

Efecto de la adición de harina de maca (*Lepidium meyenii*) y del tiempo de almacenamiento sobre la acidez, sinéresis, viscosidad aparente y aceptabilidad general de yogurt batido simbiótico

Effect of the addition of maca flour and storage time on acidity, syneresis, viscosity and acceptability in stirred yogurt symbiotic

Enrique Arrigoni Shashiki¹ y Antonio Rodríguez Zevallos²

Resumen

Se evaluó el efecto de la adición de tres porcentajes de harina de maca (*Lepidium meyenii*) (5.0%, 7.5%, 10.0%) y cuatro tiempos de almacenamiento (7, 14, 21, 28 días) sobre la acidez, sinéresis, viscosidad aparente y aceptabilidad general de yogurt batido simbiótico. Se determinaron las características reológicas y viscosidad aparente de los distintos tratamientos a 10 °C. El análisis de varianza indicó un efecto significativo de la adición de harina de maca y el tiempo de almacenamiento sobre la viscosidad aparente, tensión de fluencia e índice de consistencia de fluido. Además, se determinó que la leche fermentada con harina de maca es un fluido no newtoniano, que presenta un comportamiento plástico general. El tratamiento con una adición de 10 % de harina de maca presentó un menor porcentaje de sinéresis. Asimismo, el tratamiento con una adición del 5 % de harina de maca fue el que presentó la mayor viscosidad aparente (196.27 mPa.s). A los resultados del análisis sensorial, se aplicó la Prueba de Friedman y de Wilcoxon, encontrándose diferencia significativa entre tratamientos ($p < 0.05$), siendo el de mayor aceptabilidad el tratamiento con adición de 5 % de harina de maca. En cuanto al tiempo de almacenamiento del yogurt batido simbiótico, tuvo aceptación hasta el día 14.

Palabras claves: Yogurt, maca, acidez, sinéresis, viscosidad, simbiótico.

Abstract

The effect of the addition of maca powder (*Lepidium meyenii*) (5.0%, 7.5%, 10.0% based on dried milk powder weight) and storage time (7, 14, 21, 28 days) on the acidity, syneresis, apparent viscosity, and overall acceptability of symbiotic stirred yogurt was evaluated. The rheological characteristics and apparent viscosity of the different treatments were determined at 10 °C. The variance analysis indicated a significant effect of the addition of maca powder and storage time on the apparent viscosity, yield stress, and fluid consistency index. In addition, it was determined that the fermented milk with maca powder is a non-Newtonian fluid that presents a general plastic behavior. The treatments with an addition of 10% of maca powder presented the lowest percentage of syneresis. Fermented milk with an addition of 5.0% of maca powder presented the highest apparent viscosity (196.27 mPa.s). The tests of Friedman and Wilcoxon were applied to the results of the sensory analysis; it was found significant differences between treatments, being the 5.0% of maca powder treatment the best from the statistical point of view. As regards of the storage time, the symbiotic stirred yogurt was accepted until the day 14th by the panelists.

Key words: Yogurt, maca, acidity, syneresis, viscosity, symbiotic.

1 Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego.

2 Doctor en Ciencias Agrarias. Docente de la Escuela de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego.

1. INTRODUCCIÓN

Con el paso del tiempo, el hombre desarrolló métodos para elaborar una gran variedad de leches fermentadas, cuyas propiedades dependen de los microorganismos que participan en la fermentación, del lugar donde se produce y hasta el tipo del animal del cual se extrae la leche. Algunas de estas leches fermentadas son conocidas como kéfir, koumiss, leche búlgara, leche acidófila y yogurt (Hernández, 2003).

Los microorganismos encargados de convertir leche en yogurt son *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*. La adición de probióticos en la fermentación de la leche incrementa los beneficios para la salud. Los probióticos protegen al organismo de infecciones intestinales, porque inhiben el desarrollo de microorganismos patógenos y controlan el equilibrio de la flora que habita normalmente en el colon y estimula el sistema inmunológico (Hernández, 2003).

Lepidium meyenii o maca es una raíz tuberosa y comestible. La maca era consumida para combatir el cansancio mental y físico, así como para equilibrar la dieta, debido a su composición nutricional. Asimismo, corrige la esterilidad femenina y masculina, estimula las funciones del sistema endocrino, ayuda a combatir la osteoporosis, anemia y el estrés. También se le atribuye propiedades que ayudan a regular de la secreción hormonal, estimula el metabolismo, mejora la memoria, y combate la anemia, leucemia y cáncer (Cicero y otros, 2002). La harina o polvo de maca procesada de la raíz seca presenta en su composición: 55-75% de carbohidratos, 11.9% de proteínas; 2.7% de lípidos, 8.3% de fibra, 4.8% de ceniza y 15% de humedad.

Los objetivos de la investigación fueron evaluar el efecto de la adición de harina de maca y del tiempo de almacenamiento sobre la acidez, sinéresis, viscosidad aparente y aceptabilidad general de yogurt batido simbiótico.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Lugar de ejecución

La investigación se realizó en el Laboratorio de Ciencia de los Alimentos y en la Planta Piloto de la Escuela profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego.

2.2. Materiales

Leche en polvo descremada, harina de maca, cultivo liofilizado de yogurt YV-PL814 (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii*

subsp. Bulgaricus), Cultivo Bifidobacterium BIFI D4 (*Bifidobacterium infantis* B1, *Bifidobacterium breve* Bbr8, *Bifidobacterium breve* B110), sucralosa y carragenina.

2.3. Elaboración de yogurt batido simbiótico

Se reconstituyó la leche descremada en polvo (LPD) mezclándola con agua de mesa a 12 % de sólidos totales. Se calentó la leche a 37 °C, se agregó la harina de maca (5, 7.5 y 10 % en base al peso LPD), el azúcar (5%), la sucralosa (0.08%) y carragenina (0.1%). Se pasteurizó la leche a 85 °C durante 30 minutos y se enfrió hasta 43 °C. Luego, se adicionó los cultivos al 3 %. La incubación fue a 42 °C hasta alcanzar un pH de 4.6, en seguida se enfrió el yogurt a 15 °C y finalmente se batió manualmente. Las muestras fueron envasadas en botellas PET de 1 L de capacidad. El producto se almacenó en refrigeración a 4 °C.

2.4. Métodos de análisis

• Análisis de pH

La determinación del pH durante la incubación del yogurt batido simbiótico se realizó mediante el método potenciométrico, siguiendo el proceso indicado por el método 981.12 de la AOAC (1997).

• Análisis de acidez

La acidez se determinó según el método 947.05 de la AOAC (1997). Se midió 10 mL de muestra y se colocó en un vaso de precipitado de 50 mL. Se añadieron 5 gotas de fenolftaleína y se tituló la muestra con una solución de NaOH 0.1 N. El resultado se expresó en porcentaje de ácido láctico.

• Determinación de sinéresis

El procedimiento seguido fue similar al utilizado por Keogh y O'Kennedy (1998) y Díaz y otros (2002), se pesó 10 g de yogurt (Y) y se colocó en tubos, centrifugándose por 20 minutos a 5000 rpm. Se pesó el sobrenadante (W) y se calculó el porcentaje de sinéresis (p/p) mediante la relación entre peso del sobrenadante y el peso de la muestra.

$$\text{Sinéresis (\%)} = (W/Y) \times 100$$

ecuación (1)

Donde:

Y: Peso de leche fermentada

W: Peso del sobrenadante

• Determinación de características reológicas

Las características reológicas fueron determina-

das con el viscosímetro marca Brookfield. Modelo RVD-III. Rango 10 – 120 rpm. Precisión $\pm 1\%$, utilizando el husillo N° 27. Cabe mencionar que la viscosidad aparente de las formulaciones de yogurt batido simbiótico se determinó a 130 r.p.m. a 10 °C debido a que, en pruebas preliminares, se estableció que esta velocidad permitía medir las muestras hasta el final del almacenamiento.

Adicionalmente, para describir el comportamiento más adecuado de muestras del tipo plástico general se tomó como referencia a la ecuación de la ley de potencia mencionada por Levenspiel (1993):

$$\tau = k \left(\frac{dv}{dx} \right)^n \quad \text{ecuación (2)}$$

Donde:

τ : Esfuerzo cortante (Pa).

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

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

n : Índice de comportamiento de fluido (adimensional).

Previamente se determinó la tensión de fluencia (τ_0) mediante la ecuación de Casson (Levenspiel, 1993):

$$\sqrt{\tau} = \sqrt{\tau_0} + k \sqrt{\frac{dv}{dy}} \quad \text{ecuación (3)}$$

Los valores del índice de consistencia (k) e índice de comportamiento de flujo (n), se obtuvieron de acuerdo con el modelo de Herschel-Bulkley en su forma logarítmica, graficando $\log(\tau - \tau_0)$ en función del $\log\left(\frac{dv}{dx}\right)$ de tal manera que la pendiente de la ecuación que describe la curva es n y el antilogaritmo del intercepto representa k. El modelo Herschel-Bulkley, mencionado por Levenspiel (1993), se muestra a continuación:

$$\log(\tau - \tau_0) = \log k + n \log\left(\frac{dv}{dx}\right) \quad \text{ecuación (3)}$$

• Análisis sensorial

Se realizó una evaluación tipo afectiva por valoración de atributos con escala hedónica de 9 puntos, con un panel no entrenado de 30 personas. Para el caso de evaluación de sabor se consideró la escala usada por Amaral y otros (2009).

Método estadístico

Para los cálculos estadísticos se utilizó el software especializado Statistical Package for the Social Science (SPSS) versión 22.0.

El método estadístico correspondió a un diseño bifactorial 3x4, con 3 repeticiones. Para la determinación de acidez, sinéresis y viscosidad apa-

rente, se empleó la prueba de Levene modificada, posteriormente se realizó un análisis de varianza (ANVA) y se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Duncan. A los datos de la prueba de aceptabilidad general, se sometió a las pruebas de Friedman y Wilcoxon.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Efecto de la harina de maca y tiempo de almacenamiento sobre la acidez en yogurt batido simbiótico

En la Figura 1, se observa que la acidez aumenta con el pasar del tiempo de almacenamiento. Los niveles más bajos de acidez son de 0.89%, correspondientes al día 7. Los valores más altos de acidez se encuentran en el día 28 para todos los tratamientos. Todos los tratamientos con harina de maca en el día 28 presentaron el mismo valor de acidez (1.38%).

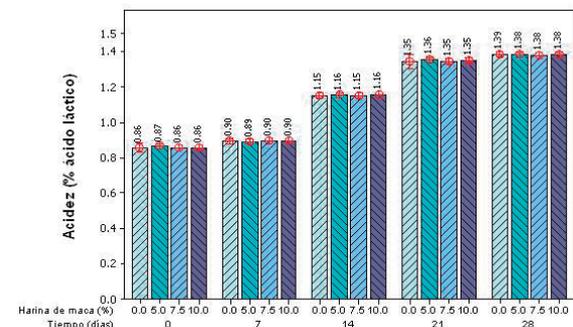


Figura 1. Variaciones de acidez en relación al porcentaje de harina de maca y tiempo de almacenamiento en yogurt simbiótico

Según la Norma Técnica Peruana NTP 202-092 (INDECOPI 2008), el porcentaje de acidez expresada en ácido láctico para un yogurt debe encontrarse entre 0.6-1.5. Los valores de acidez de todos los tratamientos se encontraron dentro de ese rango durante los 28 días de almacenaje.

Acevedo y otros (2009) evaluaron las características sensoriales de un yogurt de leche caprina con jalea semifluida de piña, utilizaron las cepas *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. La valores de acidez que se reportaron se encontraron en un rango de 0.84 a 0.99% de ácido láctico, valores similares a los que se presentaron al inicio de la investigación.

Ruiz y Ramírez (2009) elaboraron yogurt con probióticos (*Bifidobacterium* spp. y *Lactobacillus acidophilus*) e inulina. Se realizaron tres formulaciones (leche pasteurizada, cultivo láctico y cepas probióticas; leche pasteurizada, cultivo láctico, cepas probióticas e inulina; leche pasteurizada y cultivo láctico). El valor de acidez promedio reportado para la primera formulación, en el día 0 fue de

1.23% de ácido láctico, el cual fue mayor a los valores que se presentaron al inicio de la investigación, esta diferencia se puede establecer debido al tipo de cultivo empleado. Sin embargo, para los días 15 y 21 se reportaron valores promedio de 1.15 y 1.36% de ácido láctico, respectivamente; siendo similares a los reportados en esta investigación.

El análisis de varianza señala que hay efecto significativo para la acidez del yogurt batido respecto al tiempo de almacenamiento pero no sobre la adición de maca, ni la interacción maca-tiempo.

3.2. Efecto de la harina de maca y tiempo de almacenamiento sobre la sinéresis en yogurt batido simbiótico

En la Figura 2, se observan los valores promedio para la sinéresis en los tratamientos de yogurt batido simbiótico. Se encontró que al aumentar el porcentaje de harina de maca, el valor de sinéresis disminuye.

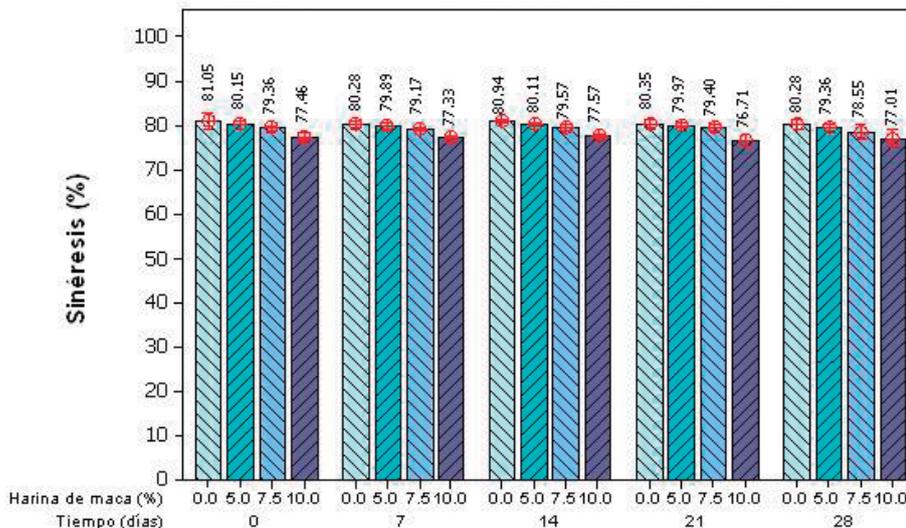


Figura 2. Porcentaje de sinéresis en función de la adición de maca y tiempo de almacenamiento en yogurt batido simbiótico

El tratamiento que presentó mayor porcentaje de sinéresis fue la muestra con 5 % de harina de maca en el día 7 (79.89%). Por otro lado, el tratamiento que presentó menor porcentaje de sinéresis fue la muestra con 10% de harina de maca en el día 21 (76.71%).

Vera (2012) evaluó el efecto de la adición de caseinato de sodio (0 %, 1 %, 2 % y 3 %) y gelatina (0 %, 0.3 y 0.6 %) en yogurt batido; encontró valores de sinéresis en un rango de 31.33% a 68.33%, los cuales fueron menores a los rangos para yogurt batido simbiótico con harina de maca ya que la caseína forma un gel de mayor consistencia y evita la salida de agua. Säker (2011), elaboró leche fermentada con adición de gelatina y sacarosa, los valores de sinéresis se encontraron en rangos de 44.91 a 71.62%, del cual se puede afirmar que fueron menores en comparación a los reportados en esta investigación. Adicionalmente, Lescano (2009), evaluó el efecto de la adición de pulpa de guanábana y de gelatina en la sinéresis del yogurt batido, encontrando un rango de sinéresis entre 11.57% a 37.663%, valores que están por debajo de los reportados para yogurt batido simbiótico con adición de harina de maca; estas diferencias se puede establecer de acuerdo a los diferentes ingredientes empleados para la elaboración de yogurt como estabilizante, tipo de leche o del método de medición.

El análisis de varianza para la sinéresis mostró que para la adición de maca y tiempo de almacenamiento hubo un efecto significativo, mas no para la interacción maca-tiempo.

3.3. Efecto de la harina de maca y tiempo de almacenamiento sobre la viscosidad aparente en yogurt batido simbiótico

En la Figura 3, se observan los valores promedio de la viscosidad aparente del yogurt batido simbiótico. El valor máximo de viscosidad (307.63 mPa.s) corresponde a la adición de 7.5 % de

harina de maca en el día 7. El valor mínimo fue de 192.67 mPa.s para la adición de 7.5% de harina de maca en el día 21. Durante el almacenaje la viscosidad tiende a disminuir en todos los tratamientos. Asimismo, se puede observar que a mayor porcentaje de harina de maca, la viscosidad disminuye. La disminución de viscosidad puede estar asociada a la disminución del pH, dado que las proteínas se solubilizan a pH bajos (Wong, 1995). Además, se pueden entender que con el incremento de maca, que contiene almidones y fibras, estos son los que afectan la estructura del gel y por lo tanto la viscosidad.

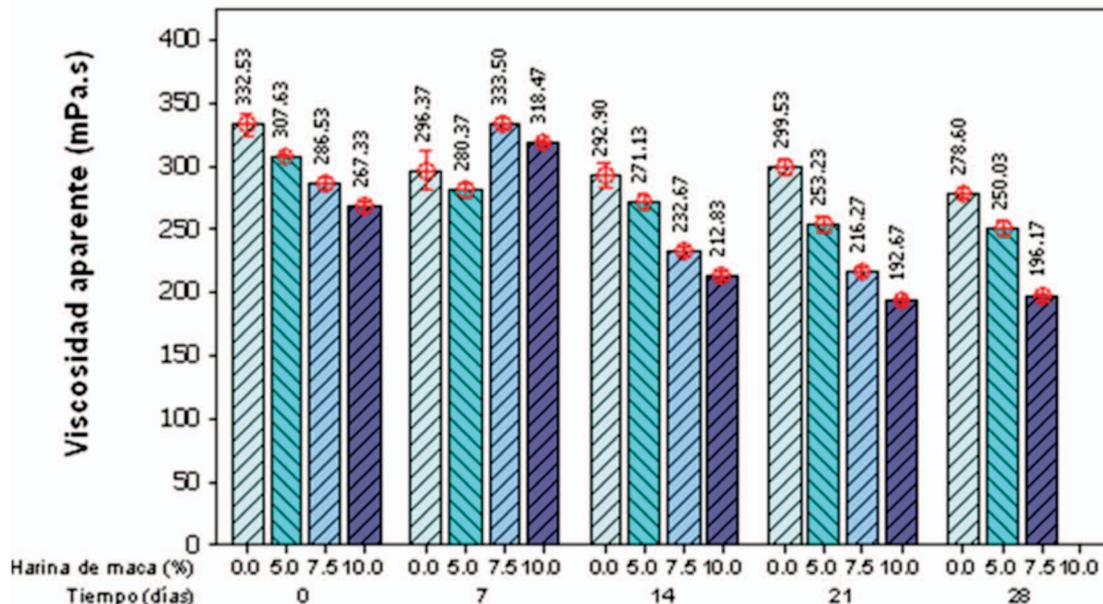


Figura 3. Viscosidad aparente en función de la adición de maca y tiempo de almacenamiento en yogurt batido simbiótico

Los valores de viscosidad para el día 0 se encontraron en un rango de 267.33 a 332.53 mPa.s. Esaine (2012) encontró valores de viscosidad aparente en un rango de 155.43 a 303.27 mPa.s, en yogurt batido con adición de sábila y miel de abeja a 80 rpm y 10 °C; los valores fueron ligeramente menores indicando que la sábila en porcentajes de 10 a 30 %, afectaron el gel de la proteína. En otro caso fue diferente, la viscosidad fue mayor para el yogurt con adición de caseinato de sodio (0%, 1%, 2% y 3%) y gelatina (0 %, 0.3 y 0.6 %) observado por Vera (2011), que encontró valores de viscosidad en un rango de 494.30% a 2150.00% a 80 rpm. Así mismo, Saker (2011) encontró valores elevados de viscosidad aparente en un rango de 593 a 1184 mPa.s a 10 °C y 80 rpm, para yogurt batido con sacarosa (0, 5 y 10 %) y gelatina (0, 0.2 y 0.4 %), lo que muestra que las proteínas son las que aumentan la viscosidad en el yogurt batido.

Lastarria y Bellido (2011) evaluaron la viscosidad de un yogurt natural durante 45 días de almacenamiento a 5 °C, 10 °C y 15 °C. Además, utilizaron 3, 2 y 1 g de cultivos por cada 5 litros de leche, los cuales contenían cepas probióticas (*Bifidumbacterium spp* y *Lactobacillus acidophilus*). Los valores de viscosidad para el día 0, fueron de 1500 a 2200 mPa.s; estos valores fueron mayores a los presentados en esta investigación. Como en la investigación realizada, durante el almacenamiento se produjo una disminución de la viscosidad para todos los tratamientos; en los primeros 15 días, disminuyeron de 250 a 500 mPa.s, Para el día 30, reportan valores de 170.0 a 450.0 mPa.s, mientras que los valores hallados en la investigación fueron de 196.17 a 278.60 mPa.s; valores que fueron próximos, aunque los tratamientos por parte de las dos investigaciones ya se encontraban con la acidez elevada no aceptable por los panelistas.

El análisis de varianza muestra un efecto significativo de la adición de maca y tiempo de almacenaje y también de la interacción de maca y tiempo.

3.4. Propiedades reológicas del yogurt batido simbiótico con harina de maca

En el Cuadro 1 se observan los valores promedio para tensión de fluencia (τ_0), índice de comportamiento de fluido (n) e índice de consistencia de fluido (k), respectivamente.

Cuadro 1. Valores promedio de τ_0 , n y k para yogurt batido simbiótico con maca y tiempo de almacenaje

Harina de maca (%)	Tiempo de almacenamiento (días)	Promedio τ_0 (Pa)	Promedio n	Promedio k (Pa.s ⁿ)
0.0	0	15.2	0.658	0.978
5.0	0	13.5	0.615	0.875
7.5	0	12.7	0.622	0.765
10.0	0	11.9	0.645	0.615
0.0	7	14.9	0.608	0.887
5.0	7	11.7	0.589	0.794
7.5	7	10.1	0.608	0.586
10.0	7	9.6	0.604	0.531
0.0	14	14.4	0.571	0.853
5.0	14	12.0	0.617	0.735
7.5	14	10.3	0.617	0.587
10.0	14	9.4	0.604	0.504
0.0	21	13.0	0.640	0.791
5.0	21	11.2	0.616	0.687
7.5	21	9.6	0.611	0.561
10.0	21	8.7	0.608	0.463
0.0	28	11.4	0.646	0.677
5.0	28	11.0	0.630	0.649
7.5	28	8.6	0.614	0.485
10.0	28		0.642	0.373

Los valores de τ_0 variaron de 15.3 a 8.6 Pa, para n fueron de 0.658 a 0.571 y para k fueron 0.978 a 0.373 Pa.sⁿ. El yogurt batido simbiótico con adición de harina de maca se presenta como un fluido no newtoniano del tipo plástico general.

Säker (2011) encontró valores de tensión de fluencia, índices de comportamiento y consistencia de fluido (4.8 a 14.5 Pa, 0.432 a 0.608 y 1.521 a 2.334 Pa.sⁿ, respectivamente) cuando evaluó el efecto del cultivo láctico con adición de gelatina y sacarosa sobre la viscosidad en yogurt, indicando también que se trataba de un fluido no newtoniano del tipo plástico general.

Esaine (2012) elaboró un yogurt batido con adición de sábila y miel de abeja, encontrando valores de tensión de fluencia, índices de comportamiento y consistencia de fluido de 11.467 a 18.467 Pa, 0.021 a 0.852 y 0.053 a 0.300 Pa.sⁿ, respectivamente. Por sus características, también fue definido como un fluido no newtoniano del tipo plástico general.

3.5. Efecto de la harina de maca y tiempo de almacenamiento sobre la aceptabilidad general de yogurt batido simbiótico

En la Figura 4, se observan los valores promedio para la aceptabilidad general en los distintos tratamientos de yogurt batido simbiótico. La muestra con 5 % de harina de maca en el día 7, presentó un valor de aceptabilidad de 6, seguido por el tratamiento de 7.5 % de harina de maca. Al transcurrir los días de almacenamiento, las calificaciones disminuyeron. En el día 28, el producto no fue apto para el consumo.

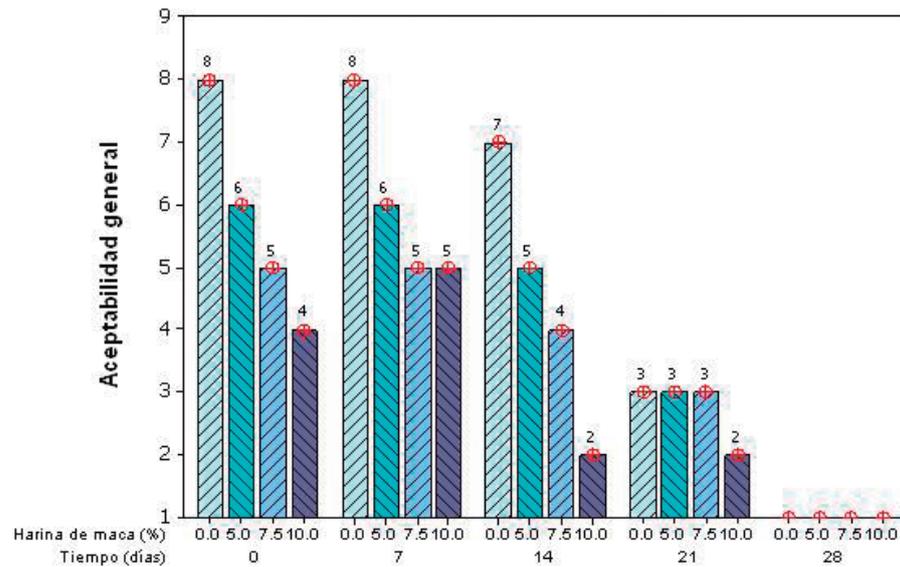


Figura 4. Aceptabilidad general en función de la adición de harina de maca y tiempo de almacenamiento en yogurt batido simbiótico

Los tratamientos del día 28 no fueron sometidos a las pruebas de Friedman y Wilcoxon porque no se encontraban aptos para el consumo, ya que empezaron a presentar un sabor y olor rancio. Esto se debe a que cuando los productos fermentados se conservan durante mucho tiempo, la actividad enzimática de las bacterias lácticas continúa, produciendo defectos como amargor y acidez debido a la excesiva producción de ácido en la leche (Walstra y otros, 2001).

En esta investigación el tratamiento con mayor aceptación fue el de menor contenido de harina de maca (5 %) en el día 0, seguido del tratamiento con 7.5% de harina de maca. Los resultados no variaron significativamente durante los días 0 y 7. Esaine (2012) elaboró yogurt batido con adición de sábila y miel de abeja, encontrando que al aumentar las proporciones de sábila, el nivel de agrado fue menor, al igual que en esta investigación, en donde al aumentar los niveles de harina de maca, los niveles de aceptabilidad general, disminuyen.

4. CONCLUSIONES

La adición de harina de maca y el tiempo de almacenamiento tuvieron efecto significativo sobre la viscosidad, la sinéresis y la aceptabilidad general del yogurt batido probiótico. En cambio, la acidez del yogurt fue afectada por el tiempo de almacenaje pero no por la adición de maca.

La adición de 5 % de harina de maca proporcionó la menor acidez, mayor viscosidad aparente y mayor aceptabilidad general en el yogurt. La menor sinéresis se produjo con 10 % de harina de maca. El tiempo de aceptación del yogurt fue de 14 días.

Los valores promedio de τ_0 , n y k fueron 11.52 Pa, 0.62 y 0.67 Pa.sn, respectivamente. El yogurt batido simbiótico con adición de harina de maca se presenta como un fluido no newtoniano del tipo plástico general.

5. BIBLIOGRAFÍA

Acevedo I., García O., Contreras J. y Acevedo P. 2009. Elaboración y evaluación de las características sensoriales de yogurt de leche caprina con jalea semifluida de piña. *Revista UDO Agrícola* 9 (2): 442-448.

Amaral Y., Pinto E., Sena C., Andrade A., Canal C., Silva J. y Ferrerira C. 2009. Análise sensorial de iogurte tipo sundae com leite de cabra e polpa de morango com linhaça. Departamento de Tecnología de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa.

Cicero A., Piacente S., Plaza A., Arletti R. y Pizza C. 2002. Hexanic maca extract improves rat sexual performance more effectively than methanolic and chloroformic maca extracts. *Andrology* 34: 177-179.

Díaz, 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 yogurt. *Revista mexicana de ingeniería química*. Universidad de las Américas de Puebla. México. Vol 3 Pp 287-305.

Esaine, A. 2012. Efecto de la adición de sábila (Aloe vera) y miel de abeja (Apis melifera) sobre la viscosidad aparente, sinéresis, sabor y consistencia en yogurt batido en presencia de *Lactobacillus casei*. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Hernández A. 2003. *Microbiología industrial*. 1era Edición. UNED. San José, Costa Rica.

INDECOPI. 2002. Patentes referidas al *Lepidium meyenii* (Maca): Respuestas del Perú. Página web disponible en: <http://www.indecopi.gob.pe/tribunal/propiedad/InformeMaca.pdf> Fecha de acceso: 2014, 18 de marzo.

Keogh, M. K. y O'Kennedy, B. T. 1998. Rheology of stirred yogurt as affected by added milk fat, protein and hydrocolloids. *Journal of Food Science*. 63(1):1-5.

Lastarria H. y Bellido O. 2011. Efecto de la concentración del cultivo y la temperatura de almacenamiento sobre la viscosidad del yogurt. Resúmenes de Investigaciones. X CONACYTA. Universidad Nacional San Martín de Arequipa. Arequipa, Perú.

Lescano, O. 2008. Influencia de la concentración de pulpa de guanábana y de gelatina en las propiedades reológicas, la sinéresis y la aceptabilidad general del yogurt batido. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Levenspiel, O. 1996. *Flujo de fluidos e intercambio de calor*. Editorial Reverté S.A. Madrid. España.

Säker, W. 2011. Efecto del cultivo láctico y adición de gelatina y sacarosa sobre la sinéresis, viscosidad, sabor y consistencia en leche fermentada. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Vera, R. 2012. Efecto de la adición de caseinato de sodio y gelatina sobre la viscosidad aparente, sinéresis y tiempo de fermentación en yogurt batido. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Walstra P., y Geurts, T., Noomen, A., Jellema, A. y Van Boekel, M. 2001. *Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos*. Edit. Acribia. Zaragoza. España.

Wong, D. 1995. *Química de los alimentos. Mecanismos y teoría*. Edit. Acribia. Zaragoza. España.