



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Maestría en Agroecología y Desarrollo Sostenible

Revalorización de la jícama (*Smallanthus sonchifolius*) proveniente de la Red Agroecológica de la ciudad de Loja, mediante la elaboración de un subproducto deshidratado.

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de Magíster en Agroecología y Desarrollo Sostenible

AUTORA:

Jennifer Andrea Patiño Armijos

DIRECTOR:

Ing. Wilson Rolando Chalco Sandoval. Ph.D.

Loja – Ecuador

2023

Certificación

Loja, 28 de abril del 2023

Ing. Wilson Rolando Chalco Sandoval. Ph.D.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo proceso de la elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Revalorización de la jícama (*Smallanthus sonchifolius*) proveniente de la Red Agroecológica de la ciudad de Loja, mediante la elaboración de un subproducto deshidratado**, previo a la obtención del título de **Magister en Agroecología y Desarrollo Sostenible**, de la autoría de la **Ing. Jenniffer Andrea Patiño Armijos**, con cédula de identidad Nro. **1150034104**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación para la respectiva sustentación y defensa.

Ing. Wilson Rolando Chalco Sandoval. Ph.D.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Jennifer Andrea Patiño Armijos**, declaro ser autora del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mí Trabajo de Titulación en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma

Cédula de Identidad: 1150034104

Fecha: 14/06/2023

Correo electrónico: japatinoa@unl.edu.ec / patinojennifer1995@hotmail.com

Teléfono: 2577749 / **Celular:** 0981080125

Carta de autorización por parte de la autora para la consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica de texto completo del Trabajo de Titulación.

Yo **Jennifer Andrea Patiño Armijos** declaro ser autora del Trabajo de Titulación denominado: **Revalorización de la jícama (*Smallanthus sonchifolius*) proveniente de la Red Agroecológica de la ciudad de Loja, mediante la elaboración de un subproducto deshidratado**, como requisito para optar por el título de **Magister en Agroecología y Desarrollo Sostenible**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los trece días del mes de junio del dos mil veintitrés.

Firma:

Autora: Jennifer Andrea Patiño Armijos

Cédula: 1150034104

Dirección: Los Molinos (Alamor entre Av. Eduardo Kigman y Sucre)

Correo electrónico: japatioa@unl.edu.ec / patinojennifer1995@hotmail.com

Teléfono: 2577749 / **Celular:** 0981080125

DATOS COPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Titulación: Ing. Wilson Rolando Chalco Sandoval. Ph.D.

Dedicatoria

El presente trabajo de titulación se lo dedico:

A mis padres, quienes me formaron con amor, dándome siempre un ejemplo de humildad, honestidad, respeto y perseverancia; todos mis logros se los debo a ustedes, por estar presentes siempre en los momentos de mayor dificultad y brindarme su apoyo incondicional.

A mis tres hijos, por ser mi principal motivación para nunca rendirme y cumplir mis objetivos; quienes han llenado mi vida con su inmenso amor y me han dado lecciones de vida, permitiéndome mejorar como persona.

A mi esposo, quien es mi compañero de vida, por su apoyo y cariño

A mi hermano, quien ha creído siempre en mí y a mis sobrinas porque a su corta edad son un ejemplo de valentía, lo cual me ha impulsado a seguir adelante y cumplir una meta más en mi vida profesional.

Jenniffer Andrea Patiño Armijos

Agradecimiento

Es de gran importancia para mí expresar mi agradecimiento principalmente a Dios, por las inmensas bendiciones que derrama diariamente sobre mí y por permitirme culminar una meta más.

A la Universidad Nacional de Loja, que es la institución que me abrió las puertas para continuar con mi formación profesional.

A los docentes de la Maestría en Agroecología y Desarrollo Sostenible, quienes sin reserva impartieron todos sus conocimientos y experiencias, permitiéndome crecer como profesional.

A los productores de la Red Agroecológica de la Ciudad de Loja (RAL), por su predisposición durante la visita a sus fincas.

Al director de mi Trabajo de Titulación, por dedicar su valioso tiempo a la dirección de mi investigación.

Jenniffer Andrea Patiño Armijos

Índice de contenidos

Portada.....	i
Certificación.....	ii
Autoría.....	iii
Carta de autorización.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de contenidos.....	vii
Índice de tablas.....	xi
Índice de figuras.....	xii
Índice de anexos.....	xiii
1. Titulo.....	1
2. Resumen.....	2
2.1. Abstract.....	3
3. Introducción.....	4
4. Marco teórico.....	6
4.1. Generalidades de la jícama.....	6
4.1.1 Origen.....	6
4.1.2 Taxonomía.....	7
4.1.3 Composición nutricional.....	7
4.1.4 Propiedades organolépticas.....	8
4.1.4.1. Color.....	8
4.1.4.2. Sabor.....	8
4.1.4.3. Olor.....	8
4.1.4.4. Textura.....	8
4.1.5 Potencialidades.....	9
4.1.6 Cosecha y postcosecha.....	9

4.1.6.1.	Cosecha.....	9
4.1.6.2.	Postcosecha.....	9
4.2.	Deshidratación	9
4.2.1	Métodos de deshidratación.....	10
4.2.1.1.	Deshidratación por convección.....	10
4.2.1.2.	Deshidratación por conducción.....	10
4.2.1.3.	Deshidratación por radiación.. ..	10
4.2.1.4.	Deshidratación osmótica.....	11
4.2.2	Temperatura y tiempo de deshidratación	11
4.2.2.1.	Temperatura.	11
4.2.2.2.	Tiempo... ..	11
4.3.	Deshidratación de frutas, hortalizas y tubérculos	12
4.3.1	Deshidratación de la jícama	12
4.4.	Importancia de los productos deshidratados en la alimentación.....	13
4.5.	Consumo de productos deshidratados.....	13
4.6.	Características nutricionales	14
4.6.1	Humedad	14
4.6.2	Fibra cruda (FC).....	14
4.6.3	Proteína	15
4.6.4	Carbohidratos	15
4.6.5	Cenizas	15
4.6.6	Calcio	15
4.6.7	Fósforo	15
4.6.8	Potasio.....	16
4.6.9	Vitamina C	16
5.	Metodología	17
5.1.	Área de estudio.....	17

5.2.	Materiales.....	17
5.2.1	Materiales y equipos	17
5.2.2	Materiales de oficina.....	18
5.3.	Diseño experimental	18
5.4.	Hipótesis.....	19
5.5.	Tipo de investigación	19
5.6.	Obtención del material vegetal	19
5.6.1	Estado de madurez	20
5.6.2	Ausencia de daños mecánicos.....	20
5.6.3	Peso y forma.....	20
5.7.	Metodología para establecer las condiciones óptimas de deshidratación de la jícama en base a los resultados del análisis organoléptico y aceptabilidad.	20
5.7.1	Manejo postcosecha	20
5.7.1.1.	Recepción de la materia prima.....	20
5.7.1.2.	Selección.....	21
5.7.1.3.	Lavado.....	21
5.7.1.4.	Pelado.....	21
5.7.1.5.	Rebanado.....	21
5.7.1.6.	Deshidratación.. ..	21
5.7.1.7.	Empacado.....	22
5.7.1.8.	Almacenamiento. El almacenamiento se realizó en un ambiente seco.....	22
5.7.2	Análisis organoléptico.....	22
5.7.2.1.	Color.....	22
5.7.2.2.	Sabor.....	23
5.7.2.3.	Textura... ..	23
5.7.2.4.	Aceptabilidad.. ..	23
5.7.2.5.	Grados Brix.....	23

5.7.2.6.	Color.....	23
5.8.	Metodología para determinar la calidad nutricional del subproducto de jícama con mejor aceptabilidad.....	23
5.8.1	Humedad.....	23
5.8.2	Fibra.....	23
5.8.3	Proteína.....	24
5.8.4	Cenizas.....	24
5.8.5	Carbohidratos.....	24
5.8.6	Calcio.....	24
5.8.7	Fósforo.....	24
5.8.8	Potasio.....	25
5.8.9	Vitamina C.....	25
5.9.	Análisis de información.....	25
6.	Resultados.....	26
6.1.	Resultados para establecer las condiciones óptimas de deshidratación de la jícama en base a los resultados del análisis organoléptico y aceptabilidad.....	26
6.1.1	Análisis de varianza (ANOVA) de los atributos color sabor textura y aceptabilidad.....	26
6.1.2	Prueba tukey de los atributos evaluados.....	28
6.1.3	Análisis complementarios de las características organolépticas.....	29
6.2.	Resultados para determinar la calidad nutricional del subproducto de jícama con mejor aceptabilidad.....	29
7.	Discusión.....	30
7.1.	Análisis organoléptico de la jícama deshidratada.....	30
7.2.	Análisis nutricional del tratamiento con mejor aceptabilidad.....	32
8.	Conclusiones.....	34
9.	Recomendaciones.....	35
10.	Bibliografía.....	36
11.	Anexos.....	43

Índice de tablas

Tabla 1.	Clasificación taxonómica de la jícama.....	7
Tabla 2.	Composición nutricional de la jícama <i>Smallanthus sonchifolius</i>	8
Tabla 3.	Desglose de tratamientos temperatura versus tiempo	18
Tabla 4.	Especificaciones del diseño experimental.....	18
Tabla 5.	Análisis de varianza para la variable color.....	26
Tabla 6.	Análisis de varianza para la variable sabor	27
Tabla 7.	Análisis de varianza para la variable textura.....	27
Tabla 8.	Análisis de varianza para la variable aceptabilidad	28
Tabla 9.	Análisis organoléptico de la jícama deshidratada bajo diferentes tratamientos de temperatura y tiempo.....	28
Tabla 10.	Análisis nutricional del subproducto de jícama	29

Índice de figuras

Figura 1. Mapa de la parroquia San Lucas de la ciudad de Loja.	17
Figura 2. Adquisición de la materia prima.....	19
Figura 3. Recepción de la materia prima	20
Figura 4. Selección de los tubérculos de jícama	21
Figura 5. Pelado de jícama	21
Figura 6. Rebanado de jícama.....	21
Figura 7. Deshidratación de jícama.....	22
Figura 8. Empacado de jícama	22
Figura 9. Muestras para el análisis organoléptico	22
Figura 10. Catación de la jícama deshidratada.....	22

Índice de anexos

Anexo 1.	Hoja de catación	43
Anexo 2.	Norma AOAC 968.11 para determinar hmedad.....	44
Anexo 3.	Norma NTE INEN-ISO 6865 para determinar fibra	45
Anexo 4.	Norma AOAC 991.20 para determinar proteína	47
Anexo 5.	Norma AOAC 920.93 para determinar ceniza	48
Anexo 6.	Norma NTE INEN-ISO 13730.....	49
Anexo 7.	Supuestos de independencia, normalidad y homogeneidad	51
Anexo 8.	Resultados del análisis nutricional del subproducto de jícama	54
Anexo 9.	Cálculo de contenido de calorías de la jícama deshidratadas.....	55
Anexo 10.	Certificado de traducción	56

1. Título

Revalorización de la jícama (*Smallanthus sonchifolius*) proveniente de la Red Agroecológica de la ciudad de Loja, mediante la elaboración de un subproducto deshidratado.

2. Resumen

La jícama (*Smallanthus sonchifolius*) es un cultivo que posee alto contenido nutricional, sin embargo, con el paso del tiempo su uso se ha desvalorizado por desconocimiento. Debido a esto se realizó un estudio para revalorizar la jícama mediante la elaboración de un subproducto deshidratado. Para esto, la materia prima se obtuvo en las fincas de la parroquia San Lucas de la Red Agroecológica de Loja, a continuación, las muestras se deshidrataron, empleando 3 temperaturas 50, 55 y 60 °C y 3 tiempos 10, 12 y 14 horas de deshidratación. En el análisis de datos se aplicó el diseño experimental completamente al azar (DCA) con un arreglo bifactorial de 3 x 3. Las condiciones óptimas de deshidratación de la jícama se obtuvieron a partir del análisis organoléptico, el cual fue realizado por 9 panelistas, empleando una escala hedónica de 5 puntos; además, se determinó el contenido nutricional del subproducto de jícama con mejor aceptabilidad. Los resultados mostraron que el T6 fue el que obtuvo las más altas calificaciones con los siguientes promedios: color 4,56; sabor 4,78; textura 4,78 y aceptabilidad 4,44. Con estos resultados se establece que la temperatura y el tiempo óptimo de deshidratación fueron 60 °C y 14 h respectivamente. Además, el análisis nutricional permitió determinar que la jícama deshidratada es rica en carbohidratos, fibra, potasio, fósforo, calcio y vitamina C. Convirtiéndose en una alternativa nutricional, que contribuya a la soberanía alimentaria, y permita mejorar la economía de los agricultores mediante la adición de valor agregado a la jícama.

Palabras claves: Jícama, deshidratación, escala hedónica, análisis organoléptico, temperatura.

2.1. Abstract

Jicama (*Smallanthus sonchifolius*) It is a crop that has a high nutritional content, however, over time its use has been devalued due to ignorance. Due to this, a study was carried out to revalue jicama through the elaboration of a dehydrated by-product. For this, the raw material was obtained from the farms of the San Lucas parish of the Agroecological Network of Loja, then the samples were dehydrated, using 3 temperatures 50, 55 and 60 °C and 3 times 10, 12 and 14 hours of dehydration. In the data analysis, the completely randomized experimental design (DCA) was applied with a 3 x 3 bifactorial arrangement. The optimal dehydration conditions for jicama were obtained from the organoleptic analysis, which was carried out by 9 panelists, using a 5-point hedonic scale; In addition, the nutritional content of the jicama by-product with better acceptability was determined. The results showed that T6 was the one that obtained the highest qualifications with the following averages: color 4.56; flavor 4.78; texture 4.78 and acceptability 4.44. With these results, it is established that the optimum temperature and dehydration time were 60 °C and 14 h, respectively. In addition, the nutritional analysis allowed to determine that the dried jicama is rich in carbohydrates, fiber, potassium, phosphorus, calcium and vitamin C. Becoming a nutritional alternative, which contributes to food sovereignty, allowing to improve the economy of farmers by adding added value to jicama.

Keywords: jicama, dehydration, hedonic scale, organoleptic analysis, temperature.

3. Introducción

La jícama (*Smallanthus sonchifolius*) también conocida como nabo mexicano, pelenga o yacón. Es una herbácea de la familia de las asteráceas, mide de 1 a 3 metros de alto. La planta es originaria de México y fue llevada hacia Indonesia, Centroamérica, y América del Sur como Brasil, Perú y Ecuador (Arrobo, 2013; Mejía, 2017). En Ecuador se encuentra distribuido al sur de las provincias de Loja, Azuay y Cañar; también en la zona central del país, en las provincias de Bolívar y Chimborazo, y en la parte norte del país en las provincias de Pichincha y Carchi, en donde se consume como fruta fresca (Yépez, 2016).

El Ecuador posee un alto potencial productivo debido a la diversidad de suelos y climas. Sin embargo, ha sido poco aprovechado, pues en la actualidad existen cultivos que se están perdiendo, como el caso de la jícama. Este tubérculo era muy apreciado y consumido por nuestros antepasados. En la actualidad forma parte de los alimentos que cada vez se cultivan y comercializan con menor frecuencia en mercados y ferias libres. Esto ha ocasionado que las nuevas generaciones desconozcan la existencia de este tubérculo (Ortiz, 2019).

La jícama posee un importante valor nutricional al ser rica en potasio, calcio, fósforo y vitamina C (Lachman *et al.*, 2003). Debido a esto el consumo de jícama reduce el riesgo de cáncer de colon, promueve la salud ósea al mejorar la absorción de calcio procedente de otros alimentos, tiene propiedades prebióticas nutriendo selectivamente a las bacterias benéficas de la flora intestinal (López, 2019; Quinlli, 2021). Además, contiene un azúcar llamada inulina, la cual no se incorpora en el organismo, por lo tanto, su consumo es recomendado para personas con diabetes y obesidad (Soria, 2017). Sin embargo, pese a su importante valor nutricional, la jícama está desvalorizada, a tal punto que se considera en peligro de extinción (Arrobo, 2013). Esto se debe a que la agricultura moderna prioriza la producción de monocultivos de alimentos comerciales, que le generen importante ingresos económicos (Santana, 2017).

Por otro lado, en Ecuador el potencial agroindustrial ha sido mínimamente explotado, son pocas las frutas, tubérculos y vegetales que se industrializan. La producción agroindustrial se ha centrado principalmente en productos elaborados a base de café, cacao, y lácteos (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2016). Esto ha ocasionado la marginación de alimentos con altos valores nutricionales y por ende aptos para ser industrializados, como es la jícama.

En este contexto la jícama presenta características idóneas para ser aprovechadas; sin embargo, existen pocos productos elaborados a partir de este tubérculo (Rascón *et al.*, 2016). Por lo cual, es necesario buscar nuevas alternativas de industrialización de la jícama, con la finalidad de obtener subproductos de fácil manejo y aceptación por parte de los consumidores, mediante la aplicación de métodos de conservación (Ortiz *et al.*, 2014; Yucailla, 2016). Considerando que la jícama es un alimento perecedero, por su alto contenido de agua, la deshidratación es una de las técnicas más empleadas para alargar la vida útil del alimento (Marín *et al.*, 2006). Sin embargo, para obtener un producto de calidad es necesario conocer, bajo qué condiciones se debe llevar a cabo el proceso, con la finalidad de garantizar el buen desarrollo de la deshidratación, sin que se vea afectada la calidad sensorial del alimento (Marín *et al.*, 2006). Es por ello que, debido a la escasa información en cuanto la aplicación de esta técnica en la jícama, se realizó la presente investigación, considerando los siguientes objetivos:

Objetivo general

Revalorizar la jícama (*Smallanthus sonchifolius*) proveniente de la Red Agroecológica de la ciudad de Loja, mediante la elaboración de un subproducto deshidratado.

Objetivos específicos

- Establecer las condiciones óptimas de deshidratación de la jícama en base a los resultados del análisis organoléptico y aceptabilidad.
- Determinar la calidad nutricional del subproducto de jícama con mejor aceptabilidad

4. Marco teórico

4.1. Generalidades de la jícama

La jícama es una planta herbácea perenne de la familia de las asteráceas, los tallos son cilíndricos, pilosos, huecos y de color verde púrpura. La planta puede medir de 1 a 3 m de altura, según el clima y tipo de suelo. La reproducción de esta es por semillas y por propágulos (Maldonado, 2022).

La jícama se caracteriza por producir raíces gruesas (fusiformes u ovaladas) de sabor dulce. Están constituidas principalmente por agua y carbohidratos almacenados en forma de fructooligosacáridos (FOS), lo que hace que este tubérculo sea apto para el consumo de personas diabéticas (Fiallos, 2018). El cultivo de jícama se desarrolla bien en altitudes que van desde los 1000 a 3600 m.s.n.m., y presenta un gran potencial agronómico ya que sirve como protector del suelo (Aruquipa, 2017).

La jícama tiene un rendimiento de 200 a 300 quintales por hectárea y puede tener hasta 23 unidades por raíz, por ello se la considera una especie de alta productividad. El rendimiento puede variar de acuerdo a la cantidad de materia orgánica (humus o estiércol de animales) que se le aporte al suelo (Ortiz *et al.*, 2014).

4.1.1 Origen

La jícama es un tubérculo originario de México y Centroamérica. Sin embargo, gracias a evidencias encontradas en Colombia, Bolivia, Argentina, Perú y Ecuador, se determinó que este tubérculo ha estado presente en estos países desde tiempos muy antiguos. Actualmente se produce en otros países de Sur América y en el Sureste Asiático, en donde es apetecido por su sabor dulce y consumido como vegetal crudo (Álvarez y Paltín, 2018).

Este tubérculo ha tomado diferentes nombres de acuerdo al lugar donde se encuentre. En Ecuador esta especie es conocida como Jícama, Yacón o Chicama. En Perú, Bolivia y Argentina es llamada Llancón, Yacón, Aricama o Aricoma. En Colombia y Venezuela es nombrada Jíquima, Jíquimilla y Arboloco. Todos estos nombres tienen orígenes basados en las distintas características de los pueblos donde se consumen (López, 2019).

En el Ecuador esta especie es cultivada en lugares altos entre 2.400 – 3.000 m.s.n.m. La producción de jícama se ha concentrado en la sierra específicamente en las provincias de Loja, Azuay y Cañar; en la Sierra Central, en las provincias de Cotopaxi,

Chimborazo y Bolívar; y en el norte, en las provincias de Pichincha, Imbabura y Carchi (Puetate, 2019). Actualmente se comercializan en mercados en pocas cantidades para la elaboración de jarabes, jugos, zumos, dirigido para el autoconsumo (Fiallos, 2018).

4.1.2 Taxonomía

La clasificación taxonómica de la jícama se muestra en la Tabla 1 (Casimba, 2017).

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la jícama

Reino:	Planta
División:	Magnolophyta
Clase:	Magnolliopsida
Subclase:	Dicotyledoneae
Orden:	Asterales
Familia:	Asteraceae
Género:	Smallanthus
Especie:	Sonchifolius
Nombre científico:	<i>Smallanthus sonchifolius</i>
Nombres comunes:	Yacón, yakuma, aricoma, ancona, jícama, jácón llacón y arboloco

Fuente: Casimba, 2017.

4.1.3 Composición nutricional

Los tubérculos de jícama son ricos en vitamina C y minerales tales como el calcio, potasio, fósforo y hierro. Además, constituyen una importante fuente de fibra y carbohidratos. Por otro lado, las proteínas, lípidos y sodio en esta raíz se encuentran en bajas cantidades y no contienen grasa ni colesterol, por esta razón es un importante ingrediente a la hora de preparar recetas saludables (Gavilánez y Lara, 2017).

En comparación con otras raíces comestibles, el peso fresco de la jícama contiene entre 85 y 90 % agua. Los carbohidratos representan un 85 a 90 % del peso seco, de los cuales un 50 a 70 % son fructooligosacáridos (FOS) y el resto de los carbohidratos lo conforman la sacarosa, fructosa y glucosa (Puetate, 2019).

En la Tabla 2 se muestra la composición nutricional de la jícama United States Department of Agriculture (USDA, 2019).

Tabla 2. Composición nutricional de la jícama *Smallanthus sonchifolius*

Parámetros	Datos
Humedad (%)	90,10
Cenizas (g)	0,30
Proteína (g)	0,72
Fibra (g)	4,90
Carbohidratos (g)	8,82
Ca (mg)	12,00
P (mg)	18,00
Mg (mg)	12,00
Na (mg)	4,00
K (mg)	150,00
Cu (mg)	0,04
Fe (mg)	0,60
Mn (mg)	0,06
Zn (mg)	0,16
Azúcar total (g)	1,80
Energía (Kcal)	38,00
Retinol (µg)	0,00

Fuente: USDA, 2019.

4.1.4 Propiedades organolépticas

Las propiedades organolépticas de la jícama se describen a continuación:

4.1.4.1. Color. El tubérculo de jícama en su exterior tiene una piel delgada de color café, mientras que en su interior la pulpa es de color amarillento o crema, con apariencia acuosa (López, 2019).

4.1.4.2. Sabor. Tiene sabor dulce; sin embargo, este dulzor puede cambiar en el tubérculo y presentar áreas más dulces que otras. Al ser expuesta al sol, su sabor característico aumenta (Maldonado, 2022).

4.1.4.3. Olor. Antes de retirar la piel, la jícama tiene olor terroso, al exponerla a sol adquiere olor dulce. Si no se lo hace, esta dulzura es casi imperceptible (López, 2019).

4.1.4.4. Textura. Su textura es crujiente y firme (Maldonado, 2022).

El método más empleado para determinar las características organolépticas de los alimentos es mediante el análisis con panelistas, los cuales utilizan los sentidos para medir atributos del producto (color, sabor, olor, textura y aceptabilidad); para llevar a cabo este tipo de evaluación se emplean escalas hedónicas (Watts *et al.*, 1992).

Sin embargo, también existen métodos para determinar de forma instrumental los atributos de los alimentos; tal es así, que el dulzor de un producto se puede medir empleando un refractómetro o brixómetro el cual determina los grados Brix, mismos que indica la cantidad de sólidos solubles que puede tener un producto en porcentaje de sacarosa (Velásquez y López, 2005). En el caso del color se puede emplear instrumentos como el colorímetro o visión digital la cual emplea un software (Rettig y Hen, 2014).

4.1.5 Potencialidades

La jícama es un alimento de gran importancia debido a su potencial para mejorar la salud y reducir el riesgo de contraer enfermedades. Este tubérculo ayuda a combatir el estreñimiento, gracias a su alto contenido de fibra; estimula la asimilación del calcio y protege de las infecciones gastrointestinales ya que fortalece el sistema digestivo. Además, tiene propiedades diuréticas, mitiga la sed y la sequedad de boca, ayudan a regular la concentración de azúcar en la sangre y estimulan el crecimiento de bacterias benéficas en el colon, por lo cual es considerado como prebióticos. Debido a sus propiedades y su sabor dulce puede ser utilizada en la industria alimentaria y preparación de recetas de comida saludables y bajas en calorías (Quinlli, 2021).

4.1.6 Cosecha y postcosecha

4.1.6.1. Cosecha. La cosecha de los tubérculos de jícama se lleva a cabo una vez que han alcanzado su madurez fisiológica (la planta está marchita y sus hojas amarillas o resecas), en esta especie esto se da entre 6 a 10 meses, con un promedio de 8 meses (Gavilánez y Lara, 2017). Al momento de desenterrar las raíces de jícama se debe ser cuidadoso y emplear herramientas manuales adecuadas pues estas son quebradizas. Se recomienda realizar la cosecha en horas de la tarde pues ahí las azúcares se encuentran concentradas (Ramos, 2016).

4.1.6.2. Postcosecha. Para seleccionar las jícamas de buena calidad, se debe considerar los tubérculos firmes con forma, tamaño uniforme y corteza lisa libre de daños mecánicos. El almacenamiento hay que realizarlo a temperaturas bajas (entre 12 a 15 °C) y en ambientes secos con humedad relativa que van de 70 a 80 %. Bajo estas condiciones los tubérculos tienen una vida útil de 2 a 4 meses (Gavilánez y Lara, 2017).

4.2. Deshidratación

La deshidratación es una de las técnicas más antiguas utilizadas para la conservación de alimentos. Ancestralmente se empleaba el secado al sol de granos, frutas,

vegetales y carnes como una alternativa de conservación de alimentos, ya que les proporcionaba una posibilidad de subsistencia en épocas de escasez (Fiallos, 2018).

Esta técnica busca preservar la calidad de los alimentos mediante la reducción de la actividad del agua. Al eliminar total o parcialmente la humedad de los alimentos se evita el deterioro y contaminación microbiológica durante el almacenamiento, alargando su vida útil. Para realizar la deshidratación de alimentos existen diferentes métodos, tales como: secado solar, aire caliente, microondas, liofilización, atomización, deshidratación osmótica, entre otros (Marín *et al.*, 2006).

Según Rodríguez (2017), cuando se deshidrata un producto ocurren dos fenómenos:

- Transmisión del calor del medio gaseoso externo (aire) al medio interno del sólido poroso (alimento).
- Transferencia de la humedad interna del sólido al medio externo.

4.2.1 Métodos de deshidratación.

Existen diferentes métodos de deshidratación empleados en la industria alimentaria.

4.2.1.1. Deshidratación por convección. El secado convectivo es el proceso en el cual el agua del alimento se evapora por efecto de la aplicación de un flujo de aire caliente a una temperatura y velocidad determinada. El aire caliente suministrado además de transmitir el calor necesario para evaporar el agua del alimento, actúa como transportador del vapor del agua que se elimina durante el proceso. Se utiliza principalmente en alimentos con alto contenido de agua como frutas y hortalizas (Medina, 2015). La deshidratación de vegetales y frutas empleando aire caliente a elevadas temperaturas disminuye la calidad organoléptica y nutricional del producto, por lo tanto, se recomienda entre 40 a 80 °C (García *et al.*, 2013)

4.2.1.2. Deshidratación por conducción. En este tipo de deshidratación el secado se da por contacto directo del alimento con una superficie caliente. La eficiencia térmica de este tipo de deshidratación es mayor comparada con los métodos por convección. Se emplea principalmente en productos finos o sólidos muy húmedos (Maupoey *et al.*, 2001; Vuarant, 2014).

4.2.1.3. Deshidratación por radiación. En este tipo de deshidratación el calor se suministra por radiación. Se lo puede aplicar en alimentos líquidos, semisólidos o

sólidos. Dentro de los métodos en los que se emplea energía radiante tenemos deshidratación por microondas e infrarrojo (Maupoey *et al.*, 2001).

4.2.1.4. Deshidratación osmótica. La deshidratación osmótica es un método no térmico empleado para reducir el contenido de humedad de los alimentos entre un 50 a 60 %. Consiste en sumergir el producto en una solución acuosa concentrada, con baja actividad de agua y alta presión osmótica. La diferencia de presiones que existe entre la solución acuosa preparada y el contenido intracelular del alimento produce una doble transferencia de materia: el agua que contiene el alimento hacia la solución y en sentido contrario el soluto de la solución hacia el producto. (Ríos *et al.*, 2005; Spiazzi y Mascheroni, 2001).

4.2.2 Temperatura y tiempo de deshidratación

Los parámetros temperatura y tiempo juegan un papel preponderante al momento de someter un alimento a deshidratación, pues de una adecuada elección de estos depende la calidad del producto final que se obtenga.

4.2.2.1. Temperatura. Se recomienda utilizar temperaturas bajas de deshidratación, especialmente si se trata de alimentos sensibles al calor, pues las temperaturas muy elevadas producen encostramientos en los productos con alto contenido de almidón. Este fenómeno ocurre cuando el agua que se encuentra dentro del alimento no puede salir debido a la velocidad con la que pierde la humedad la superficie, pues cuando esto ocurre se crea una costra que evita que la humedad que estaba emergiendo continúe su curso, interrumpiendo de esa manera el proceso de deshidratación del producto (Caicedo, 2017). Por otro lado, aumentar la temperatura para acelerar el proceso de deshidratación destruye las vitaminas, lo que ocasiona la pérdida de color y sabor del alimento (Gavilánez y Lara, 2017). Las temperaturas adecuadas para deshidratar vegetales y frutas oscilan entre 40 y 60 °C, si se emplea temperaturas muy bajas pueden desarrollarse macroorganismos antes que se culmine la deshidratación del producto (Caicedo, 2017).

4.2.2.2. Tiempo. El tiempo de deshidratación puede variar dependiendo de la temperatura, método de secado, tipo y grosor del alimento. Cuando los alimentos son rebanados en finos segmentos aumenta su área superficial, facilitando de esta manera el proceso de deshidratación, debido a que se reduce la distancia entre cualquier punto interno del alimento y la superficie (Arias, 2016).

4.3. Deshidratación de frutas, hortalizas y tubérculos

La deshidratación es una técnica utilizada para preservar alimentos con altos contenidos de agua (superior al 90 %), como es el caso de frutas, hortalizas y tubérculos. Al reducir el contenido de humedad del alimento, disminuye su actividad enzimática y la capacidad de los microorganismos para desarrollarse sobre el mismo, por lo cual, puede perdurar más tiempo sin necesidad de ser almacenados en refrigeración (Fiallos, 2018). Además, el alimento al ser deshidratado adquiere un sabor más concentrado, sin que se vea afectada su composición nutricional (Rodríguez, 2017).

En la actualidad, la elaboración de productos deshidratados constituye un sector importante en la industria alimentaria, debido a que existe una alta demanda de alimentos ricos en nutrientes. Bajo este contexto se han creado empresas dedicadas a la deshidratación de frutas y cereales que se encuentran disponibles en centros comerciales y mercados (Padilla *et al.*, 2018).

4.3.1 Deshidratación de la jícama

Una alternativa para revalorizar la jícama, es incentivar a las industrias a desarrollar subproductos a partir de este tubérculo. Sin embargo, previo al desarrollo del producto se requiere conocer las características físico - químicas, nutricionales y funcionales del alimento, para así determinar sus posibles usos. En este contexto la deshidratación constituye una de las mejores alternativas. Es por ello que la academia ha realizado algunas investigaciones con la finalidad de determinar las potencialidades presentes en este tubérculo y posteriormente desarrollar alternativas empleando la deshidratación como método de diversificación (Conrado, 2018).

A continuación, se describe los resultados de algunas investigaciones que se han realizado con el afán de rescatar el cultivo de jícama.

Carrión y Simbaña (2018) desarrollaron de 3 variedades de *snack* a partir de la jícama: barras energéticas, galletas y jícama deshidratada. En este último evaluaron las temperaturas de deshidratación de 50, 60 y 70 °C durante 6, 12, 18 y 21 horas. Las condiciones óptimas de deshidratación se obtuvieron con base en los análisis de aceptabilidad: sabor, color, olor y textura. Las condiciones óptimas de deshidratación de la jícama fueron de 70 °C durante 21 h.

Así mismo, Arias (2016) realizó una investigación de deshidratación de jícama para la obtención de hojuelas. Para determinar las condiciones idóneas de este proceso

evaluó temperaturas de deshidratación de 50 y 55 °C, velocidades de aire de secado de 2 y 4 m/s, y tiempo de exposición al sol 0 y 6 días. Los resultados reportados fueron que la temperatura que conserva las características organolépticas de la jícama es a 55 °C.

Ortiz *et al.* (2014) deshidrataron la jícama para darle valor agregado. Su investigación evidenció que las rebanadas de jícama más delgadas fueron las primeras en perder su porcentaje de agua, seguidas por aquellas rebanadas regulares, mientras que las rebanadas más gruesas tardaron más tiempo. Por lo cual sugieren que las rebanas de jícama para deshidratación se realicen de una forma delgada o regular.

Palomino (2019) deshidrato la jícama a temperatura de 70 °C durante 75 minutos y realizó el análisis nutricional del tratamiento con mejor aceptabilidad, reportando valores de carbohidratos 81,86 %; fibra 2,65 %, proteína 3,36 %; grasa de 2,29 % y cenizas 2,99 %.

4.4. Importancia de los productos deshidratados en la alimentación

La incorporación de deshidratados en la dieta alimenticia es de gran importancia, pues aportan sustancias nutritivas (minerales, fibra y vitaminas) al organismo de quien los consumen. Su ingesta contribuye a prevenir enfermedades como la diabetes y obesidad que son las principales causa de morbilidad y mortalidad del mundo (Cajamarca *et al.*, 2020). Los alimentos deshidratados conservan su calidad nutricional y organolépticas, como es el sabor que es un atributo que la mayoría de las veces se realiza en el producto (López *et al.*, 2019).

4.5. Consumo de productos deshidratados

La demanda de alimentos deshidratados en especial de frutas presentas grandes aumentos a nivel mundial, no solo por sus características organolépticas sino también debido al importante aporte nutricional que dan estos productos al consumidor (Cajamarca *et al.*, 2020).

Los principales países consumidores de productos deshidratados dentro del mercado mundial son: Estados Unidos que encabeza la lista con un 12.9 % de importaciones, seguido de Alemania con 8,8 %, Rusia 5,8 %, Países Bajos 5,6 % y Reino Unido con 5,4 % (Romero *et al.*, 2016).

En el Ecuador el consumo de productos deshidratados en mayor proporción se hace de forma indirecta, es decir como ingredientes de sopas, salsas, infusiones, platos

preparados o congelados, aderezos, especias, desayunos integrales y *snack* de frutos secos (Vega *et al.*, 2006).

No existe información sobre el consumo de jícama deshidratada. Las principales formas de consumo de este tubérculo son crudos o en jugos. Generalmente esto se da por parte de las poblaciones andinas, quienes lo ingieren después de sus jornadas de trabajo para calmar la sed. Otras formas menos usuales son en jarabes, tés, sopas y ensaladas. Sin embargo, su consumo es muy bajo debido al desconocimiento de este tubérculo como ingrediente en la preparación de alimentos. (Rossignoli, 2014).

Andrade (2019) realizó un estudio de mercado para la creación de una planta productora de jícama deshidratada en la ciudad de Guayaquil. Obtuvo 46 % de aceptación por parte de la muestra encuestada en Ecuador, que constituirían el posible mercado potencial.

4.6. Características nutricionales

4.6.1 Humedad

El agua es el principal componente de los alimentos, se encuentra presente de dos formas: como agua libre y como agua ligada. El agua libre es la predominante y se libera con facilidad por evaporación o secado. Existen diferentes métodos para determinar la humedad en alimentos tales como: Karl Fischer, Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC) y el microondas. Sin embargo, el método más empleado para determinar el contenido de humedad de los alimentos es por secado. Este consiste en calcular el agua perdida (peso), por efecto del calentamiento en estufa o mufla, bajo condiciones normalizadas (García y Fernández, 2012; Tirado *et al.*, 2015)

4.6.2 Fibra cruda (FC)

Son todas las sustancias orgánicas no nitrogenadas que no se disuelven al ser sometidas a hidrólisis sucesivas, una en medio ácido y otra en medio alcalino. El componente principal de la FC es la celulosa (90%), hemicelulosas y lignina. Estos componentes, conforman en su mayoría la fracción insoluble de la fibra. Existen diferentes métodos para determinar el contenido de fibra de los alimentos, los cuales se encuentran distribuidos en tres grupos: métodos gravimétricos, colorimétricos y cromatográficos (García *et al.*, 2008).

4.6.3 Proteína

Las proteínas poseen un papel fundamental en la nutrición, ya que proporcionan nitrógeno y aminoácidos que podrán ser utilizados para la síntesis de proteínas y otras sustancias nitrogenadas (Valdés, 2006). El método más utilizado para determinar el contenido proteico de los alimentos es el Kjeldhal número 2.062 de AOAC. Éste se realiza en 3 etapas, digestión, destilación y titulación. Por lo general, la digestión se realiza con ácido sulfúrico y catalizadores a 420°C. La reacción forma sulfato de amonio, que en exceso de hidróxido de sodio genera amoniaco, el cual se destila y se titula para determinar el contenido de nitrógeno en la muestra a estudiar (Lanza *et al.*, 2016).

4.6.4 Carbohidratos

Los carbohidratos son compuestos orgánicos formados por carbono, hidrogeno y oxígeno. Son los más abundantes en la naturaleza y los más consumidos por los seres humanos (constituyen entre el 50 al 80 % de la dieta poblacional). Existe una gran variedad de hidratos de carbono; sin embargo, los de mayor importancia son: sacarosa, glucosa, fructosa, el almidón y la celulosa (Valdés, 2006).

4.6.5 Cenizas

Las cenizas se refieren al contenido de minerales o material inorgánico presente en el alimento. Se determina de acuerdo con el método AOAC, basado en la destrucción de la materia orgánica, por calcinación en la mufla a 550 °C por 3 horas y gravimetría

4.6.6 Calcio

El calcio es el elemento químico más abundante en la naturaleza y su presencia en el cuerpo humano es imprescindible. Los métodos directos para determinar el calcio en alimentos son espectrométrico de absorción atómica y de plasma de acoplamiento inductivo. Por el método gravimétrico se puede determinar el calcio después de la eliminación del magnesio (Valdés, 2006).

4.6.7 Fósforo

El fósforo es un mineral que puede proceder de tres fuentes principales. La primera el fósforo orgánico presente en alimentos de origen vegetal como los fitatos. La segunda el fósforo orgánico presente en las proteínas de los alimentos de origen animal y la tercera el fósforo inorgánico proveniente de aditivos de alimentos procesados. Entre las fuentes de fósforo de origen vegetal están las legumbre, frutas secas y semillas; las

cuales aportan importantes cantidades de fósforo mientras que la ingesta de frutas y hortalizas aportan mínimas cantidades de este mineral (Puchulu *et al.*, 2013).

El 80% de fósforo presente en el organismo del ser humano se encuentra como fosfatos en dientes y huesos. El 20 % restante está formando parte de los fluidos extracelular como adenosintrifosfato (ATP), fosfolípidos, ácidos nucleicos, fosfoproteínas (Puchulu *et al.*, 2013; Tomassi, 2002).

4.6.8 Potasio

El potasio es un mineral que se lo puede encontrar en frutas y verduras frescas, principalmente en la corteza y tallo de las plantas comestibles. Este mineral es uno de los que controla la acidez o alcalinidad de nuestro organismo. Además, de la entrada y salida de las sustancias que se dirigen a través de todo el cuerpo a las partes más cercanas de la piel, sustancias que ayudan en el movimiento, respirar, comer envejecer e incluso pensar. (Elcinto, 2000).

4.6.9 Vitamina C

La vitamina C también conocida como ácido ascórbico, es un nutriente que está presente en frutas y vegetales. Constituye un antioxidante esencial para la correcta formación y mantenimiento del material intercelular. Es necesario para la síntesis del colágeno, por esta razón, contribuye a la cicatrización de heridas y formación de los huesos, además; mejora la absorción de hierro. Debido a lo antes mencionado la incorporación de vitamina C en la dieta de los seres humanos es indispensable (Fang, 2017).

La vitamina C es sensible a la luz, temperatura y oxígeno. Por esta razón su contenido no depende únicamente del genotipo del alimento, sino también del manejo poscosecha. En las etapas poscosecha puede degradarse fácilmente por la exposición al sol y temperaturas empleadas (Fang, 2017; Pighín y Rossi, 2010). Considerando lo antes mencionado existen diferentes métodos para determinar el contenido de vitamina C de los alimentos y pueden ser enzimáticos, químicos, electroquímicos, espectroscópicos y cromatográficos (Fang, 2017).

5. Metodología

5.1. Área de estudio

La presente investigación se desarrolló en tres escenarios:

La recolección del material vegetal se llevó a cabo en la parroquia San Lucas de la ciudad de Loja (Figura 1), específicamente a los productores de jícama de la Red Agroecológica de Loja (RAL). La parroquia se encuentra ubicada a 55 km de la ciudad de Loja, a una altura de 2.800 m.s.n.m. y presenta un clima templado frío (Andrade, 2019).

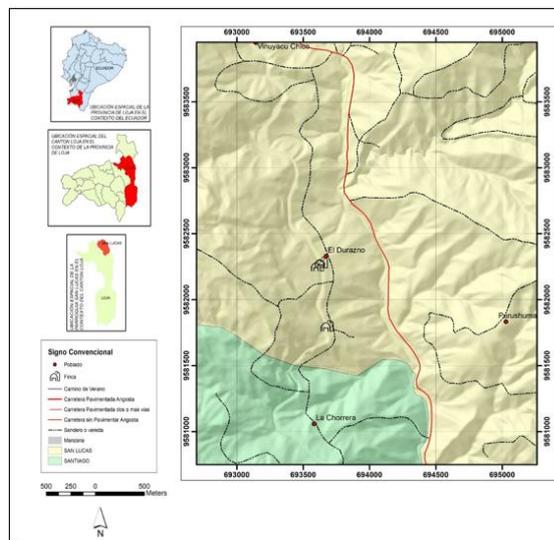


Figura 1. Mapa de la parroquia San Lucas de la ciudad de Loja.

La deshidratación de la jícama y análisis organoléptico se efectuó en el laboratorio de postcosecha de frutas y hortalizas de la Universidad Nacional de Loja; mientras que, para el análisis nutricional las muestras se enviaron al laboratorio de análisis de alimentos, aguas y suelos MSV Lab ubicado en la ciudad de Cuenca.

5.2. Materiales

5.2.1 Materiales y equipos

Para llevar a cabo la parte experimental de la presente investigación se emplearon los siguiente materiales y equipos de laboratorio: deshidratador de frutas, carnes y verduras marca Klarstein Florida Jerky con rangos temperatura de 0 a 75°C, balanza digital marca kitchen scale con capacidad de 1 a 10000 gramos, chiflera de madera con cuchilla regulable de acero inoxidable, cuchillo de acero inoxidable marca tramontina, bandejas plásticas, papel secante, fundas de polipropileno 3X4 y alcohol etílico al 70 %.

5.2.2 *Materiales de oficina*

Los materiales utilizados en la investigación fueron:

Computadora Portátil, libreta de campo, esferográfico, marcadores, cinta masking, cámara e impresora.

5.3. **Diseño experimental**

Se empleó un diseño experimental bifactorial, completamente al azar (DCA) con 9 tratamiento y 9 repeticiones, donde la unidad experimental son los gramos de jícama.

En la Tabla 3 se presenta los tratamientos que se utilizó en la presente investigación para dar cumplimiento a primer objetivo.

Tabla 3. Desglose de tratamientos temperatura versus tiempo

Tratamientos	FACTOR A	FACTOR B	Codificación*
	Temperatura (°C)	Tiempo (h)	
T1	50	12	A1B1
T2	50	13	A1B2
T3	50	14	A1B3
T4	55	12	A2B1
T5	55	13	A2B2
T6	55	14	A2B3
T7	60	12	A3B1
T8	60	13	A3B2
T9	60	14	A3B3

*: Letra A Temperatura y B Tiempo

En la Tabla 4 se muestran las especificaciones del diseño experimental.

Tabla 4. Especificaciones del diseño experimental

Unidad experimental	Subproducto de jícama (g)
Número de tratamientos	9
Número de repeticiones	9
Gramos a utilizar por tratamiento (deshidratado)	45
Gramos a utilizar total del experimento (deshidratado)	405
Gramos a utilizar total del experimento (fresco)	3681,81

A continuación, se muestra la formula estadística que se utilizara en la presente investigación:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij} \quad i= 1, 2, \dots, t \quad j=1, 2, \dots, r$$

donde:

Y_{ij} : Es la j -ésima observación de los i -ésimos tratamientos

μ : Es la media general de las observaciones

T_i : Es el efecto del i -ésimos tratamientos

ε_{ij} : Es el error experimental.

t = tratamientos

r = repeticiones

5.4. Hipótesis

Ho: Las temperaturas y tiempos aplicados en el proceso de deshidratación no influyen en las características organolépticas y aceptabilidad de la jícama deshidratada.

Ha: Las temperaturas y tiempos aplicados en el proceso de deshidratación influyen en las características organolépticas y aceptabilidad de la jícama deshidratada.

5.5. Tipo de investigación

En la presente investigación se utilizó el método inductivo, donde a partir del diseño experimental completamente al azar (DCA), con arreglo bifactorial 3 (temperatura) x 3 (tiempo) se determinó la calidad organoléptica del subproducto de jícama.

5.6. Obtención del material vegetal

Los tubérculos de jícama se obtuvieron mediante una visita a las fincas de los productores de la parroquia Santiago pertenecientes a la Red Agroecológica de Loja.



Figura 2. Adquisición de la materia prima

Se adquirió 10 kg de jícama fresca; para la recolección de la materia prima se tomó en cuenta los siguientes parámetros:

5.6.1 Estado de madurez

El material vegetal se adquirió en su madurez fisiológica, es decir a los 8 meses después de la siembra.

5.6.2 Ausencia de daños mecánicos

Se descartó los tubérculos con imperfecciones ocasionados por plagas o enfermedades, además; con ausencia de daños mecánicos como rajaduras y magulladuras ocasionadas en el proceso de cosecha.

5.6.3 Peso y forma

Se seleccionó los tubérculos con pesos que oscilen de 0,20 a 0,4 kg y que tengan forma redondeada u ovalada.

5.7. Metodología para establecer las condiciones óptimas de deshidratación de la jícama en base a los resultados del análisis organoléptico y aceptabilidad.

Las actividades para el cumplimiento del presente objetivo, se realizaron en el laboratorio de frutas y hortalizas de la Universidad Nacional de Loja, tal como se describe a continuación:

5.7.1 Manejo postcosecha

A partir del material colectado en las fincas agroecológicas se realizó el manejo postcosecha de acuerdo a los siguientes pasos:

5.7.1.1. Recepción de la materia prima. Para la recepción de los tubérculos de jícama se tomó en cuenta que cumplan con las características de forma y peso que se especifican en la obtención del material vegetal.



Figura 3. Recepción de la materia prima

5.7.1.2. Selección. Durante la selección de la jícama, se descartaron los tubérculos con presencia de daños tal y como se establece en el numeral 5.6.2.



Figura 4. Selección de los tubérculos de jícama

5.7.1.3. Lavado. Se lavó las jícamas con agua potable, con la finalidad de eliminar la tierra e impurezas.

5.7.1.4. Pelado. Este procedimiento se realizó manualmente, empleando cuchillos de acero inoxidable.



Figura 5. Pelado de jícama

5.7.1.5. Rebanado. Se realizó mediante el empleo de una chiflera manual, calibrada para obtener rebanadas de jícama uniformes de 2 mm de espesor.



Figura 6. Rebanado de jícama

5.7.1.6. Deshidratación. Se la llevo a cabo en la deshidratadora marca Klarstein, para esto se empleó 3 temperaturas y 3 tiempos de deshidratación, tal como se observa en la tabla 2.



Figura 7. Deshidratación de jícama

5.7.1.7. Empacado. La jícama deshidratada se empaco en fundas de polipropileno herméticamente cerradas con un contenido de 5 g cada una.



Figura 8. Empacado de jícama

5.7.1.8. Almacenamiento. El almacenamiento se realizó en un ambiente seco.

5.7.2 Análisis organoléptico

Una vez culminado el manejo postcosecha de la jícama se realizó la evaluación organoléptica, para lo cual se empleó una escala hedónica de 5 puntos (ver anexo 1), las muestras del subproducto de jícama se analizaron por 9 panelistas, a cada persona se le proporcionara 5 g de muestra debidamente etiquetadas.



Figura 9. Muestras para el análisis organoléptico



Figura 10. Catación de la jícama deshidratada

Las variables de evaluación fueron:

5.7.2.1. Color. Dentro de este atributo se evaluó el color dorado (amarillo semi oscuro) que tiene un deshidratado, lo cual se calificó en escala hedónica de 5 puntos.

5.7.2.2. Sabor. Se evaluó el sabor ligeramente dulce que tiene este tubérculo con una escala del 1 al 5.

5.7.2.3. Textura. Se evaluó la textura del deshidratado, considerando que lo ideal para este tipo de productos es que sea crujiente.

5.7.2.4. Aceptabilidad. Se evaluó el grado de acogida del subproducto de jícama en una escala del 1 al 5 donde 1 es no me gusta y 5 me gusta mucho.

Además, para complementar la información obtenida en la evaluación organoléptica se realizó los siguientes análisis al mejor tratamiento:

5.7.2.5. Grados Brix

Para determinar el contenido de sólidos solubles se siguió el protocolo establecido por el método AOAC 932.1 para lo cual, se trituro y peso 1 gramo de la muestra, se añadió 3 ml de agua destiladas y dejó reposar durante 24 horas, luego se filtró la dilución y se colocó 1 gota en el refractómetro para la medición.

5.7.2.6. Color

Se determino empleando la aplicación Color Meter, la cual nos arroja los valores de L, a y b; estos valores se introdujeron en el software Color Analysis, para finalmente obtener los resultados del atributo color.

5.8. Metodología para determinar la calidad nutricional del subproducto de jícama con mejor aceptabilidad

Para determinar la calidad nutricional del subproducto de jícama con mejor aceptabilidad, se realizó los análisis que se describen a continuación,

5.8.1 Humedad

Se determinó por gravimetría siguiendo el método AOAC 968.11, en el cual se realizó la desecación del producto en una estufa de aire caliente y se anotó el peso inicial y final del mismo y por diferencias de pesos se obtuvo el resultado (ver

Anexo 2).

5.8.2 Fibra

Para determinar el contenido de fibra de los tubérculos de jícama se siguió el método NTE INEN-ISO 6865 en la cual, la muestra se somete a una digestión acida con ácido sulfúrico, seguida de una digestión alcalina con de hidróxido potásico. El residuo

se incinera y la pérdida de peso durante la incineración corresponde a la fibra bruta (ver Anexo 3).

5.8.3 Proteína

Se determinó mediante el método de Kjeldahl, el cual evalúa la cantidad de nitrógeno total en la muestra y consiste en un proceso de tres pasos: digestión, destilación y titulación, tal como lo establece protocolo de la norma AOAC 991.20 (ver Anexo 4).

5.8.4 Cenizas

Se determinó de acuerdo al método AOAC 920.93 para lo cual se pesó 5 gramos de muestra y se incinera a 550 °C por 3 horas en la mufla, con el objetivo de quemar todo el material orgánico. Se deja enfriar y se pesa para la obtención de resultados (ver Anexo 5).

5.8.5 Carbohidratos

La determinación de carbohidratos se la realizó por cálculo proximal a partir de la siguiente formula:

$$C = 100 - H - P - C - F$$

Dónde:

C= Carbohidratos (%)

H = Humedad (%)

P = proteína (%)

C = cenizas (%)

F= fibra (%)

5.8.6 Calcio

La determinación de calcio se realizó por colorimetría según el método APHA 3500 Ca B (MOD).

5.8.7 Fósforo

Para la determinación de este mineral se empleó el método INEN ISO 13730 en el cual se realiza el secado de la muestra y se incinera los residuos. Después de enfriar, se somete las cenizas a una la hidrólisis con ácido nítrico. Se realiza la filtración y la dilución

con amonio y heptamolibdato de amonio. La medición se realizó por fotométrica a una longitud de onda de 430 nm. (ver Anexo 6).

5.8.8 Potasio

El contenido de potasio se lo determino empleando el método STANDARDMETHODS3111B-K (MODIF).

5.8.9 Vitamina C

Para determinar la vitamina C se empleó el método yodométrico como lo describe Domínguez *et al.*, (2018).

5.9. Análisis de información

Para el análisis estadístico de las variables en estudio, se empleó el software Infostat. Previo al análisis de los datos se comprobó que cumplan con los supuestos de independencia, normalidad y homogeneidad. Luego se realizó el análisis de varianza (ANOVA) a todas las variables evaluadas; además, se determinó las diferencias estadísticas entre tratamientos mediante la prueba de comparaciones múltiples Tukey con un nivel de significancia del 0.05 %.

6. Resultados

6.1. Resultados para establecer las condiciones óptimas de deshidratación de la jícama en base a los resultados del análisis organoléptico y aceptabilidad

Los resultados obtenidos en la evaluación organoléptica de jícama deshidratada bajo diferentes tratamientos de temperatura y tiempo fueron los siguientes:

6.1.1 Análisis de varianza (ANOVA) de los atributos color sabor textura y aceptabilidad

Previo al análisis de varianza de los atributos se verifico que los datos cumplan con los supuestos de independencia, normalidad y homogeneidad, lo cual se detalla en el Anexo 7.

En la Tabla 5 se presenta los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el atributo color.

Tabla 5. Análisis de varianza para la variable color

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	18	8	2,25	22,76	<0,0001
TEMPERATURA	11,19	2	5,59	56,57	<0,0001**
TIEMPO	3,56	2	1,78	17,98	0,0001**
TEMPERATURA*TIEMPO	3,26	4	0,81	8,24	0,0006**
Error	1,78	18	0,1		
Total	19,78	26			
CV	9,43				

*: Significativo $P \leq 0,05$; **: Altamente significativo $P \leq 0,0$; ns: no significativo ($P > 0,05$).

El coeficiente de variación del atributo color que se muestra en la Tabla 5 corrobora la confiabilidad de los datos obtenidos en el análisis organoléptico de la jícama deshidratada para el atributo antes mencionado. Pues indica que de cien observaciones el 9,43 % van a ser diferentes y el 90,57 % serán semejantes. Además, el p-valor de los factores temperatura, tiempo e interacción de ambos revela que existen diferencias altamente significativas; por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Esta última nos dice que las temperaturas y tiempos aplicados en el proceso de deshidratación influyen en las características organolépticas y aceptabilidad de la jícama deshidratada.

El análisis de varianza para el atributo sabor se muestra en la Tabla 6

Tabla 6. Análisis de varianza para la variable sabor

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	4,08	8	0,51	9,52	<0,0001
TEMPERATURA	1,09	2	0,55	10,21	0,0011**
TIEMPO	0,65	2	0,32	6,06	0,0097**
TEMPERATURA*TIEMPO	2,34	4	0,58	10,9	0,0001**
Error	0,96	18	0,05		
Total	5,05	26			
CV	6,23				

*: Significativo $P \leq 0,05$; **: Altamente significativo $P \leq 0,0$; ns: no significativo ($P > 0,05$).

El coeficiente de variación que se muestra en Tabla 6 indica que de cien observaciones el 6,23 % van a ser diferentes y el 93,77 % de las observaciones serán parecidas; por lo tanto, se corrobora la confiabilidad de los datos. Además, el p-valor indica que existen diferencias altamente significativas con respecto al sabor, tanto en los factores evaluados como en la interacción, por lo cual se acepta la hipótesis alternativa.

En la Tabla 7 se detalla los resultados obtenidos en el análisis de varianza para el atributo textura.

Tabla 7. Análisis de varianza para la variable textura

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	24,16	8	3,02	40,76	<0,0001
TEMPERATURA	11,42	2	5,71	77,06	<0,0001**
TIEMPO	10,01	2	5	67,56	<0,0001**
TEMPERATURA*TIEMPO	2,73	4	0,68	9,22	0,0003**
Error	1,33	18	0,07		
Total	25,49	26			
CV	8,29				

*: Significativo $P \leq 0,05$; **: Altamente significativo $P \leq 0,0$; ns: no significativo ($P > 0,05$).

El coeficiente de variación del atributo textura que se muestra en la Tabla 7 es de 8,29 %; por lo tanto, existe confiabilidad en los datos obtenidos en la catación. Además, en el análisis de varianza los factores tiempo, temperatura y la interacción tiempo x temperatura obtuvieron un p-valor $< 0,01$; lo cual indica que existen diferencias estadísticas altamente significativas con respecto a la textura; en consecuencia, se acepta la hipótesis alternativa.

En la Tabla 8 se detalla el análisis de varianza realizado al atributo aceptabilidad

Tabla 8. Análisis de varianza para la variable aceptabilidad

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,26	8	1,03	11,94	<0,0001
TEMPERATURA	2,77	2	1,39	16,05	0,0001**
TIEMPO	2,23	2	1,12	12,9	0,0003**
TEMPERATURA*TIEMPO	3,25	4	0,81	9,4	0,0003**
Error	1,56	18	0,09		
Total	9,81	26			
CV	9,41				

*: Significativo $P \leq 0,05$; **: Altamente significativo $P \leq 0,0$; ns: no significativo ($P > 0,05$)

En la Tabla 8 se puede observar que el coeficiente de variación obtenido en el análisis de los datos del atributo aceptabilidad fue de 9,41; el cual refleja la precisión con la que fue desarrollada la evaluación organoléptica. Además, el p-valor de los factores tiempo, temperatura y su interacción (tiempo x temperatura) es $< 0,01$ lo cual evidencia que existe diferencia estadística entre los tratamientos; por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa.

6.1.2 Prueba tukey de los atributos evaluados

En la Tabla 9 se presentan los resultados de la prueba de comparaciones múltiples Tukey aplicada a los resultados del análisis organoléptica de la jícama deshidratada.

Tabla 9. Análisis organoléptico de la jícama deshidratada bajo diferentes tratamientos de temperatura y tiempo

Tratamiento	Atributos			
	Color	Sabor	Textura	Aceptabilidad
T1	2,44 c	3,44 b	2,11 e	2,22 c
T2	2,56 c	3,67 b	2,22 e	2,89 bc
T3	2,44 c	3,56 b	2,89 de	3 bc
T4	2,56 c	3,67 b	2,22 e	2,89 bc
T5	3,33 bc	3,56 b	3,44 cd	3,11 bc
T6	4,56 a	4,78 a	4,78 a	4,44 a
T7	3,67 ab	3,56 b	3,44 cd	3,22 bc
T8	4,11 ab	3,78 b	3,89 bc	3,33 b
T9	4,33 a	3,44 b	4,56 ab	3 bc

a-e: Medias con distinta letra dentro de la misma columna, indica que difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

6.1.3 Análisis complementarios de las características organolépticas

En los análisis realizados para complementar la evaluación organoléptica, se obtuvo como resultado para la jícama deshidratada un contenido de azúcar de 76,28 °Brix, mientras que el color presentó valores de: L 75,466; a 2,241 y b 39,692; equivalente a naranja ligeramente saturado.

6.2. Resultados para determinar la calidad nutricional del subproducto de jícama con mejor aceptabilidad

En la Tabla 10 se muestran los resultados del análisis nutricional realizado a la jícama deshidratada con mejor aceptabilidad (ver Anexo 8).

Tabla 10. Análisis nutricional del subproducto de jícama

Parámetro	Resultado
Humedad (%)	4,998
Carbohidratos totales (%)	86,608
Fibra (%)	4,194
Proteína (%)	1,738
Grasa (%)	0,252
Cenizas (%)	2,210
Potasio (mg/100g)	214,040
Fósforo (mg/100g)	49,000
Calcio (mg/100g)	10,000
Vitamina C (mg/100g)	50,000

7. Discusión

7.1. Análisis organoléptico de la jícama deshidratada

A partir de los resultados de la prueba tukey de los atributos color, sabor, textura y aceptabilidad que se muestra en la Tabla 9 podemos decir que:

La prueba Tukey del atributo color identificó 4 grupos homogéneos (a, ab, bc y c), con medias que van de 2,44 a 4,56; esto evidencia las variaciones de color entre tratamientos. Sin embargo, el tratamiento 6 correspondiente a la deshidratación de la jícama a temperatura de 55 °C durante 14 horas, obtuvo las más altas calificaciones según la percepción de los catadores, aunque, no existe diferencia estadística respecto al T9 (deshidratado a 60 °C y 14 horas), ya que se encuentran dentro del mismo grupo homogéneo a.

Las variaciones antes mencionadas muestran el siguiente comportamiento, a medida que se incrementan los tiempos y temperaturas de deshidratación las calificaciones del atributo color son mejores, excepto en el tratamiento 9; lo primero se debe a que a medida que pasa el tiempo el deshidratado adquiere su color característico (pasando de amarillo pálido a amarillo semioscuro). Arias (2016); Ramos (2016), mencionan que la aplicación de calor en el proceso de secado ocasiona que los pigmentos carotenos experimenten cambios químicos. Mientras que, la disminución en el promedio del color del T9 Ramos (2016), lo atribuye a las muy altas temperaturas que se emplean con el afán de acelerar la deshidratación, ocasionando la destrucción de las vitaminas lo cual produce la pérdida de color.

Además, en la Tabla 9 se observa la separación de medias del atributo sabor empleando la prueba tukey, en la cual se identificó dos grupos homogéneos a y b. Dentro del grupo a se encuentra únicamente el tratamiento 6 con una media de 4,78, correspondiente a dulce dentro de la escala hedónica de 5 puntos. Esto evidencia que existe diferencias estadísticas significativas con un nivel de confianza del 95 %, entre el T6 y los demás tratamientos. Por ende, la temperatura de 55 °C y tiempo de 14 horas influyen significativamente en el sabor de la jícama deshidratada de acuerdo al criterio de los catadores.

Además, se observa que los tratamientos en los que se emplearon temperaturas y tiempos inferiores a las del T6 obtuvieron menores calificaciones. Según Rodríguez (2017), esto se debe a que el sabor del alimento se concentra cuando llega al punto óptimo

de deshidratación. Por otro lado, la aplicación de temperaturas superiores a la ideal afecta el sabor del deshidratado. Arias (2016) atribuye este comportamiento a la pérdida de compuestos volátiles como alcoholes, aldehídos, cetona y ésteres; durante la deshidratación a elevadas temperaturas. Así mismo, Gavilánez y Lara (2017) expone que al aumentar la temperatura para acelerar el proceso de deshidratación destruye las vitaminas, lo que ocasiona la pérdida del sabor del alimento.

Con respecto a la separación de medias de la variable textura el tratamiento 6 obtuvo las más altas calificaciones con una media de 4,78; valor que se encuentra entre el rango de crujiente a muy crujiente, en la escala hedónica de 5 puntos. Sin embargo, se puede observar 5 grupos homogéneos a, bc, cd, de y e; esto evidencia las variaciones de textura del deshidratado entre los tratamientos. Tal es el caso que a medida que va aumentando la temperatura y tiempo de deshidratación, el alimento tiende a ser más crujiente. Según Arias 2016, esto se debe a que la textura de la jícama se ve afectada durante el proceso de deshidratación, ya que al perder agua se produce cambios superficiales del alimento como encogimiento y endurecimiento. Por otro lado, cuando el alimento es sometido a temperaturas superiores a las del T6 los valores de textura tienden a disminuir. (Caicedo, 2017) manifiesta que las temperaturas muy elevadas producen capas impermeables (costras) en la superficie del alimento, evitando que la humedad que estaba emergiendo continúe su curso, interrumpiendo de esa manera el proceso de deshidratación del producto y por lo tanto afectando la textura del mismo.

La prueba tukey de la variable aceptabilidad identificó 4 grupos homogéneos (a, b, bc y c); como era de esperarse, el grado de aceptabilidad de los tratamientos está relacionado con las calificaciones obtenidas en los atributos color, sabor y textura.

Finalmente, considerando que el T6 obtuvo los valores más altos, en el análisis organoléptico de los 4 atributos evaluados: color, sabor, textura y aceptabilidad con medias de 4,56; 4,78; 4,78 y 4,44 respectivamente. Las condiciones óptimas de deshidratación de la jícama son: temperatura de 55 °C durante 14 horas. Resultados similares encontró Arias (2016) quien indicó que empleando una temperatura de deshidratación de 55 °C se conserva de mejor manera la calidad organoléptica de la jícama deshidratada con valores de 6,46; 5,96 y 5,04 en una escala de 7 puntos para los atributos color, sabor y textura, respectivamente.

Por otro lado, empleando el software Color Analysis se obtuvo un color naranja ligeramente saturado para el tratamiento 6, lo cual tiene similitud con lo determinado por

los panelistas en la evaluación organoléptica en la cual se obtuvo para la jícama deshidratada un color amarillo semioscuro.

Respecto al contenido de sólidos solubles se obtuvo una concentración de 76,275 °Brix; este valor tiene similitud con lo determinado por Arias (2016), en su investigación denominada deshidratación de jícama para obtención de hojuelas con diferentes condiciones de temperatura y velocidad del aire, quien encontró valores de °Brix entre 70 a 82,95; los valores antes mencionados y los obtenidos en esta investigación son altos, debido a que durante el proceso de deshidratación existe evaporación parcial del agua y concentración de la materia seca, entre los cuales está los sólidos solubles. Además, estos resultados permiten evidenciar que la jícama deshidratada bajo condiciones de temperatura de 55°C durante 13 horas, tienen un sabor dulce tal como lo determinaron los panelistas en el análisis organoléptico.

7.2. Análisis nutricional del tratamiento con mejor aceptabilidad

En la Tabla 10 se puede observar que el contenido de humedad de la jícama deshidratada es de 4,998 %; siendo este el parámetro que tuvo más variación con respecto al valor de humedad (90,10 %) establecido por la USDA para jícama fresca. Esto era de esperarse, pues el objetivo principal de la deshidratación es reducir el contenido de agua del alimento a fin de prevenir el crecimiento y desarrollo de los microorganismos responsables del deterioro del alimento (Fiallos, 2018).

Adicionalmente, al no existir una norma específica del límite de humedad máximo para la jícama deshidratada, se ha tomado como referencia la norma INEN 2996 en la cual se establece los requisitos de productos deshidratados como la zanahoria, zapallo y uvilla. Para efectos de comparación se tomó en cuenta la zanahoria, ya que es el alimento que más se asemeja con el contenido de agua y nutrientes de la jícama. Para la cual se establece que la humedad del deshidratado no debe superar el 6 %; por lo tanto, el contenido de humedad de la jícama de 4,998 % cumple con lo establecido por la norma.

Por otro lado, el análisis nutricional permitió determinar los siguientes contenidos de: carbohidratos 86,608 %; fibra 4,194 %; grasa 0,252 % y cenizas 2,210 %. Los valores obtenidos presentan similitudes con lo mencionado por Lachman *et al.* (2003), quienes establecen valores para carbohidratos en un rango de 88 a 93,2%; fibra 3,2 a 4,1 %; grasa 0,17 a 0,24 % y cenizas 2,5 a 3,2 %; sin embargo, existe una diferencia importante en cuanto a proteína, ya que el autor señala un contenido entre 2,6 a 2,8 %, lo que difiere

con lo obtenido en esta investigación mismo que es 1,738 % de proteína. Así mismo, Gavilánez y Lara (2017) deshidrataron la jícama a 70 °C durante 12 h, en el análisis físico-químico obtuvo un contenido de proteína de 1,99 % y cenizas de 3,30 %. Por otro lado, Palomino (2019), quien deshidrato la jícama a temperatura de 70 °C durante 75 minutos y realizó el análisis nutricional del tratamiento con mejor aceptabilidad, reportando valores de carbohidratos 81,86 %; fibra 2,65 %, proteína 3,36 %; grasa de 2,29 % y cenizas 2,99 %. Las diferencias que se observa, se deben principalmente al manejo del cultivo, la variedad de jícama, el estado de madurez, condiciones climáticas y edáficas de la zona de cultivo y método de deshidratación (Greenfield y Southgate, 2006; Pérez, 2013; Valdés, 2006).

Los resultados del contenido de carbohidratos, fibra y grasa permitieron determinar que 100 gramos de jícama deshidratada aportan 355,652 calorías (ver Anexo 9). Tomando en cuenta que la Organización Mundial de la Salud OMS (2018) establece un consumo entre 1,600 a 2,000 calorías al día para las mujeres y entre 2,000 a 2,500 para los hombres, se puede decir que el aporte calórico de la jícama deshidratada en promedio representa un 19,76 y 15, 81 % del consumo diario para las mujeres y hombres, respectivamente. Considerando que las calorías se traducen a energía, se puede decir que el consumo de jícama deshidratada representa una importante fuente energética, la misma que se requiere para el adecuado desarrollo de funciones como la respiración, circulación, trabajo físico y síntesis de proteínas (Hernández, 2004).

Así mismo, la jícama tiene un alto contenido de fibra 4,19 %; calcio 10 % y vitamina C 50 mg; en comparación con la papa la cual tiene 1,9 % de fibra; 5 % de calcio y 13 mg de vitamina C. Se tomó como referencia este alimento debido a que es el tercer alimento más consumido a nivel mundial después del arroz y el trigo, y, es el tubérculo más consumido en el Ecuador (Basantes *et al.*, 2020; FAO, 2022). En este contexto, el consumo de jícama presenta múltiples ventajas nutricionales, pues favorece en la formación de huesos, cartílagos y dientes gracias a su alto contenido de calcio y vitamina C (Valdés, 2006). Además, tiene propiedades medicinales tales como: contribuye a la prevención de la diabetes, desórdenes gastrointestinales, enfermedades cardiovasculares y facilita el proceso de digestión, previniendo así el cáncer de colon debido a su importante contenido de fibra (Almeida *et al.*, 2014; Valdés, 2006).

8. Conclusiones

Con base en el análisis de los resultados obtenidos en la presente investigación se puede concluir que:

- Las condiciones óptimas de deshidratación de la jícama son a temperatura de 55 °C durante 14 horas, ya que bajo estas condiciones la jícama adquiere las mejores características de calidad organoléptica; es decir, se obtienen un producto deshidratado de color amarillo semioscuro, sabor dulce y textura crujiente.
- La jícama deshidratada tiene un importante valor nutricional principalmente en carbohidratos 86,61 %, fibra 4,20 %, potasio y vitamina C 214 y 50 mg/100g, respectivamente.
- El desarrollo de jícama deshidratada, ofrece a los productores agroecológicos de Loja contar con producto con valor agregado que represente una nueva alternativa para mejorar producción y comercialización, ya que permitirá obtener un alimento de fácil manejo, con alto valor nutritivo y aceptación, y potenciar este tubérculo que actualmente está desvalorizado; además, contribuye a la soberanía alimentaria y a mejorar la economía de los agricultores.

9. Recomendaciones

- Realizar el análisis microbiológico de la jícama deshidratada a fin de determinar si cumple con los parámetros de inocuidad.
- Procesar inmediatamente la jícama luego del pelado, para evitar la oxidación enzimática, y por tanto, pérdida del producto.
- Evaluar otros métodos de deshidratación o combinaciones; para mejorar la eficiencia del proceso.
- Promocionar el subproducto de jícama, mediante la aplicación de estrategias de marketing y publicidad desde la Red Agroecológica de Loja.

10. Bibliografía

- Almeida-Alvarado, S. L., Aguilar-López, T., y Hervert-Hernández, D. (2014). La fibra y sus beneficios a la salud. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 27(1), 73-76.
- Álvarez, M. M., y Paltín, V. del R. (2018). Plan de negocios para crear una empresa que elabore infusión de té de Jícama en la ciudad de Guayaquil [Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/29689/1/TESIS-ALVAREZ-Y-PALTIN.pdf>
- Andrade, M. (2019). Estudio técnico económico para la creación de una planta productora de jícama deshidratada en la ciudad de Guayaquil [Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/44990/1/ESTUDIO%20T%C3%89CNICO%20ECON%C3%93MICO%20PARA%20LA%20CREACI%C3%93N%20DE%20UNA%20PLANTA%20PRODUCTORA%20DE%20J%C3%8DCAMA%20DESHIDRATADA%20EN%20LA%20CIUDAD%20DE%20GUAYAQUIL.pdf>
- Arias, R. A. (2016). Deshidratación de jícama *Smallanthus Sonchifolius* para obtención de hojuelas [Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5642/2/ARTICULO.pdf>
- Arrobo, J. (2013). La fruta de jícama una alternativa de nutrición y salud. *Yachana Revista Científica*, 2(2), Article 2. <https://doi.org/10.1234/yach.v2i2.48>
- Aruquipa, R. (2017). Caracterización etnobotánica del cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en dos comunidades del municipio de Mocomoco altiplano norte [Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/12874/T%202376.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Basantes, T., Albuja, L., Aragón, J., y Vázquez, L. (2020). Diagnóstico de la situación actual de la producción y comercialización de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en la Zona 1 del Ecuador | e-Agronegocios. *Revista e-Agronegocios*, 6(2). <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/eagronegocios/article/view/5103>
- Caicedo, D. G. (2017). Efectos del proceso de secado e índice de madurez sobre las características fisicoquímicas y organolépticas de láminas de carambola *averrhoa carambola* [Universidad Técnica de Ibarra]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6778/2/ARTICULO.pdf>

- Cajamarca Carrasco, D. I., Baño Ayala, D. J., Arboleda Álvarez, L. F., y Miranda, M. F. (2020). Sostenibilidad medio ambiental en el procesamiento de frutas deshidratadas ecuatorianas. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 4(35), 1-15. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol4iss35.2020pp1-15>
- Carrión, M. K. C., y Simbaña, J. C. S. (2018). Desarrollo de 3 variedades de snack saludables a base de Jícama (*Pachyrhizus Erosus*) [Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/40445/1/Desarrollo%20de%20tres%20variedades%20de%20snack%20a%20base%20de%20J%20c3%20adcam.pdf>
- Casimba, M. (2017). Identificación de plagas y enfermedades (Hongos y Bacterias) del cultivo de Jícama (*Smallanthus sonchifolius*) en el cantón Cotacachi, Otavalo e Ibarra-Imbabura [Universidad del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6510/2/ARTICULO.pdf>
- Conrado, K. M. (2018). Determinación de propiedades térmicas de oca (*Oxalis tuberosa*), jícama (*Smallanthus sonchifolius*), mashua (*Tropaeolum tuberosum*) y camote (*Ipomoea batatas*) [Universidad Técnica de Ambato]. <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29060/1/AL%20694.pdf>
- Domínguez, A. A., Cruz, C., y Ventura, S. (2018). Variación nutrimental y funcional de pulpa de Guayaba en respuesta a diferentes temperaturas de almacenamiento. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 19. <https://www.redalyc.org/journal/813/81355612009/81355612009.pdf>
- Elcinto, M. (2000). *El potasio para su salud*. 1, 17-19.
- Fang, Z. (2017, junio). Métodos analíticos para la determinación de vitamina C en alimentos [Info:eu-repo/semantics/bachelorThesis]. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/56373/>
- FAO. (2022). Duplicar la producción mundial de papa en 10 años es posible. Newsroom. <https://www.fao.org/newsroom/detail/doubling-global-potato-production-in-10-years-is-possible/es>
- Fiallos, T. G. (2018). Efecto de la utilización de antioxidantes en la producción de un pulverizado a partir de jícama (*Smallanthus sonchifolius*) para la empresa HUIKUNDO SA [Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28390/1/AL%20684.pdf>

- García, A., Muñiz, S., Hernández, A., González, L. M., y Fernández, D. (2013). Análisis comparativo de la cinética de deshidratación Osmótica y por Flujo de Aire Caliente de la Piña (*Ananas Comosus*, variedad Cayena lisa). *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22(1), 62-69.
- García, E., y Fernández, I. (2012). Determinación de la humedad de un alimento por un método gravimétrico indirecto por desecación. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16339/Determinaci%20de%20humedad.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, O. E., Infante, R. B., y Rivera, C. J. (2008). Hacia una definición de fibra alimentaria. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 21(1), 25-30.
- Gavilánez, S. M., y Lara, K. G. (2017). Deshidratación osmótica de la jícama (*Smallanthus sonchifolius*) [Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4199/1/UTC-PC-000106.pdf>
- Greenfield, H., y Southgate, A. (2006). Datos de Composición de Alimentos: Obtención, Gestión Y Utilización. Food & Agriculture Org.
- Hernández, M. (2004). Recomendaciones nutricionales para el ser humano: Actualización. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 23(4), 266-292.
- Lachman, J., Fernández, E. C., y Orsák, M. (2003). Yacon [*Smallanthus sonchifolia* (Poepp. Et Endl.) H. Robinson] chemical composition and use—A review. *Plant, Soil and Environment*, 49(6), 283-290. <https://doi.org/10.17221/4126-PSE>
- Lanza, J. G., Churión, P. C., y Gómez, N. (2016). Comparación entre el método Kjeldahl tradicional y el método Dumas automatizado (N cube) para la determinación de proteínas en distintas clases de alimentos. *Saber*, 28(2), 245-249.
- López, G. (2019). Estudio del yacón o jícama andina: Historia, usos y conocimiento colectivo [Universidad San Francisco de Quito]. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/8565/1/143834.pdf>
- López, G., León López, L. P., y Espejel Blanco, J. E. (2019). El camote deshidratado como una nueva alternativa de consumo saludable para los sonorenses. 6, 50-65.
- Maldonado, L. L. (2022). Creación de postres a base de tubérculos andinos [Universidad Técnica del Norte].

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/12864/2/02%20LGAS%20064%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

Marín B, E., Lemus M, R., Flores M, V., y Vega G, A. (2006). La rehidratación de alimentos deshidratados. *Revista chilena de nutrición*, 33(3), 527-538. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182006000500009>

Maupoey, P. F., Grau, A. M. A., Baviera, J. M. B., y Sorolla, A. M. A. (2001). Introducción al secado de alimentos por aire caliente. https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/e8b523c5-4970-4ae6-b2a3-86f576e81359/TOC_4092_02_01.pdf?guest=true

Medina, C. (2015). *Estudio del proceso de deshidratación de alimentos frutihortícolas: Empleo de microondas y energía solar* [Universidad Nacional de La Plata]. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46496/Documento_completo.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Mejía, F. (2017). Formulación y elaboración de productos de panificación con yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como endulzante, para la población con deficiencias en el metabolismo de los disacáridos. *Publicaciones e Investigación*, 11(1), 127-139. <https://doi.org/10.22490/25394088.2259>

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2016). La política agropecuaria ecuatoriana hacia el desarrollo territorial rural sostenible 2015-2025. <http://www2.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2021/03/02-06PPP2015-POLITICA02-1.pdf>

OMS. (2018). Alimentación sana. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>

Ortiz, A. C., Eligio, M. V., Cervantes, M. E., Xool, J. I., Alavez, J. A., Torres, K. A., y Magaña, W. del C. (2014). Deshidratación en la jícama: Una forma de darle el valor agregado en el municipio de Escárcega, Campeche. *I5(1)*, 103-105.

Ortiz, N. R. (2019). Evaluación de índices de cosecha, diámetro y períodos de endulzamiento en el Cultivo de Jícama (*smallanthus sonchifolius*.) en el Campus Experimental Salache, en el período 2018-2019 [Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5860/6/PC-000683.pdf>

- Padilla Frías, K. A. P., Granados-Conde, C., Leon Mendez, G. L., Arrieta Pineda, Y. A., y Torrenegra Alarcon, M. T. (2018). Evaluación de la influencia de la temperatura en procesos de secado. *@limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 16(1), Article 1. <https://doi.org/10.24054/16927125.v1.n1.2018.344>
- Palomino, J. A. (2019). Efecto del tratamiento hidrotérmico con diferentes concentraciones de ácido ascórbico en las características fisicoquímicas y organolépticas de las hojuelas de yacón (*smallanthus sonchifolius*) deshidratada [Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/5391>
- Pérez, R. (2013). Exactitud de las tablas de composición de alimentos en la determinación de nutrientes. *Sanidad Militar*, 69(2), 102-111. <https://doi.org/10.4321/S1887-85712013000200008>
- Pighín G, A. F., y Rossi, A. L. (2010). Espinaca fresca, supercongelada y en conserva: Contenido de vitamina C pre y post cocción. *Revista chilena de nutrición*, 37(2), 201-207. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182010000200009>
- Puchulu, M., Gimenez, M., Viollaz, R., Ganduglia, M., Amore, M., y Texido, L. (2013). Fuentes de fósforo, aditivos alimentarios y Enfermedad Renal Crónica. 31(145), 22-30.
- Puetate, G. F. (2019). Caracterización fisicoquímica y nutricional de una pasta elaborada con harina de jícama (*Smallanthus sonchifolius*) como sustituto de la harina de trigo [Universidad Politécnica Estatal del Carchi]. <http://190.15.129.74/bitstream/123456789/873/1/005%20Caracterizaci%c3%b3n%20fisicoqu%c3%admica%20y%20nutricional%20de%20una%20pasta%20elaborada%20con%20harina%20de%20j%c3%adcama.pdf>
- Quinlli, N. R. Q. (2021). Caracterización nutricional y funcional de la jícama (*Smallanthus sonchifolius*) y su utilización en la elaboración de mermelada [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/16164/1/27T00509.pdf>
- Ramos, K. E. (2016). Efecto de la temperatura sobre las características físico-químicas y sensoriales de la jícama *smallanthus sonchifolius* y oca *oxalis tuberosa*, durante el proceso de maduración con dos métodos artificiales [Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5850/1/03%20EIA%20414%20TRA%20BAJO%20DE%20GRADO.pdf>

- Rascón, L., Ibarra, E., Ramírez, P., Peralta, A., Martínez, J., y Candelas, M. (2016). Cinética de secado, textura y color de jícama (*pachyrhizus erosus*) sometida a diferentes tratamientos de escaldado. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(1), 502-507.
- Rettig, K., y Ah-Hen, K. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Agro Sur*, 42(2), 57-66. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2014.v42n2-07>
- Ríos, M. M., Márquez, C. J., y Ciro, H. J. (2005). Deshidratación osmótica de frutos de papaya hawaiana (*Carica papaya* L.) en cuatro agentes edulcorantes. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 58(2), 2998-3002.
- Rodríguez, T. D. R. (2017). Evaluación del efecto de dos métodos de deshidratación sobre las características física, fisicoquímica y nutricional de una variedad de cubio (*Tropaeolum tuberosum* R&P) [Universidad de la Salle]. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1074&context=ing_alimentos
- Romero, I., Díaz, V., y Aguirre, A. (2016). Fortalecimiento de la cadena de valor de los snacks nutritivos con base en fruta deshidratada en El Salvador. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40251/S1600668_es.pdf
- Rossignoli. (2014). Investigación de la jícama y propuesta de cocina de autor [Universidad Internacional del Ecuador]. <file:///C:/Users/TecnoeXtrem/Downloads/T-UIDE-0380.pdf>
- Santana, J. C. (2017). Plan de comercialización de la planta jícama a nivel nacional [Universidad Tecnológica Indoamérica]. <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:S89WLgIFYwIJ:repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/202/1/Trabajo%2520Santana%2520Castillo%2520Juan%2520Carlos.pdf&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=ec>
- Soria, B. E. (2017). Estudio de factibilidad para la industrialización de yacón [Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/21232/TES-1025.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Spiazzi, E., y Mascheroni, R. (2001). Modelo de deshidratación osmótica de alimentos vegetales. 4, 23-32.
- Tirado, D. F., Montero, P. M., y Acevedo, D. (2015). Estudio Comparativo de Métodos Empleados para la Determinación de Humedad de Varias Matrices Alimentarias.

Información tecnológica, 26(2), 03-10. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000200002>

USDA. (2019). *Yambean (jicama), raw*. FoodData Central. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/170073/nutrients>

Valdés, S. E. (2006). *Química de los alimentos (Cuarta)*. Pearson Educación.

Vega, A., Chacana, M., y Lemus, R. (2006). La industria de los alimentos deshidratados y la importancia del control de procesos. *9(42)*, 50-67.

Velásquez, H. J., y López, M. L. (2005). Caracterización de propiedades mecánicas del banano (Cavendish Valery). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, *58(2)*, 2975-2988.

Vuarant, C. O. (2014). Optimización del proceso de secado de arándanos por infrarrojos. [Universitat Politècnica de València]. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/43771>

Watts, B., Ylimaki, G., Jeffery, L., y Elías, L. (1992). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*.

Yépez, A. G. (2016). Caracterización y geo—Referenciación de los sistemas de producción de jícama *smallanthus sonchifolius* (poepp. & endl) H. robinson en la provincia de Imbabura [Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5676/1/03%20AGP%20204%20TRA%20BAJO%20GRADO.pdf>

Yucailla, S. (2016). Desarrollo y evaluación de una bebida hipocalorica apta para diabéticos a base de zumo de jícama (*Smallanthus sonchifolius*) [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4896/1/56T00618%20UDCTFC.pdf>

11. Anexos

Anexo 1. Hoja de catación

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Análisis organoléptico y aceptación de jícama deshidratada (*Smallanthus sonchifolius*).

Indicaciones

Frente a usted hay 9 muestras de jícama deshidratada, respectivamente codificadas, las cuales debe probar y calificar cada atributo en una escala del 1 al 5.

Recuerde beber agua cada vez que se cambie de tratamiento, esto permitirá que su opinión sea la más acertada posible.

Atributo	Alternativas	Muestra								
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Color	1. Muy pálido									
	2. Amarillo pálido									
	3. Ni amarillo pálido, ni amarillo claro									
	4. Amarillo claro									
	5. Amarillo semi oscuro									
Sabor	1. Muy insípido									
	2. Insípido									
	3. Ni dulce, ni insípido									
	4. Ligeramente dulce									
	5. Dulce									
Textura	1. Muy blando									
	2. Blando									
	3. Ni crujiente, ni blando									
	4. Crujiente									
	5. Muy crujiente									
Aceptabilidad	1. No me gusta									
	2. Me gusta poco									
	3. No me gusta, ni me disgusta									
	4. Me gusta									
	5. Me gusta mucho									

AOAC Official Method 968.11
Moisture (Loss on Drying)
in Roasted Coffee
Vacuum Oven Method I
First Action 1968
Final Action 1970

A. Apparatus

(a) *Aluminum dish*.—Diameter ca 70 mm, height ca 30 mm; with close-fitting cover.

(b) *Air-tight desiccator*.—Reignited CaO is satisfactory drying agent.

(c) *Vacuum oven*.—Connect with pump capable of maintaining partial vacuum in oven with pressure equivalent to ≤ 25 mm Hg (3.3 kPa) and provided with thermometer passing into oven in such way that bulb is near test samples. Connect H₂SO₄ gas-drying bottle with oven to admit dry air when releasing vacuum.

B. Determination

Use test sample directly without grinding. Accurately weigh ca 5 g well-mixed test portion in dish previously dried at 98–100°C, cooled in desiccator, and weighed with cover soon after attaining room temperature. Place in oven, lean cover against dish, and heat to constant weight (ca 5.5 h) at 98–100°C at pressure ≤ 25 mm Hg. During heating admit slow current of air (ca 2 bubbles/s through H₂SO₄) into oven. Carefully admit dry air into oven to bring to atmosphere pressure. Cover dish, transfer to desiccator, and weigh soon after room temperature is attained. Report percent loss in weight.

Reference: *JAOAC* **51**, 577(1968).



Quito – Ecuador

**NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA**

NTE INEN-ISO 6865

Primera edición
2014-01

**ALIMENTOS PARA ANIMALES. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO
DE FIBRA BRUTA. MÉTODO CON FILTRACIÓN INTERMEDIA
(ISO 6865:2000, IDT)**

ANIMAL FEEDING STUFFS. DETERMINATION OF CRUDE FIBRE CONTENT. METHOD WITH
INTERMEDIATE FILTRATION (ISO 6865:2000, IDT)

EXTRACTO

Correspondencia:

Esta Norma Técnica Ecuatoriana es una traducción idéntica de la Norma Internacional
ISO 6865:2000

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma internacional especifica un método con filtración intermedia para la determinación del contenido en fibra bruta. Se describen un procedimiento manual y un procedimiento semiautomático.

El método es aplicable a alimentos para animales con un contenido de fibra bruta mayor de 10 g/kg.

NOTA – Para alimentos para animales con un contenido en fibra bruta igual o menor de 10 g/kg, puede utilizarse el método descrito en la Norma ISO 6541.

Esta norma internacional es aplicable también a cereales y leguminosas.

2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se relacionan contienen disposiciones válidas para esta norma internacional. En el momento de la publicación las ediciones indicadas estaban en vigor. Toda norma está sujeta a revisión por lo que las partes que basen sus acuerdos en esta norma internacional deben estudiar la posibilidad de aplicar la edición más reciente de las normas indicadas a continuación. Los miembros de CEI y de ISO poseen el registro de las normas internacionales en vigor en cada momento.

ISO 3696:1987 – *Agua para uso en análisis de laboratorio. Especificaciones y métodos de ensayo.*

ISO 6498:1998 – *Alimentos para animales. Preparación de muestras para análisis.*

3 TÉRMINO Y DEFINICIÓN

Para la finalidad de esta norma internacional, es aplicable el siguiente término y su definición.

3.1 contenido en fibra bruta: Pérdida de peso que se produce al incinerar el residuo seco obtenido después de la digestión ácida y alcalina de la muestra mediante el procedimiento descrito en esta norma internacional, dividido por el peso de la porción para análisis.

NOTA – El contenido en fibra bruta se expresa en gramos por kilogramo. También puede expresarse como fracción másica en porcentaje.

4 PRINCIPIO

La porción para análisis se trata con ácido sulfúrico diluido en ebullición. El residuo se separa por filtración, se lava, y después se trata con una disolución de hidróxido potásico en ebullición. El residuo se separa por filtración, se lava, se seca, se pesa y después se incinera. La pérdida en peso durante la incineración es el peso de la fibra bruta en la porción para análisis.

5 REACTIVOS Y MATERIALES

Usar únicamente reactivos de calidad analítica reconocida.

5.1 Agua, que cumpla al menos grado 3 de acuerdo con la Norma ISO 3696.

5.2 Ácido clorhídrico, $c(\text{HCl}) = 0,5 \text{ mol/l}$.

5.3 Ácido sulfúrico, $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = (0,13 \pm 0,005) \text{ mol/l}$.

5.4 Solución de hidróxido potásico, $c(\text{KOH}) = (0,23 \pm 0,005) \text{ mol/l}$.

Anexo 4. Norma AOAC 991.20 para determinar proteína

33.2.11

AOAC Official Method 991.20 Nitrogen (Total) in Milk

Kjeldahl Methods
First Action 1991
Final Action 1994

IDF-ISO-AOAC Method

Results of the interlaboratory study supporting acceptance of the method [expressed on a protein basis ($N \times 6.38$)]:

$s_r = 0.014$; $s_R = 0.017$; $RSD_r = 0.385\%$; $RSD_R = 0.504\%$

A. Principle

Milk is digested in H_2SO_4 , using $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ as catalyst with K_2SO_4 as boiling point elevator, to release nitrogen from protein and retain nitrogen as ammonium salt. Concentrated NaOH is added to release NH_3 , which is distilled, collected in H_3BO_3 solution, and titrated.

Traditional Method

B. Apparatus

(a) *Digestion flasks*.—Kjeldahl. Hard, moderately thick, well-annealed glass. Total capacity ca 500 or 800 mL.

(b) *Distillation flasks*.—Same Kjeldahl flask as in (a), fitted with rubber stopper through which passes lower end of efficient rubber bulb or trap to prevent mechanical carryover of NaOH during distillation. Connect upper end of bulb to condenser tube by rubber tubing. Use graduated 500 mL Erlenmeyer titration flask to collect distillate. Trap outlet of condenser in manner to ensure complete absorption of NH_3 distilled into boric acid solution.

(c) *Digestion/distillation system*.—Traditional apparatus with adjustable controls for individual flasks.

(d) *Titration buret*.—50 mL. Class A or equivalent.

C. Reagents

(a) *Sulfuric acid*.—95–98% H_2SO_4 . Nitrogen free.

(b) *Copper catalyst solution*.— $CuSO_4 \cdot 5H_2O$. Nitrogen free. Prepare solution 0.05 g/mL H_2O .

(c) *Potassium sulfate*.— K_2SO_4 . Nitrogen free.

(d) *Sodium hydroxide solution*.—50% (w/w) nitrate-free NaOH.

(e) *Boiling chips*.—Mesh size 10 suggested. High purity, amphoteric aluminum granules, plain.

(f) *Methyl red/bromocresol green indicator solution*.—Dissolve 0.2 g methyl red and dilute to 100 mL in 95% ethanol. Dissolve 1.0 g bromocresol green and dilute to 500 mL in 95% ethanol. Mix 1 part methyl red solution with 5 parts bromocresol green solution (combine all of both solutions).

(g) *Boric acid solution*.—4%, with indicator. Dissolve 40 g H_3BO_3 and dilute to 1 L in water and add 3 mL methyl red/bromocresol green indicator solution, (f). Solution will be light orange color.

(h) *Hydrochloric acid standard solution*.—0.1000M. Prepare as in 936.15 (see A.1.06) or use premade solution of certified specification range 0.0995–0.1005M and use 0.1000M for calculation.

(i) *Ammonium sulfate*.—99.9% $(NH_4)_2SO_4$.

(j) *Tryptophan or lysine hydrochloride*.—99% $C_{11}H_{12}N_2O_2$ or $C_6H_{15}ClN_2O_2$.

(k) *Sucrose*.—Nitrogen free.

D. Preparation of Test Solution

Add 15.00 g K_2SO_4 , 1 mL $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ catalyst solution, and 8–10 boiling chips to digestion flask. Warm milk to $38^\circ \pm 1^\circ C$. Mix milk as in 925.21 (see 33.2.02). Weigh warm sample (5 ± 0.1 mL) and immediately place in digestion flask. (Note: Weights must be recorded to nearest 0.0001 g.) Add 25 mL H_2SO_4 , rinsing any milk on neck of flask into bulb. Flask may be stoppered and held for digestion at later time. Digest and distill a blank (all reagents and no test product) each day.

E. Determination

(a) *Digestion burner setting*.—Conduct digestion over heating device that can be adjusted to bring 250 mL H_2O at $25^\circ C$ to rolling boil in ca 5–6 min. To determine maximum heater setting to be used during digestion, preheat 10 min (gas) or 30 min (electric) at burner setting to be evaluated. Add 3 or 4 boiling chips to 250 mL H_2O at $25^\circ C$ and place flask on preheated burner. Determine heater setting that brings water from $25^\circ C$ to rolling boil in 5–6 min on each burner. This is maximum burner setting to be used during digestion.

(b) *Digestion*.—Place flask in inclined position with fume ejection system on. Start on setting low enough so that test portion does not foam up neck of Kjeldahl flask. Digest at least 20 min or until white fumes appear in flask. Next, increase burner setting half way to maximum burner setting determined in (a) and heat for 15 min. Next, increase heat to maximum setting determined in (a). When digest clears (clear with light blue–green color), continue to boil 1–1.5 h at maximum setting (total time ca 1.8–2.25 h).

To determine specific boil time needed for analysis conditions in laboratory, select a high protein, high fat milk test sample and determine protein content using different boil times (1–1.5 h) after clearing. Mean protein test increases with increasing (0–1.5 h) boil time, becomes constant, and then decreases when boil time is too long. Select boil time that yields maximum protein test.

At end of digestion, digest should be clear and free of undigested material. Cool acid digest to room temperature (ca 25 min). Cooled digest should be liquid or liquid with few small crystals. (Large amount of crystallization before addition of water indicates too little residual H_2SO_4 at end of digestion and can result in low test values.) After digest is cooled to room temperature, add 300 mL H_2O to flask and swirl to mix (for 800 mL flasks add 400 mL H_2O). When room temperature water is added some crystals may form and then go into solution; this is normal. Let mixture cool to room temperature before distillation. Flasks can be stoppered for distillation at later time.

(c) *Distillation*.—Turn on condenser water. Add 50 mL H_3BO_3 solution with indicator to graduated 500 mL Erlenmeyer titration flask and place flask under condenser tip so that tip is well below H_3BO_3 solution surface. To room temperature diluted digest, carefully add 75 mL 50% NaOH down sidewall of Kjeldahl flask with no agitation. NaOH forms clear layer under the diluted digest. Immediately connect flask to distillation bulb on condenser. Vigorously swirl flask to mix contents thoroughly; heat until all NH_3 has been distilled (≥ 150 mL distillate; ≥ 200 mL total volume). Do not leave distillation unattended. Flasks (500 mL) may bump at this point. Lower receiving flask and let liquid drain from condenser tip. Turn off distillation heater. Titrate H_3BO_3 receiving solution with standard 0.1000M HCl solution to first trace of pink. Lighted stir plate may aid visualization of end point. Record mL HCl to at least nearest 0.05 mL.

Anexo 5. Norma AOAC 920.93 para determinar ceniza

AOAC Official Method 920.93
Ash of Roasted Coffee

First Action 1920
Final Action

A. Ash

Proceed as in **900.02A** or **B** (*see* 44.1.05), using test portion prepared as in **920.91** (*see* 30.1.06).

B. Soluble and Insoluble Ash

Proceed as in **900.02D** (*see* 44.1.05), using the ash obtained in **A**.

C. Alkalinity of Soluble Ash

Proceed as in **900.02E** (*see* 44.1.05), using the filtrate obtained in **B**.

Proceed as in **941.12C** (*see* 43.1.05), using the ash obtained in **A** or H₂O-insoluble ash obtained in **B**.

E. Soluble Phosphorus in Ash

Proceed as in **965.17B** (*see* 4.8.14) or **965.18C** (*see* 25.1.15), using solution obtained in **B**.

F. Insoluble Phosphorus in Ash

Boil insoluble ash, **B**, with 25 mL HCl (1 + 2), filter, wash thoroughly with hot H₂O, and determine P₂O₅ in combined filtrate and washings as in **964.06B** (*see* 4.8.13) or **965.18C** (*see* 25.1.15).



NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN-ISO 13730:2013

NÚMERO DE REFERENCIA ISO 13730:1996 (E)

**CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS – DETERMINACIÓN
DEL CONTENIDO DE FÓSFORO TOTAL - MÉTODO DE
ESPECTROMETRÍA (IDT)**

Primera Edición

MEAT AND MEAT PRODUCTS – DETERMINATION OF TOTAL PHOSPHORUS CONTENT - SPECTROMETRIC METHOD

First Edition

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE FÓSFORO TOTAL MÉTODO DE ESPECTROMETRÍA (IDT)	NTE INEN-ISO 13730:2013 2013-10
---	---	--

1 Objeto y campo de aplicación

Esta norma nacional especifica un método para la determinación del contenido total de fósforo de todas las clases de carne y productos cárnicos, incluyendo aves de corral. Los resultados de precisión citados en este método se refieren únicamente a las salchichas procesadas.

2 Normativa de referencia

La siguiente norma contiene disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de esta Norma nacional. En el momento de la publicación, la edición indicada es válida. Todas las normas están sujetas a revisión, y las partes que basen sus acuerdos en esta Norma nacional que investiguen la posibilidad de aplicar la edición más reciente de la norma se indican a continuación. Los miembros de IEC e ISO mantener registros de las Normas Internacionales vigentes.

ISO 936:¹⁾, *Meat and meat products - Determination of ash.*

3 Definición

A los efectos de esta norma, se entenderá por:

3.1 Contenido de fósforo total de carne y productos cárnicos: Masa de pentóxido de fósforo determinado según el procedimiento establecido en esta Norma nacional, expresado como porcentaje de masa de la muestra problema.

4 Principio

El secado de la muestra de ensayo y la incineración de los residuos. Después de enfriar, la hidrólisis de la ceniza con ácido nítrico.

La filtración y la dilución seguida por la formación de un compuesto de color amarillo con una mezcla de monovanadato amonio y heptamolibdato de amonio. Medición fotométrica a una longitud de onda de 430 nm.

5 Reactivos

Utilice únicamente reactivos de grado analítico reconocido y agua destilada o desmineralizada o agua de pureza al menos equivalente.

Todos los reactivos deben ser de calidad analítica reconocida. El agua utilizada en la prueba debe ser destilada o agua de pureza equivalente.

5.1. Ácido nítrico, dilución 1 + 2 (V/V)

Mezclar 1 volumen de ácido nítrico [65% (m/m); $\rho_{20} = 1,40 \text{ g/ml}$] con dos volúmenes de agua

5.2. Amonio solución monovanadato (NH_4VCO_3), 2,5 g/l.

Disolver 2,5 g de monovanadato de amonio en 500 ml de agua hirviendo. Dejar enfriar y trasvasar cuantitativamente a un matraz aforado de 1000 ml (6.7). Añadir 20 ml de ácido nítrico (5.1), aforar con agua y homogeneizar.

DESCRIPTORES: Carne y productos cárnicos, determinación, contenido de fósforo total, método espectrometría

¹⁾ En la actualidad en etapa de borrador Pendiente de publicación. (Revisión de la ISO 936: 1978)

Anexo 7. Supuestos de independencia, normalidad y homogeneidad

Color

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
COLOR	27	0,91	0,87	9,43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18,00	8	2,25	22,76	<0,0001
TEMPERATURA	11,19	2	5,59	56,57	<0,0001
TIEMPO	3,56	2	1,78	17,98	0,0001
TEMPERATURA*TIEMPO	3,26	4	0,81	8,24	0,0006
Error	1,78	18	0,10		
Total	19,78	26			

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO COLOR	27	0,00	0,26	0,94	0,3758

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS COLOR	27	0,27	0,00	69,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,15	8	0,02	0,83	0,5864
TRATAMIENTO	0,15	8	0,02	0,83	0,5864
Error	0,39	18	0,02		
Total	0,54	26			

Sabor

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SABOR	27	0,81	0,72	6,23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,08	8	0,51	9,52	<0,0001
TEMPERATURA	1,09	2	0,55	10,21	0,0011
TIEMPO	0,65	2	0,32	6,06	0,0097
TEMPERATURA*TIEMPO	2,34	4	0,58	10,90	0,0001
Error	0,96	18	0,05		
Total	5,05	26			

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO SABOR	27	0,00	0,19	0,94	0,3176

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS SABOR	27	0,48	0,25	59,55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,15	8	0,02	2,11	0,0903
TRATAMIENTO	0,15	8	0,02	2,11	0,0903
Error	0,16	18	0,01		
Total	0,30	26			

Textura

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TEXTURA	27	0,95	0,92	8,29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	24,16	8	3,02	40,76	<0,0001
TEMPERATURA	11,42	2	5,71	77,06	<0,0001
TIEMPO	10,01	2	5,00	67,56	<0,0001
TEMPERATURA*TIEMPO	2,73	4	0,68	9,22	0,0003
Error	1,33	18	0,07		
Total	25,49	26			

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO TEXTURA	27	0,00	0,23	0,91	0,0543

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS TEXTURA	27	0,47	0,24	45,93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,13	8	0,02	2,00	0,1058
TRATAMIENTO	0,13	8	0,02	2,00	0,1058
Error	0,15	18	0,01		
Total	0,28	26			

Aceptabilidad

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ACEPTABILIDAD	27	0,84	0,77	9,41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,26	8	1,03	11,94	<0,0001
TEMPERATURA	2,77	2	1,39	16,05	0,0001
TIEMPO	2,23	2	1,12	12,90	0,0003
TEMPERATURA*TIEMPO	3,25	4	0,81	9,40	0,0003
Error	1,56	18	0,09		
Total	9,81	26			

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO ACEPTABILIDAD	27	0,00	0,24	0,92	0,1257

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS ACEPTABILIDAD	27	0,46	0,22	62,19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,23	8	0,03	1,91	0,1213
TRATAMIENTO	0,23	8	0,03	1,91	0,1213
Error	0,27	18	0,02		
Total	0,50	26			

Anexo 8. Resultados del análisis nutricional del subproducto de jícama



INFORME DE RESULTADOS

Informe: MSV-IE-473-23
Orden de ingreso: OI-173-23
Cuenca, 16 de Marzo del 2023

DATOS DEL CLIENTE

Cliente: JENNIFFER PATIÑO
Dirección: LOJA, BARRIO LOS MOLINOS
Teléfono: 0981080125

DATOS DE LA MUESTRA

*NOMBRE DE LA MUESTRA: JÍCAMA DESHIDRATADA			
*MARCA COMERCIAL: N/A		*FABRICANTE: N/A	
PROCEDENCIA:	TIPO DE MUESTRA: ALIMENTO	*TIPO DE ENVASE: FUNDAS DE POLIPROPILENO	
*PRESENTACIONES: 500 g		*FORMA DE CONSERVACION: AMBIENTE FRESCO Y SECO	
CODIGO MUESTRA: OI17323	*LOTE: N/A	*FECHA ELAB: 2023-02-28	*FECHA CAD:
FECHA RECEPCION: 2023-03-03	FECHA ANALISIS: 2023-03-03 - 2023-03-16	FECHA ENTREGA: 2023-03-16	
ENSAYO EN: LABORATORIO	MUESTREO: CLIENTE	NUMERO DE MUESTRAS: UNO (1)	

ENSAYOS ANÁLISIS FISICO-QUIMICOS

PARÁMETRO	MÉTODO - TÉCNICA	UNIDAD	RESULTADO
*CALCIO	APHA 3500 CA B (MOD) - COLORIMETRIA	mg/100g	10
*CARBOHIDRATOS TOTALES	CALCULO PROXIMAL - CALCULO	%	86.608
*CENIZAS	AOAC 920.93 - GRAVIMETRIA	%	2.21
*FIBRA	NTE INEN-ISO 6865 - GRAVIMETRIA	%	4.194
*FOSFORO	INEN ISO 13730 - ESPECTROFOTOMETRIA	mg/100g	49
*GRASA	AOAC 920.85 - GRAVIMETRIA	%	0.252
*HUMEDAD	AOAC 968.11 - GRAVIMETRIA	%	4.998
*POTASIO	STANDARDMETHODS3111B-K (MODIF) - ESPECTROFOTOMETRIA	mg/100g	214.04
*PROTEINA	AOAC 991.20 - VOLUMETRIA	%	1.738
*VITAMINA C	YODOMETRICO - VOLUMETRIA	mg/100g	50

*Fuera del alcance de la acreditación. **Subcontratado acreditado. ***Subcontratado no acreditado. U:INCERTIDUMBRE.

Dra. Sandra Guaraca
GERENTE DE LABORATORIO

Anexo 9. Cálculo de contenido de calorías de la jícama deshidratadas

Carbohidratos

$$86,608 \text{ g} \times \frac{4 \text{ Kcal}}{1 \text{ g}} = 346,432 \text{ Kcal}$$

Proteína

$$1,738 \text{ g} \times \frac{4 \text{ Kcal}}{1 \text{ g}} = 6,952 \text{ Kcal}$$

Grasa

$$0,252 \text{ g} \times \frac{9 \text{ Kcal}}{1 \text{ g}} = 2,268 \text{ Kcal}$$

Anexo 10. Certificado de traducción



Av. Orillas del Zamora 93-94 entre
Segundo Puertas Moreno y Clodoveo Carrión
Loja, Ecuador

Telf- +593 - 7 - 2579-934 EC
Mobil: +593 - 9 - 9866 - 0001
www.weiloja.edu.ec

Yo, Lic. Freddy P. Castillo H., profesor de WEI ENGLISH INSTITUTE;

Certifico:

Que tengo el conocimiento y dominio de los idiomas español e inglés
y que las traducciones de los siguientes:

**RESUMEN DE TESIS: “Jicama revaluation (*Smallanthus sonchifolius*)
from the Agroecological Network of the city of Loja, through the
elaboration of a dehydrated by-product.”**

para: **PATIÑO ARMIJOS JENNIFFER ANDREA**

es verdadero y correcto a mi mejor saber y entender, sin haber cambiado,
aumentado o disminuido su sentido en ninguna línea o párrafo del mismo.

FREDDY PAUL CASTILLO HOYOS
FREDDY PAUL CASTILLO HOYOS
2023.06.07
19:37:59 -05'00'

Firmado en Loja a los siete días del mes de junio de 2023

