

Efecto de *Lactobacillus* sobre propiedades nutritivas de un alimento a base de quinchoncho (*Cajanus cajan*)

Effect of *Lactobacillus* on nutritional properties of a food-based on pigeon pea (*Cajanus cajan*)

K. Parra Q., M.P. Piñero C., Y.M. Barboza, M.L. Pérez

Laboratorio de Bromatología y Tecnología de Alimentos, adscrito al Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Nutrición (LIND). Facultad de Medicina. Escuela de Nutrición y Dietética. LUZ. Apartado: 526. Maracaibo, Venezuela.

Resumen

Se formuló un alimento con quinchoncho, *L. acidophilus* o *L. casei* o *L. plantarum*. Se realizó análisis proximal, evaluación sensorial, viabilidad de cepas, ácido fítico y fenoles totales. El producto con gel de quinchoncho, puré de banana y leche (P) y gel con harina de quinchoncho y agua (G) permitieron la viabilidad de las cepas (niveles superiores de 1×10^7 ufc.g⁻¹). Los recuentos de mohos, levaduras, coliformes y *Staphylococcus aureus*, estuvieron dentro de lo establecido en norma oficial para yogurt. Se encontró disminución ($P < 0.05$) para contenido de carbohidratos con descenso de materia seca, fibra y aumento ($P < 0.05$) en contenido de cenizas. Se obtuvo un alimento de óptimas características microbiológicas, sensoriales, bajo contenido de ácido fítico y adecuado contenido de fenoles.

Palabras clave: *Cajanus cajan*, fermentación, *L. acidophilus*, *L. casei* y *L. plantarum*, fenoles totales, ácido fítico.

Abstracts

Was formulated a food product with pigeon pea, *L. acidophilus* or *L. casei* or *L. plantarum*. Physicochemical analysis, sensory evaluation, viability of strains total phenols and phytic acid was determined. The product with pigeon pea gel, banana mashed and milk (P) and gel prepared with Pigeon pea flour and water

(G) allowed the viability of the strains (higher levels of 1×10^7 cfu.g⁻¹). Count of molds, yeasts, coliforms and *Staphylococcus aureus*, were within established for the official standard for yogurt. Decreased ($P < 0.05$) was found for carbohydrate content with the decrease of dry matter, fiber and increase ($P < 0.05$) in the ash content. A food with optimal microbiological and sensory characteristics, low content of acid phytic, appropriate content of phenols was obtained.

Key words: *Cajanus cajan*, fermentation, *L. acidophilus*, *L. casei* y *L. plantarum*, Totals phenols, Phytic acid.

Introducción

Cajanus cajan (L.) Millsp. variedad Táchira 401 ofrece una alternativa nutricional de bajo costo, debido a que es rico en carbohidratos complejos tipo alfa-galactosidos, fibra, minerales y proteínas que permiten el crecimiento de microorganismos probióticos (Gopal *et al.*, 2007, Torres *et al.*, 2007); sin embargo, su valor nutricional se ve limitado por la presencia de factores antinutricionales (FAN) como oligosacaridos causantes de flatulencia que incluyen rafinosa, estaquiosa y verbascosa, ácido fítico y compuestos fenolicos, presentes en cantidades sustanciales (Mohamed, 2011; Mitzubutti *et al.*, 2000).

Los grupos fosfato del ácido fítico y los compuestos productos de la oxidación de los fenoles son conocidos por disminuir la digestibilidad proteica y la biodisponibilidad de minerales, al formar complejos estables con proteínas y minerales (Mubarak, 2005). Bacterias ácido lácticas (LAB) producen la enzima fitasa capaz de reducir su concentración (Tang *et al.*, 2010; Ganzle *et al.*, 2009). Sin embargo, hay poca información sobre la actividad degradadora de actobacillus sobre el fitato y su acción sobre los fenoles totales utilizando como matriz alimenticia *Cajanus cajan*, por lo que el objetivo de este trabajo fue eva-

Introduction

Cajanus cajan (L.) Millsp. Táchira 401 variety offers a low-cost nutritional alternative, since it is rich in complex carbohydrates such as alpha-galactosidase, fiber, minerals and proteins, which allow the growth of probiotic micro-organisms (Gopal *et al.*, 2007, Torres *et al.*, 2007); however, its nutritional value is limited by the presence of anti-nutritional factors (FAN), such as oligosacarids that cause flatulence that include raffinose, stachyose, verbascose, phytic acid and phenol compounds, presented in substantial quantities (Mohamed, 2011; Mitzubutti *et al.*, 2000).

The phosphate groups of the phytic acid and the compounds product of the oxidation of phenols are known by their capacity to reduce the protean digestibility and the bio-availability of minerals, forming steady complex with proteins and minerals (Mubarak, 2005). Lactic acid bacteria (LAB) produce the phytase enzyme, which is able to reduce its concentration (Tang *et al.*, 2010; Ganzle *et al.*, 2009). However, there is little information about the degrading activity of actobacillus on the phytate and its action on the total phenols using as food matrix *Cajanus cajan*, therefore, the objective of this research was to evaluate the viability

luar la viabilidad de *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* y *Lactobacillus plantarum* sobre las propiedades físico-químicas, pH, calidad microbiológica, sensorial, ácido fítico y fenoles totales en el producto alimenticio (P) y gel (G) durante el almacenamiento a los 7, 14, 21 y 28 días de almacenamiento a 4°C.

Materiales y métodos

Diseño de la investigación

Se empleó un diseño experimental completamente al azar utilizando 2 tratamientos gel (G) y producto (P) x 3 cepas bacterianas x 4 periodos de almacenamiento refrigerado (7, 14, 21 y 28 d.) con 2 repeticiones más dos testigos.

Cepas probióticas

Se utilizaron cepas de *Lactobacillus acidophilus* ATCC 314, *Lactobacillus casei* 393 y *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014 obtenidas de *Microbiologics*® (217 Osseo Ave. North ST. Cloud, MN 56303 USA) como cultivos iniciadores para la manufactura del producto fermentado y el gel.

Preparación del inóculo de la cepa probiótica

Las células fueron propagadas antes de su utilización, por inoculación en caldo MRS (Merck, Darmstadt, Germany) e incubadas a 37°C en jarra de Gaspak a 5-10% CO₂. Para la preparación del concentrado celular, los cultivos fueron colocados en 1000 mL de caldo MRS y la masa celular fue obtenida por centrifugación a 1400 g por 10 min. Los pellets celulares fueron lavados y resuspendidos en solución salina estéril. El inóculo necesario para dar una concentración aproximada de 7 log ufc.g⁻¹ en el producto fue

of *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus plantarum* on the physico-chemical properties, pH, microbiological quality, taste, phytic acid and total phenols in the food product (P) and gel (G) under storage conditions during 7, 14, 21 and 28 days at 4°C.

Materials and methods

Design of the research

A randomized split plot design was employed using 2 gel treatments (G) and product (O) x 3 bacteria strains x 4 storing freezing periods ((7, 14, 21 and 28 d.) with two replications with two witnesses.

Probiotic strains

Strains of *Lactobacillus acidophilus* ATCC 314, *Lactobacillus casei* 393 and *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014 were used, obtained from *Microbiologics*® (217 Osseo Av. North ST. Cloud, MN 56303 USA) as starters cultures for manufacturing the fermented product and the gel.

Inoculum preparation of the probiotic strain

The cells were propagated before its use by inoculation MRS (Merck, Darmstadt, Germany) and incubated at 37°C in Gaspak jars at 5-10% CO₂. For the preparation of the cellular concentrate, the cultures were put on 1000 mL of the MRS culture, and the cellular mass was obtained by centrifugation at 1400 g for 10 min. The cellular pellets were washed and re-suspended in a sterile saline solution. The necessary inoculums to obtain a concentration of approximately 7 log ufc.g⁻¹ in the product was 20% v/w of each of the three strains as pure cultures.

20% v/w de cada una de las tres cepas como cultivos puros.

Preparación del producto y obtención de la materia prima

El producto alimenticio fermentado fue elaborado con quinchoncho y puré de banana. El producto incluyó (g/100) una combinación de ingredientes como gel de harina de quinchoncho (52%), puré de banana (20%), leche (8%) e inóculo bacteriano (20%). Los granos de *Cajanus cajan* (L.) Millsp., variedad *Táchira* 401 fueron suministrados por el Departamento de Agronomía de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia. La banana fue adquirida en un supermercado de la localidad.

Preparación de harina para obtener el gel

La preparación de la harina fue realizada por molienda hasta 0,5 mm en un procesador de alimentos (marca Osterizer, modelo 450-21-V 115-V-Cromo, posterior a un proceso de sanitización de los granos con agua clorada en una relación 1:3 y secado por 48 horas a 64°C. Luego se sometió a cocción hasta obtener un gel, para ser mezclados con el resto de los ingredientes utilizando un homogeneizador. Posteriormente, los geles y productos fueron sometidos a 90°C por 30 min en autoclave. Luego de enfriados fueron inoculados con las cepas seleccionadas. Los productos y geles inoculados se colocaron en estufa (THELCO GCA/Precisión Scientific.) a 42°C durante un tiempo de 12 horas para permitir el proceso de fermentación.

Análisis de las muestras

Las muestras fueron tomadas para mediciones de pH, enumeración bacteriana, análisis físico-químico y evaluación sensorial durante la manu-

Preparation of the product and obtaining of the raw matter

The fermented food product was elaborated with pigeon pea flour and smashed banana (banana puree). The product included (g/100) a combination of ingredients such as gel of pigeon pea flour (52%), smashed banana (banana puree) (20%), milk (8%), and bacterial inoculums (20%). *Cajanus cajan* (L.) Millsp., of the *Táchira* variety 401 were provided by the Agronomy Department of the Agronomy Faculty of Universidad del Zulia. The banana was acquired in a local market.

Preparation of the flour to obtain the gel

The preparation of the flour was done grinding the grains until 0.5 mm into a food processor (Osterizer brand, model 450-21-V 115-V-Chrome, posterior to a sanitizing process of the grains with chloride water in a 1:3 relation and drying process for 48 hours at 64°C. Subsequently, it was cooked until obtaining a gel to be mixed with the rest of the ingredients using a homogenizer. Later, the gels and the products were submitted at 90°C for 30 min in autoclave. Once cold, these were inoculated with the selected strains. The products and inoculated gels were put on a stove (THELCO GCA/Scientific accuracy) at 42° C for 12 hours to allow the fermentation process.

Analysis of the samples

The samples were taken for measuring the pH, bacterial numbering, physic-chemical analysis and tasting evaluation, during the manufacturing of the product, through the freezing storing of 7, 14, 21 and 28 days. The essay was done in two

factura del producto y a través del almacenamiento refrigerado a 7, 14, 21 y 28 días. El experimento fue realizado en dos replicas durante un simple muestreo y dos determinaciones fueron conducidas por replica.

Análisis microbiológico

Se realizaron diluciones seriadas hasta 1×10^8 en agua peptonada estéril al 0,1 %. El recuento de *Lactobacillus* fue realizada en agar MRS a pH 5,4 (Merck) usando la técnica de vaciado en placa. Las placas por duplicado fueron incubados a 37°C por 72 h. en condiciones de 5 - 10% CO₂. Los resultados fueron expresados en log₁₀. Coliformes y *Staphylococcus aureus* fueron realizadas en placas Petrifilm™ por duplicado según las especificaciones de la 3M™ (St. Paul, Minn.). Para el recuento de Mohos y levaduras se utilizó potato dextrosa agar (Difco™) acidificado con ácido tartárico incubado a 25°C por 96 h.

Análisis químico

Propiedades físico-químicas de las muestras

La determinación de humedad, extracto etéreo, cenizas, fibra cruda y proteína total se realizó de acuerdo al método de la AOAC (2000). Los carbohidratos se obtuvieron por diferencia por el método empírico propuesto por Livesey, el cual consiste en multiplicar los gramos de carbohidratos y de proteínas por 4 Kcal. y los gramos de grasa por 9 Kcal.

Determinación de ácido fítico y fenoles totales

La determinación de ácido fítico se realizó mediante el método colorimétrico con la solución cromogénica modificada por Mohamed *et al.* (1986), cuya absorbancia es leí-

replicates with a simple sampling and two determinations per replicate.

Micro-biologic analysis

Serial dilutions were carried out in sterile peptone water until 1×10^8 at 0.1%. The counting of *Lactobacillus* was done in agar MRS at pH 5.4 (Merck) using the petri vacuum technique. The duplicated petri were incubated at 37°C for 72h in conditions of 5 - 10% CO₂. The results were expressed in log₁₀. Coliformes and *Staphylococcus aureus* were done in petri Petrifilm™ by duplicate, according to the specifications of 3M™ (St. Paul, Minn.). Four counting the moulds and yeasts, potato dextrose agar was used (Difco™) acidified with tartaric acid incubated at 25°C for 96 h.

Chemical analysis

Physic-chemical properties of the samples

The determination of humidity, ethereal extract, ashes, crude fiber and total protein was carried out according to the AOAC method (2000). The carbohydrates were obtained by difference using the empiric method proposed by Livesey, which consists on multiplying the grams of carbohydrates and proteins per 4 Kcal, and the grams of fat per 9 Kcal.

Determination of phytic acid and total phenols

The determination of the phytic acid was done by the colorimetric method with the chromogenic solution modified by Mohamed *et al.* (1986), which absorbance is read in a visible UV at 830 nm. The extraction of total phenols was performed by a modified technique described by Adam *et al.*, (2009), where the defatted dry sample was submitted to three extracting phases with different solvents: methanol at 80%, acetone at

da en un UV-visible a 830 nm. La extracción de fenoles totales se realizó por una técnica modificada descrita por Adam *et al.* (2009) donde la muestra seca desgrasada se sometió a tres etapas de extracción con diferentes solventes: metanol al 80%; acetona al 70% y acetato de etilo, respectivamente, para obtener un extracto. La determinación de los fenoles totales, se realizó utilizando el reactivo de Folin-Ciocalteu. Posteriormente, se leyó la absorbancia a 750nm en un espectrofotómetro UV-visible (UNICO 1100 RS).

Evaluación sensorial

Se evaluó el "nivel de agrado" mediante escala hedónica de 9 puntos, del color, textura, sabor, acidez y aceptabilidad general del producto, utilizando un panel de consumidores semi-entrenado.

Análisis Estadístico

Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA), usando el procedimiento Proc Mixed del paquete estadístico SAS (versión 9.0. 2001, SAS Institute Inc., Cary, NC). Se evaluó los efectos del tratamiento y sus interacciones. Cuando los efectos principales resultaron significativos ($P < 0.05$) se utilizó la prueba de Tukey para la comparación de medias. En el caso de la evaluación sensorial, la data fue analizada por la metodología descrita por Man-Whitney test U (1947) para pruebas no paramétricas, usando el Programa Statistic para las ciencias sociales (SPSS, versión 12).

Resultados y discusión

Análisis Físico-químico

Los cuadros 1 y 2 muestran los resultados del análisis proximal del

b70%, and ethyl acetate, respectively, to obtain an extract. The determination of the total phenols was carried out using the reactive Folin-Ciocalteu. Subsequently, the absorbance was read at 750nm in a UV-visible spectrophotometer (UNICO 1100 RS).

Tasting evaluation

The tasting level was evaluated using the nine-point hedonic scale of color, texture, taste, acidity and general acceptance of the product, using a semi-train consumer panel.

Statistical analysis

A variance analysis (ANOVA) was applied using the procedure ProcMixed of the statistical software SAS (version 9.0. 2001, SAS Institute Inc., Cary, NC). The effects of the treatment and its interactions were evaluated. When the main effects were significant ($P < 0.05$) the Tukey test was used for comparing the means. For the tasting evaluation, the data was analyzed using the methodology described by Man-Whitney test U (1947), for non parametric tests, using the Statistic program for social sciences (SPSS, version 12).

Results and discussion

Physic-chemical analysis

Tables 1 and 2 show the results of the proximal analysis of the product fermented with *L. acidophilus*, *L. casei* and *L. plantarum*. In all the products (G and P), a significant reduction ($P < 0.05$) was found during the 28 days of storing, for the content of carbohydrates and fiber. This reduction is attributed to an increment in the activity of amylolytic enzymes, which hydrolyze the complex carbohydrates to

Cuadro 1. Medias aritméticas para el análisis proximal, ácido fítico y fenoles totales en gel elaborado con Cajanus cajan y L. acidophilus, L. casei y L. plantarum.

Table 1. Arithmetic measures for the proximal analysis, phytic acid and total phenols in the gel elaborated with Cajanus cajan and L. acidophilus, L. casei and L. plantarum.

Componente (%)	L. acidophilus Tiempo en días				L. casei Tiempo en días				L. plantarum Tiempo en días						
	0	7	14	21	28	0	7	14	21	28	0	7	14	21	28
Humedad	62.7 ^a	64.6 ^b	65.3 ^c	65.9 ^c	66.7 ^d	62.7 ^a	63.9 ^b	65.7 ^c	66.0 ^c	66.6 ^d	62.7 ^a	64.5 ^b	65.6 ^c	66.6 ^d	67.2 ^e
Proteína	8.7	8.5	8.2	81	8.0	8.7	8.3	8.2	8.1	8.4	8.7	8.26	8.15	8.05	8.0
Grasa	0.58	0.57	0.57	0.55	0.55	0.58	0.57	0.56	0.54	0.54	0.58	0.57	0.57	0.55	0.54
Cenizas	0.14 ^a	0.17 ^a	0.19 ^a	0.34 ^b	0.37 ^c	0.14 ^a	0.18 ^a	0.23 ^b	0.37 ^c	0.37 ^d	0.14 ^a	0.21 ^b	0.29 ^c	0.35 ^d	0.36 ^d
Carbohidratos	27.8 ^a	26.1 ^b	25.6 ^c	25.9 ^c	24.3 ^d	27.8 ^a	26.9 ^b	25.2 ^c	24.9 ^c	24.0 ^d	27.8 ^a	26.4 ^b	25.3 ^c	24.4 ^d	23.0 ^e
Materia Seca	37.2 ^a	35.3 ^b	34.6 ^c	34.0 ^c	33.2 ^d	37.2 ^a	36.0 ^b	34.2 ^c	33.9 ^d	33.3 ^d	37.2 ^a	35.4 ^b	34.3 ^c	33.3 ^d	32.7 ^e
Fibra	5.93 ^a	4.16 ^b	3.39 ^c	3.47 ^c	2.00 ^d	5.93 ^a	4.0 ^b	3.86 ^b	3.53 ^c	2.53 ^d	5.93 ^a	4.33 ^b	3.53 ^c	3.03 ^d	2.6 ^d
Ácido Fítico*	860.6	271.6	208.4	137.2	120.1	860.7	264.6	201.5	133.4	120.9	860.4	259.0	200.5	130.5	116.8
Fenoles totales*	1052.4	946.2	936.5	925.5	925.4	1052.6	945.7	936.7	924.8	924.5	1052.5	942.7	935.9	923.9	924.2

a, b, c: Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas
* (mg/100 g de base seca)

Cuadro 2. Medias aritméticas para el análisis proximal, ácido fítico y fenoles totales en producto elaborado con Cajanus cajan y L. acidophilus, L. casei y L. plantarum.

Table 2. Arithmetic measures for the proximal analysis, phytic acid and total phenols in the product elaborated with Cajanus cajan and L. acidophilus, L. casei and L. plantarum.

Componente (%)	L. acidophilus Tiempo en días				L. casei Tiempo en días				L. plantarum Tiempo en días						
	0	7	14	21	28	0	7	14	21	28	0	7	14	21	28
Humedad	66.3 ^a	67.2 ^b	68.2 ^c	68.4 ^c	70.2 ^d	66.37	67.16	67.77	68.58	69.17	66.37	66.97	67.69	68.38	68.88
Proteína	5.9 ^a	5.7 ^a	5.3 ^a	5.2 ^a	5.0 ^b	5.9	5.8	5.6	5.2	5.1	5.9	5.8	5.6	5.3	5.1
Grasa	4.58	4.55	4.54	4.56	4.56	4.58	4.49	4.48	4.45	4.41	4.58	4.53	4.51	4.5	4.49
Cenizas	0.50	0.51	0.56	0.75	0.79	0.5	0.52	0.65	0.78	0.8	0.5	0.56	0.6	0.7	0.72
Carbohidratos	22.6 ^a	22.0 ^b	21.4 ^c	21.0 ^c	19.4 ^d	22.65	22.03	21.5	21.03	20.52	22.65	22.14	21.6	21.12	20.81
Materia Seca	33.6 ^a	32.7 ^b	31.8 ^c	31.5 ^c	29.7 ^d	33.63	32.84	32.23	31.46	30.83	33.63	33.03	32.31	31.62	31.12
Fibra	0.92 ^a	0.48 ^b	0.59 ^c	0.46 ^d	0.26 ^e	0.92	0.57	0.37	0.39	0.41	0.92	0.74	0.35	0.42	0.41
Ácido Fítico*	422.5	135.6	98.24	67.5	63.34	422.5	134.67	97.45	66.9	62.23	422.34	135.5	96.7	65.23	61.34
Fenoles totales*	615.5	553.7	547.5	514.9	514.0	621.8	552.8	546.5	514.9	513.2	621.8	550.5	540.9	513.5	512.5

a, b, c: Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas

* (mg/100 g de base seca)

producto fermentado con *L. acidophilus*, *L. casei* y *L. plantarum*. En todos los productos (G y P), durante los 28 días de almacenamiento, se encontró una disminución significativa ($P < 0,05$) para el contenido de carbohidratos y fibra. Esta disminución es atribuida a un incremento en la actividad de enzimas amilolíticas y otras, las cuales hidrolizan los carbohidratos complejos a azúcares más simples (Onweluzo, J & Nwabugwu, 2009). Los lactobacillus son capaces de degradar la fibra como factor bifidogénico. Por otra parte, se observó un aumento significativo ($P < 0,05$) en el contenido de cenizas. Las tres cepas lograron disminuir ($P < 0,05$) significativamente el ácido fítico, coincidiendo con lo reportado por Tang *et al.* (2010); esto puede ser debido a una importante reducción del pH, lo que permite la liberación de la enzima fitasa (Ganzle *et al.* 2009). Para el contenido de fenoles totales esta reducción no fue significativa ($P > 0,05$) similar a lo encontrado por Dueñas *et al.* (2005).

Evaluación sensorial

Los consumidores manifestaron una buena aceptabilidad en todos los productos fermentados.

Análisis microbiológico

El gel y producto permitieron la viabilidad de las tres cepas a niveles superiores de 1×10^7 ufc.g⁻¹. El recuento de mohos y levaduras, Coliformes y *Staphylococcus aureus*, se encontraron dentro de los límites establecidos para la norma oficial para yogurt ($1,0 \times 10^3$ ufc.g⁻¹, $1,0 \times 10^2$ ufc.g⁻¹, 11,0 NMP/g y $1,0 \times 10^3$ ufc.g⁻¹, respectivamente). Resultados similares fueron encontrados por Barboza *et al.* (2012) en la manufactura de una crema para

simpler sugars (Onweluzo, J & Nwabugwu, 2009). Lactobacilli are capable of degrading the fiber as bifidogenic factor. On the other hand, a significant effect was observed ($P < 0,05$) in the ashes content. The three strains reduced significantly ($P < 0,05$) the phytic acid, this fact agrees to the reported by Tang *et al.* (2010); this might be due to an important reduction of the pH, which allows the release of the phytase enzyme (Ganzle *et al.* 2009). For the content of total phenols, this reduction was not significant ($P > 0,05$) similar to the one reported by Dueñas *et al.* (2005).

Tasting evaluating

Consumers indicated a good acceptance to all the fermented products.

Microbiologic analysis

The gel and the product allowed the viability of the three strains at superior levels of 1×10^7 ufc.g⁻¹. The counting of moulds and yeasts, Coliform and *Staphylococcus aureus*, were inside the limits established by the official norm for yogurt ($1,0 \times 10^3$ ufc.g⁻¹, $1,0 \times 10^2$ ufc.g⁻¹, 11,0 NMP/g and $1,0 \times 10^3$ ufc.g⁻¹, respectively). Similar results were found by Barboza *et al.* (2012) in the manufacture of an oatmeal spread cream and *Cajanus cajan*, and by Agil *et al.* (2013) in a prepared yogurt adding lentils flour, which showed that adding lentils improved the viability of the probiotic bacteria, and kept the viability during 28 storing days.

Conclusion

The acid lactic bacteria increased the nutritional value, and the

untar de avena y *Cajanus cajan*, y por Agil *et al.* (2013) en un yogurt preparado con adición de harina de lentejas, el cual mostró que la adición de la lenteja mejoró la viabilidad de las bacterias probióticas y mantuvo la viabilidad durante los 28 días de almacenamiento.

Conclusión

Las bacterias ácido lácticas incrementaron el valor nutricional y las características organolépticas no fueron afectadas por la incorporación de las cepas probióticas en el producto alimenticio formulado. Se obtuvo un producto alimenticio simbiótico de óptimas características microbiológicas, sensoriales, bajo contenido de ácido fítico, adecuado contenido de fenoles totales, y posibles beneficios para la salud, representando una alternativa de consumo.

Literatura citada

Barboza, Y., E. Márquez, K. Parra, M.P. Piñero, L. Medina. 2012. Development of a potential functional food prepared with *pigeon pea* (*Cajanus cajan*), oats and *Lactobacillus reuteri* ATCC 55730. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 63 (7): 813-820.

Dueñas, M., D. Fernández, T. Hernández, I. Estrella, R. Muñoz. 2005. Bioactive phenolic compounds of cowpeas (*Vigna sinensis* L). Modifications by fermentation with natural microflora and with *Lactobacillus plantarum* ATCC 14917. *Journal of the Science and Agriculture*. 85: 297-304.

Ganzle, M., C. Zhnag, B. Monang, V. Schwab. 2009. Novel metabolites from cereal associates lactobacilli novel functional for cereal products. *Food Microbiol*. 26: 712-9.

organoleptic characteristics were not affected by the incorporation of the probiotic strains in the formulated food product. A symbiotic food product was obtained with optimum microbiologic, tasting, low content of phytic acid, adequate content of total phenols and possible benefits for the health, representing an alternative for the consumption.

End of english version

Gopal, K., R. Wang, P. Hemant, S. Pandiella. 2007. Use of mixed cultures for the fermentation of cereal-based substrates with potential probiotic properties. *Process Biochemistry*. 42, 65-7.

Mizubutti, I., O. Biondo, L. de Oliveira, R. Dos Santos Ferreira, E. Louka. 2000. Response surface methodology for extraction optimization of *Pigeon pea* protein. *Food Chemistry*. 70, 259-265.

Mohamed, R., E. Aboud-Arab, A. Gibriel, N. Rasmy, F. Abu-Salem. 2011. "Effect of legume processing treatments individually or in combination on their phytiv acid content. *African Journal of Food Science and Technology*, 2 (2): 036 - 046.

Mubarak, A. 2005. Nutritional composition and antinutritional factors of mung bean seeds (*phaseolus aureus*) as affected by some home traditional processes. *Food Chemistry*, 89: 489 – 495.

Onweluzo, J. & C. Nwabugwu. 2009. Fermentation of Millet (*Pennisetum americanum*) and *Pigeon pea* (*Cajanus cajan*) seeds for flour production: Effects on composition and selected functional properties. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8 (6): 737-744.

Agil, R., A. Gaget, J. Gliwa, T. Avis, W. Willmore, F. Hosseinian. 2013. Lentils enhance probiotic growth in yogurt and provide added benefit of antioxidant protection. *LWT - Food Science and Technology*, 50: 45-49.

Tang, A., G. Wilcox, K. Walker, N. Shah, J. Aston and Stojanovka. 2010. L. Phytase activity from *Lactobacillus* spp. in Calcium-fortified soymilk. *Journal of Food Science*, 75 (6): 373-376.

Torres, A., J. Frías, M. Granito, C. Vidal-Valverde. 2007. Germinated *Cajanus cajan* seeds as: ingredients in pasta products: chemical, biological and sensory evaluation. *Food Chemistry*. 101, 202-211.