



**Desarrollo de un método de conservación de la jícama (*Smallanthus sonchifolius*) como producto mínimamente procesado**

**Autor:**

**David Miguel Chamorro Rivadeneira**

Universidad Técnica del Norte Ibarra Ecuador [migeldavidchr@hotmail.com](mailto:migeldavidchr@hotmail.com)

**RESUMEN.** Este trabajo tuvo como objetivo desarrollar un método de conservación para la jícama (*Smallanthus sonchifolius*) como producto mínimamente procesado, tomando en cuenta dos factores de estudio como la proporción del líquido de cobertura y la temperatura del mismo.

Para la experimentación se tomaron en cuenta dos factores: la temperatura del líquido de cobertura a 70°C y 85°C, y la proporción de ácidos (acético-cítrico) 1:1, 1,5:1 y 1:1,5 respectivamente.

Para el desarrollo de la presente investigación se aplicó un Diseño Completamente al Azar (D.C.A.) con arreglo factorial A x B, con tres repeticiones, 6 tratamientos, con 18 unidades experimentales con las siguientes características: capacidad del envase 250 ml, peso drenado 116g, volumen de líquido de cobertura 112 ml y espacio de cabeza 1cm; y como análisis funcional se empleó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos y Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 5% para factores.

Las variables cuantitativas físicas fueron; pH, dureza, color; temperatura de escaldado y capacidad prebiótica (mejor tratamiento), y en las variables cualitativas olor, color, sabor y textura.

Luego de realizar los respectivos ensayos se logró obtener un producto de calidad y se determinó un método de conservación para la jícama como producto mínimamente procesado, dando como mejor tratamiento al

que fue aplicado una temperatura al líquido de cobertura de 70°C y una proporción de la mezcla del líquido de cobertura de 1,5:1, que corresponde al tratamiento dos (T2).

**Palabras Clave.** Procesamiento, mínimo, temperatura, conservación, método, fructooligosacaridos.

**ABSTRACT.** This research aimed to develop a conservation method for the jicama (*Smallanthus sonchifolius*), as a minimally processed product, taking into account two factors of study such as the proportion of the cover liquid and the temperature of it.

Two factors were taken into account for the experimentation: the temperature of the cover liquid at 70 ° C and 85 ° C, and the proportion of acids (acetic-citric) 1: 1, 1: 1, 1,5: 1 and 1: 1,5 respectively.

For the development of this research, a Completely Random Design (C.R.D.) was applied with factorial arrangement A x B, with three replications, 6 treatments, with 18 experimental units with the following characteristics: Capacity of the container 250 ml, drained weight 116 g, volume of covering liquid 112 ml and head space 1cm; and as a functional analysis, the Tukey test at 5% for treatments and 5% Minimal Significant Difference (M.S.D.) for factors were used.

The physical quantitative variables were; PH, hardness, color; Scalding temperature and prebiotic capacity (best treatment), and in the

qualitative variables odor, color, taste and texture.

After carrying out the respective tests, a quality product was obtained and a preservation method was determined for the jicama as a minimally processed product, giving as the best treatment to which a temperature was applied to the coverage liquid of 70 ° C, and a proportion of the mixture of liquid of coverage of 1.5: 1, corresponding to treatment two (T2).

### 1. INTRODUCCIÓN.

En la actualidad se viene generando en la población un mayor interés por el jícama, debido al descubrimiento y difusión de sus propiedades benéficas para la salud (Castillo & Vidal, 2009). Debido a que se ha demostrado que la raíz de esta planta contiene fructooligosacáridos (FOS).

Los fructooligosacáridos (FOS) son azúcares de reserva que existen en varias especies de plantas, pero es en la jícama donde se encuentran en mayores cantidades (Manrique et al.,2005).

La evidencia científica reconoce a los fructooligosacáridos (FOS) como prebiótico al ser una fibra dietética que ayudaría a prevenir el cáncer de colon, el estreñimiento y puede ser usado en el diseño de dietas hipocalóricas para diabéticos por su reducido contenido calórico.

Con la siguiente investigación se quiere desarrollar un método de conservación para la jícama como producto mínimamente procesado, el cual no afecte sus propiedades nutritivas y sus características organolépticas (sabor, olor, color y textura) prolongando la vida útil con beneficios prebióticos potenciales para la salud humana y así difundir las propiedades nutritivas e incentivar el cultivo y consumo de la raíz de la jícama.

### 2. MATERIALES Y MÉTODOS.

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial AxB con tres repeticiones.

Materiales	Equipos
Envases de vidrio de 250 ml	Balanza analítica
Cuchillo con mango de plástico	Termómetro digital
Vasos de precipitación 500 ml	Penetrómetro
Recipientes de acero inoxidable	Cocina
Recipientes plásticos de 10 litros de capacidad	Peachímetro
Jarras con graduación	Tablas colorimétricas
Probeta de 200ml	
Ollas de acero inoxidable	
Cucharas	

Materia prima	Insumos
Raíces de jícama	Vinagre comercial
	Ácido cítrico (C6H8O7)
	Hipoclorito de sodio

(NaClO)

Agua

---

## **PROCESO.**

### **Recepción**

Se receiptó la materia prima del proveedor, tomando en cuenta que no tenga agujeros causados por el cutzo (*Phyllophaga spp*), los cuales no presenten necrosis causadas por los hongos fusarium, la corteza de la cascara debe ser liza y sin imperfecciones, originadas por el azadón o palas, elementos que se usan durante la cosecha. Se supervisó la cosecha con el fin de verificar la madurez fisiológica de la planta, según el estudio de Álvarez et al. (2012) las raíces alcanzan su madurez a los 9 meses, dependiendo de la zona donde se cultiva. La cosecha se realiza cuando la planta está completamente marchita y sus hojas amarillas o resacas con tendencia a desprenderse. Se pesó en una balanza digital con precisión de 1g, para conocer qué cantidad de masa de raíz de jícama se receiptó.

### **Selección**

Se seleccionó las raíces que tengan un diámetro mínimo de 25 cm y con un peso aproximado o superior a 400g, sin agrietamientos causados por la sobre madurez y que tengan tamaño y forma uniforme.

### **Pesaje 2**

Después de realizar la selección de la jícama, se pesó en una balanza digital con precisión de 1g, para conocer la cantidad de materia prima que ingresa al proceso y a su vez conocer la masa de jícama que no cumple con las características requeridas para la elaboración del producto.

### **Lavado y desinfección**

Se lavó las raíces de jícama con agua corriente potable y al mismo tiempo se aplicó fricción con una fibra abrasiva sobre la corteza de la raíz, para facilitar la eliminación de materias extrañas como pequeñas ramas, tierra e insectos adheridos a la jícama, seguidamente se desinfectó las raíces, sumergiéndoles en agua potable a 4°C con 200ppm de hipoclorito de sodio por su acción bactericida.

### **Pelado**

Esta acción se realizó con la finalidad de remover la corteza o piel vegetal, para esto se utilizó un cuchillo de acero inoxidable, con el objetivo de retirar la corteza, logrando de esta manera no aumentar las pérdidas de materia prima por esta acción.

### **Cortado y seccionado.**

En esta operación se da forma de bastón a la jícama con dimensiones de 1,5x1,5x3cm, esperando que tenga un aspecto visual atractivo al producto final. Esta operación se

realizó tratando de aprovechar al máximo la raíz.

### Higienizado

Se sumergió los batones de jícama en una solución con 0,03% de ácido cítrico, con el objetivo reducir la carga microbiana y a su vez para prevenir la acción de las enzimas polifenoloxidasas (PPO), además este proceso ayuda a eliminar las partículas de jícama y otras impurezas adheridas a los bastones durante el cortado y seccionado.

### Llenado

Los bastones de jícama se acomodaron en los frascos estériles y se vertió el líquido de cobertura, en una relación de jícama – líquido de cobertura de 51% y 49% respectivamente. El líquido de cobertura fue añadido a la temperatura de 70°C u 85°C según el tratamiento dejando un espacio de cabeza de 1cm.

### Evacuado

Se escaldó a los tratamientos T1, T2 y T3 a la temperatura de 55°C y a los tratamientos T4, T5 y T6 a la temperatura de 66°C por 4 minutos, con la finalidad de evacuar la mayor cantidad de aire del espacio de cabeza y reducir la carga microbiana.

### Sellado

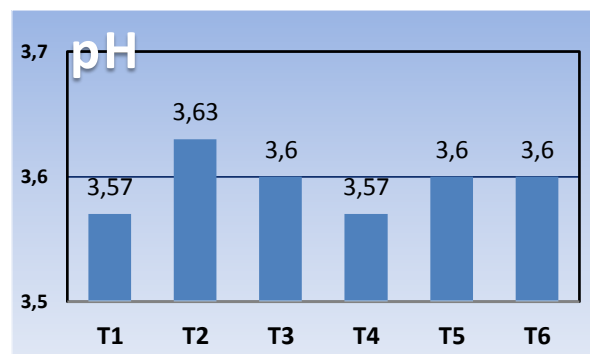
Después del evacuado se enfriaron los envases sumergiéndolos en agua a 4°C, para producir un vacío parcial en el espacio de cabeza, lo cual sella herméticamente el envase.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Análisis Cuantitativo: Las variables evaluadas fueron:

**pH:**

Grafico 1. pH



El pH 3,6 del líquido de cobertura es adecuado para bajar la acción de la polifenoloxidasas, la cual está encargada del pardeamiento de los alimentos que se produce por acción de este tipo de enzimas, así como enuncia Bello (2000), “En general, el sistema es activo en la zona situada entre los pH 5,0 y 7,0, con preferencia por el rango 6,0 – 6,5. Aunque su pH óptimo no se encuentra bien definido. El sistema se inactiva cuando el pH del medio alcanza las zonas ácidas inferiores a 3,0.”

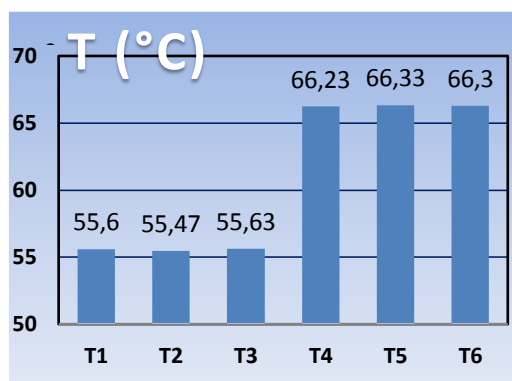
El ácido cítrico también previene el pardeamiento enzimático, ya que inhibe la polifenoloxidasas reduciendo el pH y

secuestrando el cobre en el sitio activo de la enzima (Alzamora et al., 2004).

La acidificación o reducción de pH limita el crecimiento de una serie de microorganismos, que no se desarrollan en pH ácidos. Algunas especies de *Streptococcus* y *Lactobacillus* así como ciertos mohos pueden crecer a pH superior a 3,6; prácticamente, sólo algunos mohos pueden crecer a pH inferiores. (Barreiro & Sandoval, 2006), por lo tanto, un pH ácido ayuda a bajar la actividad microbiana.

### Temperatura de escaldado

Gráfico 2. Temperatura



Las temperaturas elevadas pueden producir cambios negativos, así como enuncia Vincent et al. (2006), “se produce la desnaturalización proteica, la pérdida de sustancias solubles como vitaminas, sales minerales y azúcares. Los cloroplastos y cromoplastos se hinchan y desintegran, análogamente ocurre con los gránulos de almidón produciéndose su solubilización y gelatinización ocupando,

finalmente, todo o parte del citoplasma celular.”

Los tratamientos térmicos disminuyen la firmeza de los vegetales; sin embargo, se ha comprobado que el escaldado Temperaturas Bajas – Tiempos Largos (LTLT), a pesar de ser un tratamiento térmico, protege al vegetal de la pérdida de firmeza, aun cuando se someta a un tratamiento térmico posterior. Se piensa que esta protección está íntimamente relacionada con la activación de la enzima pectinesterasa (PE) que desesterifica los grupos metil éster del ácido galacturónico de las pectinas, produciendo metanol y grupos carboxilo; estos últimos forman pectatos con los iones calcio y magnesio presentes en los tejidos vegetales, dando lugar, por sí mismos y por su interacción con otros polisacáridos como celulosa y hemicelulosa presentes en la pared celular a la formación de estructuras insolubles en agua (Aguilar, 1999).

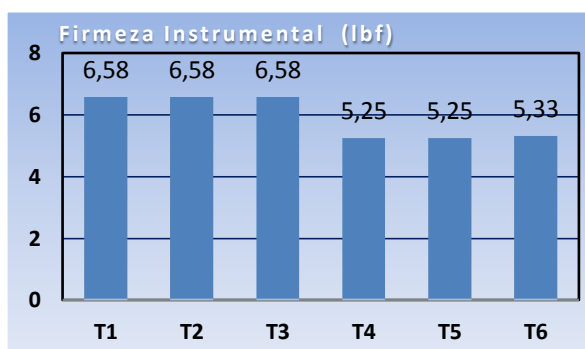
El escaldado a baja temperatura ( $< 70^{\circ}\text{C}$ ) por tiempos largos conserva la dureza del vegetal, esto se da debido a la activación de la enzima pectinesterasa, la cual ocasiona una serie de cambios bioquímicos y produce menos solubilización de las sustancias pécticas lo que trae como resultado la formación de compuestos insolubles que dan lugar a un tejido más firme (Huerta, 2005).

Las polifenoloxidasas o tirosinasas, tienen una actividad óptima a pH 5 a 7 y 30 a 40 °C, que requieren de cobre como cofactor (el metal está de forma natural en el vegetal) (Badui, 2012). El escaldado por tiempo largo (4 min) y temperaturas bajas (55,5 y 66,3 °C), a la que se sometió a la jícama como producto mínimamente procesado, fue adecuada para inactivar la enzima polifenoloxidasa presente en la jícama.

El vacío que se produce en el espacio de cabeza del envase es importante, para reducir la disponibilidad de aire para posibles esporas de microorganismos existentes en el producto final, tal como indica Húbe et al. (2010) “El grado de vacío que se logra tendrá incidencia directa sobre la disponibilidad de oxígeno en el interior del envase y por lo tanto, sobre la posibilidad de desarrollo de algunos microorganismos esporulados aerobios o microaerofílicos que sobrevivan al tratamiento térmico. También afectará el tiempo de vida útil del producto”.

### Dureza Instrumental:

Grafico 3. Dureza Instrumental.



El cambio de dureza en vegetales escaldados está asociado al ablandamiento de sus tejidos. Sin embargo, estos cambios pueden describirse mediante el daño que ocasiona el calor a las membranas celulares asociada la pérdida de la presión de turgencia y los cambios de la pectina por reacciones de polimerización y fenómenos de solubilización (Mendoza, 2012).

Por otro lado, la activación de la enzima pectinesterasa (PE), hidroliza los grupos metil-ester del material péctico liberando grupos carboxilo que forman sales con los cationes divalentes presentes en el medio. Esta unión entre cadenas adyacentes da como resultado una mayor firmeza de la estructura y su manifestación en la textura del producto (Fernández, 2008).

**Comparacion de color:** No se registró diferencia de color en la jícama como producto mínimamente procesado tratamiento térmico ayuda a la inactivación de la enzima polifenoloxidasa, tal como enuncia Badui (2013) “Cada enzima tiene un intervalo óptimo de temperatura en el cual se logra una mayor actividad, la mayoría tiene un óptimo que se encuentra entre 30 y 45 °C”. El uso de compuestos químicos que disminuyan el pH del producto, o acidulantes, es una de las alternativas que se ha evaluado para el control del pardeamiento, ya que se ha visto que la actividad de la polifenoloxidasa (PPO)

disminuye a pH menores a 4,5. El acidulante más común es el ácido cítrico (Gómez, 2010).

La mayoría de las enzimas disponen de rango de pH relativamente estrecho en el que presentan una actividad óptima y se desactivan en pH extremos (Badui, 2013). El escaldado por tiempos largos a bajas temperaturas, el pH y la composición del líquido de cobertura, fueron eficientes para inhibir la acción de la polifenoloxidasas, que es la encargada del pardeamiento enzimático y por ende del cambio de color de las frutas y vegetales. En consecuencia el cambio de color de la jícama como producto mínimamente procesado fue imperceptible.

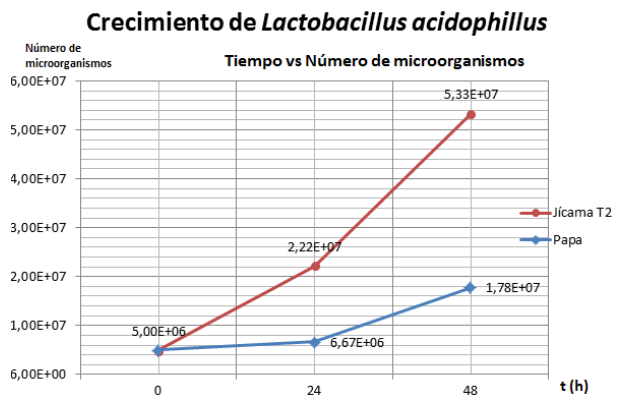
**Análisis físico-químico:** La reducción de materia seca es notable, entre la jícama sin procesar y la jícama del mejor tratamiento, esto se debe al escaldado a baja temperatura (< 70°C) al que se sometió a la jícama, así como enuncia Barreiro & Sandoval., (2006), una pérdida de materia seca original (3-9%), la cual se incrementa al cortar o reducir el tamaño de partículas del producto a ser escaldado (8-26%).

Entre los compuestos hidrosolubles que más tienden a perderse en el proceso están los azúcares, las sales minerales, las proteínas y vitaminas hidrosolubles. Al disminuir la temperatura de escaldado se tienden a reducir las pérdidas por lixiviación. (Barreiro &

Sandoval, 2006), por esta razón existen diferencias entre la jícama y el producto mínimamente procesado.

Por otro lado, el aumento de potasio y calcio de la jícama como producto mínimamente procesado es mayor que la jícama fresca, ya que al preparar los líquidos de cobertura se utilizó agua potable que contiene sales de calcio, potasio y minerales, por lo tanto, en el análisis físico-químico se evidenció una diferencia entre la jícama mínimamente procesada y la jícama fresca.

### Capacidad prebiótica:



capacidad prebiótica de los fructooligosacáridos (FOS) que contiene la Jícama como producto mínimamente procesado, en comparación a otros alimentos que no contienen fructooligosacáridos como la papa. Es indudable que los Fructooligosacáridos cumplieron un papel fundamental como nutriente de los *Lactobacillus acidophilus*, para que estos puedan desarrollarse de forma óptima.



Bernal et al. (2012), en su estudio de evaluación y cinética de crecimiento de lactobacilli utilizando fructanos de agave determinaron que: “la concentración de biomasa para *L. casei*, *L. paracasei* y *L. rhamnosus* varió dependiendo del grado de polimerización del fructano. *Lactobacillus acidophilus* creció bien sobre todos los substratos evaluados independientemente del grado de polimerización aunque el nivel más alto fue observado con fructanos de cadena corta. El crecimiento de *L. acidophilus* fue mayor es decir tuvo una mejor capacidad para hidrolizar los fructanos de cadena larga.”

**Aceptabilidad:** A través de la prueba de aceptabilidad realizada a un grupo de 15 panelistas, se determinó que no existe diferencia alguna en el color, olor, sabor y textura.

#### 4. CONCLUSIONES

- La jícama como producto mínimamente procesado en relación a la jícama fresca presento variaciones decrecientes en los componentes orgánicos grasa, fibra y proteína debido al fenómeno de lixiviación que existe entre el líquido de cobertura y la jícama sin embargo en los componentes inorgánicos como potasio y calcio incrementan debido a la dureza del agua.
- Según el resultado del análisis organoléptico de la jícama mínimamente procesada se determinó que el tratamiento con mayor aceptabilidad fue el T2 (70°C; proporción de líquido de cobertura 1,5:1) y la jícama fresca fue evaluada en la categoría de gusta mucho.
- El pH del líquido de cobertura fue de 3,6 independientemente de la proporción del mismo (ácido acético: ácido cítrico), el cual inactivo la acción de la polifenoloxidasas causante del pardeamiento enzimático y evito la proliferación de microorganismos
- La temperatura de 70°C del líquido de cobertura y el escaldado a 55,5°C afectó en menor medida la dureza de la jícama como producto mínimamente procesado debido a la mínima degradación de la estructura de los tejidos vegetales.
- La jícama mínimamente procesada independientemente de la temperatura del líquido de cobertura y la composición del mismo, tuvo un color amarillo levemente anaranjado (C17D) debido a la acción inactivadora del ácido acético y ácido cítrico sobre la polifenoloxidasas que es la encargada del pardeamiento enzimático.
- Se evidencio que los fructooligosacáridos (FOS) que

contiene la jícama como producto mínimamente procesado sirve como prebiótico, esto se evidenció en el crecimiento acelerado de las bacterias *Lactobacillus acidophillus* en un medio con sustrato de jícama.

- Las características físicas, químicas y microbiológicas del mejor tratamiento demuestran que las primeras como la humedad se incrementa con respecto a la jícama fresca, debido a que parte del líquido de cobertura migró al sólido. Sin embargo los componentes orgánicos decrecen y los inorgánicos se incrementan debido a factores de lixiviación y dureza del agua.
- El elevado costo del envase de vidrio (0,48 USD) en relación a otros envases de menor precio, como las fundas de alta densidad y conjuntamente con el alto porcentaje de pérdida de materia prima en las operaciones de pelado y seccionado (35,95%), hizo que el costo de unitario de 116g de conserva de jícama fuera de 1,19 USD, por frasco de 250ml.
- Se confirma la hipótesis afirmativa debido a que fue posible desarrollar un método para la conservación de la jícama como producto mínimamente

procesado afectando en menor medida las características de la jícama fresca.

## 5. RECOMENDACIONES

- Se considera necesario realizar una evaluación de la vida en anaquel, utilizando otro tipo de envases a fin de diferenciar costos.
- Se debe realizar cortes longitudinales y transversales de la raíz de jícama, sin tomar en cuenta las dimensiones las cuales pueden reducir las pérdidas de proceso por la acción de cortado y seccionado.
- Se recomienda aumentar el pH de líquido de cobertura a 4, con aplicación de método ensayado y a fin de diferenciar las características físico químicas, organolépticas y microbiológicas

## 6. REFERENCIAS

1. Aguilar, C., Reyes, M., De la Garza , H., & Contreras-Esquivel, J. (1999). Aspectos bioquímicos de la relación entre el escaldado TB-TL. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 54-62.
2. Álvarez, G., Sánchez, S., & Uchuari, Y. (2012). Manual técnico para el cultivo de jícama (*Smallanthus sonchifolius*). Loja: Universidad Nacional de Loja.
3. Alzamora, M., Guerrero, N., Nieto, B., & Vidales, L. (2004). Conservación de

- frutas y hortalizas mediante tecnologías combinadas. Food and Agriculture Organization.
4. Badui, S. (2013). Química de los Alimentos. Naucalpan de Juárez: Pearson.
  5. Barreiro Méndez, J., & Sandoval Briceño, A. (2006). Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas. Valle de Sartenejas: Equinoccio.
  6. Bello, J. (2000). Ciencia bromatológica: principios generales de los alimentos. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S.A.
  7. Castillo, M. E., & Vidal, S. A. (2009). El Yacón: Nuevas Perspectivas en la Prevención y Tratamiento de la Salud. Argentina: El Cid Editor.
  8. Fernández, C. (2008). Caracterización reológica y optimización de la textura de purés de patata frescos y congelados. efectos del proceso y adición de crioprotectores. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
  9. Gómez, P. (2010). Procesamiento mínimo de manzana: efecto de la radiación UV-C y la luz pulsada de alta intensidad sobre la calidad. Buenos Aires: Biblioteca Digital de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires.
  10. Hübe, S., Flores, S., Balanza, M., Ordóñez, A., Profili, J., Nimo, M., y otros. (2010). Guía de Buenas Prácticas para la elaboración de conservas vegetales. Buenos Aires: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.
  11. Huerta Espinosa, V. M. (2005). desarrollo de una tecnología para la conservación de Pachyrizus erosus por procesamiento mínimo. Habana: Universitaria.
  12. Vincent Vela, M. C., Álvarez Blanco, S., & Zaragoza Carbonell, J. L. (2006). Química industrial orgánica. Valencia : Universidad Politécnica de Valencia.

## **7. RESUMEN CURRICULAR**

Nacido en la ciudad de Ibarra Provincia de Imbabura país Ecuador el 21 de Junio de 1991, actualmente egresado 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 Ingeniero Agroindustrial.



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

### **CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**Desarrollo de un método de conservación de la jícama  
(Smallanthus sonchifolius) como producto mínimamente  
procesado.**

**Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero (a) Agroindustrial**

**Autor: David Miguel Chamorro Rivadeneira**

**Director: Ing. Ángel Satama, Msc.**

**Ibarra-Ecuador**

**2016**

**CHAMORRO RIVADENEIRA, DAVID MIGUEL.**

Desarrollo de un método de conservación de la jícama (*Smallanthus sonchifolius*) como producto mínimamente procesado. TRABAJO DE GRADO. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Ibarra 26 de noviembre del 2016

**DIRECTOR:** Ing. Ángel Satama, Msc.

El desarrollo de un método de conservación de la jícama (*Smallanthus sonchifolius*) como producto mínimamente procesado, es un aporte para obtener un producto elaborado con jícama con características de la jícama fresca. En la presente investigación se evaluó las características físico-químicas, microbiológicas, organolépticas (sabor, olor, color, textura y aceptabilidad) y capacidad prebiótica del mejor tratamiento, controlando en cada proceso los parámetros adecuados, los cuales fueron necesarios para llevar acabo con total satisfacción el proceso propuesto lo que condujo a la obtención del producto final deseado.

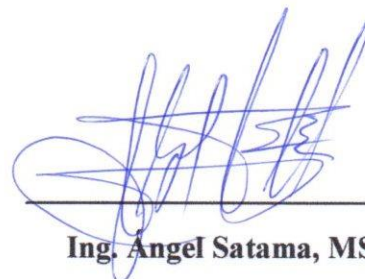
**Ibarra, 26 de noviembre de 2016**



---

**David Miguel Chamorro Rivadeneira**

**AUTOR**



---

**Ing. Ángel Satama, MSc**

**DIRECTOR DE TESIS**