

**Evaluación del yogur en tres concentraciones
de etanol y dos edulcorantes y sus cambios
físico-químicos y sensoriales**

**Behannis Jasmin Mena Chalas
Clara María Vásquez Mejía**

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2010

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Evaluación del yogur en tres concentraciones de etanol y dos edulcorantes y sus cambios físico-químicos y sensoriales

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingenieras en Agroindustria Alimentaria en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por:

Behannis Jasmin Mena Chalas
Clara María Vásquez Mejía

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2010

Evaluación del yogur en tres concentraciones de etanol y dos edulcorantes y sus cambios físico-químicos y sensoriales

Presentado por:

Behannis Jasmin Mena Chalas
Clara María Vásquez Mejía

Aprobado:

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Asesor principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director Carrera
Agroindustria Alimentaria

Jorge Cardona, Ph.D.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

RESUMEN

Mena, B; Vásquez, C. 2010. Evaluación del yogur en tres concentraciones de etanol y dos tipos de edulcorante y sus cambios físico-químicos y sensoriales. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 34p.

Yogur alcohólico es un producto lácteo innovador que mantiene las características funcionales del yogur convencional. El objetivo principal de este proyecto fue evaluar el yogur en tres concentraciones de etanol y dos edulcorantes y sus cambios físico-químicos y sensoriales en el mismo. Se usó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 3x2; tres niveles de alcohol (0, 1.5 y 3%) y dos edulcorantes (Splenda[®] y azúcar común); teniendo como resultado 6 tratamientos con 3 medidas repetidas en el tiempo (día 0, 8 y 16) y 3 repeticiones, para un total de 54 unidades experimentales. Cada tratamiento se evaluó sensorialmente con un panel no entrenado de 12 personas consumidoras de yogur. Se evaluaron las características de color, aroma, viscosidad, acidez, sabor y aceptación general. Las características físico-químicas evaluadas fueron: viscosidad, color, acidez y ATECAL. La adición de alcohol disminuyó significativamente la población de aerobios totales ($P < 0.05$). La viscosidad cambió significativamente en el tiempo al adicionar alcohol. El tratamiento menos aceptado fue 0% etanol con sacarosa. El uso de Splenda[®] representó un aumento de aproximadamente 42% en los costos variables de elaboración de yogur.

Palabras clave: alcohol, sucralosa, sacarosa, aerobios totales, coliformes totales.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 REVISIÓN DE LITERATURA	4
3 METODOLOGÍA.....	7
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	13
5 CONCLUSIONES	28
6 RECOMENDACIONES	29
7 LITERATURA CITADA.....	30
8 ANEXOS	32

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Formulación del yogur alcohólico.....	8
2. Tratamientos evaluados	11
3. Tratamientos evaluados en estudio preliminar en EAP Zamorano.	13
4. Análisis físico: viscosidad	14
5. Análisis físico: color parámetro L*	15
6. Análisis físico: color parámetro a*	15
7. Análisis físico: color parámetro b*.....	16
8. Análisis químico: acidez.....	16
9. Análisis químico: ATECAL	17
10. Análisis sensorial exploratorio: Color	18
11. Análisis sensorial exploratorio: Aroma	18
12. Análisis sensorial exploratorio: acidez	19
13. Análisis sensorial exploratorio: viscosidad	19
14. Análisis sensorial exploratorio: sabor	20
15. Análisis sensorial exploratorio: aceptación general	21
16. Análisis microbiológico: coliformes totales.....	21
17. Análisis microbiológico: aerobios totales	22
18. Análisis de correlación entre variables.....	23
19. Efecto del edulcorante para análisis fisicoquímicos.....	24
20. Efecto del edulcorante para análisis sensorial.	24
21. Efecto del alcohol para análisis fisicoquímico.	25
22. Efecto del alcohol para análisis sensorial.	25
23. Costo de la formulación actual de yogur natural*	25
24. Costos variables para el tratamiento 0% Etanol con sucralosa	26
25. Costos variables para el tratamiento 1.5% etanol con sacarosa.	26
26. Costos variables para el tratamiento 1.5% etanol con sucralosa.	27
27. Costos variables para el tratamiento 3% etanol con sacarosa.	27
28. Costo variables para el tratamiento 3% etanol con sucralosa.....	27
29. Comparación de costos variables entre tratamientos.....	28

Figura	Página
1. Ruta metabólica de lactosa para la obtención de yogur.....	4
2. Consumo de productos lácteos.	5
3. Consumo de bebidas alcohólicas en el Reino Unido.....	5
4. Flujo de proceso del yogur con alcohol.....	9
5. Desarrollo de la viscosidad del yogur batido.	34

Anexo	Página
1. Formato para evaluación sensorial de yogur con alcohol	33
2. Desarrollo de la viscosidad del yogur batido.	34

1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años el consumidor a nivel mundial ha desarrollado una marcada tendencia por los productos naturales y saludables (Perdigón et al. 2002), tal y como es el caso del yogur que es el más popular de los productos acidificados de la leche (Buttriss 1997). El consumo de yogur implica importantes beneficios para la salud, entre los cuales pueden citarse el ser una buena fuente de vitamina B12, ácido fólico y potasio (Crawford 2004). El incremento en la biodisponibilidad de nutrientes como el magnesio, el zinc, calcio y fósforo (Palencia 2004) y la mejor absorción de la lactosa hidrolizada (Perdigón et al. 2002); así como una excelente digestibilidad derivada de lo fácil que es metabolizar su fino coágulo por las enzimas digestivas del cuerpo (Palencia 2004) y además es una fuente de proteínas de excelente calidad (Mora 1994).

El yogur es un producto lácteo obtenido de la leche de vaca, cabra, oveja, camella u otra especie productora de leche, mediante acidificación directa o microbiológica. El yogur es muy popular casi en todo el mundo y es conocido por diferentes nombres pese a que el proceso de fermentación es el mismo y es llevado a cabo por las bacterias del género *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, mezclados en proporción de uno a uno; sin embargo, en algunas ocasiones estos cultivos pueden ir acompañados de *Lactobacillus acidophilus* y *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*. (Revilla 2009).

1.1 ANTECEDENTES

El contenido bajo de etanol no afecta dramáticamente la matriz de yogur en el tiempo de almacenamiento. Somkuti et al. (1998), reportó que la magnitud de células muertas obtenidas del tratamiento con etanol incrementó con la concentración del solvente. Las propiedades bactericidas del etanol tuvieron efecto a partir del 40% de concentración. No se pudieron detectar microorganismos o células sobrevivientes en los platos MRS agar después de 20 minutos de exposición a concentraciones de etanol mayores al 30%. Damini et al. (2009), reportó que es normalmente recomendado que el yogur o leche fermentada contenga al menos un millón de células viables por gramo al tiempo de consumo.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El yogur, como todo producto lácteo, se ha convertido en parte esencial en la alimentación de las personas y es precisamente por eso que cada día la industria láctea innova la cartera de tipos de yogur, la cual está en constante renovación para poder satisfacer los gustos de todos los segmentos de mercado. Con mayor frecuencia salen a relucir nuevos nichos de mercado mucho más exigentes y resulta de extrema importancia para la industria láctea mantenerse en vanguardia para cubrir estas necesidades, gustos y preferencias.

De ahí la idea de realizar este estudio, el cual es crear los principios para la elaboración de yogur alcohólico usando etanol para cumplir dicho propósito. Según Serra (2009), se han comprobado las propiedades beneficiosas de un consumo moderado de alcohol, entre ellas están las propiedades cardiosaludables, beneficios para la salud ósea y neuronal.

Antes de indagar en los aspectos sensoriales, resulta importante estudiar el comportamiento de las bacterias que aportan las características propias al yogur y que además, añaden un valor nutricional a los consumidores. No serviría de mucho elaborar un yogur alcohólico con excelentes características sensoriales si en el aspecto nutricional no aportará los beneficios funcionales que las bacterias propias de este producto proporcionan, en caso de que estas no sobrevivan a la concentración de etanol añadida.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Los microorganismos cada día adquieren mayor capacidad de adaptación a los factores ambientales, tratar de eliminarlos se convierte en una tarea más y más difícil, lo cual podría ser una ventaja o una desventaja dependiendo de lo que se desea hacer con ellos. En este caso, se intenta averiguar cuál es la concentración de etanol que los microorganismos del yogur pueden resistir estando presentes en la matriz alimenticia que para este estudio es yogur natural batido.

1.3.1 Limitantes

- No es posible hacer más repeticiones porque el tiempo es limitado.
- El estudio está dirigido al análisis microbiológico de aerobios totales y coliformes y no a la enumeración individual de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*.

1.3.2 Alcances

- Proponer las bases para elaborar yogur alcohólico y así contribuir al desarrollo de nuevos productos para la industria láctea.
- Conocer el nivel de resistencia de los aerobios totales al etanol como alcohol antimicrobiano.

1.4 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.4.1 Objetivo general

- Evaluar el yogur en tres concentraciones de etanol (0, 1.5 y 3%) y dos niveles de edulcorante (sacarosa y sucralosa) y su cambios físico-químicos y sensoriales.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto del alcohol en las características físico-químicas y sensoriales del yogur.
- Determinar la carga microbiana en el yogur natural con alcohol.
- Determinar los costos variables de producción para cada tratamiento.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 DEFINICIÓN

Según el Diario de la Sociedad de Tecnología Láctea (Journal of the Society of Dairy Technology 1973), yogur se define como un producto hecho de leche tratada térmicamente que se ha acidificado naturalmente. Tiene cultivos simbióticos de *Streptococcus salivarius*, subespecie *thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii*, subespecie *bulgaricus* (Codex Alimentarius 2000).

2.2 CLASIFICACIÓN

Existen diferentes tipos de yogur, siendo los principales: yogur firme, batido, líquido, congelado, con lactosa hidrolizada, condensado y carbonatado en polvo. Dentro de cada tipo de yogur existen variaciones en el contenido de grasa, sólidos no grasos, azúcar, estabilizador y sabor (Revilla 2009). La fermentación se lleva a cabo a 45 °C y se considera que esta etapa termina una vez que el pH de los yogures alcanza un valor por debajo de 4.6 (aproximadamente el 1% de acidez expresada como porcentaje de ácido láctico).

A nivel industrial la fermentación de la lactosa sigue una única vía metabólica (Figura 1) la cual empieza con el fraccionamiento de la lactosa en sus dos monómeros.

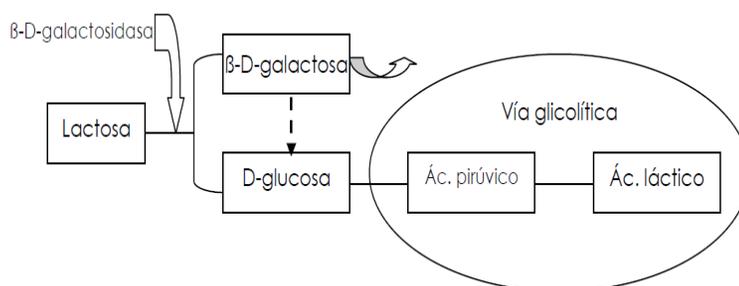


Figura 1. Ruta metabólica de lactosa para la obtención de yogur
Fuente: García Garibay *et. al.*, Biotecnología Alimentaria (2004).

2.3 TENDENCIA DE BEBIDAS EN EL MERCADO ACTUAL

El consumo de productos lácteos alrededor del mundo está creciendo cada día más. Para el año 2050, se espera tener un consumo de 100kg/persona/año (FAO 2006). El yogur, es el producto lácteo acidificado que más se consume en el mundo (USDA 2010) como se observa en la figura 2. Según el Manual Estadístico (Statistical Handbook), existe una nueva tendencia: bebidas listas-para-consumir que está encabezando el consumo en el mercado con 9.3 litros/persona/año. Ver figura 3.

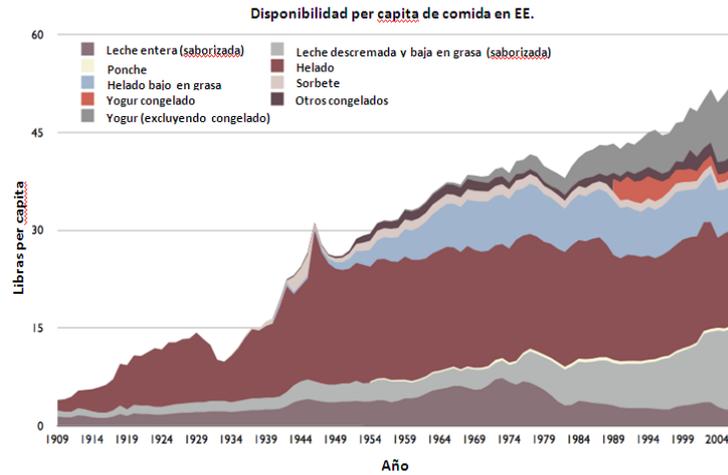


Figura 2. Consumo de productos lácteos.
Fuente: USDA (2010). Adaptada por autoras.

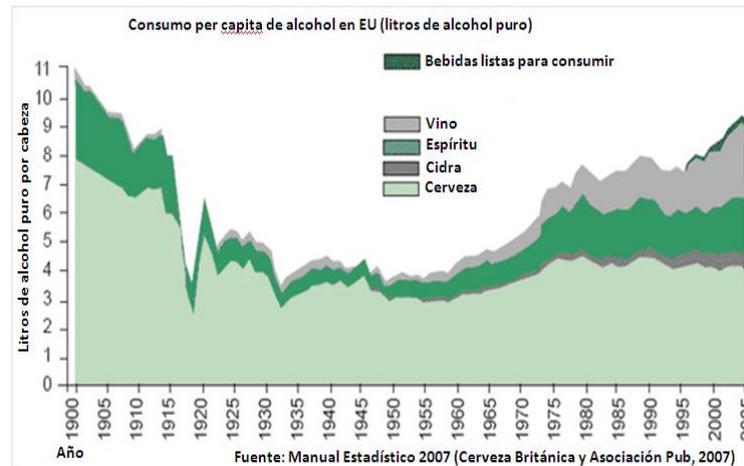


Figura 3. Consumo de bebidas alcohólicas en el Reino Unido.
Fuente: Manual Estadístico (Statistical Handbook) (2007).

2.4 SUCRALOSA COMO EDULCORANTE EN EL YOGUR

La sucralosa, SPLENDA® es de 320 a 1000 veces más dulce que la sacarosa, casi el doble de la sacarina y cuatro veces más dulce que el aspartame (Réjeanne Gougeon et al. 2004). Los investigadores del Consejo de Control de Calorías explicaron que la sucralosa se obtiene del azúcar a través de un proceso de elaboración patentado, mediante el cual se sustituyen selectivamente tres grupos hidroxilo de la molécula de azúcar con tres átomos de cloro. La presencia de cloro en la sucralosa produce un edulcorante que no tiene calorías, pero que es 600 veces más dulce que el azúcar.

2.4.1 Mecanismo de funcionamiento de la sucralosa

El cuerpo no utiliza la sucralosa para obtener energía porque no es descompuesta como la sacarosa (el azúcar). Pasa rápidamente a través del cuerpo, prácticamente inalterada. La sucralosa es beneficiosa para las personas con diabetes, porque las investigaciones demuestran que no tiene efecto en el metabolismo de los carbohidratos, el control de la glucosa en sangre a corto o largo plazo, ni la secreción de insulina (Consejo de Control de Calorías 2009).

2.5 EFECTOS DEL ALCOHOL EN EL YOGUR

Un estudio completo y enfocado a medir exclusivamente la resistencia de las bacterias del yogur (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*) al etanol como antimicrobiano, fue realizado en Louisiana State University, Estados Unidos, en el departamento de ciencias lácteas. Fueron usadas cuatro concentraciones de dicho alcohol (0, 2.5, 5 y 7.5%). Estos cuatro tratamientos fueron puestos a prueba durante 4 semanas con 3 repeticiones.

El objetivo principal de este estudio fue establecer las bases para elaborar yogur alcohólico en la industria láctea. Tras el minucioso análisis que fue realizado, se llegó a la conclusión que se recomienda elaborar yogur con estas cantidades de alcohol pues no se ven afectadas las características antes mencionadas, a excepción del ATECAL donde se observó un descenso durante el tiempo de almacenaje principalmente a 7.5% etanol. El crecimiento microbiano no tuvo diferencia significativa durante el tiempo de anaquel. Todas las pruebas necesarias fueron realizadas en el laboratorio y la planta procesadora de lácteos de dicha universidad con los instrumentos apropiados. Los datos se analizaron en el programa estadístico SAS.

3. METODOLOGÍA

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano en la planta de lácteos. Se usaron las instalaciones de laboratorio de análisis de alimentos (LAAZ) para realizar los análisis fisicoquímicos correspondientes y el laboratorio de análisis sensorial. Todo localizado en el Departamento de Francisco Morazán, Valle del Yeguaire, Km. 32 Carretera a Danlí, al este de Tegucigalpa, Honduras.

3.2 MATERIALES Y MÉTODOS

3.2.1 Materiales

- Leche de vaca pasteurizada.
- Cultivo para yogur.
- Etanol 95% de pureza.
- Sacarosa (Azúcar común).
- Sucralosa (Splenda).
- Leche en polvo.
- Estabilizador.
- Sorbato de Potasio.
- Empaques para yogur.
- Materiales de laboratorio para conteo de aerobios, coliformes totales y análisis sensorial.

3.2.2 Equipos

- Termómetros.
- Agitadores y yogos.
- Cuarto Frío.
- Balanza analítica.
- Colorflex HunterLab.
- Incubadora.
- Potenciómetro HM DIGITAL PH-200.
- Autoclave.
- Viscosímetro Brookfield RVDVII versión 5.1.

3.2.3 Nueva formulación

Para la elaboración de la nueva formulación del yogur con alcohol, fue tomada como base la formulación ya existente en la Planta de Lácteos de Zamorano (Cuadro 1), agregándole cada uno de los niveles de etanol utilizados en el estudio.

Cuadro 1. Formulación del yogur alcohólico

Formulación del yogur alcohólico para 10 litros.		
Ingredientes	UNIDAD	CANTIDAD
Leche (Estandarizada a 2.5%)	L	10
Leche descremada en polvo	kg	0.54
Sacarosa *	kg	0.85
Sucralosa *	kg	0.14
Cultivo de yogur	L	0.05
Estabilizador (Gomas guar y xanthan)	kg	0.05
Sorbato de potasio	kg	0.006
Alcohol etílico 95%*	L	0
Alcohol etílico 95%*	L	0.15
Alcohol etílico 95%*	L	0.3

*según tratamiento

3.3 PRUEBAS PRELIMINARES

Se realizó una prueba preliminar para la definición de los tratamientos a utilizar en este estudio. Dicha prueba fue conducida en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano en la planta de lácteos y los laboratorios de análisis de alimentos y de análisis sensorial de la institución.

3.4 PROCESO DE ELABORACIÓN DE YOGUR ALCOHÓLICO

En la figura 4 se muestra el flujo de elaboración del yogur con alcohol. Es el mecanismo normalmente usado en la planta de Lácteos de Zamorano, pero cuenta con la operación unitaria adicional donde se agrega el alcohol a la concentración específica según cada tratamiento.

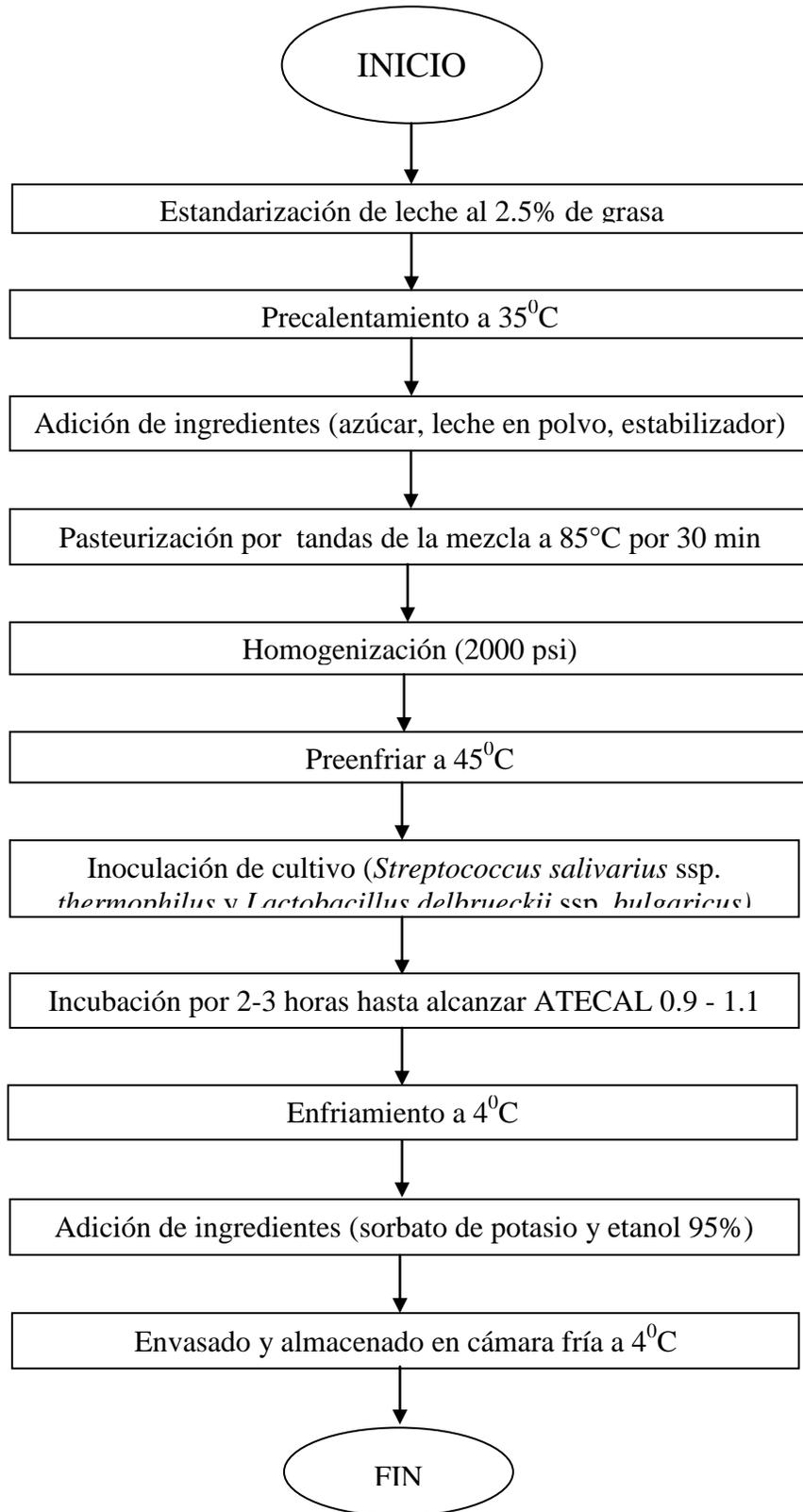


Figura 4. Flujo de proceso del yogur con alcohol.

La formulación utilizada para elaborar el yogur alcohólico se muestra en el cuadro 1. La adición de sacarosa o sucralosa varía según tratamiento, al igual que la concentración de alcohol. Esta formulación se derivó a partir de la formulación ya existente para yogur natural de la Planta de Lácteos de Zamorano.

3.5 ANÁLISIS SENSORIAL

Se evaluó sensorialmente cada tratamiento para determinar el grado de aceptación del producto. Se realizó un análisis exploratorio con un panel sensorial no entrenado de 12 personas. Se utilizó una escala hedónica de nueve puntos, siendo 1 el nivel más alto de aceptación y 9 el de menor. Se evaluaron características como aroma, color, sabor, acidez, textura y aceptación general en los días 0, 8 y 16 de elaborado el yogur. Los datos obtenidos en las pruebas sensoriales, se evaluaron en el programa estadístico SAS, utilizando ANDEVA y separación de medias Duncan con un nivel de significancia $P < 0.05$.

3.6 ANÁLISIS FÍSICOS

Los parámetros físicos evaluados para cada tratamiento fueron color y viscosidad. Ambos se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ). Se tomaron datos en los días 0, 8 y 16 de elaboración.

Los análisis de color se obtuvieron con el Colorflex HunterLab[®], que muestra resultados para los valores L^*a^*b , donde L^* es luminosidad del color, sus valores están comprendidos entre 0-100 siendo 0 negro y 100 blanco. Por otro lado, a^* mide colores del verde al rojo y va desde a^- hasta a^+ que corresponden a los colores verde y rojo respectivamente. Por último, b^* representa valores entre b^- hasta b^+ representando los colores azul y amarillo respectivamente.

Los análisis de viscosidad se realizaron con el viscosímetro de Brookfield RVDVII versión 5.1, donde se utilizó el acople número cinco que mide la fuerza de cizalla que ejerce el producto.

3.7 ANÁLISIS QUÍMICOS

Los parámetros evaluados para cada uno de los tratamientos fueron pH y ATECAL. Estos análisis se llevaron a cabo en la planta de Lácteos Zamorano. Se tomaron datos en los días 0, 8 y 16 de elaborado el yogur.

- **pH:** según el método de la AOAC 981.12. Se utilizó el potenciómetro HM DIGITAL PH-200. Los resultados oscilan entre 1-14, siendo 1 muy ácido; 7 neutro y 14 muy alcalino. Se tomaron tres datos para cada tratamiento en cada día.

- **ATECAL:** según el método de la AOAC 920.124. Significa Acidez Titulable Expresada como Acido Láctico. Se utilizó hidróxido de sodio para cuantificar y fenoltaleína para fijar el color.

3.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Se hicieron diluciones seriadas hasta 10^{-7} de cada tratamiento en los días 0, 8 y 16 para cuantificar aerobios totales y coliformes totales.

Se usó el medio de agar para conteo de platos, PCA (Plate Count Agar) por sus siglas en inglés, para medir aerobios totales y VRBA (Agar Rojo Violeta de Bilis) para coliformes totales. Se utilizó la técnica de vertido y los platos después de solidificar a temperatura ambiente, se incubaron a 37°C por 24 horas para hacer el conteo posteriormente.

3.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.9.1 Tratamientos evaluados

El objetivo del estudio fue evaluar el yogur natural batido en tres concentraciones de etanol como antimicrobiano y dos tipos de edulcorante y evaluar los posibles cambios físico-químicos y sensoriales en el yogur a través del anaquel. El cuadro 2 ilustra la composición de cada uno de los 6 tratamientos en cuanto a porcentaje de alcohol y tipo de edulcorante, ya sea natural (Sacarosa) o artificial (Sucralosa).

Cuadro 2. Tratamientos evaluados

	Etanol		
	0%	1.5%	3%
Sacarosa (7%)	Trt 1	Trt 2	Trt 3
Sucralosa (1.17%)	Trt 4	Trt 5	Trt 6

Tratamientos: Los tratamientos evaluados fueron 6 con 3 repeticiones y 3 medidas repetidas en el tiempo (día 0, 8 y 16) a continuación se detalla la composición de los mismos.

- **TRT 1** → El yogur con 0% de etanol con sacarosa.
- **TRT 2** → El yogur con 1.5% de etanol con sacarosa.
- **TRT 3** → El yogur con 3% de etanol con sacarosa.
- **TRT 4** → El yogur con 0% de etanol con sucralosa.
- **TRT 5** → El yogur con 1.5% de etanol con sucralosa.
- **TRT 6** → El yogur con 3% de etanol con sucralosa.

3.9.2 Diseño experimental

Se evaluaron tres concentraciones de etanol (0, 1.5 y 3%) y dos niveles de edulcorantes (Sacarosa al 7% y Sucralosa al 1.17%) en yogur natural batido. Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglo 3x2 factorial. Se utilizó una separación de medias Duncan ($P < 0.05$).

3.9.3 Análisis Económico

Se realizó un análisis económico para evaluar los costos variables de los seis tratamientos utilizados en este estudio. Además, se determinaron costos por tanda y costo por unidad en lempiras para cada escenario evaluado (nivel de edulcorante y concentración de alcohol).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 PRUEBAS PRELIMINARES

La prueba preliminar realizada en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano tuvo como objetivo definir los tratamientos más apropiados para este estudio, en la cual se utilizaron cuatro concentraciones distintas de etanol (0, 2.5, 5 y 7%) en yogur natural batido con presencia y ausencia de azúcar común (Sacarosa), 3 repeticiones y 3 medidas repetidas en el tiempo (día 0, 14 y 28). En primera instancia se utilizaron estas medidas repetidas en el tiempo por ser la vida útil promedio de un yogur, luego se decidió utilizar los días 0, 8 y 16 porque el producto al día 28 no cumplía con sus características sensoriales óptimas debido a la adición de alcohol y sucralosa.

Se realizaron análisis físico-químicos para evaluar pH, ATECAL, viscosidad y color, al igual que análisis microbiológicos para el conteo de coliformes y aerobios totales y un análisis sensorial exploratorio para conocer la aceptación general de los tratamientos (cuadro 3).

Cuadro 3. Tratamientos evaluados en estudio preliminar en EAP Zamorano.

	Etanol				
		0%	2.5%	5%	7.5%
Sacarosa (7%)	Si	Trt 1	Trt 2	Trt 3	Trt 4
	No	Trt 5	Trt 6	Trt 7	Trt 8

- **TRT 1** → El yogur con 0% de etanol con sacarosa.
- **TRT 2** → El yogur con 2.5% de etanol con sacarosa.
- **TRT 3** → El yogur con 5% de etanol con sacarosa.
- **TRT 4** → El yogur con 7.5% de etanol con sacarosa.
- **TRT 5** → El yogur con 0% de etanol sin sacarosa.
- **TRT 6** → El yogur con 2.5% de etanol sin sacarosa.
- **TRT 7** → El yogur con 5% de etanol sin sacarosa.
- **TRT 8** → El yogur con 7.5% de etanol sin sacarosa.

Los resultados de este análisis preliminar dictaron las pautas para elegir los tratamientos que fueron analizados de forma definitiva (0, 1.5 y 3% etanol) pues las concentraciones anteriormente usadas fueron consideradas muy altas para el gusto de los panelistas. Se utilizaron 10 personas para evaluar sensorialmente el producto de los cuales 8, es decir el 80%, estaban de acuerdo en que la concentración de alcohol era muy alta.

4.2 ANÁLISIS FÍSICOS

A continuación se detallan los resultados obtenidos de la realización de los análisis fisicoquímicos de viscosidad y color para el yogur alcohólico.

4.2.1 Análisis de viscosidad

Todos los tratamientos presentaron diferencias significativas a través del tiempo (cuadro 4). Los tratamientos 0% y 1.5% etanol con sacarosa y 3% etanol con sucralosa, presentaron un comportamiento tixotrópico típico del yogur. Este fenómeno se debe a que es inevitable que el producto sea menos viscoso mientras se está tratando, ya que el yogur pertenece a una clase de productos con comportamiento al flujo de tipo tixotrópico, pero si todos los parámetros y equipos son totalmente optimizados, la viscosidad se recuperará casi totalmente (Bylund et al. 2003). Es entonces la combinación edulcorante y alcohol la que altera el modelo reológico natural del yogur provocando una tendencia impredecible en el comportamiento de la viscosidad para todos los tratamientos. Los panelistas prefieren un yogur que tenga viscosidad de 1.02 ó 1.56 (Pa. S) para el día 0.

Cuadro 4. Análisis físico: viscosidad

TRATAMIENTO	VISCOSIDAD (Pa. S) ± D.E.*		
	DÍA 0	DÍA 8	DÍA 16
0% Etanol con sucralosa	1.63 ± 0.03 ^{a(x)}	1.22 ± 0.03 ^{a(y)}	1.06 ± 0.03 ^{c(z)}
1.5% Etanol con sucralosa	1.56 ± 0.03 ^{ab(x)}	1.07 ± 0.03 ^{c(y)}	0.92 ± 0.03 ^{d(z)}
3% Etanol con sacarosa	1.54 ± 0.03 ^{b(x)}	1.21 ± 0.03 ^{b(xy)}	1.25 ± 0.03 ^{b(y)}
3% Etanol con sucralosa	1.02 ± 0.03 ^{c(x)}	1.12 ± 0.03 ^{c(y)}	1.08 ± 0.03 ^{c(y)}
1.5% Etanol con sacarosa	0.85 ± 0.03 ^{d(x)}	1.27 ± 0.03 ^{b(xy)}	1.23 ± 0.03 ^{b(y)}
0% Etanol con sacarosa	0.82 ± 0.03 ^{d(x)}	1.96 ± 0.03 ^{a(y)}	1.43 ± 0.03 ^{a(z)}

^a Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (P>0.05), ^(xy) Letras iguales entre paréntesis son estadísticamente iguales en el tiempo (P>0.05), * Desviación estándar.

4.2.2 Análisis de color

El análisis de color realizado con el colorímetro Hunter Lab, mostró los resultados que se observan en el cuadro 5, 6 y 7. En relación con en el análisis sensorial a los panelistas les gustó el yogur en todos los tratamiento para el atributo color el cuál no presentó diferencias estadísticas según el colorímetro.

Los resultados físico-químicos para los parámetros de color se resumen en que no hubo diferencia significativa en el cambio de color entre ningún tratamiento ni a través del tiempo. Se concluyó que los dos niveles de alcohol adicionado (1.5 y 3%) y los dos niveles de edulcorantes (sacarosa y sucralosa), tanto natural como artificial, no afectaron de ninguna manera el color normal del yogur natural en el parámetro L*, a* y b*.

Cuadro 5. Análisis físico: color parámetro L*

TRATAMIENTO	COLOR Parámetro L* ± D.E. ¹		
	DÍA 0	DÍA 8	DÍA 16
3% Etanol con sacarosa	90.80 ± 0.72 ^{a(x)}	89.48 ± 0.72 ^{a(x)}	89.38 ± 0.72 ^{a(x)}
0% Etanol con sacarosa	90.78 ± 0.72 ^{a(x)}	88.79 ± 0.72 ^{a(x)}	90.28 ± 0.72 ^{a(x)}
1.5% Etanol con sucralosa	90.69 ± 0.72 ^{a(x)}	89.58 ± 0.72 ^{a(x)}	89.44 ± 0.72 ^{a(x)}
0% Etanol con sucralosa	90.54 ± 0.72 ^{a(x)}	90.02 ± 0.72 ^{a(x)}	89.40 ± 0.72 ^{a(x)}
1.5% Etanol con sacarosa	90.33 ± 0.72 ^{a(x)}	89.46 ± 0.72 ^{a(x)}	89.37 ± 0.72 ^{a(x)}
3% Etanol con sucralosa	90.28 ± 0.72 ^{a(x)}	90.26 ± 0.72 ^{a(x)}	90.64 ± 0.72 ^{a(x)}

^a Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (P>0.05), ^(xy) Letras iguales entre paréntesis son estadísticamente iguales en el tiempo (P>0.05), * Desviación estándar.

Cuadro 6. Análisis físico: color parámetro a*

TRATAMIENTO	COLOR Parámetro a* ± D.E. ¹		
	DÍA 0	DÍA 8	DÍA 16
1.5% Etanol con sacarosa	-1.47 ± 0.12 ^{a(x)}	-1.40 ± 0.12 ^{a(x)}	-1.16 ± 0.12 ^{a(x)}
0% Etanol con sacarosa	-1.44 ± 0.12 ^{a(x)}	-1.19 ± 0.12 ^{a(x)}	-1.32 ± 0.12 ^{a(x)}
3% Etanol con sacarosa	-1.32 ± 0.12 ^{a(x)}	-1.36 ± 0.12 ^{a(x)}	-1.16 ± 0.12 ^{a(x)}
3% Etanol con sucralosa	-1.29 ± 0.12 ^{a(x)}	-1.38 ± 0.12 ^{a(x)}	-1.12 ± 0.12 ^{a(x)}
0% Etanol con sucralosa	-1.23 ± 0.12 ^{a(x)}	-1.25 ± 0.12 ^{a(x)}	-1.06 ± 0.12 ^{a(x)}
1.5% Etanol con sucralosa	-1.13 ± 0.12 ^{a(x)}	-1.30 ± 0.12 ^{a(x)}	-1.08 ± 0.12 ^{a(x)}

^a Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (P>0.05), ^(xy) Letras iguales entre paréntesis son estadísticamente iguales en el tiempo (P>0.05), * Desviación estándar.

Cuadro 7. Análisis físico: color parámetro b*

TRATAMIENTO	COLOR Parámetro b* ± D.E. ¹		
	DÍA 0	DÍA 8	DÍA 16
0% Etanol con sucralosa	13.70 ± 0.14 ^{a(x)}	13.57 ± 0.14 ^{a(x)}	13.47 ± 0.14 ^{a(x)}
3% Etanol con sucralosa	13.66 ± 0.14 ^{a(x)}	13.52 ± 0.14 ^{a(x)}	13.28 ± 0.14 ^{a(x)}
1.5% Etanol con sucralosa	13.65 ± 0.14 ^{a(x)}	13.40 ± 0.14 ^{a(x)}	13.33 ± 0.14 ^{a(x)}
3% Etanol con sacarosa	13.44 ± 0.14 ^{a(x)}	13.40 ± 0.14 ^{a(x)}	13.48 ± 0.14 ^{a(x)}
0% Etanol con sacarosa	13.42 ± 0.14 ^{a(x)}	13.69 ± 0.14 ^{a(x)}	13.48 ± 0.14 ^{a(x)}
1.5% Etanol con sacarosa	13.30 ± 0.14 ^{a(x)}	13.38 ± 0.14 ^{a(x)}	13.54 ± 0.14 ^{a(x)}

^a Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (P>0.05), ^(xy) Letras iguales entre paréntesis son estadísticamente iguales en el tiempo (P>0.05), * Desviación estándar.

4.3 ANÁLISIS QUÍMICOS

4.3.1 Análisis de acidez

En el cuadro 8 se muestran los resultados para pH. Los únicos tratamientos que no mostraron cambios a través del tiempo en el pH fueron 3% etanol con sacarosa y 1.5% etanol con sucralosa. Todos los demás tratamientos mostraron cambios en acidez, siendo el día 16 más ácido que los otros días, esto se debe al uso de sucralosa. Estos datos son avalados por los datos presentados en el conteo de aerobios totales, donde la población bacteriana disminuye a través del tiempo por causa del alcohol y el tipo de edulcorante. Según Restrepo (2004), cuando se emplea sucralosa la percepción de acidez dada por el ácido láctico se prolonga sin presencias de regustos metálicos o picos de acidez desagradables. El panel sensorial prefirió el tratamiento 3% etanol con sucralosa el cual tiene un pH que desciende desde 4.54 hasta 4.23 a través del tiempo.

Cuadro 8. Análisis químico: acidez

TRATAMIENTO	pH ± D.E.*		
	DÍA 0	DÍA 8	DÍA 16
0% Etanol con sacarosa	4.78 ± 0.10 ^{a(x)}	4.48 ± 0.10 ^{a(y)}	4.45 ± 0.10 ^{a(y)}
1.5% Etanol con sacarosa	4.76 ± 0.10 ^{a(x)}	4.55 ± 0.10 ^{a(xy)}	4.35 ± 0.10 ^{a(y)}
3% Etanol con sacarosa	4.68 ± 0.10 ^{a(x)}	4.49 ± 0.10 ^{a(x)}	4.40 ± 0.10 ^{a(x)}
3% Etanol con sucralosa	4.54 ± 0.10 ^{a(x)}	4.34 ± 0.10 ^{a(xy)}	4.23 ± 0.10 ^{a(y)}
0% Etanol con sucralosa	4.51 ± 0.10 ^{a(x)}	4.33 ± 0.10 ^{a(xy)}	4.19 ± 0.10 ^{a(xy)}
1.5% Etanol con sucralosa	4.50 ± 0.10 ^{a(x)}	4.38 ± 0.10 ^{a(x)}	4.26 ± 0.10 ^{a(x)}

^a Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (P>0.05), ^(xy) Letras iguales entre paréntesis son estadísticamente iguales en el tiempo (P>0.05), * Desviación estándar.

4.3.2 Análisis ATECAL

No hubo diferencia significativa en valores de ATECAL entre tratamientos en ninguno de los días (cuadro 9). Se observaron cambios en el tiempo para todos los tratamientos exceptuando 0 y 1.5% etanol con sacarosa. La relación existente entre ATECAL y pH es inversamente proporcional, es decir, a medida que incrementa la acidez Titulable baja el nivel de pH, como se observa en los resultados presentados. Podemos observar que hay diferencias significativas en el tiempo para la variable ATECAL, en el pH se observan disminuciones paulatinas pero no drásticas para generar una diferencia significativa entre los tratamiento evaluados a través del tiempo.

Cuadro 9. Análisis químico: ATECAL

TRATAMIENTO	ATECAL \pm D.E.*		
	DÍA 0	DÍA 8	DÍA 16
1.5% Etanol con sacarosa	1.20 \pm 0.10 ^{a(x)}	1.22 \pm 0.10 ^{a(x)}	1.29 \pm 0.10 ^{a(x)}
0% Etanol con sucralosa	1.09 \pm 0.10 ^{a(x)}	1.21 \pm 0.10 ^{a(xy)}	1.47 \pm 0.10 ^{a(y)}
0% Etanol con sacarosa	1.06 \pm 0.10 ^{a(x)}	1.15 \pm 0.10 ^{a(x)}	1.23 \pm 0.10 ^{a(x)}
3% Etanol con sucralosa	1.03 \pm 0.10 ^{a(x)}	1.24 \pm 0.10 ^{a(xy)}	1.32 \pm 0.10 ^{a(y)}
1.5% Etanol con sucralosa	1.02 \pm 0.10 ^{a(x)}	1.25 \pm 0.10 ^{a(xy)}	1.33 \pm 0.10 ^{a(y)}
3% Etanol con sacarosa	0.94 \pm 0.10 ^{a(x)}	1.08 \pm 0.10 ^{a(xy)}	1.31 \pm 0.10 ^{a(y)}

^a Medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($P > 0.05$), ^(xy) Letras iguales entre paréntesis son estadísticamente iguales en el tiempo ($P > 0.05$), * Desviación estándar.

4.4 EVALUACIÓN SENSORIAL EXPLORATORIO

Los resultados obtenidos del análisis sensorial realizado se presentan a continuación. La calificación para cada característica está dada en una escala hedónica de nueve puntos, siendo 1 el más aceptado y 9 el menos aceptado.

4.4.1 Color

En el cuadro 10 se muestran los resultados de la evaluación sensorial para el parámetro de color de los distintos tratamientos a través del tiempo. No se observó ninguna diferencia significativa entre los tratamientos ni en las medidas repetidas en el tiempo. Los panelistas prefieren tratamientos que tengan un valor L* que oscile entre 88.79 y 90.80, un valor a* entre -1.06 y -1.47 además un valor b* de 13.28 - 13.70.

Cuadro 10. Análisis sensorial exploratorio: Color

TRATAMIENTO	COLOR \pm D.E.*		
	DÍA 0	DÍA 8	DÍA 16
3% etanol con sacarosa	6.74 \pm 0.47 ^{a(x)}	5.55 \pm 0.47 ^{a(x)}	5.54 \pm 0.47 ^{a(x)}
1.5% Etanol con sucralosa	6.21 \pm 0.47 ^{a(x)}	5.50 \pm 0.47 ^{a(x)}	5.24 \pm 0.47 ^{a(x)}
0% Etanol con sacarosa	6.21 \pm 0.47 ^{a(x)}	5.12 \pm 0.47 ^{a(x)}	4.91 \pm 0.47 ^{a(x)}
1.5% Etanol con sacarosa	6.05 \pm 0.47 ^{a(x)}	5.31 \pm 0.47 ^{a(x)}	5.09 \pm 0.47 ^{a(x)}
0% Etanol con sucralosa	5.90 \pm 0.47 ^{a(x)}	5.08 \pm 0.47 ^{a(x)}	5.28 \pm 0.47 ^{a(x)}
3% Etanol con sucralosa	5.56 \pm 0.47 ^{a(x)}	5.19 \pm 0.47 ^{a(x)}	5.37 \pm 0.47 ^{a(x)}

^a Medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($P > 0.05$), ^(xy) Letras iguales entre paréntesis son estadísticamente iguales en el tiempo ($P > 0.05$), * Desviación estándar.

4.4.2 Aroma

Hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) para el aroma entre tratamientos (cuadro 11). El tratamiento con 3% etanol con sacarosa fue el que menos gustó en comparación a 0% etanol con sucralosa, 1.5% etanol con sacarosa y 3% etanol con sucralosa. Esta tendencia se mantuvo en el tiempo. La aceptación que hubo por la característica del aroma para el tratamiento 0% etanol con sacarosa, incrementó con el paso del tiempo. En los días 0, 8 y 16 se observan diferencias entre tratamientos 3% etanol con sacarosa y 1.5% etanol con sacarosa siendo este último más aceptado; esto indica que el panel sensorial fue capaz de discriminar entre la concentración de alcohol añadida para el yogur que contenía sacarosa y la adición de alcohol al yogur gustó cuando se añadió en 1.5% a sacarosa y 3% a sucralosa.

Cuadro 11. Análisis sensorial exploratorio: Aroma

TRATAMIENTO	AROMA \pm D.E.*		
	DÍA 0	DÍA 8	DÍA 16
3% Etanol con sacarosa	6.57 \pm 0.34 ^{a(x)}	5.73 \pm 0.34 ^{a(x)}	6.04 \pm 0.34 ^{a(x)}
0% Etanol con sacarosa	6.18 \pm 0.34 ^{ab(x)}	5.22 \pm 0.34 ^{ab(xy)}	5.08 \pm 0.34 ^{ab(y)}
1.5% Etanol con sucralosa	5.88 \pm 0.34 ^{abc(x)}	5.22 \pm 0.34 ^{ab(x)}	5.56 \pm 0.34 ^{a(x)}
0% Etanol con sucralosa	5.36 \pm 0.34 ^{bcd(x)}	4.99 \pm 0.34 ^{ab(x)}	5.14 \pm 0.34 ^{ab(x)}
1.5% Etanol con sacarosa	4.95 \pm 0.34 ^{cd(x)}	4.59 \pm 0.34 ^{b(x)}	4.34 \pm 0.34 ^{b(x)}
3% Etanol con sucralosa	4.85 \pm 0.34 ^{d(x)}	4.84 \pm 0.34 ^{ab(x)}	5.12 \pm 0.34 ^{ab(x)}

^a Medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($P > 0.05$), ^(xy) Letras iguales entre paréntesis son estadísticamente iguales en el tiempo ($P > 0.05$), * Desviación estándar.

4.4.3 Acidez

En el cuadro 12 se muestran los datos obtenidos para acidez. Solo se observaron diferencias significativas entre tratamientos para el día 0. El panel sensorial sólo pudo encontrar diferencias significativas en acidez en el tratamiento 3% etanol con sucralosa, donde disminuyó su aceptación a través del tiempo. En los demás tratamientos se mantuvo la aceptación de este parámetro en el tiempo de anaquel. Los panelistas prefieren un yogur con pH entre 4.50 y 4.68 para el día 0.

Cuadro 12. Análisis sensorial exploratorio: acidez

TRATAMIENTO	ACIDEZ ± D.E.*		
	DÍA 0	DÍA 8	DÍA 16
0% Etanol con sacarosa	6.03 ± 0.56 ^{a(x)}	5.19 ± 0.56 ^{a(x)}	5.04 ± 0.56 ^{a(x)}
1.5% Etanol con sacarosa	4.98 ± 0.56 ^{ab(x)}	4.76 ± 0.56 ^{a(x)}	4.43 ± 0.56 ^{a(x)}
3% Etanol con sacarosa	4.05 ± 0.56 ^{bc(x)}	4.14 ± 0.56 ^{a(x)}	4.33 ± 0.56 ^{a(x)}
0% Etanol con sucralosa	3.83 ± 0.56 ^{bc(x)}	3.98 ± 0.56 ^{a(x)}	4.21 ± 0.56 ^{a(x)}
1.5% Etanol con sucralosa	3.30 ± 0.56 ^{c(x)}	3.95 ± 0.56 ^{a(x)}	4.10 ± 0.56 ^{a(x)}
3% Etanol con sucralosa	2.81 ± 0.56 ^{c(y)}	3.74 ± 0.56 ^{a(xy)}	4.55 ± 0.56 ^{a(x)}

^a Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (P>0.05), ^(xy) Letras iguales entre paréntesis son estadísticamente iguales en el tiempo (P>0.05), * Desviación estándar.

4.4.4 Viscosidad

El día 0 es el único que presenta preferencia significativa por los tratamientos que tienen sucralosa (cuadro 13). A partir del día 8, todos los tratamientos son estadísticamente iguales en su viscosidad. En relación a los datos obtenidos con el viscosímetro de Brookfield, se concluye que el panel sensorial prefieren tratamientos que tengan viscosidades de 1.02 ó 1.56 (Pa. S) para el día 0. Para los demás días la viscosidad no fue un factor determinante ya que todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales.

Cuadro 13. Análisis sensorial exploratorio: viscosidad

TRATAMIENTO	VISCOSIDAD ± D.E.*		
	DÍA 0	DÍA 8	DÍA 16
0% Etanol con sacarosa	6.20 ± 0.52 ^{a(x)}	5.14 ± 0.52 ^{a(x)}	4.83 ± 0.52 ^{a(x)}
1.5% Etanol con sacarosa	6.14 ± 0.52 ^{a(x)}	5.21 ± 0.52 ^{a(x)}	5.05 ± 0.52 ^{a(x)}
3% Etanol con sacarosa	5.98 ± 0.52 ^{a(x)}	5.28 ± 0.52 ^{a(x)}	5.58 ± 0.52 ^{a(x)}
0% Etanol con sucralosa	4.77 ± 0.52 ^{ab(x)}	4.64 ± 0.52 ^{a(x)}	4.70 ± 0.52 ^{a(x)}
3% Etanol con sucralosa	4.37 ± 0.52 ^{b(x)}	4.33 ± 0.52 ^{a(x)}	5.16 ± 0.52 ^{a(x)}
1.5% Etanol con sucralosa	4.26 ± 0.52 ^{b(x)}	4.27 ± 0.52 ^{a(x)}	4.16 ± 0.52 ^{a(x)}

^a Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (P>0.05), ^(xy) Letras iguales entre paréntesis son estadísticamente iguales en el tiempo (P>0.05), * Desviación estándar.

4.4.5 Sabor

Según el cuadro 14, solamente hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) en cuanto a la aceptación por sabor entre tratamientos en el día 0, siendo el tratamiento 0% etanol con sacarosa el que menos gustó por su sabor ya que en la escala usada 9 era el tratamiento menos aceptado. En ningún tratamiento se encontraron cambios significativos en el tiempo. Los tratamientos que más gustaron fueron 1.5 y 3% etanol con sucralosa ya que tienen las medias más bajas aunque son estadísticamente iguales a los tratamientos 0% etanol con sucralosa y 1.5% etanol con sacarosa.

Cuadro 14. Análisis sensorial exploratorio: sabor

TRATAMIENTO	SABOR \pm D.E.*		
	DÍA 0	DÍA 8	DÍA 16
0% Etanol con sacarosa	6.50 \pm 0.72 ^{a (x)}	5.25 \pm 0.72 ^{a (x)}	5.77 \pm 0.72 ^{a (x)}
3% Etanol con sacarosa	4.50 \pm 0.72 ^{ab (x)}	4.52 \pm 0.72 ^{a (x)}	5.08 \pm 0.72 ^{a (x)}
0% Etanol con sucralosa	4.34 \pm 0.72 ^{bc (x)}	3.91 \pm 0.72 ^{a (x)}	4.17 \pm 0.72 ^{a (x)}
1.5% Etanol con sacarosa	4.34 \pm 0.72 ^{bc (x)}	4.27 \pm 0.72 ^{a (x)}	4.14 \pm 0.72 ^{a (x)}
1.5% Etanol con sucralosa	2.97 \pm 0.72 ^{bc (x)}	4.02 \pm 0.72 ^{a (x)}	4.58 \pm 0.72 ^{a (x)}
3% Etanol con sucralosa	2.39 \pm 0.72 ^{c (x)}	3.70 \pm 0.72 ^{a (x)}	4.24 \pm 0.72 ^{a (x)}

^a Medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($P > 0.05$), ^(xy) Letras iguales entre paréntesis son estadísticamente iguales en el tiempo ($P > 0.05$), * Desviación estándar.

4.4.6 Aceptación general

En general, todos los tratamientos prevalecieron en su aceptación sobre 0% etanol con sacarosa. No hubo cambios significativos en el tiempo ($P < 0.05$). La razón por la cual se observan cambios entre tratamientos únicamente en el día 0, es porque el alcohol es recién agregado y no se ha incorporado completamente para este momento. Además, el panel sensorial no estaba entrenado para discriminar los tratamientos según la concentración de alcohol para niveles de 1.5 y 3%. Sin embargo, si fue capaz de detectar diferencias entre niveles de edulcorante según se muestra en el cuadro 15. Existe una relación directa con los resultados obtenidos para sabor.

Cuadro 15. Análisis sensorial exploratorio: aceptación general

TRATAMIENTO	ACEPTACIÓN GENERAL \pm D.E.*		
	DÍA 0	DÍA 8	DÍA 16
0% Etanol con sacarosa	6.43 \pm 0.64 ^{a(x)}	5.27 \pm 0.64 ^{a(x)}	5.55 \pm 0.64 ^{a(x)}
1.5% Etanol con sacarosa	4.61 \pm 0.64 ^{ab(x)}	4.45 \pm 0.64 ^{a(x)}	4.28 \pm 0.64 ^{a(x)}
3% Etanol con sacarosa	4.33 \pm 0.64 ^{b(x)}	4.33 \pm 0.64 ^{a(x)}	4.28 \pm 0.64 ^{a(x)}
0% Etanol con sucralosa	3.78 \pm 0.64 ^{b(x)}	3.97 \pm 0.64 ^{a(x)}	4.05 \pm 0.64 ^{a(x)}
1.5% Etanol con sucralosa	3.42 \pm 0.64 ^{b(x)}	4.05 \pm 0.64 ^{a(x)}	4.54 \pm 0.64 ^{a(x)}
3% Etanol con sucralosa	2.79 \pm 0.64 ^{b(x)}	3.90 \pm 0.64 ^{a(x)}	4.45 \pm 0.64 ^{a(x)}

^a Medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($P > 0.05$), ^(xy) Letras iguales entre paréntesis son estadísticamente iguales en el tiempo ($P > 0.05$), * Desviación estándar.

4.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

A continuación se muestran los resultados obtenidos del análisis microbiológico para yogur con alcohol.

4.5.1 Análisis de coliformes totales

Según la administración de alimentos y farmacéuticos (FDA 2003) el conteo máximo permisible de coliformes totales para yogur debe ser < 10 unidades formadoras de colonia (ufc/ml) de producto.

Como se observa en el cuadro 16 los tratamientos y sus distintas repeticiones están bajo el máximo permisible de conteo de coliformes totales, gracias a la implementación de buenas prácticas de manufactura usadas al elaborar el yogur y al hacer los respectivos análisis. De igual manera, las condiciones de almacenamiento del producto influyeron en los resultados al ser inocuas y con temperaturas bajas ($4\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Cuadro 16. Análisis microbiológico: coliformes totales

TRATAMIENTO	COLIFORMES TOTALES (ufc/ml) ¹		
	DÍA 0	DÍA 8	DÍA 16
0% Etanol con sacarosa	<1	<1	<1
1.5% Etanol con sacarosa	<1	<1	<1
3% Etanol con sacarosa	<1	<1	<1
0% Etanol con sucralosa	<1	<1	<1
1.5% Etanol con sucralosa	<1	<1	<1
3% Etanol con sucralosa	<1	<1	<1

¹ Nivel máximo permitido es de 10 ufc/ml de producto

4.5.2 Análisis de aerobios totales

Por facilidad de manejo de los datos, se presentan en Log_{10} , para obtener el número real del conteo de bacterias, se debe calcular el anti-logaritmo del valor presentado. El cuadro 17 muestra los conteos de aerobios totales que resultaron de este estudio, donde se observa que las concentraciones de alcohol usadas tuvieron influencia negativa en el crecimiento de las bacterias del yogur a través del tiempo. En el día 0 se observan diferencias significativas entre los tratamientos 0% etanol con sacarosa y 0% etanol con sucralosa, en el día 8 no se observan diferencias significativas entre tratamientos ya que el yogur tuvo una tendencia a estabilizar el conteo de bacterias.

Posteriormente, en el día 16 se observa un descenso significativo en el conteo microbiano entre tratamientos y a través del tiempo. Según Damini et al. (2009), un yogur debe tener 1 millón de células viables para contribuir con las propiedades nutritivas del mismo. Esto significa que los beneficios aportados por las bacterias ácido-lácticas del yogur pueden percibirse de igual forma en un yogur convencional y uno con alcohol.

Cuadro 17. Análisis microbiológico: aerobios totales

TRATAMIENTO	AEROBIOS TOTALES \pm D.E.*		
	Log 10^{-7} (ufc/ml) ¹		
	DÍA 0	DÍA 8	DÍA 16
0% Etanol con sacarosa	9.25 \pm 0.1 ^{a(x)}	8.93 \pm 0.1 ^{a(y)}	8.70 \pm 0.1 ^{ac(z)}
1.5% Etanol con sacarosa	9.16 \pm 0.1 ^{ab(x)}	8.98 \pm 0.1 ^{a(y)}	8.88 \pm 0.1 ^{b(y)}
1.5% Etanol con sucralosa	9.15 \pm 0.1 ^{ab(x)}	8.96 \pm 0.1 ^{a(y)}	8.81 \pm 0.1 ^{ab(y)}
3% Etanol con sucralosa	9.13 \pm 0.1 ^{ab(x)}	8.89 \pm 0.1 ^{a(y)}	8.75 \pm 0.1 ^{ab(y)}
3% Etanol con sacarosa	9.09 \pm 0.1 ^{ab(x)}	8.88 \pm 0.1 ^{a(y)}	8.64 \pm 0.1 ^{ac(z)}
0% Etanol con sucralosa	9.03 \pm 0.1 ^{b(x)}	8.84 \pm 0.1 ^{a(y)}	8.55 \pm 0.1 ^{c(z)}

¹ Nivel mínimo es de 1,000,000 de células viables. ^a Medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($P > 0.05$), ^(xy) Letras iguales entre paréntesis son estadísticamente iguales en el tiempo ($P > 0.05$), * Desviación estándar.

4.6 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

No hubo una relación lineal significativa entre las variables acidez, viscosidad y color para los tratamientos en los análisis sensoriales y físico-químicos pues en todos los casos el número de Pearson es menor a 0.70, según muestra el cuadro 18.

La viscosidad resultó un valor negativo, sin embargo la probabilidad ($P = 0.9494$) indica que no hubo diferencia significativa entre los resultados de estas variables analizadas físico-química y sensorialmente, donde existió una relación inversa en el número de Pearson (-0.009). El color con una $P = 0.0053$ y un número de Pearson de 0.374, tuvo

diferencia significativa entre el análisis fisicoquímico de luminosidad y el análisis sensorial. La escala hedónica usada para el análisis sensorial era de nueve puntos y el parámetro de luminosidad va de 0 a 100. La correlación que existe entre la variable acidez detectada por el panel sensorial y la detectada por el análisis fisicoquímico son estadísticamente iguales con una $P = 0.0597$ y un número de Pearson de 0.257. Estos resultados se deben a que las unidades que se usaron para medir las variables (acidez, viscosidad y color) fueron distintas en cada análisis por lo que la relación resulta baja.

Cuadro 18. Análisis de correlación entre variables.

	ACIDEZ S	VISCOSIDAD S	ACIDEZ FQ	VISCOSIDAD FQ	COLOR S	COLOR FQ
ACIDEZ S	1.00	0.68 <0.0001	0.26 0.06	0.09 0.52	-0.11 0.44	0.07 0.63
VISCOSIDAD S	0.68 <0.0001	1.00	0.09 0.54	-0.01 0.95	0.51 <0.0001	0.25 0.06
COLOR S	-0.11 0.44	0.51 <0.0001	-0.20 0.15	-0.19 0.17	1.00	0.37 0.01
ACIDEZ FQ	0.26 0.06	0.09 0.54	1.00	-0.003 0.99	-0.20 0.15	-0.17 0.21
VISCOSIDAD FQ	0.09 0.52	-0.01 0.95	-0.003 0.99	1.00	-0.19 0.17	-0.53 <0.0001
COLOR FQ	0.07 0.63	0.25 0.06	-0.17 0.21	-0.53 <0.0001	0.37 0.01	1.00

S = sensorial, FQ = físico-químico, el número debajo es la significancia ($P > 0.05$).

4.7 ANÁLISIS DE EFECTO ENTRE NIVELES

4.7.1 Efecto del edulcorante

En el cuadro 19 se especifica el efecto que tuvo el edulcorante en sus dos niveles (sacarosa y sucralosa) para las variables fisicoquímicas en los seis tratamientos a través del tiempo. En el día 8 la viscosidad fue significativamente diferente ($P < 0.05$) al día 0 y 16 debido a que el yogur se comporta como un producto tixotrópico mostrando un cambio en su viscosidad que luego se estabilizará si los parámetros son optimizados.

La variable pH presentó diferencia significativa ($P < 0.05$) en el día 16 pues los tratamientos se acidificaron con el paso del tiempo. Las demás variables no tuvieron diferencia significativa.

Cuadro 19. Efecto del edulcorante para análisis fisicoquímicos.

Edulcorante	Viscosidad	L	a	b	pH	ATECAL	Aerobios totales
Probabilidad día 0	0.91	0.71	0.10	0.06	0.06	0.83	0.15
Probabilidad día 8	0.01	0.18	0.94	0.91	0.09	0.19	0.57
Probabilidad día 16	0.14	0.47	0.19	0.13	0.03	0.20	0.67

En el cuadro del 20 se especifica el efecto que tuvo el edulcorante en sus dos niveles (sacarosa y sucralosa) para las variables sensoriales en los seis tratamientos a través del tiempo. Se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en las variables sabor, textura, acidez y aceptación general en el día 0 para los seis tratamientos. Esto se debe a los niveles de azúcar agregados en el día de elaboración del yogur aun no están totalmente estables. Los niveles de edulcorante usados, no tuvieron efecto significativo en las demás variables a través del tiempo ni entre tratamientos.

Cuadro 20. Efecto del edulcorante para análisis sensorial.

Edulcorante	Color	Aroma	Sabor	Textura	Acidez	Aceptación General
Probabilidad día 0	0.19	0.13	0.01	0.01	0.01	0.01
Probabilidad día 8	0.90	0.68	0.31	0.12	0.14	0.30
Probabilidad día 16	0.76	0.74	0.25	0.24	0.48	0.25

4.7.2 Efecto del alcohol

En el cuadro 21 se especifican los datos obtenidos para el efecto que tiene la adición de alcohol (1.5 y 3%) sobre las características fisicoquímicas del yogur a través del tiempo. La única variable que se ve afectada por el alcohol en el tiempo fue el conteo de aerobios totales. La adición de alcohol tuvo efecto en la disminución de la carga bacteriana a partir del día 8.

Cuadro 21. Efecto del alcohol para análisis físico-químico.

Alcohol	Viscosidad	L	a	b	pH	ATECAL	Aerobios totales
Probabilidad día 0	0.78	0.81	0.98	0.71	0.89	0.26	0.16
Probabilidad día 8	0.68	0.96	0.85	0.47	0.68	0.33	0.02
Probabilidad día 16	0.37	0.97	0.88	0.70	0.91	0.90	0.04

En el cuadro 22 se presentan los datos obtenidos para el efecto que tiene la adición de alcohol (1.5 y 3%) sobre las características sensoriales del yogur a través del tiempo. Ninguna variable se vio afectada por la adición de alcohol en sus diferentes concentraciones, en cuanto a características sensoriales se refiere.

Cuadro 22. Efecto del alcohol para análisis sensorial.

Alcohol	Color	Aroma	Sabor	Textura	Acidez	Aceptación General
Probabilidad día 0	0.97	0.56	0.77	0.97	0.24	0.43
Probabilidad día 8	0.96	0.40	0.97	0.92	0.53	0.88
Probabilidad día 16	0.53	0.13	0.70	0.13	0.77	0.63

4.8 ANÁLISIS ECONÓMICO

En el cuadro 23 se muestra que el costo variable actual de la elaboración de yogur natural para una tanda de 10 litros es de 209.54 lempiras en la planta de Lácteos de Zamorano.

Cuadro 23. Costo de la formulación actual de yogur natural*

INGREDIENTE	PRECIO (L)	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO (L)
Leche	8.65	Lts	10	86.50
Leche descremada en polvo	67.55	kg	0.54	36.48
Estabilizador	168.62	kg	0.05	8.43
Cultivo láctico	8.06	gr	0.13	1.01
Azúcar	5.43	kg	0.85	4.62
Sorbato de potasio	159.84	kg	0.01	0.96
Envase 210 ml	1.13	unidad	45	50.85
Tapa	0.46	unidad	45	20.70
TOTAL				209.54

* Planta de Lácteos Zamorano para 10 litros

En los cuadros del 24 al 28 se muestran más detalladamente los costos variables para una tanda de 10 litros de cada uno de los tratamientos evaluados. En el cuadro 29 se comparan los costos variables al elaborar tandas de 10 litros para los 6 tratamientos, incluyendo el control azúcar que se encuentra detallado en el cuadro 24. Los tratamientos con sucralosa, representan dos veces los costos de aquellos con azúcar y la adición de alcohol representa incremento de 0.14 lempiras por cada 0.15 litros de alcohol adicionado (cuadro 29). Esto no significa que la rentabilidad sea menor, es necesario hacer un estudio de mercado para estimar el precio que el cliente estaría dispuesto a pagar y así mismo que tan rentable sería producirlo.

Cuadro 24. Costos variables para el tratamiento 0% Etanol con sucralosa

INGREDIENTE	PRECIO (L)	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO (L)
Leche	8.65	L	10	86.50
Leche descremada en polvo	67.55	kg	0.54	36.48
Estabilizador	168.62	kg	0.05	8.43
Cultivo láctico	8.06	gr	0.13	1.01
Splenda (sucralosa)	912.5	kg	0.17	155.13
Sorbato de potasio	159.84	kg	0.01	0.96
Envase 210 mL	1.13	unidad	45	50.85
Tapa	0.46	unidad	45	20.70
TOTAL				360.05

Cuadro 25. Costos variables para el tratamiento 1.5% etanol con sacarosa.

INGREDIENTE	PRECIO (L)	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO (L)
Leche	8.65	L	10	86.50
Leche descremada en polvo	67.55	kg	0.54	36.48
Estabilizador	168.62	kg	0.05	8.43
Cultivo láctico	8.06	gr	0.13	1.01
Azúcar (sacarosa)	5.43	kg	0.85	4.62
Sorbato de potasio	159.84	kg	0.01	0.96
Alcohol etílico 95%	42.40	L	0.15	6.36
Envase 210 mL	1.13	unidad	45	50.85
Tapa	0.46	unidad	45	20.70
TOTAL				215.90

Cuadro 26. Costos variables para el tratamiento 1.5% etanol con sucralosa.

INGREDIENTE	PRECIO (L)	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO (L)
Leche	8.65	L	10	86.50
Leche descremada en polvo	67.55	kg	0.54	36.48
Estabilizador	168.62	kg	0.05	8.43
Cultivo láctico	8.06	gr	0.13	1.01
Splenda (sucralosa)	912.5	kg	0.17	155.13
Sorbato de potasio	159.84	kg	0.01	0.96
Alcohol etílico 95%	42.40	L	0.15	6.36
Envase 210 mL	1.13	unidad	45	50.85
Tapa	0.46	unidad	45	20.70
TOTAL				366.41

Cuadro 27. Costos variables para el tratamiento 3% etanol con sacarosa.

INGREDIENTE	PRECIO (L)	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO (L)
Leche	8.65	L	10	86.50
Leche descremada en polvo	67.55	kg	0.54	36.48
Estabilizador	168.62	kg	0.05	8.43
Cultivo láctico	8.06	gr	0.13	1.01
Azúcar (sacarosa)	5.43	kg	0.85	4.62
Sorbato de potasio	159.84	kg	0.01	0.96
Alcohol etílico 95%	42.40	L	0.30	12.72
Envase 210 mL	1.13	unidad	45	50.85
Tapa	0.46	unidad	45	20.70
TOTAL				222.26

Cuadro 28. Costo variables para el tratamiento 3% etanol con sucralosa.

INGREDIENTE	PRECIO (L)	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO (L)
Leche	8.65	L	10	86.50
Leche descremada en polvo	67.55	kg	0.54	36.48
Estabilizador	168.62	kg	0.05	8.43
Cultivo láctico	8.06	gr	0.13	1.01
Splenda (sucralosa)	912.5	kg	0.17	155.13
Sorbato de potasio	159.84	kg	0.01	0.96
Alcohol etílico 95%	42.40	L	0.30	12.72
Envase 210 mL	1.13	unidad	45	50.85
Tapa	0.46	unidad	45	20.70
TOTAL				372.77

Cuadro 29. Comparación de costos variables entre tratamientos.

TRATAMIENTO	COSTO L/TANDA	COSTO L/UNIDAD
0% Etanol con Sacarosa	209.54	4.66
1.5% Etanol con Sacarosa	215.90	4.80
3% Etanol con Sacarosa	222.26	4.93
0% Etanol con Sucralosa	360.05	8.00
1.5% Etanol con Sucralosa	366.41	8.14
3% Etanol con Sucralosa	372.77	8.28

5. CONCLUSIONES

- La adición de alcohol influye significativamente en el crecimiento de los aerobios totales del yogur debido a que las concentraciones usadas (0, 1.5 y 3%) de etanol más los tipos de edulcorantes utilizados crean una combinación favorable para la disminución en el conteo de bacterias lácticas. Dicha disminución no fue drástica como para desfavorecer los beneficios que se obtiene de las bacterias del yogur.
- La adición de alcohol solo tiene efecto aumentando la acidez titulable del yogur cuando se agrega 3% de etanol. En cambio, el uso de sucralosa (Splenda) siempre tiene efecto en el aumento de acidez del yogur.
- La incorporación de etanol al yogur natural tiene un efecto significativo en el cambio de aroma, acidez, sabor y aceptación general del yogur, con niveles de aceptación buenos siendo los tratamientos con sucralosa los más aceptados.
- En el aspecto económico, la incorporación de Splenda al yogur representa dos veces los costos de elaborar yogur con azúcar y la adición de alcohol constituye un incremento de 0.14 lempiras por cada 0.15 litros de alcohol adicionado.

6. RECOMENDACIONES

- Cuantificar de forma independiente las bacterias del yogur (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*) usando medios de cultivo específicos.
- Realizar un estudio de vida útil del producto.
- Hacer un estudio de mercado para estimar el precio y la aceptación que tendría el yogur con alcohol una vez lanzado al mercado.
- Replicar el estudio adicionando sabores al yogur y diferentes tipos de edulcorantes con un panel sensorial entrenado.
- Al momento de adicionar los ingredientes, mezclar la sucralosa (Splenda) con la leche en polvo para evitar formación de grumos.

7. LITERATURA CITADA

Aurelio Revilla. 2009. Tecnología de la leche.

Calorie Control Consil. 2009. 1100 Johnson Ferry Road, Suite 300, Atlanta, GA 30342.
Disponible en: www.caloriecontrol.org, www.sucralosa-es.org

Codex alimentarius. 2000. Informe de la cuarta reunion del comité del Codex sobre la leche y los productos lácteos.

Damin M.R., Oliveira M.N., Nunes A.P., Alcantara M.R. 2009. Effects of milk supplementation with skim milk powder, whey protein concentrate and sodium caseinate on acidification kinetics, rheological properties and structure of nonfat stirred yogurt. *Food science and technology* 42:1744-1750. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2009.03.019>.

FAO. 2007. La situación de los recursos zoogenéticos mundiales para la alimentación y la agricultura (en línea). Consultado el 20 de junio de 2010. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/012/a1250s/a1250s.pdf>

FDA. 2003. Report of the expert panel on the generally recognized as safe (GRAS) status of barley betafiber (en línea). Consultado 6 de octubre de 2010. Disponible en: <http://www.fda.gov/ohrms/dockets/dockets/06p0393/06p-0393-cp00001-043-Tab-G-GRAS-Expert-Panel-vol2.pdf>

García Garibay et al. 2004. *Biotecnología Alimentaria*, Editorial Limusa, S.A de C.V. Grupo Noriega Editores, 126p.

Journal of the society of dairy technology. Yogurt cultures (1973). Disponible en línea: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1471-0307.1973.tb02053.x/abstract>

Lluís Serra. 2009. Catedrático de medicina preventiva y salud pública de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Mauricio Restrepo Gallego. 2004. Sinergia entre edulcorantes no calóricos y ácido fumárico. Corporación Universitaria Lasallista. Antioquia, Colombia. 46-53p.

Meilgaard, Civille, Carr. 1999. *Sensory Evaluation Techniques*, Tercera Edition. 253p.

Mundo cárnico y lácteo. 2007. Tendencia en fortificación de productos lácteos. Disponible en línea:

Réjeanne Gougeon¹ PhD, Mark Spidel² MSc, Kristy Lee³ BSc, Catherine J. Field³ PhD. 2004. Non-nutritive Intense Sweeteners in Diabetes Management, Canadian Diabetes Association National Nutrition, Committee Technical Review, Canadian journal of diabetes. 28(4):385-399p.

Somkuti G.A., Steinberg D.H., Dominiacki M.E. 1998. Permeabilization of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* with ethanol. Current microbiology 36:202-206. DOI: <http://wyndmoor.arserrc.gov/Page/1997%5C6529.pdf>.

USDA. 2010. Economic Research Service U.S per capita in Dairy food, disponible en línea:

<http://www.ers.usda.gov/Data/FoodConsumption/app/reports/displayCommodities.aspx?reportName=Beverages+by+subgroup&id=41#startForm>

Wendy Rojas et al. 2007. Características del yogur batido de fresa derivadas de diferentes proporciones de leche de vaca y cabra. Disponible en línea: <http://www.vinv.ucr.ac.cr/latindex/agromeso-18-2/8.Rojas-yogurt.pdf>

Zenith International. 2008. Dairy products demand sees global increase. Disponible en línea: http://www.zenithinternational.com/news/press_release_detail.asp?id=248

8. ANEXOS

Anexo 1. Formato para evaluación sensorial de yogur con alcohol

Muestra XXX:**Nombre:** _____**Fecha:** _____**Color**

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me gusta extremadamente	Me gusta mucho	Me gusta moderadamente	Me gusta levemente	N.g/N.d.	Me disgusta levemente	Me disgusta moderadamente	Me disgusta mucho	Me disgusta extremadamente

Aroma

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me gusta extremadamente	Me gusta mucho	Me gusta moderadamente	Me gusta levemente	N.g/N.d.	Me disgusta levemente	Me disgusta moderadamente	Me disgusta mucho	Me disgusta extremadamente

Sabor

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me gusta extremadamente	Me gusta mucho	Me gusta moderadamente	Me gusta levemente	N.g/N.d.	Me disgusta levemente	Me disgusta moderadamente	Me disgusta mucho	Me disgusta extremadamente

Textura

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me gusta extremadamente	Me gusta mucho	Me gusta moderadamente	Me gusta levemente	N.g/N.d.	Me disgusta levemente	Me disgusta moderadamente	Me disgusta mucho	Me disgusta extremadamente

Acidez

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me gusta extremadamente	Me gusta mucho	Me gusta moderadamente	Me gusta levemente	N.g/N.d.	Me disgusta levemente	Me disgusta moderadamente	Me disgusta mucho	Me disgusta extremadamente

Aceptación General

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me gusta extremadamente	Me gusta mucho	Me gusta moderadamente	Me gusta levemente	N.g/N.d.	Me disgusta levemente	Me disgusta moderadamente	Me disgusta mucho	Me disgusta extremadamente

Gracias por su tiempo.

Anexo 2. Desarrollo de la viscosidad del yogur batido.

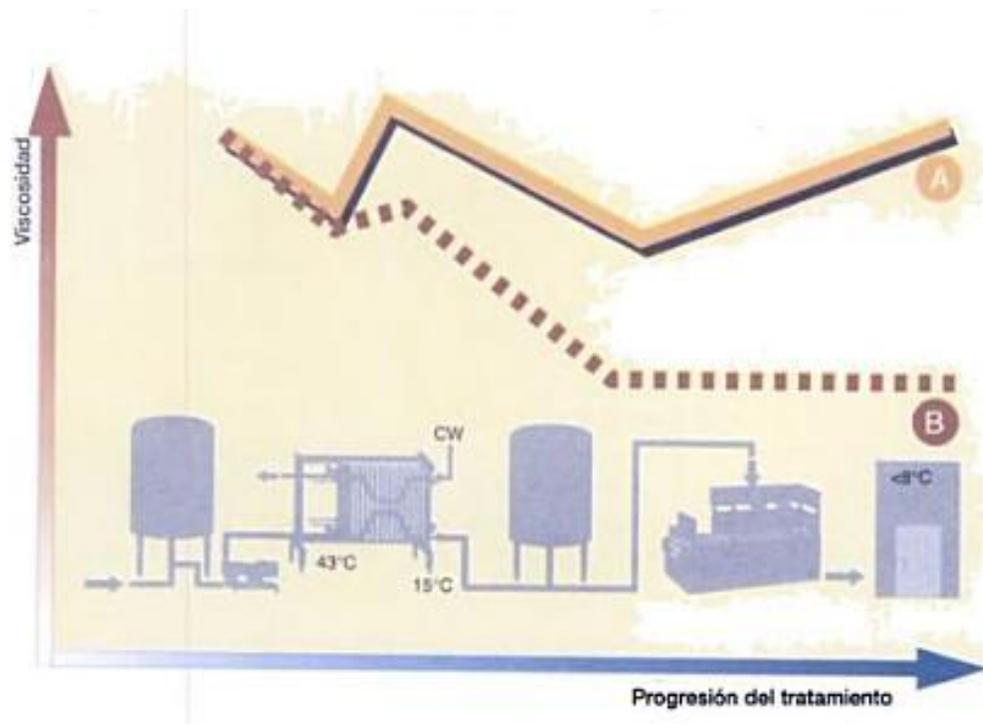


Figura 5. Desarrollo de la viscosidad del yogur batido.
Fuente. Bylund *et.al.* (2003).

En la figura 5 se muestra el comportamiento reológico del yogur. La curva A representa la situación ideal que se daría cuando se han optimizado todas las operaciones que influyen sobre la estructura y la viscosidad. La curva B muestra el resultado que se obtiene cuando el producto ha sido maltratado en el camino desde el tanque de incubación hasta el envasado y el almacenamiento refrigerado.