

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**



**“IDENTIFICACIÓN DE FRUCTANOS Y EVALUACIÓN  
DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE JARABES DE YACÓN  
(*Smallanthus sonchifolius*). COMPORTAMIENTO CINÉTICO”**

Presentada por:

**YESENIA ROSALINA ANCELMA QUISPE DE LA CRUZ**

Tesis para Optar el Título Profesional de:

**BIÓLOGA**

Lima – Perú

**2024**

---

**La UNALM es la titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación  
(Art. 24. Reglamento de Propiedad Intelectual)**

# IDENTIFICACIÓN DE FRUCTANOS Y EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE JARABES DE YACÓN (Smallanthus sonchifolius). COMPORTAMIENTO CINÉTICO

## INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
2	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="https://bdigital.unal.edu.co">bdigital.unal.edu.co</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://cybertesis.uach.cl">cybertesis.uach.cl</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="https://repositorio.unj.edu.pe">repositorio.unj.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="https://idoc.pub">idoc.pub</a> Fuente de Internet	<1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**“IDENTIFICACIÓN DE FRUCTANOS Y EVALUACIÓN  
DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE JARABES DE YACÓN  
(*Smallanthus sonchifolius*). COMPORTAMIENTO CINÉTICO”**

Presentada por:

**YESENIA ROSALINA ANCELMA QUISPE DE LA CRUZ**

Tesis para Optar el Título Profesional de:

**BIÓLOGA**

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

---

Mg. Sc. Patricia Angélica Moreno Díaz de Saco  
PRESIDENTE

---

Dra. Carmen Alicia Rodríguez Best  
MIEMBRO

---

Mg. Fermín Arévalo Ortiz  
MIEMBRO

---

Mg. Sc. Lena Asunción Téllez Monzón  
ASESORA

---

Mg. Sc. Diana María Nolazco Cama  
CO-ASESORA

## RESUMEN

El yacón, *Smallanthus sonchifolius*, es una raíz nativa de los Andes, que se cultiva desde la época prehispánica, entre los 1.000 y los 4.000 metros sobre el nivel del mar. La raíz contiene una alta concentración de fructooligosacáridos (FOS), inulina, antioxidantes y compuestos fenólicos, en presentaciones comerciales tales como: raíz, harina y jarabe; brindando efectos beneficiosos para la salud por su actividad antiglicémica, anticancerígena y antioxidante, como respuesta a un consumo adecuado de sus compuestos bioactivos dentro del tiempo de vida establecido. Las reacciones químicas internas modifican las estructuras moleculares de los compuestos. El presente estudio analizó la cinética de los FOS de tipo nistosa y kestosa entre otros metabolitos de los jarabes de yacón procedentes de los departamentos de Amazonas y Huánuco, mediante pruebas aceleradas realizadas a temperaturas de 45, 65 y 85 °C durante una semana. Se utilizó HPLC-RID, con condiciones de fase móvil acetonitrilo:agua (70:30 v/v), columna 5 µm, velocidad de flujo de 1 mL/min y temperatura de la columna 35 °C. Obteniendo cambios en las concentraciones, el mayor tiempo de exposición se registró en el 4° y 5° día con concentraciones de kestosa y nistosa de 9,555 g/100g y 8,372 g/100g del jarabe de Huánuco; 6.799 g/100g y 5.424 g/100g para el jarabe de Amazonas respectivamente. Asimismo, para determinar los compuestos existentes en los jarabes, estos se identificaron mediante el perfil químico por el análisis LC-MS, a condiciones de fase móvil de agua con 0,1% de ácido fórmico en agua (A) y 0,1% de ácido fórmico en acetonitrilo (B), la gradiente usada consiste: (0-1) min 10% B; (19-21) min 100% B; (21.1-24) min 10% B; columna C18 y flujo de 0,25 mL min<sup>-1</sup>, mantenido a 40°C con un volumen de inyección de 3 µL. Se identificaron diferentes tipos de FOS, ácidos orgánicos como el ácido cítrico, málico, ascórbico, quínico, compuestos fenólicos derivados del ácido caféico, aminoácidos y un compuesto poco común identificado como fituberina. Se determinaron los siguientes indicadores de calidad: FOS, azúcares reductores y capacidad antioxidante. Los indicadores de calidad FOS y azúcares simples se ajustan mejor a los modelos de reacción de primer orden, mientras que, la capacidad antioxidante se ajusta al orden cero. Finalmente, el tiempo de vida útil predictiva del jarabe de yacón es de 7 días con un 75% de conservación de los compuestos activos. Esto asegura una ingesta adecuada de metabolitos por parte de los consumidores.

**Palabras clave:** yacón, fructooligosacáridos, vida útil, HPLC-RID, LC-MS, metabolitos.

## ABSTRACT

Yacón, *Smallanthus sonchifolius*, is a root native to the Andes, which has been cultivated since pre-Hispanic times, between 1,000 and 4,000 meters above sea level. The root contains a high concentration of fructooligosaccharides (FOS), inulin, antioxidants and phenolic compounds, in commercial presentations such as: root, flour and syrup; providing beneficial health effects due to its antiglycemic, anticancer and antioxidant activity, in response to adequate consumption of its bioactive compounds within the established life time. Internal chemical reactions modify the molecular structures of compounds. The present study analyzed the kinetics of nystose and kestose type FOS among other metabolites of yacon syrups from the departments of Amazonas and Huánuco, through accelerated tests carried out at temperatures of 45, 65 and 85 °C for one week. HPLC-RID was used, with mobile phase conditions acetonitrile:water (70:30 v/v), 5 µm column, flow rate of 1 mL/min and column temperature 35 °C. Obtaining changes in concentrations, the longest exposure time was recorded on the 4th and 5th day with kestose and nystose concentrations of 9.555 g/100g and 8.372 g/100g of Huánuco syrup; 6,799 g/100g and 5,424 g/100g for Amazonas syrup respectively. Likewise, to determine the compounds existing in the syrups, these were identified through the chemical profile by LC-MS analysis, at mobile phase conditions of water with 0.1% formic acid in water (A) and 0.1% of formic acid in acetonitrile (B), the gradient used consists: (0-1) min 10% B; (19-21) min 100% B; (21.1-24) min 10% B; C18 column and flow rate of 0.25 mL min<sup>-1</sup>, maintained at 40°C with an injection volume of 3 µL. Different types of FOS were identified, organic acids such as citric, malic, ascorbic, quinic acid, phenolic compounds derived from caffeic acid, amino acids and a rare compound identified as phytuberin. The following quality indicators were determined: FOS, reducing sugars and antioxidant capacity. The quality indicators FOS and simple sugars fit better to the first order reaction models, while the antioxidant capacity fits to the zero order. Finally, the predictive shelf life of yacon syrup is 7 days with 75% conservation of the active compounds. This ensures adequate intake of metabolites by consumers.

**Keywords:** yacon, fructooligosaccharides, shelf life, HPLC-RID, LC-MS, metabolites.