

Obtención de un extracto de garbanzo (*Cicer arietinum L.*) fermentado y su uso como extensor lácteo

Josefina Morales de León, Ma. Lorena Cassís Nosthas, Patricia Cecin Salomón

Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán (INNSZ), México, D.F.

RESUMEN. El garbanzo (*Cicer arietinum L.*) se cultiva en forma importante en algunos estados del norte de la República Mexicana y se considera como una buena fuente de proteína vegetal (20% en promedio) de bajo costo, sin embargo, el 80% se destina a la exportación y sólo el 20% restante se utiliza en nuestro país como garbanzo de rezaga, destinándolo para la alimentación animal. El objetivo del presente trabajo fue obtener un extracto de garbanzo fermentado para utilizarlo como extensor lácteo. Se llevaron a cabo cinéticas de absorción de agua del garbanzo bajo 3 condiciones de temperatura; establecidas las condiciones de trabajo, el garbanzo se sometió a un proceso de molienda para posteriormente fermentarlo con diferentes porcentajes de inóculo de la flora natural del garbanzo, *L.casei*, *L.plantarum* y un cultivo mixto de éstos lactobacilos, en fase logarítmica. Los resultados obtenidos indicaron que la presencia de microorganismos propios de la flora natural del garbanzo, provocaron interferencias en la fermentación por lo que antes de la inoculación fue necesario someter al extracto de garbanzo (E.G.) a un tratamiento térmico durante 20 minutos a una dilución 1:4 y a una presión de 7.7 kg/cm². La utilización de un cultivo mixto en una concentración del 5% de *L.casei* y 5% de *L.plantarum* inoculados en caldo MRS, redujo el tiempo de fermentación y su adición en fase logarítmica al extracto estéril de garbanzo, incrementó la producción de ácido láctico y disminuyó el pH en 6 horas, tiempo menor al que presentaron cada uno de los lactobacillus. El extracto de garbanzo obtenido presentó características sensoriales similares a las de un queso.

Palabras clave: Garbanzo, fermentación, cultivos lácticos.

SUMMARY. Obtention of chickpea extract fermented (*Cicer arietinum L.*) for use as a milky extensor. Chickpea (*Cicer arietinum L.*) is cultivated in the North part of México and it is considered a good source of vegetal protein of low cost (20% average), nevertheless, the 80% used for the exportation and only the 20% less was used for animal feeding. The main objective in this study is to obtain a fermented chickpea extract for using in dairy extensor. Chickpea water absorption kinetics were carried out in e temperature conditions: while the conditions were established, chickpea was grounded and fermented in differents amounts with its natural flora, *L.casei*, *L.plantarum* and a mixture culture of both microorganism in logarithmic phase. The results showed that the presence of microorganism of chickpea natural flora interferes during the fermentation, so before the inoculation it was necessary treat the chickpea extract (CE) termically in a dilution 1:4 during 20 min at 7.7 kg/cm² of pressure. The use of a mixture culture of 5% of *L.casei* and 5% *L.plantarum* inoculated in MRS broth was used to decrease fermentation time. Its addition in logarithmic phase to the sterile chickpea extract increased the lactic acid production and decreased the pH value in 6 h which was less time that one obtained with each of lactobacillus. The fermented extract obtained finally, presented similar sensory characteristics to the ones of dairy products. Therefore, chickpea is a good alternative as a extensor for this kind of products.

Key words: Chickpea, fermentation, lactic culture.

INTRODUCCION

México, es un país en desarrollo que presenta grandes contrastes en los que prevalece la heterogeneidad geográfica, económica, social y cultural. Así mismo, en el aspecto nutricional, los contrastes no son la excepción; en un extremo están la desnutrición y las deficiencias nutricias específicas resultado, entre otros, de la privación social y pobreza; mientras que en el lado opuesto, se encuentran la obesidad y las enfermedades crónicas degenerativas resultado de la abundancia, del aumento en la esperanza de vida de la población y de la adopción de hábitos y costumbres ajenos a nuestra cultura alimentaria (1-3).

El futuro de la alimentación en México y quizá de otros países en desarrollo va a depender en gran parte de que la

tecnología de alimentos sea capaz de aprovechar las fuentes disponibles de alimentos en el país, adaptar y desarrollar nuevos productos que permitan variar y complementar la dieta de la población mayoritaria a bajo costo (4).

Una alternativa interesante en este rubro es la extensión de alimentos de origen animal como lo es la leche - que en nuestro país es insuficiente no solo como leche fluída, sino también para la elaboración de derivados lácteos - con alimentos de origen vegetal.

Dentro de los alimentos de origen vegetal que se cultivan de manera importante en México están las leguminosas, las cuales constituyen una buena fuente de proteína. Dentro de éste grupo se encuentra el garbanzo (*Cicer arietinum L.*) el cuál ocupa el tercer lugar de producción en México después del frijol y de la soya. Se cultiva principalmente en los estados

de Sinaloa, Sonora, Baja California Sur, Jalisco, Michoacán, Guanajuato, San Luis Potosí y Oaxaca. Su fruto es una fuente potencial de proteína de buena calidad y su cualidad de ser sensorialmente neutro, logra su incorporación a diversos alimentos como es la leche (5-7).

La fermentación del garbanzo y otras leguminosas combinadas con cereales, ha sido informada por diferentes autores (8) entre ellos Kao y Robinson que obtuvieron «Tempe» el cuál tradicionalmente se elabora con frijol de soya y haba (9); Zamora y Fields fermentaron el garbanzo durante 4 días a 25 °C y observaron un aumento en la cantidad de aminoácidos indispensables en el producto fermentado así como también una disminución del factor inhibidor de tripsina y en las cantidades de rafinosa y estaquiosa, azúcares responsables de la flatulencia producida por la acción de los microorganismos anaeróbicos intestinales sobre éstos oligosacáridos. Además mencionan que éste producto contiene flora natural en la que se encontraron *Lactobacillus casei*, *L. leichmanii*, *L. plantarum*, *L. helveticus*, *Pediococcus pentosaceus* y *P. acidolactici*, todos ellos microorganismos homofermentativos productores fundamentalmente de ácido láctico (10). Beuchat y Nail elaboraron un producto fermentado de leche y cacahuete, adicionado con *L. bulgaricus* y *L. acidophilus*, con el objeto de enmascarar el sabor desagradable de éste producto sin fermentar (11). Ulloa, J.A. obtuvo por ultrafiltración un concentrado proteico de garbanzo para utilizarlo como ingrediente en la elaboración de ciertos alimentos para consumo humano principalmente para incorporarlo como proteína purificada en alimentos infantiles de uso especial o terapéutico (12-14).

Con base en lo anterior, el objetivo del presente trabajo fué obtener un extracto fermentado de garbanzo para utilizarlo como «extensor» lácteo.

MATERIAL Y METODOS

Desarrollo Experimental

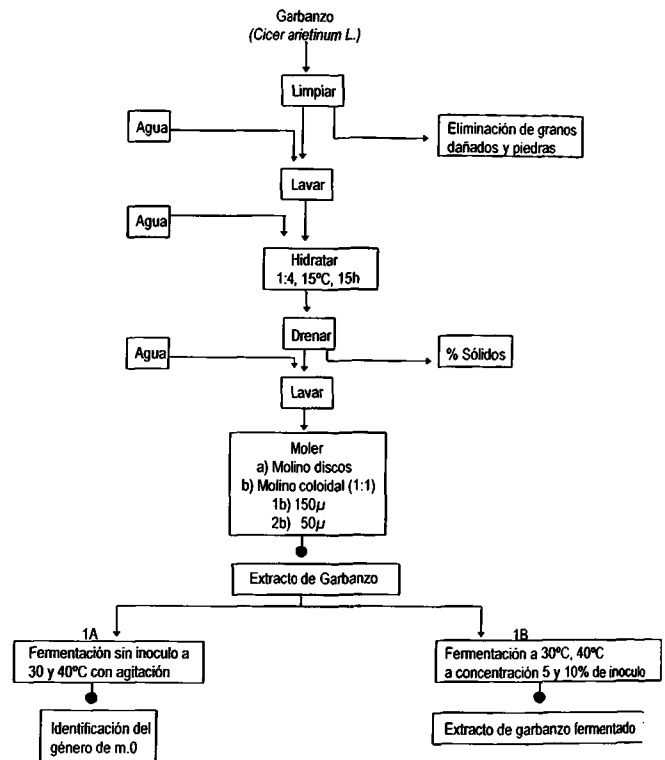
El garbanzo (*Cicer arietinum L.*), se adquirió en un lote de 10 kg y se caracterizó mediante un análisis químico proximal, el cuál se realizó por duplicado.

Se seleccionaron como cultivos lácticos a *L. casei* y *L. plantarum* con base en estudios anteriores (4) en donde se observó que éstos proporcionan y mejoran las características físicas y sensoriales de los productos fermentados.

Para establecer el tiempo y la temperatura de remojo del garbanzo, se llevaron a cabo diferentes cinéticas de absorción de agua bajo tres condiciones de temperatura: a) $15 \pm 1^\circ\text{C}$; b) $30 \pm 1^\circ\text{C}$ y c) $40 \pm 1^\circ\text{C}$. En cada caso, se determinó el porcentaje de absorción de agua del garbanzo así como el porcentaje de sólidos totales en el agua de remojo.

Posteriormente, para obtener el extracto de garbanzo (E.G.) se siguió el diagrama de operaciones que se presenta en la Figura 1. El extracto obtenido, se sometió a un proceso de fermentación (utilizando su flora natural).

FIGURA 1
Obtención del extracto de garbanzo y alternativas de fermentación utilizando la flora natural del garbanzo



Al término de la fermentación, se aislaron 10 colonias con morfología diferente y se realizaron las siguientes pruebas bioquímicas: catalasa, movilidad, oxidasa, crecimiento aeróbico o anaeróbico y la de Hugh-Leifson (para determinar el tipo de metabolismo oxidativo o fermentativo), con el objeto de obtener la identificación del género de los microorganismos aislados.

Para lograr un mayor control microbiológico en la cinética de fermentación, el E.G. se sometió a un tratamiento térmico, a una presión de 7.7 kg/cm^2 en diferentes diluciones: 1:2, 1:3 y 1:4 (extracto:agua) además del extracto sin diluir, como testigo y a cada una de éstas diluciones se les aplicó también diferentes tiempos de esterilización, 15, 20, 25 y 30 minutos. Se evaluaron en cuanto a su sabor, consistencia y cuenta de bacterias lácticas.

Se llevaron a cabo cinéticas de fermentación del E.G. utilizando inóculos de la flora natural y la de los lactobacillus en fase logarítmica, en porcentajes de 5% y 10% y se incubaron bajo dos condiciones de temperatura: $30 \pm 1^\circ\text{C}$ y $40 \pm 1^\circ\text{C}$, con agitación (Figura 1). Durante las cinéticas de fermentación se determinó el pH y la acidez total titulable.

Las cinéticas de crecimiento de las cepas liofilizadas de *L. casei* y *L. plantarum* se realizaron en una concentración del 10% y de un cultivo mixto (5% *L. casei* y 5% *L. plantarum*), en caldo MRS y se incubaron a 40°C con agitación. Durante el crecimiento del inóculo, se evaluó el pH, la acidez total

titulable y la cuenta de bacterias lácticas.

Posteriormente, las cepas de *L.casei*, *L.plantarum* y el cultivo mixto, se inocularon en fase logarítmica, en el extracto de garbanzo estéril, con el objeto de acelerar la fermentación. Durante la fermentación de cada una de las cepas, se determinó el pH, la acidez total titulable y la cuenta de bacterias lácticas.

Métodos de Análisis

- Análisis químico proximal de acuerdo a las técnicas oficiales del A.O.A.C (18) en las que se incluye humedad (925.09), cenizas (923.03), proteína (976.05), extracto etéreo (920.39) y fibra bruta (962.09). Los hidratos de carbono se calcularon por diferencia a 100 de la suma de los demás componentes.
- Sólidos totales, por medio del refractómetro Abbe 3L, Bausch & Lomb S-334610 (19).
- Acidez total titulable de acuerdo a la técnica oficial del A.O.A.C. (método potenciométrico) (18).
- pH, de acuerdo a la técnica del potenciómetro Orion - Research modelo 601-A (20).
- Análisis microbiológicos de acuerdo a las técnicas del manual del BBL (Manual de Marca Comercial de Beckton Dickinson) y el manual de laboratorio de bacteriología médica en las que se incluyen: cuenta de bacterias lácticas en agar MRS (UFC/g), identificación del género de microorganismos aislados (tinción de gram, tinción de Ziehl - Nielsen, tinción de Schaffer - Fulton); pruebas bioquímicas: catalasa, movilidad, crecimiento aeróbico o anaeróbico y Hugh Leifson (metabolismo oxidativo o fermentativo) (21,22).
- Viscosidad por medio de un viscosímetro de Brookfield, modelo RV, spin No.7, 20 r.p.m. (23).
- Sabor.- Las diluciones preparadas con base en garbanzo y agua sometidas a un tratamiento térmico, se evaluaron con respecto al sabor a garbanzo, por 10 personas no entrenadas a las que se les pidió que compararan cada una de ellas con una muestra de leche como referencia; se utilizó una prueba de preferencia y se les pidió a las personas que degustaran cada una de las diluciones e indicaran su preferencia colocando en primer lugar la que más le agradara (que no presentara sabor predominante a garbanzo) y en último lugar la menos agradable (24,25).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos del análisis químico del garbanzo (*Cicer arietinum L.*); se observa que el contenido de proteína obtenido (16.3g/100g) fue menor comparado con el que informa Ulloa, J.A. et al el cual fue de 26.2 g/100 g (14) debido probablemente a la variedad de garbanzo utilizado; sin embargo el contenido de lípidos (6.4g/100g) fue similar al que ellos informan (6.0 g/100 g) lo cual ayuda a su estabilidad química.

TABLA 1
Análisis químico del garbanzo (*Cicer arietinum L.*)
(g/100g)

Determinación	g/100g
Humedad	9.9
Cenizas	2.9
Proteína *	16.3
Lípidos	6.4
Fibra cruda	3.2
Hidratos de carbono **	61.3

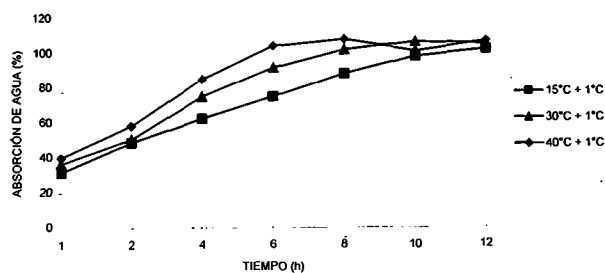
* Nitrógeno x 6.25 para garbanzo

Nitrógeno x 6.38 para leche

** por diferencia

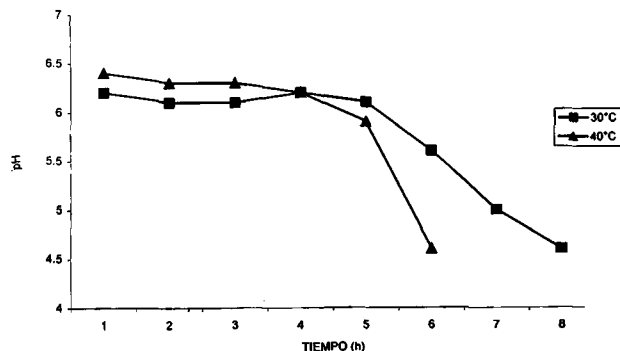
De los resultados obtenidos de la cinética de absorción de agua del garbanzo incubado a diferentes temperaturas (Figura 2), se observa que el máximo porcentaje de absorción se alcanza a las 12 h a $15 \pm 1^\circ\text{C}$, a las 8 h a $30 \pm 1^\circ\text{C}$ y a las 6 h a $40 \pm 1^\circ\text{C}$. Por razones prácticas y de ahorro energético se seleccionó la temperatura de remojo de $15 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 12 h para continuar con el estudio. Cabe aclarar que si se quiere acelerar el proceso de hidratación del garbanzo, se puede trabajar a la temperatura de 40°C . El porcentaje de sólidos obtenidos en el agua de remojo fue del orden de 0.4 °brix, sin embargo, ésta agua no se utilizó para moler el garbanzo ya que en ella podrían contenerse compuestos como la rafinosa y la estaquiosa, que provocan flatulencia, debida a la acción de los microorganismos anaeróbicos intestinales sobre ésta leguminosa (Zamora y Fields).

FIGURA 2
Cinética de absorción de agua del garbanzo incubado a diferentes temperaturas



De las cinéticas de fermentación realizadas utilizando la flora natural del garbanzo, sin inóculo a 30° y 40°C , con agitación (Figura 3), se observa que a 30°C se alcanza el pH deseado de 4.6, a las 14 h, mientras que a 40°C éste valor de pH se alcanza a las 10 h, por lo que se seleccionó a ésta última temperatura para continuar las fermentaciones.

FIGURA 3
Cinética de fermentación de la flora natural del garbanzo
incubado a 30°C y 40°C



Por otra parte, los resultados obtenidos de las pruebas bioquímicas (Tabla 2), indicaron que la mayoría de los microorganismos aislados fueron *Bacillus* gram (+), esporulados, catalasa y glucosa (+) y que además pueden

crecer en condiciones aerobias y anaeróbicas; en una mayor proporción se encontraron *Staphylococcus* gram (+), no esporulados, provenientes probablemente de otras fuentes (molinos, material utilizado); con la tinción de Ziehl - Nielsen se probó que ninguno de los bacilos aislados es alcohol ácido resistente y en algunos casos se detectó la presencia de esporas (tinción Schaeffer - Fulton).

Los resultados obtenidos de las cinéticas de fermentación con la flora natural del garbanzo realizadas a diferentes concentraciones de inóculo (5% y 10% de inóculo en fase logarítmica¹), e incubadas a 30° y 40°C, se presentan en la Figura 4 y Figura 5. De ellas se observa que a la temperatura de 30°C el pH deseado de 4.6 se alcanza con ambas concentraciones de inóculo, a las 14 h, obteniéndose una acidez total de 8.9 y 4.6 mg de ácido láctico/g de muestra, respectivamente; sin embargo, a 40°C, se alcanza el pH de 4.6 a las 12 h con 5% y 10% de inóculo, con una acidez de 8.9 y 8.2 mg de ácido láctico/g de muestra, respectivamente. Por lo tanto, se seleccionó la temperatura de incubación de 40°C con una concentración de inóculo del 10% para continuar con el estudio.

TABLA 2
Pruebas bioquímicas realizadas al extracto fermentado de garbanzo utilizando su flora natural

Colonia	Color	Diámetro	Forma	Bordes	Aspecto	Evaluación	Consistencia	Gram
1	Crema	3 mm	No geométrica	Irregulares	Seco	Negativa	Dura	Bacilos +
2	Crema	1.5 mm	No geométrica	Irregulares	Seco	Negativa	Dura	Bacilos y cocos +
3	Crema	8 mm	Circular	Regulares	Húmedo	Convexa	Suave	Bacilos cortos -
4	Gris amarillento	4.7 mm	Circular	Regulares	Seco con halo	Convexa	Suave algodonosa	Cocos +
5	Amarillo	2 mm	Circular	Regulares	Húmedo	Convexa	Suave	Cocos -
6	Marfil	5 mm	Circular	Regulares	Húmedo	Plana	Suave	Bacilos +
7	No creció	No creció	No creció	No creció	No creció	No creció	No creció	No creció
8	Amarillo		Alargada	Irregulares	Húmedo	Cóncavo	Suave	Bacilos +
9	Rosa con blanco	2 mm	Circular	Regulares	Seco	Cóncavo	Dura	Bacilos +
10	Marfil	25. Mm	Irregular	Regulares	Húmedo	Cóncavo	Suave	Bacilos +
Esporas	A.A. Resistencia	Movilidad	Glucosa	OX/F	Aerobio	Anaerobio	Catalasa	Género
Positivo	Negativo	Negativo	Positivo	Oxidativa	Positivo	Positivo	Positivo	Bacillus
Positivo	Negativo	Negativo	Positivo	Fermentativo	Positivo	Positivo	Positivo	Contaminada
Negativo	Negativo	Negativo	Positivo	Fermentativo	Positivo	Positivo	Positivo	Bacillus +
Negativo	Negativo	Negativo	Positivo	Fermentativo	Positivo	Positivo	Positivo	Staphylococcus
Negativo	Negativo	Negativo	Positivo	Fermentativo	Positivo	Positivo	Positivo	Staphylococcus
Negativo	Negativo	Negativo	Positivo	Oxidativo	Positivo	Positivo	Positivo	Bacillus
No creció	No creció	No creció	No creció	No creció	No creció	No creció	No creció	No creció
Positivo	Negativo	Negativo	Positivo	Fermentativo	Positivo	Positivo	Positivo	Bacillus
Positivo	Negativo	Negativo	Positivo	Oxidativo	Positivo	Positivo	Positivo	Bacillus
Positivo	Negativo	Negativo	Positivo	Oxidativo	Positivo	Positivo	Positivo	Bacillus

1. Los inóculos utilizados provienen del producto obtenido en una fermentación previa.

FIGURA 4

Cinética de fermentación de la flora natural del garbanzo inoculado con 5% y 10% de inóculo incubado a 30°C

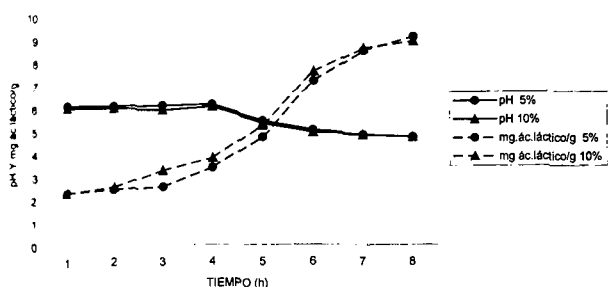


FIGURA 5

Cinética de fermentación de la flora natural del garbanzo con 5% y 10% de inóculo incubada a 40°C

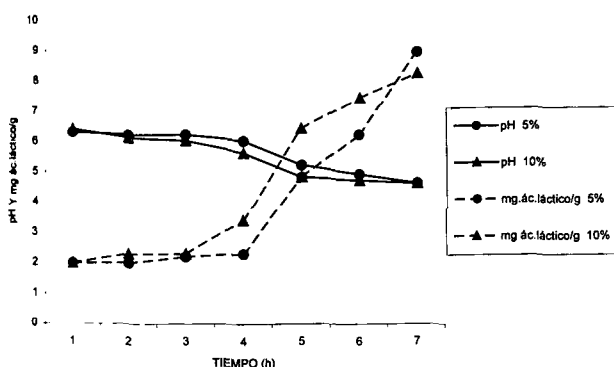


TABLA 3

Características sensoriales y microbiológicas del extracto de garbanzo sometido a un tratamiento térmico (7.7 kg/cm²)

Tiempo (min)	1:0	1:2	1:3	1:4	Cuenta de bacterias (UFC/g)
15	Pasta dura	Pasta densa, sabor a garbanzo	Pasta suave, sabor a garbanzo	Suspensión con sabor a garbanzo crudo	Menos de 10
20	-	Pasta muy espesa, sabor a garbanzo cocido	Pasta suave y gelatinosa, sabor a garbanzo cocido	Suspensión espesa, sabor a garbanzo cocido	Menos de 10
25	-	Pasta dura, sabor a garbanzo cocido	Pasta gelatinosa, sabor a garbanzo cocido	Suspensión con partes gelificadas, sabor a garbanzo cocido	Menos de 10
30	-	Pasta dura, sabor a garbanzo cocido, notas amargas	Pasta gelatinosa, sabor a garbanzo cocido, notas amargas	Suspensión con partes gelificadas, sabor a garbanzo cocido, notas amargas	Menos de 10

En la Tabla 3, se presentan las características sensoriales y microbiológicas del extracto de garbanzo sometido a un tratamiento térmico (7.7 kg/cm²). Se observa, que al someter el E.G. en las diluciones 1:2 y 1:3 durante 15,20,25 y 30 minutos de esterilización las pastas obtenidas presentan una textura gelatinosa, un sabor a garbanzo cocido y para algunas de ellas se informó un resabio con notas amargas. En el E.G. con la dilución 1:4 a los 15 min, se logró mejorar la textura de la pasta pero se obtuvo un sabor a garbanzo crudo; a los 20 min de esterilización, se mejoró el sabor y la textura, sin embargo, al incrementar el tiempo de esterilización del extracto a 30 min., se obtuvieron suspensiones de textura heterogénea, es decir, se observan partes cocidas y partes de la suspensión gelificadas y con sabor a garbanzo cocido y notas amargas. Con base en lo anterior, se seleccionó el tiempo de esterilización de 20 min a 7.7. kg/cm² a una dilución 1:4, lográndose establecer el procedimiento para la obtención del extracto de garbanzo.

De los resultados obtenidos de las cinéticas de fermentación con *L.casei*, *L.plantarum* y el cultivo mixto (5% *L.casei* - 5% *L.plantarum*) inoculados cada uno en caldo MRS, se destaca que tanto *L.casei* como *L.plantarum* presentan un aumento en la cuenta de bacterias lácticas a la segunda hora de fermentación con una disminución de pH y un incremento en la producción de ácido láctico; sin embargo, a partir de la cuarta hora de fermentación, se establece la fase logarítmica de crecimiento en virtud del marcado incremento en la cuenta de bacterias, obteniéndose a la séptima hora de fermentación un pH de 4.5 (similar a la de un yogurt entre 4.2 - 4.6).

Un comportamiento similar se presentó en la fermentación con el cultivo mixto, obteniéndose un ligero sinergismo entre las cepas ya que el mencionado pH de 4.5 se obtuvo entre la sexta y séptima hora de fermentación.

Los resultados obtenidos de las cinéticas de fermentación de *L.casei*, y *L.plantarum*, inoculados cada uno en fase logarítmica al extracto estéril de garbanzo, se presentan en la Figura 6A y 6B. Se observa que en la fermentación con *L.casei*, el pH de 4.5 se alcanza a las 12 horas de fermentación, a este tiempo se tiene una producción de acidez de 1.8 mg ácido láctico/g muestra y una cuenta de bacterias lácticas de 445×10^6 ufc/g; mientras que en la fermentación con

L. plantarum, ese mismo pH se obtuvo a un mayor tiempo (14 horas), con una cuenta menor de bacterias lácticas (368×10^6 ufc/g); sin embargo, en la fermentación con el cultivo mixto (Figura 7), se observa un mayor sinergismo entre las cepas, ya que el pH de 4.5 se obtiene en un tiempo de fermentación de 6 horas con una producción de acidez de 1.7 mg ácido láctico/g muestra y con una cuenta de bacterias lácticas de 265×10^6 ufc/g muestra. Con base en éstos resultados se demuestra que, el uso de un cultivo mixto inoculado en un extracto estéril de garbanzo, incrementa la producción de ácido láctico en un menor tiempo de fermentación.

FIGURA 6A
Cinética de fermentación de *L. casei* inoculado en fase logarítmica al extracto estéril de garbanzo

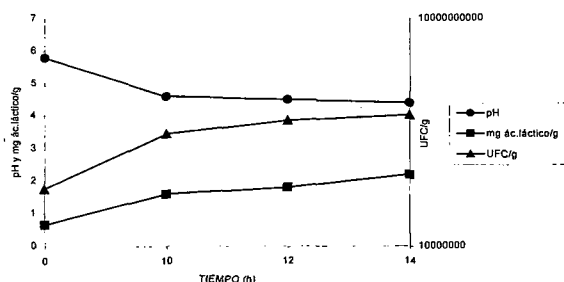
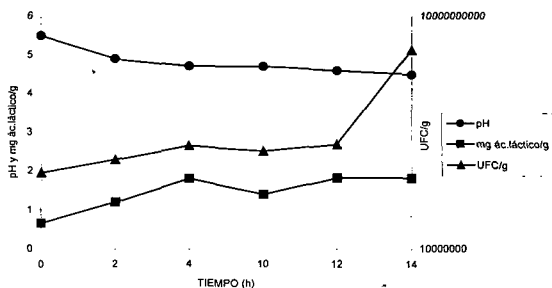


FIGURA 6B
Cinética de fermentación de *L. plantarum* inoculado en fase logarítmica al extracto estéril de garbanzo



Por lo que se refiere a las características físicas y sensoriales del extracto fermentado de garbanzo inoculado con el cultivo mixto (5% *L. casei* - 5% *L. plantarum*) (Tabla 4), se observa que, en general son muy similares a las características que presenta un producto lácteo (yogurt ó queso), elaborado con base en leche, por lo que es posible seleccionar a ésta leguminosa como una materia prima viable para «extender» la leche y con ésta lograr formular productos lácteos con caracte-

terísticas físicas y sensoriales similares a las de un producto lácteo elaborado con 100% leche.

FIGURA 7
Cinética de fermentación del cultivo mixto (5% *L. casei* 5% *L. plantarum*) inoculado en fase logarítmica al extracto estéril de garbanzo

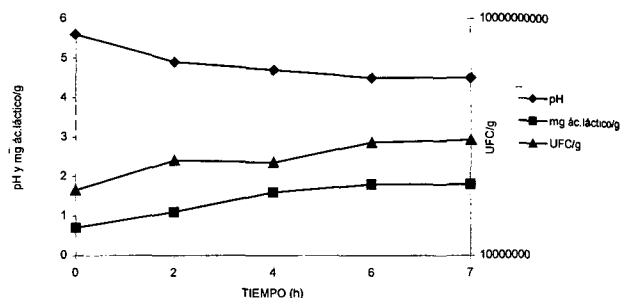


TABLA 4
Características físicas y sensoriales del extracto de garbanzo (*Cicer arietinum L*) inoculado con un cultivo mixto (5%-*L. casei*- 5% *L. plantarum*)

Físicas	Sensoriales
pH 4.5	Tono marfil
Acidez Total (mg ácido láctico/g) 1.8	Aroma lácteo
Viscosidad (cps) 2000 *	Sabor ácido
Sólidos Totales (%) 12	

* 20 rpm, spin 7, 23°C ± 2°C

CONCLUSIONES

Se establecieron las condiciones experimentales para obtener un extracto fermentado de garbanzo y las mejores características físicas y sensoriales del extracto de garbanzo se lograron cuando se sometió a una presión de esterilización de 7.7 kg/cm², durante 20 minutos a una dilución 1:4 (garbanzo:agua).

La concentración de inóculo adecuada para acelerar la producción de ácido láctico y obtener el mayor desarrollo de bacterias lácticas así como el pH deseado de 4.5, fue del 10%, a una temperatura de incubación de 40°C ± 1°C, con agitación durante 10 h.

El uso de un cultivo mixto en el extracto de garbanzo estéril, incrementó la velocidad de producción de ácido láctico en un tiempo de 6 h; el E.G. presentó características físicas y sensoriales muy similares a las de los productos lácteos como el yogurt o el queso.

Por lo anterior, se confirma que el extracto de garbanzo

estéril, se puede utilizar como materia prima para desarrollar productos lácteos "extendidos" con una fuente importante de proteína poco aprovechada en nuestro país para consumo humano y cubrir además, de manera importante, la demanda que presentan éste tipo de productos en el mercado nacional.

REFERENCIAS

1. Casanueva E, Kaufer HM, Pérez LAB y Arroyo P. Nutriología Médica. Ed.Panamericana México,1995
2. Gordon JE. Nutritional Individuality. Am S Dis Child,1975;129(1):422-423.
3. Chávez A y Chávez M. La nueva alimentación. Ed Pax México. México, 1995.
4. Arroyo C. Aspectos de la Industria Lechera en Latinoamérica. Industrias Lácteas,1982;31(4):8-26.
5. Badui S, Viniegra G. Breve análisis de la producción de leche en México: Tecnol Aliment, 1992; 24(3):12-20.
6. Banamex. Perspectivas de la cadena productiva de leche bovino. Dirección de Desarrollo de Mercados y Productos. Subdirección de Información y Análisis. México. 1999.
7. Mendoza ME. El valor de las mezclas proteicas en la alimentación humana. Tecnol Aliment 1969; 4(4).
8. Sánchez A y Lucas F. Alimentos de alto valor proteico para lactantes y preescolares. México (D.F.): Universidad Autónoma de México, 1974.
9. Díaz de Sandi B. Evaluación nutritiva de leguminosas similares. México (D.F.): Universidad Autónoma de México, 1976.
10. Cassís NL y Morales LJ. El garbanzo (*Cicer arietinum* L.) . Cuadernos de Nutrición 1995;18(5):11-16.
11. Kao R. Nutritional aspects of fermented foods from chickpea, horsebean and soybean. Cereal Chem 1978; 55 (4): 512-517.
12. Zamora AF y Fields ML. Nutritive quality of fermented cowpeas (*Vigna sinensis*) and chickpeas (*Cicer arietinum*) . J Food Science 1979; 44(1): 234-236.
13. Beuchat LR and Nail BJ. Fermentation of peanut milk with *L.bulgaricus* and *L.acidophilus*. J Food Sci 1978; 43:1109.
14. Ulloa JA, Valencia ME and García ZH. Protein concentrate from chickpea: Nutritive value of a protein concentrate from chickpea (*Cicer arietinum*) obtained by ultrafiltration and its potential use in an infant formula. J Food Sci 1988; 53 (5):1396-1398.
15. Manak LJ, Lahon JT y Lusas EW. Functionating potential of soy, cottonseed and peanut protein isolates by industrial membrane systems. J Food Sci 1980; 45:236-238.
16. Ulloa JA. Fórmulas médicas infantiles. Convergencia: Revista de Investigación de la Universidad Autónoma de Nayarit. 1986. Año 3(5): 66-88.
17. Ulloa JA. La ultrafiltración en la recuperación de proteína para consumo humano. Ciencia y Desarrollo 1989; 15(89):85-91.
18. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC. 16th ed. Washington, D.C. 1995.
19. Manual del refractómetro Abbe- 3L / Bausch and Lomb.
20. Manual del potenciómetro Orion-research, modelo 601- A / Digital Analyser.
21. Power DZ y McCuen PJ. Manual of BBL products and laboratory procedures. 6a Edition, Becton Dickinson Microbiology Systems.1988.
22. Aparicio OG, Aquino SC, Escamilla AE. Manual de laboratorio de bacteriología médica. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Departamento de Microbiología. 4a Edición, México, 1983.
23. Manual del viscosímetro de Brookfield, modelo RV.
24. Pedrero D y Pangborn RM. Evaluación Sensorial Métodos Analíticos. Ed.Alhambra, México,1989.
25. Witting de Penna E. Evaluación Sensorial. Una metodología actual para Tecnología de Alimentos. Chile.

Recibido: 21-11-1998

Aceptado:16-05-2000