

Influencia del cultivo láctico, gelatina y sacarosa sobre la viscosidad, sinéresis y características sensoriales en leche fermentada

Influence of lactic culture, gelatin and sucrose on the viscosity, syneresis, and sensory characteristics of fermented milk

Willy Säker Vásquez¹, Antonio Rodríguez Zevallos²

RESUMEN

Se evaluó el efecto del cultivo láctico ((yogurt Lyofast (*Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*) y Kumis latinoamericano ((Lyofast (*Lactococcus lactis ssp. lactis* y *Lactococcus lactis ssp. Cremoris*)), gelatina (0,00, 0,20 y 0,40 %) y sacarosa (0, 5 y 10 %) sobre la viscosidad, sinéresis y características sensoriales en leche fermentada. Se determinaron las características reológicas y viscosidad aparente de los tratamientos a 4 °C, los que mostraron diferencia significativa ($p < 0,05$). La sinéresis fue evaluada al tercer día de elaboración, hallándose en menor porcentaje en tratamientos con mayor nivel de gelatina, los que mostraron diferencia significativa ($p < 0,05$). Las leches fermentadas con cultivo de yogurt presentaron menor sinéresis (44,91%) y mayor viscosidad (1169,67 mPa.s) que las que emplearon cultivo de Kumis latinoamericano. Los tratamientos con cultivo de yogurt exhibieron un comportamiento del tipo plástico Bingham; con cultivo Kumis tipo plástico general. Al sabor y consistencia sensorial se les aplicó una prueba de categorización cualitativa mediante un panel semi-entrenado. A los resultados del análisis sensorial, se aplicó la Prueba de Friedman y de Wilcoxon, encontrándose diferencia significativa entre tratamientos. La leche fermentada con cultivo Kumis fue más ácida, menos dulce y menos consistente que el yogurt.

Palabras clave: Cultivo láctico, sinéresis, cultivo Kumis, leche fermentada.

¹ Ingeniero en Industrias Alimentarias. Docente de la Universidad Privada Antenor Orrego.

² Ingeniero en Industrias Alimentarias. Doctor en Ciencias Agrarias. Profesor Asociado de la Universidad Privada Antenor Orrego.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of the lactic culture ((yogurt Lyofast Y 450 B (*Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*) and Latin-American Kumis Lyofast MO 030 (*Lactococcus lactis ssp. lactis* and *Lactococcus lactis ssp. Cremoris*)), gelatin (0,00; 0,20 and 0,40 %) and sucrose (0, 5 and 10 %) on the viscosity, syneresis and sensory characteristics in fermented milk. The rheological characteristics and apparent viscosity of treatments were determined at 4 °C, which showed significant difference ($p < 0,05$). The syneresis was evaluated at the third day of elaboration, being found in smaller percentage in treatments with a higher levels, it was found significant difference ($p < 0,05$). Fermented milks with yogurt culture presented lower syneresis (44,91%) and high viscosity (1169,67 mPa.s) than those that use Kumis Latin-American culture. Treatments with yogurt culture exhibited a Bingham plastic behavior, ; Kumis culture, general plastic behavior. For the flavor and sensory consistency there was applied a test of qualitative categorization by a semi-trained panel. The test of Friedman and Wilcoxon was applied to the results of the sensory analysis, it was found significant difference between treatments. The fermented milk with Kumis culture was more acidic, less sweet and less consistent than yogurt.

Key words: Lactic culture, syneresis, Kumis culture, fermented milk.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, es posible encontrar un buen número de derivados lácteos y alimentos que mejoran el funcionamiento intestinal, la absorción de nutrientes y ayudan al sistema de defensas, todo ello gracias a la benéfica acción de las bacterias lácticas que trabajan armónicamente con la flora intestinal (Salas, 2008; Khurana y Kanawjia, 2007).

Existen variados y accesibles productos elaborados con leche, sobresaliendo, en Latinoamérica el yogurt y el Kumis que, independientemente de sus propiedades nutricionales, contienen lactobacilos y lactococos, que ayudan a la salud (López y otros, 2002).

El yogurt y Kumis Latinoamericano son leches fermentadas del tipo homofermentativas. Sin embargo, en el caso del primero, la fermentación es realizada por microorganismos termófilos (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbreukii ssp bulgaricus*); en el caso del segundo por mesófilos (*Lactococcus lactis ssp. lactis* y *Lactococcus lactis ssp. cremoris*) (Chandan, 2006).

En la sociedad contemporánea, la dieta habitual del ser humano es demasiado calórica que supone un aporte energético excesivo. Por ello, la demanda de productos con bajo o nulo contenido en grasas ha aumentado notablemente en los últimos años. La OMS (2011) recomienda también la reducción del consumo de azúcar en alimentos.

Este fenómeno social plantea un dilema a resolver, en el diseño de nuevos productos alimenticios con bajas calorías, pero que mantengan sus características

físicas y sensoriales. La leche descremada y la gelatina pueden contribuir el logro de características deseadas, en los productos lácteos fermentados.

El objetivo fue evaluar el efecto del cultivo láctico (yogurt) y Kumis latinoamericano, gelatina (0,00; 0,20 y 0,40%) y sacarosa (0, 5 y 10 %) sobre la viscosidad, sinéresis y características sensoriales en leche fermentada.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Lugar de ejecución

Los experimentos y análisis fueron realizados en el laboratorio de Ciencias de Alimentos y Taller de Producción de la Escuela de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo.

2.2. Materiales

Leche descremada en polvo tipo Medium Heat, agua de mesa, gelatina de 280 °Bloom, azúcar blanca refinada, cultivo de Kumis latinoamericano Lyofast MO 030 (*Lactococcus lactis ssp. lactis* y *Lactococcus lactis ssp. Cremoris*), cultivo de yogurt Lyofast Y 450 B (*Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*).

2.3. Elaboración de leche fermentada

Se reconstituyó la leche descremada en polvo con agua de mesa hasta 15% de sólidos totales a 35 °C. Posteriormente, la leche se calentó hasta 50 °C, luego

se agregó gelatina de 280 °Bloom a 0,00%, 0,20% y 0,40%; a continuación se pasteurizó a 65 °C por 30 minutos. Se enfrió a 43 °C. Luego, se procedió a la inoculación, con la cual, se agregó el cultivo de yogurt o Kumis al 2% a cada una de las muestras. Las temperaturas de incubación fueron de 43 °C y 25 °C para yogurt y Kumis Latinoamericano, respectivamente. El proceso terminó al alcanzar un pH de 4,6. Luego, la leche fermentada fue enfriada hasta 10 °C, para formar un coágulo más rígido para su batido, que se realizó con un agitador manual para romper el coágulo. Las leches fermentadas fueron envasadas en frascos de Tereftalato de polietileno de 1 L. Finalmente, la leche fermentada se conservó a 4 °C, la que se usó para los análisis correspondientes.

2.4. Métodos de análisis

Análisis fisicoquímico

- **Análisis de pH**

La determinación del pH durante la incubación de la leche fermentada se realizó mediante el método potenciométrico (A.O.A.C., 1997).

- **Evaluación de sinéresis**

La sinéresis se determinó al tercer día de la elaboración de la leche fermentada. Se colocó 10 gramos de muestra en un tubo y se centrifugó a 5000 r.p.m. durante 20 minutos. El peso del sobrenadante se empleó para calcular el porcentaje de sinéresis (Hernández, 2004):

$$\text{Sinéresis} = \frac{\text{Peso del sobrenadante}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

- **Características reológicas**

Las características reológicas: viscosidad aparente, tensión de fluencia, índice de comportamiento de fluido e índice de consistencia de fluido, fueron determinadas con el viscosímetro digital Brookfield, Modelo RVDV-III+ con Spindle SC 27 a 4 °C. La viscosidad aparente de las formulaciones de leche fermentada se determinó a 80 rpm.

Adicionalmente, para describir el comportamiento más adecuado del flujo en las muestras, se tomó como referencia a la ecuación ley de potencia (Levenspiel, 1993):

$$T = k \left(\frac{dv}{dy} \right)^n$$

Donde:

τ : Esfuerzo cortante (Pa).

$\frac{dv}{dy}$: Velocidad de cizalla (s^{-1}).

k: Índice de consistencia de fluido ($Pa \cdot s^n$).

n: Índice de comportamiento de fluido (adimensional).

La determinación del índice de consistencia (k) y de comportamiento de flujo (n), se efectuó de acuerdo con el modelo de Herschel-Bulkley, en su forma logarítmica, graficando $\log(\tau - \tau_0)$ en función del $\log\left(\frac{dv}{dy}\right)$. Para comportamiento del tipo plástico Bingham se tomó como referencia a la ecuación mencionada por Levenspiel (1993):

$$\tau = \tau_0 + \eta \left(\frac{dv}{dy} \right)$$

Donde:

η : Viscosidad plástica ($Pa \cdot s$).

Análisis sensorial

- **Análisis de sabor**

Se realizó una evaluación de categorización cualitativa, considerando ácido y dulce como descriptores sensoriales:

Para el descriptor ácido se consideró la escala mencionada por Ureña y otros (1999). Se atribuyó un puntaje numérico a cada valor de la escala, de la siguiente manera:

Nada ácido	1
Poco ácido	2
Ácido	3
Muy ácido	4
Extremadamente ácido	5

Para el descriptor dulce, igualmente, se atribuyó un puntaje numérico a cada valor de la escala:

Nada dulce	1
Algo dulce	2
Dulce	3
Muy dulce	4
Extremadamente dulce	5

- **Análisis de consistencia**

Se evaluó la consistencia mediante categorización cualitativa, considerando la escala mencionada en Clark (2009), a la cual se le atribuyó un puntaje a las categorías:

Muy suelto	1
Suelto	2
Ni firme ni suelto	3
Viscoso	4
Demasiado viscoso	5

El panel de evaluación sensorial estuvo constituido por doce panelistas semi-entrenados de ambos sexos, entre 18 y 30 años de edad. Adicionalmente, el análisis sensorial se realizó después de tres días de la elaboración de la leche fermentada, con el fin de desarrollar el sabor característico.

Método estadístico

Los datos estadísticos se trabajaron con el software especializado Statistical Package for the Social Science versión 18. En el Cuadro 1, se presenta la codificación de variables.

En esta investigación, se consideró un diseño de bloques al azar con arreglo trifactorial de 2 cultivos lácticos, 3 niveles de adición de gelatina, 3 niveles de adición de sacarosa y tres repeticiones. Se aplicaron pruebas paramétricas de análisis de varianza (ANVA) y prueba de Levene para la homogeneidad de varianzas. Finalmente se aplicó la prueba de Tamhane.

Se aplicó el análisis no paramétrico con el test de Friedman a los datos de la prueba sensorial de sabor y consistencia, para decidir si existió diferencia significativa entre tratamientos; y el test de Wilcoxon para determinar diferencia significativa entre tratamientos.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Cinética de acidificación de la leche

En la Figura 1, se observan las curvas de acidificación para los tratamientos que utilizaron el cultivo láctico de yogurt; de las cuales, se puede afirmar que los tratamientos que no tuvieron adición de gelatina (T1, T2 y T3) mostraron descenso del pH más lento que los otros tratamientos, mientras que aquellos con gelatina mostraron un descenso del pH más rápido. Tamime y Robinson (1991) mencionan que el *Streptococcus thermophilus*, requiere de glicina, isoleucina, tirosina, ácido glutámico y metionina para la formación de ácido láctico, que se encuentran en cantidades considerables en la gelatina. Es por eso, que se observó un descenso de pH con mayor rapidez, en los tratamientos con gelatina.

Cuadro 1
CODIFICACIÓN DE VARIABLES

Cultivo	Adición de gelatina (%)	Adición de sacarosa (%)	Tratamientos
Yogurt Y 450	0,00	0	T1
		5	T2
		10	T3
	0,20	0	T4
		5	T5
		10	T6
	0,40	0	T7
		5	T8
		10	T9
Kumis MO 030	0,00	0	T10
		5	T11
		10	T12
	0,20	0	T13
		5	T14
		10	T15
	0,40	0	T16
		5	T17
		10	T18

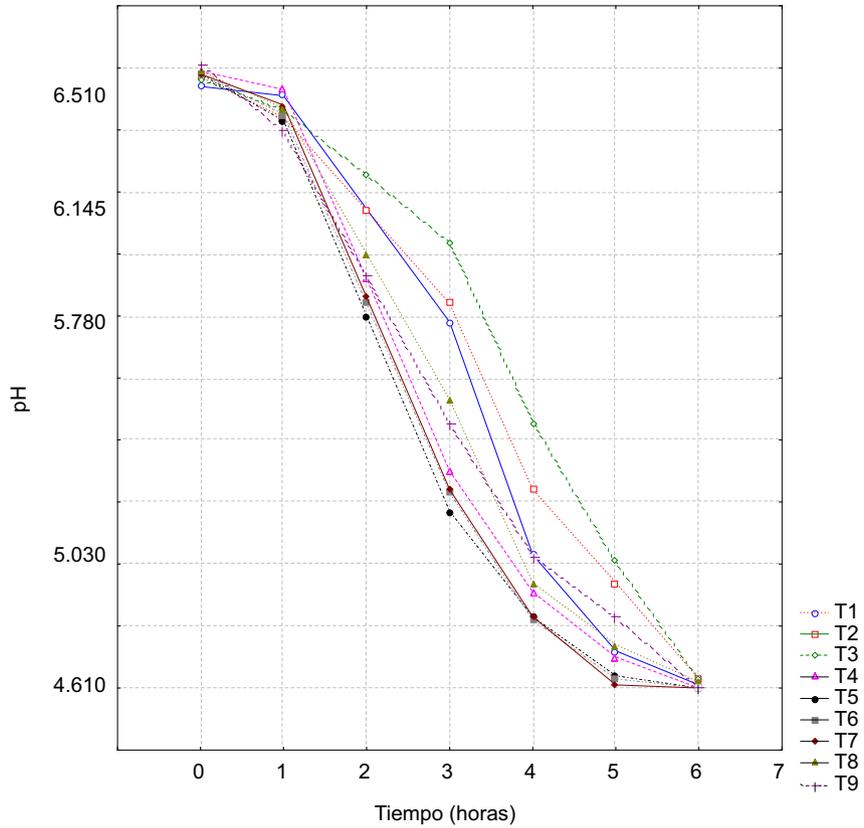


Figura 1. Variación del pH en función del tiempo en cultivo láctico de yogurt a 43 °C.

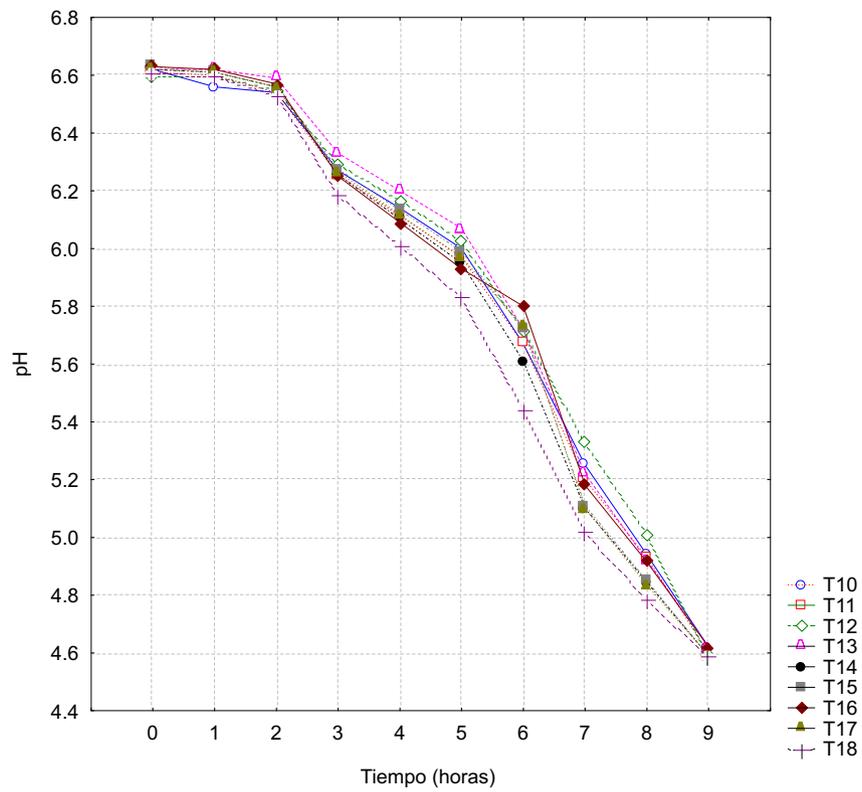


Figura 2. Variación del pH en función del tiempo en cultivo láctico de Kumis MO 030 a 25 °C.

En la Figura 2 se observan las curvas de pH vs tiempo de fermentación, que fue 9 horas. Se precisa que el tratamiento T18 presentó un descenso de pH más rápido que los demás a partir de la tercera hora. Según Chandan (2006), la arginina presente en la gelatina favorece el desarrollo de los lactococos.

3.2. Efecto del cultivo láctico y adición de gelatina y sacarosa sobre la sinéresis

En la Figura 3, se representan las barras de los valores promedio de sinéresis en los tratamientos. Respecto a los cultivos utilizados, se encontraron valores próximos entre tratamientos, pero el análisis de

varianza (Cuadro 2) señala que hubo diferencia significativa entre cultivos. Se encontró que al aumentar el nivel de gelatina, el porcentaje de sinéresis fue disminuyendo, lo que fue corroborado por el análisis de varianza. De otro lado, se encontró que la adición de sacarosa no influyó significativamente en la sinéresis ($p > 0,05$). Así mismo, el tratamiento que presentó menor porcentaje de sinéresis (44,91%) fue el de yogurt, gelatina al 0,4% y sacarosa al 0,0%.

Los valores de sinéresis estuvieron 44,91–71,62%; el valor mínimo hallado fue menor en comparación al reportado por Hernández y Ruiz (2010), que encontraron 51–78%, en un yogurt deslactosado con adi-

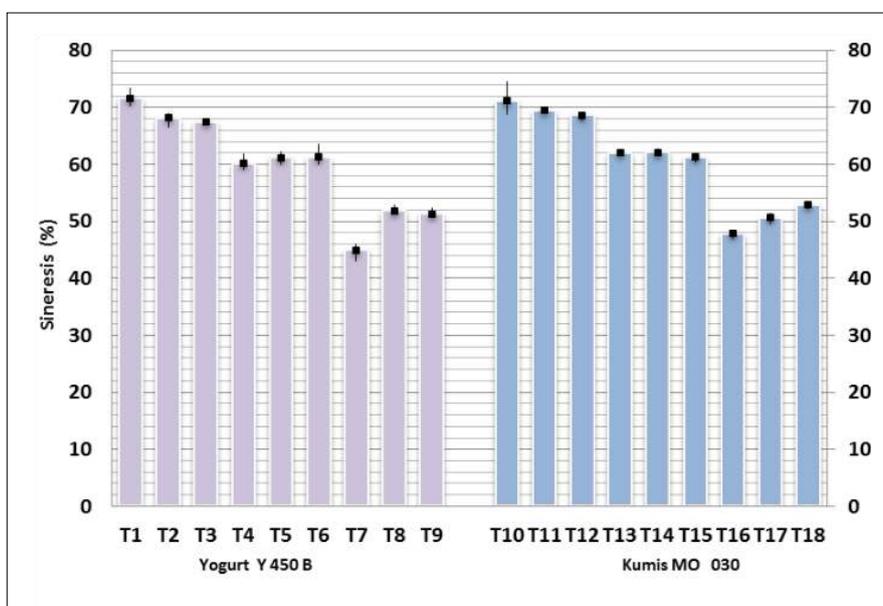


Figura 3. Porcentaje de sinéresis en función de los tratamientos de leche fermentada.

Cuadro 2

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LOS VALORES DE SINÉRESIS EN LECHE FERMENTADA

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Cultivo láctico: A	10,896	1	10,896	6,794	0,013
Gelatina: B	3462,011	2	1731,006	1079,309	0,000
Sacarosa: C	10,213	2	5,107	3,184	0,053
AB	0,338	2	0,169	0,105	0,900
AC	2,554	2	1,277	0,796	0,459
BC	141,640	4	35,410	22,079	0,000
ABC	16,303	4	4,076	2,541	0,056
Error	57,737	36	1,604		
Total	3701,692	53			

ción de linaza en polvo y goma Xanthan. Así mismo, Díaz-Jiménez y otros (2004) elaboraron un yogurt bajo en grasa con adición de fibra de trigo, en donde encontraron valores entre 45 y 65%.

3.3. Efecto del cultivo láctico y adición de gelatina y sacarosa sobre la viscosidad aparente

En la Figura 4, se observa los valores promedio de viscosidad aparente. Los valores máximos para la viscosidad aparente fueron para los tratamientos T7 (yogurt) y T16 (Kumis Latinoamericano), en los cuales se halló valores de 1169,67 y 976,90 mPa.s , respectivamente; diferencia entre ambos cultivos fue notoria.

La viscosidad aumentó con la adición de gelatina, pero la adición de sacarosa la disminuyó.

Los valores promedio para los tratamientos con adición de cultivo de yogurt estuvieron entre 591,63 y 1169,67 mPa.s Este rango estuvo mencionado por Castillo y otros (2004), quienes elaboraron un yogurt semidescremado con adición de pectina, en el cual donde se halló un valor de 15000–28000 mPa.s. García (2004) obtuvo 693–7493 mPa.s para un yogurt bajo en grasa con adición de almidón, valor que fue muy elevado en comparación con los valores obtenidos en esta investigación. Adicionalmente, Berruga y otros (2007) encontraron valores en un rango de 820 a 1662 mPa.s para el yogurt de leche de oveja con adi-

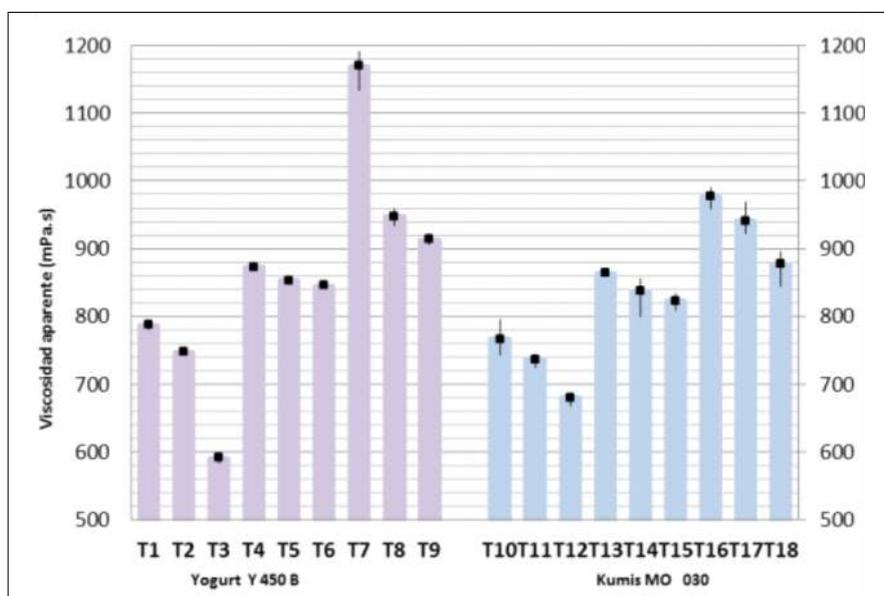


Figura 4. Viscosidad aparente en función de los tratamientos de leche fermentada.

Cuadro 3

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LOS VALORES DE VISCOSIDAD APARENTE EN LECHE FERMENTADA CON ADICIÓN DE DISTINTO CULTIVO LÁCTICO, GELATINA Y SACAROSA

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Cultivo láctico: A	8585,645	1	8585,645	29,581	0,000
Gelatina: B	574524,043	2	287262,022	989,745	0,000
Sacarosa: C	124958,253	2	62479,127	215,268	0,000
AB	21998,207	2	10999,104	37,897	0,000
AC	17398,588	2	8699,294	29,973	0,000
BC	44685,313	4	11171,328	38,490	0,000
ABC	23876,319	4	5969,080	20,566	0,000
Error	10448,580	36	290,238		
Total	826474,948	53			

ción de diferentes cultivos lácticos, valores que fueron próximos los del presente trabajo.

En el Cuadro 3, se observa el análisis de varianza para la viscosidad aparente. Se obtuvieron valores para “p” menores a 0,05, lo que indica diferencia significativa entre tratamientos. La gelatina, el cultivo y la sacarosa influyeron en la viscosidad aparente de las leches fermentadas.

3.4. Efecto del cultivo láctico y adición de gelatina y sacarosa sobre las propiedades reológicas

En los Cuadros 4 y 5, se observan los valores promedio para la tensión de fluencia (τ_0), índice de comportamiento de fluido (n), índice de consistencia de fluido (k) y viscosidad plástica (η) para tratamientos

de leche fermentada. En los tratamientos de yogurt se encontró un comportamiento del fluido tipo plástico Bingham y en el caso del Kumis L. comportamiento del tipo plástico general (Figura 5 y 6).

Los valores reológicos para los tratamientos fueron de 4,81 a 14,55 Pa, para la tensión de fluencia y 0,41 a 0,74 Pa.s. para viscosidad plástica. Afonso y otros (2003) mencionan 1,45 Pa.s para la viscosidad plástica yogurt batido a 25 °C.

Los tratamientos con cultivo de Kumis L. presentaron el rango de 8,75 a 14 Pa, para la tensión de fluencia; 0,43 a 0,61, para el índice de comportamiento de fluido; y 1,24 a 2,33 Pa.sⁿ para índice de comportamiento de fluido. Comparando los valores obtenidos con Singh y Heldman (1998), se confirmó que se trataron de fluidos no newtonianos del tipo plástico general.

Cuadro 4

VALORES PROMEDIO DE τ_0 Y η EN LECHE FERMENTADA CON CULTIVO DE YOGURT, ADICIÓN DE GELATINA Y SACAROSA

Tratamiento	τ_0 (Pa)	η (Pa.s)
T1	6.14	0.51
T2	5.30	0.59
T3	4.82	0.41
T4	8.80	0.53
T5	14.55	0.29
T6	6.54	0.59
T7	11.14	0.74
T8	8.94	0.57
T9	8.97	0.54

Cuadro 5

VALORES PROMEDIO DE τ_0 , n Y k EN LECHE FERMENTADA CON DIFERENTE CULTIVO LÁCTICO, ADICIÓN DE KUMIS, GELATINA Y SACAROSA

Tratamiento	τ_0 (Pa)	n (adimensional)	k (Pa.sn)
T10	12,96	0,60	1,45
T11	10,16	0,61	1,30
T12	8,75	0,61	1,24
T13	13,56	0,60	1,59
T14	11,02	0,61	1,54
T15	14,00	0,59	1,52
T16	9,78	0,43	2,33
T17	12,55	0,61	1,76
T18	10,63	0,61	1,60

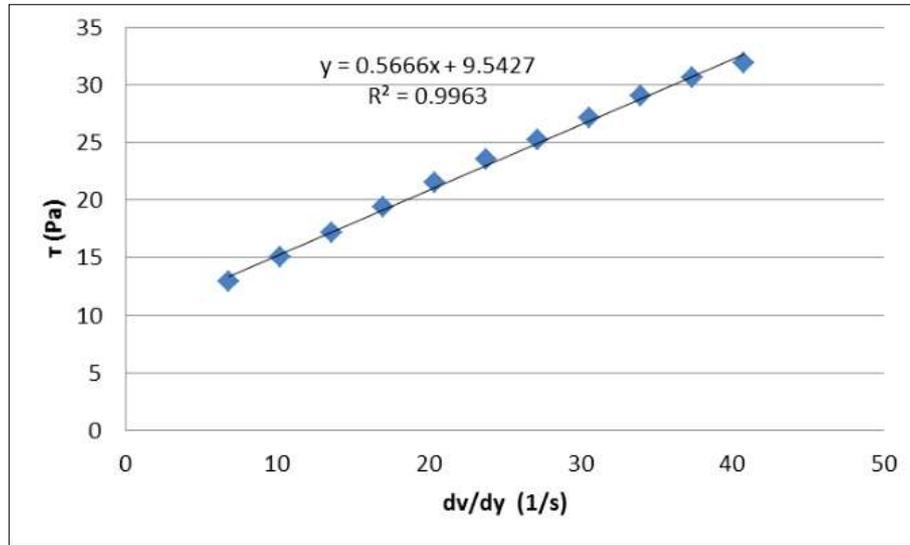


Figura 5. Reograma de yogurt, gelatina 0,4% y sacarosa 5,0% a 4 °C.

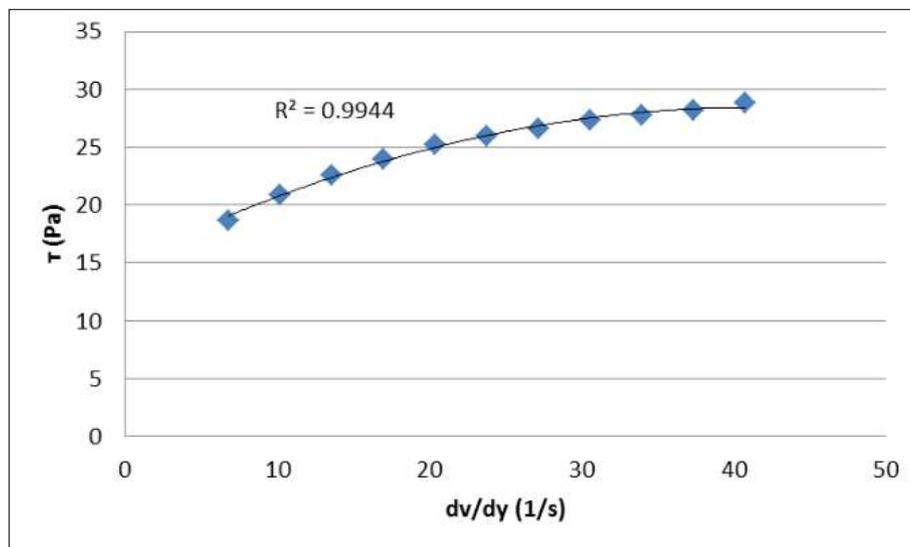


Figura 6. Reograma de Kumis L., gelatina 0,4% y sacarosa 5,0% a 4 °C.

3.5. Efecto del cultivo láctico y adición de gelatina y sacarosa sobre las características sensoriales

Sabor y dulzor

En la Figura 7, se observan los valores promedio en la prueba de categorización cualitativa para la acidez. Se observó que los tratamientos sin adición de sacarosa (T1, T4, T7, T10, T13 y T16) presentaron la calificación más elevada (muy ácido) frente a los tratamientos que no tuvieron. Por otro lado, el tratamiento 5 con cultivo de yogurt, adición de gelatina al 0,2% y

sacarosa al 5,0% fue el único descrito como ácido. En la Figura 8, se presentan los valores promedio para dulzor. Se encontró que los tratamientos con adición de sacarosa al 10% presentaron la calificación más alta (muy dulce). Clark (2009), menciona que el Departamento de agricultura de Estados Unidos realizó pruebas sensoriales de sabor para yogurt bajo en grasa y encontró que el nivel de dulzor sensorial preferido fue ligeramente dulce, lo cual coincidió con los resultados de T2, T5, T8, T11, T14 y T17 descritos como algo dulces. Así mismo, los tratamientos con sacarosa al 0% fueron descritos como nada dulces.

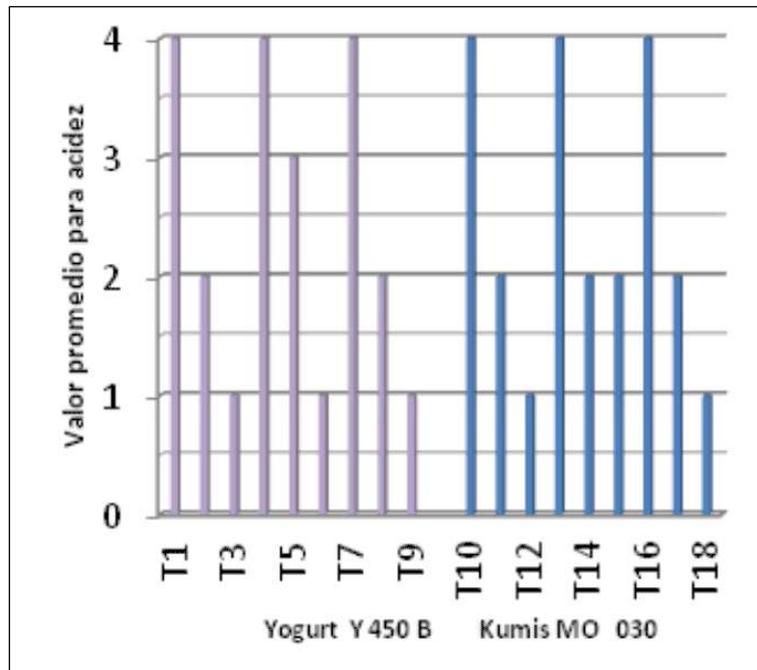


Figura 7. Intensidad de acidez en función de los tratamientos en leche fermentada.

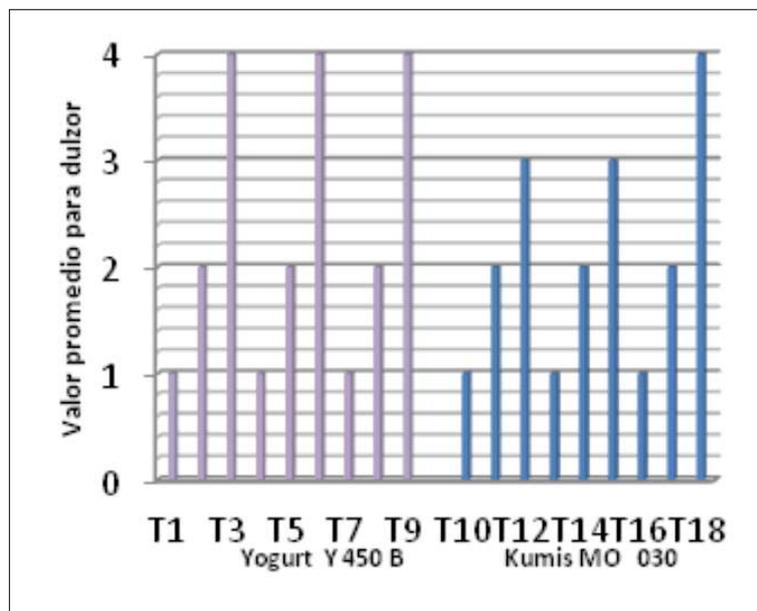


Figura 8. Intensidad del dulzor en función de los tratamientos en leche fermentada.

Consistencia sensorial

En la Figura 9, se observan los valores para consistencia sensorial. El panel sensorial describió a la mayoría de los tratamientos como “ni firmes ni sueltos”, viscosidad media, independientemente del cultivo.

Clark (2009) menciona que la consistencia en leche fermentada debe ser viscosa o ligeramente viscosa. Los panelistas consideraron a las muestra de yogurt como las de mayor consistencia especialmente aquellas con mayor porcentaje de gelatina. Las de Kumis fueron apreciadas como menos consistentes. La sacarosa redujo la consistencia de las leches fermentada.

IV. CONCLUSIONES

Existe efecto del cultivo láctico, gelatina y sacarosa sobre viscosidad aparente, encontrándose menores valores en Kumis. La gelatina aumentó la viscosidad, en cambio la sacarosa la redujo.

Existe efecto significativo de gelatina, cultivo láctico e interacción de gelatina y sacarosa en la sinéresis, ésta disminuye al aumentar la gelatina, es mayor con el Kumis.

El cultivo láctico, la gelatina y sacarosa tuvieron efectos significativos sobre la acidez, dulzor y consistencia sensorial en las leches fermentadas.

El yogurt con gelatina al 0,4% y sacarosa al 0% presentó la viscosidad más elevada (1169,67 mPa.s) y sinéresis más baja (44,91%), una valoración sensorial nada dulce, muy ácida y viscosa. Sin embargo, el tratamiento con gelatina al 0,4% y sacarosa al 5,0%, presentó 51,82% de sinéresis, viscosidad aparente de 914,00 mPa y fue considerada como algo dulce, algo ácida y viscosa.

El Kumis con gelatina al 0,4% y sacarosa al 0% presentó viscosidad más alta (976,90 mPa.s), sinéresis mas baja (47,82%) y fue nada dulce, muy ácida y ni firme ni suelta dentro de su grupo.

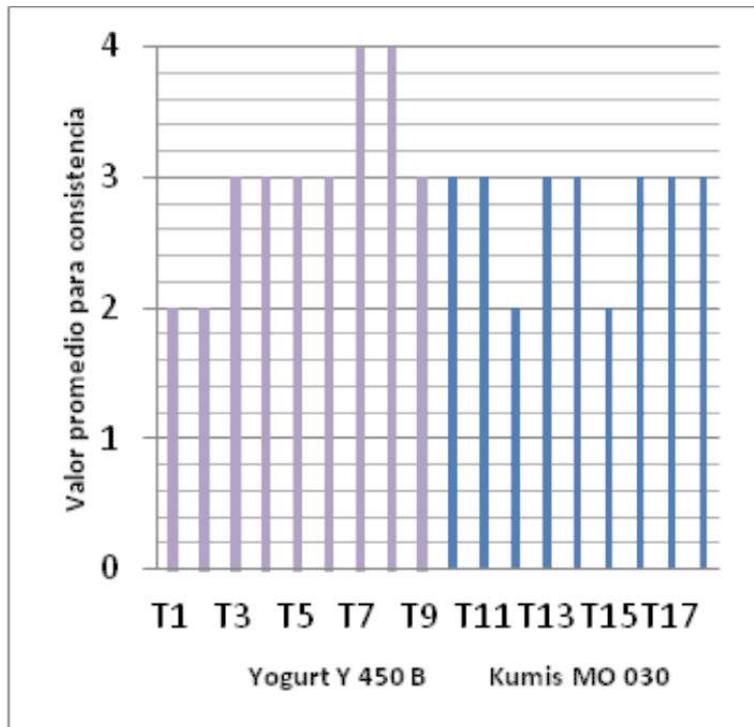


Figura 9. Consistencia sensorial en función de los tratamientos en leche fermentada.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.A.C. 1997. *Official Methods of Analysis*. 16th, Edit. Agric. Chem. Assoc. Washintong D.C.USA.
- Berruga, M.I., Molina, M.P., Román, M. y Molina, A. 2006. Características del yogur de oveja según el tipo de fermento lácteo. *Revista de ciencia y tecnología de la junta de Castilla-La Mancha*, 1, 37-40.
- Castillo, M., Borregales, C., Dolores, M. 2004. Influencia de la pectina sobre las propiedades reológicas del yogur. *Revista de la facultad de farmacia de la Universidad de Los Andes*, 46(2). 33-37.
- Clark, S. 2009. *The sensory evaluation of dairy products*. Springer. USA.
- Chandan, R.C. 2006. *Manufacturing yogurt and fermented milks*. Blackwell Publishing. USA.
- Díaz-Jiménez, B., Sosa-Morales, M. E. y Velez, J. 2004. Efecto de la adición de fibra y la disminución de grasa en las propiedades fisicoquímicas del yogur. *Revista mexicana de ingeniería química*, 3, 287-305.
- García, G. 2004. Efecto de la cantidad de grasa y almidón modificado en la elaboración de yogur bajo en grasa sabor a fresa y sin azúcar. Proyecto especial de graduación de la carrera de Agroindustria. Zamorano, Honduras. 29p.
- Gaviria, P., Restrepo, D. y Suarez, H. 2010. Utilización de hidrocoloides en bebida láctea tipo Kumis. *Vitae*, 17 (1), 29-36.
- Hernández, A. y Vélez, J. 2010. Efecto de la reducción y eliminación de lactosa en las propiedades del yogurt. *XII revista Ciencias de la vida*. Guanajuato. México.
- Khurana, H. y Kanawjia, S. 2007. Recent trends in development of Fermented Milks. *Current Nutrition & Food Science*, 3, 91-108.
- Levenspiel, O. 1993. *Flujo de fluidos e intercambio de calor*. Editorial Reverté S.A. Madrid. España.
- López, A., García, M., Quintero, R. y López-Mungía, A. 2002. *Biología alimentaria*. Ed. Limusa. S.A. México.
- OMS. 2011. La OMS y la FAO publican un informe de expertos independientes sobre dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2003/pr20/es/index.html> (2011,1 de mayo).
- Salas, J. 2008. *Nutrición y dietética clínica*. Editorial Elsevier. España.
- Singh, P. y Heldman, D. 1998. *Introducción a la ingeniería de los alimentos*. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
- Tamime, A. y Robinson, R. 1991. *Yogurt ciencia y tecnología*. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
- Ureña, M., D'Arrigo M. y Girón, O. 1999. *Evaluación sensorial de los alimentos*. Lima-Perú. Editorial Agraria. Universidad Nacional Agraria - La Molina.