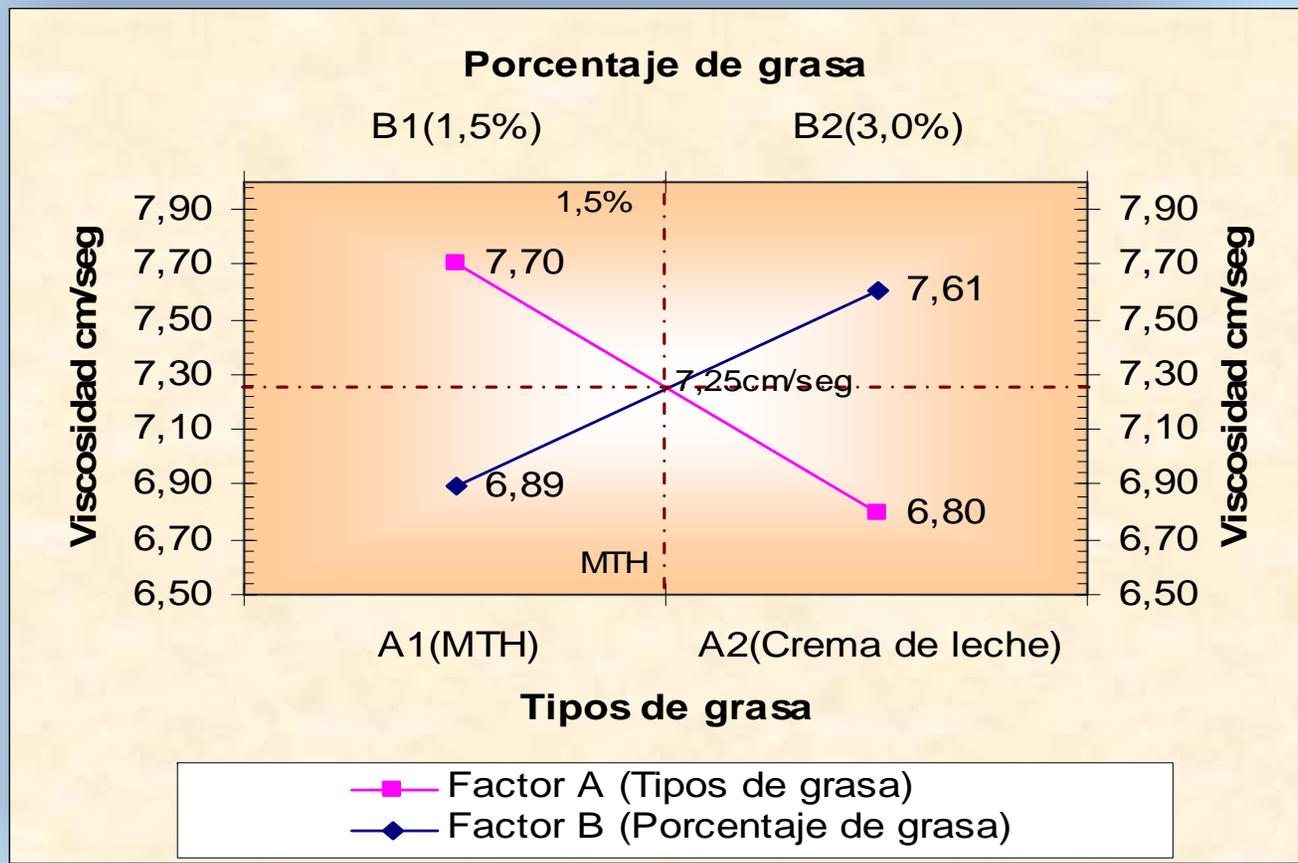
TRATAMIENTOS		MEDIA	RANGO
T6	A2B1C1	5,50	a
T7	A2B1C2	6,10	b
T5	A2B2C1	6,27	c
T4	A1B2C2	7,40	d
T2	A1B2C1	7,43	e
T3	A1B1C2	7,63	f
T1	A1B1C1	8,33	g
T8	A2B2C2	9,33	g

FACTOR A	MEDIAS	RANGOS
A2	6,80	a
A1	7,70	b

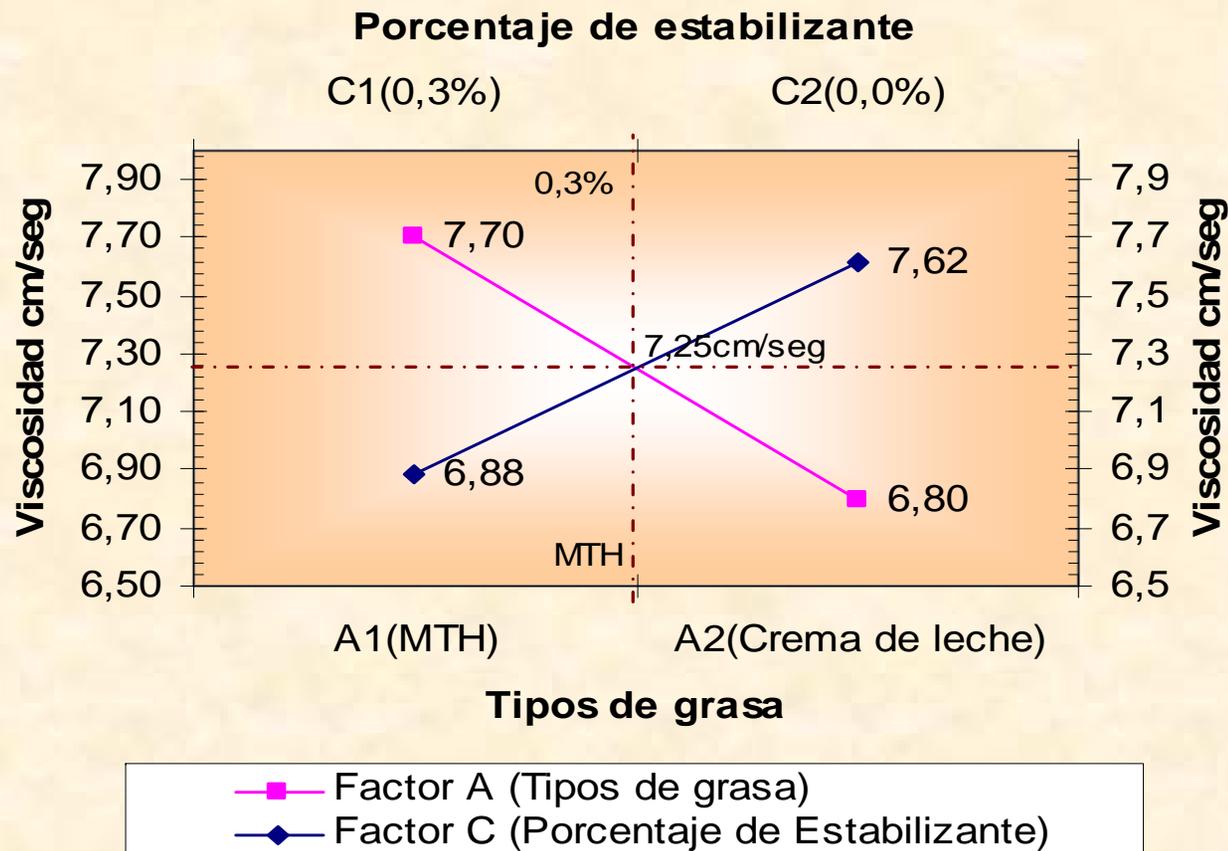
FACTOR B	MEDIAS	RANGOS
B1	6,89	a
B2	7.61	b

FACTOR C	MEDIAS	RANGOS
C1	6,88	a
C2	7,62	b

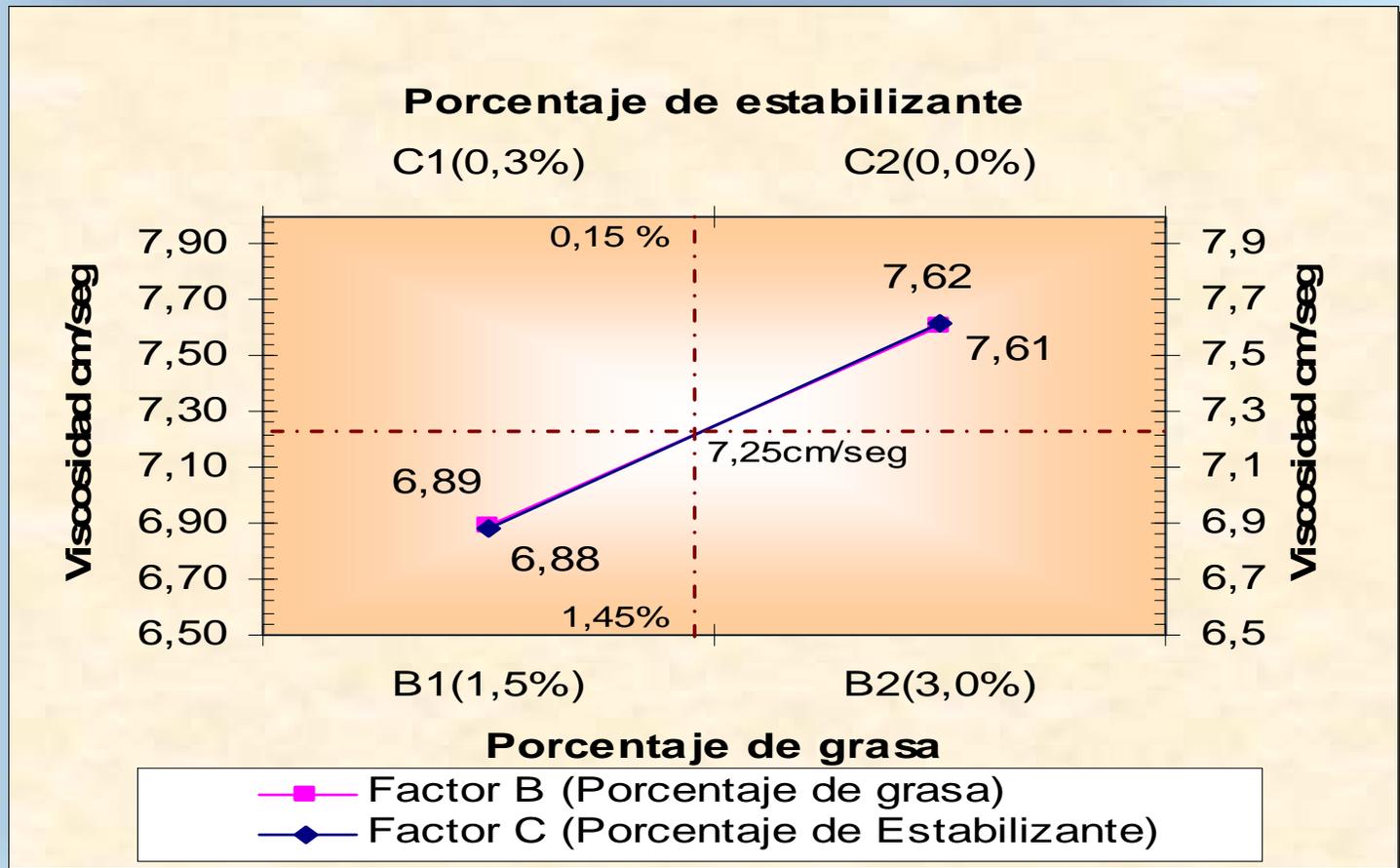
## Interacción de los factores: A (tipos de grasa) y B (porcentaje de grasa) para la variable viscosidad a las 24 horas de elaboración



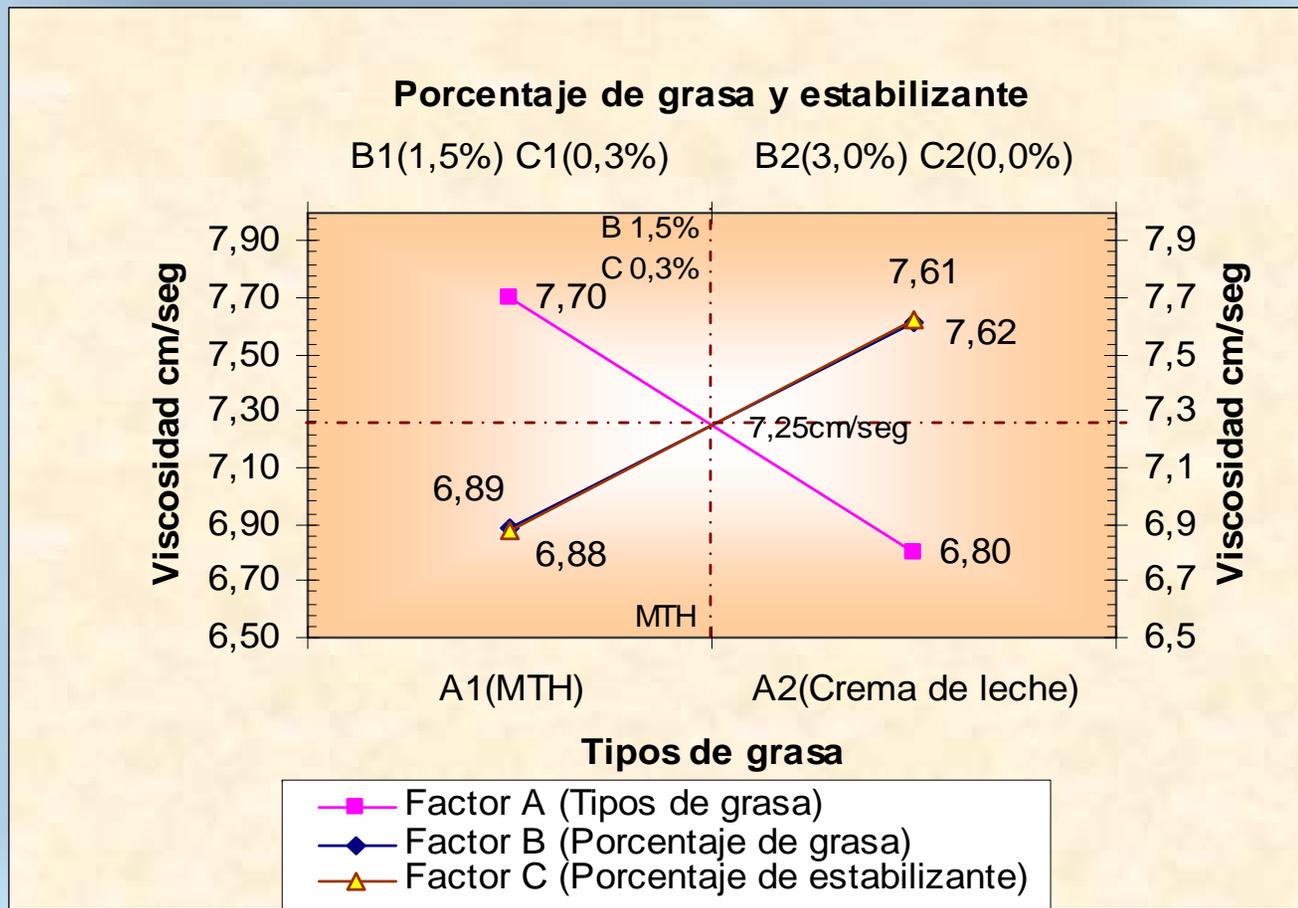
## Interacción de los factores: A (Tipos de grasa) y C (Porcentaje de estabilizante) para la variable viscosidad a las 24 horas de elaboración



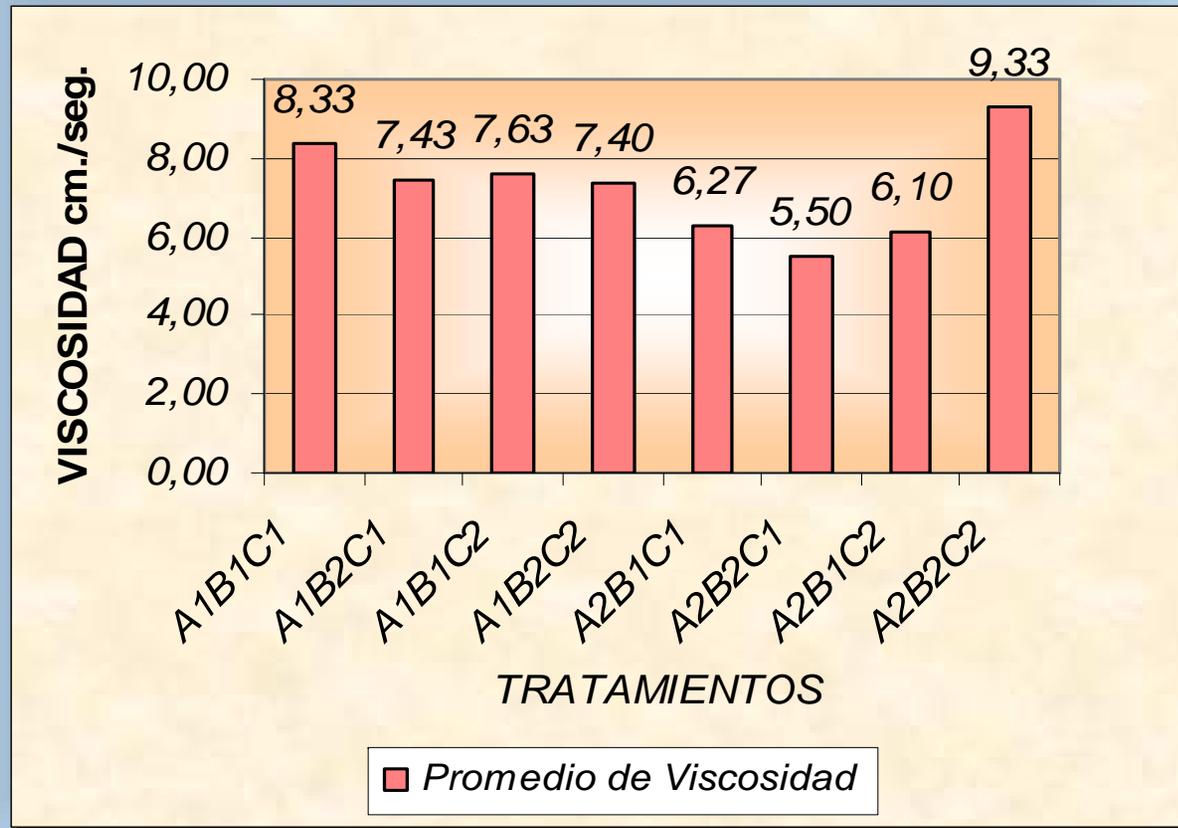
## Interacción de los factores: B (porcentaje de grasa) y C (porcentaje de estabilizante) para la variable viscosidad a las 24 horas de elaboración



## Interacción de los factores: A (tipos de grasa), B (porcentaje de grasa) y C (porcentaje de estabilizante) para la variable viscosidad a las 24 horas de elaboración



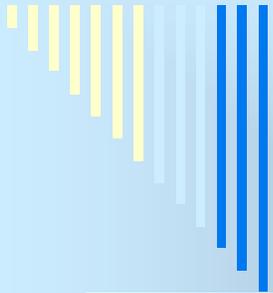
## Viscosidad a las 24 horas de elaborado el producto



## Análisis de varianza de viscosidad a los 15 días de elaborado el producto

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
<b>Total</b>	23	28,65				
<b>Tratam.</b>	7	23,23	3,32	9,79**	4,03	2,66
<b>Factor A (grasas)</b>	1	0,05	0,05	0,15 <sup>NS</sup>	8,53	4,49
<b>Factor B (% grasa)</b>	1	4,77	4,77	14,08**	8,53	4,49
<b>Factor C (Estabiliz)</b>	1	1,26	1,26	3,72 <sup>NS</sup>	8,53	4,49
<b>I (AxB)</b>	1	0,01	0,01	0,03 <sup>NS</sup>	8,53	4,49
<b>I (AxC)</b>	1	8,76	8,76	25,86**	8,53	4,49
<b>I (BxC)</b>	1	4,77	4,77	14,08**	8,53	4,49
<b>I (AxBxC)</b>	1	3,60	3,60	10,64**	8,53	4,49
<b>ERROR EXP.</b>	16	5,42	0,34			

CV= 7,75%

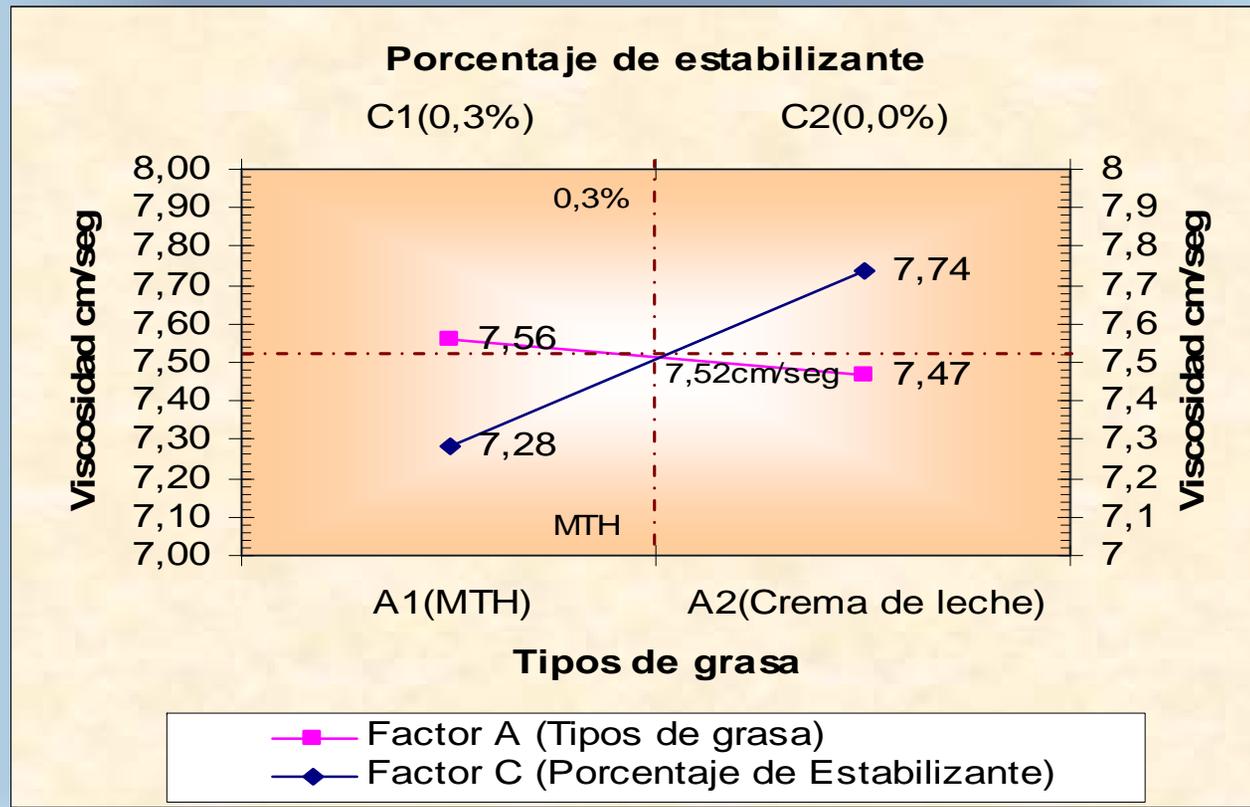


## PRUEBA DE TUKEY Y DMS PARA TRATAMIENTOS DE LA VARIABLE VISCOSIDAD ELABORADO A LOS 15 DÍAS DE ELABORACIÓN

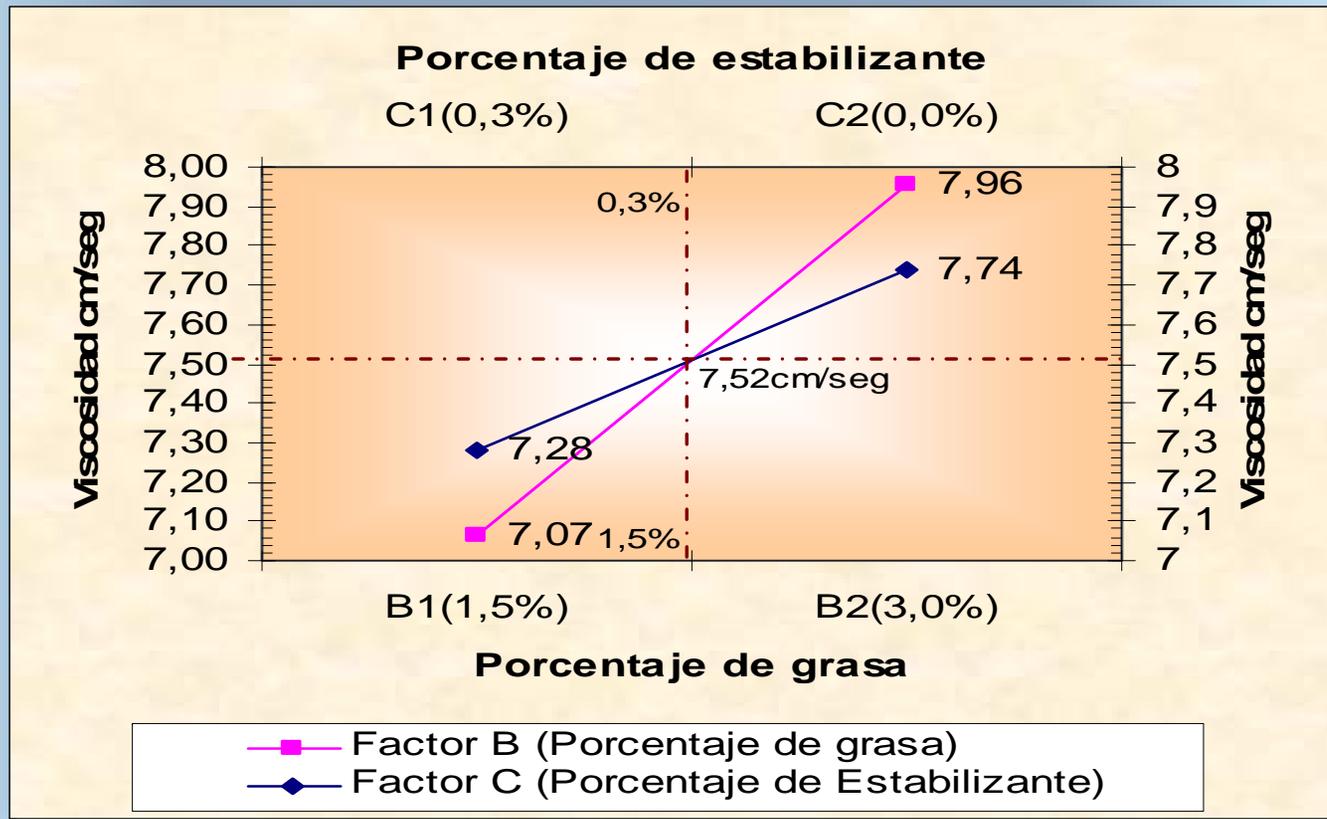
TRATAMIENTOS		MEDIA	RANGO
T5	A2B2C1	6.27	a
T3	A1B1C2	6.70	b
T7	A2B1C2	7.00	c
T6	A2B1C1	7.00	d
T1	A1B1C1	7,57	e
T4	A1B2C2	7,67	f
T2	A1B1C1	8.30	g
T8	A2B2C2	9.6	g

FACTOR B	MEDIAS	RANGOS
B1	7,07	a
B2	7,96	b

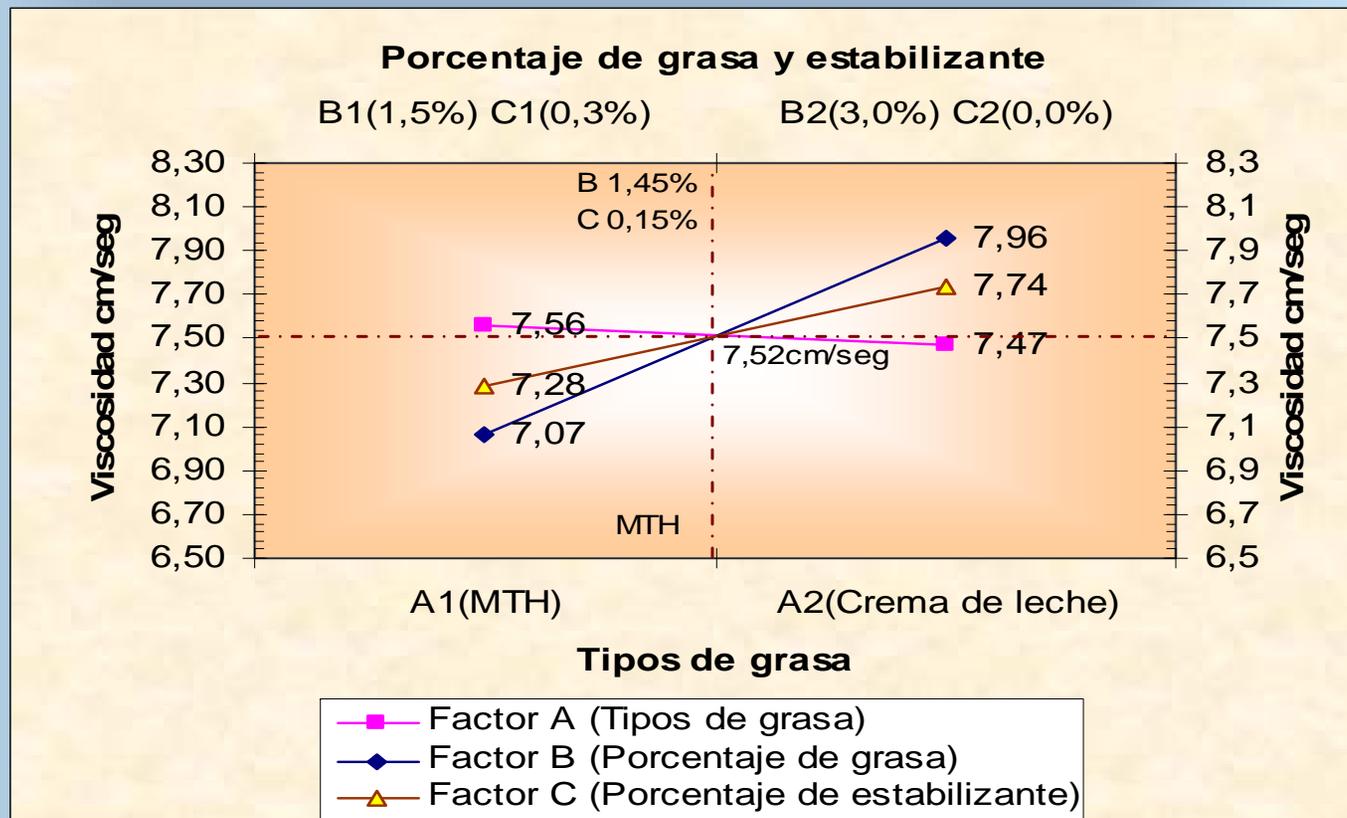
## Interacción de los factores: A (tipos de grasa) y C (porcentaje de estabilizante) para la variable viscosidad a los 15 días de elaboración



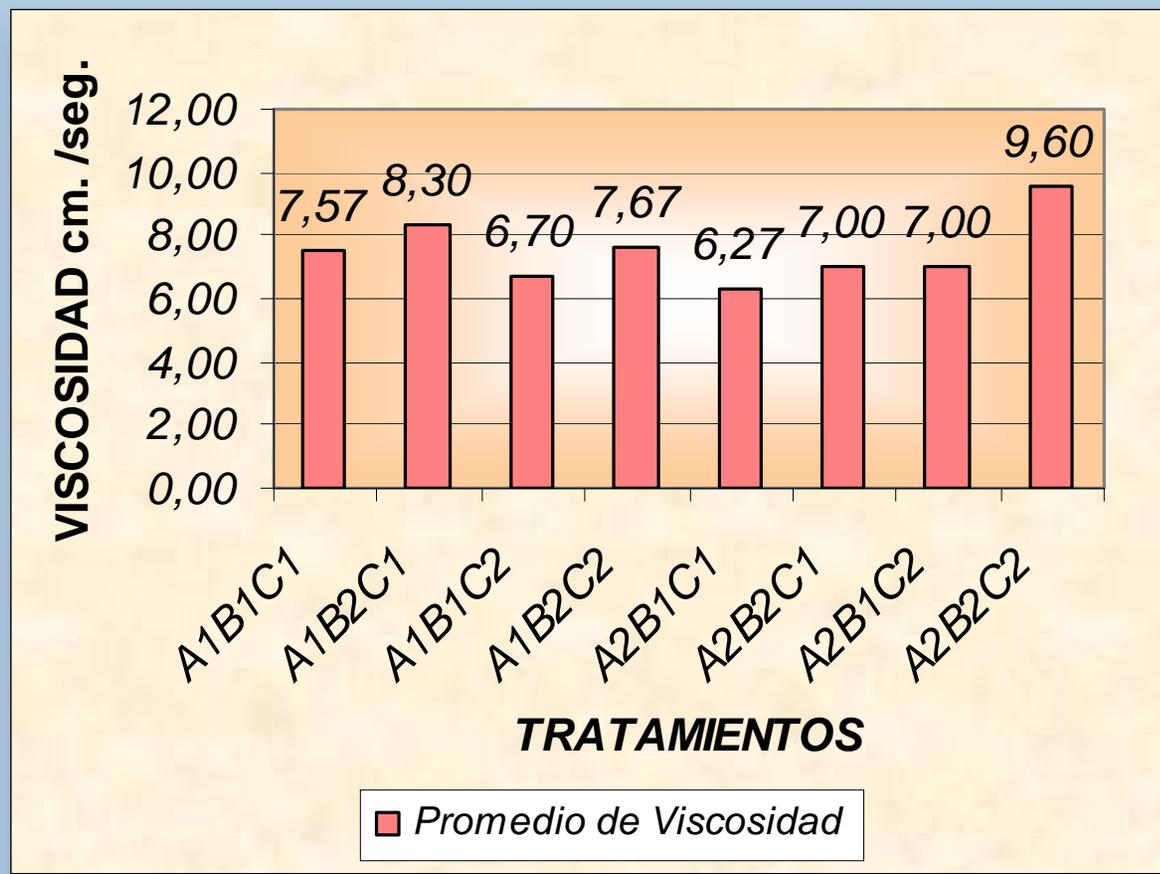
## Interacción de los Factores: B (porcentaje de grasa) y C (porcentaje de estabilizante) para la variable viscosidad a los 15 días de elaboración

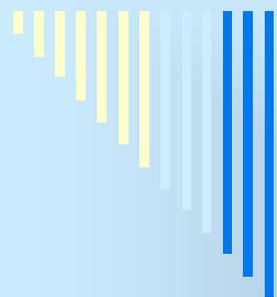


## Interacción de los Factores: A (tipos de grasa), B (porcentaje de grasa) y C (porcentaje de estabilizante) para la variable viscosidad a los 15 días de elaboración



## Viscosidad a los 15 días de elaborado el producto





---

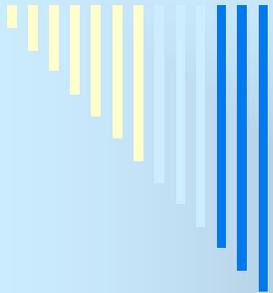
# SINÉRESIS

---

## Análisis de varianza de sinéresis a los 15 días de elaborado el producto

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
<b>Total</b>	23	262,42				
<b>Tratam.</b>	7	251,34	35,91	51,85**	4,03	2,66
<b>Factor A (grasas)</b>	1	1,55	1,55	2,24 <sup>NS</sup>	8,53	4,49
<b>Factor B (% grasa)</b>	1	40,30	40,30	58,20**	8,53	4,49
<b>Factor C (Estabiliz)</b>	1	102,09	102,09	147,43* *	8,53	4,49
<b>I (AxB)</b>	1	0,22	0,22	0,32 <sup>NS</sup>	8,53	4,49
<b>I (AxC)</b>	1	36,75	36,75	53,07**	8,53	4,49
<b>I (BxC)</b>	1	63,05	63,05	91,05**	8,53	4,49
<b>I (AxBxC)</b>	1	7,37	7,37	10,64**	8,53	4,49
<b>ERROR EXP.</b>	16	11,08	0,69			

CV= 6,81%

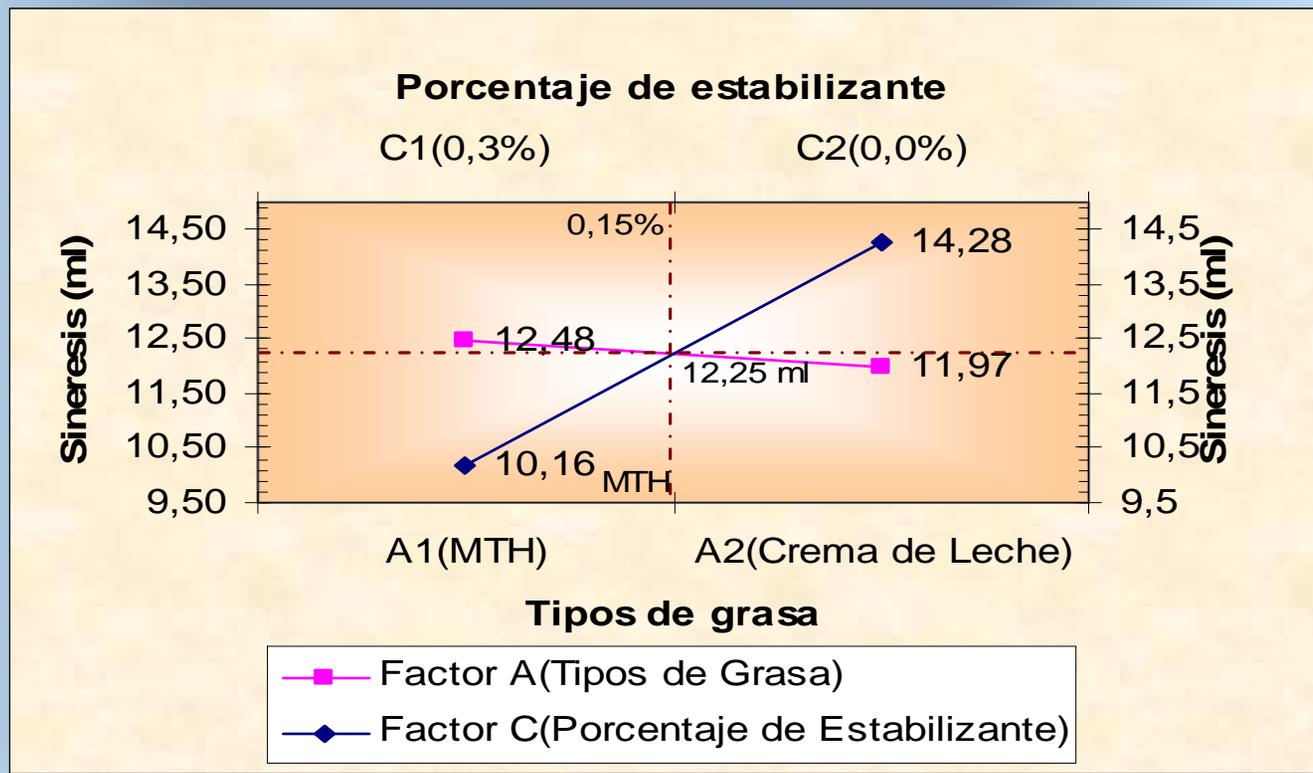


## PRUEBA DE TUKEY Y DMS DE LA VARIABLE SINÉRESIS

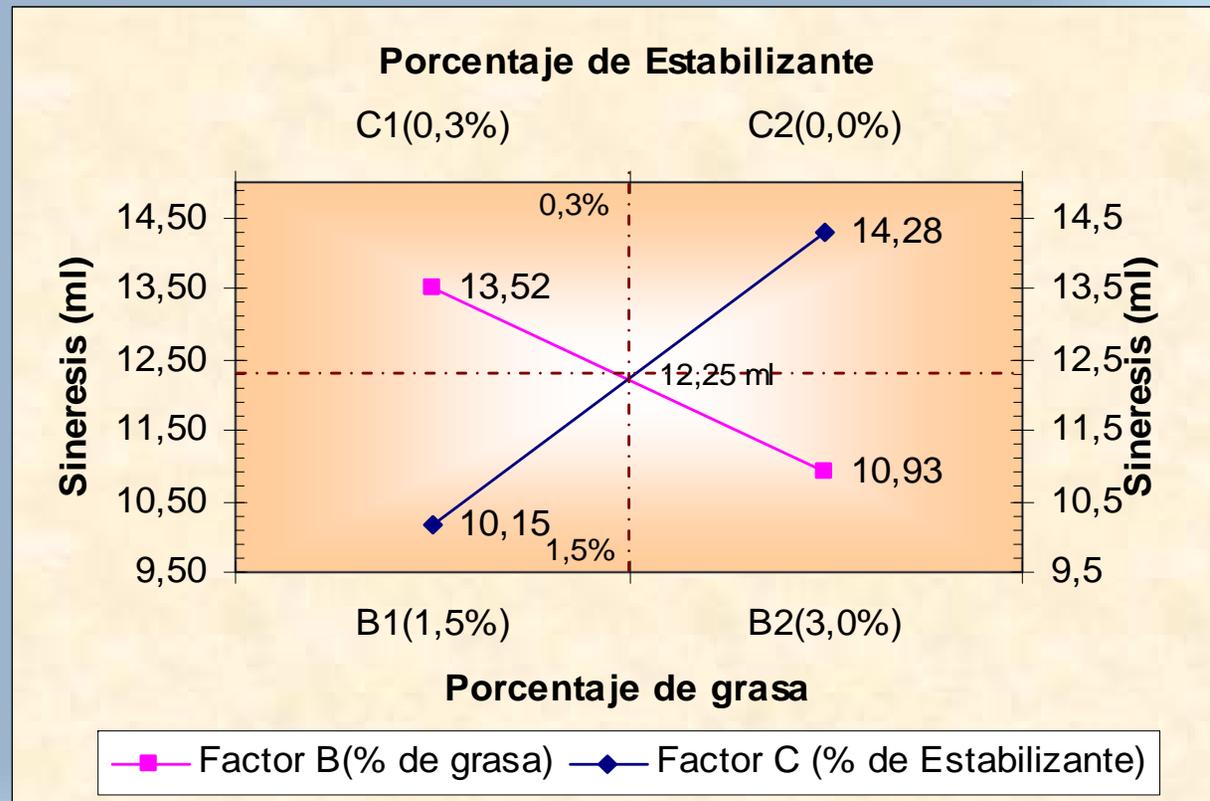
TRATAMIENTOS		MEDIA	RANGO
T5	A2B2C1	8,53	a
T6	A2B1C1	8,80	b
T4	A1B2C2	9,73	c
T1	A1B1C1	10,87	d
T2	A1B2C1	12,43	e
T8	A2B2C2	13,00	f
T3	A1B1C2	16,87	g
T7	A2B1C2	17,53	g

FACTOR B	MEDIAS	RANGOS
B2	10,93	a
B1	13,52	b

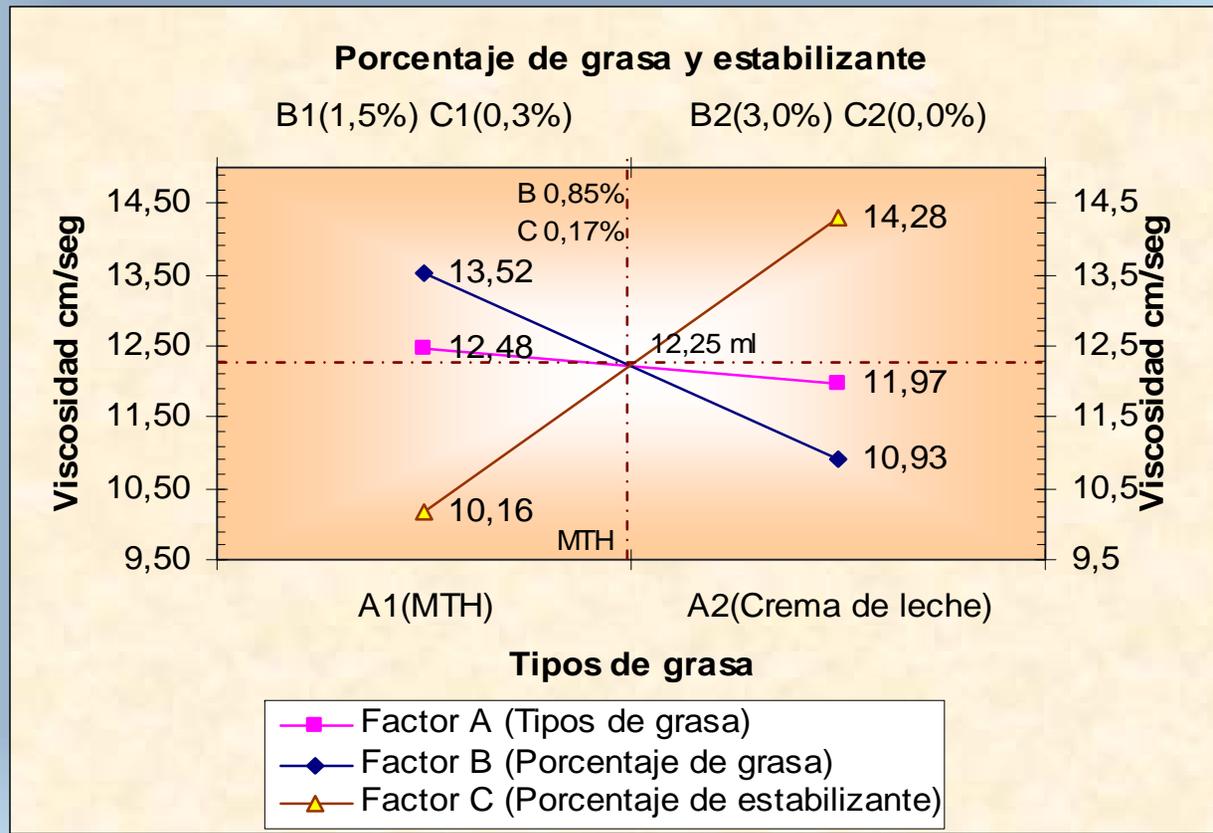
## Interacción entre los tipos de grasa (A), por el porcentaje de estabilizante (C) para la variable sinéresis



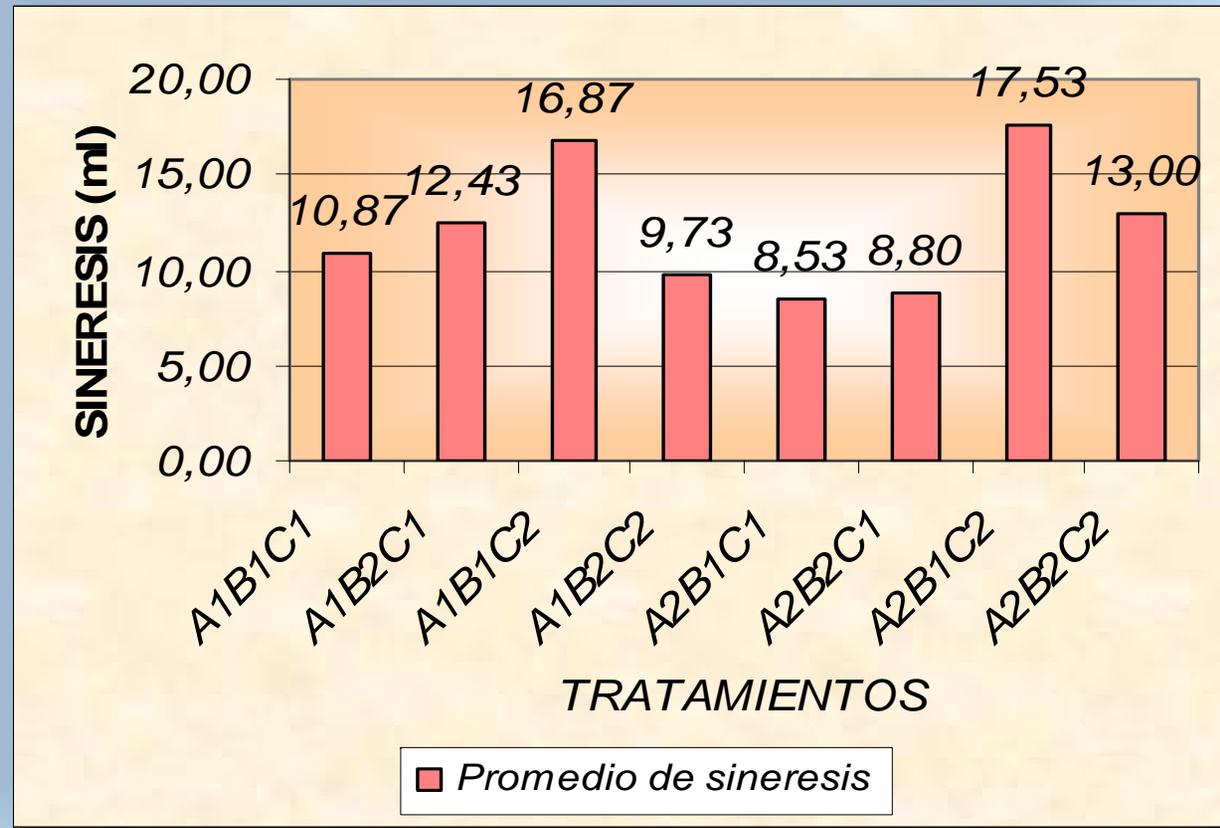
## Interacción entre los porcentajes de grasa (B), por el porcentaje de estabilizante (C), para la variable sinéresis

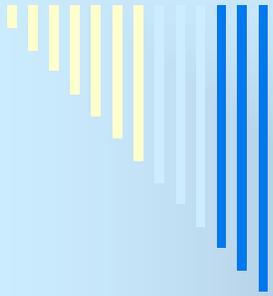


## Interacción entre los tipos de grasa (A), porcentajes de grasa (B), y porcentaje de estabilizante (C), para la variable sinéresis



## Sinéresis a los 15 días de elaborado el producto





# SÓLIDOS TOTALES

## Análisis de varianza de sólidos totales

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
<b>Total</b>	23	25,99				
<b>Tratam.</b>	7	17,37	2,48	4,61*	4,03	2,66
<b>Factor A (grasas)</b>	1	1,48	1,48	2,75 <sup>NS</sup>	8,53	4,49
<b>Factor B (% grasa)</b>	1	3,92	3,92	7,28*	8,53	4,49
<b>Factor C (Estabiliz)</b>	1	7,82	7,82	14,51**	8,53	4,49
<b>I (AxB)</b>	1	3,38	3,38	6,26*	8,53	4,49
<b>I (AxC)</b>	1	0,46	0,46	0,85 <sup>NS</sup>	8,53	4,49
<b>I (BxC)</b>	1	0,25	0,25	0,47 <sup>NS</sup>	8,53	4,49
<b>I (AxBxC)</b>	1	0,06	0,06	0,12 <sup>NS</sup>	8,53	4,49
<b>ERROR EXP.</b>	16	8,62	0,54			

CV= 4,43%

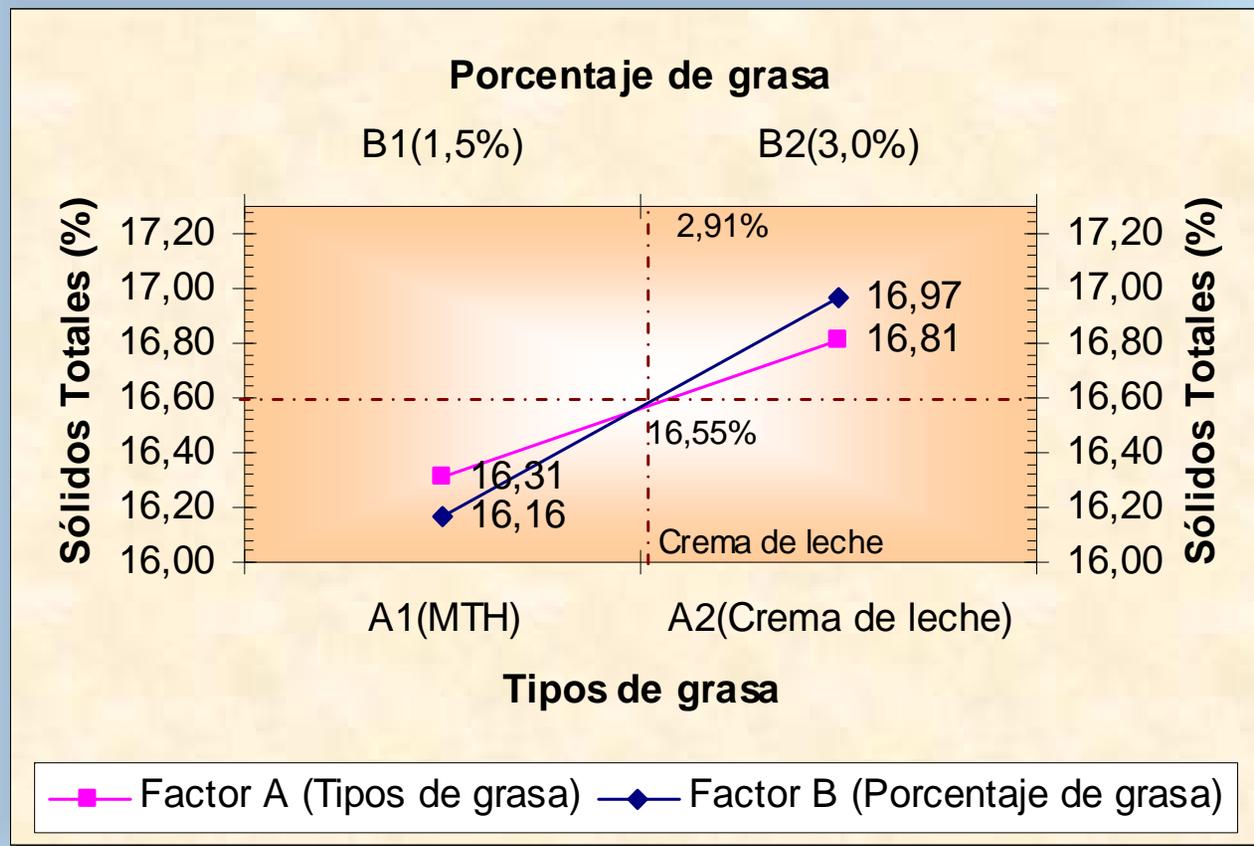
# PRUEBA DE TUKEY Y DMS DE LA VARIABLE SÓLIDOS TOTALES

TRATAMIENTOS		MEDIA	RANGOS
T2	A1B2C1	17,68	a
T5	A2B1C1	17,60	a
T6	A2B2C1	17,44	a
T4	A1B2C2	16,51	a
T7	A2B1C2	16,13	b
T8	A2B2C2	16,08	b
T1	A1B1C1	15,82	b
T3	A1B1C2	15,23	b

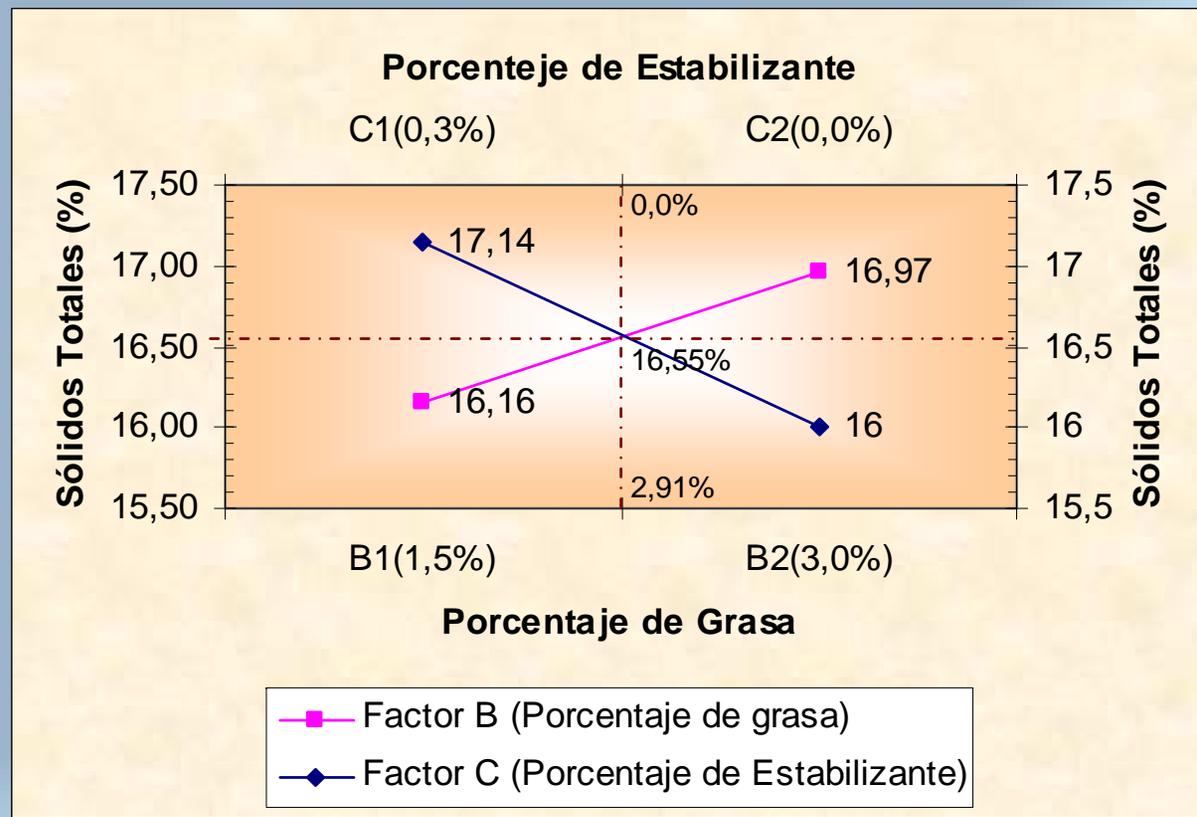
FACTOR B	MEDIAS	RANGOS
B2	16,97	a
B1	16,16	b

FACTOR C	MEDIAS	RANGOS
C1	17,14	a
C2	16,00	b

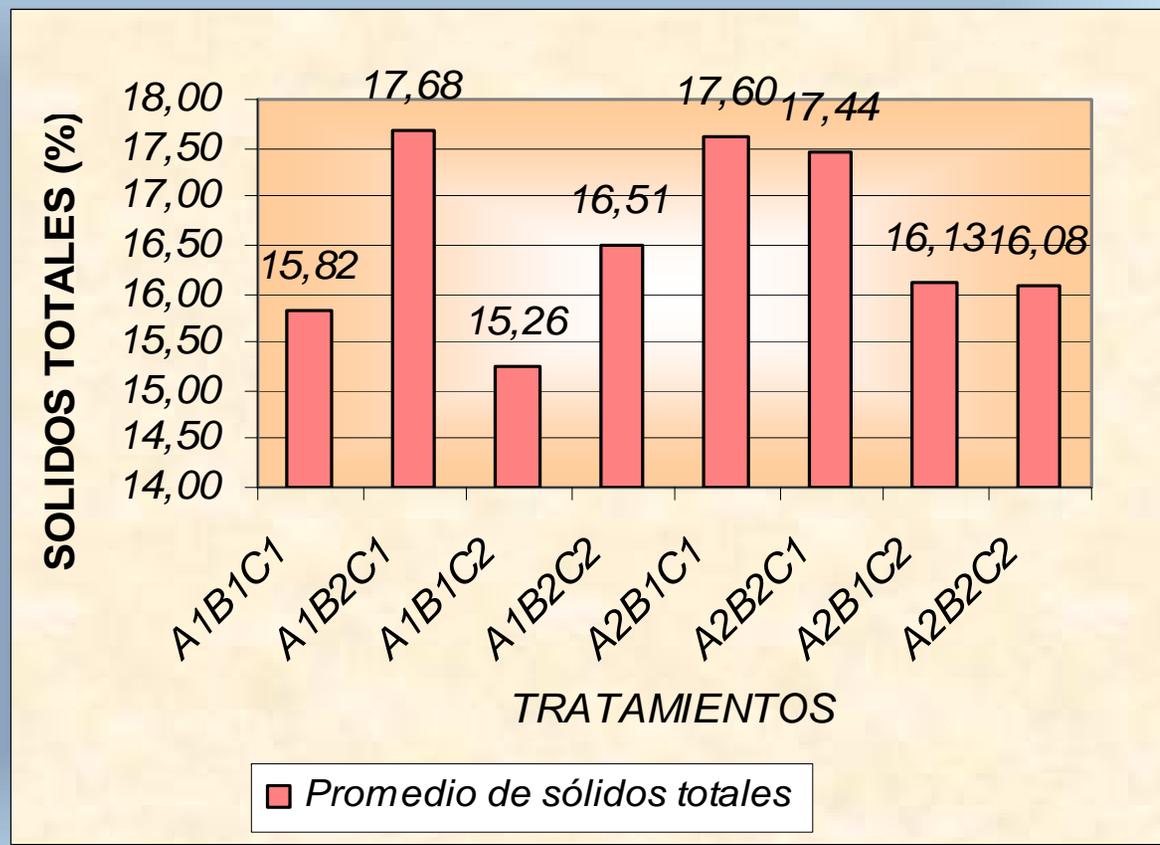
## Interacción entre los tipos de grasa (A) y porcentaje de grasa (B), para la variable sólidos totales

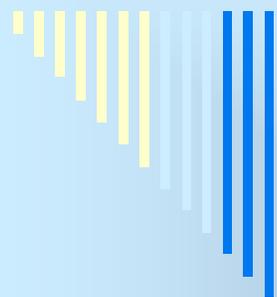


## Interacción entre los porcentaje de grasa (B) y los porcentajes de estabilizante (C), para la variable sólidos totales



## Sólidos totales





---

# RENDIMIENTO

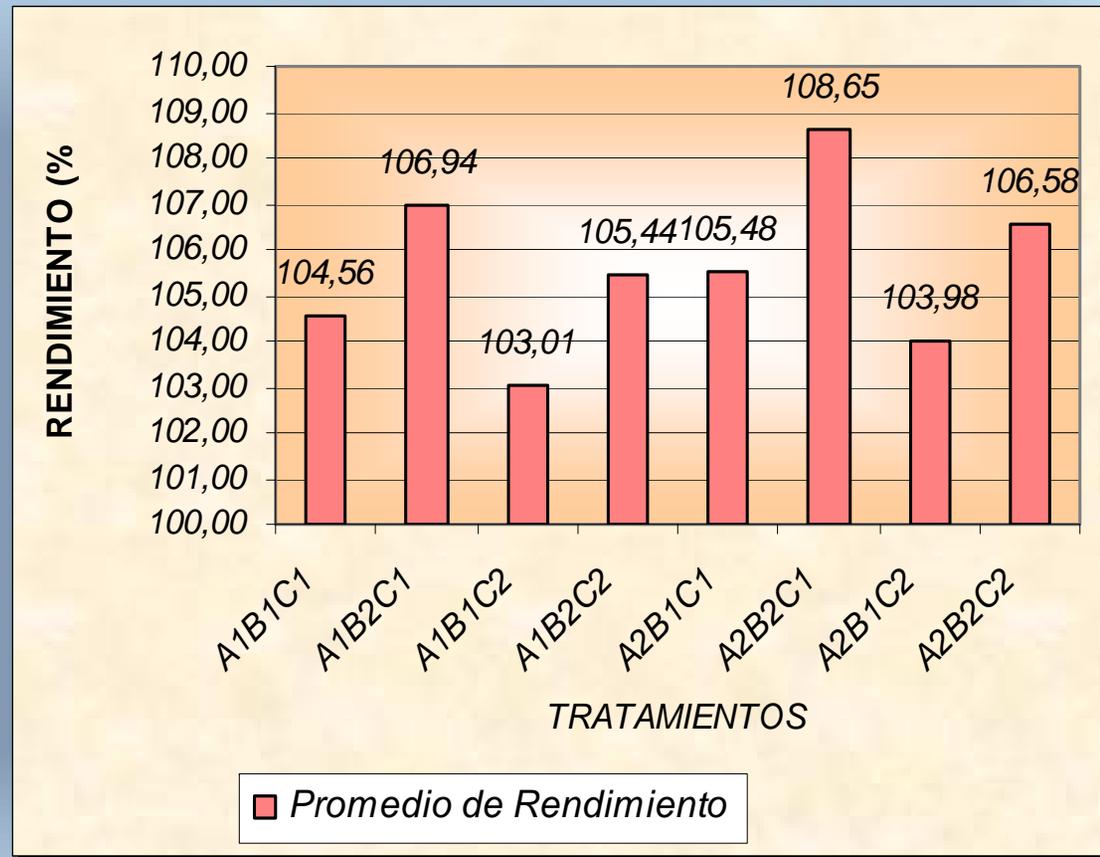
---

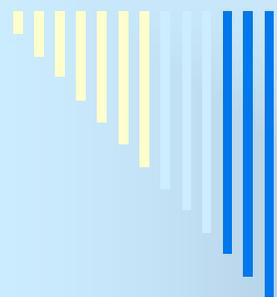
## Análisis de varianza de rendimiento

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
<b>Total</b>	23	192,46				
<b>Tratam.</b>	7	67,39	9,63	1,23 <sup>NS</sup>	4,03	2,66
<b>Factor A (grasas)</b>	1	8,41	8,41	1,08 <sup>NS</sup>	8,53	4,49
<b>Factor B (% grasa)</b>	1	6,76	6,76	0,86 <sup>NS</sup>	8,53	4,49
<b>Factor C (Estabiliz)</b>	1	16,39	16,39	2,10 <sup>NS</sup>	8,53	4,49
<b>I (AxB)</b>	1	10,87	10,87	1,39 <sup>NS</sup>	8,53	4,49
<b>I (AxC)</b>	1	0,11	0,11	0,01 <sup>NS</sup>	8,53	4,49
<b>I (BxC)</b>	1	12,63	12,63	1,62 <sup>NS</sup>	8,53	4,49
<b>I (AxBxC)</b>	1	12,22	12,22	1,56 <sup>NS</sup>	8,53	4,49
<b>ERROR EXP.</b>	16	125,07	7,82			

CV= 2,65%

# Rendimiento



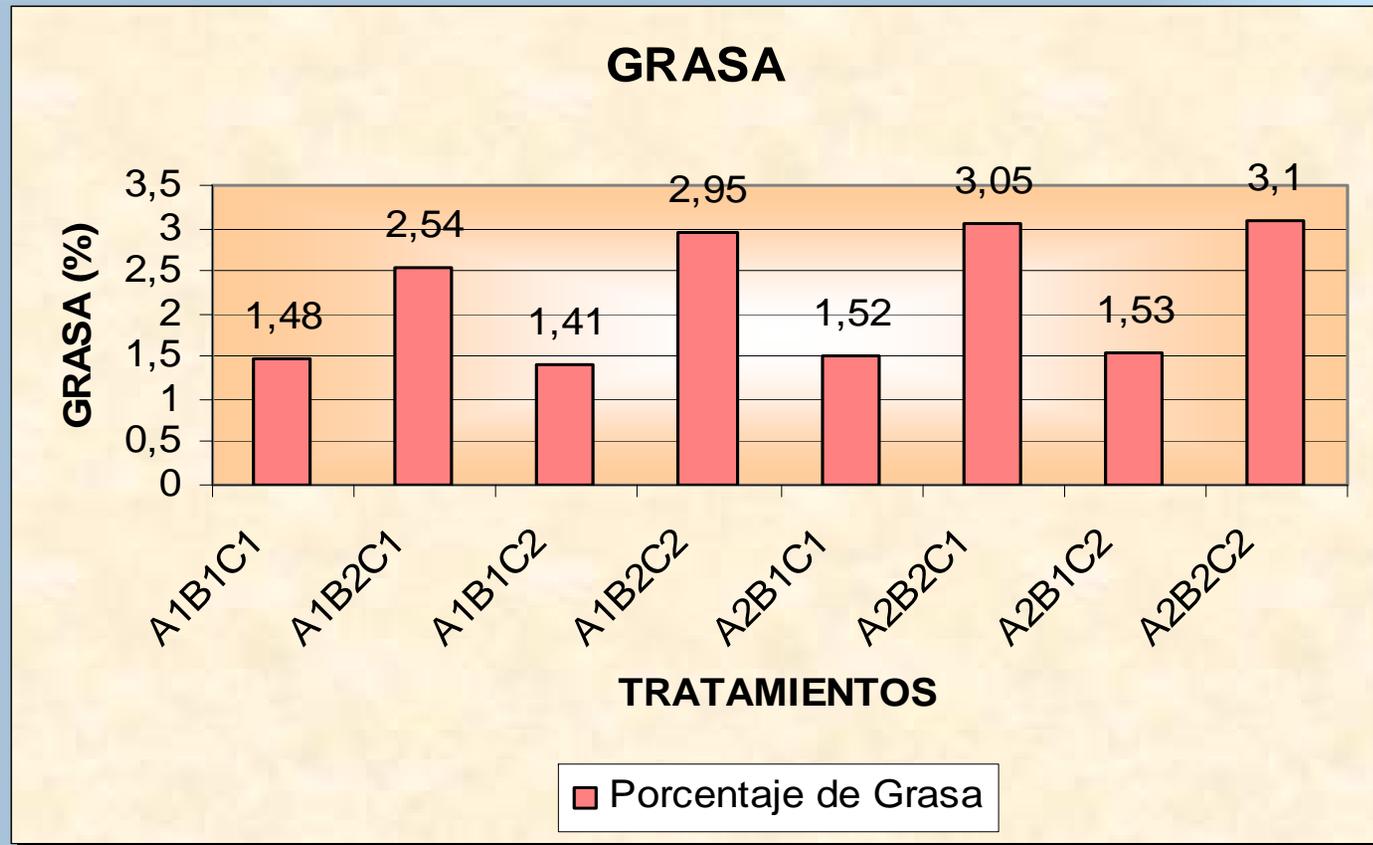


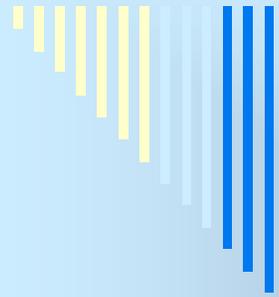
---

# GRASA

---

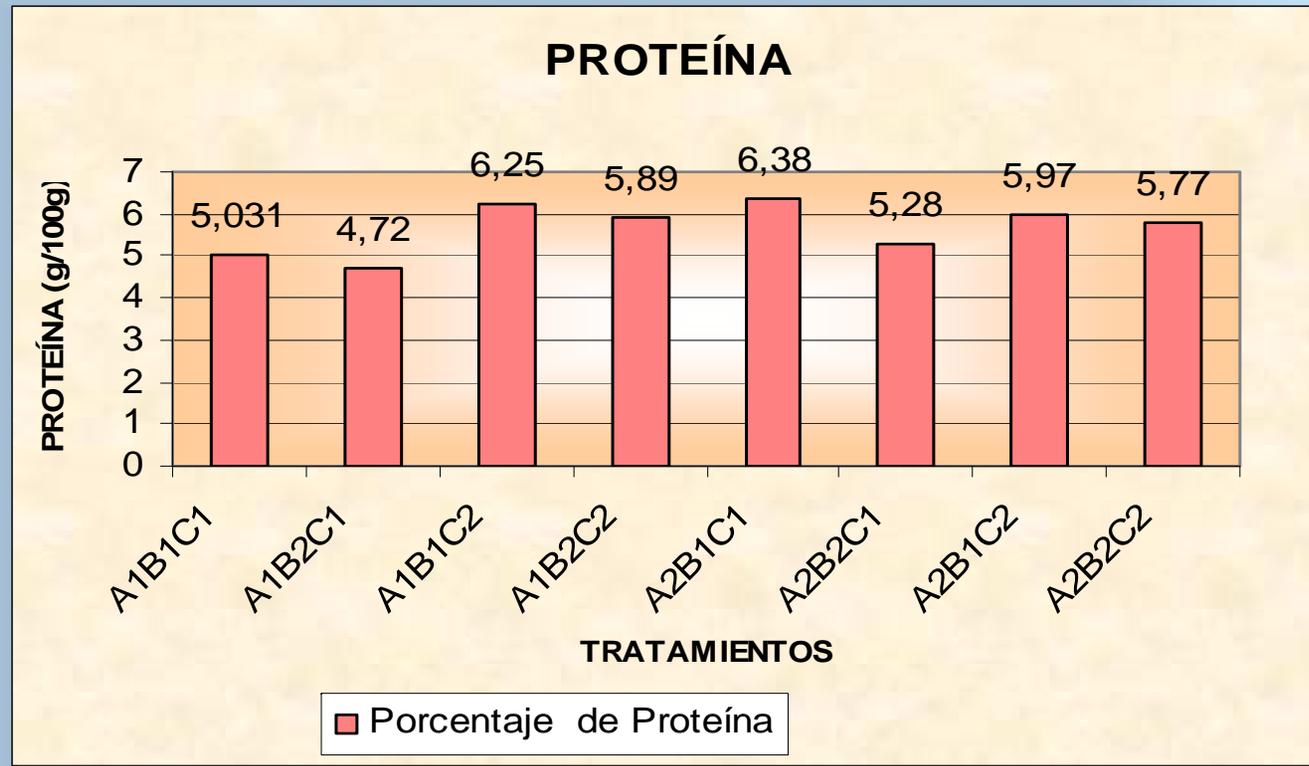
## Grasa del yogur expresado en porcentaje

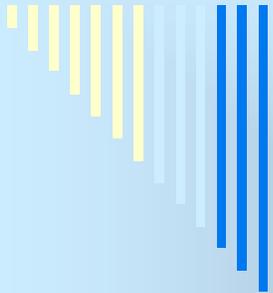




# PROTEÍNA

## Proteína del yogur expresado en g/100g





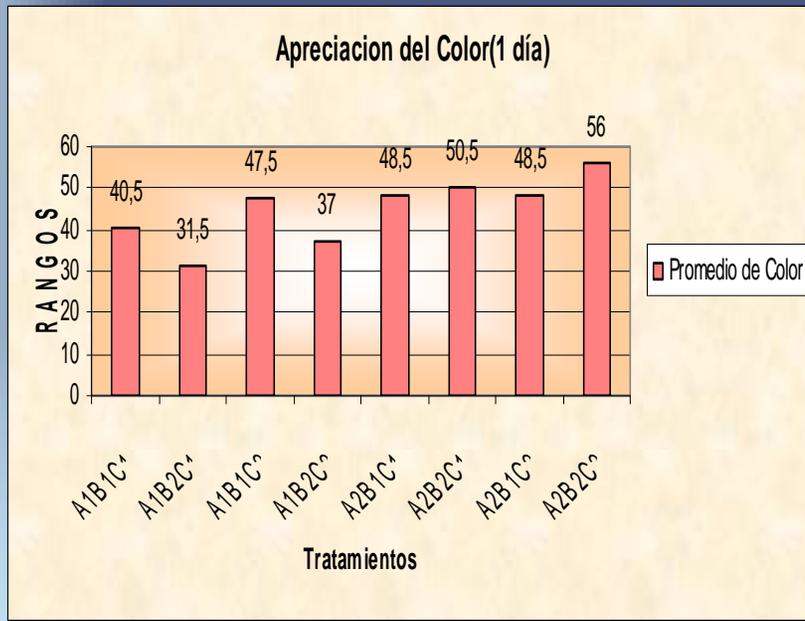
---

# ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS

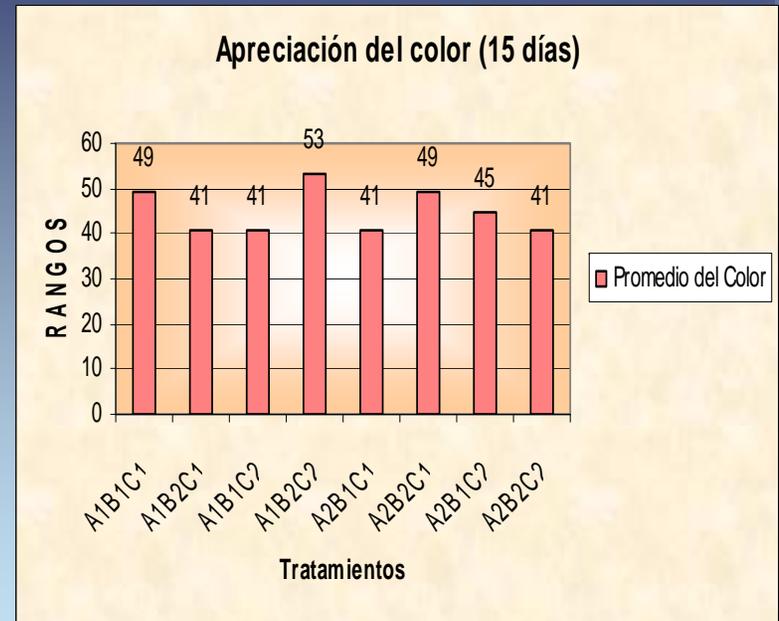
---

# COLOR

Color a un día de elaborado el producto

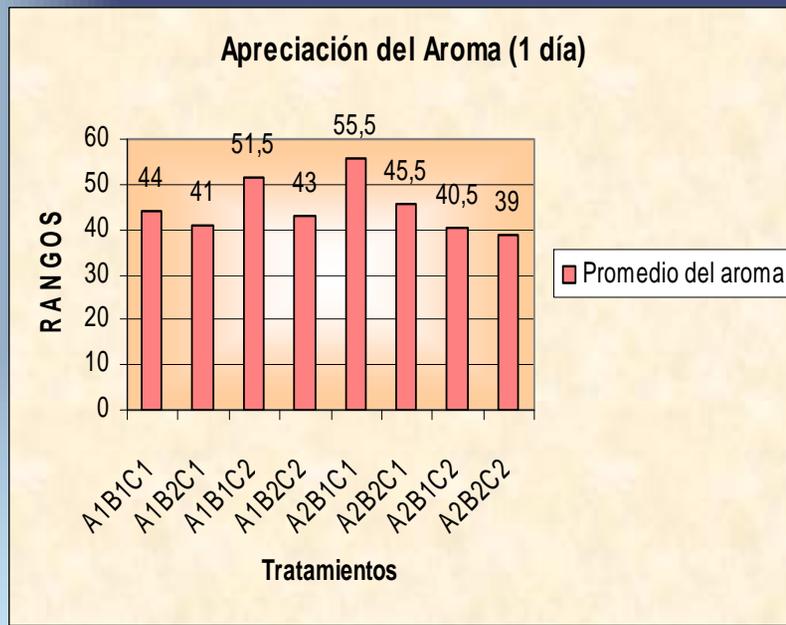


Color a los 15 días de elaborado el producto

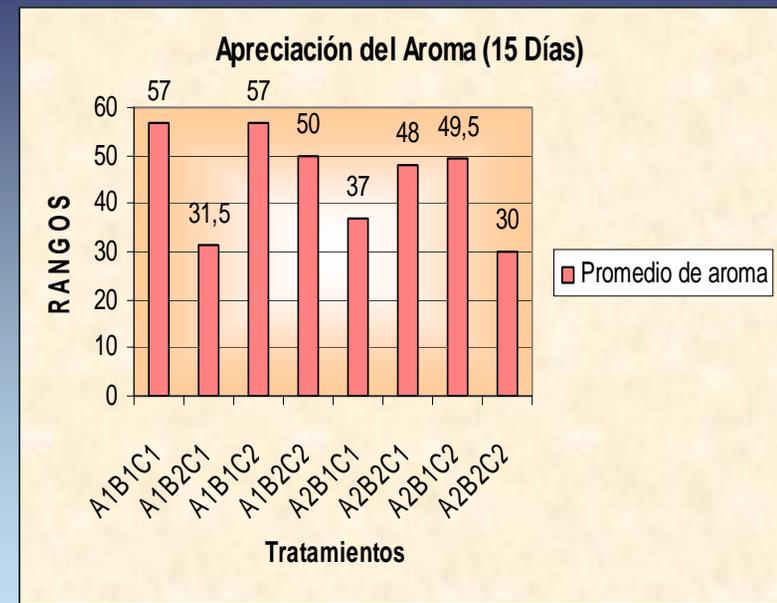


# OLOR

Olor a un día de elaborado el producto

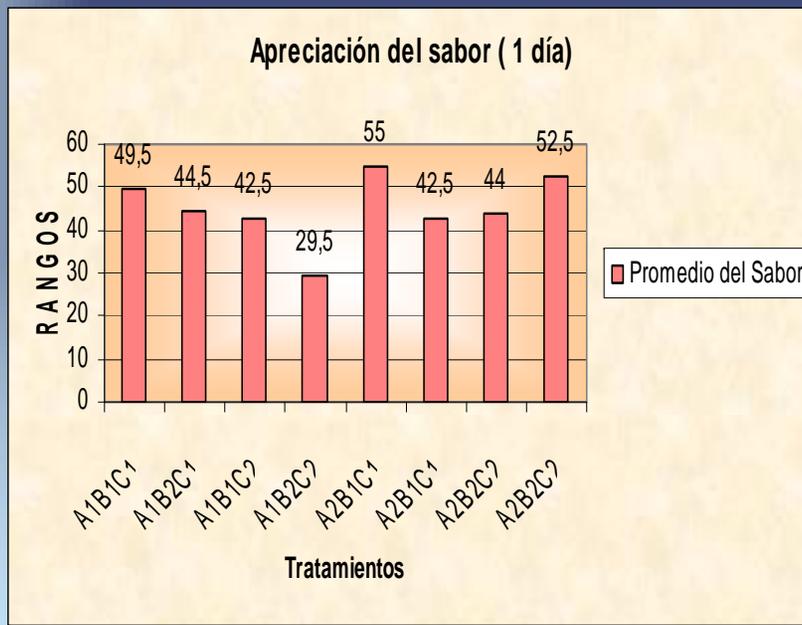


Olor a los 15 días de elaborado el producto

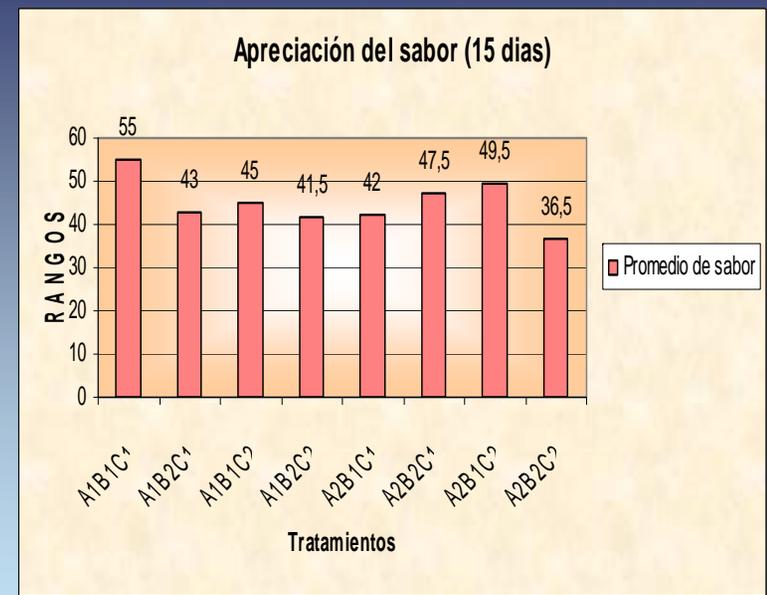


# SABOR

Sabor a un día de elaborado el producto

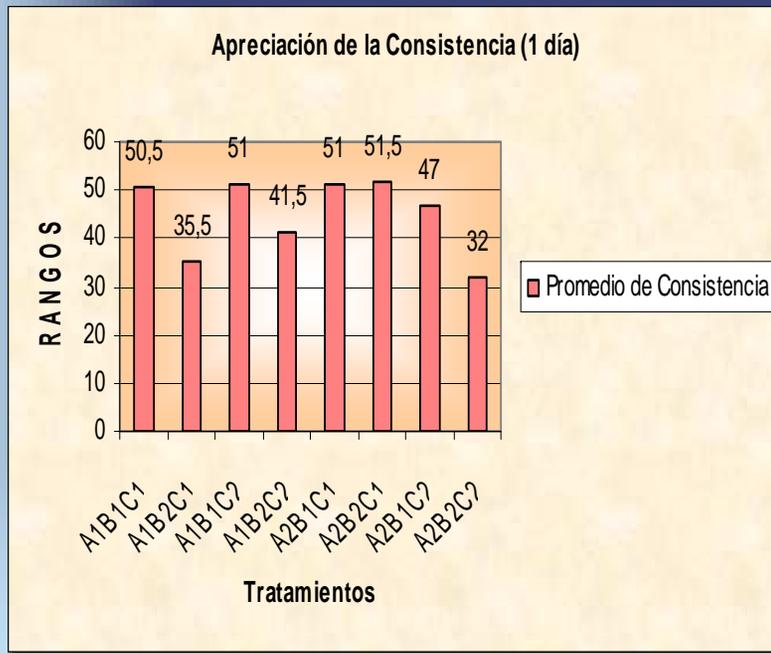


Sabor a los 15 días de elaborado el producto

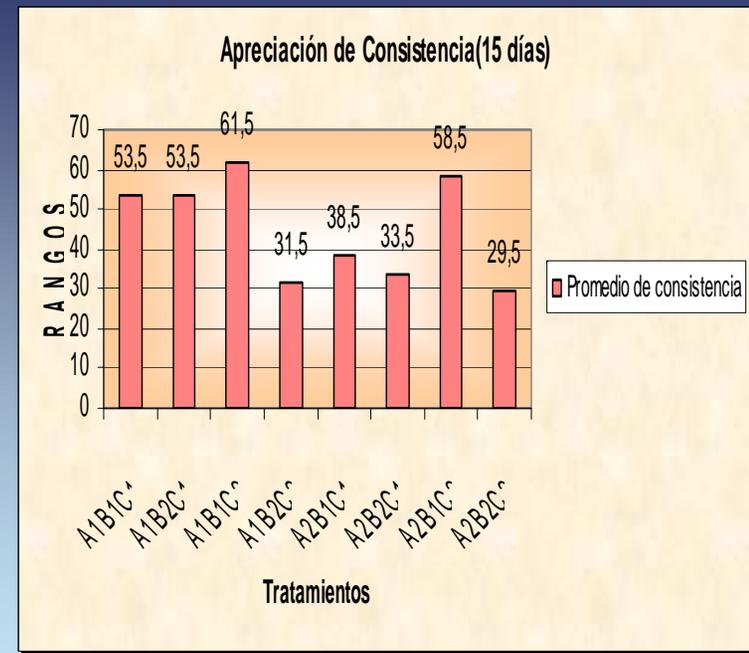


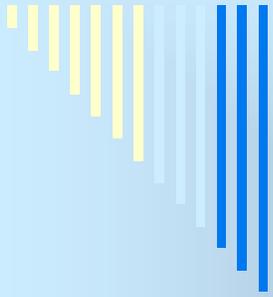
# TEXTURA

Consistencia a un día de elaborado el producto



Textura a los 15 días de elaborado el producto

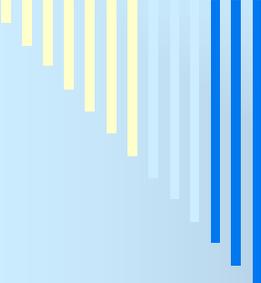


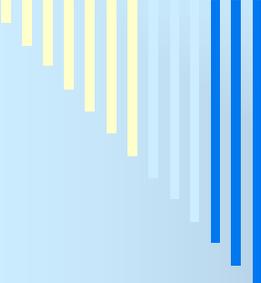


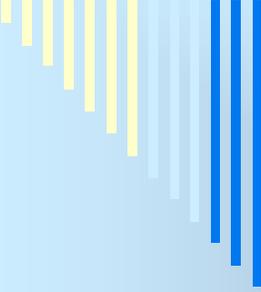
---

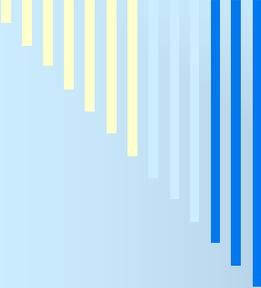
# CONCLUSIONES

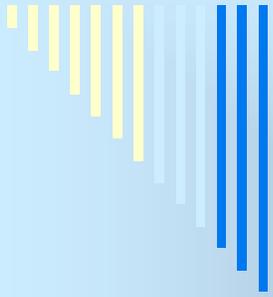
---

- 
- El yogur tipo II elaborado con leche concentrada por microfiltración tangencial, utilizando dos tipos de grasa y porcentaje de estabilizante es de muy buena calidad, ya que se obtuvo un producto con mayor porcentaje de proteína, sólidos totales, mayor viscosidad y se evitó al máximo el desuerado.
  - Luego de realizar análisis de sólidos totales y proteína en la leche concentrada se puede decir que existió un aumento de 9.29% (leche descremada) a 14,78% (leche concentrada) en sólidos totales; con respecto a proteína aumentó de 3.03 g/100 g (leche descremada) a 5.86 g/100 g (leche concentrada); por lo que se concluye que el equipo de micro filtración tangencial si desempeña su función de concentración correctamente.
  - Los tipos de grasa utilizados para la elaboración de yogur dieron excelentes resultados, ya que cada tipo influye en determinadas características del yogur, la crema de leche ayudó a disminuir el tiempo de fermentación, produjo mayor viscosidad, disminuyó el desuerado y produjo mayor rendimiento, mientras que la grasa MTH ayudó a disminuir la acidez y aumentó el porcentaje de sólidos totales

- 
- Luego de realizados los análisis de viscosidad y sinéresis se puede concluir que el uso de estabilizante ayudó a obtener una mayor consistencia en el caso de la viscosidad, evitó que exista sinéresis en el yogur, además incrementó el porcentaje de sólidos totales y aumentó el rendimiento en el producto final.
  - En el tiempo de fermentación el mejor tratamiento es el T8 (crema de leche al 3% de grasa y sin estabilizante), con una media de 4 horas, este valor se debe a que con crema de leche, un porcentaje alto de grasa y sin presencia de estabilizante ayudan a disminuir el tiempo de fermentación.
  - En la sinéresis el mejor tratamiento es el T5 (crema de leche al 1,5% y 0.3% de estabilizante) ya que es el que menos se desuera, esto indica que la crema de leche en un porcentaje del 3% de grasa y la presencia de estabilizante evitan que exista sinéresis.
  - En la viscosidad los mejores tratamiento son el T5 (crema de leche al 1.5% y 0.03% de estabilizante) y el T6 (crema de leche al 3% y 0.03% de estabilizante) con una consistencia mayor a los demás tratamientos lo que indica que la presencia de crema de leche y estabilizante en el yogur produce mayor viscosidad.

- 
- En la acidez del yogur el mejor tratamiento son T4 (MTH con 3% de grasa y 0.0% de estabilizante), lo indica que con MTH, mayor porcentaje de grasa y sin estabilizante disminuye la acidez, mientras que con un menor porcentaje de grasa y presencia de estabilizante aumenta la acidez.
  - En el rendimiento con referencia al volumen inicial de la leche es de 50, 52%, es decir que el 49,48% que no se utiliza es eliminado en el permeado, el 50,52% de leche concentrada obtenida tiene un 14,48% de sólidos totales por lo que los costos de producción son bajos y si se reutilizara el permeado bajaría aún más los costos de producción de yogur.
  - En el rendimiento con referencia al volumen de leche concentrada es de 108,65%, siendo el mejor tratamiento el T6 (crema de leche al 3% y 0.3% de estabilizante), lo que indica que con crema de leche al 3% y con estabilizante produce mayor cantidad de producto.

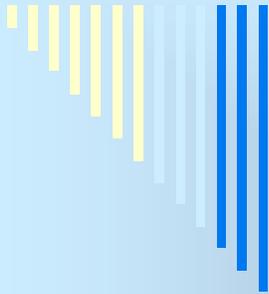
- 
- En los análisis organolépticos se puede concluir que tuvieron buenas características en cuanto al color, olor, sabor y no existió diferencia estadística en ninguno de los tratamientos, además cabe resaltar que todos tuvieron la misma aceptabilidad por parte de los degustadores por lo tanto se obtuvo un yogur natural de buena calidad, lo que significa que la utilización de leche concentrada por micro filtración tangencial, el uso de grasa y estabilizante no influye en las características organolépticas del yogur.
  - En cuanto a la consistencia del yogur a los 15 días de elaborado el producto si existió significación estadística, lo que significa que la utilización de leche concentrada por micro filtración tangencial, el uso de grasa y estabilizante influyen en la consistencia del yogur.



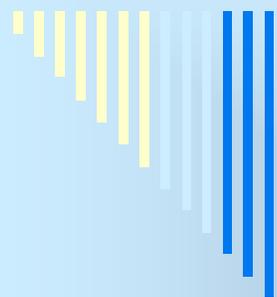
---

# RECOMENDACIONES

---



- Controlar con más frecuencia la acidez durante la fermentación para evitar que se sobrepase los ° D normales del yogur.
- Realizar otras investigaciones aplicando micro filtración en otros tipos de productos para mayor utilización de esta nueva tecnología.
- Probar diferentes niveles de grasa MT-H y Crema de leche en la elaboración de yogur y otros productos lácteos.
- Utilizar el permeado en otros procesos para rebajar los costos de producción.
- Para bajar costos de producción se recomienda el T8 (crema de leche al 3% de grasa con 0,3% de estabilizante), debido a que es el tratamiento que ocupa menos tiempo en la fermentación.



GRACIAS



POR SU ATENCIÓN