

**Desarrollo y evaluación de un yogur firme
utilizando tres edulcorantes no calóricos y dos
porcentajes de mango**

Cristina Vanessa Bazán González

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2010

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Desarrollo y evaluación de un yogur firme utilizando tres edulcorantes no calóricos y dos porcentajes de mango

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

Presentado por

Cristina Vanessa Bazán González

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2010

Desarrollo y evaluación de un yogur firme utilizando tres edulcorantes no calóricos y dos porcentajes de mango

Presentado por:

Cristina Vanessa Bazán González

Aprobado:

Flor Núñez Rueda, M.Sc.
Asesora principal

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

Luis Osorio, Ph.D.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

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

RESUMEN

Bazán, C. 2010. Desarrollo y evaluación de un yogur firme con mango utilizando tres edulcorantes no calóricos y dos porcentajes de fruta. Proyecto de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 25p.

El yogur firme es un yogur inoculado con microorganismos y envasado en los recipientes definitivos antes de que se inicie la fermentación, como su nombre lo indica es un yogur más espeso o sólido y tiende a ser cremoso una vez revuelto. El objetivo general de este estudio fue desarrollar y evaluar un yogur firme utilizando tres edulcorantes no calóricos y dos porcentajes de mango. Se utilizó un BCA con arreglo 2x2 factorial, donde se evaluaron dos combinaciones de edulcorantes (0.06% Aspartame/Acesulfame y 0.16% Splenda®/Aspartame) y dos niveles de fruta (10 y 15 %); con cuatro tratamientos y tres repeticiones para un total de doce unidades experimentales. Se realizaron análisis físico-químicos, análisis de calorías y un análisis sensorial exploratorio con 12 panelistas para los atributos de apariencia, aroma, dulzura, acidez, textura y aceptación general. Finalmente se realizó un análisis de costos variables para todos los tratamientos. Los panelistas aceptaron de igual manera todos los tratamientos de yogur firme, gustándoles las características de apariencia, aroma, dulzura y textura sin que influyera la combinación de edulcorantes y la cantidad de fruta. La reducción de calorías osciló entre 38 y 41%, y está dentro del rango ya que para ser bajo en calorías debe reducirse en al menos un 25% en comparación a un producto de referencia, en este caso el yogur de mango Zamorano. Se estimaron los costos variables para todas las formulaciones en una presentación de 190 g.

Palabras clave: Acesulfame, Aspartame, fermentación láctica, Splenda.

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 | 3 |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 7 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 11 |
| 5. CONCLUSIONES | 21 |
| 6. RECOMENDACIONES | 22 |
| 7. LITERATURA CITADA..... | 23 |
| 8. ANEXOS | 25 |

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

| Cuadro | Página |
|---|--------|
| 1. Formulación base para la elaboración de yogur firme con mango..... | 7 |
| 2. Diseño experimental para los cuatro tratamientos de yogur firme..... | 9 |
| 3. Formulación para cada tratamiento de yogur firme con mango..... | 14 |
| 4. Evaluación sensorial de apariencia en yogur firme con mango. | 12 |
| 5. Evaluación sensorial de aroma en yogur firme con mango..... | 13 |
| 6. Evaluación sensorial de dulzura en yogur firme con mango..... | 13 |
| 7. Evaluación sensorial de acidez en yogur firme con mango. | 14 |
| 8. Evaluación sensorial de textura en yogur firme con mango..... | 14 |
| 9. Evaluación sensorial aceptación general en yogur firme con mango..... | 15 |
| 10. Análisis físico de color: valor L* en yogur firme con mango..... | 15 |
| 11. Análisis físico de color: valor a* en yogur firme con mango..... | 16 |
| 12. Análisis físico de color: valor b* en yogur firme con mango. | 16 |
| 13. Análisis físico de aroma en yogur firme con mango..... | 17 |
| 14. Análisis químico de acidez en yogur firme con mango. | 17 |
| 15. Análisis químico de acidez (pH) en yogur firme con mango..... | 18 |
| 16. Calculo de calorías para yogur Zamorano y yogur firme con mango..... | 18 |
| 17. Costos variables para el yogur firme con Splenda/Aspartame y 15% mango..... | 19 |
| 18. Costos variables para el yogur firme con Splenda/Aspartame y 10% mango..... | 19 |
| 19. Costos variables para el yogur firme con Aspartame/Acesulfame y 10% mango. | 19 |
| 20. Costos variables para el yogur firme con Aspartame/Acesulfame y 15% mango. | 20 |
| | |
| Figura | Página |
| 1. a. Estructura química de la sucralosa. b. Estructura química del Aspartame. c. Estructura química del Acesulfame..... | 5 |
| 2. Flujo de proceso del yogur firme con mango..... | 11 |
| | |
| Anexo | Página |
| 1. Hoja de evaluación sensorial..... | 25 |

1. INTRODUCCIÓN

Yogur es un producto lácteo coagulado que resulta de la fermentación de dos bacterias termófilas: *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*; estas bacterias le proporcionan la acidez y el aroma característico al yogur (FAO 2001).

Es yogur firme es un yogur inoculado con microorganismos y envasado en los recipientes definitivos antes de que se inicie la fermentación (Hernández et al. 2003); es un yogur de textura más sólida y tiende a ser cremoso una vez revuelto, siendo una opción para consumir como desayuno, merienda o inclusive como un postre.

El yogur ha sido tradicionalmente un alimento funcional, por sus múltiples beneficios para la salud, gracias a sus componentes (Sánchez 2008). En la última década, el desarrollo de productos funcionales dentro del sector lácteo ha aportado gran valor a los productos de este grupo; se pueden destacar los alimentos probióticos, con modificaciones en contenido graso o cambios en su composición por calidad u otro factor. Dentro de los postres lácteos, el mayor crecimiento se ha dado en natillas, cremas, cuajadas y postres de larga duración (Serra 2006).

El yogur bajo en calorías, ya sea por niveles bajos en grasa y/o con edulcorantes, es otra de las opciones de los consumidores. Actualmente se ha elevado el consumo de yogur; este incremento se ha dado por efecto de la creciente preocupación por la calidad de los alimentos que se ingieren y sobre todo por el valor nutricional del mismo (Hernández 2003).

Los yogures más consumidos en España, ocupando el primer lugar son los de sabores exóticos, seguidos por los desnatados y los de frutas, ya sea en forma de puré, de jugo, en trozos o mermelada (García 2006). Actualmente la industria láctea utiliza jugo y pulpa de fruta como materia prima para la elaboración de yogur, helados, postres y otros productos; los yogures con frutas contienen entre un 10 y un 20% de fruta, estos pueden variar según el mercado siendo los más tradicionales los yogures con fresa. Sin embargo, los consumidores renuevan sus gustos y han llegado a optar por frutas tropicales como el mango (FAO 1999).

Los yogures de la Planta de Lácteos de Zamorano son elaborados con materias primas de alto contenido calórico, los cuales no cubren las necesidades de los consumidores que desean productos con bajo contenido de calorías. Este nicho de mercado, puede ser satisfecho con la elaboración de yogures menos calóricos, y a la vez con texturas originales.

El presente estudio está enfocado en el desarrollo de un yogur firme, con trozos de mango y endulzado con edulcorantes no calóricos, con menos calorías que otros yogures firmes, convirtiéndose así en una alternativa para los consumidores que gustan alimentarse de manera más sana.

1.1 ANTECEDENTES

Anteriormente en Zamorano, Cueva (2003) realizó estudios basados en viabilidad técnica y costo estimado para elaboración de yogur firme sabor a fresa. Además, Orellana (2009) estudió el efecto de dos cantidades de leche descremada en polvo y dos edulcorantes no calóricos en las características físico-químicas y sensoriales del yogur dietético de fresa.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 General

- Desarrollar y evaluar un yogur firme con mango utilizando tres edulcorantes no calóricos y dos porcentajes de fruta.

1.2.2 Específicos

- Establecer distintas formulaciones y un flujo de proceso para el yogur firme con trozos de mango.
- Determinar las características físico-químicas y sensoriales del yogur firme.
- Evaluar el contenido calórico de los tratamientos de yogur firme.
- Determinar los costos variables de los tratamientos de yogur firme.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ALIMENTOS “BAJOS EN CALORÍAS”

Hoy en día, el consumidor tiene una mejor educación con respecto a la alimentación, gracias a la difusión y publicidad comercial que promueve el consumo de productos vinculados con la estética corporal y las enfermedades, por esta razón la sociedad ha adoptado tendencias sobre el consumo de productos bajos en calorías. Los productos bajos o sin calorías, se pueden encontrar en lácteos, cárnicos, confitería, entre otros; estos aportan menos calorías que otros productos. Algunos aditivos que permiten obtener con menos calorías, las mismas propiedades y características sensoriales del producto a imitar; son los edulcorantes y las gomas utilizados en la elaboración de yogur (IICA 2000).

2.2 CONSUMO DE YOGUR

El consumo de yogur en la década de los sesenta era casi nulo, las personas solo lo consumían por recomendación médica originada por alteraciones intestinales o enfermedades. En la actualidad el yogur se ha ido introduciendo en nuestros hábitos de compras y consumo, estos cambios se han dado por la innovación de productos, llegando a convertirse en un alimento fundamental. En la actualidad se destaca el incremento en el consumo de yogures bajos en grasa, yogures cremosos, étnicos, mousses, de frutas exóticas, tipo postres, dietéticos y con probióticos, mientras que el mercado de yogures saborizados y enriquecidos ha ido disminuyendo (Montero 2003).

2.3 YOGUR FIRME

El yogur firme es un tipo de yogur que difiere de los otros tipos de yogures en su elaboración; ya que la leche que se inocula con los microorganismos se envasa en los recipientes definitivos antes de que se inicie la fermentación, ya que ésta se lleva a cabo en el mismo recipiente que contiene el producto. Si se desea adicionar fruta, se añade en el envase antes de la leche (Hernández 2003).

2.4 LAS FRUTAS Y EL YOGUR

La adición de frutas al yogur le da una mayor aceptación por parte del consumidor. En Costa Rica, se añade una gran variedad de frutas al yogur entre las cuales figuran: fresas, melocotones, moras, guanábanas, mangos, guayabas, naranjilla y frutas tropicales. Las frutas deben recibir tratamiento térmico previo, de lo contrario

disminuirían la vida útil del producto por la presencia de hongos y levaduras (Hernández 2003).

2.5 MANGO

El mango (*Mangifera indica*), es un fruto carnoso, sabroso y refrescante; miembro de la familia anacardiácea. Ha sido tradicionalmente un producto importante y se ha popularizado gracias a su estabilidad de precios y al interés de los consumidores por productos saludables. Cabe señalar que el mango tiene un mercado creciente para las rodajas y trozos congelados individuales y rápidamente, que se utilizan para la elaboración de yogur, mermelada, postres y ensaladas de frutas (FAO 1999).

Esta fruta ha sido muy aceptada en el mercado no solo por su sabor exótico, sino por su valor nutricional ya que es rico en calcio, magnesio, potasio, fósforo y vitamina A. Su contenido de calorías puede variar entre 50-60 Kcal/100g de pulpa (IICA 2001).

Hoy en día, hay diferentes variedades de mango en todo el mundo, las cuales superan las 2.000 especies, entre las variedades más conocidas se puede mencionar Tommy Atkins, Irwin, Haden Glenn, Zill, Sensation, Torbet, Kensington, Van Dyke, Osteen, entre otras. Los frutos de la variedad Torbet son de tamaño medio a grande (600 g), de cáscara gruesa, forma oval, de color rojo y púrpura. Su pulpa es jugosa, posee poca cantidad de fibra, es de buena calidad y excelente sabor (Haro 2010). La fruta de la variedad Kent normalmente pesa 20 a 26 onzas, es de forma ovalada, contiene fibra, tiene un sabor rico y dulce. Por lo general, se vuelve de color amarillo verdoso con un rubor de color rojo cuando madura (Morton 1987).

2.6 EDULCORANTES

Edulcorante es toda sustancia dotada de un sabor dulce cuando es usada por su acción endulzante. Los edulcorantes pueden ser muy variados, de naturaleza y origen numeroso. Se podrían dividir en dos grupos: nutritivos, los cuales tienen un poder edulcorante inferior al del azúcar pero su carga nutritiva es mayor, por lo tanto es un ingrediente alimenticio; y los de alto poder edulcorante, los cuales no son nutritivos comparados con el azúcar pero tienen un alto poder edulcorante y no llegan a representar una carga significativa, por lo que son considerados como aditivos (Doucet 2000).

2.6.1 Splenda® (Sucralosa)

Splenda es el nombre comercial de la sucralosa, elaborada a partir de un proceso de múltiples etapas que comienza con azúcar. El proceso sustituye de manera selectiva tres grupos de hidrógeno-oxígeno de la molécula de sacarosa por tres átomos de cloro (Figura 1). En el caso de la sucralosa, el cloro convierte la sacarosa en sucralosa, que es esencialmente inerte (Splenda® 2010). Es aproximadamente 600 veces más dulce que el azúcar, dependiendo del producto al que se le añade, es de fácil uso ya que se utiliza en

las mismas cantidades que el azúcar, además el organismo no la descompone ni la utiliza para energía, por lo tanto, no aporta calorías. Comparada con otros edulcorantes, su alta estabilidad la hace apta para todo tipo de procesos de cocción y horneado, sin sufrir descomposición (Fonte 2010). La OMS y la FAO, han fijado una dosis diaria admisible de 15 mg/kg de peso corporal/día para este endulzante (Doucet 2000).

2.6.2 Aspartame

El aspartame es obtenido por síntesis química y enzimática a partir de dos aminoácidos (Figura 1); el ácido L-aspartico y la L-fenilalanina (Cubero et al. 2002). Es un edulcorante nutritivo, lo que significa que aporta energía en forma de calorías; el aspartame es 200 veces más dulce que la sacarosa, es una combinación de dos proteínas, ácido aspártico y fenilalanina, por lo tanto contiene las mismas cuatro calorías por gramo que las proteínas y, en consecuencia las mismas cuatro calorías por gramo que el azúcar; aunque por ser mucho más dulce que el azúcar, basta una mínima cantidad (Wolke 2003). Según Chandan (2006) el aspartame se degrada a altas temperaturas y largos períodos de almacenamiento. Su solubilidad en agua es muy pobre, su dulzura está muy próxima a la de la sacarosa y está desprovista de sabor residual (Doucet 2000). Se han realizado muchas evaluaciones toxicológicas por la OMS/FAO, los cuales han fijan una dosis diaria de 40 mg/kg de peso corporal/día para este endulzante. Está contraindicado en niños fenilcetonúricos debido a la presencia de fenilalanina (Cubero et al. 2002).

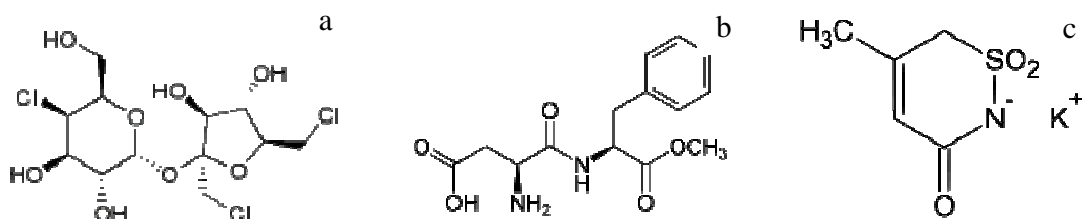


Figura 1. a. Estructura química de la sucralosa. b. Estructura química del aspartame. c. Estructura química del acesulfame.

Fuente: Voet et al. 2007.

2.6.3 Acesulfame-K

El acesulfame-k es un edulzante de alto poder edulcorante y es sintetizado con la ayuda del fluorosulfoilisocianato y el éster butílico del ácido acetoacético; se lo define químicamente como una sal potásica del 6-metil-1, 2,3-oxatiazina-4 (3H) one-2,2-dioxido (Figura 1). Su poder edulcorante es 200 veces más dulce que el azúcar normal, tiene una alta estabilidad en soluciones acuosas, se degrada a altas temperaturas y su solubilidad en agua es muy pobre (Doucet 2000). Ofrece un dulzor que se percibe rápidamente, con sabor limpio; es sinérgico con otros edulcorantes y puede enmascarar sabores residuales. Lo podemos encontrar en productos de confitería, lácteos, bebidas alcohólicas, entre otros (Cubero et al. 2002). La FAO, fija una dosis diaria de 11 mg/kg de peso corporal/día para este endulzante.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en la Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo, en la Planta de Lácteos y el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano, ubicados en la Escuela Agrícola, Zamorano, Valle del Yeguaré, Honduras.

3.2 MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1 Materias primas:

- Leche descremada (0.5%)
- Leche descremada en polvo
- Estabilizador para yogur
- Aspartame
- Acesulfame-k
- Splenda®
- Cultivo láctico con las bacterias *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*
- Mango variedad Torbet

3.2.2 Equipo y utensilios

- Marmita eléctrica
- Fermentador industrial (incubación)
- Refractómetro PCE - 4582 (32-70° Brix)
- Viscosímetro de Brookfield DV II+, acople # 7
- Colorímetro ColorFlex Hunter L*a*b
- Cuarto frío Kason 1094 PAT 0310.952
- Balanza Digital Pocket Scale PP201 Acculab Sartorius Group
- Cocineta Whirlpool Accubake System
- Termómetro láser
- Tanques industriales de 50 litros
- Materiales para evaluación sensorial.
- Potenciómetro Water Proof pH Testr 3

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Pruebas preliminares

Se realizaron pruebas preliminares para definir las combinaciones de edulcorantes y la cantidad de fruta a utilizar. Se elaboró yogur firme natural y se mezcló con los edulcorantes no calóricos, solos y en combinación, hasta conseguir la optimización de dos formulaciones. Para la adición de mango se tomó en cuenta la variedad Torbet y Kent, y los grados Brix del mango maduro (18°Brix).

3.3.2 Desarrollo de formulación y proceso

Se tomó como base la formulación utilizada en la planta de lácteos de Zamorano descrita en el Cuadro 1, para el desarrollo del proceso de la elaboración del yogur firme.

Cuadro 1. Formulación base para la elaboración de yogur firme con mango.

| Ingredientes | % |
|--------------------------------------|-------------|
| Leche estandarizada al 2.5% de grasa | 84.04 |
| Azúcar | 8.00 |
| Leche descremada en polvo | 5.40 |
| Estabilizador | 0.50 |
| Cultivos para yogur | 2.00 |
| Sorbato de potasio | 0.06 |
| Total | 100% |

3.3.3 Análisis sensorial

Se realizó una evaluación sensorial exploratoria de aceptación. Se utilizaron doce panelistas no entrenados, los cuales degustaron cuatro muestras de yogur. Se utilizó una escala hedónica de 1 a 5, siendo 1 me disgusta mucho y 5 me gusta mucho. Se evaluaron los atributos de: apariencia, aroma, dulzura, acidez, viscosidad y aceptación general.

3.3.4 Análisis físicos

Los análisis de color y viscosidad se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ).

3.3.4.1 Color. El color se evaluó utilizando el colorímetro Colorflex-Hunter L*a*b.

Los tres parámetros del modelo contienen hasta 256 tonalidades diferentes cada uno: L* de luminosidad, a* (que fluctúa entre verde y rojo) y b* (que oscila entre azul y amarillo). El componente de luminosidad L* va de 0 (negro) a 100 (blanco). Los componentes a* (eje rojo-verde) y b* (eje azul-amarillo) van de +120 a -120.

3.3.4.2 Viscosidad. La viscosidad se midió con el viscosímetro de Brookfield, utilizando el acople #7. La velocidad establecida fue de 100 RPM.

3.3.5 Análisis químicos

Los análisis de ATECAL y grasa se realizaron en la Planta de Lácteos de Zamorano; el análisis de pH se realizó en la Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo.

3.3.5.1 ATECAL

Se midió el ATECAL (AOAC 920.124), utilizando 9 g de muestra, ésta se mezcló con 3 gotas de fenolftaleína y se tituló con hidróxido de sodio, hasta tornarse de color rosado. Se monitoreó cada 40 minutos hasta alcanzar un ATECAL de 0.7-0.8%.

3.3.5.2 Grasa

El análisis de grasa se realizó por medio del método Babcock (AOAC 933.05). Se utilizó ácido sulfúrico para generar calor, asimilar las proteínas y liberar grasa. La muestra pasó por un proceso de centrifugado donde se añadió agua caliente con el objetivo de separar la grasa; el resultado se midió por volumen.

3.3.5.3 pH

El análisis de pH se realizó utilizando el potenciómetro Water Proof pH Testr.

3.3.6 Análisis de calorías

El cálculo de calorías se realizó con el software Food Processor SQL (versión 10.4.0). Los ingredientes utilizados en la elaboración del yogur firme con mango fueron seleccionados de la base de datos del mismo programa, posteriormente se evaluó el aporte calórico de los tratamientos.

3.3.7 Diseño experimental y análisis estadístico

Se realizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con un arreglo de tratamientos de 2x2 factorial (Cuadro 2), evaluándose dos factores: combinación de edulcorantes y porcentaje de fruta, se obtuvo así cuatro tratamientos, con tres repeticiones por tratamiento para un resultado de doce unidades experimentales. Se efectuó un análisis de varianza (ANDEVA) para obtener la significancia del modelo y se realizó una separación de medias por Tukey para determinar diferencias entre tratamientos.

Cuadro 2. Diseño experimental para los cuatro tratamientos de yogur firme.

| Edulcorantes/Mango | 15% | 10% |
|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Aspartame-Acesulfame | Aspartame-Acesulfame 15% fruta | Aspartame-Acesulfame 10% fruta |
| Splenda-Aspartame | Splenda-Aspartame 15% fruta | Splenda-Aspartame 10% fruta |

3.3.8 Análisis de costos

Se analizaron los costos variables para la todas las formulaciones de yogur firme, sin tomar en consideración los costos fijos del mismo.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 PRUEBAS PRELIMINARES

Inicialmente se realizaron pruebas preliminares con los edulcorantes en yogur natural, con 1% Aspartame, 0.8% Acesulfame y 4% de Splenda®, para establecer la intensidad de dulzura de cada uno. Según Borrego (2000), el uso de combinaciones de edulcorantes no calóricos favorece la formulación de productos con propiedades de sabor mejoradas, tiempos de vida prolongados y costos de producción inferiores; por este motivo, se utilizan edulcorantes sinérgicos como el acesulfame y el aspartame. Seguidamente se combinó Aspartame/Acesulfame, y Splenda®/Aspartame, en distintas proporciones y a menores concentraciones. Luego se optimizaron las relaciones 70/30 y 75/25 respectivamente. Con respecto a la fruta, se realizaron pruebas con 10, 12 y 14% de mango y se estableció agregar 10 y 15%; con referencia a la variedad de mango se tomó en cuenta la variedad que posee menos fibras en la pulpa en este caso la variedad Torbet.

4.2 FORMULACIÓN DEL YOGUR FIRME CON MANGO

La formulación del yogur de la Planta de Lácteos se modificó de acuerdo a las características deseadas para el yogur firme con mango, con menos calorías; se sustituyó la leche estandarizada al 2.5% de grasa por leche al 0.5% de grasa y se sustituyó el azúcar por las combinaciones de edulcorantes no calóricos (Cuadro 3). A partir de las pruebas preliminares y de la formulación utilizada para el yogur de mango Zamorano (Cuadro 1), se determinaron las siguientes cuatro formulaciones:

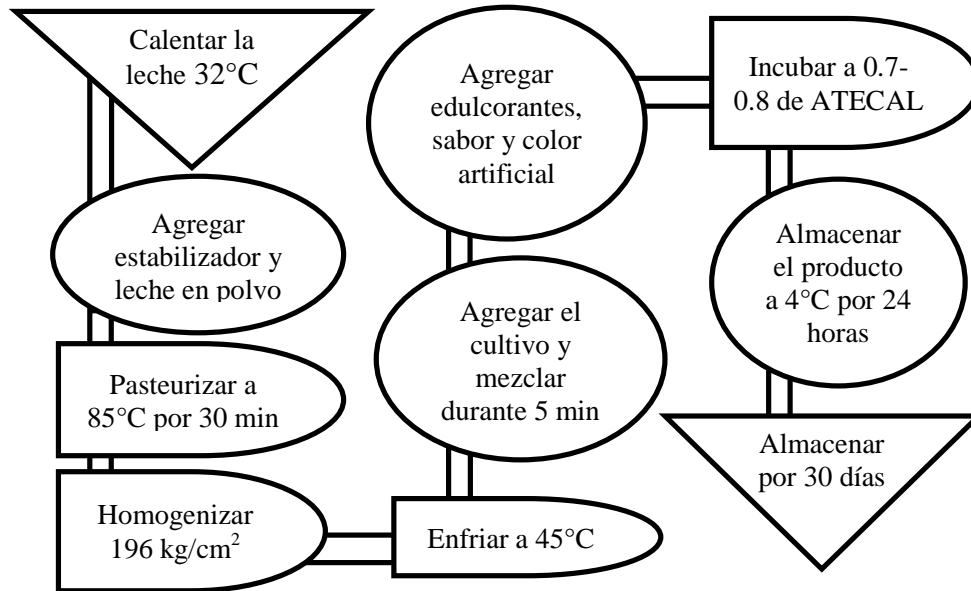
Cuadro 3. Formulación para cada tratamiento de yogur firme con mango.

| Ingredientes | TRT 1 % | TRT 2 % | TRT 3 % | TRT 4 % |
|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Leche al 0.5% | 89.04 | 89.04 | 89.04 | 89.04 |
| Leche descremada en polvo | 7.40 | 7.40 | 7.40 | 7.40 |
| Cultivo láctico | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| Estabilizador | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| Splenda®/Aspartame | - | - | 0.16 | 0.16 |
| Aspartame/Acesulfame | 0.06 | 0.06 | - | - |
| Sorbato de potasio | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Fruta | 15* | 10* | 15* | 10* |

* % del peso final del producto

4.3 PROCESO DE ELABORACIÓN DE YOGUR FIRME CON MANGO

A continuación se presenta el diagrama de flujo de ocho etapas para la elaboración de yogur firme con mango (Figura 2).



| Evento | Símbolo | Número |
|----------------------|---------|--------|
| Operación/Etapa | ○ | 4 |
| Demora | ◯ | 4 |
| Almacenamiento final | ▽ | 2 |

Figura 2. Flujo de proceso del yogur firme con mango.

4.4 DESCRIPCIÓN DEL FLUJO DE PROCESO DEL YOGUR FIRME CON MANGO

Se elaboró el flujo de proceso para elaboración de yogur firme con mango. La descripción de cada uno de los procesos se detalla a continuación:

- 1. Calentamiento y adición de ingredientes:** se calienta la leche estandarizada al 0.5% en la marmita a 32°C, luego se agrega la leche descremada en polvo y el estabilizador para yogur.
- 2. Pasteurización:** se pasteuriza la mezcla a 85°C por 30 minutos.
- 3. Pre-enfriamiento:** se enfría la mezcla hasta alcanzar una temperatura de 60°C.
- 4. Homogenización:** se homogeniza la mezcla a 196 kg/cm².

5. **Enfriamiento:** se enfría hasta alcanzar una temperatura de 45°C.
6. **Inoculación y adición de ingredientes:** se inocula 2% de cultivo láctico y se mezcla durante 5 minutos; después de inocular el cultivo se agrega el colorante, el aroma artificial y el sorbato de potasio; esto debido a que después de la incubación no se puede batir porque se rompería el coágulo del yogur firme.
7. **Llenado de envases:** en los envases plásticos desechables de 2 onzas se llenaron en forma aséptica con dos proporciones de fruta en el fondo del mismo, 10 y 15% del peso final del producto.
8. **Incubación:** se incuba a 45°C hasta que la acidez alcance el 0.7% de ATECAL.
9. **Almacenamiento:** se incuba el yogur firme en los envases hasta una acidez de 0.9 o 1.00 y se almacena en el cuarto frío a 4°C.

4.5 ANÁLISIS SENSORIAL DE ACEPTACIÓN

4.5.1 Apariencia

Según los resultados del Cuadro 4, los panelistas calificaron los cuatro tratamientos con igual puntaje ($P \geq 0.05$) con “me agrada poco”; la cantidad de fruta contenida y los edulcorantes en el yogur no influyeron en la evaluación del producto. Esto pudo haberse dado ya que los trozos de mango se encontraban en la parte inferior del envase de yogur, por el cual no se podía apreciar el mayor o el menor contenido de fruta.

Cuadro 4. Evaluación sensorial de apariencia en yogur firme con mango.

| Tratamiento | Calificación* \pm D.E |
|--------------------------------|------------------------------|
| Aspartame/Acesulfame+15% fruta | 4.14 \pm 0.90 ^a |
| Splenda®/Aspartame+15% fruta | 3.97 \pm 1.16 ^a |
| Aspartame/Acesulfame+10% fruta | 3.97 \pm 0.88 ^a |
| Splenda®/Aspartame+10% fruta | 3.92 \pm 1.13 ^a |

Calificación= Medias obtenidas en el atributo evaluado.

D.E= Desviación estándar.

*Tratamientos seguidos de letras iguales no son significativamente diferentes ($P > 0.05$).

4.5.2 Aroma

De acuerdo al Cuadro 5, el aroma fue calificado igual en todos los tratamientos con “me agrada poco”. El porcentaje de mango no influyó en el aroma del yogur y esto se debe al previo tratamiento térmico que se le dio al mango, ya que según López (2003) las frutas cocidas poseen menos aroma pues la liberación de volátiles como el terpeno disminuye a altas temperaturas. Los edulcorantes no influyeron en la característica de aroma del yogur.

Cuadro 5. Evaluación sensorial de aroma en yogur firme con mango.

| Tratamiento | Calificación* ±D.E |
|--------------------------------|---------------------------|
| Aspartame/Acesulfame+15% fruta | 4.08 ± 0.94 ^a |
| Splenda®/Aspartame+10% fruta | 3.97 ± 0.97 ^a |
| Aspartame/Acesulfame+10% fruta | 3.92 ± 0.91 ^a |
| Splenda®/Aspartame+15% fruta | 3.89 ± 1.14 ^a |

Calificación= Medias obtenidas en el atributo evaluado.

D.E= Desviación Estándar.

*Tratamientos seguidos de letras iguales no son significativamente diferentes (P>0.05).

4.5.3 Dulzura

Respecto al Cuadro 6, la calificación de los panelistas fue igual para todos los tratamientos (P≥0.05). En las pruebas preliminares, los tratamientos ligeramente más intensos en dulzura fueron los endulzados con Aspartame/Acesulfame. Aguirre y Biollo (2010), encontraron que los panelistas aceptaron mejor la dulzura de los tratamientos endulzados con aspartame, mientras que para este estudio aceptaron por igual las dulzuras de todos los tratamientos, sin percibir diferencias entre tratamientos; la cantidad de aspartame utilizado por estos autores fue de 0.15% y del presente estudio de 0.06%, más bajo debido al sinergismo de los edulcorantes utilizados. Según Harris et al. (1987), los seres humanos tenemos preferencia por los sabores dulces más intensos, desde antes de nacer y reforzamos esta percepción después, al alimentarnos de lactosa.

Existe una correlación alta positiva de 0.89 entre los atributos sensoriales de dulzura y aceptación general, lo que indica que los tratamientos mejor evaluados en dulzura tendrán también mayor calificación en aceptación general.

Cuadro 6. Evaluación sensorial de dulzura en yogur firme con mango.

| Tratamiento | Calificación* ± D.E |
|--------------------------------|----------------------------|
| Aspartame/Acesulfame+10% fruta | 4.17 ± 1.03 ^a |
| Splenda®/Aspartame+15% fruta | 4.00 ± 1.17 ^a |
| Aspartame/Acesulfame+15% fruta | 3.94 ± 1.15 ^a |
| Splenda®/Aspartame+10% fruta | 3.47 ± 1.21 ^a |

Calificación= Medias obtenidas en el atributo evaluado.

D.E= Desviación Estándar.

*Tratamientos seguidos de letras iguales no son significativamente diferentes (P>0.05).

4.5.4 Acidez

Según el Cuadro 7, los tratamientos más aceptados fueron los tratamientos Splenda®/Aspartame con 15% de fruta y Aspartame/Acesulfame con 10 y 15% de fruta; a su vez fueron indiferentes entre ellos (P≥0.05). El tratamiento Splenda®/Aspartame y 10% fruta no les gustó ni les disgustó. Los panelistas evaluaron diferente la acidez sensorial de los tratamientos, aunque ésta en el análisis químico fue igual para todos.

Según la Sociedad Española de Bromatología (1957), la percepción de acidez puede variar según las preferencias regionales de cada persona, ya que algunos países prefieren un yogur más ácido y en otros menos ácidos.

Cuadro 7. Evaluación sensorial de acidez en yogur firme con mango.

| Tratamiento | Calificación* ±D.E |
|--------------------------------|---------------------------|
| Splenda®/Aspartame+15% fruta | 4.28 ± 0.78 ^a |
| Aspartame/Acesulfame+10% fruta | 4.03 ± 0.91 ^{ab} |
| Aspartame/Acesulfame+15% fruta | 3.81 ± 1.00 ^{ab} |
| Splenda®/Aspartame+10% fruta | 3.53 ± 0.97 ^b |

Calificación= Medias obtenidas en el atributo evaluado.

D.E= Desviación Estándar.

*Tratamientos seguidos de letras distintas son significativamente diferentes (P<0.05).

4.5.5 Textura

El Cuadro 8, muestra que los panelistas evaluaron igual la textura de todos los tratamientos; este resultado era esperado ya que todos los tratamientos tenían firmeza similar por la misma cantidad de sólidos añadidos en la formulación. Por otra parte, la fruta no influyó en la textura ya que estaba al fondo del envase durante la incubación y no interactuaba con el yogur encima ya que estaba colocado en capas. Aunque los panelistas revolvieron el yogur con la fruta y modificaron la textura del mismo, no hubo diferencias entre tratamientos (P≥0.05).

Cuadro 8. Evaluación sensorial de textura en yogur firme con mango.

| Tratamiento | Calificación* ± D.E |
|--------------------------------|----------------------------|
| Splenda®/Aspartame+15% fruta | 4.14 ± 0.99 ^a |
| Aspartame/Acesulfame+15% fruta | 4.08 ± 0.97 ^a |
| Aspartame/Acesulfame+10% fruta | 3.78 ± 1.17 ^a |
| Splenda®/Aspartame+10% fruta | 3.61 ± 1.15 ^a |

Calificación= Medias obtenidas en el atributo evaluado.

D.E= Desviación Estándar.

*Tratamientos seguidos de letras iguales no son significativamente diferentes (P>0.05).

4.5.6 Aceptación general

Según los resultados del Cuadro 9, los tratamientos con 15% fruta y el tratamiento Aspartame/Acesulfame +10% fruta fueron los más aceptados con "me agrada poco"; a su vez el tratamiento con Splenda®/Aspartame y 10% fruta no les gustó ni les disgustó; estas diferencias se debieron probablemente a la interacción entre el porcentaje de mango e intensidad de dulzura. Dos de los tres tratamientos mejor evaluados, eran los de mayor porcentaje de fruta; según Hernández (2003), mientras más contenido de fruta tenga un producto lácteo, mayor será la aceptación por parte del consumidor. Por otro lado Aguirre y Biollo (2010), encontraron que los panelistas aceptaron mejor los tratamientos con

aspartame, ya que estos tenían intensidades más dulces por el tipo de edulcorante. En un estudio realizado por Hernández et al. (2004), los panelistas aceptaron mejor los yogures endulzados con aspartame que los endulzados con sacarosa ya que estos tenían mayor intensidad de sabor dulce. Comparando con los resultados obtenidos por King et al. (2000), los panelistas no aceptaron los yogures endulzados con niveles bajos de aspartame pero si aceptaban los de niveles altos ya que potenciaban el sabor dulce de la fruta. Algo similar ocurrido en el estudio ya que el tratamiento Splenda/Aspartame con 10% era el menos dulce y con menos porcentaje de fruta el cual no era tan aceptado como los tres tratamientos mencionados anteriormente.

Cuadro 9. Evaluación sensorial aceptación general en yogur firme con mango.

| Tratamiento | Calificación* \pm D.E |
|--------------------------------|-------------------------------|
| Aspartame/Acesulfame+15% fruta | 4.25 \pm 0.87 ^a |
| Splenda®/Aspartame+15% fruta | 4.03 \pm 0.88 ^a |
| Aspartame/Acesulfame+10% fruta | 3.94 \pm 0.89 ^{ab} |
| Splenda®/Aspartame+10% fruta | 3.44 \pm 0.99 ^b |

Calificación= Medias obtenidas en el atributo evaluado.

D.E= Desviación Estándar.

*Tratamientos seguidos de letras distintas son significativamente diferentes (P<0.05).

4.6 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

4.6.1 Color

Para el valor L* (Cuadro 11), todos los tratamientos presentaron igual luminosidad. Para el valor a* según el Cuadro 12, los tratamientos presentaron iguales tonalidades de color rojo y esto se pudo haber dado por el color intenso de la pulpa de mango proporcionado por los carotenos. Relacionando los resultados de apariencia con el análisis físico de color encontramos que los valores tanto de L*, a* y b*, fueron indiferentes entre los cuatro tratamientos.

Cuadro 10. Análisis físico de color: valor L* en yogur firme con mango.

| Tratamiento | Valor L** \pm D.E |
|--------------------------------|-------------------------------|
| Aspartame/Acesulfame+15% fruta | 84.21 \pm 2.12 ^a |
| Splenda®/Aspartame+15% fruta | 84.17 \pm 1.96 ^a |
| Aspartame/Acesulfame+10% fruta | 84.16 \pm 2.06 ^a |
| Splenda®/Aspartame+10% fruta | 83.66 \pm 1.44 ^a |

Pa.s= Medias obtenidas en el Colorímetro Hunter L*a*b*.

D.E= Desviación Estándar.

*Tratamientos seguidos de letras iguales no son significativamente diferentes (P>0.05).

Cuadro 11. Análisis físico de color: valor a* en yogur firme con mango.

| Tratamiento | Valor a** ± D.E |
|--------------------------------|---------------------------|
| Aspartame/Acesulfame+10% fruta | 14.49 ± 2.95 ^a |
| Aspartame/Acesulfame+15% fruta | 13.50 ± 3.00 ^a |
| Splenda®/Aspartame+15% fruta | 13.28 ± 3.28 ^a |
| Splenda®/Aspartame+10% fruta | 13.24 ± 2.88 ^a |

Pa.s= Medias obtenidas en el Colorímetro Hunter L*a*b*.

D.E= Desviación Estándar.

*Tratamientos seguidos de letras distintas son significativamente diferentes (P<0.05).

Los valores de b* del Cuadro 12, obtuvieron la misma intensidad de color amarillo para todos los tratamientos, siendo significativamente indiferentes entre ellos. Existió una correlación media negativa de -0.75 encontrada entre el valor b* y el atributo sensorial de apariencia, la cual indica que entre más tonalidad de amarillo tenga el yogur, menos será la calificación de apariencia que obtendrá. Los panelistas gustan de productos naturales, por el cual las tonalidades intensas en los colores las relacionan con alto contenido de colorantes artificiales. Relacionando los resultados los colores obtenidos eran esperados ya que el yogur tuvo una tonalidad de anaranjado claro debido al colorante artificial utilizado en la formulación.

Cuadro 12. Análisis físico de color: valor b* en yogur firme con mango.

| Tratamiento | Valor b** ± D.E |
|--------------------------------|---------------------------|
| Aspartame/Acesulfame+10% fruta | 37.15 ± 3.47 ^a |
| Aspartame/Acesulfame+15% fruta | 36.44 ± 4.50 ^a |
| Splenda®/Aspartame+10% fruta | 36.39 ± 4.05 ^a |
| Splenda®/Aspartame+15% fruta | 35.94 ± 4.59 ^a |

Pa.s= Medias obtenidas en el Colorímetro Hunter L*a*b*.

D.E= Desviación Estándar.

*Tratamientos seguidos de letras iguales no son significativamente diferentes (P>0.05).

4.6.2 Viscosidad

No existieron diferencias significativas entre viscosidades según el Cuadro 10, probablemente debido a que todos los tratamientos fueron indiferentes en ATECAL y pH, por lo tanto las viscosidades que tuvieron los yogures eran significativamente indiferentes (P≥0.05). Según Walstra (2001), el yogur presenta mayor viscosidad cuanto más alta sea su acidez. La cantidad de mango no afectó la viscosidad del producto.

Cuadro 13. Análisis físico de aroma en yogur firme con mango.

| Tratamiento | Pa.s* ±D.E |
|--------------------------------|----------------------------|
| Splenda®/Aspartame+15% fruta | 5872 ± 1273.2 ^a |
| Aspartame/Acesulfame+15% fruta | 5502 ± 1404.4 ^a |
| Splenda®/Aspartame+10% fruta | 5398 ± 1345.4 ^a |
| Aspartame/Acesulfame+10% fruta | 5371 ± 1549.6 ^a |

Pa.s= Medias obtenidas en el Viscosimetro de Brookfield.

D.E= Desviación Estándar.

*Tratamientos seguidos de letras iguales no son significativamente diferentes (P>0.05).

4.6.3 ATECAL

Con respecto a la acidez titulable expresada en ácido láctico, los tratamientos presentaron igual ATECAL (P≥0.05), (Cuadro 14) esto se explica ya que la elaboración de los tratamientos se realizó utilizando la misma materia prima, en las mismas condiciones de tiempo y temperatura. Los valores obtenidos eran esperados ya que el rango de ATECAL establecido en el flujo de proceso fue de 0.9 a 1.0.

Cuadro 14. Análisis químico de acidez en yogur firme con mango.

| Tratamiento | ATECAL* ± D.E |
|--------------------------------|--------------------------|
| Aspartame/Acesulfame+10% fruta | 1.04 ± 0.12 ^a |
| Splenda®/Aspartame+10% fruta | 0.97 ± 0.03 ^a |
| Splenda®/Aspartame+15% fruta | 0.97 ± 0.06 ^a |
| Aspartame/Acesulfame+15% fruta | 0.95 ± 0.07 ^a |

ATECAL= Medias obtenidas en el Análisis de acidez titulable expresada en ácido láctico.

D.E= Desviación Estándar.

*Tratamientos seguidos de letras iguales no son significativamente diferentes (P>0.05).

4.6.4 Grasa

Según los resultados del análisis de grasa, no existió presencia de grasa en los tratamientos, debido a que el 0.5% de grasa de la leche utilizada en el yogur, fue eliminada durante su elaboración. Según el Codex Alimentarius en la norma para leches fermentadas (CODEX STAN 243-2003), para que un producto sea sin grasa debe contener menos de 0.5% de grasa, por el cual todos los tratamientos de yogur firme son considerados sin grasa.

4.6.5 Acidez (pH)

Según el Cuadro 15, no hay diferencias significativas en pH entre los tratamientos. Según Chandan (2006) el pH del yogur debe tener entre 4 y 5 lo que quiere decir que este factor estuvo dentro del rango adecuado. Se puede inferir que los edulcorantes y la cantidad de

fruta no afectaron la acidez del yogur, aunque los panelistas hayan detectado diferencias sensoriales.

Cuadro 15. Análisis químico de acidez (pH) en yogur firme con mango.

| Tratamiento | pH* ± D.E |
|--------------------------------|--------------------------|
| Aspartame/Acesulfame+10% fruta | 4.57 ± 0.11 ^a |
| Splenda®/Aspartame+10% fruta | 4.55 ± 0.08 ^a |
| Splenda®/Aspartame+15% fruta | 4.47 ± 0.05 ^a |
| Aspartame/Acesulfame+15% fruta | 4.52 ± 0.05 ^a |

pH= Medias obtenidas en el Análisis de acidez (pH).

D.E= Desviación Estándar.

*Tratamientos seguidos de letras iguales no son significativamente diferentes (P>0.05).

4.7 CALORÍAS

Los resultados del Cuadro 16, indican que las cuatro formulaciones de yogur firme, cumplen con las normas exigidas por la Food and Drugs Administration, ya que redujeron las calorías en más del 25% en cuanto al producto de referencia (yogur de mango Zamorano). El yogur endulzado con Aspartame y Acesulfame con 10% de fruta fue el tratamiento que obtuvo el valor más alto en reducción de calorías. Cabe recalcar que el aporte calórico del mango fluctuó entre 6 y 9 Kcal por cada 190 g de yogur firme.

Cuadro 16. Calculo de calorías para yogur Zamorano y yogur firme con mango.

| Tratamientos | (Kcal)¹ | Cálculo de Calorías |
|--------------------------------|---------------------------|---|
| | | Reducción de calorías con respecto a Yogur Zamorano(%)² |
| Yogur de Mango Zamorano | 172.98 | *- |
| Splenda®/Aspartame+15% fruta | 106.63 | 38.36 |
| Splenda®/Aspartame+10% fruta | 103.42 | 40.22 |
| Aspartame/Acesulfame+15% fruta | 104.75 | 39.44 |
| Aspartame/Acesulfame+10% fruta | 101.53 | 41.31 |

*- No aplica

1. Datos en kilo calorías para 190 gramos, obtenidos en el software Food Processor SQL.

2. Porcentaje de reducción calórica con respecto al yogur de mango de Zamorano.

4.8 ANÁLISIS DE COSTOS

Se analizaron los costos variables de todas las formulaciones de yogur firme con mango (Cuadros 17, 18, 19 y 20), siendo el tratamiento Aspartame/Acesulfame y 10% de mango el de menor costo variable con un valor de L. 5.74 para una presentación de 190 g (Cuadro 19). El costo variable del yogur de mango Zamorano es de L. 4.26. En el mercado local no existe una amplia gama de yogures firmes o tipo postre, bajos en calorías, esto sería una oportunidad para cubrir las necesidades de los consumidores hondureños.

Cuadro 17. Costos variables para el yogur firme con Splenda/Aspartame y 15% mango.

| Ingrediente | Unidad | Cantidad | Costo (L.) |
|---------------------------|---------------|-----------------|-------------------|
| Leche 0.5% | kg | 50 | 473 |
| Splenda | kg | 0.025 | 40 |
| Aspartame | kg | 0.056 | 67 |
| Leche descremada en polvo | kg | 2.7 | 237 |
| Estabilizador p/ yogur | kg | 0.25 | 41.76 |
| Mango 15% | kg | 7.5 | 368 |
| Cultivo láctico | g | 0.5 | 5.43 |
| Sorbato de potasio | g | 26 | 4.67 |
| Vaso 190 g | Unidad | 263 | 376.1 |
| Sello termoencogible | Unidad | 263 | 31.56 |
| Costo/yogur 50 kg | | | 1644.52 L. |
| Costo/yogur 190 g | | | 6.25 L. |

Cuadro 18. Costos variables para el yogur firme con Splenda/Aspartame y 10% mango.

| Ingrediente | Unidad | Cantidad | Costo (L.) |
|---------------------------|---------------|-----------------|-------------------|
| Leche 0.5% | kg | 50 | 473 |
| Splenda | kg | 0.025 | 40 |
| Aspartame | kg | 0.056 | 67 |
| Leche descremada en polvo | kg | 2.7 | 237 |
| Estabilizador p/ yogur | kg | 0.25 | 41.76 |
| Mango 10% | kg | 5.1 | 240 |
| Cultivo láctico | g | 0.5 | 5.43 |
| Sorbato de potasio | g | 26 | 4.67 |
| Vaso 190 g | Unidad | 263 | 376.1 |
| Sello termoencogible | Unidad | 263 | 31.56 |
| Costo/yogur 50 kg | | | 1516.52 L. |
| Costo/yogur 190 g | | | 5.76 L. |

Cuadro 19. Costos variables para el yogur firme con Aspartame/Acesulfame y 10% mango.

| Ingrediente | Unidad | Cantidad | Costo (L.) |
|---------------------------|---------------|-----------------|-------------------|
| Leche 0.5% | kg | 50 | 473 |
| Acesulfame | kg | 0.02 | 35 |
| Aspartame | kg | 0.056 | 67 |
| Leche descremada en polvo | kg | 2.7 | 237 |
| Estabilizador p/ yogur | kg | 0.25 | 41.76 |
| Mango 10% | kg | 5.1 | 240 |
| Cultivo láctico | g | 0.5 | 5.43 |
| Sorbato de potasio | g | 26 | 4.67 |
| Vaso 190 g | Unidad | 263 | 376.1 |
| Sello termoencogible | Unidad | 263 | 31.56 |
| Costo/yogur 50 kg | | | 1511.52 L. |
| Costo/yogur 190 g | | | 5.74 L. |

Cuadro 20. Costos variables para el yogur firme con Aspartame/Acesulfame y 15% mango.

| Ingrediente | Unidad | Cantidad | Costo (L.) |
|---------------------------|---------------|-----------------|-------------------|
| Leche 0.5% | kg | 50 | 473 |
| Acesulfame | kg | 0.02 | 35 |
| Aspartame | kg | 0.056 | 67 |
| Leche descremada en polvo | kg | 2.7 | 237 |
| Estabilizador p/ yogur | kg | 0.25 | 41.76 |
| Mango 15% | kg | 7.5 | 368 |
| Cultivo láctico | g | 0.5 | 5.43 |
| Sorbato de potasio | g | 26 | 4.67 |
| Vaso 190 g | Unidad | 263 | 376.1 |
| Sello termoencogible | Unidad | 263 | 31.56 |
| Costo/yogur 50 kg | | | 1639.52 L. |
| Costo/yogur 190 g | | | 6.23 L. |

5. CONCLUSIONES

- Se estableció la formulación para el yogur firme con mango utilizando una combinación de edulcorantes no calóricos Aspartame/Acesulfame y Splenda/Aspartame.
- Se estableció un flujo de procesos de ocho etapas para el yogur firme con mango, en el cual la adición de ingredientes y la forma de incubación fueron determinantes en las características del producto final.
- Todos los tratamientos tuvieron tendencias a tonalidades amarillo y rojo debido al colorante artificial utilizado en la formulación; la viscosidad obtenida fue igual para todos los tratamientos siendo estas de valores entre 5.30 y 5.80 Pa.s.
- Los panelistas aceptaron de igual manera todos los tratamientos de yogur firme, gustándoles las características de apariencia, aroma, dulzura y textura sin que influyera la combinación de edulcorantes y la cantidad de fruta.
- Los cuatro yogures elaborados cumplieron con las normas exigidas por el Food and Drugs Administration (FDA), reduciendo entre un 38 y 41% de calorías y menos de 0.5% de grasa comparado con el yogur de mango de Zamorano; por lo tanto todos los tratamientos son bajos en calorías y sin grasa.
- Los costos variables de formulación para elaborar un yogur firme con mango oscilan entre L. 5.74 y 6.24, siendo el tratamiento Aspartame/Acesulfame con 10% fruta el de menor costo variable.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar pruebas microbiológicas a todos los tratamientos de yogur firme con mango.
- Evaluar el efecto de la fruta y los edulcorantes realizando medidas repetidas en el tiempo.
- Adquirir la fruta desde un proveedor directo para minimizar los costos variables del yogur firme con mango.
- Realizar otro estudio para determinar la formulación y proceso para la pulpa de mango sin azúcar utilizada en el yogur firme.
- Evaluar el uso de otros métodos como el penetrómetro, para medir la consistencia del yogur firme.

7. LITERATURA CITADA

Chandan. R. 2006. Manufacturing yogurt and Fermented Milks. Iowa United States of America Blackwell Publishing. 364p.

Cubero. N; Monferrer. A; Villalta. J. 2002. Aditivos Alimentarios. Madrid España. Ediciones Mundi-Prensa. 240p.

Cueva. O. 2003. Elaboración de yogur firme sabor fresa. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. 44p.

Díaz. J. 2004. Descubre los frutos exóticos. Madrid España. Ediciones Capitel. 455p.

Food & Agriculture Organization. 1989. Mercado Mundial de Productos Hortofrutícolas Tropicales. Roma Italia. FAO. 130p.

Food & Agriculture Organization. 2001. Leche y productos lácteos: Volumen 12 de Codex Alimentarius. Roma Italia. FAO. 276p.

Fonte. P. 2010. Guía Inteligente para Diabéticos. Maracaibo Venezuela. Ediciones HENRYFB. 97p.

García. C. 2006. Un completo análisis de los sectores de la distribución y producción de gran consumo: Estudio de los sectores alimentarios y de sus canales de distribución. Revista Alforja no. 308:134-145.

Harris. M; Ross. E. 1987. Evolution: Toward a Theory of Human. United States of America. Temple University Press. 646p.

Hernández. A; Alfaro. I; Arrieta. R. 2003. Microbiología Industrial. San Carlos Costa Rica. Ediciones EUNED. 269p.

Hernández. A; Palomo. E; Santos. A. 2004. Dulzura Percibida de Aspartame y Sacarosa en yogur. Texcoco México. Universidad Autónoma Chapingo. 54p.

IICA. 2000. Importancia Del Merdado en la Investigación Agraria para el Desarrollo Alternativo. Lima Perú. Ediciones Orton IICA/CATIE. 147p.

IICA. 2001. El mango en el Perú y sus vínculos con el mercado internacional. Maracaibo Venezuela. IICA. 98p.

King. S; Lawler. P; Adams. J. 2000. Effect of Aspartame and Fat on Sweetness Perception in yogurt. Journal of Food Science. Vol. 65. No.6.

López. A. 2003. Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas: del campo al mercado. Roma Italia. Food & Agriculture Organization. 185p.

Mc Neil Nutritionals, PA. 2010. Splenda® Sweet Team homepage (en línea). Washington, EE.UU. Consultado 30 oct 2010.

Disponible en [http:// splendaenespanol.com/faq/no-calorie-sweetener](http://splendaenespanol.com/faq/no-calorie-sweetener).

Montero. A. 2003. Leches fermentadas en la comunidad de Madrid. Documentos Técnicos n°.106:11-16.

Morton. J. 1987. Mango: Fruits of warm climates. Miami Florida. Purdue University. 239p.

Orellana. D. 2009. Efecto de dos cantidades de leche descremada en polvo y dos edulcorantes no calóricos en las características físico-químicas y sensoriales del yogur dietético de fresa. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. 39p.

Sánchez. J. 2008. Informe de Previsión Gran Consumo 2008. Madrid España. Editorial ESIC. 165p.

Serra. L; Aranceta. J. 2006. Nutrición y Salud Publica: Métodos, bases científicas y aplicaciones. Barcelona España. MASSON S.A.

Sociedad Española de Bromatología. 2010. Anales de Bromatología. Volúmen 9. California United States of America.

Voet. D; Voet. J. 2007. Fundamental of Biochemistry. Madrid España. 1260p.

Walstra.P; Geurts. J; Normen. A; Jellema. A; Boekel. M. 2001. Dairy Technology: Principles of Milk Properties and Processes. Zaragoza España. Editorial Acribia. 715p.

Wolke. R. 2003. Lo que Einstein le contó a su cocinero. Barcelona España. Ediciones Robinbook. 267p.

8. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de evaluación sensorial

HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Desarrollo y evaluación de un yogur firme utilizando tres edulcorantes no calóricos y dos porcentajes de mango

Instrucciones:

- Por favor coloque su nombre y fecha en todas las hojas que se le entregan
- Se le presentarán cuatro muestras codificadas de piña deshidratada, una galleta de soda y un vaso con agua.
- Limpie su paladar con galleta y agua antes y después de cada muestra.
- Haga su evaluación de izquierda a derecha.
- Marque con una "X" el círculo adecuado según su evaluación de las muestras de acuerdo con los atributos de: apariencia, aroma, dulzura, acidez, textura y aceptación general.
- Antes de probar cada muestra, evalúe primero el color y aroma.
- En la Escala: 1 significa extremadamente desagradable, 3 significa no me gusta, ni me disgusta (N.g/N.d), 5 significa extremadamente agradable.
- Al finalizar la evaluación deje la hoja en su cubículo.

NOMBRE:

FECHA:

MUESTRA N°:

| | Me agrada mucho | Me agrada poco | No me agrada ni me desagrada | Me desagrada poco | Me desagrada mucho |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <u>Apariencia</u> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <u>Aroma</u> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <u>Dulzura</u> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <u>Acidez</u> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <u>Textura</u> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <u>A. General</u> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |