

**Evaluación de tres combinaciones de cultivos
lácticos y dos prebióticos en los aspectos
fisicoquímicos y sensoriales del yogur sabor a
fresa**

**Daniel Arístides Fernández Vásquez
Joby Joseph Puthukulangara Kuzhikandathil**

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2012

ZAMORANO
DEPARTAMENTO DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Evaluación de tres combinaciones de cultivos lácticos y dos prebióticos en los aspectos fisicoquímicos y sensoriales del yogur sabor a fresa

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

Presentado por:

Daniel Arístides Fernández Vásquez
Joby Joseph Puthukulangara Kuzhikandathil

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2012

Evaluación de tres combinaciones de cultivos lácticos y dos prebióticos en los aspectos fisicoquímicos y sensoriales del yogur sabor a fresa

Presentado por:

Daniel Arístides Fernández Vásquez
Joby Joseph Puthukulangara Kuzhikandathil

Aprobado:

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Asesor principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Departamento de Agroindustria Alimentaria

Paola Carrillo, M.Sc.
Asesor

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

RESUMEN

Fernández Vásquez, D.A. y J.J. Puthukulangara Kuzhikhandathil. 2012. Evaluación de tres combinaciones de cultivos lácticos y dos prebióticos en los aspectos físico-químicos y sensoriales del yogur sabor a fresa. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 28 p.

El yogur es el producto lácteo obtenido de la fermentación ácido láctica de *Lactobacillus delbrueckii* y *Streptococcus thermophilus*. El objetivo principal de este estudio fue determinar el efecto de la adición de tres combinaciones de cultivos lácticos y dos prebióticos en los aspectos fisicoquímicos y sensoriales del yogur sabor a fresa. Para este fin se evaluó la adición de tres cultivos lácticos comerciales (YC-180, ABY-3 y BIFI), con dos prebióticos (Inulina y Polidextrosa). Se realizó un BCA con 6 tratamientos, 3 repeticiones y 3 medidas repetidas en el tiempo, para un total de 54 unidades experimentales. Los tratamientos se evaluaron sensorialmente con 20 panelistas no entrenados pero consumidores de yogur. Se evaluó la apariencia, color, aroma, acidez, viscosidad, sabor y aceptación general. Las características fisicoquímicas evaluadas fueron acidez, pH, color y se realizaron conteos de coliformes totales. Con el análisis sensorial, en el atributo de aceptación general se determinó que los tratamientos preferidos por los panelistas, fueron los yogures elaborados con el prebiótico inulina e inoculado con cultivo YC180 y el yogur elaborado con inulina e inoculado con el cultivo YC180 más BIFI ($P < 0.05$). El tratamiento elaborado con inulina e inoculado con cultivo YC180 y el tratamiento elaborado con inulina e inoculado con los cultivos YC180 y BIFI fueron evaluados en una prueba de ordenamiento múltiple con yogur light sabor a fresa con probióticos de dos marcas comerciales. Se determinó que el yogur preferido fue el Yoplait® y que el yogur elaborado con inulina e inoculado con YC180 es igualmente preferido que el yogur de la marca (P<0.05), se recomienda realizar un estudio de factibilidad para la introducción de un producto con probióticos y prebióticos en el mercado hondureño.

Palabras clave: ABY-3, BIFI, inulina, polidextrosa, splenda®, YC-180.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4 CONCLUSIONES.....	22
5 RECOMENDACIONES.....	23
6 LITERATURA CITADA.....	24
7 ANEXOS.....	27

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Formulaciones para cada tratamiento de yogur con probióticos y prebióticos.....	4
2. Diseño experimental.....	6
3. Análisis sensorial para la variable apariencia	7
4. Análisis sensorial para la variable aroma	8
5. Análisis sensorial para la variable acidez	9
6. Análisis sensorial para la variable viscosidad.....	10
7. Análisis sensorial para la variable sabor.....	11
8. Análisis sensorial para la variable aceptación general	12
9. Análisis de color para la variable L.....	13
10. Análisis de color para la variable a	14
11. Análisis de color para la variable b	15
12. Análisis de viscosid ad.	16
13. Análisis de pH.....	17
14. Conteo de coliformes.....	17
15. Coeficiente de Pearson entre las variables analizadas para yogur con probióticos y prebióticos durante 30 días de almacenamiento	18
16. Cuadro de significancias.....	19
17. Análisis de preferencia	20
18. Análisis de costos.....	21
Figuras	Página
1. Flujo de proceso para la elaboración de yogur con probióticos y prebióticos y sabor a fresa.	4
2. Calificaciones por atributo sensorial para cada tratamiento.	20
Anexos	Página
1. Formato de boleta de respuestas para análisis sensorial exploratorio, con escala hedónica de 1 a 9.....	27
2. Boleta de respuestas para prueba de ordenamiento múltiple.	28

1. INTRODUCCIÓN

Se conoce como yogur al producto obtenido de la fermentación ácido láctica de la leche por *Lactobacillus delbrueckii* ssp. bulgaricus y *Streptococcus salivarius* ssp. thermophilus (FAO 2000). A los microorganismos incorporados en alimentos que son capaces de soportar el tránsito intestinal y colonizar el intestino se les conoce como prebióticos (Rodríguez y Magro 2008). Los probióticos aumentan la microflora intestinal a través de la formación de una barrera que modula la actividad del sistema inmune y protege al hospedero de bacterias patógenas y virus (Salminen y Ouwehand 2002). Los prebióticos son carbohidratos no digeribles que promueven el balance de la microflora intestinal mediante el crecimiento de bacterias benéficas y el decrecimiento de bacterias patógenas (Tanaka y Sako 2002).

Para ser llamado Yogur con frutas la leche utilizada en su preparación puede tener hasta 3% de grasa y 0.5% de estabilizador, con un máximo de 18% frutas (Bylund y López 2003). El compuesto más importante para la elaboración de yogur es la lactosa ya que las bacterias presentes en el yogur se alimentan de ésta y producen como derivado ácido láctico que acidifica la leche (Wills 1999). El aumento de la viscosidad y formación del coágulo es resultado del aumento de la acidez en el yogur (Alais 1985). Al adicionar otros polisacáridos, que se les conoce como prebióticos, favorecemos el crecimiento de los cultivos de yogur ya que estos son alimento para los microorganismos (Rodríguez y Magro 2008).

La obesidad es un problema mundial que afecta al 65% de la población mundial y cada vez cobra mayor cantidad de vidas y produce otras enfermedades como la diabetes (OMS 2012) por esta razón es importante el uso de edulcorante no calóricos que remplacen el uso de azúcar. Splenda® es un producto derivado de la sacarosa modificada para que el cuerpo no pueda absorberla, este no aporta calorías ni afecta los niveles de glucosa en la sangre y puede resistir diferentes rangos de temperaturas (Harrar 2004). Splenda® es también conocido con el nombre de Sucralosa y es 600 veces más dulce que la sacarosa (González 2010).

Para este estudio se utilizaron 3 diferentes cultivos comerciales: YC180, ABY3 y BIFI, además 2 prebióticos: Inulina y Polidextrosa.

La falta de consumo de alimentos ricos en fibra es un factor importante para el desarrollo de muchas enfermedades como diabetes y enfermedades cardiovasculares en general (Matos y Chambilla 2010). La fibra dietética ayuda a disminuir la cantidad de glucosa en la sangre, ayuda a reducir los niveles de colesterol y triglicéridos, aumenta la sensibilidad

de la insulina y ayuda a disminuir el estreñimiento y como resultado reduce las probabilidades del cáncer de colon (Rivera 2001).

Actualmente existe la tendencia a consumir alimentos funcionales que ayudan al bienestar físico y mental con el aporte de nutrientes necesarios para el desarrollo de nuestras funciones vitales (Rodríguez y Magro 2008). La planta de lácteos Zamorano debe cubrir la demanda de estos productos funcionales con la elaboración de yogur y otros derivados que contengan probióticos, fuentes de fibra y su respectivo estudio en características físicas, químicas y sensoriales de nuevos productos que cumplan con las expectativas del consumidor.

Anteriores estudios en Zamorano han evaluado las características físico-químicas en yogur sin grasa y sin azúcar. Aguirre y Biollo (2010), observaron que los consumidores prefieren los yogures con viscosidades más altas. Estrada (2007), evaluó las características físico-químicas del yogur de fresa con probióticos y se observó que el yogur preferido por los consumidores es el inoculado con *Lactobacillus acidophilus* y una mejor apariencia el yogur inoculado con *Bifidobacterium bifido*. Valenzuela (2008), demostró que el yogur con inulina aumenta significativamente la viscosidad.

Los objetivos de este estudio fueron;

- Establecer el efecto de tres combinaciones de cultivos lácticos y dos prebióticos en los aspectos fisicoquímicos y sensoriales del yogur sabor a fresa.
- Determinar la combinación de cultivo láctico con prebiótico preferido por los consumidores de yogur sabor a fresa.
- Establecer los costos variables de elaboración de yogur sabor a fresa con probióticos y prebióticos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El estudio se realizó en tres áreas, la planta de lácteos de Zamorano, para la elaboración de los diferentes tratamientos del producto y la toma de datos. Se evaluó las características físico-químicas en el laboratorio de análisis de alimentos de Zamorano y el análisis sensorial exploratorio se realizó tanto en el laboratorio de análisis sensorial como en la feria panamericana en Zamorano. El estudio se realizó en la escuela Agrícola Panamericana Zamorano, en el departamento de Francisco Morazán, 800 msnm a 32 Km al este de Tegucigalpa, Honduras.

Materiales. Leche semidescremada (2% de grasa) pasteurizada, leche descremada (0.5% de grasa) esterilizada, cultivo láctico YC180 (*Lactobacillus delbrueckii* y *Streptococcus thermophilus*) CH, cultivo láctico ABY-3 (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii*) CH, cultivo láctico BIFI (*Bifidobacteria bifidum*) CSL, inulina Beneo™HP, polidextrosa, edulcorante Splenda® envases de Leche de un galón de HDPE, bosas estériles de microbiología, solución de NaOH 0.1 N, solución de Phenophtaleina 1% de solución alcohólica, vasitos de 1 onza, vasos de 10 onzas, bandejas de poliestireno expandido servilletas hojas blancas de papel Bond, galletas de soda Erlenmeyer de 500 ml, magneto Agitador Fisher Scientific, colorante rojo 40D, mermelada Dulcinea Light, azúcar, leche descremada en polvo spray process - powder milk, estabilizador para yogur sabores de Centroamérica.

Equipo. Marmita mezcladora MKOT 20T Cleveland Range Ltd. motor Cleveland, termómetros OAKLON Infrarrojo 630-670 nm, cuarto frío, balanza analítica OHAUS model V31XW3, colorflex Hunterlab®, platos Petri, medio de cultivo Violet Red Bile Agar BIOMARK Laboratories, peptona BIOMARK Laboratories, potenciómetro EXTECH Oyster-10, Reómetro DV-III Brookfield, incubadora Precisión Scientific C.O.PS, agitador Scientific Ware Octagon Stir bar, pipetas 1 ml, beaker de 600 ml, recipientes blancos para ATECAL, Stomacher Seward, autoclave Market Forge Sterilmatic, mechero bunsen Fisher.

Formulación. Se elaboraron seis tratamientos que se muestran en el Cuadro 1. Basado en el proceso de elaboración de yogur establecido por la planta de lácteos Zamorano que se muestra en la figura 1. Cada formulación se calculó para 3 kg de yogur. Los cultivos lácticos fueron incubados a 40°C en la incubadora del laboratorio de la planta de lácteos Zamorano, hasta obtener un ATECAL de 0.7 % y luego se almacenó a 4°C para obtener

ATECAL final de 0.8-0.9%. Por ultimo se agregó 0.7 ml de colorante y 82 gramos de mermelada de fresa sin azúcar y se almacenó el yogur a 4°C.

Cuadro 1. Formulaciones para cada tratamiento de yogur con probióticos y prebióticos.

Tratamiento	Ingredientes (%)						
	Leche	Inulina	Polidextrosa	Splenda®	Azúcar	Estabilizador	LDP
YC180 + Inulina	94.7	2.1		0.5	2.1	0.5	5.7
YC180 + Polidextrosa	94.7		2.1	0.5	2.1	0.5	5.7
ABY-3 + Inulina	94.7	2.1		0.5	2.1	0.5	5.7
ABY-3 + Polidextrosa	94.7		2.1	0.5	2.1	0.5	5.7
YC180 + BIFI + Inulina	94.7	2.1		0.5	2.1	0.5	5.7
YC180 + BIFI + Polidextrosa	94.7		2.1	0.5	2.1	0.5	5.7

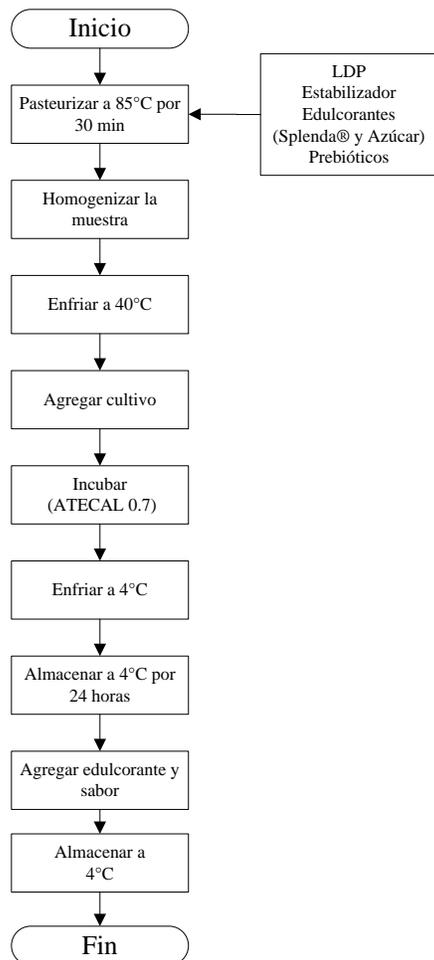


Figura 1. Flujo de proceso para la elaboración de yogur con probióticos y prebióticos y sabor a fresa.

Tratamientos. Se realizaron 6 tratamientos de yogur sabor a fresa sin azúcar

- Tratamiento 1 : Yogur sabor a fresa sin azúcar, con cultivo YC180 e inulina.
- Tratamiento 2 : Yogur sabor a fresa sin azúcar, con cultivo YC180 y polidextrosa.
- Tratamiento 3 : Yogur sabor a fresa sin azúcar, con cultivo ABY-3 e inulina.
- Tratamiento 4 : Yogur sabor a fresa sin azúcar, con cultivo ABY-3 y polidextrosa
- Tratamiento 5 : Yogur sabor a fresa sin azúcar, con cultivo YC180, BIFI e inulina.
- Tratamiento 6 : Yogur sabor a fresa sin azúcar, con cultivo YC180, BIFI y polidextrosa.

Análisis sensorial. El análisis exploratorio se realizó con un grupo de 20 panelistas no entrenados, utilizando una escala hedónica de 1 a 9, siendo 1 me disgusta extremadamente y 9 me gusta extremadamente, evaluando los atributos de apariencia, aroma, acidez, viscosidad, sabor y aceptación general.

Se realizaron seis tratamientos con tres repeticiones y tres medidas repetidas en el tiempo a los días 1, 15 y 30 de elaboración del yogur. Los datos obtenidos se analizaron el programa SAS a través de un ANDEVA, con separación de medias LSMMeans y Tukey ($P>0.05$), siendo la media más alta para el yogur mas aceptado.

Luego se analizaron los dos tratamientos mas aceptados en una prueba de preferencia con 100 consumidores, utilizando una prueba de ordenamiento múltiple. Los mejores tratamientos fueron comparados con el yogur de dos marcas comerciales (Yes[®] y Yoplait[®]), en sus presentaciones con probióticos light sabor a fresa.

Análisis físicos. Los análisis de viscosidad se realizaron para los seis tratamientos en el laboratorio de análisis de alimentos Zamorano, con tres repeticiones y tres medidas repetidas en el tiempo a los días 1, 15 y 30.

La viscosidad se midió en el reómetro DV-III de Brookfield utilizando el acople Lv3 a 20 rpm, todos los datos fueron tomados a 14°C expresando la viscosidad dinámica en pascal-segundo. En la medición de color, se utilizó el colorflex Lab Hunterlab[®] donde se analizaron los valores de L que denota la claridad en una escala de 0 a 100 siendo negro=0 y blanco=100, a denota los colores de verde a rojo en una escala de -60 a 60, siendo -60 =verde y 60 =rojo y b que denota los colores de azul a amarillo en una escala de -60 a 60, siendo -60 =azul y 60 =amarillo.

Análisis químicos. Se realizó un análisis de pH para los seis tratamientos, con tres repeticiones y 3 medidas repetidas en el tiempo, utilizando el potenciómetro EXTECH Oyster-10 en el laboratorio de la planta de lácteos Zamorano.

Análisis microbiológico. El análisis de coliformes totales se realizó en el laboratorio de la planta de lácteos Zamorano, para los seis tratamientos, en tres repeticiones y dos medidas repetidas en el tiempo, a los días 1 y 30, se utilizó Violet Red Bile Agar (VRBA) como medio de cultivo, aplicando la técnica de vertido para la siembra de platos Petri que se incubaron a 35°C por 24 horas.

Diseño experimental y análisis estadístico. El estudio determinó la mejor combinación de cultivo láctico con prebiótico, en las características físico-químicas del yogur de fresa. En el Cuadro 2. Se muestra la evaluación de los tres cultivos y los dos prebióticos y la interacción existente en cada nivel de los 2 factores.

Cuadro 2. Diseño experimental

	Inulina	Polidextrosa
Cultivo YC180	Trt 1	Trt 2
Cultivo ABY-3	Trt 3	Trt 4
Cultivo YC180 + BIFI	Trt 5	Trt 6

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar en un arreglo factorial de 3 x 2, con seis tratamientos y tres repeticiones, con tres medidas repetidas en el tiempo a los días 1, 15 y 30, para evaluar las características físico-químicas y sensoriales de los mismos. Se utilizó el programa estadístico “Statistical Analysis Software” versión 9.1, con separación de medias LSMeans y tukey.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis sensorial de apariencia. En el Cuadro 3 se observa que al día uno los tratamientos elaborados con inulina fueron los preferidos para la variable apariencia, siendo el tratamiento elaborado con inulina e inoculado con cultivo YC180+BIFI estadísticamente igual a los tratamientos elaborados con povidexrosa e inoculado con el cultivo YC180 y el inoculado con cultivo ABY3 ($P<0.05$). Al día 30 se puede observar que los tratamientos elaborados con inulina e inoculados con el cultivo YC180+BIFI y el inoculado con ABY3 fueron los de mejor apariencia, siendo este último estadísticamente igual al tratamiento elaborado con povidexrosa e inoculado con cultivo YC180+BIFI ($P<0.05$). A través del tiempo se observa que la calificación de apariencia se conserva hasta llegar al día 15 para todos los tratamientos. La estabilidad en la apariencia hasta el día 15 se puede deber principalmente al uso de inulina y povidexrosa debido a que mejora la apariencia, textura y consistencia en productos como yogur (Jaramillo 2007). Al llegar al día 30 se observa una pérdida en atributos de apariencia para los tratamientos inoculados únicamente con el cultivo YC180. La reducción de la calificación de apariencia para el día 30 se puede deber a la aparición de sinéresis por la poca diversidad de cultivos y sus metabolitos (Castro 2005).

Cuadro 3. Análisis sensorial para la variable apariencia. ^{αβ}

	Día 1	Día 15	Día 30
Tratamiento	Media ± DE ^Φ	Media ± DE	Media ± DE
YC180 + Inulina	6.93 ± 1.29 ^{a (X)}	6.40 ± 1.60 ^{ab (X)}	5.67 ± 1.89 ^{c (Y)}
YC180 + Povidexrosa	6.27 ± 1.67 ^{bc(X)}	6.23 ± 1.78 ^{b (X)}	5.28 ± 1.81 ^{c (Y)}
ABY3 + Inulina	6.83 ± 1.56 ^{a (X)}	6.50 ± 1.79 ^{ab (X)}	6.35 ± 1.88 ^{ab (X)}
ABY3 + Povidexrosa	6.17 ± 1.55 ^{bc(X)}	6.23 ± 1.80 ^{b (X)}	5.48 ± 1.82 ^{c(X)}
YC180 + BIFI + Inulina	6.77 ± 1.51 ^{ab (X)}	6.90 ± 1.27 ^{a (X)}	6.58 ± 1.66 ^{a (X)}
YC180 + BIFI + Povidexrosa	6.08 ± 1.84 ^{c(X)}	6.28 ± 1.68 ^{b (X)}	5.85 ± 1.71 ^{bc(X)}
% CV ^Ω	23.85	25.25	28.95

α. Medias seguidas con diferente letra mayúscula en la misma fila son significativamente diferentes ($P<0.05$).

β. Medias seguidas con diferente letra minúscula en la misma columna son significativamente iguales ($P<0.05$).

Φ. DE = Desviación Estándar.

Ω. CV= Coeficiente de variación.

Análisis sensorial de aroma. En el Cuadro 4 se puede observar que todos los tratamientos tuvieron la misma aceptación para aroma en el día uno y 30 ($P < 0.05$). A través del tiempo se puede observar que la calificación del atributo aroma es menor al llegar al día 30 donde se obtuvieron resultados muy cercanos a la indiferencia en la aceptación de aroma a excepción del tratamiento elaborado con povidexrosa e inoculado con cultivo ABY-3. La reducción en calificación del aroma a través del tiempo se puede deber a la aparición de compuestos aromáticos volátiles producidos por organismos psicrófilos que crecen a temperaturas de refrigeración como algunas del género *Lactobacillus* (Carrillo y Audisio 2007).

Cuadro 4. Análisis sensorial para la variable aroma. $\alpha \beta$

	Día 1	Día 15	Día 30
Tratamiento	Media \pm DE Φ	Media \pm DE	Media \pm DE
YC180 + Inulina	6.60 \pm 1.53 ^{a(X)}	6.40 \pm 1.48 ^{ab(X)}	5.77 \pm 1.84 ^{a (Y)}
YC180 + Povidexrosa	6.30 \pm 1.70 ^{a(X)}	6.18 \pm 1.59 ^{ab(X)}	5.37 \pm 1.74 ^{a (Y)}
ABY3 + Inulina	6.51 \pm 1.61 ^{a(X)}	6.33 \pm 1.73 ^{ab(X)}	5.75 \pm 1.75 ^{a (Y)}
ABY3 + Povidexrosa	6.03 \pm 1.68 ^{a(X)}	5.95 \pm 1.68 ^{b(X)}	5.65 \pm 1.67 ^{a(X)}
YC180 + BIFI + Inulina	6.43 \pm 1.67 ^{a(XY)}	6.63 \pm 1.51 ^{a (X)}	5.90 \pm 1.69 ^{a (Y)}
YC180 + BIFI + Povidexrosa	6.10 \pm 1.75 ^{a(X)}	6.42 \pm 1.60 ^{ab(X)}	5.47 \pm 1.87 ^{a (Y)}
% CV Ω	25.92	24.8	27.48

α . Medias seguidas con diferente letra mayúscula en la misma fila son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

β . Medias seguidas con diferente letra minúscula en la misma columna son significativamente iguales ($P < 0.05$).

Φ . DE = Desviación Estándar.

Ω . CV = Coeficiente de variación.

Análisis sensorial de acidez. En el Cuadro 5 se puede observar al día uno los tratamientos sensorialmente preferidos por los panelistas para la variable acidez, fueron los elaborados con Inulina. El tratamiento elaborado con Inulina e inoculado con cultivo YC180+BIFI fue estadísticamente igual a los tratamientos elaborados con povidexrosa ($P > 0.05$). En el día 30 se puede observar que los tratamientos elaborados con inulina y el tratamiento elaborado con povidexrosa e inoculado con cultivo ABY-3 tuvieron la mejor aceptación para la variable acidez, siendo este último estadísticamente igual al tratamiento elaborado con povidexrosa e inoculado con el cultivo YC180+BIFI. Como se puede observar en el Cuadro 13 no existe diferencia estadística en la acidez entre tratamientos, sin embargo los panelistas sí encontraron diferencias en la acidez, esto se debe a que la povidexrosa no aporta acidez, sin embargo aporta un ligero sabor amargo que los panelistas pudieron confundir como acidez (Guzek 1990). A través del tiempo se puede observar que la aceptación de acidez se mantuvo estadísticamente igual ($P > 0.05$) hasta el día 15 y fue estadísticamente inferior al llegar al día 30. La disminución en la aceptación de acidez se debe al aumento de la acidez al llegar al final de su vida anaeróbica como se puede apreciar en el Cuadro 13. La acidez está relacionada únicamente con el crecimiento

microbiano y la generación de ácido láctico ya que la inulina no aporta acidez al yogur (Güven 2005).

Cuadro 5. Análisis sensorial para la variable acidez. ^{αβ}

	Día 1	Día 15	Día 30
Tratamiento	Media ± DE ^Φ	Media ± DE	Media ± DE
YC180 + Inulina	6.67 ± 1.60 ^{a (X)}	6.33 ± 1.85 ^{a (X)}	5.00 ± 2.21 ^{a (Y)}
YC180 + Polidextrosa	5.32 ± 2.06 ^{b(X)}	5.01 ± 2.00 ^{c(X)}	3.48 ± 2.12 ^{c(Y)}
ABY3 + Inulina	6.68 ± 1.71 ^{a (X)}	6.00 ± 2.25 ^{ab (X)}	5.23 ± 2.24 ^{a (Y)}
ABY3 + Polidextrosa	5.38 ± 2.00 ^{b(X)}	5.50 ± 1.92 ^{bc(X)}	4.93 ± 1.98 ^{ab (Y)}
YC180 + BIFI + Inulina	6.28 ± 1.90 ^{ab(X)}	6.32 ± 1.83 ^{a (X)}	5.17 ± 2.05 ^{a (Y)}
YC180 + BIFI + Polidextrosa	5.82 ± 1.96 ^{b(X)}	5.60 ± 1.97 ^{bc(X)}	4.22 ± 2.12 ^{b (Y)}
% CV ^Ω	30.87	33.53	41.27

α. Medias seguidas con diferente letra mayúscula en la misma fila son significativamente diferentes (P<0.05).

β. Medias seguidas con diferente letra minúscula en la misma columna son significativamente iguales (P<0.05).

Φ. DE = Desviación Estándar.

Ω. CV= Coeficiente de variación.

Análisis sensorial de viscosidad. En el Cuadro 6 se puede observar que la aceptación para el atributo viscosidad en el día uno fueron preferidos por los panelistas los tratamientos elaborados con inulina, sin embargo el tratamiento elaborado con inulina e inoculado con YC180+BIFI es estadísticamente igual al tratamiento elaborado con polidextrosa e inoculado con YC-180+BIFI (P<0.05). En el día 30 se puede observar que la aceptación para el atributo viscosidad fueron preferidos los tratamientos elaborados con inulina. En el Cuadro 12 se puede observar que los tratamientos elaborados con inulina presentaron valores de viscosidad más altos, esto nos indica que los tratamientos más viscosos son los preferidos por los panelistas. La aceptación del atributo de viscosidad fue estadísticamente inferior al día 30 para todos los tratamientos comparados con el día uno exceptuando el tratamiento elaborado con inulina e inoculado con cultivo YC180+BIFI. Al comparar el día 30 con el día 15, se puede observar que la aceptación de viscosidad es estadísticamente igual en los tratamientos elaborados con inulina e inoculado con cultivo YC180 y el tratamiento elaborado con polidextrosa e inoculado ABY 3. La aceptación de los tratamientos elaborados con inulina fue de mayor porque este prebiótico aporta viscosidad al yogur (Donkor 2007) y como se puede observar en el Cuadro 15 la aceptación de viscosidad esta relacionada con la viscosidad medida en el reómetro con correlación de 64.38% (P<0.05) lo que nos indica que los tratamientos más viscosos son los preferidos por los panelistas.

Cuadro 6. Análisis sensorial para la variable viscosidad. ^{αβ}

	Día 1	Día 15	Día 30
Tratamiento	Media ± DE ^Φ	Media ± DE	Media ± DE
YC180 + Inulina	6.67 ± 1.92 ^{a (X)}	6.52 ± 1.71 ^{ab (XY)}	5.97 ± 2.04 ^{a (Y)}
YC180 + Polidextrosa	5.72 ± 1.87 ^{c(X)}	5.30 ± 2.12 ^{c(X)}	4.22 ± 2.16 ^{c(Y)}
ABY3 + Inulina	7.00 ± 1.52 ^{a (X)}	6.50 ± 2.00 ^{ab (X)}	5.63 ± 1.88 ^{a (Y)}
ABY3 + Polidextrosa	5.63 ± 2.01 ^{c(X)}	5.57 ± 2.07 ^{c(XY)}	4.83 ± 1.91 ^{bc(Y)}
YC180 + BIFI + Inulina	6.60 ± 1.87 ^{ab (XY)}	6.70 ± 1.46 ^{a (X)}	5.93 ± 1.96 ^{a (Y)}
YC180 + BIFI + Polidextrosa	5.93 ± 2.12 ^{bc(X)}	5.87 ± 1.90 ^{bc(X)}	4.95 ± 2.27 ^{b (Y)}
% CV ^Ω	29.86	30.13	34.98

α. Medias seguidas con diferente letra mayúscula en la misma fila son significativamente diferentes (P<0.05).

β. Medias seguidas con diferente letra minúscula en la misma columna son significativamente iguales (P<0.05).

Φ. DE = Desviación Estándar.

Ω. CV= Coeficiente de variación.

Análisis sensorial de sabor. En el Cuadro 7 se puede observar que en el día uno para el atributo sabor los tratamientos preferidos por los panelistas fueron los elaborados con inulina, sin embargo el tratamiento elaborado con polidextrosa e inoculado con YC180+BIFI es estadísticamente igual al tratamiento elaborado con polidextrosa e inoculado con cultivo YC180+BIFI. En el día 30 se puede observar que para el atributo sabor los tratamientos preferidos por los panelistas fueron los elaborados con inulina, sin embargo el tratamiento elaborado con polidextrosa e inoculado con ABY3 es estadísticamente igual a los tratamientos elaborados con inulina e inoculados con YC180 y YC180+BIFI. La aceptación del atributo sabor de todos los tratamientos fue estadísticamente menor al llegar al día 30. Los tratamientos con inulina tuvieron una mejor aceptación ya que la inulina no aporta sabores foráneos a la matriz de los alimentos (Olagnero 2007), mientras que la polidextrosa aporta un ligero sabor amargo (Guzek 1990). El sabor amargo aportado por la polidextrosa podría ser el causante de las bajas calificaciones para los tratamientos elaborados con polidextrosa en el atributo de acidez que se muestra en el Cuadro 5 ya que los panelistas pudieron relacionar el sabor amargo con la acidez. Como se muestra en el Cuadro 15, existe una correlación directa de 93.62% (P<0.05), entre la calificación del atributo acidez y el atributo sabor, esto nos indica que la acidez es determinante para la aceptación del atributo sabor en el yogur.

Cuadro 7. Análisis sensorial para la variable sabor. ^{αβ}

Tratamiento	Día 1	Día 15	Día 30
	Media ± DE ^Φ	Media ± DE	Media ± DE
YC180 + Inulina	6.82 ± 1.56 ^{a (X)}	6.56 ± 1.78 ^{a (X)}	5.12 ± 2.27 ^{ab (Y)}
YC180 + Polidextrosa	5.63 ± 2.00 ^{c(X)}	5.25 ± 2.13 ^{c(X)}	3.22 ± 1.87 ^{d(Y)}
ABY3 + Inulina	7.13 ± 1.66 ^{a (X)}	6.23 ± 2.31 ^{ab (Y)}	5.47 ± 2.30 ^{a (Z)}
ABY3 + Polidextrosa	5.60 ± 1.91 ^{c(X)}	5.67 ± 2.19 ^{bc(X)}	4.78 ± 1.93 ^{bc (Y)}
YC180 + BIFI + Inulina	6.42 ± 2.01 ^{ab (X)}	6.43 ± 1.93 ^{a (X)}	5.07 ± 2.15 ^{ab (Y)}
YC180 + BIFI + Polidextrosa	5.78 ± 2.00 ^{bc(X)}	5.73 ± 2.15 ^{bc(X)}	4.30 ± 2.32 ^{c (Y)}
% CV ^Ω	29.52	34.75	41.38

α. Medias seguidas con diferente letra mayúscula en la misma fila son significativamente diferentes (P<0.05).

β. Medias seguidas con diferente letra minúscula en la misma columna son significativamente iguales (P<0.05).

Φ. DE = Desviación Estándar.

Ω. CV= Coeficiente de variación.

Análisis sensorial de aceptación general. Como se puede observar en el Cuadro 8, los tratamientos preferidos por los panelistas fueron los elaborados con inulina hasta el día 15. La aceptación general de todos los tratamientos al día 30 fue desagradable para los panelistas, por lo tanto la vida anaquel de los tratamientos es inferior a los 30 días de elaboración. En el día 30 también se puede observar que los panelistas calificaron mejor los tratamientos elaborados con inulina, sin embargo el tratamiento elaborado con polidextrosa e inoculado con cultivo ABY3 es estadísticamente igual a los tratamientos elaborados con inulina e inoculados con cultivo YC180+BIFI y cultivo YC180 (P<0.05). En el Cuadro 16 se puede observar que los atributos viscosidad, acidez, sabor y apariencia son los más influyentes en la aceptación general del yogur, con correlaciones mayores a 70% (P<0.05).

Cuadro 8. Análisis sensorial para la variable aceptación general. ^{αβ}

Tratamiento	Día 1	Día 15	Día 30
	Media ± DE ^Φ	Media ± DE	Media ± DE
YC180 + Inulina	6.90 ± 1.37 ^{a (X)}	6.72 ± 1.61 ^{a (X)}	5.23 ± 2.25 ^{ab (Y)}
YC180 + Polidextrosa	5.77 ± 1.77 ^{b(X)}	5.52 ± 1.78 ^{b(X)}	3.43 ± 1.94 ^{d(Y)}
ABY3 + Inulina	7.03 ± 1.30 ^{a (X)}	6.45 ± 2.17 ^{a (X)}	5.60 ± 2.22 ^{a (Y)}
ABY3 + Polidextrosa	5.65 ± 1.81 ^{b(X)}	5.65 ± 2.14 ^{b(X)}	4.94 ± 1.81 ^{bc (Y)}
YC180 + BIFI + Inulina	6.58 ± 1.67 ^{a (X)}	6.63 ± 1.59 ^{a (X)}	5.45 ± 2.15 ^{ab (Y)}
YC180 + BIFI + Polidextrosa	5.87 ± 1.85 ^{b(X)}	5.72 ± 1.71 ^{b(X)}	4.50 ± 2.24 ^{c (Y)}
% CV [Ⓚ]	25.55	30.06	37.43

α. Medias seguidas con diferente letra mayúscula en la misma fila son significativamente diferentes (P<0.05).

β. Medias seguidas con diferente letra minúscula en la misma columna son significativamente iguales (P<0.05).

Φ. DE = Desviación Estándar.

Ⓚ. CV= Coeficiente de variación.

Se puede observar en los Cuadros 3, 4, 5, 6, 7 y 8 que si existe una diferencia significativa en la calificación para todos los atributos al día 30 comparado con el día uno, esto nos indica que si fue estadísticamente significativo realizar medidas repetidas en el tiempo ya que los panelistas asignan una calificación estadísticamente más baja a los yogures con mayor tiempo de almacenamiento y conocer con esto que la vida anaquel de nuestros tratamientos es menor a 30 días.

Análisis de color. El color de todos los tratamientos fue estadísticamente iguales entre las tres medidas debido a que la inulina y la polidextrosa agregada al yogur no influyen en el color del yogur (Guzek 1990) y el color solo puede ser modificado por el uso de cultivos lácticos diferentes.

Luminosidad. En el Cuadro 9 se puede observar que en el día uno todos los tratamientos son igualmente luminosos exceptuando el tratamiento elaborado con polidextrosa e inoculado con el cultivo YC180 que muestra valores de luminosidad menores, en contradicción con (Moreno 2003) que afirma que la polidextrosa como fibra alimentaria no aporta color a los alimentos. En el día 30 se puede observar que el tratamiento elaborado con inulina e inoculado con cultivo YC180 presenta el mayor valor de luminosidad.

Cuadro 9. Análisis de color para la variable L. ^{αβ}

Tratamiento	Día 1	Día 15	Día 30
	Media ± DE ^Φ	Media ± DE	Media ± DE
YC180 + Inulina	73.18 ± 1.58 ^a (X)	74.09 ± 3.24 ^a (X)	73.05 ± 0.57 ^a (X)
YC180 + Polidextrosa	70.75 ± 2.53 ^b (X)	70.95 ± 3.07 ^d (X)	70.32 ± 1.60 ^{cd} (X)
ABY3 + Inulina	72.28 ± 2.78 ^a (X)	72.73 ± 3.60 ^b (X)	71.81 ± 1.57 ^b (X)
ABY3 + Polidextrosa	72.44 ± 3.14 ^a (X)	72.37 ± 3.38 ^{bc} (XY)	71.76 ± 2.08 ^{bc} (Y)
YC180 + BIFI + Inulina	72.17 ± 2.97 ^a (X)	72.78 ± 3.20 ^{ab} (X)	71.95 ± 1.51 ^b (X)
YC180 + BIFI + Polidextrosa	72.62 ± 2.90 ^a (X)	71.36 ± 4.30 ^{cd} (X)	70.07 ± 2.60 ^d (X)
% CV ^Ω	1.38	1.28	1.99

α. Medias seguidas con diferente letra mayúscula en la misma fila son significativamente diferentes (P<0.05).

β. Medias seguidas con diferente letra minúscula en la misma columna son significativamente iguales (P<0.05).

Φ. DE = Desviación Estándar.

Ω. CV= Coeficiente de variación.

Valor a. En el Cuadro 10 se puede observar que al día uno los tratamientos inoculados con BIFI junto al tratamiento elaborado con polidextrosa e inoculado con cultivo YC-180 y el tratamiento elaborado con inulina e inoculado con cultivo ABY-3 presentan un color más rojo, sin embargo el tratamiento elaborado con polidextrosa e inoculado con cultivo YC-180 y los tratamientos elaborados con inulina e inoculado con cultivo ABY-3 y el inoculado con YC180+BIFI son estadísticamente iguales al tratamiento elaborado con inulina e inoculado con cultivo YC180 (P>0.05). En el día 30 se observa que el único tratamiento con menor tonalidad roja es el tratamiento elaborado con inulina e inoculado con cultivo YC-180 que es estadísticamente igual al tratamiento elaborado con polidextrosa e inoculado con cultivo YC180. El color rojo esta influido directamente con la dosis de colorante rojo usado en la formulación y resulta muy difícil establecer una diferencia entre los diferentes cultivo, debido a la variación que puede existir al agregar el colorante.

Cuadro 10. Análisis de color para la variable a. ^{αβ}

	Día 1	Día 15	Día 30
Tratamiento	Media ± DE ^Φ	Media ± DE	Media ± DE
YC180 + Inulina	26.04 ± 2.23 ^{bc(X)}	24.48 ± 1.20 ^{c(XY)}	22.65 ± 0.57 ^{b (Y)}
YC180 + Polidextrosa	27.91 ± 1.28 ^{ab (X)}	27.43 ± 0.82 ^{a (X)}	25.76 ± 1.10 ^{ab(X)}
ABY3 + Inulina	27.25 ± 0.91 ^{ab (X)}	26.55 ± 0.59 ^{ab (X)}	24.99 ± 1.32 ^{a (Y)}
ABY3 + Polidextrosa	25.12 ± 3.35 ^{c(X)}	24.69 ± 3.42 ^{bc(XY)}	24.13 ± 3.78 ^{a (Y)}
YC180 + BIFI + Inulina	27.34 ± 0.67 ^{ab (X)}	26.86 ± 0.61 ^{a (XY)}	24.63 ± 2.01 ^{a (Y)}
YC180 + BIFI + Polidextrosa	28.35 ± 3.74 ^{a (X)}	26.56 ± 2.76 ^{ab (XY)}	24.65 ± 3.79 ^{a (Y)}
% CV [Ⓚ]	8.13	6.69	7.93

α. Medias seguidas con diferente letra mayúscula en la misma fila son significativamente diferentes (P<0.05).

β. Medias seguidas con diferente letra minúscula en la misma columna son significativamente iguales (P<0.05).

Φ. DE = Desviación Estándar.

Ⓚ. CV= Coeficiente de variación.

Valor b. En el Cuadro 11 se puede observar que al día uno los tratamientos elaborados con polidextrosa e inoculados con el cultivo ABY-3 y el cultivo YC180+BIFI, proporcionan tonalidades mas amarillas. En el día 30 se puede observar que los tratamientos elaborado con polidextrosa e inoculados con cultivos ABY-3, el tratamiento inoculado con YC180+BIFI y el tratamiento elaborado con inulina e inoculado con cultivo YC180 presentan las tonalidades mas amarillas, sin embargo el tratamiento elaborado con inulina e inoculado con cultivo YC180 y el tratamiento elaborado con polidextrosa e inoculado con cultivo YC180 son estadísticamente iguales a todos los otros tratamientos (P<0.05). El tratamiento que presento el color mas amarillo a través del tiempo fue el elaborado con polidextrosa e inoculado con cultivo ABY-3 y este redujo la tonalidad amarilla a través del tiempo.

Cuadro 11. Análisis de color para la variable b. ^{αβ}

	Día 1	Día 15	Día 30
Tratamiento	Media ± DE ^Φ	Media ± DE	Media ± DE
YC180 + Inulina	7.12 ± 0.23 bc(X)	7.48 ± 0.50 bcd(X)	7.40 ± 0.38 ab(X)
YC180 + Polidextrosa	7.41 ± 0.74 b (Y)	7.59 ± 1.00 bc (X)	7.29 ± 0.86 b (Y)
ABY3 + Inulina	7.00 ± 0.24 c(X)	7.33 ± 0.75 cd(X)	7.35 ± 0.61 b(X)
ABY3 + Polidextrosa	7.89 ± 0.83 a (X)	8.27 ± 1.06 a (XY)	7.78 ± 0.82 a (Y)
YC180 + BIFI + Inulina	7.03 ± 0.40 c(X)	7.21 ± 0.49 d(X)	7.20 ± 0.49 b(X)
YC180 + BIFI + Polidextrosa	7.92 ± 0.40 a (X)	7.74 ± 1.11 b (X)	7.43 ± 1.04 ab(X)
% CV [Ⓚ]	4.3	4.56	6

α. Medias seguidas con diferente letra mayúscula en la misma fila son significativamente diferentes (P<0.05).

β. Medias seguidas con diferente letra minúscula en la misma columna son significativamente iguales (P<0.05).

Φ. DE = Desviación Estándar.

Ⓚ. CV= Coeficiente de variación.

Viscosidad. En el Cuadro 12 se puede observar la viscosidad para cada tratamiento expresada en pascal-segundo. Los tratamientos con inulina son estadísticamente más viscosos que los tratamientos con polidextrosa. Los tratamientos mantienen estadísticamente iguales en viscosidad dinámica a través del tiempo, exceptuando el tratamiento con polidextrosa e inoculado con BIFI ya que su viscosidad mayor se presentó en el día 15 y en el día 30, siendo el día 30 estadísticamente igual a la viscosidad del día uno. El tratamiento elaborado con inulina e inoculado con el cultivo YC180+BIFI que presentó su viscosidad más baja en el día 15 siendo ésta estadísticamente igual a la viscosidad del día 30, esto resulta congruente con los resultados de la afirmación de (Donkor 2007) que asegura que la inulina aporta viscosidad a los alimentos, la que luego disminuye debido a la pérdida de retención de agua de la inulina a partir de los 21 días lo que permite sinéresis de agua en el yogur y pérdida de su capacidad espesante (Ruiz 2009). Al realizar un análisis de correlaciones se observó que existe una correlación entre la viscosidad medida en el Reómetro DV-III de Brookfield y la calificación de viscosidad en análisis sensorial mostrándonos una correlación de 64.38% (P<0.05), lo que nos indica que los tratamientos más viscosos son los más aceptados por los panelistas.

Cuadro 12. Análisis de viscosidad. ^{αβ}

Tratamiento	Día 1	Día 15	Día 30
	Media ± DE ^Φ	Media ± DE	Media ± DE
YC180 + Inulina	3354.29 ± 597.15 ^a (X)	3066.35 ± 1027.05 ^a (X)	3156.33 ± 1356.77 ^a (X)
YC180 + Polidextrosa	1611.66 ± 611.71 ^{bc} (X)	1463.69 ± 785.52 ^b (X)	1309.72 ± 678.46 ^b (X)
ABY3 + Inulina	3241.31 ± 586.90 ^a (X)	2711.42 ± 915.32 ^a (X)	2919.38 ± 1559.95 ^a (X)
ABY3 + Polidextrosa	1709.64 ± 853.01 ^b (X)	1639.65 ± 1062.85 ^b (X)	1528.04 ± 728.61 ^b (X)
YC180 + BIFI + Inulina	3344.29 ± 695.18 ^a (X)	2468.47 ± 537.34 ^a (Y)	2771.07 ± 1193.87 ^a (XY)
YC180 + BIFI + Polidextrosa	987.79 ± 644.64 ^c (Y)	1684.64 ± 1459.18 ^b (X)	1285.73 ± 790.90 ^b (XY)
% CV ^Ω	20.68	23.8	23.61

α. Medias seguidas con la misma letra mayúscula en la misma fila son significativamente diferentes (P>0.05).

β. Medias seguidas con diferente letra minúscula en la misma columna son significativamente iguales (P<0.05).

Φ. DE = Desviación Estándar.

Ω. CV= Coeficiente de variación.

pH. En el Cuadro 13 se muestra el pH para todos los tratamientos. Se puede observar que no existe diferencia significativa en el pH de los tratamientos, pero si una disminución gradual del pH través del tiempo, pero manteniéndose estadísticamente iguales entre tratamientos (P>0.05). Al comparar los diferentes cultivos usados se puede observar que no existe una influencia del probiótico en el pH final del yogur, en contradicción con Hernández (2003) que afirma que los probióticos aportan algunos ácidos o bacteriocinas. La escasa generación de ácido láctico proveniente de los probióticos se debe a que estos no se encuentran el pH óptimo de crecimiento. El pH óptimo de crecimiento para *Bifidobacterium bifido* es de 6.6 (Lomas y Rojas 2005), *Bifidobacterium bifido* puede sobrevivir hasta un pH de 1.8 (Marteau 1997).

Cuadro 13. Análisis de pH. ^{αβ}

Tratamiento	Día 1	Día 15	Día 30
	Media ± DE ^Φ	Media ± DE	Media ± DE
YC180 + Inulina	4.25 ± 0.08 a(X)	4.13 ± 0.09 a(XY)	4.01 ± 0.14 a(Y)
YC180 + Polidextrosa	4.29 ± 0.26 a(X)	4.14 ± 0.18 a(X)	4.03 ± 0.23 a(Y)
ABY3 + Inulina	4.31 ± 0.17 a(X)	4.16 ± 0.08 a(X)	4.03 ± 0.12 a(Y)
ABY3 + Polidextrosa	4.28 ± 0.16 a(X)	4.11 ± 0.08 a(X)	4.00 ± 0.11 a(Y)
YC180 + BIFI + Inulina	4.22 ± 0.17 a(X)	4.11 ± 0.10 a(XY)	3.94 ± 0.20 a(Y)
YC180 + BIFI + Polidextrosa	4.33 ± 0.26 a(X)	4.16 ± 0.14 a(XY)	3.99 ± 0.18 a(Y)
% CV ^Ω	2.59	1.67	2.14

α. Medias seguidas con diferente letra mayúscula en la misma fila son significativamente diferentes (P<0.05).

β. Medias seguidas con la misma letra minúscula en la misma columna son significativamente iguales (P>0.05).

Φ. DE = Desviación Estándar.

Ω. CV= Coeficiente de variación.

Análisis de coliformes totales. El conteo máximo de coliformes totales permitidos para productos lácteos es de 10 UFC/ml (ICAITI, 2002). Se puede observar en el Cuadro 14 que todos los tratamientos mostraron conteos inferiores a 10 UFC/gr en el día uno, y un descenso de los conteos totales al día 30. Este descenso se debe al aumento de la acidez del yogur como se puede apreciar en el Cuadro 13, evitando así la proliferación de los coliformes. La presencia de coliformes se debe a la manipulación de la mezcla para yogur durante el proceso, llevando el producto a las diferentes etapas del proceso de forma manual por el bajo volumen de producción.

Cuadro 14. Conteo de coliformes.¹

Tratamiento	Día 1	Día 30
	UFC/g ± DE	UFC/g± DE
YC180 + Inulina	7.00 ± 2.10	4.00 ± 2.10
YC180 + Polidextrosa	5.17 ± 3.13	2.17 ± 1.60
ABY3 + Inulina	6.50 ± 2.66	2.00 ± 1.41
ABY3 + Polidextrosa	6.83 ± 1.17	1.50 ± 1.76
YC180+BIFI + Inulina	7.00 ± 1.67	3.67 ± 1.97
YC180+BIFI + Polidextrosa	6.50 ± 2.74	2.50 ± 3.02

1. Conteo máximo permitido de coliformes totales < 10UFC/ml

Correlaciones. En el Cuadro 15 se muestran las correlaciones entre los atributos sensoriales mas relevantes, estos no fueron relacionados con los análisis físico-químicos

debido a que los panelistas no detectaron diferencias tan mínimas como un análisis de laboratorio, por otro lado en el análisis sensorial se puede observar los atributos más significativos son la apariencia, sabor, viscosidad y acidez del yogur para proporcionar una calificación general a cada tratamiento.

Cuadro 15. Coeficiente de Pearson entre las variables analizadas para yogur con probióticos y prebióticos durante 30 días de almacenamiento. ¹

Variables	Coeficiente de Pearson	
	Coeficiente	Probabilidad ¹
Aceptación General - Acidez sensorial	0.93	<0.0001
Aceptación General - Viscosidad sensorial	0.90	<0.0001
Aceptación General - Apariencia	0.86	<0.0001
Aceptación General - Sabor	0.97	<0.0001
Sabor - Acidez sensorial	0.94	<0.0001
Sabor - Viscosidad sensorial	0.87	<0.0001
Acidez sensorial - Viscosidad sensorial	0.85	<0.0001
Viscosidad - Viscosidad sensorial	0.64	<0.0001
Viscosidad - Aceptación	0.58	<0.0001

1. Probabilidades <0.05 tienen significancia estadística.

El en Cuadro 16 se puede observar que una correlación directa entre la acidez, viscosidad y apariencia para la calificación de aceptación general, lo que nos indica que estos son los principales atributos influyentes en la calificación de aceptación general. Se puede observar una correlación muy alta entre la acidez y el sabor, lo que nos indica que el atributo de sabor esta relacionado con la percepción de acidez de los panelistas. La viscosidad fue un factor influyente en el sabor del yogur, esto se debe a que los panelistas relacionan un buen sabor de yogur con la viscosidad esperada.

La viscosidad evaluada sensorialmente fue directamente proporcional a la viscosidad medida por el reómetro con una correlación de 64.38% ($P < 0.05$), lo que nos indica que los panelistas evaluaron mejor a los tratamientos mas viscosos. La aceptación general depende directamente de la viscosidad medida con el reómetro con una correlación de 57.77% ($P < 0.05$).

El atributo mas influyente en la calificación general del yogur es el sabor con una correlación positiva de 97.04% y una probabilidad <0.0001, esto demuestra que los panelistas basan principalmente la calificación general en la aceptación de sabor del mismo aunque la calificación de otros atributos sea menor.

En el Cuadro 16 se puede observar que existe una interacción entre el prebiótico usado y el cultivo inoculado en la aceptación de acidez, el sabor, El pH, la luminosidad, el valor a y b para color, lo que nos indica que fue eficiente el evaluar como un arreglo factorial. Se puede observar que el modelo usado para realizar todos los análisis fue eficiente para

encontrar diferencias estadísticas. Al evaluar el uso de medidas repetidas en el tiempo podemos observar que existieron diferencias en todos los atributos excepto en la viscosidad y la acidez a través del tiempo, esto indica que si fue eficiente el uso de medidas repetidas en el tiempo. Para el atributo viscosidad no existe interacción entre el prebiótico usado y el cultivo inoculado y no existieron diferencias en la viscosidad a través del tiempo.

Cuadro 16. Cuadro de significancias

Atributo	Cultivo*Prebiótico	Modelo	Tiempo	Cultivo	Prebiotico
Apariencia	0.5650 ¹	< 0.0001	< 0.0001	0.0849	< 0.0001
Aroma	0.9857	< 0.0001	< 0.0001	0.5678	0.0012
Acidez sensorial	0.0284	< 0.0001	< 0.0001	0.0755	< 0.0001
Viscosidad sensorial	0.2818	< 0.0001	< 0.0001	0.1285	< 0.0001
Sabor	0.0364	< 0.0001	< 0.0001	0.0691	< 0.0001
Aceptación general	0.1449	< 0.0001	< 0.0001	0.1273	< 0.0001
Viscosidad	0.3493	< 0.0001	0.2109	0.1705	< 0.0001
Acidez	< 0.0001	< 0.0001	0.1845	0.6936	0.4430
Luminosidad	< 0.0001	< 0.0001	0.0120	0.3243	< 0.0001
Valor a	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0558	0.1978
Valor b	< 0.0001	< 0.0001	0.0145	0.0146	< 0.0001

1. Probabilidades <0.05 tienen significancia estadística.

En el Cuadro 16 se puede observar que el factor más influyente en la calificación de sensorial de los tratamientos fue el prebiótico para todas las variables estudiadas, exceptuando el valor a. La calificación de los panelistas se dio principalmente por el tipo de prebiótico usado en la formulación. Como se puede observar en los Cuadros 3, 4, 5, 6, 7 y 8 los tratamientos preferidos por los panelistas fueron los elaborados con Inulina, sin mostrar diferencias estadísticas entre los diferentes cultivos usados.

Análisis de preferencia. Con las sumatorias de los puntajes obtenidos de todos los atributos, se determinó un puntaje final para todos los tratamientos, y así conocer cuáles fueron los dos tratamientos más aceptados por los panelistas, como se puede ver en la figura 2 los tratamientos más aceptados fueron los elaborados con inulina e inoculados con cultivo YC180 con BIFI y YC180, para determinar cuál es el mejor tratamiento, comparó con el yogur de Yoplait® y Yes® que son dos marcas de yogur conocidas por el mercado hondureño, ambas en sus presentaciones light con probióticos, sabor a fresa.

En la Figura 2 podemos observar que los dos tratamientos con las medias más altas son elaborados con inulina e inoculados con el cultivo YC-180 y el cultivo YC-180 + BIFI.

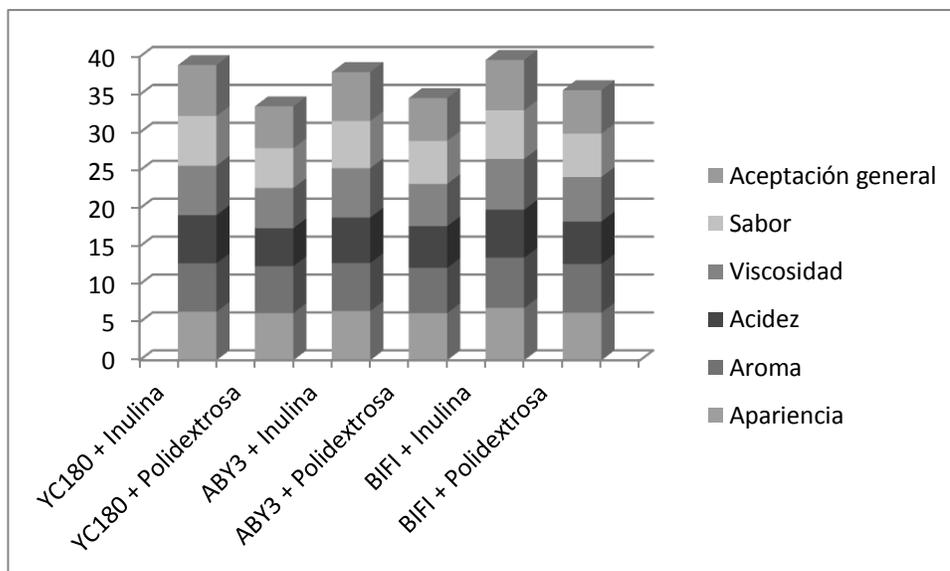


Figura 2. Calificaciones por atributo sensorial para cada tratamiento.

En el Cuadro 18 se muestra el promedio de la calificación asignada por 100 panelistas, calificando de 1 a 4 las muestras, siendo 1= menos preferida y 4=mas preferida. Con este análisis podemos concluir que el yogur light con probióticos sabor a fresa de Yoplait® es el preferido por los consumidores, el yogur light con probióticos Yes® es estadísticamente igual en preferencia que el tratamiento elaborado con inulina e inoculado con cultivo YC180, mientras que el tratamiento elaborado con inulina e inoculado con cultivo YC180 y BIFI es el menos preferido por los panelistas.

Cuadro 17. Análisis de preferencia.^β

Tratamiento	Ranking Test ± DE Φ
YC180 + Inulina	2.16 ± 0.1030 ^{bc}
BIFI + YC-180 + Inulina	2.08 ± 0.9568 ^c
Yoplait	3.21 ± 0.1063 ^a
YES	2.54 ± 0.1074 ^b
% CV [Ⓚ]	
41.34	

^β. Medias seguidas con la misma letra minúscula en la misma columna son significativamente iguales ($P > 0.05$).

Φ . DE = Desviación Estándar.

[Ⓚ]. CV= Coeficiente de variación.

En el Cuadro 18 podemos observar que el tratamiento con la mejor calificación es el producto comercial de yogur light sabor a fresa con probióticos de la marca Yoplait® es el preferido por los consumidores, seguido en aceptación por el tratamiento elaborado con inulina e inoculado con el cultivo YC-180 que es estadísticamente igual en preferencia con el yogur comercial light sabor a fresa de la marca Yes®.

Análisis de costos. En el Cuadro 18 se muestra los costos de elaboración de un recipiente de 150 gr para la elaboración de yogur sabor a fresa elaborado con inulina e inoculado con cultivo YC180 y el tratamiento elaborado con inulina e inoculado con los cultivos YC180 y BIFI. Se puede observar que el tratamiento más económico es el elaborado con inulina e inoculado únicamente con el cultivo YC180 con un costo de L.7.05 equivalente a \$0.36 (\$1 = L.19.7687). Como se puede observar en el Cuadro 9 el tratamiento elaborado con inulina e inoculado con cultivo YC180 fue preferido al tratamiento elaborado con inulina e inoculado con los cultivos YC180 y BIFI que resulta más costoso para la planta de lácteos Zamorano.

Cuadro 18 Análisis de costos.

Material	Precio	Unidad	YC180+ Inulina		YC180+BIFI+Inulina	
			Cantidad	Total	Cantidad	Total
Leche estabilizada 2%	L. 9.42	kiogramos	0.1344	L. 1.266	0.1344	L. 1.27
Cultivo lactico YC 180	L. 211.90	Sobres	0.0010	L. 0.212	0.0010	L. 0.21
Cultivo Bifidobacterium	L. 176.40	Sobres		L. -	0.0010	L. 0.18
Mermelada	L. 212.00	Kilogramos	0.0040	L. 0.848	0.0040	L. 0.85
Splenda	L. 1.02	Gramo	0.7490	L. 0.764	0.7490	L. 0.76
Inulina	L. 980.000	Kilogramos	0.0030	L. 2.940	0.0030	L. 2.94
Estabilizador	L. 214.660	Kilogramos	0.0007	L. 0.161	0.0007	L. 0.16
Leche en polvo	L. 93.580	Kilogramos	0.0080	L. 0.749	0.0080	L. 0.75
Azúcar	L. 13.670	Kilogramos	0.0030	L. 0.041	0.0030	L. 0.04
Colorante	L. 128.700	Litro	0.0000	L. 0.005	0.0000	L. 0.00
Envase plástico	L. 0.057	Unidad	1.0000	L. 0.057	1.0000	L. 0.06
Etiqueta	L. 0.005	Unidad	1.0000	L. 0.005	1.0000	L. 0.01
Sello Seguridad	L. 0.006	Unidad	1.0000	L. 0.006	1.0000	L. 0.01
Costo TOTAL (150g)				L. 7.05		L. 7.23

4. CONCLUSIONES

- La adición de inulina como fibra soluble aumenta la viscosidad al yogur debido a su funcionamiento similar a una goma, manteniendo estable la matriz del yogur.
- La adición de inulina como fibra soluble aumenta la viscosidad al yogur debido a su funcionamiento similar a una goma, manteniendo estable la matriz del yogur.
- El tratamiento elaborado con inulina e inoculado con cultivo YC180 es igualmente preferido que el yogur comercial de la marca Yes[®].
- Los costos variables de elaboración de yogur sabor a fresa con probióticos y fibra son de L.7.05 equivalente a \$0.36, lo que implica un aumento importante en el precio del yogur regular de la planta de lácteos.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio que evalúe diferentes proporciones de inulina en las características físico-químicas del yogur.
- Realizar un estudio de mercado para la introducción de un producto lácteo con probióticos y prebióticos en el mercado local.
- Realizar un estudio para comprobar la viabilidad de los probióticos en yogur a través del tiempo de vida anaquel.

6. LITERATURA CITADA

Aguirre, K. R. Biollo. 2010. Efecto del uso de tres concentraciones de estabilizador y dos edulcorantes artificiales en las propiedades físico-químicas y sensoriales de yogur de fresa sin grasa y sin azúcar. Tesis Lic. Ing. Agroindustria. Tegucigalpa, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 31p

Alais, C. 1985. Ciencia de la leche: Principios de técnica lechera. 4. Ed. Paris, IT. Reverté, S. A. 873p.

Bylund, M. A. López. 2003. Manual de industrias lácteas. 1. Ed. Mundi-prensa. 436p.

Carrillo, L. C. Audisio. Manual de Microbiología de los alimentos. (En línea). Argentina. 05 de Septiembre de 2012. Disponible en:
www.unsa.edu.ar/.../malim2007/0%20portada%20manual.

Castro, R. 2005. Modelización de la consistencia del yogur aflanado y su pérdida de su calidad: Cinética de acidificación, estabilización del coágulo, reometría, Evaluación Sensorial de la consistencia. Universidad Nacional Federico Villareal. Lima – Perú. 05 de septiembre de 2012. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/56816613/Tesis-Yogurt>

Donkor, O. Nilmini, P. Stolic, T. Vasiljevic y N. Shah. 2007. Survival and activity of selected probiotic organisms in set-type yoghurt during cold storage. Int. Dairy J. 17(6):657-665.

Estrada, J. 2007. Efecto de los probióticos *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum* en las características físico-químicas y sensoriales del yogur de fresa Zamorano. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras. 27 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2000. Codex Alimentarius: Leche y productos lácteos. 2. ed. Roma. IT. 12v. 130 p.

González, P. 2010. Guía inteligente para diabéticos: Secretos y consejos para la diabetes. Maracaibo, Edit. HENRYFB. 116 p.

Guyen, M. Yasar. K. Karaca, O. y A. Hayaloglu. 2005. The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. Int. Journal. Dairy Technology. 58(3):180-184.

Guzek, D. Hausman, R. y B. Shah. 1990. Povidex modificada y procedimiento para su preparación. España. Oficina Española de Patentes y Marcas. 09 de Septiembre del 2012. Disponible en: http://www.espatentes.com/pdf/2060012_t3.pdf

Harrar, S. 2004. Prevention's the sugar solution. Estados Unidos de América. Rodale Inc. 486p.

Hernández, A. 2003. Microbiología Industrial. 1 ed. Costa Rica, Edit. EUNED. 296 p.

Instituto de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI). 2002. Normas Centroamericanas. Guatemala. C.A.

Jaramillo, Z. 2007. Elaboración de Yogurt Simbiótico. Tesis. Quito – Ecuador. Universidad Tecnológica Equinoccial. 12 de Septiembre del 2012. Disponible en: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5395/1/32583_1.pdf

Lomas, Y. C. Rojas. 2005. Aprovechamiento de Suero de Leche de Cabra como Sustrato para el Desarrollo de un Producto Fermentado Probiótico con *Bifidobacterium bifidum* y *Lactobacillus acidophilus*. Tesis. Monterrey – México. Tecnológico de Monterrey. 12 de Septiembre del 2012. Disponible en: www.respyn.uanl.mx/especiales/2005/ee-13.../CNA68.pdf

Marteau, P., M. Minekus, R. Havennar y J. H. J. Huis in't Veld. 1997. Survival of Lactic Acid Bacteria in a Dynamic Model of the Stomach and Small Intestine: Validation and effects of Bile. *J.Dairy Sci.*, 80: 1031-1037.

Mateos, I. A. Cediel. 2008. Aprovechamiento de subproductos de leguminosas para la obtención de productos funcionales: Comparación de Metodologías para la caracterización de la fibra alimentaria. Madrid – España. Universidad de Complutense de Madrid. 05 de Septiembre del 2012. Disponible en: <http://eprints.ucm.es/8175/1/T30419.pdf>

Matos, A. E. Chambilla. 2010. Importancia de la Fibra Dietética, sus Propiedades Funcionales en la Alimentación Humana y en la Industria Alimentaria. Vol. 1. Revista de Investigación de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 05 de septiembre de 2012. Disponible en: <http://investigacion.upeu.edu.pe/images/Journal/RVCITAL01/Chambilla-Elmer.pdf>

Moreno, A. 2003. Fibra Alimentaria. Jiménez, A.J. Madrid – España. Edit. CSIC. 119 p.

Olagnero, G. Abad, A. Bendersky, S. Genevois, C. Granzella, L. y M. Montonati. 2007. Alimentos Funcionales: Fibra, Prebióticos, Probióticos y simbióticos. Buenos Aires – Argentina. DIAETA. 09 de Septiembre del 2012. Disponible en: http://www.fmed.uba.ar/depto/nutrnormal/funcionales_fibra.pdf

Organización mundial de la salud (OMS). 2012. Obesidad y Sobrepeso. Nota descriptiva N°311. 05 de Septiembre de 2012. Disponible en:

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>

Rivera Arce, E. 2001. Diabetes Mellitus: Programa completo para su tratamiento dietético. 1 ed. México, Edit. PAX. 135 p.

Rodríguez, R. E. Magro. 2008. Bases de la alimentación humana. 1. Ed. España. Netbiblo, S. L. 592.

Ruiz, J.A. A.O. Ramírez. 2009. Elaboración de Yogurt con probióticos (*Bifidobacterium spp.* Y *Lactobacillus acidophilus*) e inulina. Caracas - Venezuela. Revista de la facultad de Agronomía. 09 de Septiembre del 2012. Disponible en:
http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-78182009000200006&script=sci_arttext

Salminen, S. A.C. Ouwehand. 2002. Encyclopedia of Dairy Sciences: Probiotics, Applications in dairy products. Roginski, H. Finlandia, Academic Press. 2315p.

Tanaka, R. T. Sako. 2002. Encyclopedia of Dairy Sciences: Prebiotics. Roginski, H. Tokyo, Academic Press. 2256 p.

Valenzuela, L. 2008. Desarrollo de un yogur con sabor a banano y piña enriquecido con prebióticos Oliggo-Fiber®Inulin. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras. 35 p.

Wills J. 1999. Alimentación hoy en día: Las bacterias ácido-lácticas y su uso en alimentación. (Documento electrónico). Bruselas. EUFIC. 28 de Mayo de 2011. Disponible en:
<http://www.eufic.org/article/es/artid/bacterias-acido-lacticas>.

7. ANEXOS

Anexo 1. Formato de boleta de respuestas para análisis sensorial exploratorio, con escala hedónica de 1 a 9.

Evaluación Sensorial de Alimentos
Carrera de Agroindustria Alimentaria
Boleta de respuestas. Prueba Hedónica de aceptación de Yogur.

Nombre: _____

Instrucciones: Pruebe las muestras de izquierda a derecha, en el orden que se le presenten. Evalúe la apariencia antes de probar cada muestra. Marque con una X el cuadrado indicando su grado aceptabilidad.

Muestra: _____

	Me disgusta Extremadamente			No me gusta Ni me disgusta			Me gusta Extremadamente		
Apariencia.	<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"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
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"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
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"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Viscosidad.	<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"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
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"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
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"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Comentarios: _____

Anexo 2. Boleta de respuestas para prueba de ordenamiento múltiple.

Evaluación Sensorial de Alimentos
Carrera de Agroindustria Alimentaria
Boleta de respuestas. Prueba ordenamiento yogur sabor fresa .

Nombre: _____

Fecha: _____

Instrucciones: Tome un sorbo de agua y un mordisco de galleta antes y/o después de cada muestra.

Pruebe las muestras de izquierda a derecha, en el orden presentado. Ordena las muestras de acuerdo a su preferencia utilizando números del 1 al 4, donde 1=más preferido y 4=menos preferido. no se permiten empates.

Ranking	Código de muestra
1 más preferida.	_____
2	_____
3	_____
4 menos preferida	_____

Comentarios: _____

