



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

**ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FERMENTADA UTILIZANDO
SUERO DE QUESO MOZARELLA ENRIQUECIDA CON HARINA DE
MAÍZ GERMINADO.**

Autor: LUIS COCHA

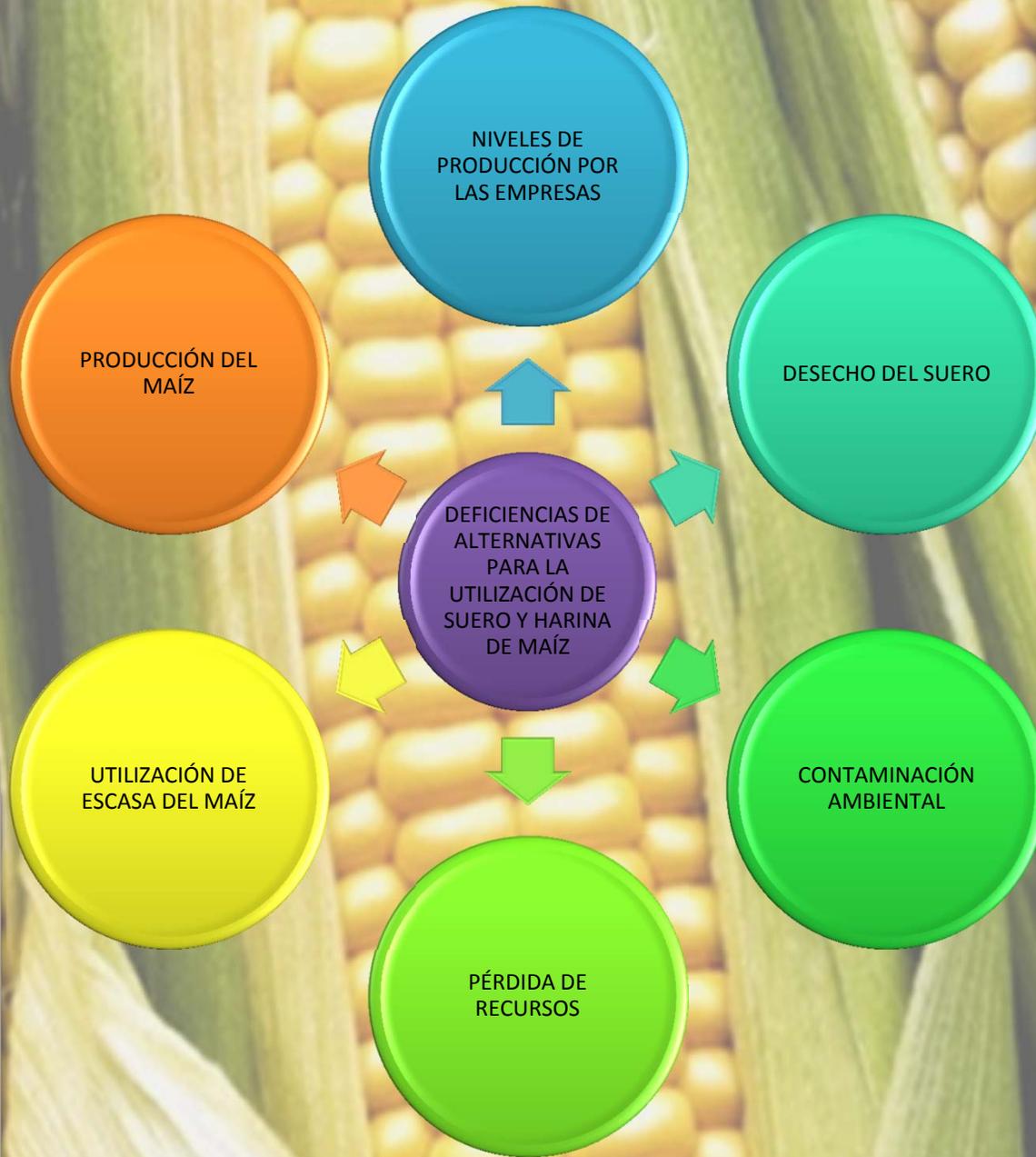
Director: Dra. Lucia Yépez

IBARRA – ECUADOR



INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN



INTRODUCCIÓN



OBJETIVO GENERAL



Elaborar una bebida fermentada utilizando suero de queso mozzarella enriquecida con harina de maíz germinado.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la mejor proporción de suero de queso mozzarella y harina de maíz germinado (98% - 2%; 95% - 5%; 92% - 8%).
- Establecer el fermento láctico mas adecuado para el proceso. (Fermelac 432, Bioflora ABY)
- Establecer el porcentaje óptimo del cultivo láctico (1%; 3%; 5%).
- Determinar el mejor tratamiento mediante análisis sensorial.
- Evaluar la calidad físico-química y microbiológica del producto final.
- Realizar un análisis de costos al mejor tratamiento.



HIPÓTESIS NULA

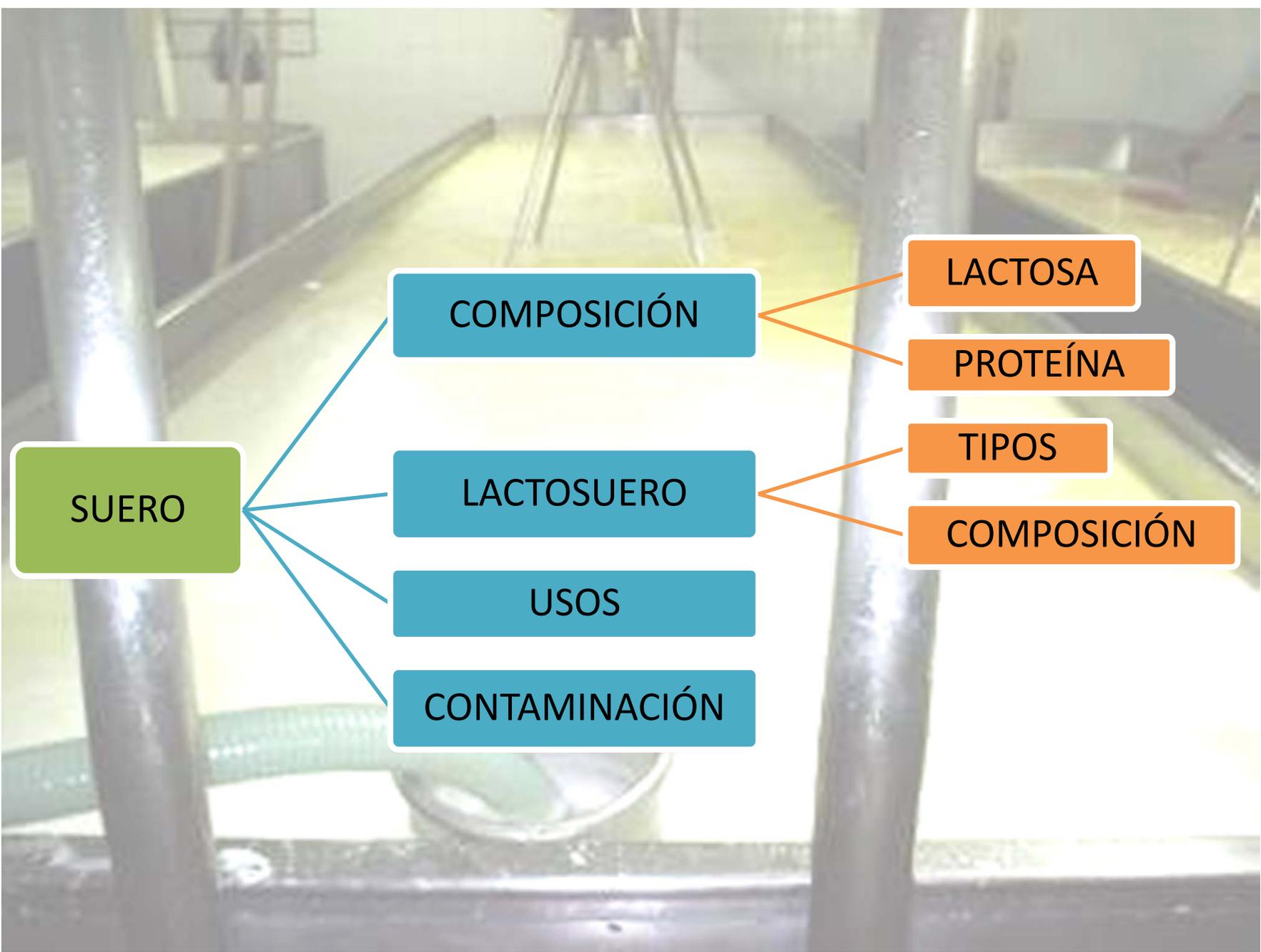
Hi: La mezcla de suero de queso mozzarella con harina de maíz germinado, el tipo de fermento láctico y el % de inóculo, permiten elaborar una bebida de elevado valor proteínico.

HIPÓTESIS ALTERNATIVA

Ho: La mezcla de suero de queso mozzarella con harina de maíz germinado, el tipo de fermento láctico y el % de inóculo, no permiten elaborar una bebida de elevado valor proteínico.



MARCO TEÓRICO



SUERO

COMPOSICIÓN

LACTOSUERO

USOS

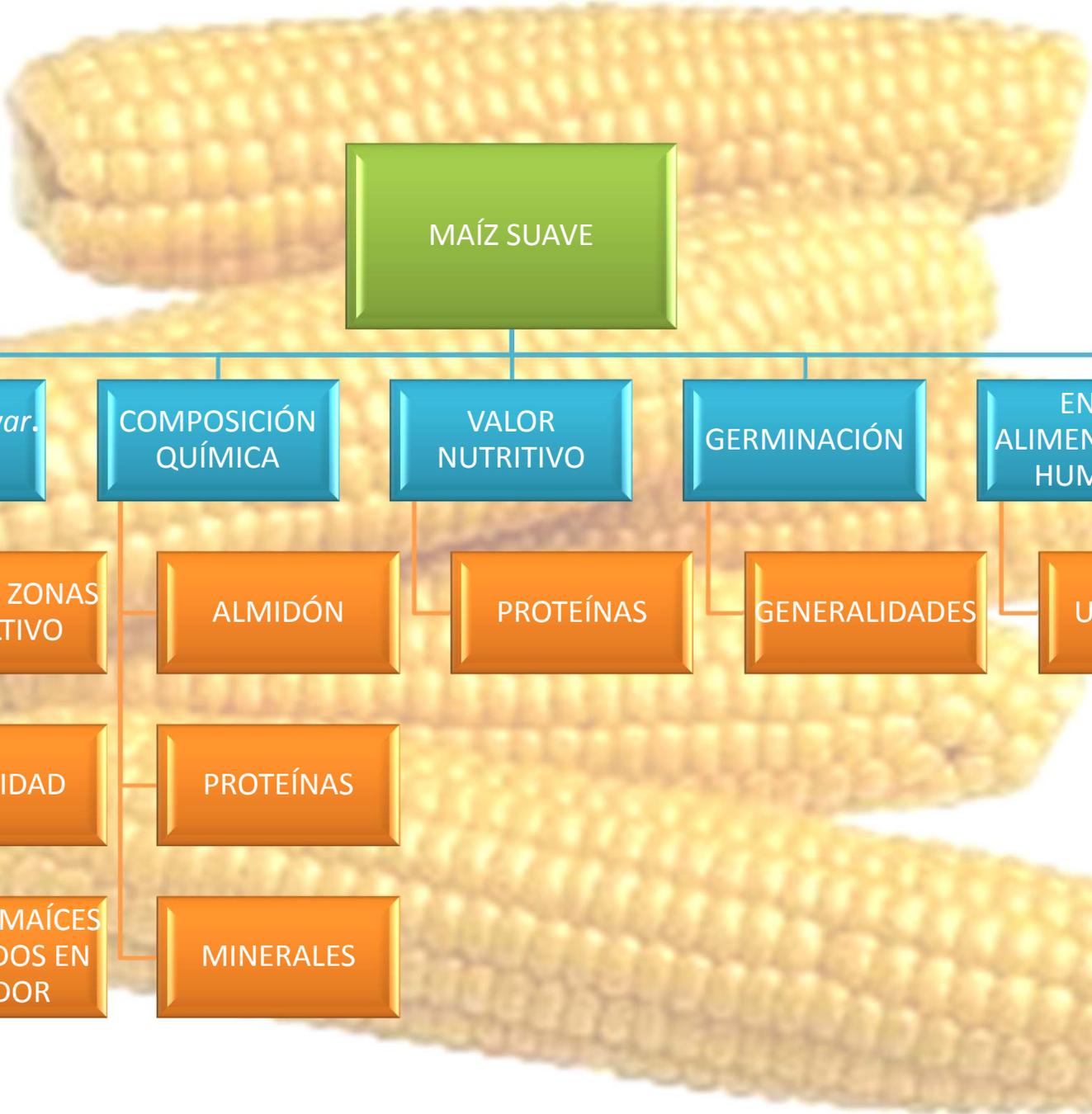
CONTAMINACIÓN

LACTOSA

PROTEÍNA

TIPOS

COMPOSICIÓN



MAÍZ SUAVE



BEBIDAS FERMENTADAS

FERMENTACIÓN

FERMENTOS LÁCTICOS

BEBIDAS FERMENTADAS DE MAÍZ

FERMELAC (YOGURT)

FERMELAC BIOFLORA ABY
(PROBIOTICO)

Cultivo Láctico termófilo de
Streptococcus termophilus
y *Lactobacillus delbrueckii*
bulgaricus.

Lactobacillus acidophilus y
Bifidobacterium (contenido
probiótico).





MATERIALES Y MÉTODOS

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se realizó en los laboratorios de las unidades productivas de la Universidad Técnica del Norte:

UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

| | |
|-------------|-------------------------------------|
| Provincia | IMBABURA |
| Cantón | Ibarra |
| Parroquia | El Sagrario |
| Sitio | Unidades Eduproductivas F.I.C.A.Y.A |
| Altitud | s.n.m. |
| HR Promedio | 73% |

Fuente: "Departamento de Meteorología de la Dirección General de la Aviación Civil DAC (2011)"

MATERIALES Y EQUIPOS

Materia prima:

- Suero de queso mozzarella
- Harina de maíz germinado

Insumos

- Cultivos FERMELAC 432 Y FERMELAC BIOFLORA ABY.
- Estabilizante (Gelatina sin Sabor)

Materiales

- Recipientes de plástico con tapa de 5 y 10 litros
- Coladores
- Lienzos
- Agitador
- Butirómetro
- Recipiente inoxidable
- Probeta
- Pipeta
- Mallas tamizadoras

Equipos

- Balanza analítica
- Cámara de refrigeración
- Incubadora
- Potenciómetro
- Termómetro
- Brixómetro
- Molino



MÉTODOS

Factores en estudio:

FACTOR A: % de la mezcla de suero de queso mozzarella y harina de maíz germinado

| | | SUERO | HARINA |
|---------|-----------|--------------|---------------|
| Niveles | A1 | 98% | 2% |
| | A2 | 95% | 5% |
| | A3 | 92% | 8% |

FACTOR B: Tipo de cultivo láctico

B1: FERMELOC 432

B2: FERMELOC BIOFLORA ABY

FACTOR C: % de inóculo

C1: 1 %

C2: 3 %

C3: 5 %

Tratamientos

De la combinación de los factores A, B y C respectivamente, se estructuraron 18 tratamientos que se detallan en el siguiente cuadro.

| TRATAMIENTOS | FACTORES |
|--------------|----------|
| T1 | A1B1C1 |
| T2 | A1B1C2 |
| T3 | A1B1C3 |
| T4 | A1B2C1 |
| T5 | A1B2C2 |
| T6 | A1B2C3 |
| T7 | A2B1C1 |
| T8 | A2B1C2 |
| T9 | A2B1C3 |
| T10 | A2B2C1 |
| T11 | A2B2C2 |
| T12 | A2B2C3 |
| T13 | A3B1C1 |
| T14 | A3B1C2 |
| T15 | A3B1C3 |
| T16 | A3B2C1 |
| T17 | A3B2C2 |
| T18 | A3B2C3 |

Diseño Experimental

Tipo de diseño

Para la investigación se utilizó un Diseño Completamente al Azar (D.C.A), con tres factores (AxBxC); donde el **factor A** es el porcentaje de suero dulce de queso mozzarella y harina de maíz germinado, el **factor B** es el tipo de cultivo láctico y el **factor C** es el porcentaje de inóculo. Con un arreglo factorial AxBxC.

Pruebas estadísticas

Las pruebas estadísticas realizadas fueron: prueba de Tukey para tratamientos y DMS para factores.

Características del Experimento

| | |
|------------------------|-------------------------|
| Número de repeticiones | Tres (3) |
| Número de tratamientos | Dieciocho (18) |
| Unidad experimental | Cincuenta y cuatro (54) |

Características de la unidad experimental

La unidad experimental estuvo conformada por 5 litros de mezcla.

Análisis Estadístico

Esquema del análisis de varianza

| F de V | Grados de libertad |
|----------------|--------------------|
| Total | 53 |
| Tratamientos | 17 |
| Factor A | 2 |
| Factor B | 1 |
| AxB | 2 |
| Factor C | 2 |
| AxC | 4 |
| BxC | 2 |
| AxBxC | 4 |
| Suma del E.Ex. | 36 |

Análisis funcional

Se calculo el coeficiente de variación (CV), prueba de Tukey al 5% para tratamientos, DMS para factores y Kramer para pruebas no paramétricas.

Variables a evaluar

• Variables Cuantitativas

En la Materia Prima

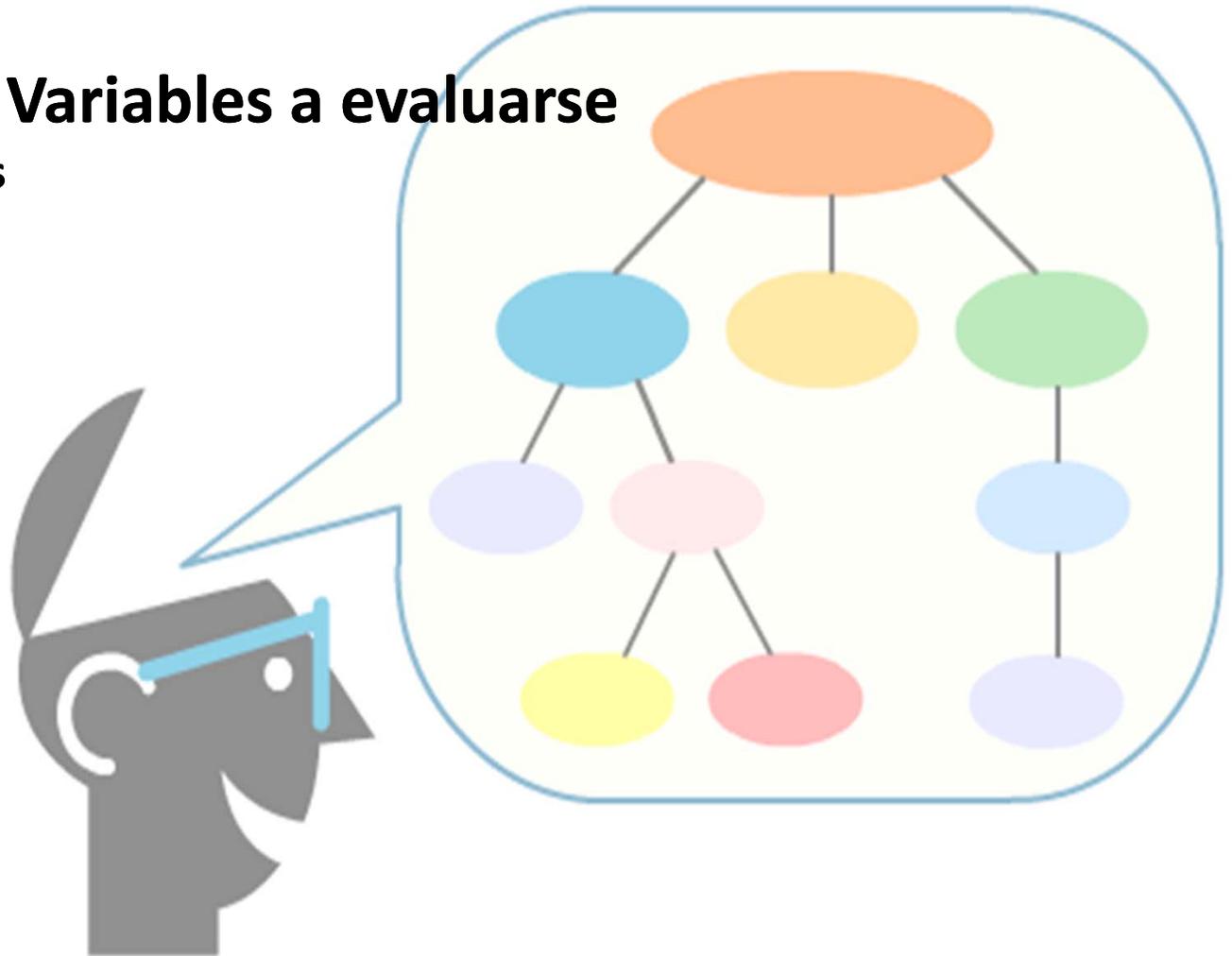
- Proteína
- Lactosa
- Sólidos totales
- ° Brix
- pH
- acidez
- Densidad
- Carbohidratos (azúcares totales)

En el producto

- Proteína
- ° Brix
- pH
- acidez
- Carbohidratos (azúcares totales)
- Densidad
- Viscosidad
- Análisis Microbiológico (mohos, levaduras, recuento de aerobios totales)

• Variables Cualitativas

- Olor
- Color
- Sabor
- Textura

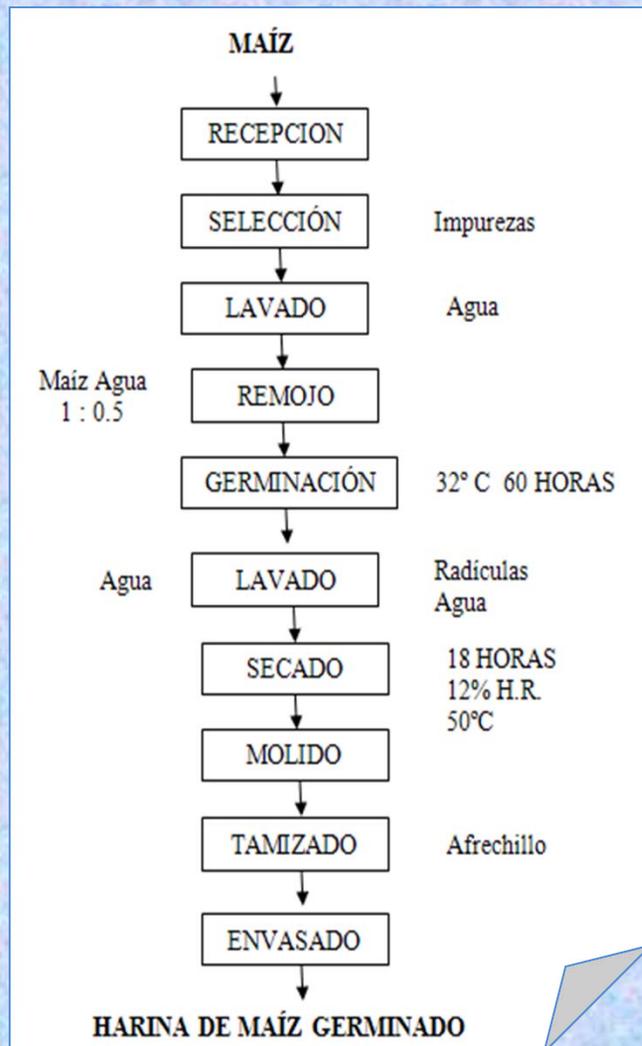




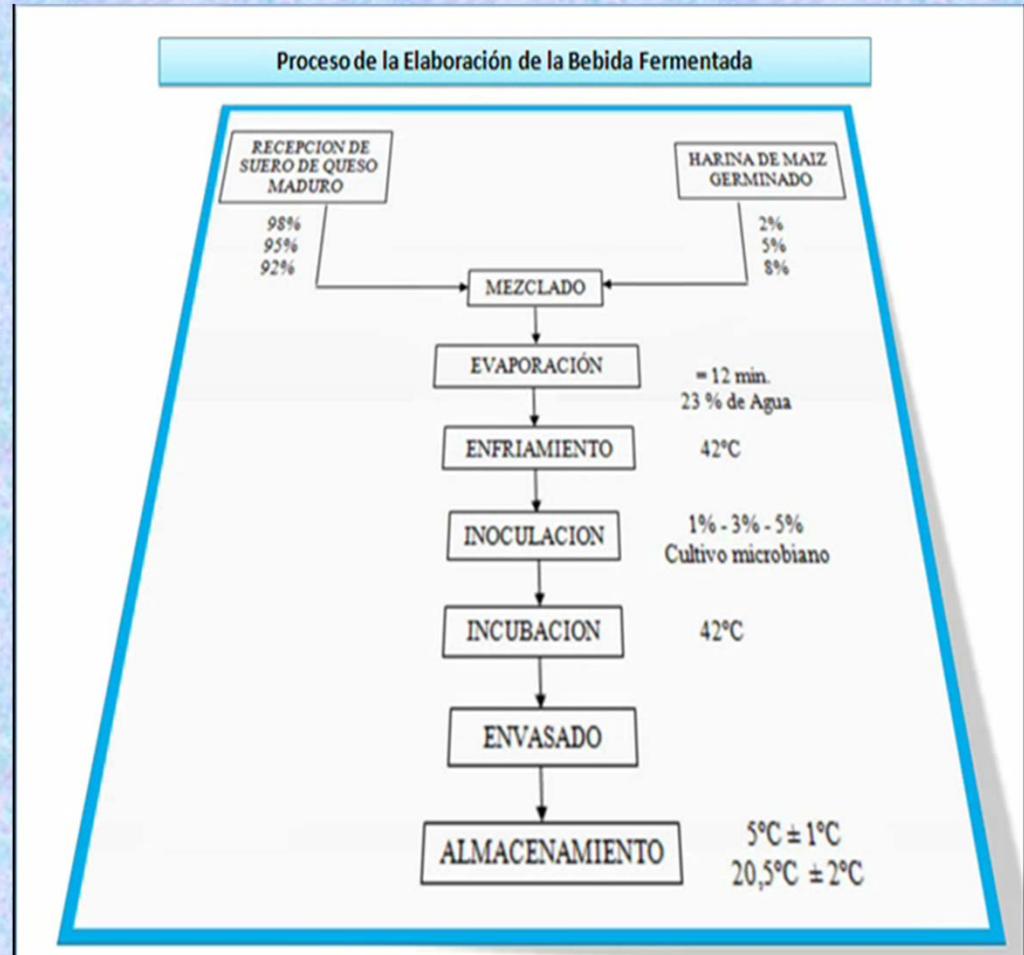
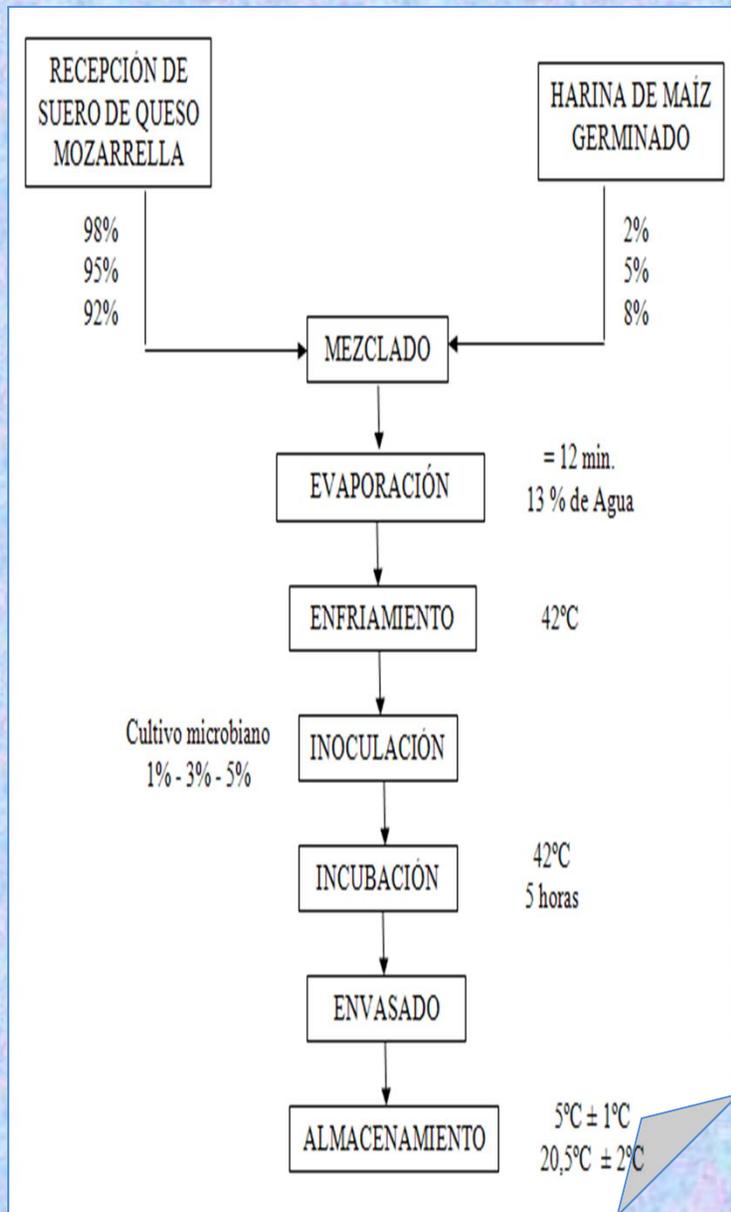
MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

Manejo específico del experimento

Proceso de Obtención de Harina de Maíz Germinado



Proceso de la Elaboración de la Bebida Fermentada





RESULTADOS Y DISCUSIONES

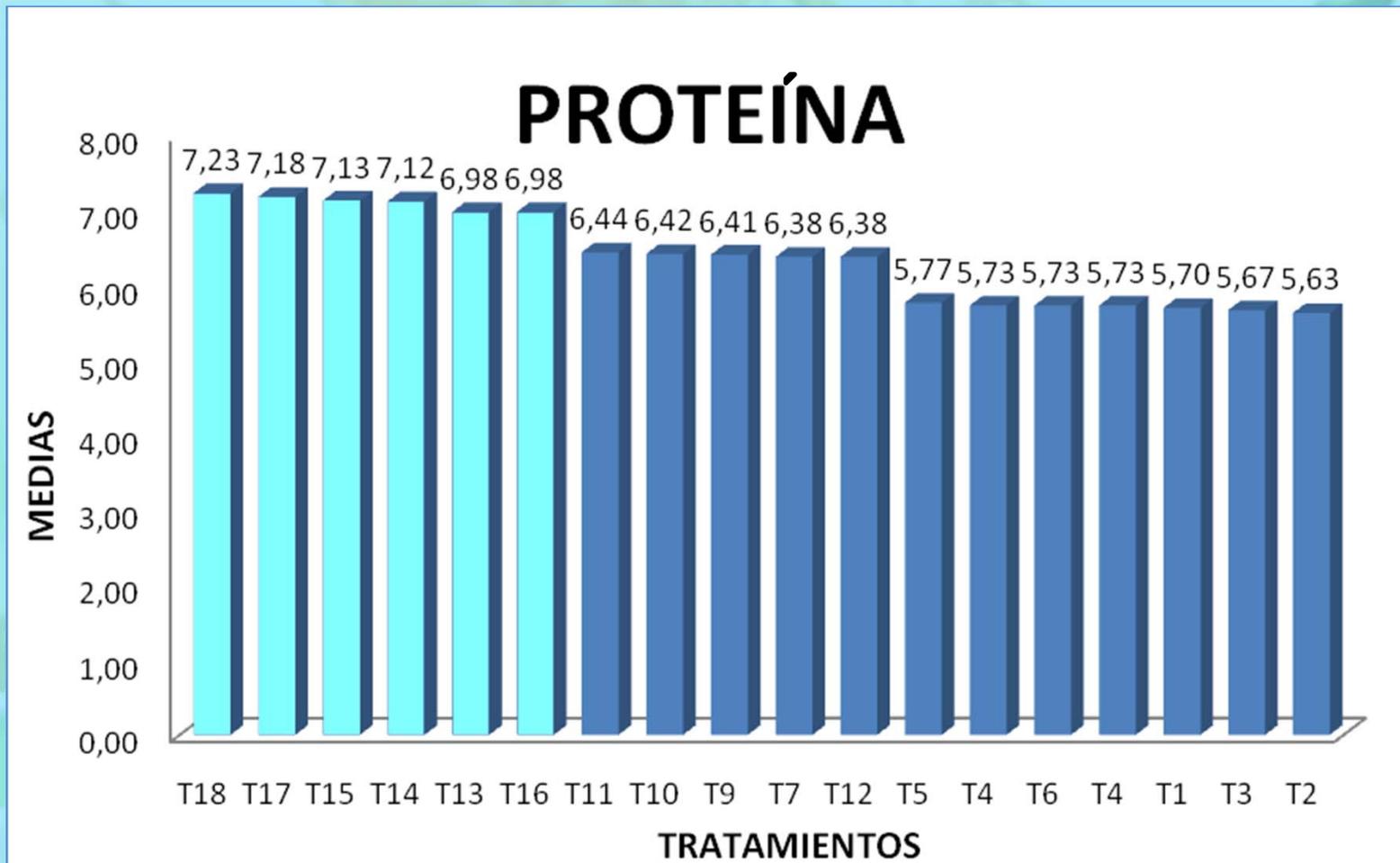
ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA PROTEÍNA EN LA BEBIDA FERMENTADA

| FUENTE DE VARIACIÓN | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | 5% | 1% |
|---------------------|------|-------|------|--------------------|------|------|
| Total | 53 | 19,01 | | | | |
| Tratamientos | 17 | 18,07 | 1,06 | 40,82** | 1,93 | 2,53 |
| FA | 2 | 17,65 | 8,83 | 338,89** | 3,27 | 5,26 |
| FB | 1 | 0,09 | 0,09 | 3,38 ^{NS} | 4,12 | 7,41 |
| FC | 2 | 0,04 | 0,02 | 0,72 ^{NS} | 3,27 | 5,26 |
| I (AxB) | 2 | 0,01 | 0,00 | 0,13 ^{NS} | 3,27 | 5,26 |
| I (AxC) | 4 | 0,16 | 0,04 | 1,56 ^{NS} | 2,64 | 3,91 |
| I (BxC) | 2 | 0,06 | 0,03 | 1,18 ^{NS} | 3,27 | 5,26 |
| I (AxBxC) | 4 | 0,06 | 0,02 | 0,62 ^{NS} | 2,64 | 3,91 |
| ERROR EXP. | 36 | 0,94 | 0,03 | | | |

A3

CV= 2,53%

VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE PROTEÍNA EN LA BEBIDA FERMENTADA

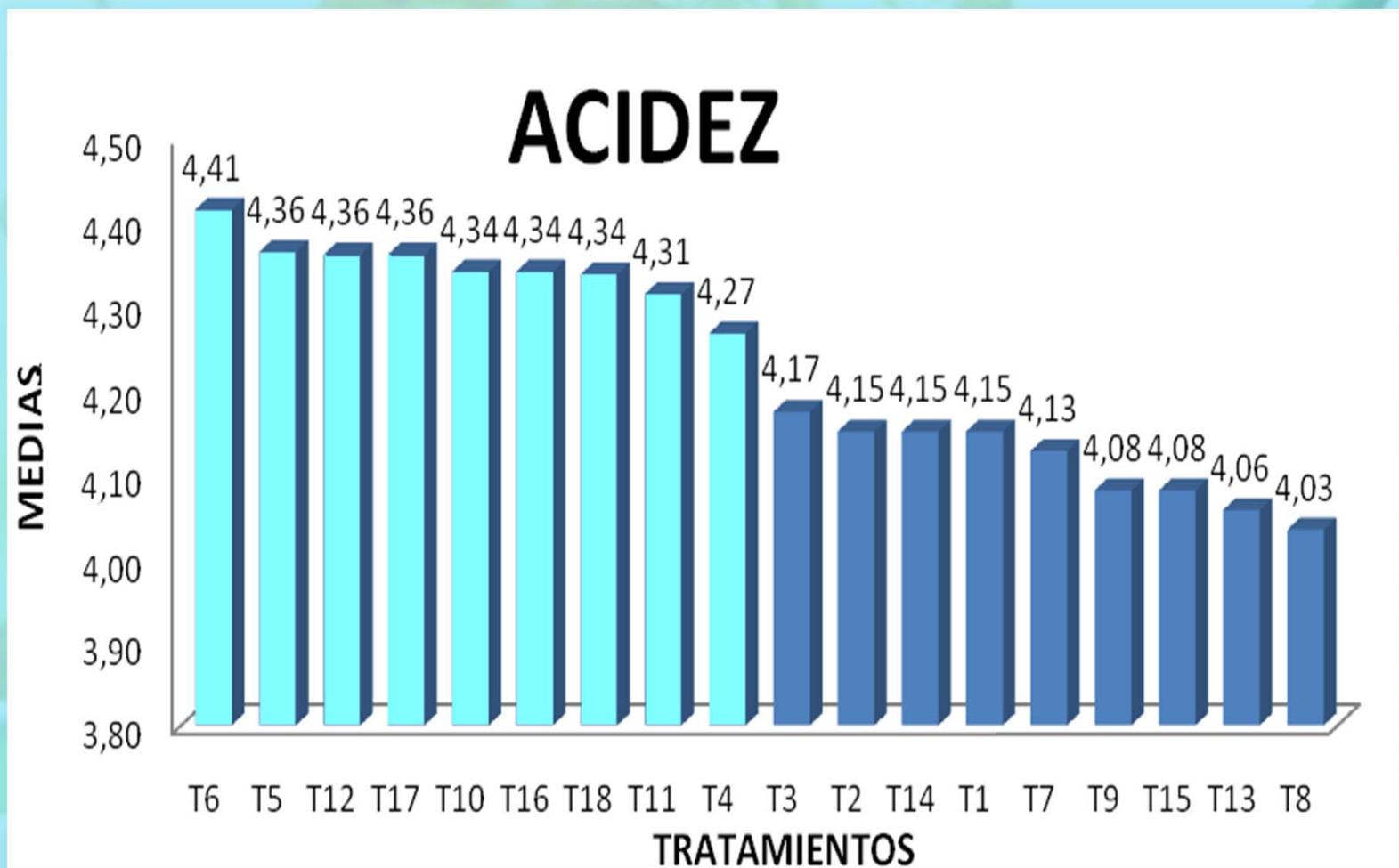


ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ACIDEZ EN LA BEBIDA

| FUENTE DE VARIACIÓN | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | 5% | 1% | |
|---------------------|------|------|------|--------------------------|------|------|----|
| Total | 53 | 1,01 | | | | | |
| Tratamientos | 17 | 0,83 | 0,05 | 9,35** | 1,93 | 2,53 | |
| FA | 2 | 0,02 | 0,01 | 1,79^{NS} | 3,27 | 5,26 | |
| FB | 1 | 0,73 | 0,73 | 140,30** | 4,12 | 7,41 | B2 |
| FC | 2 | 0,01 | 0,00 | 0,64^{NS} | 3,27 | 5,26 | |
| I (AxB) | 2 | 0,01 | 0,01 | 1,19^{NS} | 3,27 | 5,26 | |
| I (AxC) | 4 | 0,04 | 0,01 | 1,83^{NS} | 2,64 | 3,91 | |
| I (BxC) | 2 | 0,01 | 0,00 | 0,64^{NS} | 3,27 | 5,26 | |
| I (AxBxC) | 4 | 0,01 | 0,00 | 0,70^{NS} | 2,64 | 3,91 | |
| ERROR EXP. | 36 | 0,19 | 0,01 | | | | |

CV= 1,71%

VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE ACIDEZ EN LA BEBIDA FERMENTADA

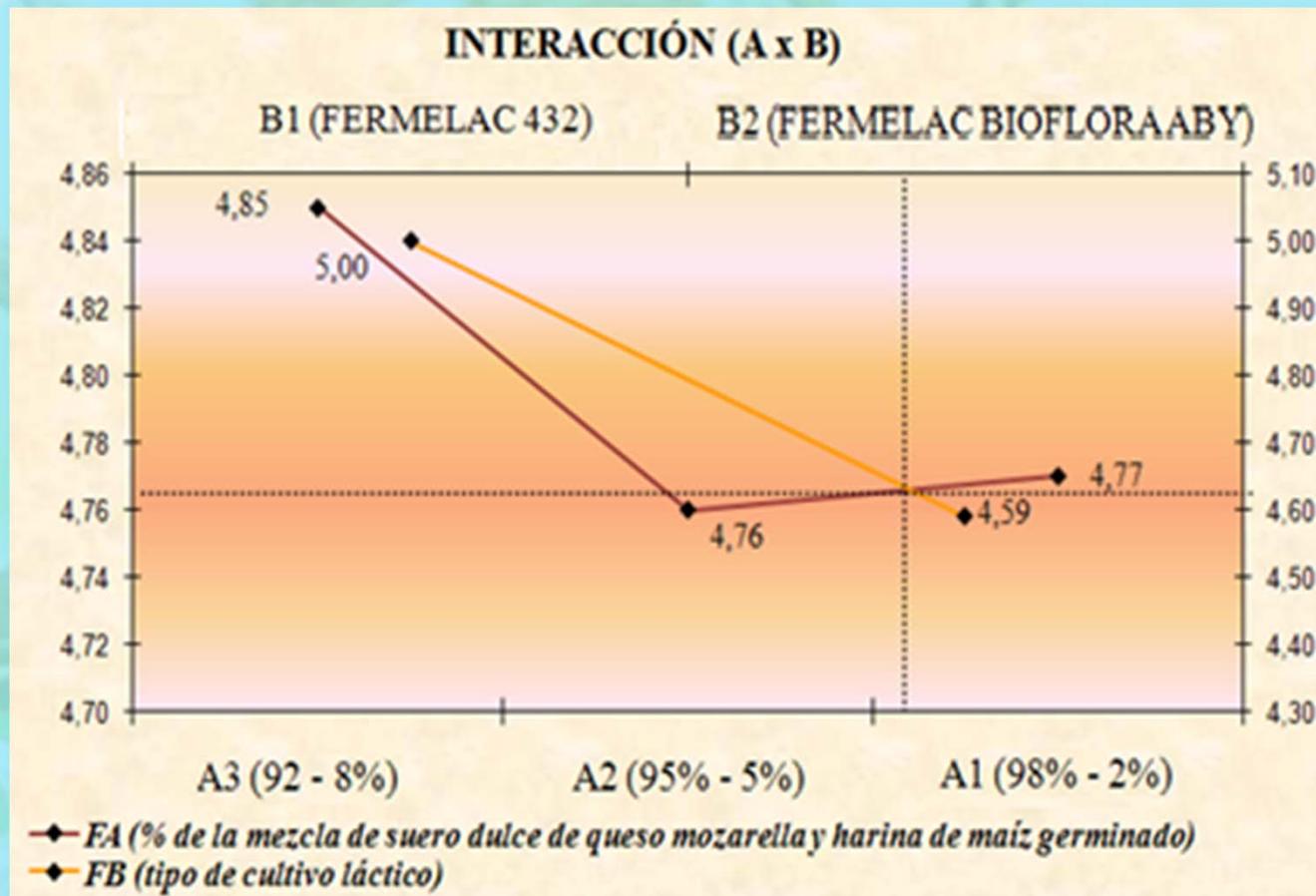


ANÁLISIS DE VARIANZA DEL pH EN LA BEBIDA

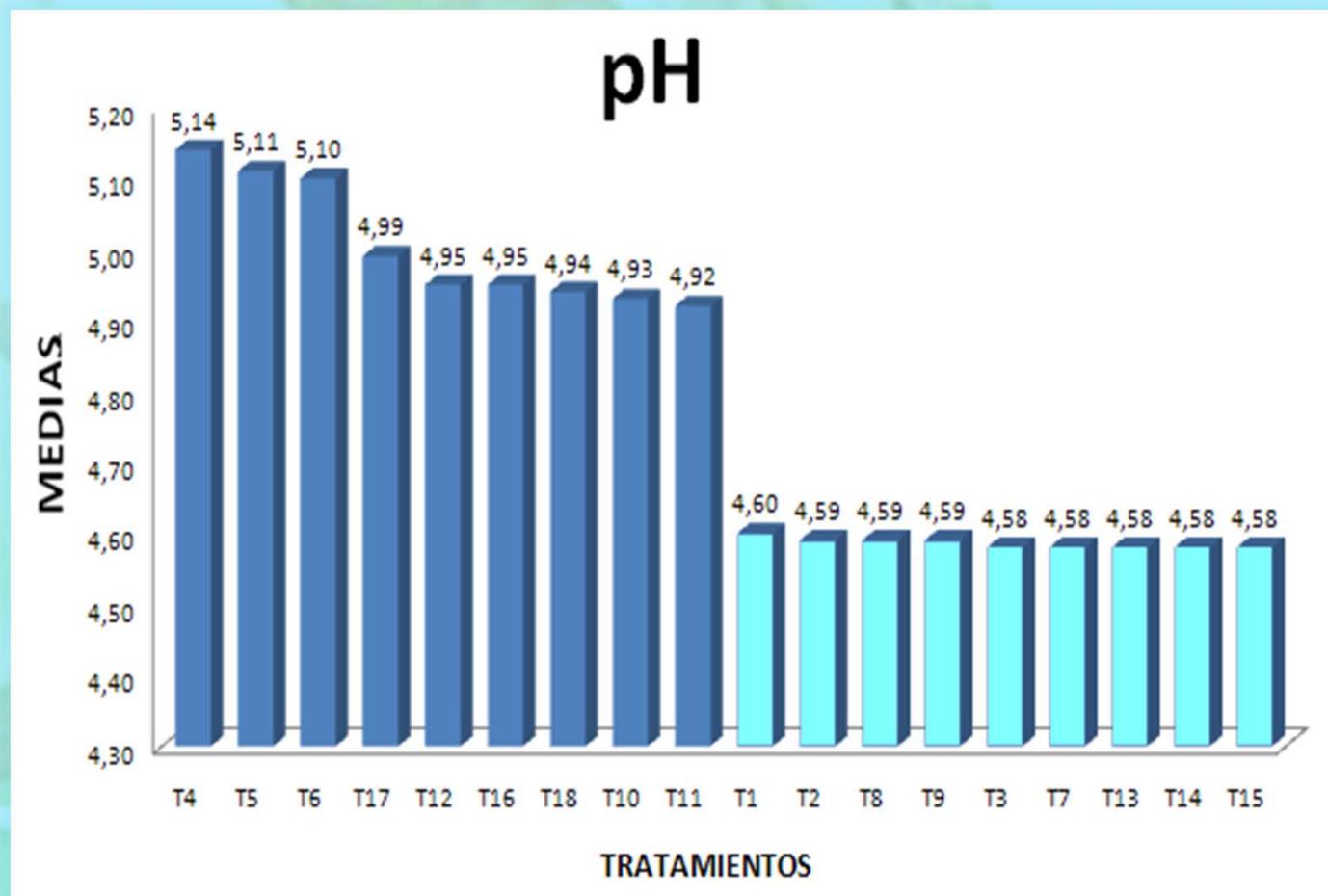
| FUENTE DE VARIACIÓN | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | 5% | 1% | |
|---------------------|------|-------|-------|--------------------------|------|------|-------|
| Total | 53 | 2,67 | | | | | |
| Tratamientos | 17 | 2,55 | 0,15 | 45,60** | 1,93 | 2,53 | |
| FA | 2 | 0,090 | 0,045 | 13,66** | 3,27 | 5,26 | A1,A3 |
| FB | 1 | 2,365 | 2,365 | 718,98** | 4,12 | 7,41 | B2 |
| FC | 2 | 0,001 | 0,000 | 0,12^{NS} | 3,27 | 5,26 | |
| I (AxB) | 2 | 0,085 | 0,042 | 12,88** | 3,27 | 5,26 | |
| I (AxC) | 4 | 0,005 | 0,001 | 0,38^{NS} | 2,64 | 3,91 | |
| I (BxC) | 2 | 0,000 | 0,000 | 0,02^{NS} | 3,27 | 5,26 | |
| I (AxBxC) | 4 | 0,004 | 0,001 | 0,32^{NS} | 2,64 | 3,91 | |
| ERROR EXP. | 36 | 0,118 | 0,003 | | | | |

CV= 1,20%

Interacción de los factores A (porcentaje de la mezcla de suero y harina) y B (tipo de cultivo láctico) en la variable pH



VARIACIÓN DEL pH DE LA BEBIDA FERMENTADA



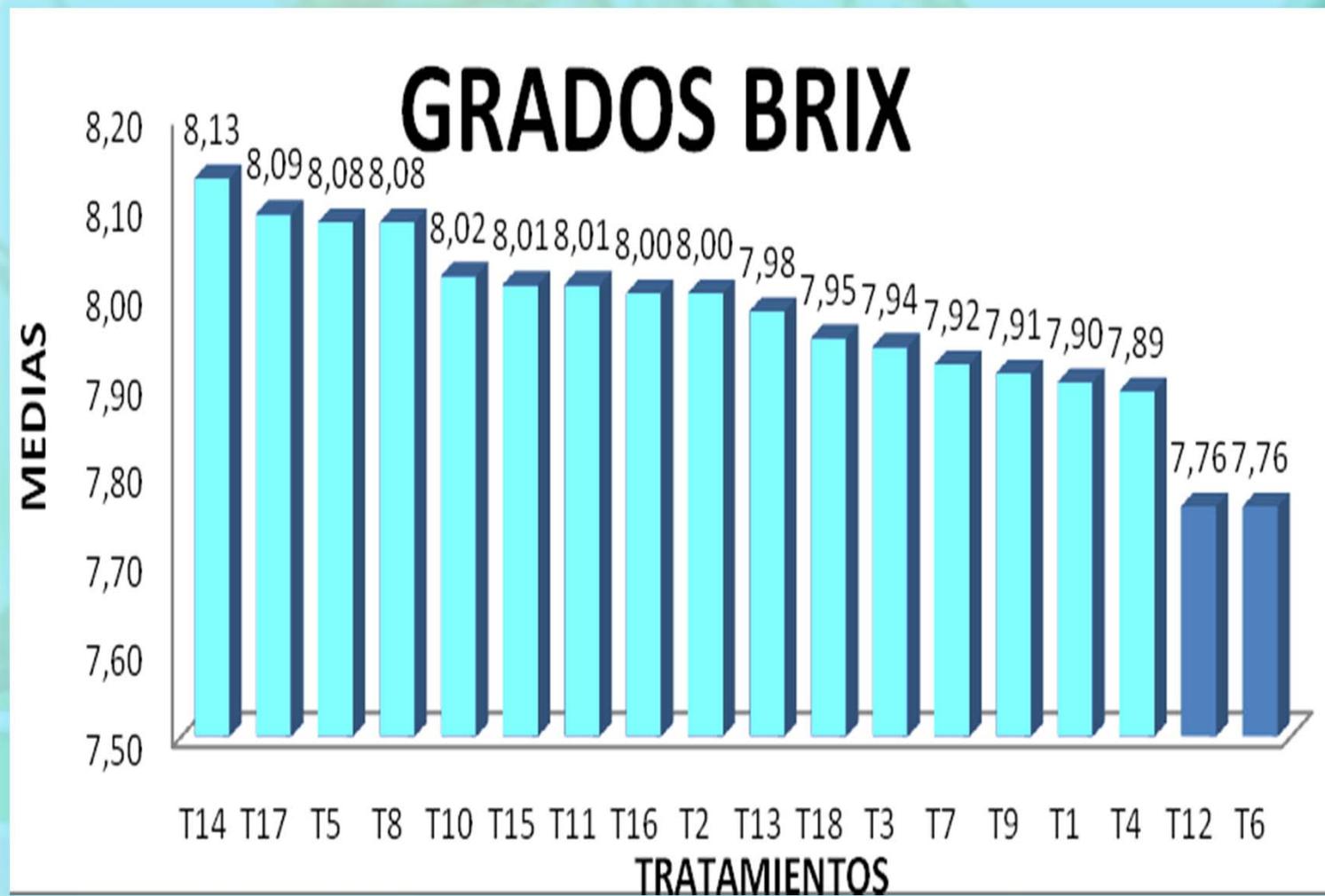
ANÁLISIS DE VARIANZA DE SÓLIDOS SOLUBLES

| FUENTE DE VARIACIÓN | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | 5% | 1% |
|---------------------|------|------|------|-----------------|------|------|
| Total | 53 | 0,91 | | | | |
| Tratamientos | 17 | 0,53 | 0,03 | 2,98** | 1,93 | 2,53 |
| FA | 2 | 0,15 | 0,07 | 7,08** | 3,27 | 5,26 |
| FB | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,05 NS | 4,12 | 7,41 |
| FC | 2 | 0,26 | 0,13 | 12,36 NS | 3,27 | 5,26 |
| I (AxB) | 2 | 0,00 | 0,00 | 0,02 NS | 3,27 | 5,26 |
| I (AxC) | 4 | 0,05 | 0,01 | 1,21 NS | 2,64 | 3,91 |
| I (BxC) | 2 | 0,05 | 0,03 | 2,43 NS | 3,27 | 5,26 |
| I (AxBxC) | 4 | 0,02 | 0,01 | 0,51 NS | 2,64 | 3,91 |
| ERROR EXP. | 36 | 0,38 | 0,01 | | | |

A1

CV= 1,29%

VARIACIÓN DE LOS SÓLIDOS TOTALES DE LA BEBIDA FERMENTADA



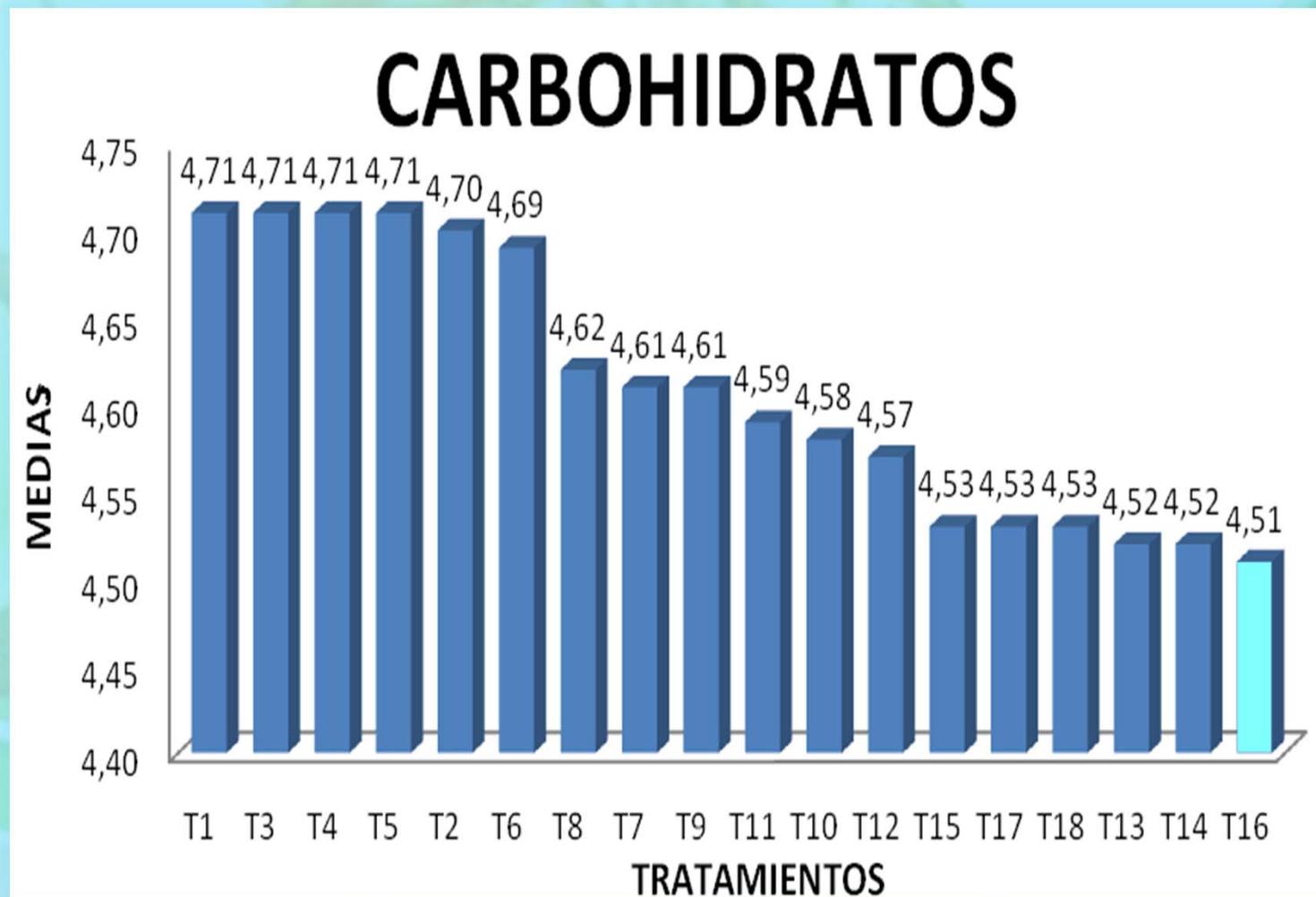
ANÁLISIS DE VARIANZA DE CARBOHIDRATOS

| FUENTE DE VARIACIÓN | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | 5% | 1% |
|---------------------|------|--------|--------|-------------------|------|------|
| Total | 53 | 0,3479 | | | | |
| Tratamientos | 17 | 0,3089 | 0,0182 | 16,7756** | 1,93 | 2,53 |
| FA | 2 | 0,3014 | 0,1507 | 139,1231** | 3,27 | 5,26 |
| FB | 1 | 0,0016 | 0,0016 | 1,4376 NS | 4,12 | 7,41 |
| FC | 2 | 0,0004 | 0,0002 | 0,1897 NS | 3,27 | 5,26 |
| I (AxB) | 2 | 0,0022 | 0,0011 | 1,0274 NS | 3,27 | 5,26 |
| I (AxC) | 4 | 0,0016 | 0,0004 | 0,3590 NS | 2,64 | 3,91 |
| I (BxC) | 2 | 0,0009 | 0,0005 | 0,4222 NS | 3,27 | 5,26 |
| I (AxBxC) | 4 | 0,0009 | 0,0002 | 0,1966 NS | 2,64 | 3,91 |
| ERROR EXP. | 36 | 0,0390 | 0,0011 | | | |

A3

CV= 0,71 %

VARIACIÓN DE LA CANTIDAD DE CARBOHIDRATOS DE LA BEBIDA FERMENTADA

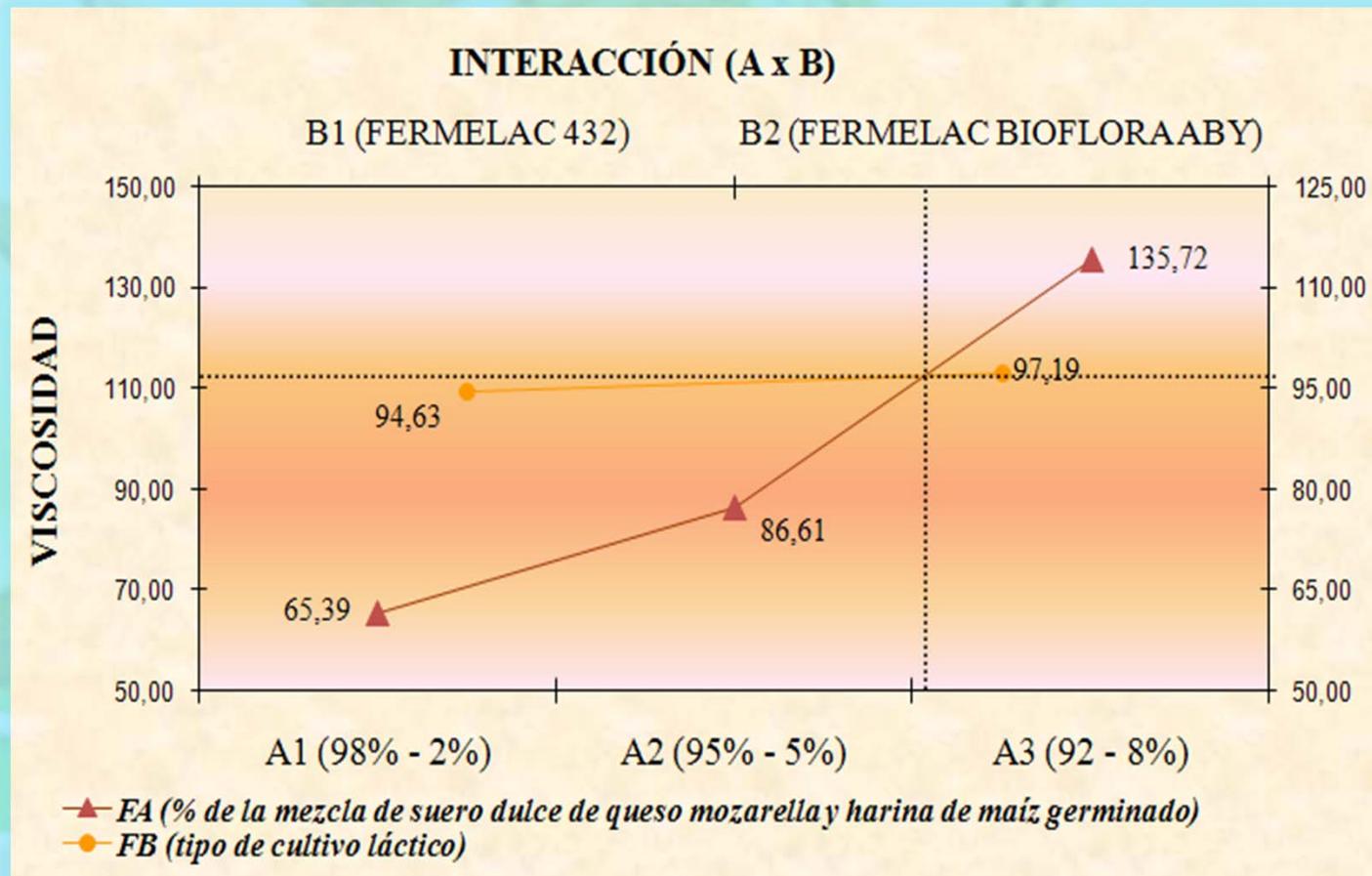


ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VISCOSIDAD

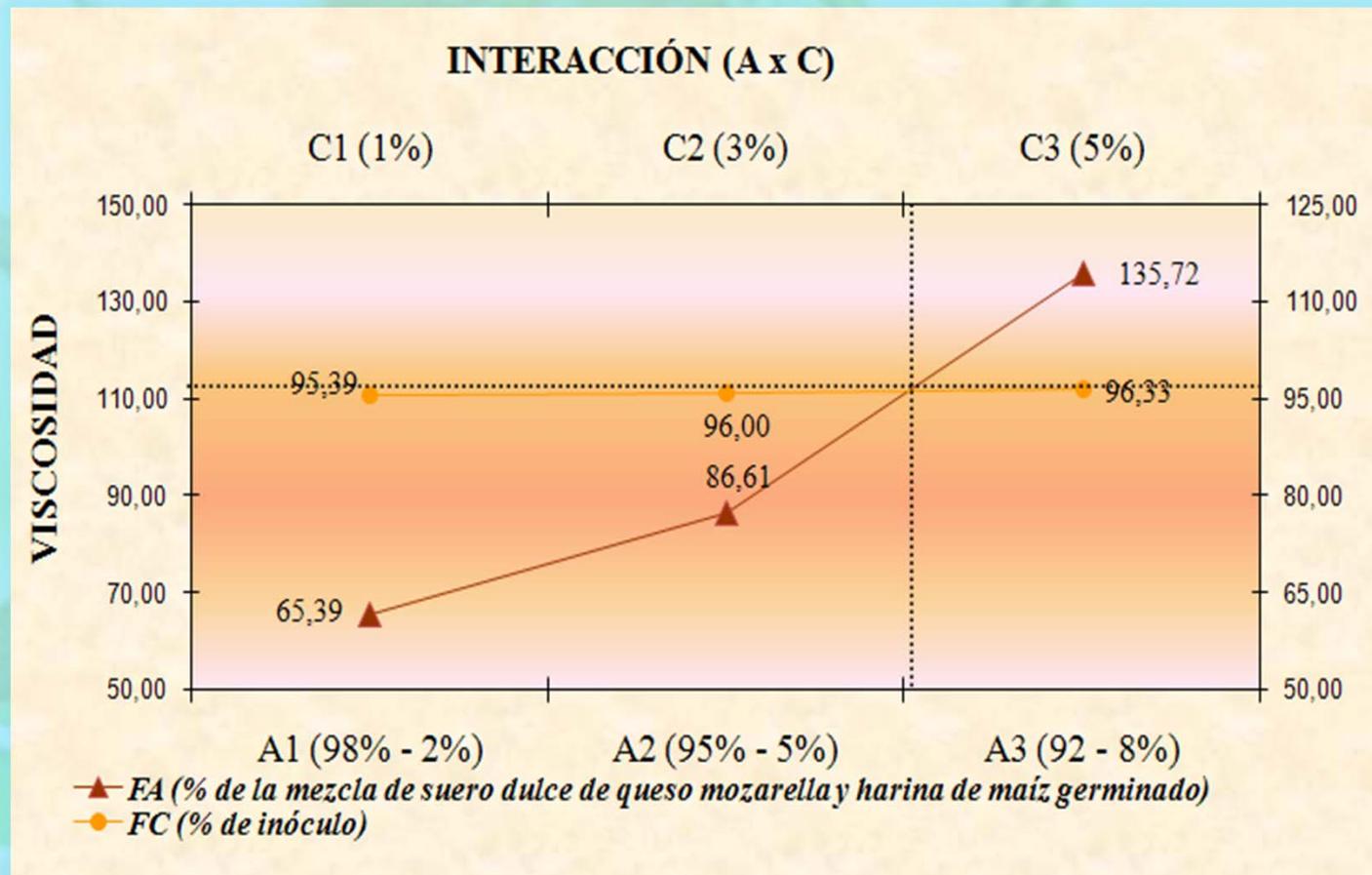
| FUENTE DE VARIACIÓN | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | 5% | 1% | |
|---------------------|------|----------|----------|------------------|------|------|----|
| Total | 53 | 48690,54 | | | | | |
| Tratamientos | 17 | 48555,87 | 2856,23 | 762,88** | 1,93 | 2,53 | |
| FA | 2 | 46854,37 | 23427,19 | 6257,25** | 3,27 | 5,26 | A3 |
| FB | 1 | 88,17 | 88,17 | 23,55** | 4,12 | 7,41 | B2 |
| FC | 2 | 28,26 | 14,13 | 3,77 ** | 3,27 | 5,26 | C3 |
| I (AxB) | 2 | 589,78 | 294,89 | 78,76** | 3,27 | 5,26 | |
| I (AxC) | 4 | 181,41 | 45,35 | 12,11** | 2,64 | 3,91 | |
| I (BxC) | 2 | 176,78 | 88,39 | 23,61** | 3,27 | 5,26 | |
| I (AxBxC) | 4 | 657,11 | 164,28 | 43,88** | 2,64 | 3,91 | |
| ERROR EXP. | 36 | 127,30 | 3,74 | | | | |

CV= 2,02 %

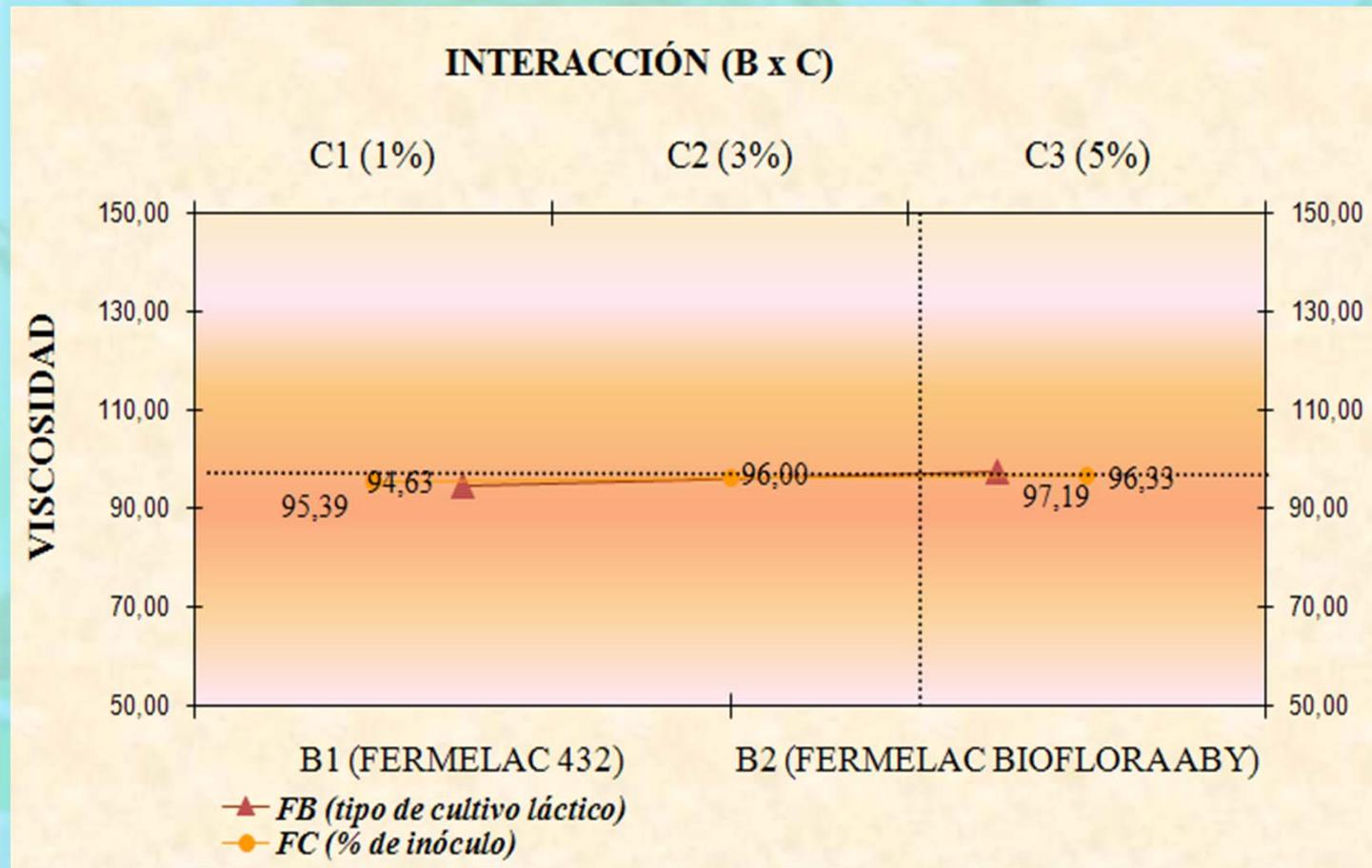
Interacción de los factores A (porcentaje de la mezcla de suero y harina) y B (tipo de cultivo láctico) de la variable viscosidad



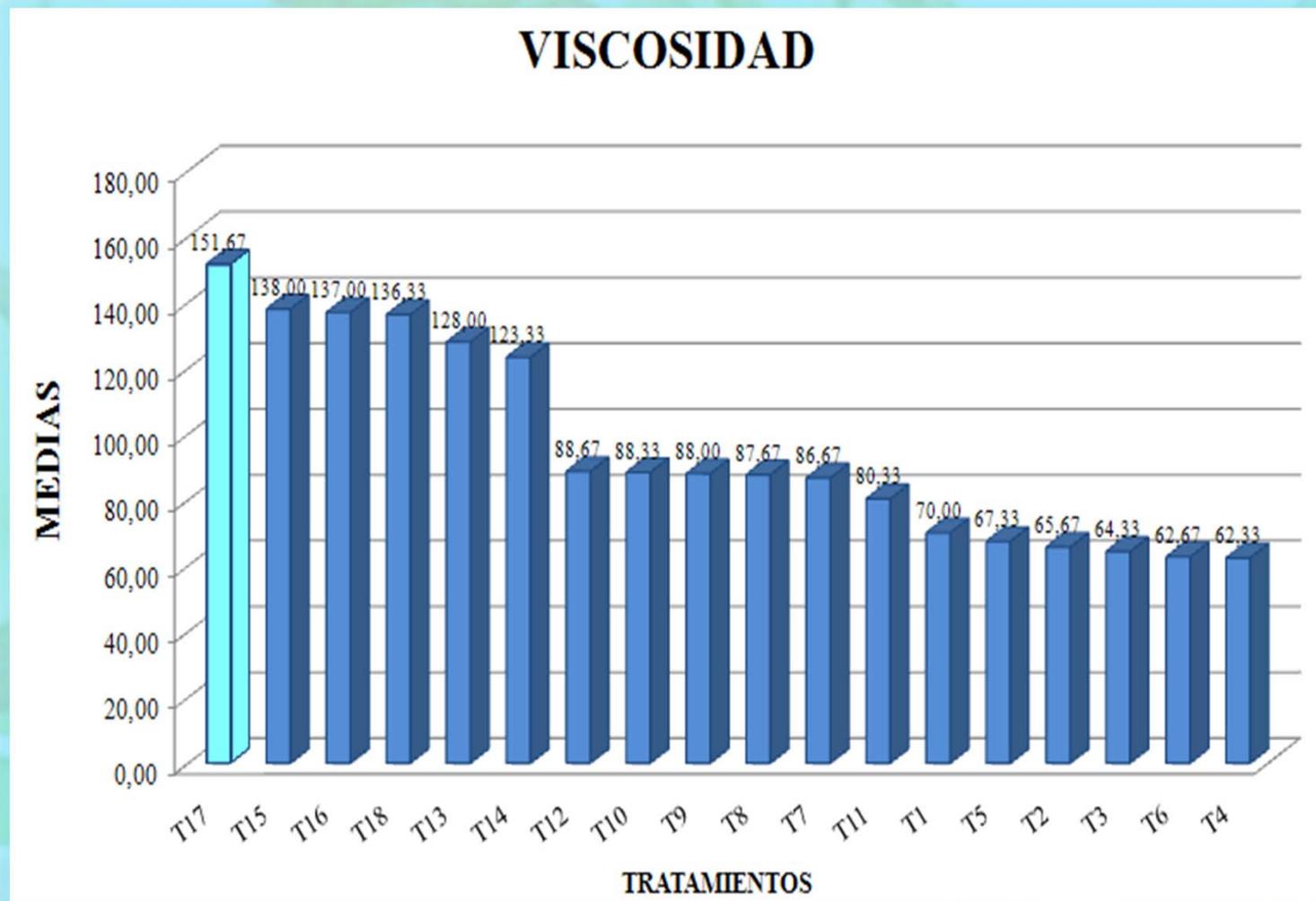
Interacción de los factores A (porcentaje de la mezcla de suero y harina) y C (porcentaje de inóculo) de la variable viscosidad



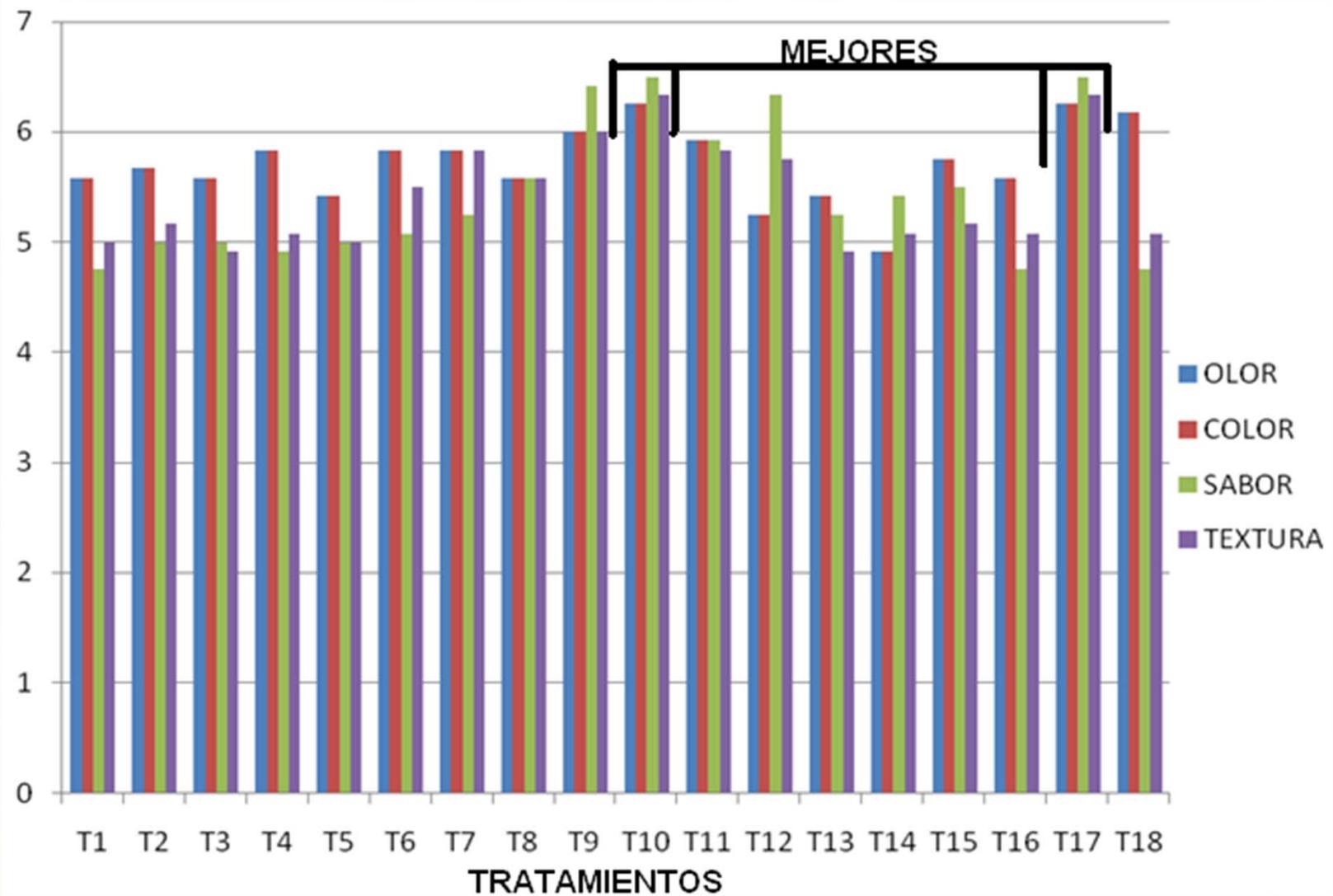
Interacción de los factores B (tipo de cultivo láctico) y C (porcentaje de inóculo) de la variable viscosidad



VARIACIÓN DE LA VISCOSIDAD DE LA BEBIDA FERMENTADA



ANALISIS SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO



COSTOS DE PRODUCCIÓN

TRATAMIENTO 10



| CONCEPTO | CANTIDAD | VALOR U. USD. | TOTAL (USD) |
|--|----------|---------------|-------------|
| Materiales Directos | | | |
| Harina de maíz germinado | 24.3 g | 0.001 | 0.024 |
| Suero de queso mozzarella | 4.9 l | 0.02 | 0.10 |
| Cultivo láctico | 0.11 g | 0.38 | 0.04 |
| Estabilizante gelatina sin sabor | 2.56 g | 0.01 | 0.03 |
| Materiales Indirectos | | | |
| Envases | 1 | 0.30 | 0.30 |
| COSTO TOTAL DEL TRATAMIENTO | | | 0.20 |
| COSTO DE PRODUCCIÓN POR LITRO DE BEBIDA | | | 0.50 |

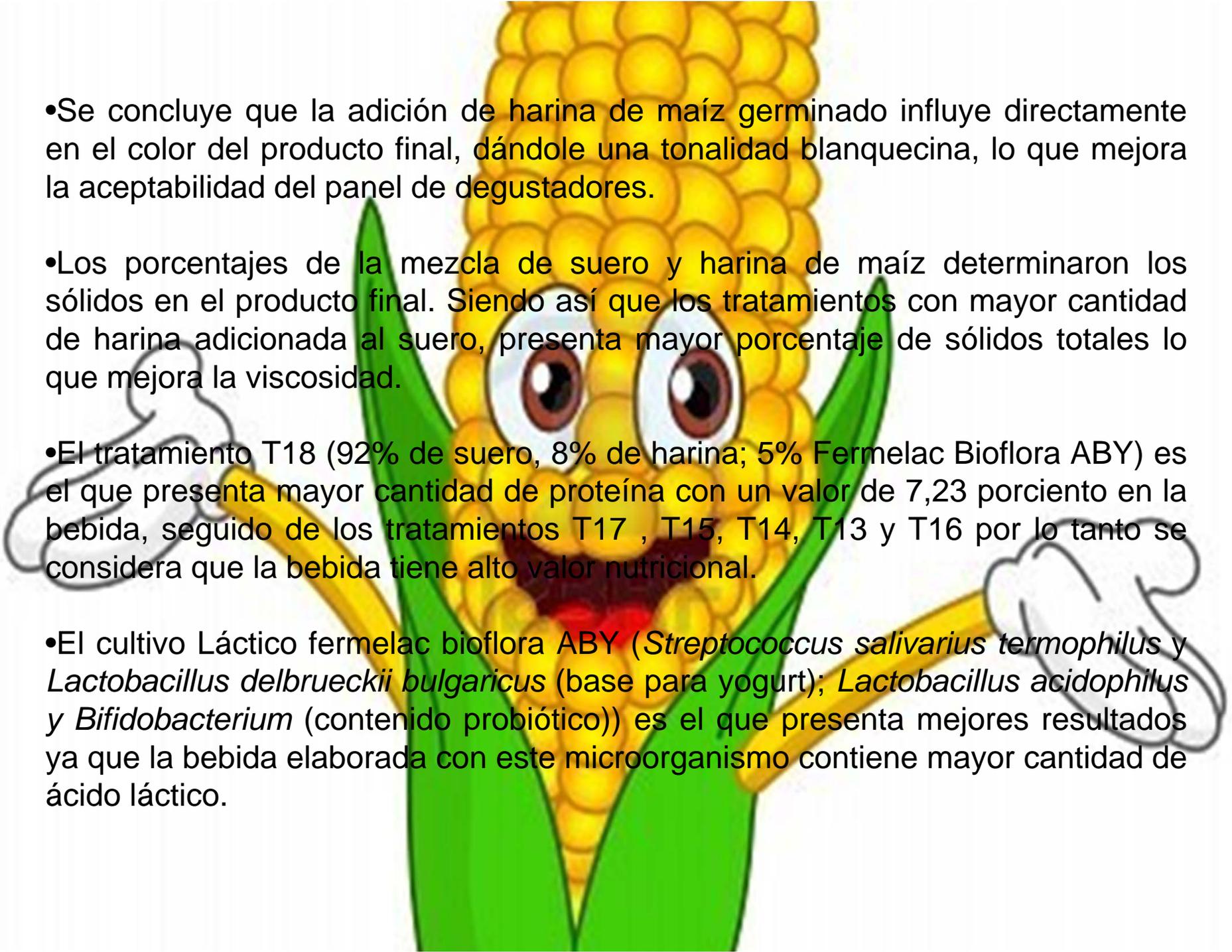
TRATAMIENTO 17

| CONCEPTO | CANTIDAD | VALOR U. USD. | TOTAL (USD) |
|--|----------|---------------|-------------|
| Materiales Directos | | | |
| Harina de maíz germinado | 64.8 g | 0.001 | 0.06 |
| Suero de queso mozzarella | 4.7 l | 0.02 | 0.10 |
| Cultivo láctico | 0.16 g | 0.38 | 0.06 |
| Estabilizante gelatina sin sabor | 2.56 g | 0.01 | 0.03 |
| Materiales Indirectos | | | |
| Envases | 1 | 0.30 | 0.30 |
| COSTO TOTAL DEL TRATAMIENTO | | | 0.25 |
| COSTO DE PRODUCCIÓN POR LITRO DE BEBIDA | | | 0.55 |





CONCLUSIONES

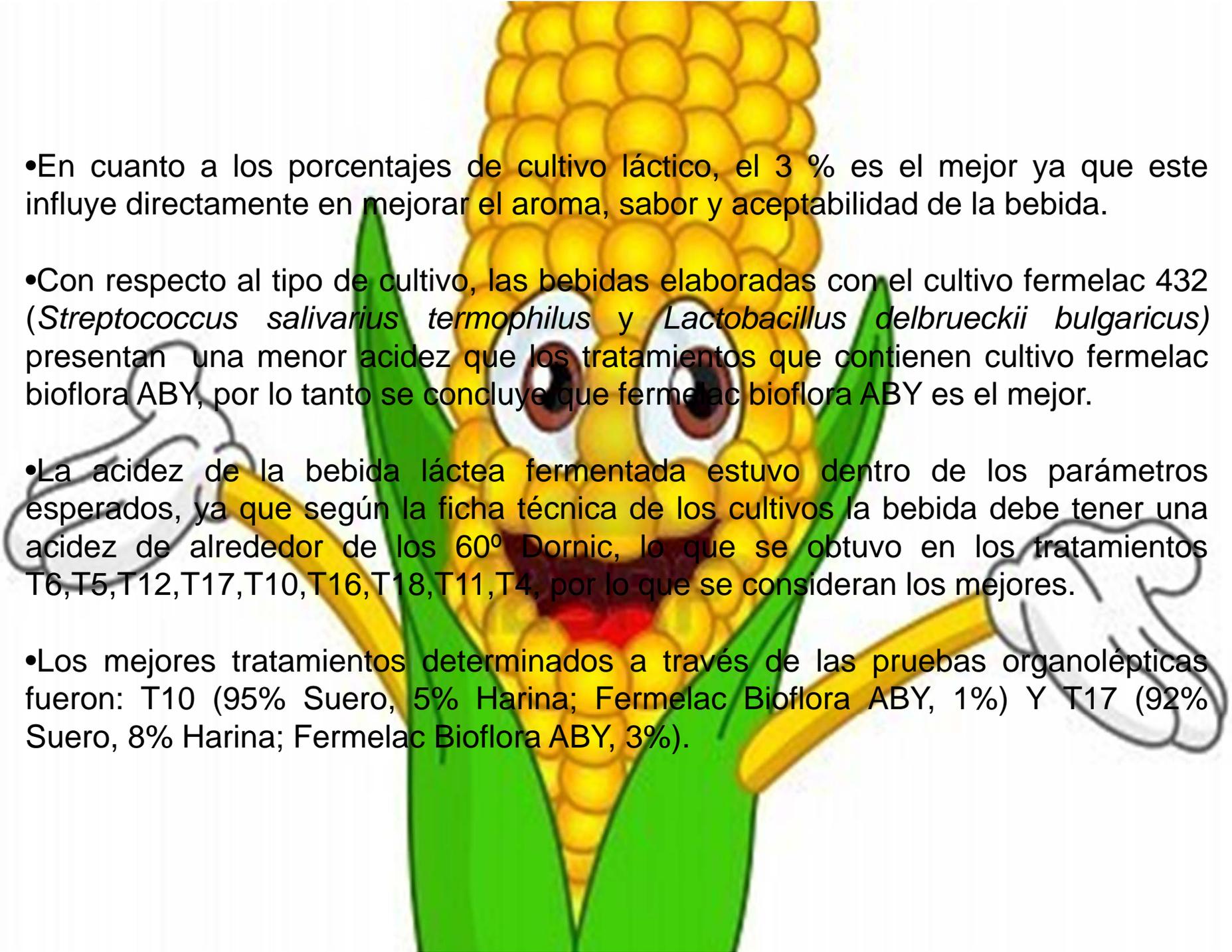


- Se concluye que la adición de harina de maíz germinado influye directamente en el color del producto final, dándole una tonalidad blanquecina, lo que mejora la aceptabilidad del panel de degustadores.

- Los porcentajes de la mezcla de suero y harina de maíz determinaron los sólidos en el producto final. Siendo así que los tratamientos con mayor cantidad de harina adicionada al suero, presenta mayor porcentaje de sólidos totales lo que mejora la viscosidad.

- El tratamiento T18 (92% de suero, 8% de harina; 5% Fermelac Bioflora ABY) es el que presenta mayor cantidad de proteína con un valor de 7,23 porciento en la bebida, seguido de los tratamientos T17 , T15, T14, T13 y T16 por lo tanto se considera que la bebida tiene alto valor nutricional.

- El cultivo Láctico fermelac bioflora ABY (*Streptococcus salivarius termophilus* y *Lactobacillus delbrueckii bulgaricus* (base para yogurt); *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium* (contenido probiótico)) es el que presenta mejores resultados ya que la bebida elaborada con este microorganismo contiene mayor cantidad de ácido láctico.



- En cuanto a los porcentajes de cultivo láctico, el 3 % es el mejor ya que este influye directamente en mejorar el aroma, sabor y aceptabilidad de la bebida.

- Con respecto al tipo de cultivo, las bebidas elaboradas con el cultivo fermelac 432 (*Streptococcus salivarius termophilus* y *Lactobacillus delbrueckii bulgaricus*) presentan una menor acidez que los tratamientos que contienen cultivo fermelac bioflora ABY, por lo tanto se concluye que fermelac bioflora ABY es el mejor.

- La acidez de la bebida láctea fermentada estuvo dentro de los parámetros esperados, ya que según la ficha técnica de los cultivos la bebida debe tener una acidez de alrededor de los 60° Dornic, lo que se obtuvo en los tratamientos T6,T5,T12,T17,T10,T16,T18,T11,T4, por lo que se consideran los mejores.

- Los mejores tratamientos determinados a través de las pruebas organolépticas fueron: T10 (95% Suero, 5% Harina; Fermelac Bioflora ABY, 1%) Y T17 (92% Suero, 8% Harina; Fermelac Bioflora ABY, 3%).



- Respecto al análisis microbiológico todos los tratamientos son aptos para el consumo humano, ya que los resultados se encuentran dentro del rango establecido por la norma INEN 2395 (Bebidas Fermentadas).

- Con respecto a la variable rendimiento los tratamientos T10 y T17, fueron los mejores, por lo que se calculó el costo total por litro de cada una de estas bebidas, por que se concluye que el litro de bebida fermentada tiene un costo de 0,31 dólares por litro.

- Según la investigación realizada se pudo conocer que los costos de producción de esta bebida láctea son inferiores a otras bebidas fermentadas como el yogurt.



RECOMENDACIONES



•Debido a que actualmente se recurre a la utilización de aditivos para mejorar la calidad de los productos, se sugiere realizar investigaciones empleando saborizantes y colorantes en la elaboración de bebidas fermentadas a base de lactosuero y harina de maíz germinado para obtener mayor aceptabilidad del producto.

• Se recomienda realizar investigaciones sobre el proceso de elaboración de bebidas saborizadas a base de suero de queso existentes en el mercado.

•Es recomendable conocer la densidad de la materia prima para cuantificar la concentración de sólidos. Ya que debemos partir con un suero que tenga por lo menos 7 % de sólidos totales, con el fin de establecer los parámetros necesarios para la fermentación.

•Luego de la pasteurización se debe enfriar el suero a una temperatura de 42°C para posteriormente adicionar el cultivo láctico, si se realiza este proceso a una mayor temperatura se produce una precipitación en el producto final.



- Es recomendable no llegar al pH muy ácido ya que no hay aceptación por el panel de degustadores.

- La adición del fermento láctico debe realizarse a una temperatura y tiempo de incubación adecuado para la activación de los mismos.

- Una vez terminado el periodo de incubación se debe bajar la temperatura a 25 °C aproximadamente para detener la fermentación, de otro modo la fermentación continúa y por lo tanto la acidez se eleva demasiado.

- Para mantener los niveles de calidad del producto se deben cumplir las siguientes condiciones de almacenamiento, en cuartos fríos a 4° C en los que se coloca el producto empacado.

Yogudiet

Yogurt natural a base de maíz



Suplemento alimenticio a base de maíz.
Bebida dietética 100% natural.

Yogudiet

Yogurt natural a base de maíz



Suplemento alimenticio a base de maíz.
Bebida dietética 100% natural.

Yogudiet

Yogurt natural a base de maíz



Suplemento alimenticio a base de maíz.
Bebida dietética 100% natural.

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Yogudiet

Yogurt natural a base de maíz



Suplemento alimenticio a base de maíz.
Bebida dietética 100% natural.

Yogudiet

Yogurt natural a base de maíz



Suplemento alimenticio a base de maíz.
Bebida dietética 100% natural.