

**Efecto de la acidez y grasa
en las propiedades físico – químicas
y sensoriales del helado de yogur**

Mauricio Francisco Moreira Garzón

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2008

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Efecto de la acidez y grasa en las propiedades físico - químicas y sensoriales del helado de yogur

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

Presentado por

Mauricio Francisco Moreira Garzón

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2008

Efecto de la acidez y grasa en las propiedades físico – químicas y sensoriales del helado de yogur

Presentado por:

Mauricio Francisco Moreira Garzón

Aprobado:

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Asesor Principal

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

Francisco Javier Bueso, Ph.D.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

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

RESUMEN

Moreira, M. 2008. Efecto de la acidez y grasa en las propiedades físico – químicas y sensoriales del helado de yogur. Proyecto de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria. Zamorano. Honduras. 26p.

El yogur junto al helado son productos lácteos muy populares y de alto consumo a nivel mundial, con un consumo promedio de 19 litros por persona en USA en el 2004. El helado de yogur es una combinación de los dos productos, obtenido por la congelación del yogur. El objetivo principal del estudio fue determinar el efecto de la acidez y la grasa en las características físico-químicas y sensoriales del helado de yogur. Con esta finalidad se evaluaron 4 tratamientos: yogur a 0.3 ATECAL, yogur a 0.4 ATECAL, mezcla yogur y helado 50/50 a 0.3 ATECAL y mezcla yogur y helado 50/50 a 0.4 ATECAL. Se utilizó un diseño experimental BCA con los 4 tratamientos y 3 repeticiones para un total de 12 unidades experimentales. Cada tratamiento se evaluó sensorialmente con un panel de 12 personas no capacitadas pero relacionadas con el área de productos lácteos. Se evaluó apariencia, color, acidez, textura y sabor, se determinó como el preferido el tratamiento con yogur 0.4 ATECAL y mezcla de helado. Las características físico-químicas evaluadas fueron: textura, color y pH. Se comparó la textura y el color con el análisis sensorial y se determinó que los tratamientos más aceptados y de mayor preferencia fueron los que tuvieron una combinación 50/50 de mezcla para yogur y helado. El costo variable de elaborar un kg de helado de yogur combinado con mezcla para helado fue L. 23.68 y para un litro del mismo con un sobreabundamiento del 80% el costo fue L. 18.04.

Palabras clave: ATECAL, grasa, mezcla para helados.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros.....	v
Índice de Figuras.....	vi
Índice de Anexos.....	vi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
5. CONCLUSIONES.....	20
6. RECOMENDACIONES.....	21
7. BIBLIOGRAFÍA.....	22
8. ANEXOS.....	23

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Diseño experimental.....	8
2. Evaluación sensorial de la apariencia del helado de yogur.....	11
3. Evaluación sensorial del color del helado de yogur.....	12
4. Evaluación sensorial de la acidez del helado de yogur.....	12
5. Evaluación sensorial del color del helado de yogur.....	13
6. Evaluación sensorial del sabor del helado de yogur.....	13
7. Fuerza de penetración (Newtons) del helado de yogur.....	14
8. Medición del color del helado de yogur valor L*.....	15
9. Medición del color del helado de yogur valor a*.....	15
10. Medición del color del helado de yogur valor b*.....	16
11. Resumen del análisis de color del helado de yogur.....	16
12. Medición del pH del helado de yogur.....	17
13. Resultados para la prueba de preferencia del helado de yogur.....	18
14. Conteo de coliformes totales para producto terminado.....	18
15. Costos variables para el mejor tratamiento, tanda de 60kg.....	19

Figuras **Página**

1. Flujo de proceso del helado de yogur..... 7

Anexos

1. Hoja de evaluación sensorial..... 24
2. Cuadros del SAS para parámetros sensoriales..... 25
3. Cuadros del SAS para parámetros físicos y químicos (pH)..... 25

1. INTRODUCCIÓN

Según Pipa y Bayer (2001), el yogur congelado denominad también como helado de yogur, se compone de una mezcla de productos lácteos fermentados y azúcares, con la adición de espesantes, aromas u otros suplementos habituales como mezclas de frutas y similares.

Para la elaboración de un helado es muy importante el contenido de grasa, que influirá representativamente en la textura; particularmente para el helado de yogur es muy importante la acidez de la mezcla que determina la aceptación de los consumidores, los mismos que para en el mercado hondureño gustan de yogures de baja acidez.

Anteriormente se elaboraba en la planta de lácteos Zamorano una formulación de helado de yogur, que consistía básicamente en la congelación de yogur con 8% de grasa y para obtener un producto similar al helado normal. Sin embargo este producto presentaba una textura menos cremosa y con más cristalización.

Las nuevas tendencias en el mercado, el desarrollo de nuevos productos y consumidores más exigentes, dan una pauta para realizar un estudio donde se prueben diferentes cantidades de grasa y acidez en las mezclas para determinar el producto de más preferencia por los consumidores.

Al determinar las características sensoriales, físicas y químicas del helado de yogur de mayor preferencia para los consumidores se busca incentivar la producción de helado de yogur y que sea considerado para incluirlo en la cartera de productos de la planta de lácteos Zamorano.

De la misma manera al realizar un análisis marginal con los costos variables para la producción de helado de yogur y establecer el total de costos, la rentabilidad del mismo, comparándolo con el helado normal que se produce en la planta de lácteos así como con helados de yogur de otras marcas presentes en el mercado.

1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Se elaboraran varios tratamientos para la formulación de helado de yogur en la planta de lácteos de Zamorano, se relacionará la acidez de la mezcla con el tipo de mezcla para determinar el tratamiento más aceptado por un panel sensorial.

Para la elaboración de los tratamientos se utilizara como base la formulación así como el procedimiento contenidos en el Curso Practico de Industria Láctea (Revilla, 1995).

1.2 ANTECEDENTES

Hace varios años se producía en la planta de lácteos Zamorano una formulación de helado de yogur descrita en el Curso Practico de Industria Láctea (Revilla, 1995).

Cueva (2003), realizo un estudio para determinar la viabilidad técnica y el costo estimado para la elaboración de yogur firme sabor fresa en la Planta de Lácteos de Zamorano, evaluándose porcentaje de estabilizador (0.4 y 0.5%) y porcentaje de puré de fresas (14 y 16%). De los cuatro tratamientos evaluados el yogur firme con 0.5% de estabilizador y 14% de puré de fresas fue el más preferido.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La buena aceptación de productos como el yogur y el helado en el mercado, así como las nuevas tendencias de innovación como la búsqueda de nuevos sabores dan un pauta para experimentar con estos dos productos en una combinación de los mismos y desarrollar uno nuevo producto con características que sean aceptables por el público.

Basándose en la formulación y procedimiento descritos en la obra con esta investigación se buscara determinar un tratamiento que sea aceptable para los consumidores relacionando la acidez y el tipo de mezcla del producto final y que sea considerado y analizado para ser incluido dentro de la cartera de productos de la planta de lácteos Zamorano.

1.4 LÍMITES DEL ESTUDIO

Límites

- Falta de un panel sensorial entrenado para el análisis del producto elaborado.

Alcances

- Incentivar la producción de helado de yogur mostrando la aceptación del producto.
- Estudiar las características físicas, químicas y sensoriales helado de yogur.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general:

- Determinar el efecto de la acidez y grasa en las propiedades físico – químicas y sensoriales del helado de yogur.

1.5.2 Objetivos específicos:

- Determinar el efecto de la acidez 0.3 y 0.4 ATECAL; y la utilización de yogur y la mezcla 50/50 de yogur y helado, en las características sensoriales del helado de yogur.
- Determinar el efecto de la acidez 0.3 y 0.4 ATECAL; y la utilización de yogur y la mezcla 50/50 de yogur y helado, en las características físicas y químicas del helado de yogur.
- Determinar la calidad microbiológica del helado de yogur.
- Determinar el costo de producción del helado de yogur con mezcla solo para yogur y con mezcla combinada de yogur y helado.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES

“Los lácteos, también denominados productos lácteos, son aquel grupo de alimentos que incluyen la leche, así como sus derivados procesados (generalmente fermentados). Las plantas industriales que producen estos alimentos pertenecen a la industria láctea y se caracterizan por la manipulación de un producto altamente perecedero, como es la leche, que debe vigilarse y analizarse correctamente durante todos los pasos de la cadena de frío hasta su llegada al consumidor. La leche empleada mayoritariamente en la elaboración de los lácteos procede de la vaca (en concreto de la raza Holstein), aunque también puede consumirse leche procedente de otros mamíferos tales como la cabra o la oveja y, en algunos países, la búfala, la camella, la yak, la yegua, y otros animales. En la actualidad la mayor parte de los alimentos funcionales se elaboran a partir de productos lácteos” (Wikipedia, 2008).

Las bacterias ácido-lácticas se han empleado para fermentar o crear cultivos de alimentos durante al menos 4 milenios. Su uso más corriente se ha aplicado en todo el mundo a los productos lácteos fermentados, como el yogur, el queso, la mantequilla, el kéfir y el koumiss, constituyen un vasto conjunto de microorganismos benignos, dotados de propiedades similares, que fabrican ácido láctico como producto final del proceso de fermentación. Se encuentran en grandes cantidades en la naturaleza, así como en nuestro aparato digestivo (Spreer, 2007).

Marshall (1996), señala que el helado de yogur es un producto no estandarizado similar al helado, pero más bajo en grasa; este puede contener bacterias de yogur de las especies *Lactobacillus bulgarius* y *Streptococcus thermophilus*. Algunas entidades regulatorias han establecido un mínimo de acidez de 0.3 a 0.5 calculado como ácido láctico.

El helado en realidad constituye uno de los triunfos de la tecnología de alimentos, y es digno de notarse que el aire es uno de sus principales ingredientes. Sin el aire, el helado sería una nieve de leche, pero con el aire se convierte en un sistema coloidal de alta complejidad. Consiste en una espuma semisólida de celdas de aire rodeadas por grasa emulsificada junto con una red de diminutos cristales de hielo que están rodeados por un líquido acuoso en forma de sol (Wikipedia, 2008)

2.2 EL HELADO

De acuerdo a Marshall (1996), algunas de las características que merecen consideración son costosas, propiedades de manipulación (incluyendo viscosidad de la mezcla, punto de congelamiento), sabor cuerpo y textura, valor alimenticio, color y en general la palatibilidad del producto final. En el desarrollo de una formulación para cumplir con las necesidades de algunas situaciones en particular, varios factores deben ser considerados, como la demanda de sabores, cuerpo, textura y color característicos del producto final.

El helado es uno de los productos favoritos de los norteamericanos y uno de los más exitosos productos lácteos de todos los tiempos. De acuerdo con el Servicio de Investigación Económica del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, se produjeron aproximadamente 1.300 millones de galones de helado en los Estados Unidos, en el año 2004. Durante ese año, el consumo promedio por persona fue de aproximadamente 19 litros.

2.3 EL YOGUR

Según Yuste (2008), el yogur es un alimento de primera categoría que consiste en un producto derivado de la leche que está producido por dos tipos de microorganismos: el *Streptococcus thermophilus* y el *Lactobacillus bulgaricus*. La primera de estas bacterias provoca la acidez del yogur y la segunda se encarga del aroma y la textura.

2.4 EL HELADO DE YOGUR

Un helado de yogur solo puede exhibir esta etiqueta si presenta una acidez titulable de al menos 0.3%, la mitad de la cual (como mínimo) debe provenir de la fermentación, lo que se puede verificar con la presencia de las formas D y L del ácido láctico (Mundo lácteo y cárnico, 2006).

El yogur congelado es un producto lácteo con sabor muy similar al mantecado. El yogur congelado puede contener mucha grasa, poca grasa o nada de grasa. También puede tener las extras como se encuentra en el mantecado. Pero el yogur congelado es una opción mejor para los que tienen problemas digestivos con la lactosa que está en los productos lácteos (USDA With Florida A&M University IFAS Extension, 2005).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

La elaboración y evaluación de los tratamientos se llevo a cabo en la Planta de Lácteos en Zamorano. Los análisis físicos y químicos de las muestras se hicieron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ). Ambas instalaciones están localizadas en el Departamento de Francisco Morazán, 32 km al este de Tegucigalpa, Honduras.

3.2 MATERIALES Y EQUIPO

3.2.1 Materiales

- Leche estandarizada a 8% de grasa.
- Leche en polvo.
- Azúcar.
- Estabilizador para yogur, Cosco 7915-A.
- Estabilizador para helado, Cosco 7605.
- Cultivo láctico YC – 180.
- Pulpa de fresa.
- Esencia de fresa.
- Colorante rojo, Cosco 8016.

3.2.2 Equipo

- Sistema de pasteurización por tandas, HT 99664.
- Homogeneizador por tandas, APC A3.
- Congelador de Helados: Emery Thompson, 40 Blt.
- Cuarto frio para almacenamiento a 4°C.
- Cuarto frio para almacenamiento a -25°C.

3.3 METODOLOGÍA

En la planta de la lácteos de Zamorano por cada repetición se elaboraron 60 kg de yogur con leche estandarizada al 8% de grasa. De estos treinta kg se fermentaron hasta 0.3 de ATECAL y 30 Kg se fermentaron hasta 0.4 de ATECAL. De estas dos mezclas de yogur se utilizaron 10 Kg de cada para mezclarlas con 10 kg de la mezcla normal para helados que se elabora en la planta; de esta manera se obtuvieron cuatro mezclas para el producto final, helado de yogur.

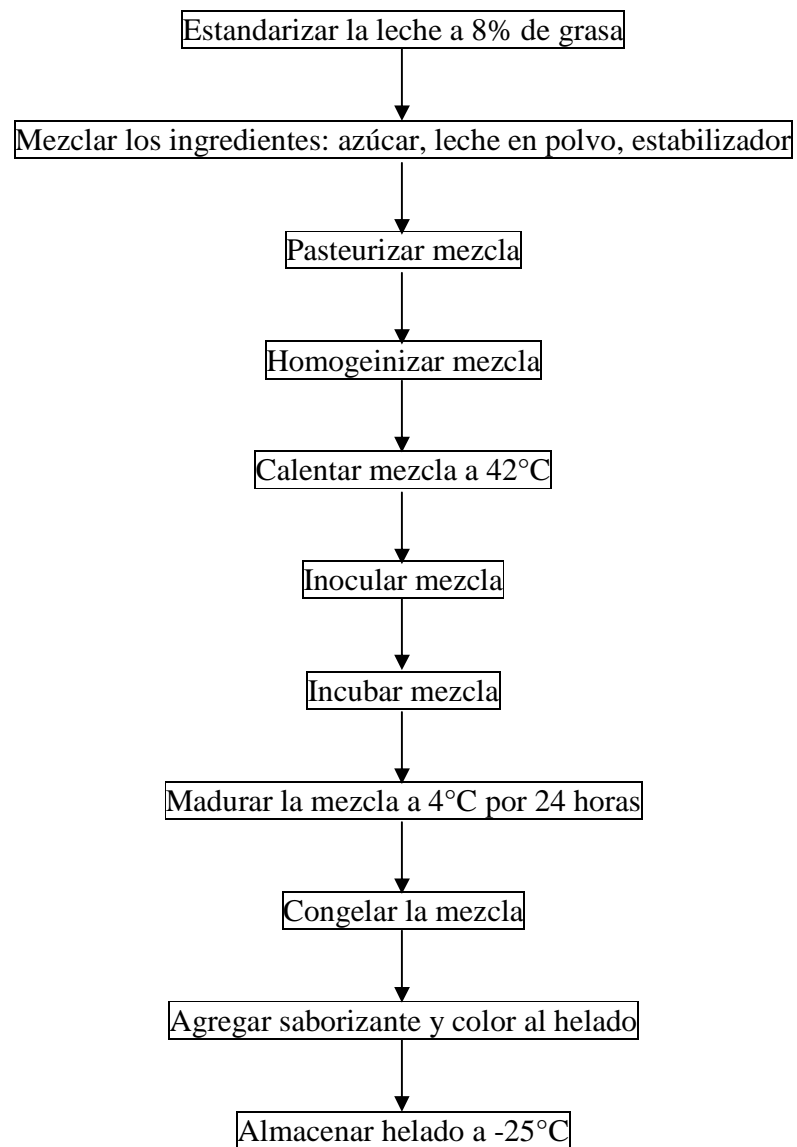


Figura 1. Flujo de proceso del helado de yogur.

3.4 TRATAMIENTOS

Los tratamientos a evaluar fueron cuatro, cada uno con tres repeticiones. La composición de cada tratamiento es la siguiente:

- TRT #1: sólo yogur con 0.3 de ATECAL, 8% de grasa.
- TRT #2: sólo yogur con 0.4 de ATECAL, 8% de grasa.
- TRT #3: mezcla yogur y helado 50/50 en peso a 0.3 ATECAL, 11% de grasa.
- TRT #4: mezcla yogur y helado 50/50 en peso a 0.4 ATECAL, 11% de grasa.

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

En el estudio se evaluaron cuatro tratamientos, se realizaron tres repeticiones, es decir doce unidades experimentales, utilizando un diseño bloques completos al azar (BCA).

Cuadro 1. Diseño experimental

TRATAMIENTOS				
BLOQUES	Yogur 0.3 ATECAL (8 % de grasa)	Yogur 0.4 ATECAL (8 % de grasa)	Yogur 0.3 ATECAL con helado (11 % de grasa)	Yogur 0.4 ATECA con helado (11 % de grasa)
B1	T1R1	T2R1	T3R1	T4R1
B2	T1R2	T2R2	T3R2	T4R2
B3	T1R3	T2R3	T3R3	T4R3

3.6 ANÁLISIS FÍSICOS

3.6.1 Análisis de textura

Para determinar la textura de cada uno de los helados se utilizó el INSTRON 4444® con acople de penetración. Se utilizaron helados en envases de 290 g, realizando las mediciones por triplicado y usando el promedio de estas muestras. El valor fue registrado en Newtons (N).

3.6.2 Análisis de color

Para la medición del color de los quesos de los distintos tratamientos, se utilizó el Colorflex-Hunter Lab, se analizó cada tratamiento tres veces obteniendo tres diferentes lecturas. Los valores se registraron en la escala L* a* b* de color.

3.7 ANÁLISIS QUÍMICO

Como análisis se realizó la medición del pH de los tratamientos en el laboratorio de análisis sensorial Zamorano (LAAZ); para lo que se trabajó con el potenciómetro, análisis número veintiocho del laboratorio.

3.8 ANÁLISIS SENSORIAL

Se realizó una prueba de aceptación con 12 panelistas, para evaluar las diferentes variables (aparición, color, acidez, textura y sabor), en la que se utilizó una escala hedónica de 5 puntos. Al mismo tiempo se realizó una prueba de preferencia de entre las 4 muestras presentadas a cada panelista.

3.9 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

En el laboratorio de la Planta de Lácteos de Zamorano se realizaron análisis de coliformes totales a los productos finales, utilizando “Violet Red Bile Agar” (VRBA).

3.10 ANÁLISIS ECONÓMICO

Con este análisis económico se determinó los costos variables para el mejor tratamiento.

3.11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se realizó en el programa “Statistical Analysis System” (SAS), con un modelo de BCA o bloques completos al azar. El análisis de los datos se realizó mediante un análisis de varianza (ANDEVA) para poder determinar cuál es la significancia del modelo y una separación de medias Tukey para determinar si existieron diferencias entre los tratamientos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS SENSORIALES

4.1.1 Análisis sensorial

Los panelistas percibieron diferencias significativas entre los distintos tratamientos en lo que corresponde a textura. En los descriptores de apariencia, color, acidez y sabor los panelistas no percibieron diferencia alguna.

En el descriptor de textura los tratamientos con mezcla de helado con yogur con 0.4 y 0.3 de ATECAL, fueron los más aceptados por el panel sensorial exploratorio.

El Cuadro 2 ilustra que en la aceptación de la apariencia los panelistas no percibieron diferencia, todos los tratamientos obtuvieron calificaciones sobre 3 en la escala hedónica, lo que indica que fueron del agrado de los panelistas. El tipo de mezcla y la acidez de la misma no influyeron en la apariencia del helado. Sin embargo los tratamientos con mezcla de yogur y helado obtuvieron mayores valores en la escala hedónica pese a no haber diferencia significativa entre tratamiento; al no trabajar con un panel sensorial entrenada los datos fueron muy dispersos lo que no permitió encontrar diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro 2. Evaluación sensorial de la apariencia del helado de yogur.

TRATAMIENTOS	APARIENCIA	
	MEDIA ² ± D.E	Separación de medias Tukey (P<0.05) ¹
Yogur a 0.3 ATECAL con helado	4.00 ± 0.86	A
Yogur a 0.4 ATECAL con helado	3.97 ± 1.10	A
Yogur a 0.3 ATECAL	3.75 ± 0.90	A
Yogur a 0.4 ATECAL	3.61 ± 1.10	A

1 Tratamientos seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes (P>0.05) 0.32³.

2 Escala 1= Me disgusta mucho 5= Me gusta mucho.

3 Diferencia significativa mínima.

El Cuadro 3 muestra que en la aceptación del atributo color los panelistas no encontraron diferencias significativas, todos los tratamientos obtuvieron calificaciones sobre 3 en la escala hedónica, lo que indica que fueron del agrado de los panelistas, a pesar de que en el análisis realizado con el Colorflex-Hunter Lab se encontraron diferencias significativas entre los cuatro tratamientos para cada una de las escalas L*, a* y b*. Donde el tratamiento más preferido, yogur con 0.4 ATECAL con helado fue el más blanco, el menos rojo y el menos amarillo.

Cuadro 3. Evaluación sensorial del color del helado de yogur.

TRATAMIENTOS	COLOR	
	MEDIA ² ± D.E	Separación de medias Tukey (P<0.05) ¹
Yogur a 0.4 ATECAL con helado	4.05 ± 0.92	A
Yogur a 0.3 ATECAL con helado	4.02 ± 0.77	A
Yogur a 0.3 ATECAL	3.88 ± 0.78	A
Yogur a 0.4 ATECAL	3.86 ± 0.93	A

1 Tratamientos seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes (P>0.05) 0.28³.

2 Escala 1= Me disgusta mucho 5= Me gusta mucho.

3 Diferencia significativa mínima.

El Cuadro 4 ilustra que la acidez fue un atributo donde las diferencias encontradas no fueron significativas, todos los tratamientos obtuvieron calificaciones sobre 3 en la escala hedónica, lo que indica que fueron del agrado de los panelistas. Sin embargo, en el análisis realizado con el potenciómetro se encontraron diferencias significativas entre los 4 tratamientos, siendo los más ácidos los tratamientos que solo tuvieron yogur mismos que presentaron menos grasa en su composición.

Cuadro 4. Evaluación sensorial de la acidez del helado de yogur.

TRATAMIENTOS	ACIDEZ	
	MEDIA ² ± D.E	Separación de medias Tukey (P<0.05) ¹
Yogur a 0.4 ATECAL con helado	4.00 ± 0.95	A
Yogur a 0.3 ATECAL con helado	3.80 ± 1.28	A
Yogur a 0.3 ATECAL	3.61 ± 1.10	A
Yogur a 0.4 ATECAL	3.41 ± 0.96	A

1 Tratamientos seguidos la misma letra no son significativamente diferentes (P>0.05) 0.36³.

2 Escala 1= Me disgusta mucho 5= Me gusta mucho.

3 Diferencia significativa mínima.

En el Cuadro 5 se observa que en la textura se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$). Los tratamientos con yogur y mezcla para helado fueron más aceptados que los tratamientos con solo yogur, mientras que en el análisis realizado con el INSTRON 4444® se encontraron diferencias significativas entre los 4 tratamientos, presentando menor resistencia a la penetración los que combinaron mezcla de yogur con helado. Esta diferencia se debe al porcentaje de grasa de los tratamientos, los tratamientos con mayor porcentaje de grasa tuvieron menor resistencia a la penetración y fueron más aceptados.

Cuadro 5. Evaluación sensorial del color del helado de yogur.

TRATAMIENTOS	TEXTURA	
	MEDIA ² ± D.E	Separación de medias Tukey ($P < 0.05$) ¹
Yogur a 0.4 ATECAL con helado	4.02 ± 0.94	A
Yogur a 0.3 ATECAL con helado	3.97 ± 0.97	A
Yogur a 0.3 ATECAL	3.61 ± 0.99	B
Yogur a 0.4 ATECAL	3.50 ± 0.73	B

1 Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes ($P < 0.05$) 0.29³.

2 Escala 1= Me disgusta mucho 5= Me gusta mucho.

3 Diferencia significativa mínima.

El Cuadro 6 muestra que no hubo diferencias en la aceptación de sabor por los panelistas ($P > 0.05$). Todos los tratamientos obtuvieron calificaciones sobre 3 en la escala hedónica, lo que indica que fueron del agrado de los panelistas.

Cuadro 6. Evaluación sensorial del sabor del helado de yogur.

TRATAMIENTOS	SABOR	
	MEDIA ² ± D.E	Separación de medias Tukey ($P < 0.05$) ¹
Yogur a 0.4 ATECAL con helado	4.25 ± 0.93	A
Yogur a 0.3 ATECAL con helado	3.94 ± 0.98	A
Yogur a 0.3 ATECAL	3.63 ± 0.93	A
Yogur a 0.4 ATECAL	3.61 ± 1.04	A

1 Tratamientos seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes ($P > 0.05$) 0.32³.

2 Escala 1= Me disgusta mucho 5= Me gusta mucho.

3 Diferencia significativa mínima.

4.2 EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

4.2.1 Análisis de textura

El Cuadro 7 ilustra que las diferencias encontradas por el INSTRON 4444® entre los tratamientos fueron significativas ($P < 0.05$), observándose que el tratamiento de yogur a 0.4 ATECAL presento mayor resistencia a la penetración, mientras que el tratamiento de yogur con helado a 0.4 ATECAL presento la menor resistencia a la penetración. En el análisis sensorial fueron más aceptados los tratamientos con menos resistencia a la penetración, los que combinan mezcla para yogur con helado y poseen más porcentaje de grasa en su composición.

Cuadro 7. Fuerza de penetración (Newtons) del helado de yogur.

TRATAMIENTOS	TEXTURA	
	Fuerza (N) ² ± D.E	Separación de medias Tukey ($P < 0.05$) ¹
Yogur a 0.4 ATECAL	38.00 ± 4.12	A
Yogur a 0.3 ATECAL	24.11 ± 4.25	B
Yogur a 0.3 ATECAL con helado	17.00 ± 1.50	C
Yogur a 0.4 ATECAL con helado	12.88 ± 1.90	D

1 Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes ($P < 0.05$) 2.17³.

2 Utilizando el INSTRON 4444® con Acople de penetración.

3 Diferencia significativa mínima.

4.2.1 Análisis de color

Las diferencias encontradas en color entre los tratamientos fueron significativas ($P < 0.05$). El tratamiento de yogur a 0.4 ATECAL con helado resultó ser el más claro y el más preferido por los panelistas, mientras que el tratamiento de yogur a 0.3 ATECAL el más oscuro. El Cuadro 8 muestra la separación de medias correspondientes al valor L^* . A pesar de que en el análisis sensorial no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro 8. Medición del color del helado de yogur valor L*.

TRATAMIENTOS	COLOR	
	L* ² ± D.E	Separación de medias Tukey (P<0.05) ¹
Yogur a 0.4 ATECAL con helado	38.00 ± 4.12	A
Yogur a 0.3 ATECAL con helado	24.11 ± 4.25	B
Yogur a 0.4 ATECAL	17.00 ± 1.50	C
Yogur a 0.3 ATECAL	12.88 ± 1.90	D

1 Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05) 0.76³.

2 Utilizando el Colorflex-Hunter Lab, L*= negro a blanco.

3 Diferencia significativa mínima.

El Cuadro 9 muestra las diferencias en color encontradas entre los tratamientos para el valor a, se observa que el tratamiento de yogur a 0.3 ATECAL tiene un valor más alto (P<0.05). Es decir mayor tendencia a rojo, mientras que el tratamiento de yogur a 0.4 ATECAL con helado tiene el valor más bajo, es decir la menor intensidad de rojo, a pesar de que todos los tratamientos fueron realizados con 20 ml de colorante rojo por cada tanda de 20 Kg. En el análisis sensorial no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro 9. Medición del color del helado de yogur valor a*.

TRATAMIENTOS	COLOR	
	a* ² ± D.E	Separación de medias Tukey (P<0.05) ¹
Yogur a 0.3 ATECAL	25.92 ± 1.52	A
Yogur a 0.4 ATECAL	25.84 ± 1.48	A
Yogur a 0.3 ATECAL con helado	24.22 ± 1.55	B
Yogur a 0.4 ATECAL con helado	23.03 ± 1.83	C

1 Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05) 0.73³.

2 Utilizando el Colorflex-Hunter Lab, a*= verde a rojo.

3 Diferencia significativa mínima.

Para el valor b* las diferencias encontradas entre los tratamientos fueron significativas ($P < 0.05$), entre el tratamiento con yogur a 0.4 ATECAL con respecto a los demás tratamientos, lo que quiere decir que este tratamiento presento mayor intensidad de amarillo. El cuadro 10 presentado a continuación muestra los resultados. En el análisis sensorial no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro 10. Medición del color del helado de yogur valor b*.

TRATAMIENTOS	COLOR	
	b* ² ± D.E	Separación de medias Tukey (P<0.05) ¹
Yogur a 0.4 ATECAL	2.70 ± 0.92	A
Yogur a 0.3 ATECAL	2.30 ± 0.15	B
Yogur a 0.3 ATECAL con helado	2.24 ± 0.32	B
Yogur a 0.4 ATECAL con helado	2.24 ± 0.06	B

1 Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes ($P < 0.05$) 0.34³.

2 Utilizando el Colorflex-Hunter Lab, b*= azul a amarillo.

3 Diferencia significativa mínima.

El Cuadro 11 muestra un resumen de los resultados obtenidos en color para los tratamientos, utilizando el Colorflex-Hunter Lab.

Cuadro 11. Resumen del análisis de color del helado de yogur.

VALOR	TRATAMIENTOS	COLOR
L*	Yogur con 0.4 ATECAL con helado	Más blanco
a*	Yogur con 0.4 ATECAL con helado	Menos rojo
b*	Yogur con 0.4 ATECAL con helado	Menos amarillo

4.3 EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Con el fin de conocer la acidez final de los diferentes tratamientos se realizó un análisis de pH con potenciómetro. A continuación el Cuadro 12 presenta los resultados, en donde se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0.05$). El tratamiento con yogur a 0.3 ATECAL con helado presento los valores más altos de pH, por lo tanto fue el menos ácido; mientras que el tratamiento con yogur a 0.4 ATECAL presento el pH más bajo y por lo tanto fue el más ácido. La acidez de los tratamiento con sólo yogur disminuyo al mezclarse con helado. En el análisis sensorial no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro 12. Medición del pH del helado de yogur

TRATAMIENTOS	ACIDEZ	
	pH \pm D.E	Separación de medias Tukey ($P < 0.05$) ¹
Yogur a 0.3 ATECAL con helado	5.16 \pm 0.18	A
Yogur a 0.4 ATECAL con helado	5.05 \pm 0.16	B
Yogur a 0.3 ATECAL	4.91 \pm 0.10	C
Yogur a 0.4 ATECAL	4.79 \pm 0.08	D

1 Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes ($P < 0.05$)¹ 0.04³.

2 Potencial de Hidrógeno

3 Diferencia significativa mínima.

4.4 ANÁLISIS SENSORIAL DE PREFERENCIA

El análisis estadístico de la prueba de preferencia pareada se realizó con una prueba de Chi- cuadrado con un nivel de significancia del 5% y total de treinta seis muestras. El Cuadro 13 ilustra las frecuencias de los tratamientos por número de elecciones, donde se presento una Probabilidad de 0.0036 ($P < 0.05$) y un Chi-cuadrado de 13.55, que de acuerdo a la Tabla G7 esta por encima del mínimo de 6.25 para pruebas con tres grados de libertad. Por lo tanto existieron diferencias significativas en la preferencia de los tratamientos siendo el mas preferido la mezcla de yogur 0.4 ATECAL con helado la misma que posee el mayor porcentaje de grasa en su composición.

Cuadro 13. Resultados para la prueba de preferencia del helado de yogur.

TRATAMIENTO	FRECUENCIA¹	PORCENTAJE
Yogur 0.4 ATECAL con helado	15	41.7
Yogur 0.3 ATECAL con helado	14	38.9
Yogur 0.3 ATECAL	4	11.1
Yogur 0.4 ATECAL	3	8.3

¹ Chi – cuadrado:13.55.

Probabilidad > Chi – cuadrado 0.0036.

El tratamiento más preferido por los panelistas fue la mezcla de yogur 0.4 ATECAL con helado.

4.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

El Cuadro 14 muestra los resultados obtenidos en el análisis microbiológico para coliformes totales. La norma permitida de coliformes totales en un producto terminado es 10 ufc/ml. Se observa que todos los tratamientos están dentro de la norma, no hubo contaminación durante el proceso de elaboración.

Cuadro 14. Conteo de coliformes totales para producto terminado.

TRATAMIENTOS	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	
	Coliformes totales ufc / ml	Máximo legal permitido ufc/ml
Yogur a 0.3 ATECAL	<1	≤10
Yogur a 0.4 ATECAL	<1	≤10
Yogur a 0.3 ATECAL con helado	<1	≤10
Yogur a 0.4 ATECAL con healdo	<1	≤10

4.5 ANÁLISIS DE COSTOS VARIABLES

En el Cuadro 15 se muestra el análisis de costos variables para los tratamientos que combinan mezcla de yogur con helado para tandas de 60 kg.

Cuadro 15. Costos variables para el mejor tratamiento, tanda de 60 kg.

COSTOS VARIABLES			
Ingrediente	Cantidad	Unidad	Costo (L)
Leche 3.8 % grasa	42.4	kg	377.36
Crema 50 % grasa	7.75	kg	131.75
LDP	3	kg	263.33
Azúcar	6	kg	27.48
Estabilizador helado	0.9	kg	166.14
Estabilizador yogur	0.22	kg	36.74
Cultivo láctico	0.5	g	5.43
Pulpa de fresa	1.36	kg	222.57
Esencia de fresa	30	ml	7.33
Colorante rojo	20	ml	2.74
Envases 1 litro	60	envases	180
Total de costos			1420.87
Costo por Kilogramo			23.68
Costo por Litro ¹			18.04

¹ Resultado con sobreabundancia de 80%

Según los datos del cuadro 16, los costos variables para producir un litro de helado de yogur son de L 18.04, que aumento un 25% de costos fijos llega a L. 22.55 y con una ganancia del 100% se podría comercializar a L. 45.1.

5. CONCLUSIONES

- Los helados con yogur combinado con mezcla para helados fueron los más aceptados por su textura; sin encontrar diferencias en su apariencia, color, acidez y sabor.
- El tratamiento con yogur a 0.4 ATECAL con mezcla para helado poseyó la textura con menor resistencia a la penetración y la más aceptada por el panel sensorial.
- El tratamiento con yogur a 0.4 ATECAL con mezcla para helado fue el más blanco, el menos rojo y el menos amarillo.
- El tratamiento con yogur a 0.3 ATECAL con mezcla para helado poseyó la menor acidez final, mientras que el tratamiento con yogur a 0.4 ATECAL presento la mayor acidez siendo el menos aceptado por el panel sensorial.
- El contenido de coliformes totales de los cuatro tratamientos fue menor a 1 ufc/ml, estuvieron por debajo del máximo legal permitido (≤ 10 ufc/ml).
- Se determinó que el costo por ingrediente para producir un kilogramo de helado de yogur combinado con mezcla para helado, el mejor tratamiento, es de L. 23.68.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar un análisis sensorial de aceptación, con un panel entrenado para determinar diferencias en apariencia, acidez y sabor.
- Elaborar un estudio de mercado para determinar los costos de producción y el precio de venta al público del producto.
- Realizar un estudio sobre la disponibilidad de bacterias lácticas vivas en el producto terminado.
- Realizar un estudio sobre porcentajes de mezcla de yogur y helado para determinar el mas preferido por el público.

7. BIBLIOGRAFÍA

Cueva O. 2003. Elaboración de yogur firme sabor a fresa. Consultado 15 de agosto de 2008. Disponible en: [http://zamo-oti-2.zamorano.edu/asp/getFicha.asp?glx=58530.glx&skin=&recnum=5&maxrecnum=7&searchString=\(%20CUEVA\)%20and%20\(%20buscable%20S\)&orderBy=titulodisp\[a\]&pg=1&biblioteca=](http://zamo-oti-2.zamorano.edu/asp/getFicha.asp?glx=58530.glx&skin=&recnum=5&maxrecnum=7&searchString=(%20CUEVA)%20and%20(%20buscable%20S)&orderBy=titulodisp[a]&pg=1&biblioteca=)

Marshall R. 1996. University of Missouri, Columbia. Ice Cream. Pags:1 -69, 1996, USA

Mundo lácteo y cárnico, 2006. ¿Yogur helado o helado de yogur?. Pags: 15 – 17. Consultado el 10 de octubre de 2008. Disponible en: http://www.alimentariaonline.com/apadmin/img/upload/MLC011_YOGURHELADO_L.pdf

Pipa F. y Bayer A. 2001. Oficina Española de Patentes y Marcas. Yogur congelado y procesamiento para su fabricación. Consultado el 15 de agosto de 2008. Disponible en: http://www.oepm.es/pdf/2/15/85/2158505_t3.pdf

Revilla A. 1995. Escuela Agrícola Panamericana. Curso práctico de industria láctea. Helado de yogurt. Pag:60. 1995, Honduras.

Spreer E. 2007. Lactología industrial. Productos lácteos fermentados. Pag: 432. Consultado el 15 de agosto de 2008. Disponible en: <http://www.textoscientificos.com/alimentos/yogur/bacterias>

USDA With Florida A&M University IFAS Extension. Nutrición familiar en acción mayo 2005, Vol9, Un 4. El Yogur congelado. Consultado el 14 de agosto de 2008. Disponible en: http://fnp.ifas.ufl.edu/PDF/Sp_May05.pdf

Wikipedia. 2008. Frozen Yogur. Consultado el 16 de agosto de 2008. Disponible en: http://en.wikipedia.org/wiki/Frozen_yogurt

Yuste. 2008. El yogur es un alimento de primera categoría. Consultado el 14 de agosto de 2008. Disponible en: <http://www.yogurespascual.com/reportajes/muestra.asp?id=1021&n=3>

8. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de evaluación sensorial.

Instrucciones: Marque con una X la evaluación que se merece cada muestra analizada en cada una de sus características.

1. Me disgusta mucho.
2. No me gusta.
3. No me gusta ni me disgusta.
4. Me gusta.
5. Me gusta mucho.

Muestra: 463

	1	2	3	4	5
Apariencia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Color	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acidez	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Textura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sabor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Muestra: 297

	1	2	3	4	5
Apariencia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Color	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acidez	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Textura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sabor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Muestra: 185

	1	2	3	4	5
Apariencia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Color	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acidez	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Textura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sabor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Muestra: 381

	1	2	3	4	5
Apariencia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Color	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acidez	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Textura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sabor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

¿Cuál es su muestra preferida? _____

Anexo 2. Cuadros del SAS para parámetros sensoriales.

Procedimiento GLM

Nivel de		Nivel de		-----APARIENCIA-----		-----COLOR-----		-----ACIDEZ-----
ATECAL	MEZCLA	N	Media	Dev std	Media	Dev std	Media	
0.3	YOGU	36	3.75000000	0.90632697	3.88888889	0.78477577	3.61111111	
1.10266632								
0.3	YOHE	36	4.00000000	0.86189161	4.02777778	0.77408420	3.80555556	
1.28328695								
0.4	YOGU	36	3.61111111	1.10266632	3.86111111	0.93052298	3.41666667	
0.96732326								
0.4	YOHE	36	3.97222222	1.10805134	4.05555556	0.92410403	4.00000000	
0.95618289								
Nivel de		Nivel de		-----TEXTURA-----		-----SABOR-----		
ATECAL	MEZCLA	N	Media	Dev std	Media	Dev		
0.3	YOGU	36	3.61111111	0.99363051	3.63888889			
0.93052298								
0.3	YOHE	36	3.97222222	0.97059955	3.94444444			
0.98399897								
0.4	YOGU	36	3.50000000	0.73678840	3.61111111			
1.04956529								
0.4	YOHE	36	4.02777778	0.94070220	4.25000000			
0.93732141								

Anexo 3. Cuadros del SAS para parámetros físicos y químicos (pH).

Procedimiento GLM

Nivel de		Nivel de		-----INSTRON-----		-----PH-----		-----L-----
----------	--	----------	--	-------------------	--	--------------	--	-------------

ATECAL	MEZCLA	N	Media	Dev std	Media	Dev std	Media
0.3	YOGU	9	38.0000000	4.12310563	4.91111111	0.10042963	71.4933333
1.56156172							
0.3	YOHE	9	17.0000000	1.50000000	5.16444444	0.18568193	73.3866667
1.35502767							
0.4	YOGU	9	24.1111111	4.25571511	4.79555556	0.08889757	71.7888889
0.56463361							
0.4	YOHE	9	12.8888889	1.90029238	5.05555556	0.16934514	74.7000000
0.55495495							

Nivel de ATECAL	Nivel de MEZCLA	N	Media	Dev std	Media	Dev std
0.3	YOGU	9	25.9211111	1.52794343	2.30111111	0.15308857
0.3	YOHE	9	24.2244444	1.55684867	2.24666667	0.32446109
0.4	YOGU	9	25.8411111	1.48620695	2.70444444	0.92310767
0.4	YOHE	9	23.0300000	1.83039613	2.24555556	0.06346478

