



Elaboración de yogur con almidón de sagú (*Maranta arundinacea L.*) como sustituto lácteo

Preparation of yogurt with sagú starch (*Maranta arundinacea L.*) as a milk substitute

Reina Dayamí Reyna Reyes¹

rdrreyes@ucf.edu.cu

<https://orcid.org/0000-0002-8294-6806>

Enrique Casanovas Cosío²

ecasanovas@ucf.edu.cu

<https://orcid.org/0000-0001-5884-3922>

Alexis Suárez del Villar Labastida ³

<https://orcid.org/0000-0001-9330-8597>

alexissuarezdelvillar@uti.edu.ec

Eligia Cuellar Valero⁴

ecuellar@ucf.edu.cu

<https://orcid.org/0000-0003-4357-7494>

Recibido: 28/6/2021, Aceptado: 28/9/2021

RESUMEN

Con el objetivo de encontrar una alternativa para la sustitución de leche fresca con el empleo de harina de sagú (*Maranta arundinacea L.*) se diseñó un experimento con cinco tratamientos y seis réplicas: I (control, 100 % de leche con 3% de cepa Bioyogur), II (leche 92 %, cepa de Bioyogur- 3 % y dilución de sagú 5%), III (leche 87 %, cepa de Bioyogur- 3 % y dilución de sagú 10 %), IV (leche 82 %, cepa de Bioyogur- 3 % y dilución de sagú 15%) y V (leche 77 %, cepa de Bioyogur- 3 % y dilución de sagú 20%). El trabajo se realizó en la Empresa de Productos Lácteos Escambray de Cienfuegos. Se determinó aspecto del coágulo, tiempo de coagulación (TC), pH, acidez titulable (AT) y la relación coco-bacilo. El tratamiento III presentó valores acordes con las exigencias sensoriales y químicas

¹ Magíster, Universidad de Cienfuegos, Cuba.

² Magíster, Universidad de Cienfuegos, Cuba.

³ Magíster, Universidad Tecnológica Indoamérica, Ecuador.

⁴ Magíster, Universidad de Cienfuegos, Cuba.

de una leche fermentada. Los valores fueron de AT (0,72), pH (4,73), TC (2:30), aspecto coágulo (Firme y poco filante) y relación coco- bacilo (1:3), con un contenido de proteína bruta de 33,1g. Se recomienda la estabilización para la producción a pequeña y mediana escala y la evaluación en cabritos lactantes.

Palabras claves: *inóculo, sayurt, leche*

Abstract

In order to find an alternative for the substitution of fresh milk with the use of sago flour (*Maranta arundinacea* L.), an experiment was designed with five treatments and six replicates: I (control, 100% milk with 3% strain Bioyogurt), II (milk 92%, Bioyogurt strain- 3% and dilution of sago 5%), III (milk 87%, strain of Bioyogurt- 3% and dilution of sago 10%), IV (milk 82%, strain of Bioyogurt- 3% and dilution of sago 15%) and V (milk 77%, strain of Bioyogurt- 3% and dilution of sago 20%). The work was carried out at the Escambray Dairy Products Company in Cienfuegos. Clot appearance, coagulation time (TC), pH, titratable acidity (AT) and the coco-bacillus ratio were determined. Treatment III presented values in accordance with the sensorial and chemical requirements of a fermented milk. The values were AT (0.72), pH (4.73), TC (2:30), clot appearance (firm and little stringy) and coco-bacillus ratio (1: 3), with a crude protein content of 33.1g. Stabilization is recommended for small and medium-scale production and evaluation in suckling kids.

Keywords: inoculum, sayurt, milk

Introducción

La caprinocultura es un importante recurso económico, sobre todo en muchos países y se desarrolla alrededor del mundo (Da Silva, 2016). Constituye una alternativa ecológica y económica en el mundo actual. Aunque las producciones en esta especie son moderadas, un factor que interfiere en las cantidades de leche acopiada es la alimentación de los cabritos. Durante esta etapa depende en gran medida del alimento que consume y de la ausencia de enfermedades (Vázquez-Villalobos et al., 2015).

Una variante de estos sistemas es el uso de sustitutos lecheros, disponibles nacionalmente. Según Garzón (2007), es necesaria la sustitución para disminuir los costos de crianza y destinar una mayor cantidad de leche para el consumo de la población. Pudiéndose utilizar subproductos de la industria lechera.

El yogur se cataloga como un producto de alta digestibilidad, que aumenta el coeficiente de absorción de numerosas sustancias, tales como proteínas y grasas (Berdales, 1980), (Ybalmea, 2015). Reduce los desórdenes digestivos a edades de destete La utilización de almidones nativos o modificados en la formulación de yogurt favorece las propiedades reológicas y fisicoquímicas. Tienen efecto positivo sobre la sinéresis y modifica la acidez, producto a la fermentación de lactosa.

También han sido utilizados para la retención de agua en la estructura de geles débiles, como agentes espesantes, presentando mejor comportamiento que en yogurt sin espesante (Torres et al., 2016).

El Sagú (*Maranta arundinacea* L) es un producto orgánico, de alto valor alimenticio, que en forma de almidón proporciona calorías esenciales, además, por sus características físicas, químicas y orgánicas se le atribuyen propiedades medicinales para el sistema digestivo (López, 2015), que además, demostró que el agua residual del proceso de obtención del almidón de Sagú presenta estimuladores del crecimiento como el azotobacter y el hongo trichoderma, recomendándose su uso en el riego de cultivos, la lombricultura y alimentación animal.

Esta planta de gran valor nutritivo se emplea en la industria alimentaria principalmente como agente espesante (Ferris et al., 2001). El Sagú es un producto orgánico, de alto valor alimenticio, que en forma de almidón proporciona calorías esenciales (López, 2015). Es rico en carbohidratos lo que constituye su elemento nutritivo fundamental, pues aporta grasa, calcio hierro, fósforo, potasio, sodio y en menor grado proteínas, así como vitaminas (Valdés et al., 2010).

No obstante, en la literatura revisada no se ha encontrado el empleo del almidón de sagú en la formulación de un yogurt. Por lo que se propuso como objetivo establecer las proporciones adecuadas en la formulación de un yogurt lácteo con la adición de almidón de esta planta.

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en la planta de Productos Lácteos derivados de la Soya (PLDS), en el laboratorio de microbiología de la planta pasteurizadora, perteneciente a la Empresa de Productos Lácteos Escambray, ubicada en zona industrial km 1, del municipio Cumanayagua en la provincia Cienfuegos. Materias primas empleada para la elaboración del yogurt: leche con 1,029 de densidad, con 3,0 % de grasa y 2,9 % de proteína con 11,50 % sólidos totales, almidón de sagú obtenido de una mini industria localizada en el municipio Cruces abastecida por la finca La Victoria ubicada en el consejo popular Mal Tiempo del mismo municipio. Se empleó como inóculo la cepa Bioyogur (*Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus thermophilus*) al 1,5 % a una temperatura de inoculación de 45°C, obtenido en el laboratorio de microbiología de la Empresa de Productos Lácteos Escambray.

Para conocer la solución de sagú en agua que presentará un comportamiento fluido, se realizaron pruebas de tanteo con 1, 5, 10, 15 y 20 % del almidón en agua a temperatura en estado de ebullición.

La disolución de sagú establecida como óptima, se sustituyó en la leche a diferentes proporciones: 5, 10, 15 y al 20%. Se establecieron los siguientes tratamientos: I (control, 100 % de leche con 3% de cepa Bioyogur), II (leche 92 %, cepa de Bioyogur- 3 % y dilución de sagú 5%), III (leche 87 %, cepa de Bioyogur- 3 % y dilución de sagú 10 %), IV (leche 82 %, cepa de Bioyogur- 3 % y dilución de sagú 15%) y V (leche 77 %, cepa de Bioyogur- 3 % y dilución de sagú 20%).

Para la evaluación del producto terminado, se evaluaron las siguientes variables a partir de las dos horas y media de comenzado el experimento: pH, mediante un peachímetro digital modelo PHJ-3F; acidez titulable el método de la fenoltaleína (ISO, 2006); tiempo de coagulación (horas) y aspecto del coágulo (firme y filante, menos firme y filante, menos firme y casi sin filantes, coágulo con aspecto a natilla de sagú), se obtuvo evaluando los requisitos sensoriales según la (NC 457, 2007), morfología de los microorganismos y relación coco-bacilo se determinó mediante la observación de extensiones teñidas con azul de metileno al microscopio marca Novel, modelo 180m. Las exenciones fueron fotografiadas empleando una cámara marca Panasonic, modelo Lumix DC, de alta resolución.

En el laboratorio de bromatología del Centro de Investigaciones Agropecuarias CIAP de la Universidad Central de las Villas, se midieron las siguientes variables: materia seca (%) y proteína bruta (%) según (AOAC, 2005).

Todas las mediciones fueron procesadas en el paquete estadístico IBM.SPSS v 23. Se realizaron análisis de varianza, previa consideración de los supuestos exigidos para este procedimiento. En la variable expresada en porcentaje se realizó la transformación según $\arcsen \sqrt{X/100}$. Cuando se encontraron diferencias entre las medias se determinaron mediante la prueba de Tukey para una probabilidad de 0,05.

Resultados y Discusión

Como resultado de la prueba de tanteo se determinó que la solución de sagú en agua presentó el mejor comportamiento al 1% del almidón en agua a temperatura en estado de ebullición. Al incrementar este porcentaje se intensifica el efecto espesante que presenta un coágulo con aspecto de natilla de sagú.

De los cinco tratamientos inoculados con cepa Bioyogur los tratamientos II y III, presentaron características aceptables para el nuevo producto. No obstante, el tratamiento III se selecciona por permitir un mayor ahorro de leche sin afectarse los requisitos químicos y sensoriales del producto, cumpliendo con lo establecido por la (NC 457, 2007). El mencionado tratamiento III mostró un pH de 4,73; acidez titulable de 0,72%; 3,3 % (33,1 g) proteína bruta, tiempo de coagulación de 2:30 horas, una Relación Coco bacilos 1:3 (Tabla 1).

Tabla 1. Características del yogurt con sagú (1%) y cepa Bioyogur (1,5%) a diferentes porcentajes de sustitución de leche

Tratamientos	Sustitución de leche,%	pH	AT, %	AT trans	TC	Relación Coco bacilos
I (control)	0	4,57 a	0,87	1.17a	2:30	1:4
II(sustitución de sagú 1% en dilución del 5%)	5	4,68 a	0,82	1.13b	2:30	1:4
III (sustitución de sagú 1% en dilución del 10%)	10	4,73 a	0,72	1.02c	2:30	1:3
IV (sustitución de sagú 1% en dilución del 15%)	15	5,18 b	0,69	0.97d	2:30	1:3
V (sustitución de sagú 1% en dilución del 20%)	20	5,33 b	0,63	0.92e	3:00	1:2
ES	-	0.26	-	0.10	-	-

ES	-	0.26	-	0.10	-	-
----	---	------	---	------	---	---

Fuente: Elaboración propia

Leyenda: Valores en columnas con superíndices diferentes difieren para P<0,05 (Tukey)

La apariencia del coágulo se mostró firme y filante en los tratamientos I y II, aunque poco filante, pero aceptable en el tratamiento III. A diferencia de las muestras IV y V en las cuales, que presentó apariencia de natilla (Figura 1).

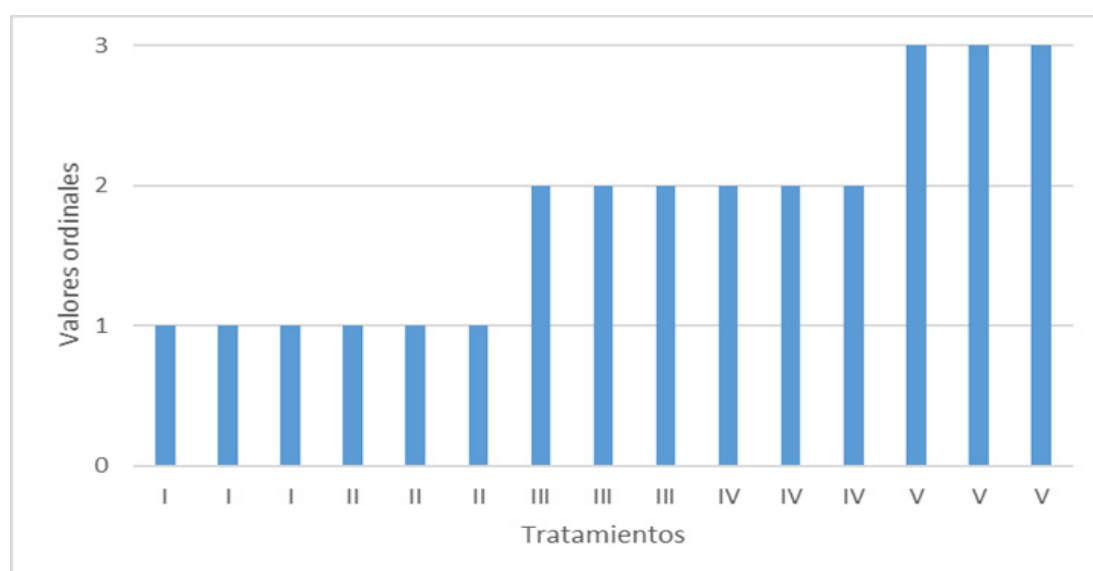


Figura 1. Aspecto del coágulo empleando como inóculo cepa Bioyogur

Fuente: Elaboración propia

Leyenda: 1- Firme y filante, 2- Firme y poco filante, 3- Con apariencia a natilla.

Al observar al microscopio se aprecia que en las muestras I (control) y II presentaron una relación coco-bacilos de 1:4 con campos bien poblados. En el tratamiento III se observaron campos bien poblados con algunos bacilos ligeramente alargados con una buena relación coco-bacilos (1:3) lo que demuestra que los microorganismos se multiplicaron satisfactoriamente, sin verse afectados por el efecto espesante del almidón de sagú o por la sustitución del 10 % de la leche. El tratamiento IV aunque presentó una relación coco-bacilos de (1:3) como la muestra anterior, se observaron campos poblados aunque con disminución del número de bacilos con forma alargada. Los cocos sobrepasaban la población de bacilos ligeramente, se puede atribuir al incremento de la sustitución de leche al 15%, efecto similar presentó la muestra V al incrementarse al 20% la sustitución de leche, se potencia la acción espesante del almidón de sagú, viéndose afectada la multiplicación y fermentación por los microorganismos. Los campos se encontraron poco poblados, con bacilos muy deteriorados y cocos pequeños en cadenas con una relación muy desigual (1:2), (Figura 2).

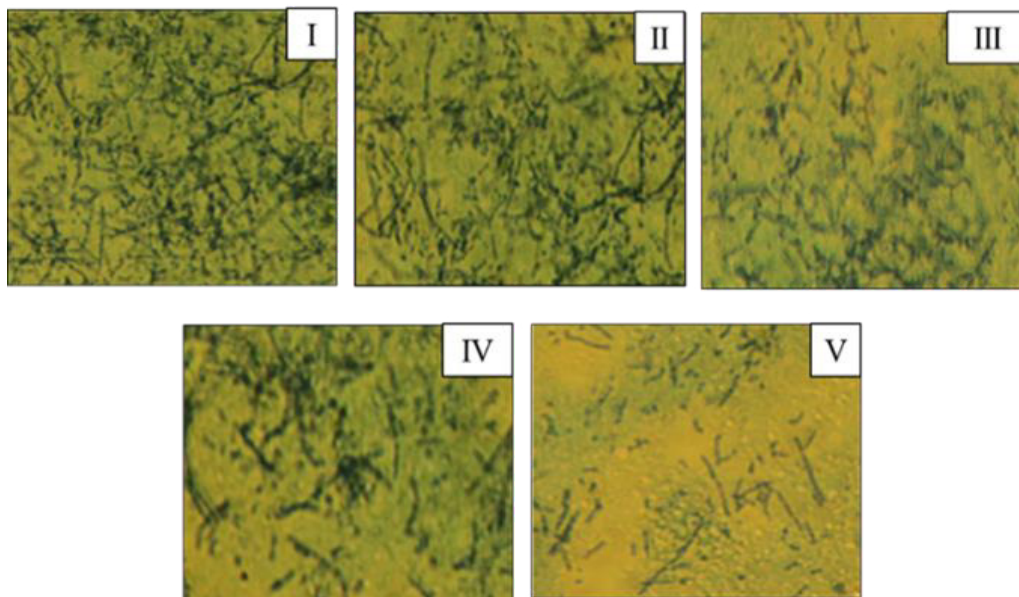


Figura 2: Representación de la relación coco/bacilos para los tratamientos I-V, inoculados con cepa Bioyogur

La transformación de la leche por acción de microorganismos específicos como parte natural de su metabolismo; para llevarla a cabo eficientemente se requiere del microorganismo adecuado, de un medio de cultivo con los nutrientes necesarios y condiciones óptimas de pH, temperatura (SCFI, 2012).

La planta de sagú (*Maranta arundinacea* L.) es una promisoriosa fuente de almidón para procesos agroindustriales, se comporta como un excelente espesante natural con fácil digestión, considerándose un alimento nutritivo (González & Hernández, 2015). El sagú es un producto orgánico, de alto valor alimenticio, que en forma de almidón proporciona calorías esenciales (López, 2015). Según Torres et al. (2016); los almidones son una alternativa interesante para la formulación de yogurt porque favorecen las propiedades reológicas y fisicoquímicas.

La acidez titulable del producto terminado fue de 0,68 % de ácido láctico que se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la (ISO, 2006). Fennema (2000), menciona que la acidez debe encontrarse entre el 0,6 – 1,5 % ácido láctico, que está acorde con los resultados obtenidos en el tratamiento III, que se propone como más eficiente.

El porcentaje de ácido láctico adecuado es extremadamente importante para obtener un yogurt de alta calidad con sabor propio, cuerpo y textura propia. Los almidones producen cambios en la acidez que se obtiene a consecuencia de la acidificación del ácido láctico producto a la fermentación y debido a la disponibilidad de otro tipo de carbohidratos (Torres et al., 2016).

Por lo que se sugiere que, el producto elaborado permitirá un mayor acopio de leche sin afectarse los requisitos químicos y sensoriales, cumpliendo con lo establecido en la (NC 457, 2007).

Conclusiones

El sagú diluido al 1% y empleado al 10 % como sustituto en la fermentación láctica de la leche presentó una composición acorde con las exigencias sensoriales y químicas de una leche fermentada.

Recomendaciones

Se recomienda la estabilización para la producción a pequeña y mediana escala y la evaluación en cabritos lactantes.

Referencias Bibliográficas

- AOAC. (2005). Association of Official Analytical Chemists. *Animal Feed. In: Official Methods of AOAC International*. <https://doi.org/https://www.aoac.org>
- Berdales, H. (1980). Yogur, alimento indiscutible. *Rev Ind Aliment*(13), 26-31.
- Da Silva, V., & Michelle, N. (2016). Genética molecular na seleção. *Ciênc. vet. tróp*, 1(1), 19.
- Fennema, O. (2000). *Química de los alimentos* (2da ed.).
- Ferris, S., Muganga, A., Matovu, R., Klijjn, S., & Hagenimana, V. (2001). Marketing opportunities for Starch and High Quality Flour production from Cassava and Sweet potato in Uganda. *International Institute of Tropical Agriculture(IITA)*(29), 88.
- Garzón, A. (2007). Sustitutos lecheros en la alimentación de terneros. *Revista electrónica de Veterinaria*(5), 8.

- González, I., & Hernández, D. (2015). MODIFICACIÓN DEL ALMIDÓN DE SAGÚ (MARANTA ARUNDINACEA L.) POR VÍA QUÍMICA, FÍSICA Y ENZIMÁTICA. *Revista de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias*, 1(2).
- ISO. (2006). Determinación de la acidez titulable — método potenciométrico. .
- López, A. (2015). Determinación de las propiedades físico-mecánicas de los rizomas de sagú (*Maranta arundinacea* L.) requeridas para el diseño de las máquinas extractoras de almidón. *Proyecto de producción del cultivo de sagú*.
- NC 457. (2007). NC Leches fermentadas—especificaciones técnica.
- SCFI. (2012). Leche-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba., Article 40.
<https://doi.org/www//dof.gob.mx/normasOficiales/4692/seeco/seeco.htm>
- Torres, A., Cauich, D., & García, M. (2016). Efecto de almidones nativos sobre las propiedades del yogurt de leche de cabra. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2.
<https://doi.org/https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/62882/34332243>
- Valdés, M., Sánchez, T., & Ortiz, S. (2010). Morfología de la planta y características de rendimiento y calidad de almidón sagú. *ACTA AGRONÓMICA*, 3(9), 19.
- Vázquez-Villalobos, V., Aredo, V., Velázquez, L., & Lázaro, L. (2015). Propiedades fisicoquímicas y aceptabilidad sensorial de yogur de leche descremada de cabra frutado con mango y plátano en pruebas aceleradas. *Scientia Agropecuaria*, 3(3), 177-189. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu>
- Ybalmea, R. (2015). Feeding and management of calf, a research in the Intituto de Ciencia Animal. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 2(49), 21. www//cjas03215.pdf