

EFFECTO DEL CONCENTRADO DE CUBIO (*Tropaeolum tuberosum*) EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y REOLÓGICAS DEL YOGUR

ARANGO REYES, Madelin¹
PARRA HUERTAS, Ricardo²

Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Recibido: 12/03/2017

Aceptado: 07/07/2017

RESUMEN

Los cubios (*Tropaeolum tuberosum*) son tubérculos andinos y autóctonos cultivados en Colombia, Perú, Bolivia, Paraguay, Brasil, Ecuador y Venezuela; que se caracterizan por su valor nutricional. Sin embargo, su consumo y popularidad ha disminuido. Por lo tanto, el objetivo es diversificar el uso y aprovechamiento de las partes comestibles de la especie. Se elaboró un yogur utilizando concentrado de cubio en tres concentraciones (3 %, 7 % y 10 %). Se evaluó el pH, acidez titulable, sinéresis y viscosidad durante el periodo de incubación de yogur. Los resultados indicaron que la acidez titulable final fue 0,94, 1,26 y 1,35 % de ácido láctico para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente. Los valores de pH para los tres tratamientos oscilaron entre 4,7 y 4,3. La sinéresis presentó valores de 51 %. Los valores de proteína indicaron que, a mayor concentración de cubio mayor fue el porcentaje de proteína. Finalmente, el estudio reológico permitió identificar características pseudoplásticas propias de un yogur para los tres tratamientos. Este estudio permitió determinar la viabilidad de utilizar cubio en la elaboración de yogur.

Palabras clave: cubios, incubación, yogur, características fisicoquímicas, concentrado.

1 Química, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

2 Magíster en Ciencia de los Alimentos, Autónoma de Hidalgo. Docente, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. ricardo.parra@uptc.edu.co.

EFFECT OF THE MASHUA CONCENTRATE (*Tropaeolum tuberosum*) ON THE PHYSICOCHEMICAL AND REOLOGICAL CHARACTERISTICS OF YOGUR

ABSTRACT

Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) are Andean and indigenous tubers grown in Colombia, Peru, Bolivia, Paraguay, Brazil, Ecuador, and Venezuela, which are characterized by their nutritional value. However, their consumption and popularity have declined. Therefore, the objective is to diversify the use and utilization of the edible parts of the species. Yogurt was made by using mashua concentrate in three different combinations (3 %, 7 %, and 10 %). The pH, titratable acidity, syneresis, and viscosity were evaluated during the yogurt incubation period. The results indicated that the final titratable acidity was 0.94, 1.26 and 1.35 % lactic acid for treatments 1, 2 and 3, respectively. The pH values for the three treatments ranged from 4.7 to 4.3. The syneresis showed results of 51 %. The protein data indicated that a higher mashua concentration led to a higher percentage of protein. Finally, the rheological study allowed to identify pseudoplastic characteristics of yogurt for the three treatments. The study allowed to determine the viability of using cube in the elaboration of yogurt.

Keywords: mashua, incubation, yogurt, physicochemical characteristics, concentrate

L'EFFET DU CONCENTRÉ DE CAPUCINE TUBÉREUSE (*tropaeolum tuberosum*) SUR LES CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES ET RHEOLOGIQUES DU YOGHOURT

RÉSUMÉ

Les Capucine tubéreuse (*Tropaeolum tuberosum*) sont des tubercules andins et indigènes cultivés en Colombie, au Pérou, en Bolivie, au Paraguay, au Brésil, en Équateur et au Venezuela, qui sont caractérisés par leurs valeurs nutritionnelles. Cependant, la consommation et la popularité de ces produits ont diminué. L'objectif est donc de diversifier l'utilisation et l'exploitation des parties comestibles de l'espèce. Un yaourt a été préparé à partir d'un concentré en capucine tubéreuse à trois concentrations (3 %, 7 % et 10 %). Le pH, l'acidité titrable, la synérèse et la viscosité ont été évalués pendant la période d'incubation du yogourt. Les résultats ont indiqué que l'acidité titrable finale était de 0,94, 1,26 et 1,35 % d'acide lactique pour les traitements 1, 2 et 3, respectivement. Les valeurs du pH pour les trois traitements variaient de 4,7 à 4,3. La synérèse a montré des valeurs de 51 %. Les données sur les protéines ont indiqué que plus la concentration du capucine tubéreuse est élevée, plus le pourcentage de protéine. Finalement, l'étude rhéologique a permis d'identifier les caractéristiques pseudoplastiques d'un yogourt pour les trois traitements. Cette étude a permis de déterminer la viabilité de l'utilisation de la capucine tubéreuse dans l'élaboration du yaourt.

Mots-clés: capucine tubéreuse, incubation, yaourt, caractéristiques physico-chimiques, concentré

EFEITO DO CONCENTRADO DE MASHUA (*Tropaeolum tuberosum*) NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E REOLÓGICAS DO YOGUR

RESUMO

A Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) são tubérculos andinos e nativos cultivados na Colômbia, Peru, Bolívia, Paraguai, Brasil, Equador e Venezuela; caracterizados pelo seu valor nutricional. No entanto, seu consumo e popularidade diminuíram. Portanto, o objetivo é diversificar o uso e a exploração das partes comestíveis da espécie. Um iogurte foi feito usando concentrado de mashua em três concentrações (3%, 7% e 10%). O pH, acidez titulável, sinérese e viscosidade foram avaliados durante o período de incubação do iogurte. Os resultados indicaram que a acidez titulável final foi de 0,94, 1,26 e 1,35% de ácido láctico para os tratamentos 1, 2 e 3, respectivamente. Os valores de pH para os três tratamentos variaram de 4,7 a 4,3. A sinérese apresentou valores de 51%. Os valores de proteína indicaram que quanto maior a concentração de mashua, maior a porcentagem de proteína. Finalmente, o estudo reológico permitiu identificar características pseudoplásticas de um iogurte para os três tratamentos. Este estudo permitiu determinar a viabilidade do uso da mashua na fabricação de iogurte.

Palavras-chave: mashua, incubação, iogurte, características físico-químicas, concentrado.

INTRODUCCIÓN

El yogur es una mezcla viscoelástica similar a un gel, y consiste en una estructura de red heterogénea que está construida principalmente por micelas de caseína, y reforzadas por agregados de proteínas de suero de leche (Fu et al., 2018).

El yogur es un alimento de consumo masivo y, tal vez, el más antiguo de los productos saludables que están en el mercado. Debido a sus variados beneficios en salud, mucha investigación se ha centrado en el desarrollo de nuevos tipos de yogures, tales como fortificados por la adición de fibras, vitaminas, calcio y otros nutrientes de alimentos de origen vegetal o animal (Córdova et al., 2018).

En este contexto, el yogur se destaca como un derivado lácteo, obtenido por fermentación a partir de cultivos lácticos como *Lactobacillus* sp y *Streptococcus* (Silva et al., 2014). Es una buena fuente de nutrientes con propiedades benéficas para la salud, como estimulación inmunológica, protección contra el cáncer y reducción

de colesterol (Moreira et al., 2017). Al respecto, Parra (2012) menciona algunos efectos saludables de la ingesta de yogur, como reducción de niveles de colesterol, reducción de factores de riesgo para cáncer de colon, normalización en la composición de la microflora intestinal, alivio de síntomas de alergias alimentarias en niños, mejoramiento de la tolerancia a la lactosa, control del síndrome de colon irritable, entre otros.

El consumo de alimentos autóctonos en Colombia ha disminuido, esto ha llevado a que los agricultores no siembren, un ejemplo de estos alimentos son los cubios (*Tropaeolum Tuberosum*) y las rubas (*Ullucous Tuberosus*). Respecto a este último, en el artículo publicado por Parra (2015), realiza un estudio en la elaboración de yogur con rubas; ahora, se pretende en esta investigación utilizar otro alimento autóctono, como los cubios. La adición de cubios al yogur se realiza aprovechando el consumo en Colombia de este producto. Al respecto, la Revista de Alimentos reportó un ascenso en el consumo de yogur en el país, para el año 2015 se

consumieron 131,1 millones de litros y 32,2 toneladas de yogur en sus diferentes apariencias.

Los cubios son “tubérculo[s] andino[s] cultivado[s] por siglos en Perú, Bolivia, Ecuador, Venezuela y Colombia. Es miembro de la familia Tropaeolaceae conocido como isaño (Bolivia), cubio (Colombia), año, e isaño (quechua en Perú y Bolivia). Ocupa el cuarto lugar en importancia en la región Andina después de la papa, oca y ulluco” (Chabur, 2012, p. 11). Este cultivo es poco popular y escaso, debido a su valor poco comercial; además, cuando está crudo, es picante debido a la presencia de isotiocianatos, liberados por la hidrólisis de los glucosinolatos; ya cocido, pierde su textura y se puede volver incluso dulce (Beltrán & Mera, 2014; Chabur, 2012).

En la zona cundiboyacense o andina de Colombia, los cubios están en un proceso de rescate y revaloración, por tanto, sería importante que la especie tenga diversidad de usos para su aprovechamiento, que permita conservar el recurso fitogenético.

Estos tubérculos se caracterizan por una alta productividad, pueden crecer sin pesticidas, fertilizantes o agroquímicos, y son una fuente importante de energía, vitaminas y minerales que lo hacen bueno para la salud y nutrición (Goldner et al., 2012). Los cubios “tienen alrededor del 15 % de proteínas, son ricos en beta caroteno, minerales como K, P, Fe, Mn, Zn y Cu, tienen propiedades antioxidantes como la vitamina C, además de proporcionar carbohidratos. Durante el almacenamiento aumenta la dulzura, esto se debe a la hidrolización de los almidones en azúcar” (Beltrán & Mera, 2014, p. 17).

El consumo de alimentos conteniendo fitoquímicos con propiedades potenciales antioxidantes, pueden reducir el riesgo de enfermedades no transmisibles humanas, tales como: cáncer, arteriosclerosis, artritis, diabetes y otras enfermedades. Los glucosinolatos pueden ser

responsables de usos medicinales para eliminar cálculos renales, enfermedades del hígado, dolencias prostáticas y contra la anemia (Chirinos et al., 2008; Beltrán & Mera, 2014).

El Ministerio de Salud y Protección Social a través de la Encuesta Nacional de Situación Nutricional del Gobierno de Colombia correspondiente al año 2015, reportó una desnutrición crónica en niños de 0 a 4 años de 10,8 %; siete de cada 100 menores en edad escolar presentaron desnutrición crónica; la desnutrición crónica afecta a uno de cada 10 adolescentes y los jóvenes y adultos presentaron sobrepeso (ENSIN, 2015).

Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar la adición de cubio y su efecto en las características fisicoquímicas y reológicas durante la incubación de yogur.

METODOLOGÍA

Localización del experimento: la investigación tuvo lugar en los laboratorios de alimentos de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, sede Tunja, ubicada geográficamente a 5°32'07" latitud norte y -73°22'04" longitud oeste (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2017).

Materiales: las materias primas utilizadas en la elaboración de yogurt, fueron: cubio, que se adquirieron en la plaza de abastos de la ciudad de Tunja (Boyacá); leche líquida entera ultra-pasterizada; leche en polvo entera y cultivo iniciador liofilizado marca Vivolac® conteniendo los microorganismos *Lactobacillus delbrueckii* y *Streptococcus thermophilus*, adquiridos de marca comercial.

Elaboración del Concentrado de cubio.

Los cubios utilizados se seleccionaron de acuerdo con su estado de sanidad,

acondicionándose para su transporte hasta el laboratorio de análisis de alimentos en bolsas y mallas, a fin de conservar sus características físicas. El lavado del cubio se llevó a cabo por inmersión en agua potable y un agente germicida como hipoclorito de sodio 10 ppm, durante unos 5 minutos para su desinfección. Posteriormente, se cortó con cuchillo en pedazos pequeños y se licuó para extraer el jugo, evitando la presencia de partículas sólidas por medio de un filtrado con un cedazo o lona fina (Parra, 2015). A continuación, el jugo de cubio se concentró con sacarosa a fuego medio en una estufa tipo industrial. En la elaboración del concentrado, se tuvo en cuenta tres tratamientos cada uno con 10 %, 7 % y 3 % de cubio. Estas concentraciones fueron seleccionadas teniendo en cuenta experimentos preliminares.

Para la elaboración de yogur, se tuvo en cuenta la metodología de Kailasapathy (2006) con algunas modificaciones. Se utilizó 6 litros de leche ultrapasterizada, se calentaron hasta 45 °C en un recipiente de aluminio, se añadió 1 % de cultivo láctico liofilizado, 3 % de leche en polvo y se agitó hasta homogenización. A continuación, se dividió en tres partes iguales el volumen de leche que correspondían a los 3 tratamientos. Al primer volumen, se añadió 10 % de concentrado de cubio; al segundo volumen, 7 %; y al tercer volumen, se agregó 3 % de concentrado de cubio. Cada tratamiento se colocó en vasos de precipitado de 2 litros en una incubadora a una temperatura de 45 °C. Al final, cada tratamiento tuvo la siguiente formulación: 2 litros de leche líquida entera ultrapasterizada, 1 % de cultivo láctico y 3 % de leche en polvo; el tratamiento 1, 10 % de concentrado de cubio; el tratamiento 2, 7 %; y el tratamiento 3, contenía 3 % de concentrado de cubio, figura 1.

Elaboración de yogurt

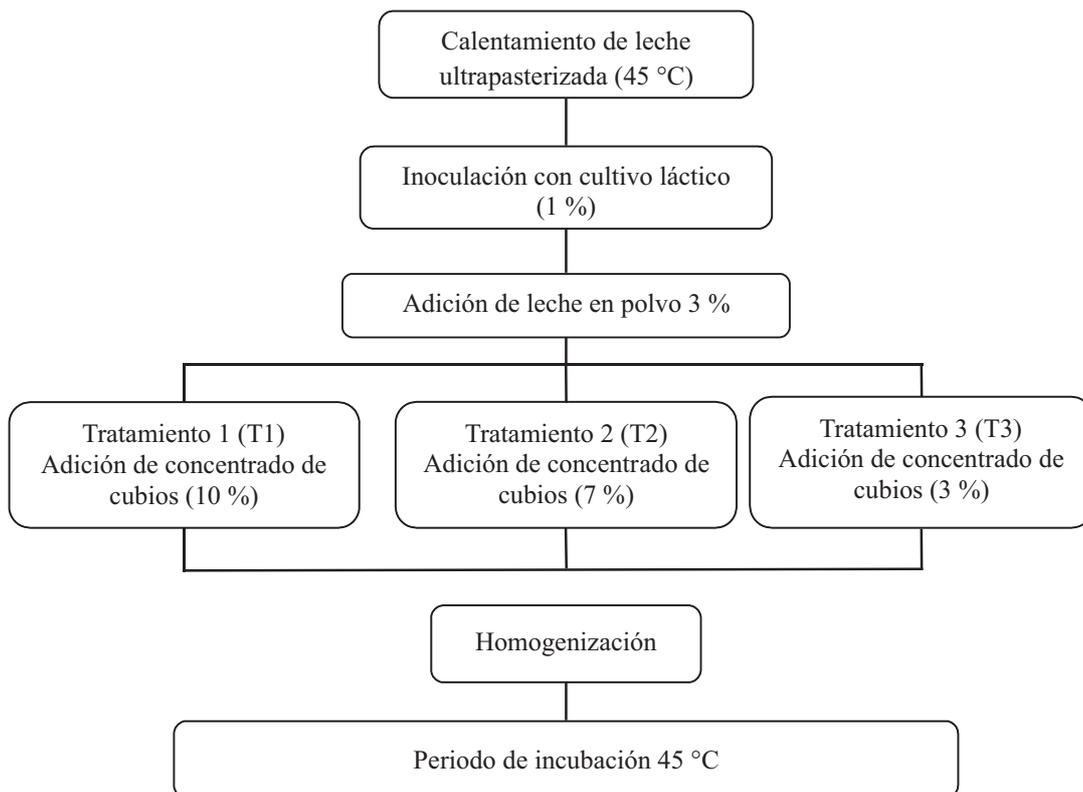


Figura 1. Elaboración de yogur.
Fuente: elaboración propia.

Métodos Análisis fisicoquímico

Los análisis fisicoquímicos como acidez titulable, pH y sinéresis, se evaluaron durante la incubación a 43 °C hasta la formación de yogur. A partir de la hora 3, 4, 5, 6 y 7 de incubación, a cada uno de los tres tratamientos se les realizaron los siguientes análisis por duplicado expresándolo en desviación estándar. El pH fue medido con un pH metro calibrado (AOAC, 2005). Para la determinación de acidez, se utilizó hidróxido de sodio 0.1 N, tomando una muestra de 5 mL y empleando como indicador solución alcohólica de fenolftaleína a concentración de 1 % (AOAC, 2005).

Sinéresis, para este análisis se utilizó una centrífuga marca Rotina. Se pesaron 35 gramos de cada uno de los tratamientos de yogur y se sometieron a centrifugación por un tiempo de 20 minutos a una velocidad de 4000 rpm. Posteriormente a la centrifugación, se obtuvo el peso del sobrenadante y se calculó el grado de sinéresis mediante la relación entre el peso

del sobrenadante y el peso de la muestra según metodología de Parra (2013). La determinación de proteína se evaluó con el método de macro Kjeldahl descrito por AOAC (2005).

Análisis reológico

“Para conocer los parámetros reológicos se empleó el viscosímetro digital Brookfield DV-E (Brookfield Engineering Laboratorios Inc.), en donde se tomaron mediciones a diferentes velocidades”. Las muestras se colocaron en vasos de 125 mL y se utilizó la aguja S-63.

Análisis estadístico

Para observar la correlación que existía entre los análisis realizados, se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) en el paquete estadístico Excel Windows vista (Microsoft Office). Los análisis realizados de pH, acidez, viscosidad, proteína y sinéresis, se llevaron a cabo con un nivel de incertidumbre del 95 %. Tabla 1.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Tabla 1. Resultados obtenidos de cada uno de los tratamientos

Tratamiento	pH	Acidez (% ácido láctico)	Viscosidad (Pa.s)	Proteína (%)	Sinéresis (%)
T1	4,74±0,04	0,94±0,04	1670	3,5±0,03	48,57±0,8
T2	4,28±0,12	1,26±0,06	1970	4,03±0,05	51,42±0,4
T3	4,66±0,08	1,35±0,07	1950	5,16±0,06	50,85±0,6

Fuente: elaboración propia.

En la figura 2, se detalla el comportamiento ascendente de los tres tratamientos para la acidez titulable. Los valores de acidez para la hora tres de incubación de los tres tratamientos, fue cercano a 0,29 % de ácido láctico; el tratamiento de yogur que contenía la concentración más alta de cubio (tratamiento 1) tuvo la menor acidez 0,94 % de ácido láctico al final del experimento. La concentración más baja (tratamiento 3) presentó la mayor acidez 1,3 % y el tratamiento

2 presentó la acidez de 1,2 % de ácido láctico. Estadísticamente, no existió diferencia significativa ($p \geq 0,05$) de los tratamientos en la acidez. A mayor concentración de cubio, la producción de ácido láctico es menor; sin embargo, las concentraciones de 7 % y 3 % de cubios tuvieron un comportamiento similar en cuanto a la acidez.

Parra *et al.* 2011 en el trabajo realizado con endulzantes en la incubación de yogur,

mencionan que durante este periodo la acidez aumentó al transcurrir el tiempo, los valores finales de incubación oscilaron entre 0,82 y 1,1

%. Al respecto, la Norma Técnica Colombiana 805 reporta que un valor de acidez para un yogur debe ser mínimo de 0,6 % en ácido láctico.

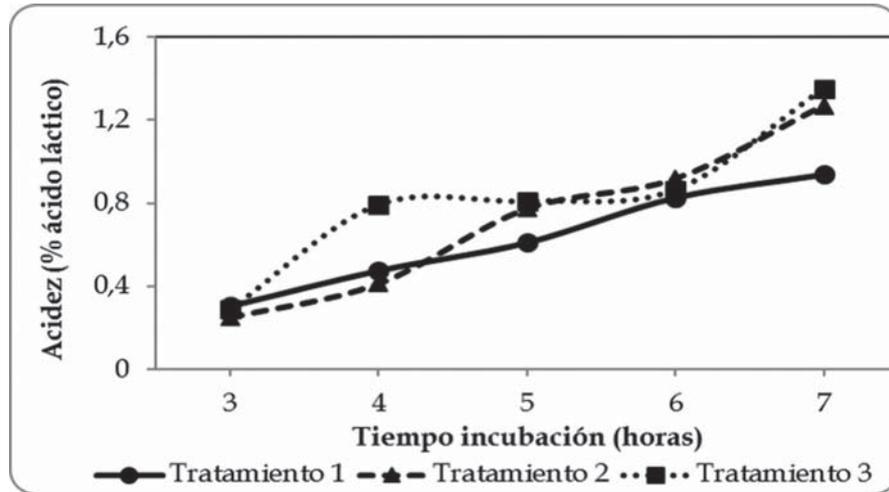


Figura 2. Comportamiento de la acidez titulable durante la incubación de yogur con concentrado de cubio. Fuente: elaboración propia.

En la figura 3, se observa el comportamiento de pH durante la incubación para los tres tratamientos de yogur con cubio. Al inicio, el pH inicial fue 6,4 y, al transcurrir la incubación, el pH disminuyó para los tratamientos. Al final del experimento, en la hora 7 el tratamiento 2 tuvo un pH de 4,3; mientras que, los dos tratamientos restantes presentaron pH final de 4,7. Estadísticamente, no existió diferencia

significativa ($p \geq 0,05$) de los tratamientos para el pH. El tratamiento 2 y 3 tuvieron valores de pH menores respecto al tratamiento 1, lo anterior puede ser explicado por la adición de los cubios y la relación que podría existir con el cultivo láctico en el metabolismo. Valores de pH por encima de 4 son valores aceptables, porque se alejan del punto isoeléctrico de las proteínas evitándose así la precipitación de las mismas.

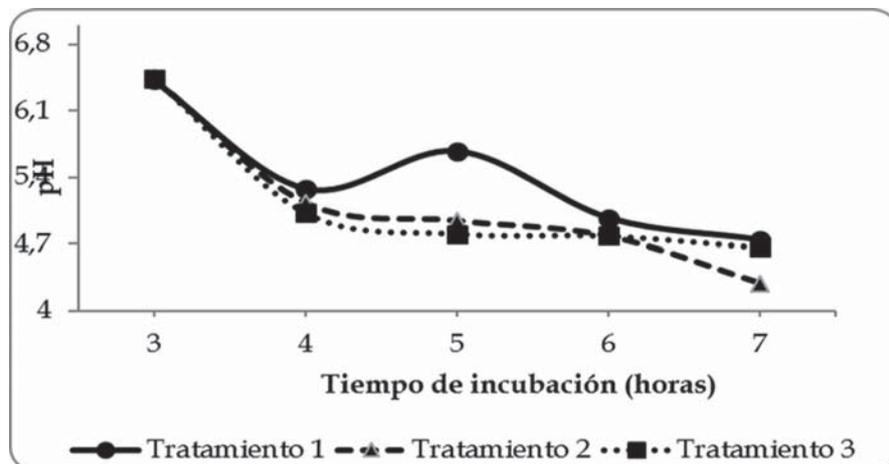


Figura 3. Comportamiento de pH durante la incubación de yogur con concentrado de cubio. Fuente: elaboración propia.

El comportamiento de los tres tratamientos se debe probablemente a la hidrólisis de los componentes, como la lactosa presente en la leche. Al iniciarse la inoculación de la leche, se inicia la fermentación láctica, hidrolizándose la lactosa en glucosa y galactosa hasta ácido láctico tal y como lo afirma Parra et al. (2015). Al respecto, Zare et al. (2011) y Kailsapathy et al. (2008) mencionan que la disminución y cambios en el pH en la incubación de yogur, se deben al contenido de ácido láctico. Al respecto, Hassan y Amjad (2010) relacionan la reducción de pH por la degradación de lactosa en ácido láctico ocurrido en la incubación. Lo anterior indica que el concentrado de cubio probablemente fue utilizado como alimentos para el cultivo láctico. Parra et al. (2011) reportaron en su investigación durante la incubación de yogur con diferentes endulzantes, valores finales de 4,6. Este valor es similar al reportado en la Figura 3.

Uno de los problemas que se presenta con frecuencia es la sinéresis, la cual se manifiesta mediante la expulsión hacia el exterior del gel. La presencia de sinéresis es uno de los problemas que puede conducir a que el producto sea rechazado por el consumidor (Cárdenas et al., 2013). Los resultados de esta característica se reportan en la figura 4, se observa una disminución durante la incubación, además valores a partir de la hora 4 muy cercanos y constantes entre sí, hasta finalizar el experimento. Al inicio, los valores de sinéresis fueron de 88 %; y, a partir de la hora 4 y hasta finalizar el experimento, los 3 tratamientos presentaron valores de 51 %. Estadísticamente, no existió diferencia significativa ($p \geq 0,05$) de los tratamientos en la sinéresis. En el estudio realizado por Farooq y Haque (1992), el porcentaje de sinéresis para un yogur fue de 53 %, este resultado es similar al presentado en la figura 4.

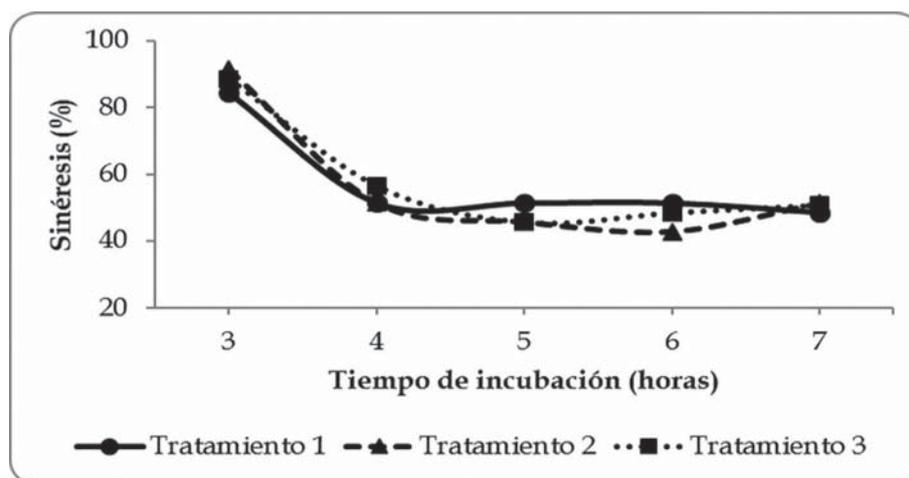


Figura 4. Efecto del concentrado de cubio en la sinéresis de yogur. Fuente: elaboración propia.

“El comportamiento de la sinéresis puede ser explicado por la disminución en el pH durante la incubación, lo cual puede tener efecto de contracción en la matriz de la micela de caseína causando más eliminación de lactosuero” (Parra, 2013, p. 11), además el concentrado de cubio al contener sólidos aportados como son los azúcares en este caso fructosa, glucosa y sacarosa, disminuye la sinéresis, lo anterior es

corroborado Pelaes et al. (2015), quienes mencionan que al incrementar los sólidos la sinéresis disminuye.

El contenido de proteína para el tratamiento 1, 2 y 3 fue 3,5 %, 4,03 % y 5,16 %, respectivamente. Se observa que a mayor concentración de cubio añadido al yogur, el porcentaje de proteína fue mayor. Al respecto, la Norma Técnica

Colombiana 805 menciona que el contenido mínimo de proteína para un yogur debe ser 2,5 %.

Mediante mediciones reológicas rotacionales, se determinó el perfil de viscosidad, el cual se muestra en la figura 5. La viscosidad disminuyó al aumentar la velocidad de corte, indicando un perfil típicamente pseudoplástico para los tres tratamientos; además, se observa que finalizando el experimento los valores de viscosidad son similares para los tres tratamientos.

Lo anterior indica que la adición de cubio y su concentración no influyen significativamente en la viscosidad, ya que de acuerdo con la gráfica los valores de viscosidad son muy cercanos uno del otro. Lo anterior coincide con los trabajos reportados por Castillo et al. (2012) en su investigación con yogur y Andrade et al. (2010) utilizando leche de búfala para la elaboración de yogur. Ramírez et al. (2013) quienes trabajaron con una leche saborizada a caramelo en la elaboración de yogur, igualmente mencionan características de pseudoplásticas.

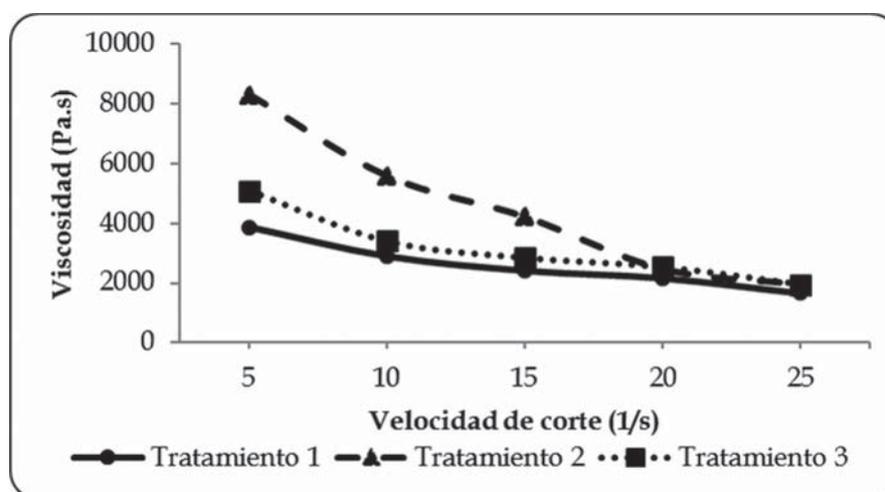


Figura 5. Evaluación de viscosidad en yogur adicionado con cubio.
Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

La adición de cubio en diferentes concentraciones, es una opción viable para la elaboración de yogur. Lo anterior es corroborado por las características propias de un yogur dadas por la evaluación fisicoquímica como acidez, pH y sinéresis durante la incubación y la evaluación reológica. Los valores de acidez para los tres tratamientos fueron mayores a 0,9 % de ácido láctico, mientras que los valores de pH tuvieron un intervalo entre 4,2 y 4,6. La sinéresis tuvo un valor de 51% en los tratamientos. Reológicamente, el yogur en sus tres tratamientos presentó un comportamiento pseudoplástico propios para

un yogur. Estadísticamente, los tres tratamientos no presentaron diferencias significativas, además de cumplir con la NTC 805 en lo relacionado con acidez titulable y proteína. Los tratamientos que presentaron mejor comportamiento fueron los que tenían menor concentración de cubio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, R., ARTEAGA, M. & SIMANCA, M. 2010. Efecto del salvado de trigo en el comportamiento reológico del yogur de leche de búfala. Revista información tecnológica 21(5): 117-124.

- AOAC. 2005. "Official Methods of Analysis" Association of Official and Analytical Chemists Washington DC (12 Ed.).
- BELTRÁN, A. & MERA, J. 2014. Elaboración del tubérculo Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) troceada en miel y determinación de la capacidad antioxidante. Tesis Universidad de Guayaquil.
- CÁRDENAS, A., ALVITES, H., VALLADARES, G., OBREGÓN, J. & VASQUÉZ, V. 2013. Optimización mediante diseño de mezclas de sinéresis y textura sensorial de yogurt natural batido utilizando tres tipos de hidrocoloides. *Revista Agroindustrial Science* 3: 35-40.
- CASTILLO, D., SÁNCHEZ, J. & CASTRO, P. 2012. Efecto de la concentración de sólidos totales de la leche entera y tipo de cultivo comercial en las características reológicas del yogurt natural tipo batido. *Revista Agroindustrial Science* 2: 173-180.
- CÓRDOVA, J., GONZALES, U. & CERRÓN, L. 2018. Physicochemical and sensory properties of yogurt as affected by the incorporation of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) poder. *LWT - Food Science and Technology* 93: 506-510.
- CHIRINOS, R., CAMPOS, D., WARNIER, M., PEDRESCHI, R., REES, J. & LARONDELLE, Y. 2008. Antioxidant properties of mashua (*Tropaeolum tuberosum*) phenolic extracts against using biological in vitro assays. *Food Chemistry* 111: 98-105.
- CHABUR, M. 2012. Evaluación del efecto de liofilizado de cubios (*Tropaeolum tuberosum*) en las poblaciones microbianas de suelo como estrategia de manejo de rhizoctonias en cultivo de papa. Universidad Nacional de Colombia. Tesis. Colombia.
- ENSIN. 2015. Gobierno presenta Encuesta Nacional de Situación Nutricional de Colombia. Julio 12 de 2018. Recuperado de [http:// www.icbf.gov.co/portal/page/portal/Descargas1/Prensa1/Comunicado%2021-nov.pdf](http://www.icbf.gov.co/portal/page/portal/Descargas1/Prensa1/Comunicado%2021-nov.pdf)
- FAROOQ, K. & HAQUE, Z. 1992. Effect of sugar esters on the textural properties of nonfat low-calorie yogurt. *Journal Dairy of Science* 75(10): 2676-2680.
- FU, R., LI, J., ZHANG, T., ZHU, T., CHENG, R., WANG, S. & ZHANG, J. 2018. Salecan stabilizes the microstructure and improves the rheological performance of yogurt. *Food Hydrocolloids* 81:474-480.
- GOLDNER, M., PÉREZ, O., PILOSOFF, A & ARMADA, M. 2012. Comparative study of sensory and instrumental characteristics of texture and color of boiled under-exploteid Andean tubers. *Fodd Science and Technology* 47: 83-90.
- HASSAN, A. & AMJAD, I. 2010. Nutritional evaluation of yoghurt prepared by different starter cultures and their physiochemical analysis during storage. *African Journal of Biotechnology* 9: 2913-2917.
- ICONTEC - Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. 2005. NTC 805. Productos lácteos. Leches fermentadas.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. 2017. Recuperado de [http:// www.igac.gov.co/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/MapasdeColombia/](http://www.igac.gov.co/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/MapasdeColombia/)
- KAILASAPATHY, K. 2006. Survival of free and encapsulated probiotic bacteria and their effect on the sensory properties of yoghurt. *LWT* 39:1221-1227.

- MOREIRA, T., TRANSFELD, A. & FAGUNDES, C. 2017. Elaboration of yogurt with reduced level of lactose added of carob (*Ceratonia siliqua* L.). *Food Science and Technology* 76: 326-329.
- PARRA, R., MARTÍNEZ, C. & ESPINOSA, J. 2011. Comportamiento fisicoquímico de stevia, fructosa, dextrosa y lactosa como endulzantes a diferentes concentraciones durante el tiempo de incubación en la elaboración de yogurt entero. *Bistúa: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas* 9: 15-20.
- PARRA, R. 2012. Yogurt en la salud humana. *Revista lasallista de investigación* 9: 160-175.
- PARRA, R. (2013). Efecto del té verde (*Camellia sinensis*) en las características fisicoquímicas, microbiológicas, proximales y sensoriales de yogurt durante el almacenamiento bajo refrigeración. *Revista @limentech Ciencia y Tecnología Alimentaria* 11(1): 56-64.
- PARRA. 2015. Uso de rubas (*Ullucus Tuberosus*) en la elaboración y caracterización de yogurt. *Revista Temas Agrarios* 20 (1): 91-102.
- PARRA, R., BARRERA, L. & ROJAS, D. 2015. Evaluación de la adición de avena, mango y estevia en un yogurt elaborado a partir de una mezcla de leche semidescremada de cabra y de vaca, *Revista Corpoica* 16(2): 167-179.
- PELAES, A., AKIE, P., NAOMI, L., GOMES, S., ALVES, B., VATARU, C. & MATUMOTO, P. 2015. Microbiological, functional and rheological properties of low fat yogurt supplemented with *Pleurotus ostreatus* aqueous extract. *Food Science and Technology* 64:1028-1035.
- RAMÍREZ, M. & VÉLEZ, J. 2013. Physicochemical, rheological and stability characterization of a caramel flavored yogurt. *Food Science and Technology* 51: 233-241.
- SILVA, B., RESENDE, S., SOUZA, A., SILVA, M., PLÁCIDO, G. & CALIARI, M. 2014. Physicochemical, rheological and stability characterization of a caramel flavored Yogurt. *African Journal Biotechnology* 13(37): 3797-3804.
- ZARE, F., BOYE, J. & ORSAT, V. 2011. Microbial, physical and sensory properties of yogurt supplemented with lentil flour. *Food Research International* 44: 2482-2488.