

EL EFECTO DEL USO DE PROBIÓTICOS (LACTOBACILLUS PLANTARUM & LACTOBACILLUS CASEI) Y ENZIMAS AMILASAS (FUNGAMYL) & PECTINASAS (AFPL), EN LA FERMENTACIÓN ÁCIDO-LÁCTICA DE CAMOTE (IPOMOEA BATATAS L.)

Janina Proaño

Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador
jproano@uta.edu.ec

RESUMEN:

Los *Lactobacillus casei* y *Lactobacillus plantarum*, proveen efectos beneficiosos sobre el huésped, en este sentido, se les atribuye: ayuda en la digestión de la lactosa, prevención de infecciones intestinales, acción inmunomoduladora, prevención de cáncer y enfermedades cardiovasculares. Esta investigación tiene su importancia en el aprovechamiento de tubérculos como el camote, utilizando probióticos que mejoran y equilibran la microflora intestinal. El proceso de obtención del lacto-jugo se realizó con la utilización de enzimas (FUNGAMYL) y (AFPL) que actúan en la hidrólisis del almidón, luego se fermenta con la utilización de las bacterias ácido lácticas. Con los datos obtenidos se demostró el efecto que tienen estas bacterias sobre el camote tratado enzimáticamente. Además se realizaron análisis del mejor tratamiento como son cenizas, proteína, sólidos totales, carbohidratos totales, energía, análisis microbiológicos y las características sensoriales según normas reguladas por la AOAC. El trabajo realizado proporciona información sobre el bioproceso para la elaboración de lacto-jugos, a través de la selección de la enzima (FUNGAMYL) como la de mayor actividad cuando se utiliza camote como sustrato y los *Lactobacillus plantarum* para una mejor fermentación, lo cual influyó en mejorar la presentación y las características tanto sensoriales como microbiológicas, de esta manera se espera ofertar un nuevo producto con características funcionales que satisfaga las necesidades del mercado nacional y que sea accesible para todas las familias.

Palabras clave: enzimas, fermentación ácido láctica, probióticos, tubérculos.

ABSTRACT:

Lactobacillus casei and *Lactobacillus plantarum* probiotic bacteria, provide beneficial effects on the host in which it lives, therefore they act as on: lactose digestion, prevention of intestinal infections, immunomodulatory action, prevention of cancer and cardiovascular diseases. The present research is important because is related to lacto – juice of sweet potato tubers using the mentioned probiotics aiming to improve and balance the intestinal microflora in human beings. The process for obtaining lacto-juice was performed with the use enzymes (FUNGAMYL) and (AFPL) to act on starch hydrolysis and then fermented with the use of the above lactic acid bacteria. The data obtained showed the effect of these bacteria on potato enzymatically treated. Moreover analyzes were done conducted on the best treatment as ash content according to AOAC regulations proteins, total solids, total carbohydrates, energy, as well as microbiological analysis and the sensory characteristics. The research work gives information on bioprocess for preparing the sweet potato lacto-juice, using the best enzyme (FUNGAMYL) as the most active when used sweet potato as substrate and *Lactobacillus plantarum* for improve the fermentation process, both sensorial and microbiological features were satisfactory. So it is expected to offer a new product with functional characteristics to meet the needs of the domestic market and accessible to all families.

Keywords: enzymes, lactic acid fermentation, probiotics, tubers.

Artículo Recibido: 1 de julio de 2013

Artículo Aceptado: 25 de septiembre de 2013

1. Introducción

El camote es un tubérculo con elevado contenido de almidón y contienen carotenos que pueden ser usados como pigmentos naturales. En la actualidad se cultiva en 82 países.

En el mundo el rendimiento del cultivo es de 14,75 ton/ha, se considera como el séptimo cultivo alimenticio más importante del mundo en términos de producción. China es el primer productor, con más de 121 millones de toneladas (el 92% de la producción mundial) y un rendimiento de 17 ton/ha, en América Latina, se destacan en su producción Brasil, Argentina, Perú, Haití y Cuba (FAO, 2005) citado por (Sánchez y Combariza, 2006).

Actualmente, los productos probióticos más comunes generalmente se catalogan como leche fermentada y yogurt. Sin embargo, la intolerancia a la lactosa y contenido de colesterol son dos inconvenientes relacionados con su consumo. Se ha sugerido que un jugo de fruta podría servir como medio de cultivo de probióticos (Yoon et. al, 2007). Las frutas y vegetales, alimentos saludables, son ricos en antioxidantes, vitaminas, fibras dietéticas y minerales. Además, no contienen ningún alérgeno lácteo que pudiera prevenir su uso por cierto segmento de la población (Luckow y Delahunty, 2004).

Lactobacillus plantarum es una bacteria láctica heterofermentativa facultativa, metabólicamente muy flexible y versátil que se encuentra en un gran rango de ambientes, incluyendo los productos lácteos y cárnicos-fermentados, el tracto gastrointestinal humano (Kleerebezem et. al, 2003). Sin embargo, su nicho más habitual son los alimentos fermentados de origen vegetal.

Probiotic (2009), indica que *Lactobacillus casei* es una bacteria beneficiosa que se encuentra naturalmente en la boca e intestinos del ser humano. Se produce ácido láctico que ayuda a reducir los niveles de pH en el sistema digestivo e impide el crecimiento de bacterias dañinas. *Lactobacillus casei* se pueden encontrar en "productos lácteos crudos o fermentados y los productos vegetales frescos o fermentados".

Marín et. al, (2009), citan que *Lactobacillus plantarum* y *casei* se caracterizan por ser microorganismos auxótrofos, al no ser capaces de sintetizar todos los factores de creci-

miento, como bases nitrogenadas, aminoácidos y vitaminas del complejo B, requiriendo un sustrato ácido; hacen parte de la microbiota de la leche, la carne, los vegetales, las frutas, los vinos, las mucosas intestinales y vaginales, de donde toman sus requerimientos nutricionales; son genéticamente estables, capaces de alcanzar el intestino humano y multiplicarse sin producir daños al huésped. Éstos, para considerarse probióticos, deben ser viables en el alimento en concentraciones de 10^6 - 10^{11} (ufc/ml), durante el tiempo de vida útil.

La fermentación del ácido láctico aumenta la solubilidad de proteínas y la disponibilidad de aminoácidos limitantes, en algunos llega al 50%. El impacto nutricional de los alimentos fermentados en las enfermedades nutricionales puede ser directo o indirecto. Fermentaciones de alimentos que aumentan el contenido de proteína o mejorar el equilibrio de aminoácidos esenciales, tendrá un efecto curativo directo.

Del mismo modo fermentaciones que aumentan el contenido o la disponibilidad de vitaminas como la tiamina, la riboflavina, la niacina o el ác. fólico puede tener profundos efectos directos sobre la salud de sus consumidores (Steinkraus, 1997).

El objetivo de este trabajo es emplear probióticos (*Lactobacillus plantarum* & *Lactobacillus casei*) y enzimas para la fermentación ácido-láctica de Camote (*Ipomoea batatas* L.).

2. Materiales y Métodos

2.1 Materia prima

El camote variedad (*Ipomoea batatas* L.) se adquirió en el Mercado Modelo de la ciudad de Ambato, los cuales fueron seleccionados antes del proceso. Se utilizó los edulcorantes Stevia y Fructosa.

Las enzimas amilasas y pectinasas utilizados se adquirieron de la empresa Quifatex S.A – de Quito. Las bacterias *Lactobacillus plantarum* fueron suministrados por la Universidad de California en Irvine USA y *Lactobacillus casei* se adquirió en la Farmacia Sana de la ciudad Ambato, de la provincia de Tungurahua.

2.2 Diseño Experimental

Se utilizó un diseño al azar en arreglo factorial A*B*C de 12 tratamientos, con tres replicas. Factor A: concentración de camote. a1= 1:5 y a2=1:10.

Factor B: Tipo de edulcorante.

b1= Fructosa y b2= Stevia.

Factor C: Especie de microorganismo.

c0= Lb. Plantarum. c1= Lb. casei. y c2= Lb. plantarum + Lb. casei

2.3 Preparación de cultivo iniciador

Para preparación de cultivo iniciador se utilizó uva de buena calidad.

2.4 Extracción de jugo

Se distribuyó las concentraciones en los envases de vidrio con el camote rallado y agua esterilizada, se cocinó a 92°C durante 15 min. Posteriormente se realizó ensayos con las enzimas pectinasas y α -amilasas con dos tipos de concentración (0,025% y 0,5%) que se añadieron a cada botella para facilitar desdoblar el almidón. Las botellas se incubaron en una cámara de laboratorio (28 \pm 2 °C) durante 24 horas (tres repeticiones por tratamiento).

2.5 Fermentación

El jugo cocido se utilizó para la fermentación, se inocularon con 3 ml; 1x10⁷ ufc/ml de Lb. plantarum (cultivo iniciador) y Lb. casei (cultivo iniciador). Se incubaron durante 48 horas.

2.6 Análisis en Lacto-Jugo

Se realizaron análisis a los jugos de pH, sólidos totales, acidez, viscosidad. El pH se midió con un medidor de pH (Ex-tech pH100 ExStik Waterproof), la acidez titulable (Villa, 2011) se realizó por titulación, los °Brix se utilizó un Brixómetro (Atago 0-32 %), estos análisis se realizaron cada dos horas durante el proceso de fermentación es decir; 0, 2, 4, 6, 12, 18, 24, 36, 38, 40, 42, 44, 46 y 48 horas. La viscosidad (Alvarado, 1996) se evaluó con el viscosímetro de tubo capilar tipo Ostwald al finalizar el proceso de fermentación.

2.7 Recuento microbiano

Se realizó cinética de crecimiento tanto por pérdida de peso del sustrato y conteo de bacterias del mejor tratamiento, con la utilización de una incubadora que controla la agitación y temperatura (New Brunswick Scientific), el recuento de bacterias coliformes técnica (INEN 1529-8), mohos y levaduras, vida útil del mejor tratamiento técnica (INEN 1529), para el recuento de bacterias se utilizó agar MRS (Man, Rogosa and Sharpe).

2.8 Evaluación sensorial

Los atributos sensoriales: sabor, color, olor, acidez, aceptabilidad, fueron evaluados por 26 panelistas semientrenados las cataciones se las realizó por duplicado, el lacto-jugo se sirvió en vasos de polipropileno transparente que habían sido marcado con números de 3 dígitos al azar. Se dieron indicaciones generales para evitar cualquier confusión. Los métodos estadísticos utilizados para la evaluación de los resultados analíticos fueron, el análisis multivariante y el análisis de correlación. Los datos fueron analizados por el programa estadístico InfoStat y Statgraphics Centurion.

3. Resultados y Discusión /

En los últimos años el desarrollo y mejoramiento de tecnología de obtención y utilización de cultivos microbianos en alimentos, ha provocado un incremento en la seguridad alimentaria, donde se promueve el desarrollo de nuevos alimentos funcionales para mejorar la calidad de vida. El camote es rico en almidón, azúcares y fenoles, pueden servir como buen sustrato para los lacto-jugos. El lacto-jugo o jugo de camote con probióticos, es un nuevo producto beneficioso bajo en calorías 13 Kcal, con carbohidratos totales 3,15 %, con proteína 0,01 % y cenizas 0,11 %, sólidos totales 3,27 %; a diferencia de un jugo sin bacterias, calorías 9 Kcal, con carbohidratos totales 2,33 %, con proteína 0,01 % y cenizas 0,08 %, sólidos totales 2,43 % (LACONAL).

3.1 Tratamiento enzimático de lacto-jugo de camote

El International Starch Institute en Dinamarca (2001), afirma: el gránulo de almidón de camote tiene un diámetro que va desde 4 a 40 micrones, siendo el promedio 19, con contenido de amilosa del 19-25%. En la Fig. 1 se indica el

incremento de °Brix cuando se aplicó las enzimas α-amilasas y pectinasas, por 24 horas.

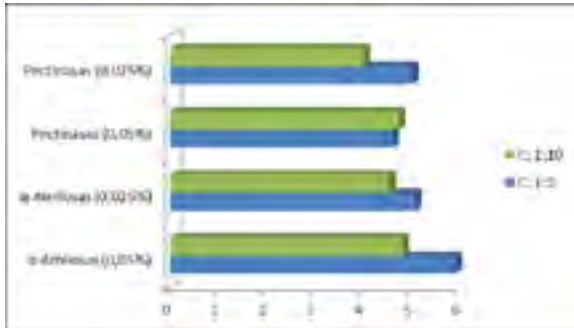


Figura 1. Efecto de la concentración de enzimas pectinasas y amilasas, sobre el °Brix de los jugos.

Al aplicar una prueba múltiple de rangos al 95% de confianza, se determinó que con las enzimas α-amilasas, se tiene mayor concentración en °Brix al 0,05 %.

La utilización de enzimas termoestables presenta muchas ventajas, entre ellas: se eliminan riesgos de contaminación por microorganismos y disminuyen la viscosidad del medio ya que actúan a altas temperaturas. Sin embargo, las α-amilasas fúngicas son más eficaces cuando no es necesario gelatinizar previamente el almidón además de que ofrecen la posibilidad de trabajar a bajas temperaturas (Godfey y Reinchelt, 1983).

3.2 Análisis físicos y químicos

Los cambios en el lacto-jugo se midieron durante el proceso de fermentación cada dos horas, hubo disminución de °Brix al mismo tiempo de pH, e incremento de acidez. El pH es un factor crítico en el desarrollo de sabor y aroma de los productos fermentados (McFeeter, 2004).

El pH óptimo de jugos de vegetales fermentados, como la col y zanahoria se reportan entre 3,8 a 4,5 según (Adams y Nicolaidis, 1997).

En la Tabla 1 se muestra los promedios a las 48 horas de fermentación de *Lb. plantarum*, con sólidos totales (4,73), ácido láctico (1,23 a 1,32 g/l) y de pH (3,13 a 3,57) a diferencia de la utilización de *Lb. casei* con consumo de sólidos totales (2,46), ácido láctico (0,87 a 0,99 g/l) y disminución de pH (4,74), consecuentemente al utilizar *Lb. casei* y *Lb. plantarum* los sólidos totales (3,17), ácido láctico (0,99 a 1,08 g/l) y de pH (4,08-4,22).

| D2 | Edulc. | Microorg. | pH | Acidez | °Brix | Sólidos Totales |
|------|--------|-------------------------------------|------|--------|-------|-----------------|
| 1-5 | Fruct. | <i>Lb. plantarum</i> | 3,46 | 1,17 | 3,07 | 4,73 |
| 1-5 | Fruct. | <i>Lb. casei</i> | 4,72 | 0,87 | 3,20 | 4,46 |
| 1-5 | Fruct. | <i>Lb. plantarum</i> + <i>casei</i> | 4,22 | 1,08 | 3,53 | 4,54 |
| 1-5 | Stevia | <i>Lb. plantarum</i> | 3,57 | 1,23 | 2,87 | 4,46 |
| 1-5 | Stevia | <i>Lb. casei</i> | 4,74 | 0,90 | 3,60 | 3,51 |
| 1-5 | Stevia | <i>Lb. plantarum</i> + <i>casei</i> | 4,69 | 0,99 | 2,60 | 2,64 |
| 1-10 | Fruct. | <i>Lb. plantarum</i> | 3,25 | 1,17 | 1,47 | 3,77 |
| 1-10 | Fruct. | <i>Lb. casei</i> | 4,66 | 0,99 | 1,47 | 2,72 |
| 1-10 | Fruct. | <i>Lb. plantarum</i> + <i>casei</i> | 4,22 | 1,08 | 1,20 | 2,60 |
| 1-10 | Stevia | <i>Lb. plantarum</i> | 3,13 | 1,32 | 0,93 | 2,71 |
| 1-10 | Stevia | <i>Lb. casei</i> | 4,64 | 0,90 | 1,20 | 2,46 |
| 1-10 | Stevia | <i>Lb. plantarum</i> + <i>casei</i> | 4,08 | 1,08 | 1,53 | 2,95 |

Tabla 1. Promedios a las 48 horas de fermentación; valores de pH, acidez, °Brix y sólidos totales.

Los sólidos totales en el producto durante la fermentación disminuyeron, debido a su bioconversión para incrementar ácido láctico y a la utilización durante el crecimiento y metabolismo de los *Lactobacillus*, siendo reportado el mismo comportamiento por (Verna, 2010). En la Tabla 2 se observa cómo influyen las enzimas en la viscosidad a diferentes temperaturas.

Según Espitia (2009), a menudo se nombra las enzimas α-amilasas como enzimas licuantes, debido a su rápida acción para disminuir la viscosidad de las soluciones de almidón, reduce la viscosidad pues rompe los enlaces alfa 1-4 al azar y forma cadenas de glucosa de distintos tamaños. Los altos valores de los coeficientes de correlación establecen que en todos los gráficos hay armonía de sus valores (>0,90).

En las primeras 24 horas las bacterias de *Lb. plantarum* consumieron alrededor del 1% y a las 48 horas donde se finaliza la fase exponencial queda solo el 3% de azúcares totales. Sin embargo una vez agotada la fuente de energética, es capaz de aprovechar otros nutrientes como proteínas y grasas en el medio (Samaniego et. al, 2000), por lo que se recomienda que la fermentación no sea prolongada más allá de las 48 horas en donde se ha agotado prácticamente todo el sustrato.

3.3 Análisis Sensorial

En el ensayo se aplicó dos replicas, de las cataciones a los estudiantes semi-entrenados que cursan los últimos semestres de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, de la Universidad Técnica de Ambato a quienes se les solicito evaluar: color; siendo, 1 muy claro a 5 muy oscuro. Olor; 1 bastante perceptible a 5 nada perceptible. Sabor; 1 agrada mucho a 5 desagrada mucho. Acidez; 1 acidez apenas perceptible a 5 extremadamente ácido y aceptabilidad; donde 1 bastante aceptable a 5 nada aceptable, nótese los promedios de las cataciones en la Tabla 3. Además de un control, éste sin ningún tipo de aditivo, ni Lactobacillus.

| Edul | Microorg. | 5°C (Pa.s) | 10°C (Pa.s) | 20°C (Pa.s) | 30°C (Pa.s) |
|------|----------------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| F. | <i>Lb. plantarum</i> | 2,34E-03 | 1,76E-03 | 1,25E-03 | 9,85E-04 |
| F. | <i>Lb. casei</i> | 1,71E-03 | 1,49E-03 | 1,15E-03 | 8,93E-04 |
| F. | <i>Lb. plantarum</i> | 2,07E-03 | 1,74E-03 | 1,29E-03 | 1,01E-03 |
| F. | <i>Lb. casei</i> | 1,96E-03 | 1,62E-03 | 1,22E-03 | 9,86E-04 |
| S. | <i>Lb. plantarum</i> | 1,97E-03 | 1,60E-03 | 1,27E-03 | 9,59E-04 |
| S. | <i>Lb. casei</i> | 1,75E-03 | 1,46E-03 | 1,03E-03 | 8,09E-04 |
| F. | <i>Lb. plantarum</i> | 1,89E-03 | 1,53E-03 | 1,22E-03 | 9,21E-04 |
| F. | <i>Lb. casei</i> | 1,67E-03 | 1,37E-03 | 1,12E-03 | 8,88E-04 |
| F. | <i>Lb. plantarum</i> | 1,80E-03 | 1,34E-03 | 1,11E-03 | 1,10E-03 |
| F. | <i>Lb. casei</i> | 1,29E-03 | 1,21E-03 | 1,00E-03 | 7,98E-04 |
| S. | <i>Lb. plantarum</i> | 1,86E-03 | 1,44E-03 | 1,15E-03 | 9,17E-04 |
| S. | <i>Lb. casei</i> | 1,71E-03 | 1,44E-03 | 1,11E-03 | 9,05E-04 |

Tabla 2. Valores promedio de viscosidad (Pa.s), con edulcorantes (Stevia (S), Fructosa (F)); 48 horas de fermentación, diferentes temperaturas en lacto-jugo de camote.

3.4 Análisis Estadístico

Los resultados mostraron diferencias significativas ($\alpha=0,05$) entre los tratamientos de los ensayos físicos y bioquímicos, el tratamiento que mostro cambios significativamente es con la cepa de *Lb. plantarum*, a una concentración 1-10 y con edulcorante stevia, consumo de sustrato

(2,71 %) generación de ácido láctico 1,32 g/l y disminución de pH (3,13).

Fumi et. al, (2010) indicaron que *Lb. plantarum* es una bacteria heterofermentativa, ésta posee una gran capacidad biocinética y una perfecta adaptación de medios abundantes en nutrientes y fuentes energéticas debido al tamaño de su genoma, el cual es 50% más grande que la mayoría de bacterias ácido lácticas presentando una gran capacidad metabólica (Vázquez, 2008), razón por la cual puede tener rendimientos mayores.

| D2 | Edulcorante | Microorganismo | C | O | S | A | Ac |
|---------|-------------|----------------------|---|---|---|---|----|
| 1-5 | Fructosa | <i>Lb. plantarum</i> | 2 | 1 | 3 | 3 | 4 |
| 1-5 | Fructosa | <i>Lb. casei</i> | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 1-5 | Fructosa | <i>Lb. plantarum</i> | | | | | |
| 1-5 | Fructosa | <i>Lb. casei</i> | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 |
| 1-5 | Stevia | <i>Lb. plantarum</i> | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| 1-5 | Stevia | <i>Lb. casei</i> | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| 1-5 | Stevia | <i>Lb. plantarum</i> | | | | | |
| 1-5 | Stevia | <i>Lb. casei</i> | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| 1-10 | Fructosa | <i>Lb. plantarum</i> | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 1-10 | Fructosa | <i>Lb. casei</i> | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 1-10 | Fructosa | <i>Lb. plantarum</i> | | | | | |
| 1-10 | Fructosa | <i>Lb. casei</i> | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 |
| 1-10 | Stevia | <i>Lb. plantarum</i> | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 1-10 | Stevia | <i>Lb. casei</i> | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| 1-10 | Stevia | <i>Lb. plantarum</i> | | | | | |
| 1-10 | Stevia | <i>Lb. casei</i> | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| Control | | | 5 | 3 | 4 | 1 | 4 |

Tabla 3. Respuestas de evaluación sensorial, de los diferentes tratamientos. C: Color; O: Olor; S: Sabor; A: Acidez; Ac: Aceptabilidad.

En la evaluación sensorial se indicó que el tratamiento con concentración 1-10, edulcorante Stevia y *Lb. plantarum*, por parte de los catadores fue asignado en los atributos sabor, aceptabilidad, acidez, como: agrada mucho, bastante aceptable y débilmente ácido respectivamente.

Al mejor tratamiento se aplicaron los ensayos de análisis microbiológico, tiempo de vida útil, análisis proximal, cinético de crecimiento de los microorganismos iniciadores.

3.5 Calidad microbiológica

En la Fig. 2 y Fig. 3, se muestra el crecimiento de *Lb. plan-*

tarum tanto por conteo de colonias ufc/ml y por peso de sustrato g/ml. El crecimiento de microorganismos iniciadores presenta dos fases. Mismos resultados reportados en Agudelo et. al, (2010), una primera fase que va desde 0 hasta 24 horas de fermentación correspondiente a la fase exponencial en donde las células se reproducen sin limitación de sustancias nutritivas a velocidad máxima (Flores, 2000), seguida de una fase estacionaria hasta las 48 horas donde no se diferencia un aumento significativo en la densidad celular.

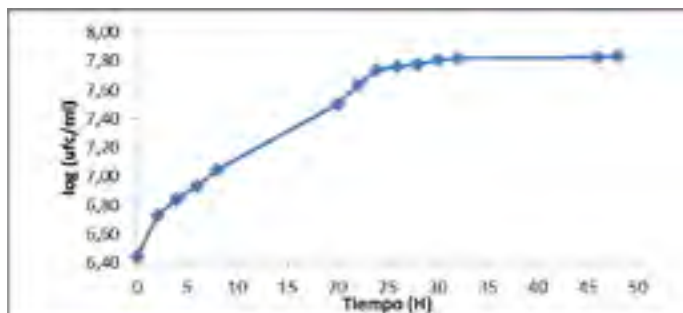


Figura 2. Crecimiento de bacterias ácido lácticas *Lactobacillus plantarum*; conteo de colonias (ufc/ml) vs tiempo (h).

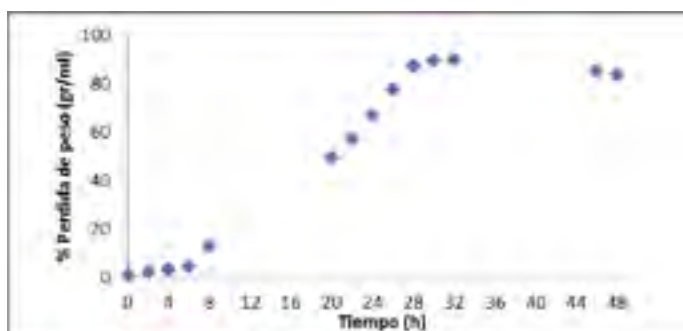


Figura 3. Crecimiento de microorganismos. *Lactobacillus plantarum*; pérdida de peso del sustrato (g/ml) vs tiempo (h)

Para la elaboración de este lacto-jugo fue importante alcanzar acidez y pH deseados por el proceso de fermentación, cabe recalcar este producto no contiene conservante y no fue pasteurizado.

Para el cálculo de vida útil, se realizó el recuento de mohos y levaduras a 5°C, 20°C, 30°C y mediciones de acidez a estas temperaturas, dichos análisis sirvieron para llegar a los niveles permitidos en la Norma INEN: 2395.

Al aplicar las regresiones lineales indicadas en la Fig. 4, con una correlación de 0,980, se estima que el tiempo de vida útil a 5 °C es de 17 días, la acidez (g de ácido láctico/100 g) se

controló cumpliendo la norma MERCOSUR 47/97, donde a los 15 días se encuentra dentro del rango establecido por dicha norma. Ésta temperatura es la adecuada para la conservación del lacto-jugo.

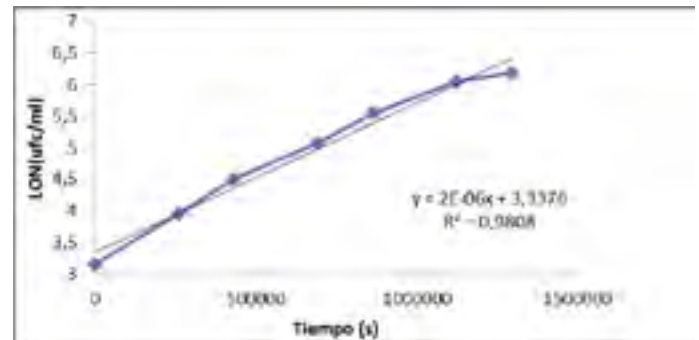


Figura 4. Tiempo de vida útil: Recuento de mohos y levaduras presentes en el mejor tratamiento a 5°C.

A 20°C una correlación de 0,9749 el tiempo de vida útil estimado fue de 7 días, en cambio con las mediciones de acidez (g de ácido láctico/100 g) para cumplir con los requisitos de la norma la vida útil se resume en 5 días.

A 30°C con una correlación de 1 se estima que el tiempo de vida útil tanto en acidez (g de ácido láctico/100 g) como en recuento microbiano es menor a tres días.

Acorde con las mediciones de vida útil, se realizó conteo de *Lactobacillus plantarum* donde a los 15 días se mantenía con $1,15 \times 10^7$ ufc/ml, cumpliendo así con lo mencionado por Colla (2004), indicando que los niveles mínimos de bacterias probióticas están presentes en estos productos a una concentración de 106 ufc/g.

4. Conclusiones

Se emplearon microorganismos probióticos, *Lactobacillus plantarum* y casei, en la elaboración de un jugo a partir de camote, dichos microorganismos influyeron significativamente tanto en las propiedades físicas como en las bioquímicas e microbiológicas, al 95% de confianza se determinó el mejor tratamiento: concentración 1=10 con stevia y *Lactobacillus plantarum*, con un pH final de 3,13, acidez 1,3 (g de ácido láctico/10g) y 1,00 en °Brix, además se comprobó el efecto inhibitorio que tiene debido a la ausencia de coliformes fecales (<10) y *Staphylococcus aureus* (<10) en los lacto-jugos.

Referencias

- [1] Sánchez, D.; Combariza, A. 2006. Estudio De La Obtención De Un Alimento A Partir De Cultivos Biofortificados. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Químico. Santiago de Cali- Colombia
- [2] Yoon, Y.; Woodams, E.; Yong, H. 2007. Jugo de Tomate Probiótico con Bacterias Ácido Lácticas. Departamento de Nutrición y Alimentos, Yeungman University, Kyungsan. Departamento de Ciencias Y Tecnología de Alimentos, Cornell University, Geneva, NY. República de Corea, 712-749.
- [3] Luckow, T., Delahunty, C., 2004. Which juice is healthier. A consumer study of probiotic non-dairy juice drinks. Food Quality and Preference.
- [4] Kleerebezem, M. y Boekhorst, J. 2003. Complete genome sequence of *Lactobacillus plantarum* WCFS1. PNAS 100, 1990-1995
- [5] Probiotic. 2009. *Lactobacillus casei*. Consultado en: <http://www.probiotic.org/lactobacillus-casei.htm> (20/03/2012)
- [6] Marin, A. Z.; Cortés, R. M.; Montoya, O. C. 2009. Evaluación de la viabilidad de crecimiento de la cepa nativa *Lactobacillus plantarum* LPBM10 y la cepa comercial *Lactobacillus casei* ATCC 393 en pulpa de uchuva y en solución isotónica de glucosa. Consultado: redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve.. (01/08/12)
- [7] Steinkraus, K. H. 1997. Classification of fermented foods: worldwide review of household fermentation techniques. Food Control., 8: 311-317.
- [8] International Starch Institute 2001. Sweet Potato. Science Park Aarhus. Denmark. <http://home3.inet.tele.dk/starch/isi/starch/sweetpotato.htm>
- [9] McFeeters, R.F. 2004. Fermentation microorganisms and flavor changes in fermented food. J Food Sci 69(1): 35-37.
- [10] Adams, M.R.; Nicolaidis, L. 1997. Review of the sensitivity of different food borne pathogens to fermentation. Food Control 8: 227-239.
- [11] Verna, E. 2010. Use of probiotics in gastrointestinal disorders: what to recommend?. Therap Adv Gastroenterol; 3(5): 307-319.
- [12] Espitia, L. 2009. Determinación de la concentración de alfa y beta amilasas comerciales en la producción de etanol a partir de almidón de cebada empleando *Saccharomyces cerevisiae*. Consultado en: www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis206.pdf (08/08/2012)
- [13] Samaniego, F.; Castillo, L. M. S.; Maryla. 2000. *Lactobacillus* spp.: Importantes promotores de actividad probiótica, antimicrobiana y bioconservadora. Universitaria del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba.
- [14] Fumi M.D., Sibylle Krieger-Weber, Magali Délérís Bou, J.M. Heras, M. du Toit. 2010. Una nueva generación de bacterias malolácticas para vinos con pH elevado. Enoviticultura, ISSN 2013-6099, N°. 6, págs. 34-38
- [15] Vázquez, A.; 2008 Viabilidad y propiedades fisicoquímicas de leche fermentada probiótica. Tesis de grado para optar por el título Maestra en Ciencia de Alimentos. Escuela de Ingeniería y Ciencias. Departamento de Ingeniería Química y Alimentos. Puebla, México.
- [16] Agudelo, C., Ortega, R., Hoyos, J. L. 2010. Determination of kinetic parameters of two lactic inoculums: *Lactobacillus plantarum* a6 and lactic acid bacterias of yogurt. Facultad de Ciencias Agropecuarias Vol 8 No. 2.
- [17] Flores, N. 2000. Elaboración de cultivos microbianos a partir de pasta de coco y su utilización para borregos en engorda. Tesis de grado para optar por el título Maestra en Ciencias pecuarias. Universidad de Colima. Postgrado interinstitucional de ciencias pecuarias.