



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE BACTERIAS PROBIÓTICAS EN LA  
COMPOTA DE JÍCAMA *Smallanthus sonchifolius*.

**AUTORA:**

Cristina Maricela Suárez Cabrera

**DIRECTORA:**

Dra. Lucía Cumandá Yépez Vásquez, MSc

**COMITÉ LECTOR:**

Ing. Rosario Espín

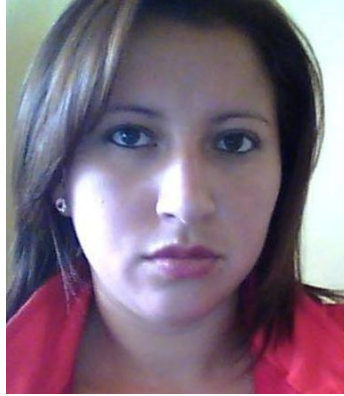
Ing. Holguer Pineda

Ing. Nicolás Pinto

IBARRA-ECUADOR

2016

## HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR



**APELLIDOS:** Suarez Cabrera

**NOMBRES:** Cristina Maricela

**C.I.:** 100356404-2

**CELULAR:** 0995631684

**CORREO ELECTRÓNICO:** [crissuarez061906@yahoo.es](mailto:crissuarez061906@yahoo.es)

**DIRECCIÓN:** Imbabura-Ibarra, calle 13 de abril y Azuay


## FORMATO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**SUÁREZ CABRERA CRISTINA MARICELA**, Evaluación del crecimiento de bacterias probióticas en la compota de jícama *Smallanthus sonchifolius*/TRABAJO DE GRADO. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Ibarra, 19 de julio de 2016.

**DIRECTORA:** Dra. Lucía Yépez Vásquez, MSc.

En la presente investigación se evaluó el crecimiento de bacterias probióticas *Lactobacillus acidophillus* y *Bifidobacterium bifidum* en la compota elaborada con jícama en tres estados de madurez y pH definidos, para lo cual se caracterizó las propiedades físico-químicas de la compota comprobando que la jícama es un alimento funcional debido a sus propiedades prebióticas por su contenido de inulina, la cual incide favorablemente en el crecimiento de las bacterias probióticas.

Ibarra, 19 de julio de 2016



---

Dra. Lucía Yépez Vásquez, MSc.

**DIRECTORA DE TESIS**



---

Cristina Maricela Suárez

**Autora**

**RESUMEN.** La jícama es un tubérculo que almacena carbohidratos en forma de fructooligosacáridos, considerados estimulantes del crecimiento de bacterias probióticas, a diferencia de otros tubérculos que almacenan carbohidratos en forma de almidón. En esta investigación se planteó el uso de la jícama en la elaboración de una compota que sirvió como materia prima, para evaluar el crecimiento de bacterias probióticas, determinar la cantidad de biomasa y su supervivencia en pH similar al del tracto gastrointestinal. Se aplicó un Diseño Completamente al Azar (D.C.A.) con arreglo factorial (A x B) + 1 con tres repeticiones, obteniéndose así 9 tratamientos y 27 unidades experimentales con un peso de 100 gramos cada una. Como análisis funcional se empleó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos, DMS al 5% para factores (pH y madurez de 6, 8 y 12 meses). Las variables evaluadas fueron; cantidad de biomasa, curvas de crecimiento y recuento de microorganismos.

La investigación se inició con la determinación de las edades fisiológicas de la jícama con la que se elaboró la compota y se realizó una caracterización fisicoquímica con la finalidad de conocer la cantidad de inulina presente en la materia prima.

Finalizada la investigación se evidenció que en la compota elaborada con jícama de ocho meses, las bacterias probióticas sobreviven y en 72 horas tienen un apreciable incremento de la población, siendo el mejor el T6 (Tratamiento seis) con un valor de biomasa de  $9,41 \times 10^7$  ufc/g para *Lactobacillus acidophilus* y  $9,30 \times 10^7$  ufc/g para *Bifidobacterium bifidum*; por lo que se concluye que la jícama es un alimento prebiótico por su contenido de inulina y se acepta la hipótesis alternativa planteada, ya que el estado de madurez y el pH si influyen en el crecimiento de *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum*

**Palabras Clave.** Inulina, fructooligosacáridos, prebióticos, curvas, crecimiento

**ABSTRACT.** “Jicama” is a tuber that stores carbohydrates as “fructooligosaccharides”, considered stimulating growth of probiotic bacteria, unlike other tubers that store carbohydrates as starch. In this research, I am using “Jicama” to make compote, which I used as the main ingredient to evaluate the growth of probiotic bacteria, determine the amount of biomass and survival in gastrointestinal tract similar to the pH. I applied a Completely Random Design (C.R.D.) factorial arrangement (A x B) + 1 with three replications, thus, I got 9

treatments and 27 experimental units weighing 100 grams each. As functional analysis Tukey test was used for treatments 5%, 5% for DMS factors (pH and maturity of 6, 8 and 12 months).

The variables were evaluated; amount of biomass, growth curves and enumeration of microorganisms. Previously the physiological age of “Jicama” with the compote was developed and physicochemical characterization was performed in order to determine the amount of inulin present in the raw material was determined. After the investigation showed that the compote made with eight months old “Jicama”, the probiotic bacteria survive and within 72 hours and I has a significant increase in population, being the best treatment T6 with a value of biomass  $9,41 \times 10^7$  ufc /g for “*Lactobacillus Acidophilus*” and for  $9,30 \times 10^7$  ufc / g for “*Bifidobacterium bifidum*”; therefore it is concluded that “Jicama” is a prebiotic food due to its content in inulin and the alternative hypothesis is accepted, since the state of maturity and the pH do influence the growth of “*Lactobacillus Acidophilus*” and *Bifidobacterium bifidum*”.

**Keywords.** Inulin, fructooligosaccharides, prebiotic , curves, growth

## 1. INTRODUCCIÓN.

La jícama es un tubérculo que forma parte de la dieta de las poblaciones originarias, la forma de consumo de este tubérculo es generalmente en estado natural, pero actualmente se ha perdido la tradición de consumo de alimentos nutritivos. La utilización de tubérculos mantienen una tendencia decreciente y desempeñan roles distintos en los sistemas de cultivos sembrados en pequeñas superficies y muchas veces asociadas a otros cultivos, existen dificultades para precisar datos estadísticos (Campos, Cotrina, & Romero, 2013)

Actualmente cubren un área aproximada de 150 000 hectáreas en los andes. Los cultivos andinos que históricamente formaron parte de la dieta de las poblaciones del país, son considerados hoy como alimentos de alta calidad. Además es un cultivo con resistencia a la sequía, helada y salinidad, sin embargo, no se ha conducido muchos trabajos para mejorarlos.

Los cultivos andinos, tanto granos, tubérculos, raíces, frutales, aromáticas y medicinales, tienen un gran potencial de

transformación en productos procesados (Clavijo & Perez, 2012).

Estos tubérculos han sido por muchos años el sustento de la seguridad alimentaria de las comunidades indígenas, principalmente de la sierra ecuatoriana y que últimamente por falta de uso en la alimentación de la población han dejado de ser conservadas por los productores (FAO, 2007).

**2. MATERIALES Y MÉTODOS.** La jícama utilizada como materia prima en la investigación fue adquirida en el cantón Otavalo.

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial (AxB)+1 con 9 tratamientos y tres repeticiones y se obtuvo 27 unidades experimentales.

#### **Materia Prima**

Compota de Jícama

#### **Cepas**

- *Lactobacillus acidophilus*
- *Bifidobacterium bifidum*

#### **Equipos**

- Congeladora
- Balanza analítica
- Autoclave
- Incubadora de anaerobios
- pH metro

- Microscopio
- Cámara de Neubauer

#### **Insumos y Materiales**

- Medios de cultivo
- Reactivos
- Materiales de laboratorio

#### **PROCESO.**

##### **Madurez fisiológica.**

La madurez fisiológica se determinó con la finalidad de identificar en qué etapa de madurez la jícama presenta las mejores condiciones para el crecimiento de bacterias probióticas, dado que sus propiedades difieren en cada estado, por ello se determinó el contenido total de sólidos solubles (SST) y pH.

##### **Propiedades físico-químicas de la compota con jícama a tres estados de madurez.**

Se realizó los siguientes análisis a la materia prima compota elaborada con jícama a cada una de las edades; en floración (6 meses), dos meses después de la floración (8 meses), seis meses después de la floración (12 meses): Humedad, fibra cruda, extracto etéreo, medición del pH, actividad antioxidante, proteína, inulina, azúcares reductores y azúcares totales.

**Supervivencia de *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum* en compota con jícama a tres estados de madurez.**

La supervivencia de las bacterias probióticas se determinó mediante el método de cultivo en placa, realizando cultivos de *Lactobacillus acidophilus* ATCC 314 y *Bifidobacterium bifidum* ATCC 11863 en las compotas elaboradas con jícama y previo ajuste del pH según lo establecido en el diseño experimental y se tomó muestras cada 24 horas hasta las 130 horas para medir la población microbiana.

**Determinación de biomasa.**

Se utilizó cultivos de *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum*, las cuales se inocularon en compota de jícama previamente elaborada tomando en cuenta los estados de madurez y diferentes pH; a las 72 horas, donde se logra el mayor crecimiento se tomaron muestras y se realizaron diluciones hasta llegar a  $10^{-4}$ , de ésta dilución se tomaron 10 ul y se realizó el recuento en cámara de Neubauer para determinar la biomasa de cada cepa mediante el cálculo correspondiente aplicando la siguiente fórmula para la determinación de biomasa.

$$\text{Concentración} = \frac{\text{número de células} \times 10.000}{\text{número de cuadros} \times \text{dilución}}$$

**3. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

Para establecer la madurez fisiológica de la jícama se analizó la cantidad de sólidos solubles y pH de los tubérculos de jícama en tres estados de madurez como se muestra en la siguiente Tabla 11.

Madurez de la Jícama	pH	°Brix
6 Meses(En floración)	6,06	10
8 Meses(Dos meses luego de la floración)	6,25	11,13
12 Meses(Seis meses luego de la floración)	6,99	12

La jícama de ocho meses presenta 11,13 °Brix y un pH de 6,25 que permite mantener la jícama en condiciones adecuadas para su utilización.

Concordando con Mujica & Ortiz, (2012) que establecen que la madurez de la jícama a los 8 meses de cosecha, es la que presenta mayor cantidad de fructooligosacáridos (FOS) y un porcentaje de 11,88 sólidos

solubles °Brix por lo que se encuentra en condiciones para ser utilizada ya sea en la agroindustria o para consumo directo.

### **Características físico-químicas de la compota de jícama.**

En la tabla 1 se observa los análisis físicoquímicos de los estados de madurez: 6 meses, 8 meses, 12 meses, de los cuales se hace más énfasis en la cantidad de carbohidratos y el porcentaje de inulina ya que, son condicionantes para el crecimiento de los *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum*, es decir a menor cantidad de carbohidratos mayor cantidad de inulina.

La compota de jícama presento 2,57% de inulina a ocho meses mientras que 1,85 % a los 12 meses y 1,58 % a los 6 meses. Concordando según Álvarez Borroto, Ruano Nieto, Calle Miñaca, & Lara Fiallos (2014) que determinan que la inulina es un prebiótico de alto peso molecular y modifica la microflora intestinal”.

### **Supervivencia de bacterias probióticas en compota de jícama.**

En la investigación se demuestra que la compota elaborada con jícama de ocho meses a un pH de 4,5 estimula el

crecimiento debido a la cantidad de inulina con un valor de 2,57% en *Lactobacillus acidophilus* con un valor de  $8,72 \times 10^7$  ufc/ml y para *Bifidobacterium bifidum* con un valor de  $5,29 \times 10^7$  ufc/ml.

Según Mayorga, Bustamante, Gutiérrez, Barranco & Azaola, (2010) Las *Lactobacillus* sin importar su origen sean cepas aisladas o cepas comerciales, son capaces de sobrevivir en las condiciones más estresantes de (pH 2 y pH 9). Lo que concuerda con la presente investigación.

## **4. CONCLUSIONES**

- La madurez optima de la jícama se determinó en función de la cantidad de sólidos totales y del pH, concluyéndose que la jícama de ocho meses es la mejor ya que presenta 11,13 °Brix y un pH de 6,25 lo que favorece el crecimiento para las bacterias probióticas.
- De los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos de la compota de jícama, se concluye que la elaborada con jícama de ocho meses presenta el porcentaje más alto de concentración de inulina con un valor de 2,57% y menor proporción de carbohidratos con un valor 17,10 % en relación con las compotas de jícama elaboradas con diferente madurez que



presenta valores menores en inulina y mayor en carbohidratos.

- En cuanto a la calidad microbiológica, la compota de jícama de ocho meses presenta valores inferiores a 10 ufc cumpliendo con la Norma NTE INEN 2337: (Jugos, pulpas concentrados néctares, bebidas de frutas y vegetales).
- Mediante el análisis de las curvas de crecimiento de *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum* cultivadas en compota de jícama, se determina que el mejor tratamiento es tratamiento seis (Compota elaborada con jícama de ocho meses y pH de 4,5) ya que presenta  $8 \times 10^7$  y  $5,29 \times 10^7$  ufc/ml respectivamente en un tiempo de 72 horas, condición que comprueba que la jícama es un prebiótico que favorece el crecimiento de dichas bacterias benéficas.
- La biomasa es la cantidad de microorganismos acumulados mediante el crecimiento, es decir se incluyen microorganismos vivos y muertos en su totalidad. En la presente investigación la biomasa aumenta de acuerdo al tiempo siendo el máximo de 72 horas, por lo que el tratamiento seis alcanza un valor de  $9,41 \times 10^7$  ufc/g para *Lactobacillus*

*acidophilus* y para *Bifidobacterium bifidum*  $9,30 \times 10^7$  ufc/g

- Se acepta la hipótesis alternativa planteada, ya que el estado de madurez y el pH si influyen en el crecimiento de bacterias: *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum* obteniendo mayor crecimiento de estas bacterias benéficas en el tratamiento seis (compota con jícama de ocho meses y un pH de 4,5).

#### 4. RECOMENDACIONES

- En esta investigación se utilizó jícama morada Ecu 1221123 para la elaboración de la compota, pero se recomienda realizar estudios similares con otras variedades.
- Al ser la jícama de ocho meses la que presenta mayor capacidad prebiótica se recomienda utilizarla en la elaboración de otros productos agroindustriales como: mermeladas, jugos, pulpas, productos mínimamente procesados.
- Establecer la formulación y un estudio del tiempo de vida útil de la compota de jícama para su posible comercialización.

#### 5. REFERENCIAS

Álvarez Borroto, C. R., Ruano Nieto, C. A., Calle Miñaca, M. R., & Lara Fiallos, M. V. (2014). Extracción y determinación de inulina del ajo

común autóctono (*Allium sativum*). *Revista Cubana Química*, 131-146.

Campos, M., Cotrina, L., & Romero, B. (2013). Extracción y caracterización de la inulina de tubérculos. *Instituto de Investigaciones de la facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 14.

Clavijo, N., & Pérez, M. (2012). Tubérculos andinos y conocimiento agrícola local en comunidades del Ecuador y Colombia. *Cuadernos de desarrollo rural*.

FAO. (2007). Aprovechamiento biotecnológico de residuos gananciales y vegetales para la producción de biofertilizantes líquido o biabono. Ibarra-Ecuador.

Mujica, A., & Ortiz, R. (2012). La importancia de los cultivos andinos. *FERMENTUM*, 11.

Mayorga, I., Bustamante, C., Gutiérrez, A., Barranco, E., & Azaola, A. (2010). Crecimiento, sobrevivencia y adaptación de *Bifidobacterium infantis* a condiciones ácidas. *Revista*

*Mexicana de Ingeniería Química*, 259-260.

## 6. CUADROS Y GRÁFICOS

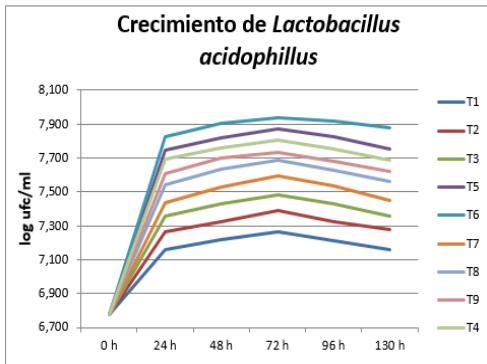
**Tabla 1.**

**Propiedades físico-químicas de la compota elabora con jícama entres estados de madurez.**

Parámetro Analizado	Unidad	Resultados			Método de ensayo
		M1	M2	M3	
Humedad	g/100g	75,15	75,45	74,57	AOAC 925.10
Azúcares Reductores Libres	g/100g	5,78	6,92	9,01	AOAC 932.14C
°Brix	—	24	24	24	AOAC 932.14C
pH	—	4,5	4,5	4,5	AOAC 981.12
Proteína Bruta	g/100g	3,40	3,49	4,0	AOAC 920.87
Extracto Etéreo	g/100g	2,70	3,20	2,72	AOAC 920.85
Cenizas	g/100g	1,0	0,77	1,18	AOAC 923.03
Fibra Bruta	g/100g	0,95	0,60	0,96	AOAC 932.14C
Carbohidratos totales	g/100g	17,40	17,10	17,53	Cálculo
Calorias	Kcal/100g	110,06	111,14	110,60	Cálculo
Actividad antioxidante	uMTrolox/g	30,03	27,25	24,07	DPPH
Acidez	mg/100g	0,89	0,89	0,89	AOAC 954.07
Inulina	%	1,58	2,57	1,85	HPLC

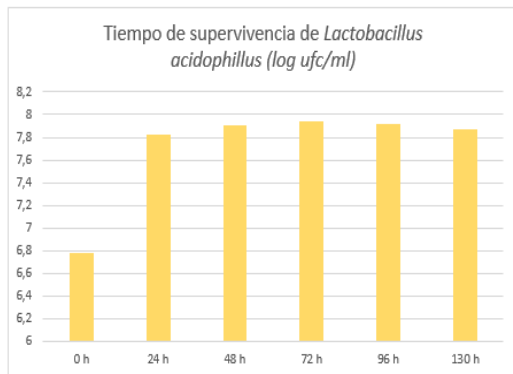
**Gráfico 1.**

**Curvas de crecimiento de *Lactobacillus acidophilus***



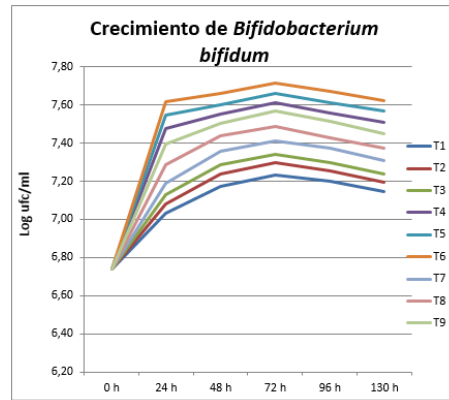
**Gráfico 2.**

**Tiempo de supervivencia de *Lactobacillus acidophilus* del mejor tratamiento.**



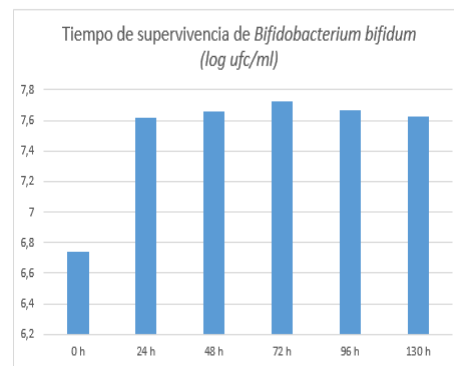
**Gráfico 3.**

**Curvas de crecimiento de *Bifidobacterium bifidum***



**Gráfico 4.**

**Tiempo de supervivencia de *Bifidobacterium bifidum* del mejor tratamiento**



## 7. RESUMEN CURRICULAR

Nacida en la ciudad de Ibarra Provincia de Imbabura país Ecuador el 6 de Enero de 1990, actualmente estudiante de decimo semestre de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica del Norte, al momento me encuentro finalizando la tesis mencionada para optar por el título profesional de Ingeniera Agroindustrial.

