

EFFECTO DE ALMIDONES NATIVOS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL YOGURT DE LECHE DE CABRA

Anaya-Torres T^a, Dzul-Cauich JG^{a*}, García-Vieyra MI^a, Lobato-Calleros C^b, Herrera-Méndez CH^a

^a Universidad de Guanajuato, Campus Celaya-Salvatierra, División de Ciencias de la Salud e Ingeniería, Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Priv. Arteaga s/n, Colonia Centro, C.P. 38000, Salvatierra, Guanajuato, México.

^b Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Preparatoria Agrícola, Km. 38.5 Carretera México-Texcoco, C.P. 56230 Texcoco, México. *jorgedzul_7@hotmail.com

RESUMEN:

Se evaluó la capacidad de retención de agua (sinéresis) y el comportamiento reológico de variaciones de yogur de leche de cabra formuladas con almidones nativos de maíz y de trigo comparados con un yogur control sin almidones. Los yogures que presentaron menor porcentaje de sinéresis fueron aquellos formulados con almidones comparados con el control, así mismo, cuando se adicionaron almidones en la formulación de los yogures, estos presentaron comportamientos reológicos por encima del control. Todas las variaciones de yogurt presentaron comportamiento típico de un gel débil al presentar un comportamiento de adelgazamiento a la deformación. Caracterizándose todos los tratamientos por presentar una región viscoelástica lineal a tasas de deformación bajas y por presentar comportamiento predominantemente elástico a una deformación por abajo del 10%.

ABSTRACT:

The water holding capacity (syneresis) and the rheological behaviour of goat milk yogurt made with native corn starch and wheat starch compared with a control yogurt without starches was evaluated. Yogurts had lower percentage of syneresis were those formulated with starches, also, when starches are added in formulating yogurts, they set rheological behaviour over the control. All variations of yogurt showed typical behaviour of a weak gel showing strain thinning behaviour. All treatments showed a linear viscoelastic region at low rates of deformation and elastic behavior predominated below 10% of strain.

Palabras Claves:

Yogurt, Leche de cabra, Almidon

Keyword:

Yogurt, Goats' milk, Starch

Área: Lácteos

INTRODUCCIÓN

La leche de los pequeños rumiantes como las cabras ha incrementado recientemente su interés económico en diferentes países. La producción de este tipo de leche puede ser una estrategia importante para combatir la desnutrición por su alto contenido nutritivo. (Haenlein, 2004). Aunque a nivel mundial la producción de este tipo de leche es relativamente menor comparado con la leche de vaca (2.1% vs 84.6% del total de la producción de leche) el número de cabras ha alcanzado los 758 millones de cabezas esto representa un incremento del 55% en los últimos 20 años. (Haenlein and Addellatif 2004). Estas estadísticas también se han observado en nuestro país; sin embargo en México la cultura de consumo de esta leche aún es baja a pesar de que esta leche tiene propiedades nutricionales muy especiales como son su mayor valor nutritivo y su fácil digestión comparada con la leche de vaca (Haenlein 2004).

El yogurt es un producto lácteo fermentado con propiedades reológicas, fisicoquímicas y textural que son atributos de vital importancia para la aceptación del consumidor. La textura del yogurt está influenciada por varios factores como la calidad y composición de la leche, el contenido de

grasa y sólidos totales, el tratamiento térmico, y la combinación bacterias ácido lácticas y el tiempo de acidificación y almacenaje. (Dello *et al.*, 2004; Sodini *et al.*, 2004; Purwandari *et al.*, 2007). El yogurt está compuesto de un gel en el cual las proteínas desnaturalizadas del suero actúan como uniones con la matriz de caseína y los glóbulos de grasa son incorporados dentro de la estructura (Xiong *et al.*, 1991).

Las características estructurales y mecánicas del yogurt pueden ser alteradas por los factores anteriormente mencionados, resultando en pobres características sensoriales y una alta sinéresis (Sandoval-Castilla *et al.* 2004). Una alternativa interesante para la formulación de yogurt favoreciendo sus propiedades reológicas y fisicoquímicas es la utilización de almidones nativos o modificados. El objetivo de este estudio fue evaluar las propiedades fisicoquímicas del yogurt de leche de cabra suplementado con almidones nativos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Los almidones usados para conferir textura a los tratamientos de yogurt, fueron: (a) almidón nativo de maíz (AM) (Fabpsa, México); (b) almidón nativo de trigo (AT) (Fabpsa, México). La leche de cabra fue obtenida directamente de un rancho ubicado en el municipio de Salvatierra, Guanajuato y los cultivos lácticos usados para preparar el yogurt fueron (*Streptococcus termophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* y *Lactobacillus lactis*) (CHOOZIT MY 800, Danisco France, SAS, Dangé Saint Romain, France).

Variaciones de yogurt

Se elaboró un yogurt control completo en grasa (Y_c) sin almidones a partir de leche fluida de cabra conteniendo 3.5 % de grasa y con $115.6 \pm 1 \text{ gL}^{-1}$ de sólidos totales. Se elaboraron dos variaciones de yogurt a partir de leche fluida de cabra completa en grasa conteniendo 9 gL^{-1} de almidón de maíz y almidón de trigo respectivamente, los cuales fueron codificados de la siguiente manera: Y_{AM} y Y_{AT} . Cinco litros de cada tratamiento de yogurt se elaboraron por triplicado usando un diseño aleatorizado completamente al azar. La leche para los tratamientos de yogurt fueron calentadas a $40 \text{ }^\circ\text{C}$, a esta temperatura se mezclaron los almidones y el azúcar (6 gL^{-1}) con agitación constante y se almacenaron durante 5 horas para permitir la hidratación de los sólidos agregados, se pasteurizó ($85 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$), se enfrió ($45 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$) y se inoculó con 0.03 gL^{-1} de cultivo láctico iniciador (Crispín-Isidro *et al.*, 2015). El proceso de fermentación se llevó a cabo a $45 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ hasta alcanzar una acidez de $80\text{-}82 \text{ }^\circ\text{D}$. Las bebidas lácteas fermentadas fueron enfriadas a $4 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 24 h y posteriormente se mezcló con agitación constante con ayuda de un mezclador mecánico (Caframo, RZR1, Cole-Parmer, Vernon Hills, IL, USA) a 500 rpm durante 1 min (Lobato-Calleros *et al.*, 2014).

Composición química

Después de 5 días de su elaboración, las variaciones de yogurt se les analizó proteína, por el método Bradford. Los diferentes tratamientos de yogurt fueron diluidos 1:200. El reactivo de Bradford se mezcló con cada una de las muestras en proporción 3:1. Se incubó durante 5 minutos a temperatura ambiente y posteriormente se registró su absorbancia a 595 nm en un lector de microplaca Bio-Rad iMark. Las concentraciones fueron determinadas mediante una curva de calibración con albúmina de suero bovino. Contenido de grasa por el método Gerber

y humedad por el método de secado por estufa (AOAC, 1995). Todos los análisis se llevaron a cabo por triplicado.

Sinéresis

La determinación de capacidad de retención de agua como sinéresis fue realizada de acuerdo al método propuesto por Keogh and O 'Kennedy (1998), con ligeras modificaciones.

Propiedades reológicas de las variaciones de yogurt

Se llevaron a cabo pruebas oscilatorias dinámicas usando un Reómetro Physica MCR 301 (Anton Para Messtechnik, Stuttgart, Alemania) con una geometría cono-plato, con diámetro de 50 mm y un ángulo de 1° y un gap de 0.1 mm. Alrededor de 3.8 mL de muestra se colocó cuidadosamente en el sistema de medición y se dejó reposar durante 10 min. A 4 °C para permitir que la estructura se recupere. Se llevaron a cabo barrido de deformación para caracterizar la región viscoelástica lineal de las variaciones de yogurt aplicando un barrido de deformación de 0.01 a 100% de deformación a 1 Hz de frecuencia. Mediante el software del equipo se obtuvieron los módulos de almacenamiento (G') y de pérdida (G'').

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición química

La composición química de las variaciones del yogurt se muestran en la Tabla I, La proteína en todas las variaciones estuvieron en el rango 3.55 -3.59 % siendo ligeramente más bajo en los yogures que contenían almidón. La acidez fue menor en el yogurt control y la más alta el yogurt con almidón de trigo. La acidez se obtiene a consecuencia de la acidificación del ácido láctico por la fermentación de lactosa, el incremento en la acidez en los yogures con almidones puede ser debido a la disponibilidad de otro tipo de carbohidratos provenientes del propio almidón. Los sólidos totales presentaron ligeras diferencias entra las variaciones pero esta diferencias no son significativas.

Tabla I. Composición química de las variaciones de yogurt

Variables	Tratamientos		
	Y _C	Y _{AM}	Y _{AT}
Acidez	80.3±0.57 ^a	81.2±0.28 ^{ab}	82.5±0.57 ^b
Sólidos totales (%)	17.56	18.41	18.42
Sinéresis (%)	23.49±0.74 ^a	18.80±0.73 ^b	18.87±1.06 ^b
Proteína (%)	3.59±0.05	3.56±0.03	3.55±0.01

Sinéresis

La sinéresis de las variaciones de yogurt después de 5 días de su elaboración estuvieron en el intervalo de 18.7 a 23.4 g por 100 g de muestra. Y_C presento valores de sinéresis más altos en comparación con los tratamientos que contenían almidón de maíz y almidón de trigo en su formulación (Y_{AM} y Y_{AT}), de acuerdo a estos resultados los valores promedios de sinéresis indican que hubo diferencia significativa (p≤0.05) entre el control (Y_C) y los tratamientos (Y_{AM} y Y_{AT}). Se puede observar en la figura 1 que la presencia de almidón en la formulación de las variaciones de yogurt tuvo efecto sobre la sinéresis. Wang *et al.*, (2012) utilizaron proteína de

suero, pectina y proteína de suero polimerizada como agentes espesantes en yogurt de leche de cabra encontrando efectos positivos en la reducción de sinéresis en sus tratamientos. La separación espontánea de suero en productos lácteos fermentados está relacionado a una red inestable lo cual puede ser debido a un incremento en el re-arreglo de la matriz del gel. Los almidones por su parte han sido utilizados para la retención de agua en la estructura de geles débiles (Luo and Gao, 2011).

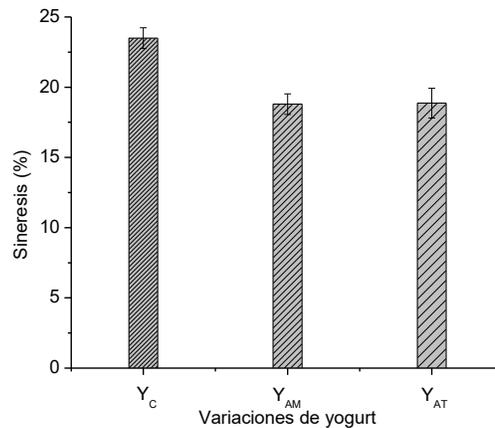


Figura 1. Efecto de almidones nativos (Maíz y Trigo) sobre la sinéresis de yogurt de leche de cabra

Comportamiento reológico de las variaciones de yogurt

Las diferentes variaciones de yogurt presentaron el típico comportamiento de un gel débil (Fig. 2), mostrando un comportamiento de adelgazamiento a la deformación. Todos los tratamientos se caracterizaron por presentar una región viscoelástica lineal (RVL) donde G' y G'' exhibieron valores constantes a pequeñas deformaciones, seguida por una región viscoelástica no lineal caracterizada por una inflexión de los módulos a valores elevados de deformación (Marafon *et al.*, 2011). Los valores de G' predominaron por arriba de los valores de G'' hasta un 10% de deformación lo que nos indica que el comportamiento de los yogures fue predominantemente elástico a ese porcentaje de deformación. Los valores de G' y G'' relativamente más elevados de los yogures adicionados con almidón (Y_{AM} y Y_{AT}) en comparación con el control (Y_C), parece indicar que la presencia del almidón desempeñó un papel importante en las propiedades reológicas de los tratamientos. Lobato-Calleros *et al.*, (2014) encontraron que al adicionar almidones modificados como sustitutos de grasa en yogures de leche de vaca, estos pueden inducir propiedades positivas en las propiedades reológicas mediante la formación de geles más estables.

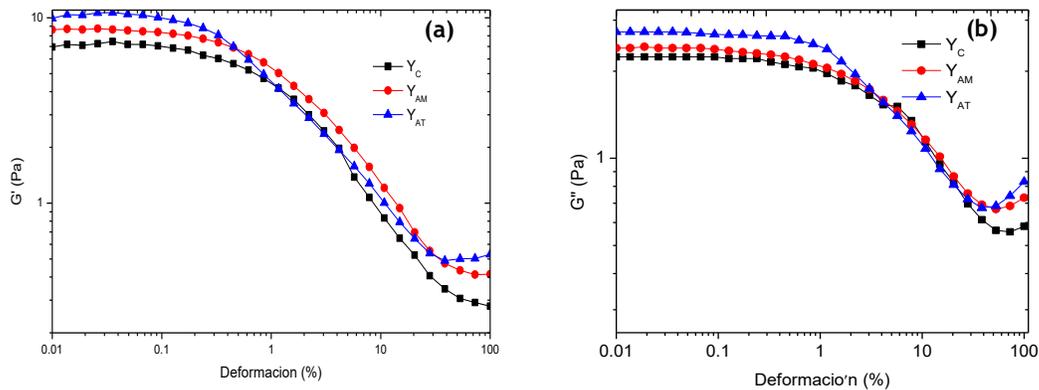


Figura 2. Variación de los módulos de almacenamiento y de pérdida de los diferentes tratamientos de yogurt.

Todas las variaciones de yogurt presentaron valores de $\text{Tan } \delta$ (G''/G') (Fig. 3) menores a uno por debajo del 10% de deformación confirmando de esta manera que el comportamiento elástico predominó sobre el comportamiento viscoso a esa tasa de deformación, a partir del 10% de deformación hasta el 100% predominó el comportamiento viscoso.

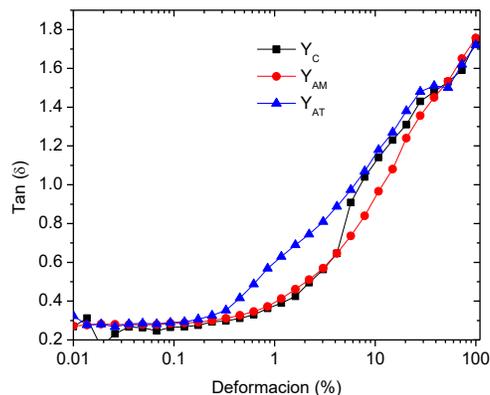


Figura 3. Comportamiento de $\text{Tan } \delta$ de las variaciones de yogurt de leche de cabra

De acuerdo a Lobato-Calleros *et al.*, (2015), los valores de $\text{Tan } \delta$ pueden ser tomados como una guía para establecer qué tipo de ingrediente y su cantidad de uso contribuyen para producir respuestas mecánicas en yogures bajos en grasa cercanas a los de un yogurt completo en grasa, así mismo este razonamiento puede ser aplicado para establecer el tipo de almidón para producir respuestas mecánicas en yogures de leche de cabra por arriba de las presentadas por un yogurt de leche de cabra sin espesantes.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se estudió el efecto de la adición de almidones nativos a yogurt elaborado con leche de cabra. La adición de almidones nativos en la formulación de yogurt de leche de

cabra puede inducir efectos positivos en la sinéresis y en las propiedades reológicas en comparación de un yogurt sin espesantes.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. (1995). Association of Official Analytical Chemists, 16th edn. Association of Oficial Analytical Chemists, Arlington.
- Crispin-Isidro G, Lobato-Calleros C, Espinosa-Andrews H, Alvarez-Ramirez J, Vernon-Carter J. 2015. Effect of inulin and agave fructans addition on the rheological, microstructural and sensory properties of reduced-fat stirred yogurt. *LWT-Food Science and Technology*. 62:438-444.
- Dello SM, Bertola M, Martino M, Bevilacqua A. 2004. Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yoghurt. *International Dairy Journal*. 14: 263–268.
- Haenlein GF. 2004. Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*. 51: 155–163.
- Haenlein GF, Abdellatif MA. 2004. Trends in small ruminant husbandry and nutrition and specific reference to Egypt. *Small Ruminant Research*. 51: 185–200.
- Keogh MK, Ó Kennedy BT. 1998. Rheology of stirred yogurt as affected by milk fat, protein and hydrocolloids. *Journal of Food Science*. 63 (1): 108-112.
- Lobato-Calleros C., Ramirez-Santiago C., Vernon-Carter EJ., Alvarez-Ramirez J. 2014. Impact of native and chemically modified starches addition as fat replacers in the viscoelasticity of reduced-fat stirred yogurt. *Journal of Food Engineering*. 131:110-115.
- Luo Z., Gao Q. 2011. Effect of enzyme-modified carboxymethyl starch as fat replacer on the functional properties of sausages. *Starch-Stärke*. 63(10): 657-675.
- Marafon AP, Sumi A, Alcantara MR, Tamime AY, Nogueira de Oliveira MN. 2011. Optimization of the rheological properties of probiotic yogurts supplemented with milk proteins. *LWT-Food Science and Technology*. 44:511-519
- Purwandari U, Shan NP, Vasiljevic T. 2007. Effects of exopolysaccharide-producing strains of *Streptococcus thermophilus* on technological and rheological properties of set-type yoghurt. *International Dairy Journal*. 17:1344–1352.
- Sandoval-Castilla O, Lobato-Calleros C, Aguirre-Mandujano E, Vernon-Carter EJ. 2004. Microstructure and texture of yogurt as influenced by fat replacers. *International Dairy Journal*. 14: 151-159.
- Sidini I, Remueuf F, Haddad S. 2004. The relative effect of milk base, starter and process on effects of milk fortification and heating on microstructure and physical properties of stirred yoghurts. *International Dairy Journal*. 13: 773–782.
- Wang W, Bao Y, Hendricks GM, Guo M. 2012. Consistency, microstructure and probiotic survivability of goats' milk yoghurt using polymerized whey protein as co-thickening agent. *International Dairy Journal*. 24:113-119
- Xiong YL, Aguilera JE, Kinsella JE. 1991. Emulsified milkfat effects on rheology of acid-induced milk gels. *Journal Food Science*. 56: 920–925