UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA AGROINDUSTRIAS

INGENIERO/A AGROINDUSTRIAL

TÍTULO

"REVISIÓN DOCUMENTAL DE LOS PROCESOS DE DESHIDRATACIÓN DE LA PITAHAYA AMARILLA (*Selenicerius megalanthus*) PARA LA OBTENCIÓN DE SNACKS".

AUTOR

MARIELA LORENA SANDO SANCHIMA

ÁNGEL ROLANDO CHANALUISA CHILIQUINGA

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

MSc. PAREDES PERALTA ARMANDO VINICIO

Puyo – Ecuador

2021

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Quienes suscriben Mariela Lorena Sando Sanchima con C.I 140114393-6; Ángel Rolando Chanaluisa Chiliquinga hacen constar que son autores del Trabajo de Integración Curricular titulado: REVISIÓN DOCUMENTAL DE LOS PROCESOS DE DESHIDRATACIÓN DE LA PITAHAYA AMARILLA (*Selenicerius megalanthus*) PARA LA OBTENCIÓN DE SNACKS, el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, MSc Paredes Peralta Armando Vinicio. En tal sentido, manifestamos la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Pastaza, a los 7 días del mes de julio del 2021





……. …….

Mariela Lorena Sando Sanchima Ángel Rolando Chanaluisa Chiliquinga

C.I: 140114393-6 **C.I:** 055000574-8

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del trabajo de Integración Curricular aprueba el trabajo de Integración Curricular titulado: "REVISIÓN DOCUMENTAL DE LOS PROCESOS DE DESHIDRATACIÓN DE LA PITAHAYA AMARILLA (*Selenicerius megalanthus*) PARA LA OBTENCIÓN DE SNACKS**"**.

_____

MSc. Víctor Rodrigo Cerda Mejía

Presidente del Tribunal

_____

MSc. Joselyn Paulina Pico Poma

Miembro del tribunal

_____

Amaury Pérez Martínez. Ph. D

Miembro del tribunal

Certificado No. 201-SAU-UEA-2021

Puyo, 21 de julio de 2021

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente a los estudiantes: Sando Sanchima Mariela Lorena, con C.I. 1401143936 y Chanaluisa Chiliquinga Angel Rolando, con C.I. 0550005748, con el Tema: **"REVISIÓN DOCUMENTAL DE LOS PROCESOS DE DESHIDRATACIÓN DE LA PITAHAYA AMARILLA (Selenicerius megalanthus) PARA LA PRODUCCIÓN DE SNACKS.",** de la carrera, Ingeniaría Agroindustrial. Director de la investigación, MSc. Paredes Peralta Armando Vinicio, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 3%, Informe generado con fecha 21 de julio de 2021 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
ITALO
MARCELO

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco M.Sc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

DERECHOS DE AUTOR

©2021, Mariela Lorena Sando Sanchima y Angel Rolando Chanaluisa Chiliquinga

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el derecho de autor.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Mariela Lorena Sando Sanchima, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular.



MARIELA LORENA SANDO SANCHIMA

No. Cédula: 140114393-6

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Angel Rolando Chanaluisa Chiliquinga, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular.



ANGEL ROLANDO CHANALUISA CHILIQUINGA

No. Cédula: 055000574-8

AGRADECIMIENTO

Deseo dejar constancia de mi agradecimiento quienes colaboraron para la elaboración del presente trabajo.

A la Universidad Estatal Amazónica a la facultad ciencias de la tierra, y a su grupo de docentes, por los años ofrecidos a mi formación personal y académica, con profesionales capacitados y con alto sentido humano, por darme la oportunidad de obtener una profesión académica.

A mi familia que ha sido un apoyo en momentos de flaqueza y debilidad ya que, con sus consejos, tolerancia han brindado ese apoyo incondicional para sobresalir en esta etapa de mi vida.

A mi esposo Ángel Irazábal por acompañarme y motivarme a levantarme en cada uno de los obstáculos y permanecer siempre de frente ante cada uno de mis logros.

Al ingeniero Paredes Peralta Armando Vinicio tutor de tesis por la confianza depositada en mí, su apoyo incondicional, sus palabras de aliento y su permanente estímulo para culminar el trabajo de investigación.

Mariela Lorena Sando Sanchima.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Estatal Amazónica por el apoyo durante el periodo de formación profesional, a mi familia, amigos y personas especiales en mi vida, en especial a mi abuelita por enseñarme el camino de la vida, gracias por sus consejos, por el amor y por su apoyo incondicional.

Ángel Rolando Chanaluisa Chiliquinga.

DEDICATORIA

A Dios por brindarme salud y vida, y la sabiduría necesaria para enfrentar cada obstáculo en mi camino, y haber puesto a las personas que han sido mi apoyo y compañía para lograr cada uno de mis objetivos planteados.

A mis padres quienes siempre me supieron dar un ejemplo de amor por la vida es para mí una gran satisfacción dedicarles a ellos que con mucho esfuerzo, esmero y trabajo me lo he ganado.

Esta dedicatoria va para mi marido ya que fue un pilar fundamental en toda esta etapa de mi vida que siempre me motivo a luchar por mis sueños y cumplirlas dando lo mejor de sí para que pueda llegar a culminar mis metas.

A mis hermanos: Teófilo, Robinson, Guido, Narcisa, Judith, Elisabeth, Édison, Wilmer por estar a mi lado en buenos y malos momentos por ayudarme a salir adelante con su apoyo.

A mi compañero de tesis: Ángel Chanaluisa le agradezco por acompañarme en este reto, que nos permite conocernos mejor ya que juntos logramos esta meta.

Mariela Lorena Sando Sanchima.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres Elías Chanaluisa y Delia Chiliquinga por ser los pilares más importantes y por demostrarme siempre su amor, valores, cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones.

A mis hermanos Geovanny, Maricela, Xavier, Luis, Belen, Mishell, gracias por su apoyo incondicional, y por estar en los momentos más importantes de mi vida, este logro también es de ustedes.

A mi abuelita quien, con sus consejos, con su amor, valores, y apoyo incondicional me enseñó el camino del bien y la perseverancia.

Y sin dejar atrás a toda mi familia por confiar en mí, a mis tías, y amigos gracias por ser parte de mi vida.

A mis maestros por compartir sus enseñanzas en el trayecto de mi vida universitaria para que sea el mejor.

Ángel Rolando Chanaluisa Chiliquinga.

RESUMEN

La presente investigación se realizó con la finalidad de recopilar información de los procesos de deshidratación de la Pitahaya amarilla (Selenicerius *megalantus*) para la obtención de snacks, considerada como una fruta exótica en el mercado internacional, muy apreciada en los países de Holanda, Singapur, Hong Kong, España, Estados Unidos, Canadá. Contiene propiedades nutraceúticas y medicinales, vitamina C, minerales como (calcio, fosforo, hierro), vitaminas del grupo B, fibra, carbohidratos, agua un 80%, su semilla tiene un alto contenido de ácidos grasos insaturados como el ácido linoleico que aporta energía al cuerpo humano. (Vargas Y., 2020).

Los métodos de deshidratación permiten prolongar la vida útil del producto, el cual consiste en eliminar la gran parte de humedad del alimento, por medio del calor a través de evaporación o sometiendo a bajas temperaturas. Mediante datos bibliográficos y antecedentes de diferentes autores se recopiló referencias existentes de los procesos de deshidratación como: convección, conducción, radiación, congelación (liofilización) y conservación osmótica. Extrayendo un común denominador de las características físico-químicas y sensoriales el cual permite realizar una tabla comparativa con los siguientes parámetros; °brix, ph, Acidez, humedad, sabor, color, Analizado estos parámetros se destaca el método de liofilización por su contenido de humedad con un porcentaje de 10,56% el cual reduce al mínimo el arrastre de sustancias, evitando el daño estructural, teniendo una alta capacidad de rehidratación y baja densidad, conservando las propiedades iniciales de la fruta, transmitiéndolo al producto final.

Palabras clave: Deshidratación, betalainas, convección, conducción, osmosis, radiación, frutas

ABSTRACT

This research was carried out with the purpose of gathering information on the dehydration processes of the yellow Pitahaya (*Selenicerius megalantus*) to obtain snacks, considered as an exotic fruit in the international market, highly appreciated in the countries of Holland, Singapore, Hong Kong, Spain, United States, Canada. It contains nutraceutical and medicinal properties, vitamin C, minerals such as (calcium, phosphorus, and iron), B vitamins, fiber, carbohydrates, water 80%, its seed has a high content of unsaturated fatty acids such as linoleic acid that provides energy to the human body. (Vargas Y., 2020).

Dehydration methods allow prolonging the shelf life of the product, which consists of eliminating most of the moisture from the food by means of heat through evaporation or by subjecting it to low temperatures. By means of bibliographic data and antecedents of different authors, existing references of dehydration processes such as: convection, conduction, radiation, freezing (lyophilization) and osmotic preservation were compiled. Extracting a common denominator of the physicochemical and sensory characteristics which allows a comparative table with the following parameters: brix, pH, acidity, moisture, flavor, color, etc. Analyzed these parameters, the freeze-drying method stands out for its moisture content with a percentage of 10.56% which minimizes the dragging of substances, avoiding structural damage, having a high capacity for rehydration and low density, preserving the initial properties of the fruit, transmitting it to the final product.

Keywords: Dehydration, betalains, convection, conduction, osmosis, radiation, fruits.

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN 1

1.1 Planteamiento del problema 2

1.2 Objetivos 3

1.2.1 Objetivo general: 3

1.2.2 Objetivos específicos: 3

1.3 Justificación 4

CAPITULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 6

2.1 Pitahaya amarilla *(Selenicerius megalanthus).* 6

2.2 Nomenclatura botánica 7

2.3 Origen geográfico 8

2.4 Variedades de Pitahaya 8

2.5 Valor Nutricional 9

2.6 Características funcionales de la pitahaya 9

2.7 Composición nutricional de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*). 10

2.7.1 Ácido Ascórbico 10

2.7.2 Vitamina C 11

2.7.2 Antioxidante 11

2.7.3 Betalainas 11

2.8 Usos de la pitahaya amarilla *(Selenicereus megalanthus)* 12

2.8.1 Uso medicinal 12

2.8.2 Uso en la industria. 12

2.9 Producción de pitahaya en el Ecuador 13

2.9.1 Zonas de producción del cultivo. 14

2.9.2 Mediano productor. 14

2.9.3 Pequeños productores. 14
2.10 Frutas deshidratadas 15
2.11 Métodos de conservación por deshidratación de los alimentos 15
2.11.1 Método de deshidratación por convección por aire 16
2.11.2 Método de Deshidratación por Conducción 19
2.11.3 Método de Deshidratación por Radiación 22
2.11.4 Método de deshidratación por Congelación (liofilización) 24
2.11.5 Método de Deshidratación Osmótica. 29
2.12 Clasificación de los deshidratadores 32
2.12.1 Secadores Directos o Convectivos 32
2.12.2 Secadores por Conducción o Indirectos 32
2.12.3 Secadores por Radiación 33
2.12.4 Secadores Dieléctricos 33
2.13 Parámetros físico-químicos y sensoriales evaluados en la deshidratación de la pitahaya. 33
2.13.1 Factores intrínsecos 33
2.13.2 Factores extrínsecos 33
Capitulo 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 40
3.1 Tipo o Diseño de Investigación: 40
3.2 Métodos de Investigación: 40
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS 41
4.1 Características nutricionales funcionales. 41
Conclusiones 50
Recomendaciones 51
REFERENCIAS 52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 *Clasificación taxonómica de la pitahaya.* 7
Tabla 2-2 *Composición Química de la Pitahaya.* 10
Tabla 2-3 *Características físico-químico, deshidratadas por el método de conveccion* 34
Tabla 2-4 *Características físico-químicos, sensoriales inicial final y deshidratada de la pitahaya* 34
Tabla 2-5 *Parámetros físico-químicos, sensoriales deshidratadas por conducción*.. 35
Tabla 2-6 *Parámetros físicos químicos deshidratadas.* 36
Tabla 2-7 *Características físico-químico, sensoriales iniciales y deshidratadas por el método de radiación.* 36
Tabla 2-8 *Parámetros físico-químicos sensoriales* 37
Tabla 2-9 *Características físico-químico, sensoriales iniciales y finales por el método de deshidratación.* 37
Tabla 2-10 *Características físico-químico, sensoriales iniciales y finales por el método de deshidratación.* 38
Tabla 2-11 *Parámetros fisco-químicas, sensoriales deshidratadas por liofilización* 38
Tabla 2-12 *Parámetros físico-químicos, sensoriales de la pitahaya.* 39
Tabla 4-2 *Cuadro de análisis comparativos de los resultados obtenidos referentes a los métodos de deshidratación por convección según sus autores.* 43
Tabla 4-3 *Cuadro de análisis comparativos de los resultados obtenidos referentes a los métodos de deshidratación por conducción según sus autores.* 44
Tabla 4-4 *Cuadro de análisis comparativos de los resultados obtenidos referentes a los métodos de deshidratación por radiación según sus autores.* 44
Tabla 4-5 *Tabla de comparación de los resultados obtenidos del snack de pitahaya deshidratada por el medo osmótico según sus autores* 46
Tabla 4-6 *Tabla de comparación de los resultados obtenidos que han sido diferentes métodos de deshidratación según sus autores.* 47
Tabla 4-7 *Cuadro de análisis comparativo de los resultados obtenidos referente a los métodos de deshidratación.* 48

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 2-1 *Pitahaya (Selenicereus megalantthus).* 6
Figura 2-2 *Distribución de Pitahaya en Ecuador.* 8
Figura 2-3 *Distribución de cultivos de pitahaya por provincia.* 13
Figura 2-4 *Producción de pitahaya anual.* 14
Figura 2-5 *Contacto Aire-Alimento.* 17
Figura 2-6 *Proceso de deshidratación por el método de convección.* 18
Figura 2-7 *Descripción de una operación de deshidratado por conducción.* 20
Figura 2-8 *Proceso de deshidratación por el método de conducción.* 21
Figura 2-9 *Proceso de deshidratación por el método de Radiación.* 23
Figura 2-10 *Proceso de deshidratación por el método de congelación.* 26
Figura 2-11 *Diagrama de fases del agua.* 27
Figura 2-12 *Proceso de deshidratación por el método osmosis.* 30

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

La pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) es una cactácea silvestre, originaria de América Central y parte de Sudamérica, encontrándose distribuida en Bolivia, Perú, Colombia, Venezuela y Ecuador (Morillo, Tovar, & Morillo, 2017). En el Ecuador es de gran importancia la producción de esta fruta, gracias a su acogida en mercados internacionales y nacionales se ha convertido en la principal fuente de empleo y sustento de productores de todo el país permitiendo el crecimiento y desarrollo de económico.

Desde el año 2003 comenzó la producción, comercialización y exportación de pitahaya hacia los mercados internacionales, la primera exportación de fruta fue aproximadamente de 0.3 toneladas, actualmente Ecuador exporta a los países como: Holanda, Singapur, Hong Kong, España, Estados Unidos, Canadá (Torres V. , 2015).

En el año 2017 la pitahaya amarilla fue la principal fruta exótica de exportación, con una participación del 82,3 % y crecimiento de 71,3 %, según los datos del Banco Central del Ecuador (BCE), ese mismo año, se exportaron 1.811 toneladas métricas; de estas, el 56% llegó a Hong Kong, el 12% a Estados Unidos, el 5% a Francia, el 9% a Canadá y Singapur tal como lo detalla la Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones (CORPEI). La apertura en el mercado estadounidense para la pitahaya a finales del 2017. (Velez, 2019).

El método de deshidratación es uno de los procesos más utilizados para la conservación de los alimentos es la deshidratación de las frutas, ya que incrementa la vida útil del producto, removiendo el agua del alimento, adquiriendo un producto sólido de escasa humedad y baja actividad de agua.

En el país existe una escasa información de industrialización de la pitahaya siendo este producto una de las fuentes que ha generado mayores ingresos a nivel nacional, ya que la fruta solo se comercializa en fresco constituyendo una limitante para la apertura de nuevos mercados y para la generación de un valor agregado, incidiendo de esta manera a la problemática planteada sobre el desconocimiento de los procesos de deshidratación de la Pitahaya amarilla (*Selenicerius megalanthus*) para la obtención de snacks en los pequeños y medianos productores del Ecuador. Por ello se pretende revisar la base documental de los diferentes procesos de deshidratación de este producto e identificar las características nutricionales y funcionales de la misma, para su industrialización. Además, analizar dicha

documentación, para determinar si existe alguna variación en las características físico-químicas y sensoriales del producto terminado.

Por lo mencionado anteriormente los métodos de deshidratación son una de las alternativas de gran interés para la población de pequeños y medianos productores de la pitahaya , por ende esta investigación tendrá como objetivo principal dar a conocer el potencial agroindustrial y las diferentes formas de deshidratación de la fruta, sentando bases para que los productores inicien procesos de industrialización de sus cultivos, modernizando el sector agrícola del país, diversificando el mercado, generando nuevas oportunidades de comercialización que se verán reflejadas en mejores ingresos para los agricultores (Rodríguez, 2005).

1.1 Planteamiento del problema

La pitahaya amarilla es una fruta exótica con gran potencial industrial y muy codiciado en los diferentes países europeos, asiáticos y norteamericanos. Que permiten las exportaciones desde Ecuador, generando mayores y mejores fuentes de ingreso para pequeños y medianos agricultores (Ortega, 2020)

En Ecuador, existen dos ecotipos de pitahaya amarilla: la primera denominada "Pichincha", también conocida como "Nacional" (sus frutos alcanzan hasta los 150 g de peso), se cultiva en el noroccidente de Pichincha; y la segunda distinguida como el ecotipo "Palora" (sus frutos alcanzan hasta los 350 g de peso), cultivada en grandes extensiones en el cantón Palora (Morona Santiago) y, en menor superficie, en Pichincha. (Rodríguez, 2005)

A nivel nacional, el 60% de la producción de la pitahaya se consigue entre febrero-marzo, mientras que en el 5% se cosecha en el mes de junio, el 15% entre septiembre y primera semana de octubre y un 20% a mediados de noviembre y primera semana de diciembre.

Posee múltiples propiedades, como antioxidantes, ácido ascórbico, fenoles, Vitamina C, y un alto contenido en agua, además está compuesta por proteínas vegetales y fibra solubles, muy apetecida a nivel internacional y poco comercializada en el país (Rivadeneira & Angulo, 2011)

La exportación y comercialización se basa en las características físicas que presenta la fruta estas son: El porcentaje de limpieza superficial que esta entre el 70 %, y 30% con manchas y el grado de maduración del 50 % al 75 %. Quedando así la que excede estos

rangos para el mercado interno, pese a que se encuentran en óptimas condiciones y mantienen las mismas características (Andrade R. , 2015).El trayecto que pasa el producto hasta llegar al consumidor final, en su recorrido tienden a maltratarlo, haciendo que pierda frescura, calidad, y valor comercial, el desconocimiento de los productores sobre las tecnologías de conservación de la fruta hacen que nos planteemos esta investigación, realizando un análisis sobre los procesos de deshidratación de la fruta , con ello enfatizar y dar a conocer sobre los diferentes métodos existentes, que permitan el incremento de la vida útil de la fruta sin perder las características nutricionales, sensoriales y destinarlos a la producción de snacks, dándoles una alternativa a los pequeños y medianos productores para el aprovechamiento de estos excedentes, teniendo en consideración que la pitahaya es una fruta climatérica.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general:

- Revisar de forma documental los procesos de deshidratación de la pitahaya amarilla (*Selenicerius megalanthus*) para la obtención de snacks.

1.2.2 Objetivos específicos:

- Identificar las características nutricionales y funcionales de la pitahaya amarilla (*Selenicerius megalanthus)* para su industrialización.
- Analizar la base documental de los diferentes procesos de deshidratación de la pitahaya amarilla *Selenicerius megalanthus).*
- Describir las características físico-químicas y sensoriales del snack de pitahaya amarilla *(pitahaya amarilla).*

1.3 Justificación

La pitahaya amarilla es una fruta exótica muy apreciada en el mercado internacional especialmente en los países como: Holanda, Singapur, Hong Kong, España, Estados Unidos, Canadá. Por las inmensas bondades que esta presenta como es el caso de sus propiedades nutraceúticas, y medicinales. Además, por sus características como sabor, apariencia y calidad; posee vitamina C, fibra, carbohidratos y agua en un 80 %. Llegando a ser consumida en fresco, o en jugos, cocteles, helados, yogurt y mermeladas. El aceite de sus semillas tiene un alto contenido de ácidos grasos insaturados como el ácido linoleico que aportan energía al cuerpo (Vargas Y. J., 2020).

Cabe destacar que el consumo de esta fruta es muy beneficiosa para la salud de las personas ya que, es utilizada para calmar problemas estomacales, ayudando a mejorar el funcionamiento del tracto digestivo de igual forma regula los niveles de azúcar en la sangre, además previene la anemia ferropénica y ayuda al control de la hipertensión, disminuye los riesgos de sufrir un infarto cardíaco o cerebral, es perfecta para las personas que realicen dietas de pérdida de peso, alivia los síntomas de catarros y estados gripales, también ayuda en la formación de glóbulos rojos, glóbulos blancos, plaquetas, formación y mantenimiento óseo, cuenta con propiedades diuréticas, tiene propiedades cardiovasculares y reduce los niveles de ácido úrico.

Desde hace muchos años atrás el ser humano ha empleado técnicas de conservación de alimentos, la desecación o deshidratación mediante la exposición al aire y al sol. En la actualidad a nivel mundial existe una tendencia por la investigación y desarrollo de técnicas que permitan conservar alimentos con calidad nutricional y que mantengan su mismo color, sabor y aroma a frescos sin adherir agentes químicos conservantes.

Las frutas deshidratadas son frutas sometidas a un proceso de secado para eliminar su contenido en agua del alimento, obteniendo un producto sólido de escasa humedad y actividad de agua.

A través de esta investigación se respalda la necesidad de buscar técnicas de conservación sin alterar el sabor ni contenido nutricional de la fruta, de tal manera que se incremente la vida útil, dando tiempo para asegurar la comercialización y garantizar al consumidor la calidad del producto. Ya que es una fuente económica fundamental para la población de medianos y pequeños agricultores del Ecuador, frente al problema del desconocimiento de industrialización del producto y generar un valor agregado, dando a

conocer el potencial agroindustrial y las diferentes formas de deshidratación de la fruta, de esta manera incentivar a los productores a iniciar procesos de industrialización de sus cultivos ya que en la actualidad la única forma de explotación es la venta de la fruta entera tanto en el mercado local como internacional, siendo la producción de snacks de pitahaya una idea innovadora que permite modernizar el sector agrícola del país, diversificando el mercado y generando nuevas oportunidades de comercialización que se verán reflejadas en mejores ingresos para los agricultores.

Es por esta razón que surge el gran interés que los productores puedan contar con fuentes de información verificadas, y la importancia de documentar técnicas como la deshidratación por convección, conducción, radiación, congelación (liofilización), osmótica, aplicadas a la pitahaya (Ortega, 2020).

El snacks de pitahaya es un producto dirigido a todas las personas que desean mantener un estilo de vida saludable, puesto que es natural y sin la adición de sustancias artificiales o conservantes, al consumirlo agregara un valor nutricional a su dieta, con su efecto energizante y alimenticio, (adelgazante/nutricional) en los deportistas, oficinistas, estudiantes, etc., brindándoles la energía necesaria para realizar sus labores diarias, además las amas de casa podrán introducir el consumo de frutas en los niños y jóvenes con este producto (Márquez, 2002).

CAPITULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Podemos decir que la pitahaya es uno de los productos de gran potencial económico por las diferentes características que presenta, es muy apetecida y comercializada en la actualidad en los diferentes mercados del mundo, su nombre depende del país de origen así: pitajaya (Colombia), Dragón fruit, Belle de nuit (Francia), Distelbrin (Alemania), flor de cáliz (Venezuela, Puerto Rico),Se lo puede localizar en las zonas subtropicales y amazónicas, la forma de la fruta es ovalada de color amarillo, dulce con espinas filosas alrededor de esta, de excelente calidad y requerida por los diferentes usos que se puede dar, empezando desde su pulpa que es blanca consistente y espumosa con pequeñas y suaves pepas comestibles. (Verona-Ruiz A. U.-C.-M., 2020).

2.1 Pitahaya amarilla *(Selenicerius megalanthus)*.

La pitahaya es una planta perenne, trepadora, epifita que crece sobre árboles y piedras, debido a que no puede sostenerse por sí, es un fruto originario de Centroamérica cultivadas en algunos países tropicales y subtropicales, se encuentra distribuido en Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela perteneciente a la familia Cactácea y prevalece en dos géneros "*Hylocereus*" y "*Selenicereus* conocida como pitahaya o fruta del dragón (Montesinos *et al*., 2015).



Figura 2-1 *Pitahaya (Selenicereus megalantthus).*

Fuente: Pozo (2016).
Elaborado por: Sando-Chanaluisa.

La pitahaya (*Selenicereus megalantthus*) con amplia adaptación en las zonas tropicales, subtropicales son trepadoras con forma triangular, carnosa y de tallos verdes articulados alcanza una altura de hasta 2 metros de largo se caracteriza por tener una corteza de color amarillo con espinas y una pulpa blanca y aromática con pequeñas semillas negras,

sus raíces alcanza una superficie de hasta 15cm de profundidad en el suelo de crecimiento paralelo desarrollan raíces de sostén que se adhieren a la planta de soporte, sus vainas son triangulares o aristas que rodean el tallo leñosos son carnosa, suculentas el tamaño y su color son variables (Vargas M. , 2005).

Las flores presentan forma de tubo o trompeta se abre entre 6 a 7 pm, manteniéndose abierta durante toda la noche, su longitud oscila entre 26 a 36cm de largo, el fruto es de color verde en su inicio, al llegar a la madurez cambia a amarillo y la pulpa blanca, con un peso aproximado entre 200 a 500g y contienen muchas semillas (650 semillas por fruto), sus semillas varía dependiendo de la variedad del fruto, son de tamaño pequeño y su longitud varía entre 2 a 4mm (Flores, 2000).

2.2 Nomenclatura botánica

La Pitahaya de pulpa blanca y piel amarilla, pertenece a la familia de las cactáceas, las cuales se caracteriza por su alta resistencia a condiciones climáticas adversas. Márquez (2002), menciona que la clasificación taxonómica de la pitahaya (*Selenicereus megalantthus*) es la siguiente como se puede observar en la Tabla 2-1.

Tabla 2-1

Clasificación taxonómica de la pitahaya.

Reino:	**Plantae**
División:	Magnoliophita.
Clase:	Magnoliópsida.
Orden:	Coryophillale
Familia:	*Cactaceae*
Género:	Selenicereus
Especie:	*Megalanthus*
Tribu:	*Hylocereeae*
Nombre científico:	*Selenicereus Megalanthus*

Fuente: (Márquez, 2002)
Elaborado por: Sando-Chanaluisa.

2.3 Origen geográfico

La pitahaya se encuentra distribuido en diversas zonas tropicales y subtropicales, de Ecuador, Venezuela, Colombia, Perú; La altitud óptima para este tipo de planta se encuentra entre 800-1850 msnm., con temperatura de fluctúan entre 18ºc y 25ºc, en Ecuador figura 2-2 originalmente se han cultivado varias especies de esta fruta, pero hace algunos años se identificó las ciudades con mayor producción de pitahaya las cuales son: Morona Santiago en el Cantón Palora, en Pichincha y Loja (Huachi *et al.*, 2015).



Figura 2-2 *Distribución de Pitahaya en Ecuador.*

Fuente: Huachi *et al.*, (2015).
Elaborado por: Sando-Chanaluisa

2.4 Variedades de Pitahaya

En nuestro país existen tres variedades de pitahaya roja que se cultiva en la provincia de Guayas y los Ríos, mientras que la pitahaya amarilla se cultiva en la provincia de pichincha y Morona Santiago (Santarrosa Quiguirí & Espinoza, 2013).

Los frutos se clasifican según las diferentes especies de cactus:

- *(Hylocereus undatus)* Pulpa blanca y piel rosa.
- *(Hylocereus monacanthus)* Pulpa roja y piel rosa.
- *(Selenicereus megalanthus)* Pulpa blanca y piel amarilla.
- *(Stenocereus thurberi*) Pulpa entre roja y guinda, piel rojiza.

2.5 Valor Nutricional

Desde el punto de vista medicinal la pitahaya amarilla tiene propiedades laxantes y un valor alimenticio, y está compuesta por antioxidantes, mucílagos, ácido ascórbico, vitamina c, vitaminas del grupo B, minerales como calcio, fosforo, hierro, tiene alto contenido en agua entre el 80 % y posee proteína vegetal y fibra soluble que tiene un bajo valor calórico ya que conlleva pocos hidratos de carbono y el 55% de su peso total es comestible que esta presenta como es el caso de sus propiedades nutraceúticas, y medicinales. Llegando a ser consumida en fresco, o en jugos, cocteles, helados, yogurt y mermeladas. El aceite de sus semillas tiene un alto contenido de ácidos grasos insaturados como el ácido linoleico que aportan energía en el cuerpo (Vargas Y. J., 2020).

2.6 Características funcionales de la pitahaya

La pitahaya amarilla tiene diferentes utilidades ya que es un productor rico en nutrientes es por ello que se utilizan para calmar problemas estomacales, ayudando a mejorar el funcionamiento del tracto digestivo de igual forma regula los niveles de azúcar en la sangre, además previene la anemia ferropénica, y ayuda al control de la hipertensión, disminuye los riesgos de sufrir un infarto cardíaco o cerebral, es perfecto para las personas que realicen dietas de pérdida de peso, alivia los síntomas de catarros y estados gripales, también ayuda en la formación de glóbulos rojos, glóbulos blancos, plaquetas, formación y mantenimiento óseo, cuenta con propiedades diuréticas, y tiene propiedades cardiovasculares (Santarrosa -Quiguiri, 2013).

La vitamina C que nos proporciona esta fruta contribuye a la formación de colágeno en los huesos y dientes, por lo que pueden consumir niños, jóvenes, adultos, mujeres embarazadas o lactantes y personas mayores (Santarrosa Quiguirí & Espinoza, 2013).

Algo más que añadir es que la fruta en su interior tiene una textura gelatinosa es muy saludable, además genera un efecto de laxante y ayuda a regular el tránsito intestinal, combate el estreñimiento y el colesterol, además tiene minerales como el calcio, fosforo, potasio y magnesio que ayudan a equilibrar los electrolitos del cuerpo, especialmente después de hacer deporte, es recomendable que los deportistas la consuman ya que les aporta energía de calidad y nutritiva (Andrade M. R., 2015).

2.7 Composición nutricional de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*).

Perea *et al.* (2010) menciona en su estudio que la a composición química proximal de la pitahaya (*Selenicereus megalanthus)* son las siguientes Tabla 2-2:

Tabla 2-2

Composición Química de la Pitahaya.

Componente	Porcentaje (%)
Agua	89,4 g
Proteína	1,2 g
Grasa	0,4 g
Carbohidratos	15 g
Energía	54 kcal
Fibra	0,8 g
Cenizas	0,6 g
Tiamina	0,36 mg
Riboflovina	0,04 mg
Niacina	0,2 mg
Ácido ascórbico	25 mg
Sodio	50 mg
Calcio	8 mg
Fosforo	30 mg
Hierro	0,6 mg
Potasio	339 mg
Magnesio	200 mg

Fuente: (Perea-Dallo, y otros, 2010)**.**
Elaborado por: Sando-Chanaluisa.

Los principales componentes de la pitahaya amarilla se describen a continuación:

2.7.1 Ácido Ascórbico

El ácido ascórbico es orgánico, antioxidante e hidrosoluble sensible al calor, que presenta una estructura de lactona, la acidez se debe a un grupo carboxílico que ioniza el hidroxilo situado sobre el carbono 3, formando una unión que se estabiliza. El ácido ascórbico solamente se encuentra en concentraciones significativas en los vegetales, en muchas frutas se encuentran en concentraciones elevadas (50mg/100g) en los cítricos. El ácido ascórbico es un potente agente reductor, capaz de reaccionar con el oxígeno, y es utilizarse como antioxidante ascórbico suele agregarse a los jugos de fruta, cereales,

caramelos frutales, frutos secos, carnes curadas y frutas congeladas para fortificar o proporcionar un sabor cítrico (Santarrosa -Quiguiri, 2013).

2.7.2 Vitamina C

La Vitamina C es también conocida como antiescorbútica o ácido ascórbico, la cual es hidrosoluble e imprescindible para el desarrollo y crecimiento para el ser humano, contribuye a reducir el riesgo múltiple de enfermedades entre ellas las cardiovasculares, por ser soluble en el agua se la pueda eliminar mediante la cocción, donde su oxidación es más rápida a la exposición al calor por mucho tiempo, la cual puede acelerarse en presencia de hierro, cobre o pH alcalino. Es absorbida en el intestino en un 90%, las dietas ricas en zinc o pectina pueden disminuir la absorción, en tanto que esta se puede aumentar por extractos cítrico de origen natural la ingesta de vitamina C es muy alta, la absorción es solo del 16% las cantidades ingeridas mayores son eliminadas por medio de la orina (Santarrosa Quiguirí & Espinoza, 2013).

2.7.2 Antioxidante

Los antioxidantes son sustancias que reaccionan con los radicales libres para formar compuestos estables no reactivos, estos radicales libres son moléculas del metabolismo muy inestable, siendo las especies reactivas de oxígeno las más importantes, esto atribuye al hecho de que los alimentos proporcionan una mezcla optima de antioxidantes como la vitamina C o E, polifenoles, carotenoides y carbohidratos compuestos (Flores & García, 2016).

2.7.3 Betalainas

Las betalaínas son pigmentos nitrogenados solubles en agua que imparten colores, de amarillo a rojo, a los alimentos están presentes de manera restringida en algunas familias de plantas relacionadas con el orden Caryophyllales. Las betalaínas pueden estar presentes en las semillas, frutos, flores, hojas, tallos y/o en las raíces de las plantas. También son importantes por poseer actividad antioxidante (Huachi L. , Yugsi, Paredes, Coronel, & Samaniego, 2015).

Son muy son muy codiciados en la industria alimentaria ya que representan los colores y son importantes indicadores de calidad, determinan la aceptación de los alimentos por parte del consumidor. Son usados usar como aditivos alimentarios para enriquecer o evitar su decoloración (Verona-Ruiz A. U.-C.-M., 2020).

El beneficio que presenta este componente bioactivo es que tiene efecto positivo contra los trastornos relacionados con el estrés en los seres humanos, lo cual se debe a su potencial para inhibir la oxidación y la peroxidación lipídica (Verona-Ruiz A. U.-C.-M., 2020).

2.8 Usos de la pitahaya amarilla *(Selenicereus megalanthus)*

Uno de los usos principales de la fruta se da en la industria alimentaria siendo muy apreciada como decoración tanto en platos gourmet y ensaladas, pastelería, y en arreglos frutales, como combinaciones de flores y frutas exóticas. Ala vez utilizada en la elaboración de helados, yogurt, jaleas, conservas, mermeladas, jugos en especial a la mezcla de frutas y una variedad de caramelos y confites a la vez se utiliza como ingrediente de colorantes para la industria alimenticia y cosmética (Vargas Y., 2020).

2.8.1 Uso medicinal

Las pitahayas contienen captina la cual es un tónico cardiaco que evita la aparición de taquicardias, y las semillas que presenta este fruto producen un aceite con un efecto laxante evitando el estreñimiento. El tallo y la flor se utilizan para curar infecciones de los riñones, además de aliviar dolores de cabeza (Alvarado, 2014).

2.8.2 Uso en la industria.

Según Alvarado (2014) la pitahaya es utilizada en la industria por las diferentes características funcionales que esta pose en la fruta en la que se les puede dar un uso muy amplio.

- Su corteza es extraída su látex con la finalidad de humectar la piel previene el envejecimiento de la piel, aplicado como crema y perfume.
- Ayuda a neutralizar la enfermedad branquial.
- En la aplicación farmacéutica es utilizada como tónico cardiaco regulando la presión arterial, laxante y protectores contra ulceras y acidez estomacal.
- Son utilizadas como la elaboración de sorbetes que son muy utilizadas.
- En la ganadería es utilizada para la retención de la placenta y preparado con sal para refrescar al ganado.
- Su principal uso en la industria su pulpa es utilizada para la elaboración de pulpas rico en proteínas.

2.9 Producción de pitahaya en el Ecuador

En el Ecuador el cultivo pitahaya tuvo sus inicios en el noroccidente de la provincia de Pichincha, después expandiéndose al oriente ecuatoriano donde la fruta era de una variedad distinta ya que presentaba más pulpa, mayor peso y °Brix (miden el porcentaje total de sólidos solubles). La producción, comercialización y exportación de pitahaya hacia el mercado internacional comenzó en el 2003, exportando aproximadamente 0.3 toneladas, en la actualidad se exporta este fruto a países como: Holanda, Singapur, Hong Kong, España, Estados Unidos, Canadá (Rìos, 2014).

En la actualidad en el país se cultivan unas 368 hectáreas de pitahaya, en la provincia de Morona Santiago, Cantón Palora 290 hectáreas de superficie están sembradas con esta fruta, lo que representa el 79% en el mercado, seguida por la provincia de Pichincha con el 13% de la producción nacional ocupando una área de 50 hectáreas de superficie sembrada y por último la provincia de Bolívar con una participación del 3% de la producción nacional, donde el 5% restante pertenece a otras provincias con una superficie menor (Torres V. , 2015).

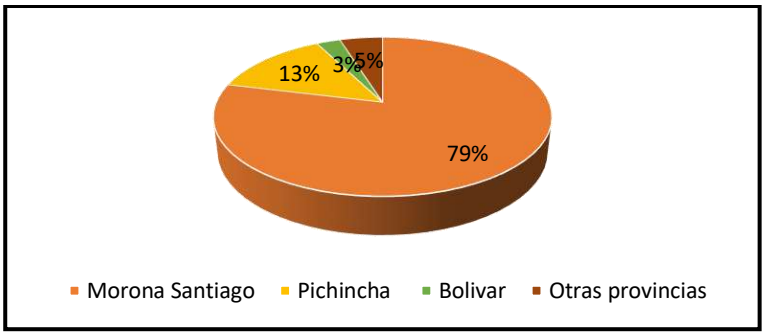

Figura 2-3 *Distribución de cultivos de pitahaya por provincia.*

Fuente: (Torres V. , 2015).
Elaborado por: Sando-Chanaluisa.

Pozo (2016), menciona que la producción grande de Pitahaya es 2 veces al año, en los meses de febrero-marzo y noviembre- diciembre, donde la producción en menor escala es en los meses de junio-agosto y en los demás meses del año la proporción en mínima, destacando que la producción depende mucho de la estacionalidad climática.

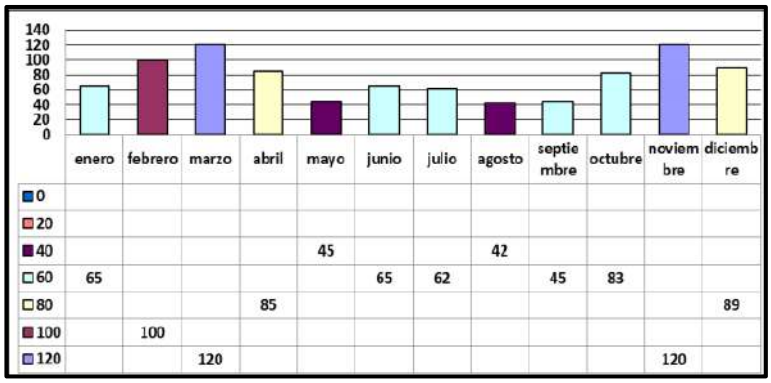

Figura 2-4 *Producción de pitahaya anual.*

Fuente: Pozo (2016).
Elaborado por: Sando-Chanaluisa.

2.9.1 Zonas de producción del cultivo.

En Ecuador podemos encontrar cultivos de pitahaya en los tramos del noroccidente de Pichincha como: el Pacto, la Delicia, Mindo el Paraíso y en Chimborazo, en la zona de Gualea-Pacto, Pallatanga; en las zonas de la cordillera oriental de la provincia de Cañar, Azuay y Loja; y en menor superficie en el sector de Carchi e Imbabura, en la Costa, provincia del Guayas, sector la Cerecita, y en el Oriente, en el Cantón Palora, de la provincia Morona Santiago (Alvarado, 2014).

2.9.2 Mediano productor.

Este grupo se caracteriza por utilizar tecnología especializada para la preparación de la tierra el 60% de sus t6ierras son cultivadas de pitahaya para garantizar la siembra utilizan fertilizantes químicos y orgánicos realizando tratamientos fitosanitarios una vez al año para controlar las plagas y enfermedades (Andrade Benalcazar & Ruano Vaca, 2016).

2.9.3 Pequeños productores.

Se caracterizan por utilizar tecnología media sus extensiones de siembra de Pitahaya es de 1 a 3 hectáreas y el resto de hectáreas se dedican a crianza de cerdos y al cultivo de otras frutas, además su fertilización se hace con abono químico y orgánico utilizando fungicidas para poder controlar sus plagas. (Andrade Benalcazar & Ruano Vaca, 2016).

La pitahaya es un tesoro desde el punto de vista nutricional por lo tanto esta tiene muchas bondades y un gran potencial comercial y diversas utilidades siendo muy apetecida a nivel industrial, medicinal, y alimentaria, como es el caso de sus usos en shampoos, helados, mermeladas, sorbetes, y diferentes tipos de bebidas, el estudio bibliográfico

demuestran la gran importancia nutritiva que contiene esta fruta los usos y beneficios y bondades presentes en si siendo rico en nutrientes ya que cuenta con la presencia de flavonoides como: Betalainas que le otorgan características antioxidantes que capturan los radicales libres de las células evitando así el proceso degenerativo y la muerte celular. La producción de esta fruta está localizada en las diferentes ciudades del país, siendo un producto fundamental para la economía de los medianos y pequeños productores.

2.10 Frutas deshidratadas

La deshidratación de las frutas es considerada una forma de aprovechar un producto perecedero para conservarla durante todo el año e incluso más, los alimentos deshidratados al contener una mínima cantidad de agua, los microorganismos no pueden proliferar y quedando detenidas la mayoría de las reacciones químicas y enzimáticas de alteración (Aponte, 2010).

La utilización del sol para secar los alimentos, carnes y pescados con el fin de reducir el contenido de agua del producto para su mayor preservación, ha sido empleada por el ser humano desde el periodo paleolítico hace 400.000 de años siendo este un método ancestral. En la actualidad la deshidratación es un método de conservación de alimentos muy empleado para la manufactura de productos, convirtiéndose en una fuente económica importante en el área de los alimentos procesados, ya que no solo buscan la preservación de los alimentos, sino también la reducción de peso y volumen manteniendo su sabor natural (Esquivel, 2012).

La fruta deshidrata es el producto obtenido a partir de frutas carnosas frescas, donde al aplicar calor se reduce su contenido de agua, pérdidas de vitamina C varían entre 10% y 50% y la vitamina A entre un 10% y 20 %, pero aun conservando en su mayoría su valor nutricional no viéndose afectada en su totalidad por este proceso (Santarrosa Quiguirí & Espinoza, 2013).

2.11 Métodos de conservación por deshidratación de los alimentos

El método de deshidratación es una de las técnicas más utilizadas antiguamente para procesar los alimentos con ello prolongar la vida útil del producto. Consiste en eliminar una gran parte de humedad del alimento, por medio del calor a través la evaporación de esta. Esto impide que exista un aumento de las bacterias, que no pueden vivir en un medio seco, cuya ventaja de este procesamiento es que la fruta deshidratada mantiene su valor nutritivo y ayuda a conservarlo por mayor tiempo, de esta manera garantizar la disponibilidad del producto en el mercado. (Singh H. , 2009)

Colina (2010), menciona que existen diversas clasificaciones de los métodos y equipos de deshidratación de alimentos, pueden clasificarse de acuerdo con diferentes criterios, en su estudio que los métodos de deshidratación son los siguientes:

El modo de transmisión de calor:

Deshidratación por convección (por aire).

- Deshidratación por conducción.
- Deshidratación por radiación
- Deshidratación por congelación (liofilización)

La Presión del proceso

- Deshidratación Atmosférica
- Deshidratación al vacío

El tipo de producto por deshidratar

- Deshidratación de sólidos
- Deshidratación de fluidos de baja viscosidad
- Deshidratación de fluidos de alta viscosidad (pastas)
- Deshidratación de fluidos con sólidos de gran tamaño en suspensión.

2.11.1 Método de deshidratación por convección por aire

Este método permite evaporara el agua del producto suministrando aire caliente en contacto directo con el material que se va a deshidratar, efectuándose una transferencia de calor por convección, cuando la deshidratación por aire se efectúa a presión atmosférica, el mismo aire caliente arrastra la humedad del producto (Singh H. , 2009).

En este caso inicialmente el producto en contacto con el aire caliente incrementara su temperatura superficial sufre un enfriamiento hasta la temperatura de saturación adiabáticas del aire y esta temperatura se mantiene constante hasta que se ha eliminado el agua libre del producto. Es uno de los métodos más comunes del secado de una partícula en forma de lámina el calor es suministrado por medio del aire caliente que circula y recircula por la superficie del solido hasta cuando sea apropiado retirar el aire con contenido de humedad. (Robalino, 2014).

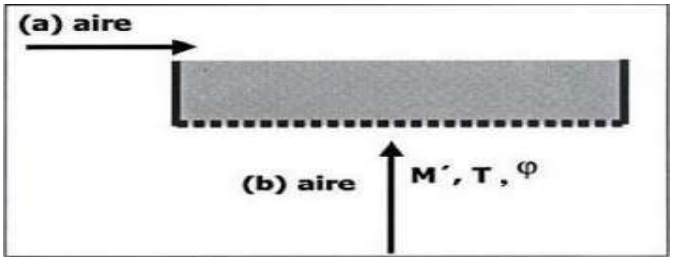

Figura 2-5 *Contacto Aire-Alimento.*

Fuente: (Robalino, 2014).
Elaborado por: Sando-Chanaluisa

Donde el paralelo (a) y a través (b), siendo M el caudal de aire seco, T la temperatura del aire y σ la humedad relativa, en tanto por uno, del mismo. (Robalino, 2014).

Cajamarca et al. (2010) menciona que este método presenta las siguientes características:

- Permite controlar la temperatura y la velocidad del aire.
- El tiempo de secado es menor que el de otros métodos.
- Permite obtener una humedad final entre el 5-15%.
- Reduce el riesgo de contaminación cruzada.

A continuación, se recalca las ventajas y desventajas que presentar el método de deshidratación.

2.11.1.1 Principales ventajas y desventajas del Método de deshidratación por convección.

Ventajas:

- Menos gasto energético, por su menor tiempo de encendido se calienta rápidamente.
- El coste de sus maquinarias es muy barato.
- Cocinan de manera uniforme, los movimientos de calor son introducidas en el alimento en el interior.
- Se puede deshidratar casi cualquier tipo de alimento, vegetales, granos, carnes, pescado, frutas, semillas, algas (Taipe-Vicaña, 2019)

Desventajas

- Mayor posibilidad de fallas mecánicas y mayor ruido.
- Pueden ser más propensos a las averías de los hornos convencionales.
- Es necesario ajustar los tiempos y temperatura, su cocción no es de la misma manera que sus predecesores convencionales.
- No conserva la totalidad de nutrientes que tiene el alimento cuando está fresco.

- Puede presentar oscurecimiento enzimático.
- En algunos casos la capacidad de rehidratación es relativamente baja.
- Perdida de forma estructural encogimiento y recogimiento.
- Durante el proceso de deshidratación se pueden perder algunas vitaminas A y Tiamina, riboflavina y niacina. (Villalobos, 2019).

A continuación, se observa el proceso de deshidratación del método por convección en la Figura 2-6.

2.11.1.2 Diagrama de flujo de la obtención de láminas deshidratadas por el método de convección.

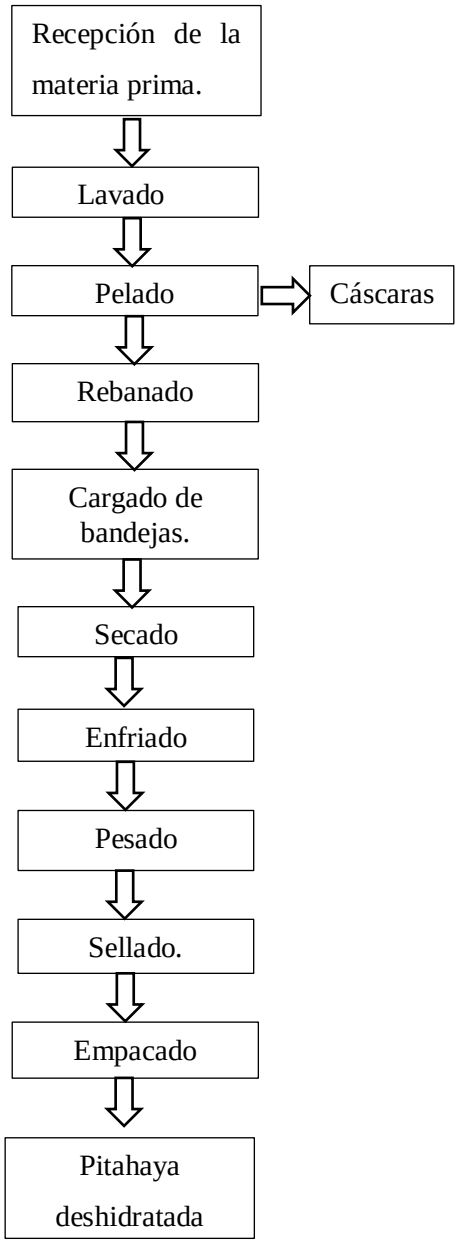

Figura 2-6 *Proceso de deshidratación por el método de convección.*

Fuente: (Singh H. , 2009)**.**
Elaborado por: Sando-Chanaluisa.

2.11.1.3 Descripción del Proceso de Deshidratación.

Recepción de la materia prima: Las frutas son recolectadas con su debido estado de madurez para su procesamiento.

Lavado: Son lavadas para eliminar todo residuo e impureza que se encuentre en la fruta.

Pelado: Se retira la cáscara de la pulpa lista para el siguiente proceso.

Rebanado: Son rebanadas manualmente con grosor de 6mm.

Cargado de bandeja: Las rodajas son introducidas en las bandejas para su respectivo proceso.

Deshidratado: Se calienta el horno a 65ºC se coloca la pulpa a deshidratar en bandejas dentro del horno durante 6 horas.

Enfriado: Son apartadas del horno para que el producto se enfríe a temperatura ambiente, manipulando las rodajas de pitahaya retirándose con una espátula.

Pesado: Su peso es aproximadamente de 100 gramos de fruta deshidrata.

Sellado: Son sellados con empaque de polietileno de alta densidad viene con un sellado hermético, se sella con calor.

Empacado: La fruta deshidrata es empacada manualmente (Ortega, 2020).

2.11.2 Método de Deshidratación por Conducción

El método por conducción se lo lleva a cabo mediante el contacto del producto con la superficie caliente, donde el calor se va aumentando durante la deshidratación hasta llegar aproximadamente a la temperatura de calentamiento (Fellows, 2015). El método por conducción la humedad del producto a deshidratar es evaporado por una superficie caliente, es removida por el aire circulante al producto.

El método de conducción es apropiado para productos delgados o solidos muy húmedos, su funcionamiento como la evaporación es a través de la superficie calientes en contacto con el sólido donde la humedad es retirada por un proceso de succión o al vacío o también una corriente de gas portadora de esta humedad (Robalino, 2014).

En el grafico 2-7 se puede observar un calentamiento de una lámina delgada eliminada humedad a través de la transferencia de calor por conducción (Robalino, 2014).

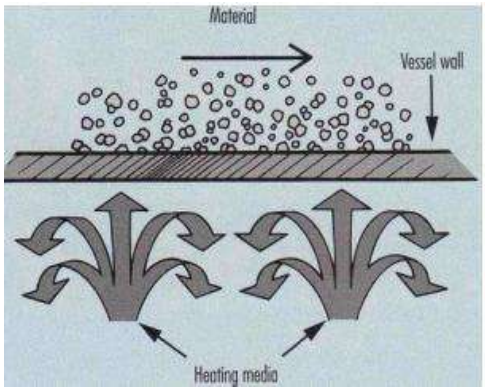

Figura 2-7 *Descripción de una operación de deshidratado por conducción.*

Fuente: (Robalino, 2014).
Elaborado por: Sando-Chanaluisa.

A continuación, se describen las ventajas y desventajas del uso del método de deshidratación por conducción:

2.11.2.1 Principales ventajas y desventajas del método de deshidratación por conducción.

Ventajas

- Son apropiados para productos solidos muy húmedos (líquidos, pastosos o viscosos)
- Son útiles para la deshidratación de pastas en las que el tamaño de partículas grandes.
- Los alimentos obtenidos por este método conservan las características organolépticas.
- La rehidratación de estos productos es más rápida que por otros métodos.
- Deshidratación homogénea de la fruta (Taipe-Vicaña, 2019).

Desventajas

- No apto para alimentos termo-sensibles.
- Altos costos de adquisición.
- Su tiempo empleado en el proceso de deshidratación en demoroso.
- Riesgo de alteración organoléptica.
- Riesgo de alteración de la calidad nutricional.
- Consumo notable de energía (Taipe-Vicaña, 2019).
-

A continuación, se destaca el proceso de deshidratación del método por conducción en la Figura 2-8.

2.11.2.2 Diagrama de flujo de la obtención de láminas deshidratadas por el proceso de deshidratación por conducción.

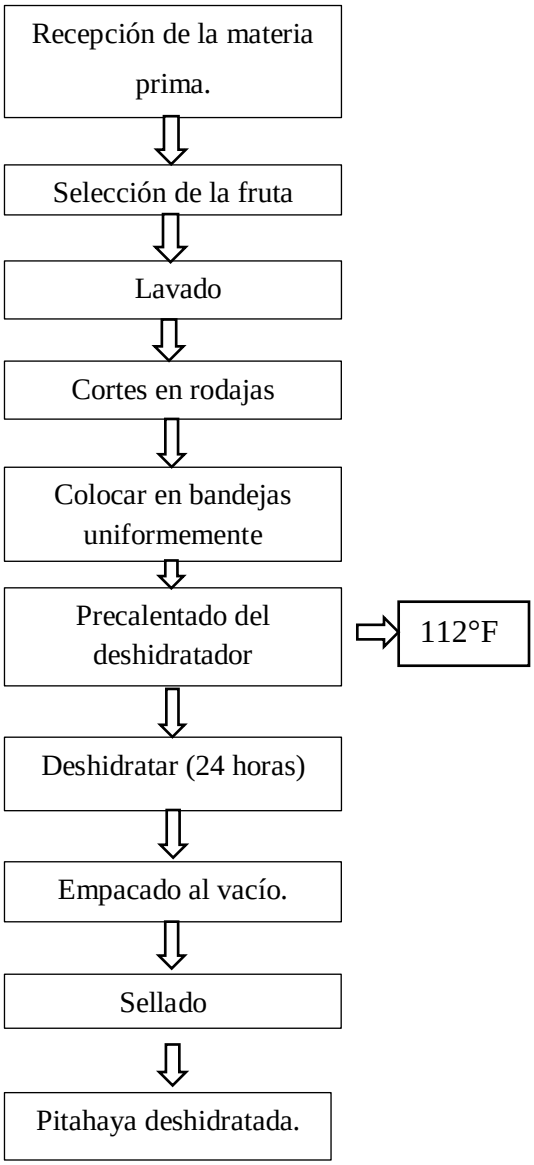

Figura 2-8 *Proceso de deshidratación por el método de conducción.*

Fuente: (Robalino, 2014)**.**
Elaborado por: Sando- Chanaluisa.

2.12.2.3 Descripción del proceso de deshidratación.

Recepción de la materia prima: Son adquiridas las frutas de los productores y centros de acopio, la calidad adecuada y su cantidad requerida.

Selección: La fruta debe presentar su estado de madurez con el colora característica de la fruta amarillento.

Lavado: Se realiza un respectivo lavado y desinfección de la fruta con el fin de eliminar impurezas y cuerpos extraños.

Pelado y corte: Se retira su cáscara con el fin que ingrese el calor para su deshidratación, puesto que la piel es una piel que impide su transferencia de calor, son cortadas en rodajas.

Cargado de bandeja: Las rodajas son introducidas en las bandejas para su respectivo proceso.

Precalentado: En el siguiente proceso el horno se mantiene su temperatura a 112ºF.

Deshidratado: Se calienta el horno a 60ºC se coloca la pulpa deshidratada en bandejas dentro del horno durante 24 horas.

Enfriado: Son apartadas del horno para que sus rodajas se enfriaran a temperatura ambiente, manipulando las rodajas de pitahaya.

Pesado: Su peso es aproximadamente de 560 gramos de fruta deshidrata.

Sellado al vacío: Son sellados con empaque de polietileno de alta densidad viene con un sellado hermético, se sella con calor.

Empacado: La fruta deshidrata es empacada manualmente (Robalino, 2014).

2.11.3 Método de Deshidratación por Radiación

Este método se basa específicamente en la transferencia de energía radiante (infrarrojos, dieléctrica o microondas) para evaporar la humedad del producto o por medio de refractarias únicamente calentado con gas donde el costo de la energía necesaria para este método es de 2 veces mayor del costo de combustión (Maupoey *et al*., 2001).

A continuación, podemos detallar las ventajas y desventajas que nos presenta el método:

2.11.3.1 Principales ventajas y desventajas del método de deshidratación por radiación.

Ventajas

- Al emplear radiación UV-C no se altera el color, olor, acidez ni sabor de la corriente tratada.
- No requiere de sustancias químicas.

- Es un proceso en línea y su costo de operación es muy bajo (Cardozo Cubas & Ruiz Torres, 2019).

Desventajas.

- En los secadores solares el proceso es lento las temperaturas requeridas para el deshidratado (60°-70° C).
- No se puede controlar ni la temperatura ni la velocidad apropiada, en ciertos productos la exposición de la radiación UV afecta su calidad final (Cardozo Cubas & Ruiz Torres, 2019).

A continuación, se recalca el proceso de deshidratación del método por radiación en la Figura 2-9.

2.11.3.2 Diagrama de flujo de la obtención de láminas deshidratadas por el método de radiación.

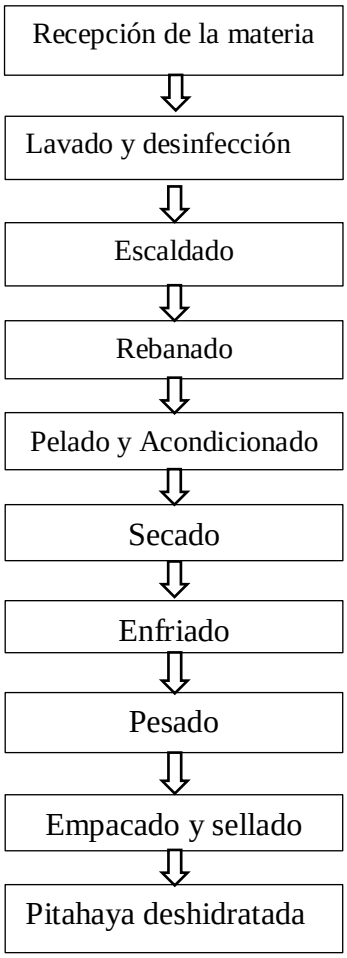

Figura 2-9 *Proceso de deshidratación por el método de Radiación.*

Fuente: (Ramírez-Navas & Sebastian, 2007)**.**
Elaborado por: Sando-Chanaluisa.

2.11.3.3 Descripción del Proceso de Deshidratación.

Recepción de la fruta: Debe cumplir con su grado de madurez requerido y debe ser buena calidad.

Selección y clasificación: Son seleccionadas por tamaño peso y forma para su posterior transformación.

Lavado y desinfección: Se eliminan los residuos de tierra y partículas extrañas adheridas a la fruta se realiza su desinfección a 25ppm con hipoclorito de sodio.

Escaldado: Son sometidas en agua de ebullición durante 1.5 minutos con el propósito de inactivar las enzimas que oscurecen la fruta y cambia el sabor.

Pelado y acondicionamiento: En este proceso se retira las cáscaras de la fruta cortando sus partes inferiores para facilitar el despulpado.

Extracción de la pulpa: La pula se obtiene un rendimiento de 5 litros de pulpa por 15 kilos de pitahaya libre de pepas.

Secado y enfriado: Secado a temperatura ambiente, el producto es envasado rápidamente para conservar su calidad organoléptica.

Pesado y empacado: Son pesados en fundas de polipropileno, su empacado es manualmente.

Almacenado: La fruta deshidratada es almacenada bajo condiciones sanitarias (Cardozo-Cubas & Ruiz-Torres, 2019).

2.11.4 Método de deshidratación por Congelación (liofilización)

Es un proceso de conservación mediante la sublimación del hielo cuya finalidad es reducir las pérdidas de los componentes volátiles o termo-sensibles que se produce por la presión de vapor y temperatura se encuentran por debajo del punto triple de agua de esta manera se garantiza en los alimentos en su composición y estabilidad no se vean modificadas (Ramírez-Navas & Sebastian, 2007).

Este método es una alternativa de interés de conservación de alimentos que permite prolongar el tiempo de vida útil conservando las propiedades fisicoquímicas, el cual consiste en la eliminación del agua del producto por sublimación del agua libre de fase solida acompañando de la evaporación, esta sublimación ocurre cuando la presión de vapor y la temperatura de la superficie del hielo se encuentra por debajo del punto triple del agua (Colina, 2010).

A continuación, podemos detallar las ventajas y desventajas que nos presenta el método:

2.11.4.1 Las principales ventajas y desventajas por el método de deshidratación por congelación (liofilización):

Ventajas

- Conserva la mayor parte de la calidad dietética y organoléptica de los alimentos.
- Permite la rehidratación instantánea sin necesidad de cocción.
- Genera un reducido peso, diez veces menor al peso inicial.
- Es una técnica de conservación que no necesita aditivos.
- Genera productos más estables con una larga vida de anaquel.
- Los productos son duraderos en un rango muy amplio de temperaturas, lo que elimina la necesidad de contar con sistemas complicados de cadena de distribución en frío.
- El peso reducido y la facilidad en el manejo reduce notablemente los costos de embarque.
- Aseguran la conservación de una calidad excelente en una amplia variedad de productos como vegetales, frutas de climas templados y tropicales, pescados, carnes, comidas preparadas, café, esencias saborizantes y varios otros productos.
- Se mantiene el sabor original, las proteínas y las vitaminas. - Sus productos mantendrán su forma, color y texturas originales y la rehidratación es rápida e íntegra.
- Detiene el crecimiento de microorganismos (hongos, moho, etc.), inhibe el deterioro de sabor y color por reacción químicas, enrancia- miento y pérdida de propiedades fisiológicas; y facilita el almacenamiento y la distribución.
- Se obtienen productos de redisolución rápida.
- La forma y características del producto final son esencialmente las originales.
- Es un proceso idóneo para sustancias termolábiles.
- Genera una pérdida mínima de constituyentes volátiles.
- Logra un contenido muy bajo de humedad final.

  Los constituyentes oxidables están protegidos (Trujillo, 2011).

- **Desventajas**
  - Es un proceso costoso.
  - Necesidad de personal calificado en la operación y mantenimiento de los equipos.
  - Elevado costo de inversión de las instalaciones y equipos. (Trujillo, 2011).

A continuación, se destaca el proceso de deshidratación del método por congelación en la Figura 2-10.

2.11.4.2 Diagrama del flujo de la obtención de láminas deshidratadas por el método de congelación liofilización

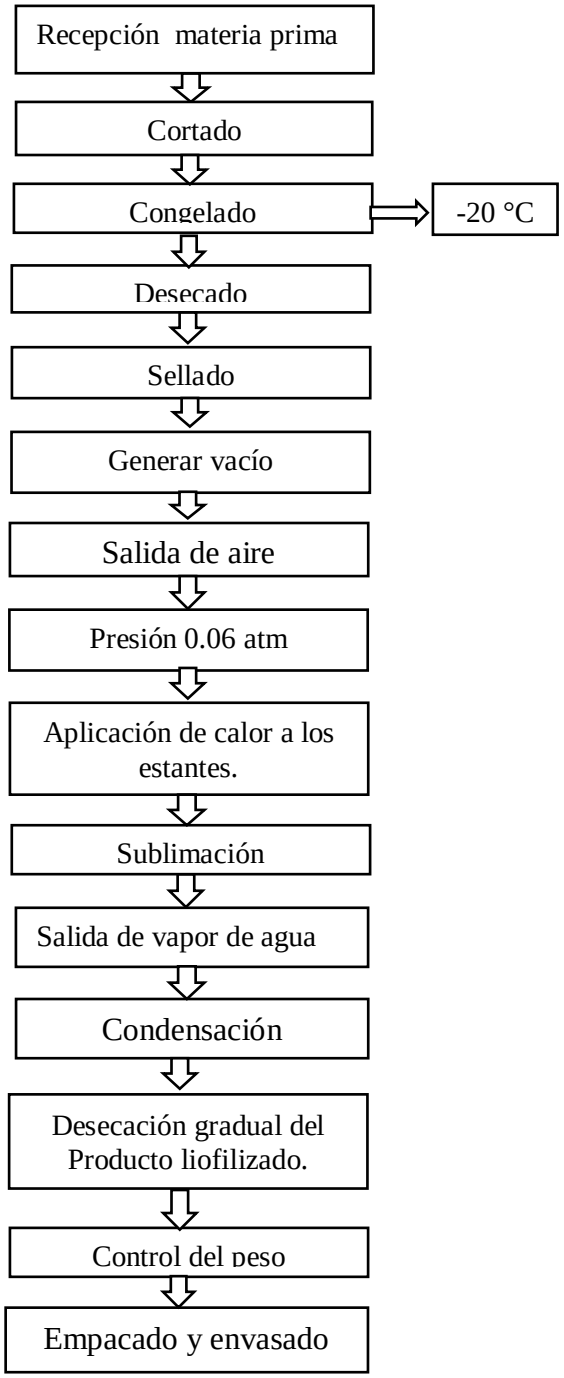

Figura 2-10 *Proceso de deshidratación por el método de congelación.*

Fuente: (Jara & Ocaña, 2013)**.**
Elaborado por: Sando-Chanaluisa.

2.11.4.3 Descripción del proceso de deshidratación.

Preparación del material

Se procede a realizar el lavado, y pelado y cortado de la fruta en rodajas de 40 mm de diámetro y 5 mm de altura, si se lleva a cabo a granel o en dosis unitarias, se requieren recipientes adecuados para las necesidades del proceso, sean viales o bandejas. Las operaciones de liofilización deben ser realizadas en sitios de atmósfera controlada en lo posible con humedad relativa que no exceda el 40% (Jara & Ocaña, 2013).

Principios generales

Se congela el agua del producto y a esa baja temperatura que impide cambios químicos de deterioro, se procede a someter a un alto vacío (por debajo del punto triple) eso permite el paso del agua en estado sólido al estado gaseoso, sin pasar por el estado líquido (sublimación). Esta es una forma de secar un producto a bajas temperaturas, sin el deterioro que produciría el recalentamiento (Gustavo & Barbosa-Cánovas, 2000).

Los cambios que sufre el agua durante el proceso de liofilización se muestran en la siguiente ilustración:

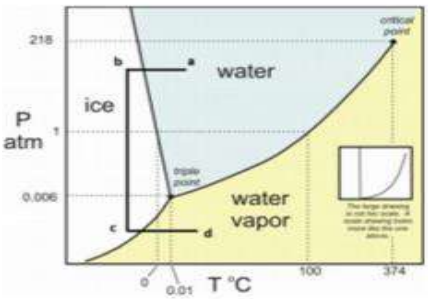

Figura 2-11 *Diagrama de fases del agua.*

Fuente: (Jara & Ocaña, 2013).
Elaborado por: Sando-Chanaluisa.

Dónde:

A-b: Se produce el congelamiento del producto.

B-c: Se disminuye la presión mediante una cámara de vacío.

C-d: Se aumenta la temperatura y se produce la sublimación.

Etapas de la liofilización

La se realiza a temperaturas inferiores a la de solidificación total, el producto deberá estar a una temperatura constante entre 10 y 15ºC, por debajo de su temperatura autentica y así evitar la formación de coágulos en el agua H2O que evitan la solidificación (Ayala & V., 2010).

Congelación

Se basa en la solidificación del agua durante el proceso a -20°C, generando una alta concentración de sólidos solubles lo que provoca una baja en la cantidad de agua libre. A pesar del descenso de temperatura la velocidad de las reacciones aumenta (Ayala & V., 2010).

Velocidad de congelación

- La congelación rápida o duradera es un proceso a través del cual la temperatura, de los alimentos desciende aproximadamente unos -20°C en 30 minutos.
- La congelación lenta es un proceso en que la temperatura deseada se alcanza entre 3 y 72 horas, tal como sucede en los aparatos domésticos de refrigeración (Hernan, 2017).

Curva de congelación

El diagrama varía según la influencia de los siguientes factores: Que son el método de congelación, la diferenciación del tamaño, forma, composición química y las diferentes propiedades físicas del producto, y tipo de envasado (o ausencia de éste) (Ayala A. , 2010).

Sublimación o desecación primaria

Es la sublimación ocurre cuando una molécula gana bastante energía para romperse libremente de las moléculas alrededor de ella. El agua sublimará de un sólido (hielo) a un gas (vapor) cuando las moléculas tienen bastante energía a romperse libremente y estas condiciones no son las idóneas para que se forme un líquido. La sublimación sólo puede conseguirse si la temperatura y la presión parcial de vapor del agua (hielo) son inferiores a las del punto triple del agua (Ayala A. , 2010)

Desorción o desecación secundaria

Su misión es eliminar las últimas trazas de vapor de agua, evaporando el agua no congelada ligada al producto. Se lleva a cabo a una temperatura inferior a la de desnaturalización del producto y se logra una humedad final hasta valores inferiores al 1 % (Gustavo & Barbosa-Cánovas, 2000).

2.11.5 Método de Deshidratación Osmótica.

La deshidratación osmótica (DO) es un tratamiento no térmico utilizado para reducir el contenido de agua de los alimentos, cuyo objeto principal es extender la vida útil del producto manteniendo las mismas características nutricionales, funcionales y sensoriales. La deshidratación osmótica es una alternativa de conservación de alimentos especialmente de frutas, debido a su bajo costo siendo un proceso no térmico el cual consiste en la extracción de agua de un producto que es sumergido en una solución hipertónica por tiempo y temperatura específica, esta extracción se debe a la fuerza impulsora que se crea por la alta presión osmótica (o baja actividad de agua) de la solución gradiente (Ayala *et al*., 2009).

A continuación, podemos detallar las ventajas y desventajas que nos presenta el método:

2.11.5.1 Las principales ventajas y desventajas del método de deshidratación osmótica:

Ventajas

- Evita las reacciones de oxidación (pardeamiento enzimático) que afectan directamente la apariencia del producto final.
- Permite mantener una alta calidad al producto final, se observa en la deshidratación de la fruta sin romper células y sin poner en contacto los sustratos que favorecen el oscurecimiento químico.
- Además, si se deja deshidratar suficiente tiempo es estable a temperatura ambiente (18ºC) lo que la hace atractiva a varias industrias.
- No permite el desarrollo de microorganismos que rápidamente atacan y dañan las frutas en condiciones ambientales; se da por la baja actividad de agua del jarabe concentrado (Parzanese, 2016).

Desventajas

- No se pueden aplicar a todas las frutas.
- Por ahora solo se emplean las frutas que presentan estructura sólida y pueden cortarse en trozos, tampoco se recomiendan las frutas que poseen alto número de semillas de tamaño mediano como la mora o guayaba
- Algunas frutas pueden perder su poca acidez como el mango o la piña, aunque se puede corregir este inconveniente ajustando la acidez del jarabe a fin de que la relación de sabor ácido-dulce sea agradable al gusto.

- Las frutas obtenidas, dependiendo del grado de deshidratación, por lo general no son productos estables, sino semielaborados que pueden complementarse con otras técnicas que podrían encarecer el producto final (Sierra-García, 2010).

En la siguiente figura 2-11 se hace referencia al proceso de deshidratación del método de deshidratación osmótica.

2.11.5.2 Diagrama de flujo de la obtención de láminas deshidratadas del método de Deshidratación Osmótica

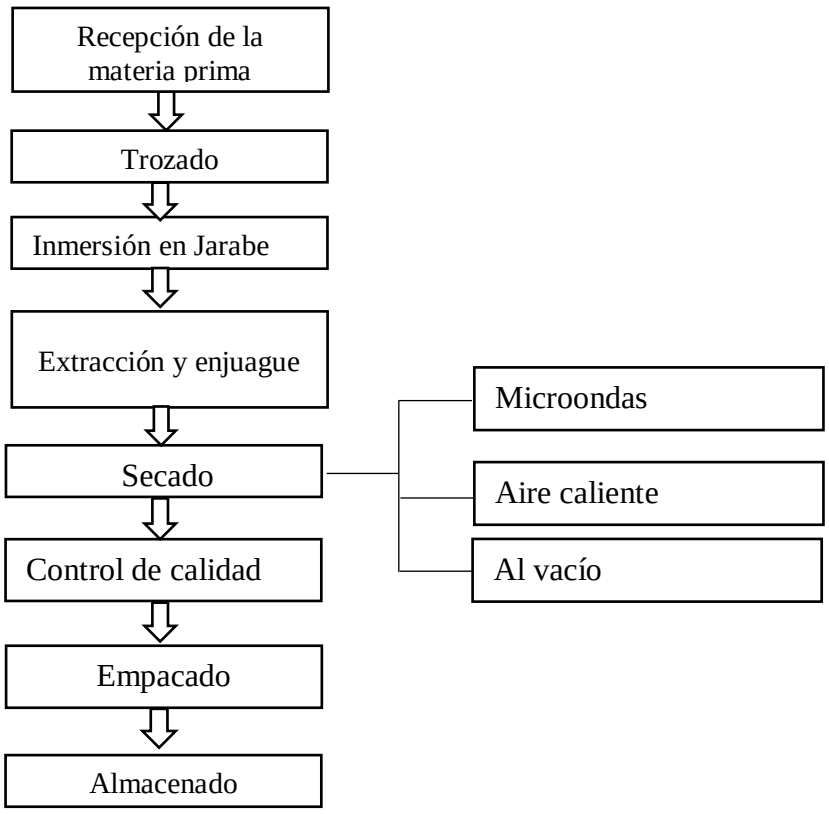

Figura 2-12 *Proceso de deshidratación por el método osmosis.*

Fuente: (Parzanese, 2016)**.**
Elaborado por: Sando-Chanaluisa.

2.11.5.3 Descripción del proceso de deshidratación

Preparación de la fruta

Para la eficacia de este proceso es necesario optar por frutas que posean estructura celular rígida o semirrígida, es decir aquellas que permitan su trozado (en cubos, tiras, rodajas, etc.). Cuando se desee procesar frutas que presente un recubrimiento ceroso o pruina es recomendable aplicar un tratamiento de permeabilización, previo al trozado. Este tratamiento puede hacerse mediante un baño de solución de hidróxido de sodio hirviendo por

un período de tiempo de entre 30 a 45 segundos, con el inmediato lavado de la fruta para quitarle el excedente de solución (Ayala-Aponte, Serna-Cock, & Giraldo-Cuartas., 2009).

Trozado

Muchas veces cuando se trata de frutas de gran volumen es necesario su trozado para un mejor resultado del proceso. Si se trabaja con frutas pequeñas como arándanos, frutillas u otras frutas finas esta etapa no es necesaria (Castro, 2008).

Inmersión de jarabe

La solución osmótica o agente deshidratante al cual se van a exponer las frutas debe contener como soluto una sustancia que sea compatible con ella, como el azúcar (sacarosa), miel u otros jarabes preparados a partir de azucares diferentes (lactosa, fructosa, glucosa). El cloruro de sodio (sal de mesa) puede dar un sabor desagradable, no obstante, en algunos casos se agregan cantidades mínimas de este soluto a las soluciones de azúcar con el fin de aumentar la velocidad de deshidratación (Castro, 2008)

Extracción y enjuague

La fruta, ya sea en trozos o entera, se extrae del jarabe una vez finalizado el tiempo de inmersión. Al retirarlas estas redujeron su contenido de humedad en un 70% a 80% y aumentaron el contenido de sólidos debido al ingreso de éstos y a la salida de agua. Todo eso otorga mayor estabilidad a las frutas ya que al reducirse la actividad de agua del producto los microorganismos tienen menor posibilidad de crecer y desarrollarse. Luego se realiza un enjuague para quitar los restos de jarabe que pueda contener la fruta en la superficie (Cañamero-Villanueva & Arevalo -Balazar, 2018).

Secado

Debido a que las frutas deshidratadas osmóticamente aún contienen niveles de humedad de un 20% a 30%, se pueden aplicar procesos de secado complementarios que permitan extender la vida útil del producto por un tiempo mayor. Entre estos procesos se destacan el secado por aire caliente, secado por microondas, secado al vacío y en casos de alimentos con alto valor agregado puede aplicarse el proceso de liofilización (Cañamero-Villanueva & Arevalo -Balazar, 2018).

Control de calidad

Al finalizar el procesamiento de las frutas estas deben ser controladas a través de diferentes técnicas dependiendo el tipo de producto final que se obtenga. Esta etapa es fundamental para la comercialización y aceptación del producto por parte de los consumidores (Cañamero-Vilanueva, 2018).

Empacado

Dependiendo de la estabilidad lograda en el producto final se deberá elegir el material de empaque adecuado. Por ejemplo, un producto que posee un contenido de humedad inferior al 30% como resultado de la DO y de otro proceso de secado complementario, no requiere de materiales especiales para su envasado, pudiendo conservarse a temperatura ambiente a través de su empacado con películas de polietileno delgado. Cabe aclarar que esto depende del tipo de fruta que se esté procesando y de los requerimientos de empaque que cada una presenten (Parzanese, 2016).

2.12 Clasificación de los deshidratadores

Existen algunas clases o tipos de secadores, que influyen en transferencia de materia y de la transmisión de calor, el sistema de deshidratación más eficaz será aquel que mantenga los máximos valores posibles de los gradientes de presión de vapor y de temperatura entre el aire y el interior del producto a deshidratar (Andrade M. R., 2015).

2.12.1 Secadores Directos o Convectivos

Los cuales se caracterizan por utilizar gases calientes que entran en contacto directo con el sólido húmedo al que transmiten calor por convección fundamentalmente y que arrastran fuera del secador los vapores producidos (Chavez, 2015).

2.12.2 Secadores por Conducción o Indirectos

Los cuales se caracterizan porque en ellos la transmisión de calor hasta el material húmedo tiene lugar por conducción a través de una pared, generalmente metálica. (Chavez, 2015).

2.12.3 Secadores por Radiación

Éstos se basan en la transferencia de energía radiante para evaporar la humedad del producto. Esta energía se produce eléctricamente o por medio de refractarios únicamente calentados por gas. El costo de energía necesaria para 16 este método es de dos a cuatro veces mayor que el costo de combustible en los secadores descritos anteriormente (Pico, 2016).

2.12.4 Secadores Dieléctricos

Se caracterizan por generar calor en el interior del propio sólido en virtud de un campo eléctrico de alta frecuencia que provoca una gran agitación de las moléculas polares, cuya fricción genera el calor necesario para la evaporación (Chavez, 2015).

2.13 Parámetros físico-químicos y sensoriales evaluados en la deshidratación de la pitahaya.

2.13.1 Factores intrínsecos

Composición del alimento: Los alimentos varían en su composición, que va desde hidratos de carbono, grasas, proteínas, vitaminas y minerales. Los nutrientes mencionados pueden favorecer al medio en que se desarrollan ciertos microorganismos siento la parte en donde crecen y alimentan, transformando su composición (Verona-Ruiz A. U.-C.-M., 2020).

pH, acidez: El desarrollo de microrganismo se ve afectado por la acides del producto ya que existen rangos óptimos para ciertos microorganismos, por ello se nota que los frutos en general tienen presencia de ácidos que reducen de manera importante el desarrollo de microorganismos (Vargas M. , 2005).

Actividad del agua: La reducción del agua en el fruto es uno de los menos frecuentados para disminuir el desarrollo de microorganismos como se describe el proceso de deshidratación (Vásquez, 2016).

2.13.2 Factores extrínsecos

Concentración de oxígeno: El oxígeno y su concentración es un factor que relaciona el tipo de microorganismo que se desarrolla, ya que el desarrollo se puede dar en medios aerobios, anaerobios y facultativos (Vásquez, 2016).

Temperatura: Las condiciones de desarrollo de microorganismos se puede dar entre los 5ºC y los 60ºC, por ello es recomendado mantener el alimento en temperaturas inferiores o superiores a las mencionadas (Verona-Ruiz A. U.-C.-M., 2020).

Humedad: En el caso de la humedad favorece el desarrollo de bacterias, es recomendado tener una baja humedad en las instalaciones, también secar de manera correcta los utensilios utilizados (Verona-Ruiz A. U.-C.-M., 2020).

A continuación, se destacan cada uno de las tablas de cada uno los procesos de deshidratación

En la tabla 2-3 se puede observar las características físico-químicos, sensoriales de la pitahaya amarilla (*Selenicerius megalanthus*) inicial y deshidratada mediante el método de la deshidratación por convección.

Tabla 2-3

Características físico-químico, deshidratadas por el método de convección.

Características físico-químicas y sensoriales	Pitahaya inicial	Pitahaya deshidratada final
°brix	18	16,21
PH	4,5	6,10
Acidez (%)	4.02	0,02
Índice de madurez	24.12	4,98
Humedad	74%	4,93
Largo (cm)	8	2,69
Diámetros (cm)	4	1,45
Forma	Ovalado	Triangular
Sabor	Agridulce	Dulzaino agradable
Color	Verde amarillo	Amarillo claro
Consistencia	Aromático intenso	Crujiente insípido
Calidad sanitaria	Conforme al Codex	Conforme al Codex

Fuente: (Chavez, 2015).
Elaborado por: Sando-Chanaluisa.

Vásquez (2016), menciona las características fisicoquímicas, sensoriales de la pitahaya en la Tabla 2-4.

Tabla 2-4

Características físico-químicos, sensoriales inicial final y deshidratada de la pitahaya.

Características físico-químicas y sensoriales	Pitahaya inicial	Pitahaya deshidratada final
°brix	16	14,21
pH	4,5	6,20
Acidez (%)	0,011	0,86
Índice de madurez	20	4,38
Humedad	70%	4,58%
Largo (cm)	12,45	2,39
Diámetros (cm)	7,65	1,23
Forma	Ovalado	Ovalado
Sabor	Insípido, liquido, amargo	Dulzaino Agradable
Color	Característico	Amarillo claro
Consistencia	Aromático intenso	Crujiente
Calidad sanitaria	Conforme al Codex	Conforme al Codex

Elaborado por: Sando- Chanaluisa.

Podemos observar **l**as características físico-químico, sensoriales de la pitahaya amarilla (*Selenicerius megalanthus*) inicial y deshidratada evaluadas mediante el método de deshidratación por conducción en la Tabla 2-5 según Santarrosa–Quiguiri (2013)**.**

Tabla 2-5

Parámetros físico-químicos, sensoriales deshidratados por conducción.

Características físico-químicas y sensoriales	Pitahaya inicial	Pitahaya deshidratada final
°brix	13,3	13,45
pH	4,65	6,10
Acidez (%)	0,111	1,10
Índice de madurez	24.12	4,98
Humedad	80,62	3,83
Largo (cm)	13,16	2,69
Diámetros (cm)	8,84	1,45
Forma	Ovalado	Rodajas
Sabor	Dulce	Dulce
Color	Pulpa blanca con semillas negras.	Blanco cremoso
Consistencia	Aromático intenso	Dulce

Elaborado por: Sando-Chanaluisa.

Carla Mañamero (2014), señala las características físico-químico, sensoriales de la pitahaya amarilla (*Selenicerius megalanthus*) inicial y deshidratada en la Tabla 2-6.

Tabla 2-6

Parámetros físicos químicos deshidratados.

Características físico-químicas y sensoriales	Pitahaya inicial	Pitahaya deshidratada final
°brix	15	13,18
pH	5,1	6,09
Acidez (%)	0,11	1,045
Índice de madurez	24.12	4,98
Humedad	82,50	3,33
Largo (cm)	13,16	2,49
Diámetros (cm)	8,84	1,39
Forma	Ovalado	Ovalada
Sabor	Dulce	Dulce agradable
Color	Pulpa blanca con semillas negras.	Rojo escarlata
Consistencia	Aromático intenso	Pulpa jugosa
Calidad sanitaria	Conforme al Codex	Conforme al Codex

Elaborado por: Sando-Chanaluisa.

Cardozo-Cubas & Ruiz-Torres, (2019)**,** hace constancias las características físico-químico, sensoriales de la pitahaya amarilla (*Selenicerius megalanthus*) inicial y deshidratada evaluados mediante el método de deshidratación por radiación en la Tabla 2-7.

Tabla 2-7

Características físico-químico, sensoriales iniciales y deshidratadas por el método de radiación.

Características físico-químicas y sensoriales	Pitahaya inicial	Pitahaya deshidratada final
°brix	14	13
pH	12	17
Acidez (%)	5,72	4,82
Índice de madurez	23.12	4,98
Humedad	80,62	3,83
Largo (cm)	9,16	3,69
Diámetros (cm)	4,58	3,45
Forma	Ovalado	Rodajas cuadrangular
Sabor	Dulce	Dulce suave
Color	Pulpa blanca amarilla.	Blanco cremoso pardo
Consistencia	Aromático intenso	Crujiente
Calidad sanitaria	Conforme al Codex	Conforme al Codex

Elaborado por: Sando-Chanaluisa.

Se puede observar la mención en la Tabla 2-8 de los parámetros físico- químico sensoriales evaluadas según Pico (2016)**.**

Tabla 2-8

Parámetros físico-químicos sensoriales.

Características físico-químicas y sensoriales	Pitahaya inicial	Pitahaya deshidratada final
°brix	16,10	15,48
pH	5,06	4,85
Acidez (%)	0,11	1,09
Índice de madurez	20	4,85
Humedad	70,65%	4,54%
Largo (cm)	1,50	0,80
Diámetros (cm)	0,55	0,40
Forma	Ovalado	Ovalado
Sabor	Dulce intenso	Dulce
Color	Pulpa blanca.	Blanco cremoso
Consistencia	Aromático intenso	Crujiente
Calidad sanitaria	Conforme al Codex	Conforme al Codex

Elaborado por: Sando- Chanaluisa.

Menciona las características físicas y químicas sensoriales inicial y finales obtenidos por el método de deshidratación por osmosis en la Tabla 2-9 según, Ayala-Aponte A. A.-C.-C.,(2009)**.**

Tabla 2-9

Características físico-químico, sensoriales iniciales y finales por el método de deshidratación.

Características físico-químicas y sensoriales	Pitahaya inicial	Pitahaya deshidratada final
°brix	12	20,31
pH	4,65	6,10
Acidez (%)	0,11	1,05
Índice de madurez	24.12	4,98
Humedad	80,62	4,58
Porosidad %	2,78 ± 0,35	4,34 ±0,18
Largo (cm)	10,16	2,69
Diámetros (cm)	8,84	1,45
Forma	Ovalado	Triangular
Sabor	Dulce	Crujiente semidulce
Color	Pulpa blanca con semillas negras.	Blanco amarilloso
Consistencia	Aromático intenso	Crujiente
Calidad sanitaria	Conforme al Codex	Conforme al Codex

Elaborado por: Sando-Chanaluisa.

Presenta las características físico-química, sensoriales inicial y finales evaluadas para obtener productos concentrados, saludables mediante el método de deshidratación osmótica en la tabla 2-10 como reporta Cañamero-Villanueva & Arevalo–Balazar (2018).

Tabla 2-10

Características físico-químico, sensoriales iniciales y finales por el método de deshidratación.

Características físico-químicas y sensoriales	Pitahaya inicial	Pitahaya deshidratada final
°brix	13,80	15,76
pH	6,18 ± 0,20	7,60
Acidez (%)	0,54± 0,02	1,14
Índice de madurez	24.12 ± 0,06	4,98
Humedad	80,62	9,96
Largo (cm)	13,16	4,69
Diámetros (cm)	8,84	1,45
Porosidad	2,78	3,40
Forma	Ovalado	Rectangular
Sabor	Liquido, amargo	Dulzaino agradable
Color	Verde amarillo	Amarillo claro
Consistencia	Aromático intenso	Crujiente dura
Calidad sanitaria	Conforme al Codex	Conforme al Codex

Elaborado por: Sando-Chanaluisa-

Huayama Sopla & Tirado Uriarte (2013)**,** menciona la característica físico-química, sensoriales inicial y finales evaluadas en la Tabla 2-11.

Tabla 2-11:

Parámetros fisco-químicas, sensoriales deshidratadas por liofilización A -10 C

Características físico-químicas y sensoriales	Pitahaya inicial	Tiempo	Pitahaya deshidratada final
°brix	16		14
pH	5,19	9 h.	5,53
Índice de madurez	20	9 h	5.56
Humedad	82,21%	9 h	11,08 %
Largo (cm)	8		2,30
Diámetro	4		1,40
Volumen			17,19
Forma	Circular		Ovalado
Sabor	Agridulce		Dulce agradable
Color	Verde amarillo		Amarillo Claro
Consistencia	----------		Crujiente dura.
Calidad sanitaria	Conforme al Codex		Conforme al Codex

Elaborado por: Sando-Chanaluisa.

En la siguiente tabla 2-12 las se puede observar las características física-química sensoriales iniciales y finales obtenidos por el método de deshidratación por liofilización según Santarrosa-Quiguiri (2013).

Tabla 2-12

Parámetros físico-químicos, sensoriales de la pitahaya.

Características físico-químicas y sensoriales	**Pitahaya inicial**	**Pitahaya deshidratada final**
Color	pulpa blanca con semillas	blancas con semillas
Olor	Frutal	Frutal
Sabor	Dulce	Dulce
Humedad (%)	80,62	3.83
Cenizas (%)	1.522	1.55
Fibra (%)	5.25	6.87
Grasa (%)	0,53	0,29
pH	4.65	6.31
Acidez	5.72	1.24
°brix	12	26

Elaborado por: Sando-Chanaluisa.

CAPITULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo o Diseño de Investigación:

El presente proyecto de Investigación es de carácter teórico descriptivo ya que mediante datos bibliográficos y antecedentes de diferentes autores se centró exclusivamente en la selección y recopilación de datos existentes de los procesos de deshidratación de pitahayas amarilla (*Selenicerius megalanthus)*, con el fin de tener información para profundizar en las teorías y aportaciones ya emitidas sobre el tema que es el principal estudio.

3.2 Métodos de Investigación:

El presente estudio documental se basó en una ruta metodológica la cual comprendió cuatro tiempos como son búsqueda, organización, sistematización y análisis de documentos electrónicos enfocados en la selección y recopilación de datos existentes de las siguientes fuentes: normas técnicas, artículos científicos, tesis de pregrado, posgrado y doctorales, se utilizó buscadores como Google académico, Scielo, Latindex con un enfoque cualitativo y cuantitativo, lo cuales facilitan la obtención de información verídica para el desarrollo de la investigación en base a la revisión bibliográfica con las siguientes palabras claves: Deshidratación, betalainas, convección, conducción, osmosis, radiación, frutas

Posteriormente se realizó la revisión documental y se desarrolló un análisis crítico, que permitió conocer sobre los diferentes métodos en la cual se evaluó las propiedades físico-químicas y sensoriales del snack de pitahaya obtenidos a partir de los diferentes métodos de deshidratación cuya información es de gran interés que permitió concluir exitosamente el presente trabajo de Investigación. Mediante la revisión de 8 tesis de titulación, 3 revistas, 4 artículos científicos y varios documentos de sitios web que tenían información respecto al tema logrando obtener información basada en los parámetros de estudio necesarios que permitieron el desarrollo y la complementación de los objetivos propuestos.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Características nutricionales funcionales.

Según Joaqui (2020), menciona en la Tabla 4-1 el valor nutricional por cada 100 gr de pitahaya comestible.

Tabla 4-1

Características funcionales y nutricionales de la pitahaya.

Factor Nutricional	Contenido	% valor
Agua	89,40%	
Calcio	10.2 mg	1.02
Calorías	36	
Carbohidratos	9.2 gr	3.07
Zinc	0,35 mg	2.33
Fibra	1,34 gr	5.36
Fosforo	27.5 mg	2.75
Grasa	0.1 g	0.14
Hierro	0.4 mg	2.22
Vitamina C	25 mg	41.67
Proteína	0.5 g	1.00
Riboflavina	0.03 mg	1.76
Tiamina	0.01 mg	0.67
Vitamina A	0.05 U. I.	0.00

Nota: Valor nutricional por 100 gr.

Fuente: (Joaqui, 2020).

Andrade (2010), menciona que la pitahaya es un tesoro desde el punto de vista nutricional, debido a su composición como son los: azucares naturales, mucílagos, ácido ascórbico, fenoles, niacina y vitamina C, igualmente contiene vitaminas del grupo B, minerales como: calcio, fósforo, hierro, y tiene alto contenido en agua, posee proteína vegetal, fibra soluble. Sus propiedades más apreciables son su acción antiinflamatoria y antioxidante, siendo muy apetecida a nivel industrial, medicinal, y alimentaria. Por el cual es recomendado por la Organización Mundial de la salud (OMS) para su consumo.

La pitahaya amarilla tiene diferentes usos entre ellos en el área medicinal por sus características funcionales presentes, en si es utilizada para calmar problemas estomacales, mejorar el funcionamiento del tracto digestivo de igual forma regula los niveles de azúcar en la sangre, previene la anemia ferropénica producida por la ausencia de hierro en el cuerpo humano, ayuda al control de la hipertensión, disminuye los riesgos de sufrir un infarto

cardíaco o cerebral, es perfecto para las personas que realicen dietas de pérdida de peso, alivia los síntomas de catarros y estados gripales, también ayuda en la formación de glóbulos rojos, glóbulos blancos, plaquetas, formación y mantenimiento óseo, contando con propiedades diuréticas, y tiene propiedades cardiovasculares (Santarrosa -Quiguiri, 2013).

Según Alvarado (2014), la pitahaya es utilizada en el sector industrial por las diferentes características que esta posee, se les puede dar un uso muy amplio: De su corteza es extraída el látex con la finalidad de humectar la piel, previene el envejecimiento aplicado como crema y perfume, mientras que en la industria farmacéutica es utilizada como tónico cardíaco regulando la presión arterial, laxante y protectores contra ulceras y acidez estomacal. El fruto de pitahaya tiene un alto contenido de betalaínas, pigmentos con propiedades antioxidantes siendo utilizados como alternativa para los colorantes artificiales. Y en la industria alimentaria como producción de alimentos procesados (mermeladas, almíbar, dulces, jugos, helados) (Armendáriz, 2016).

Por lo tanto, un snack de pitahaya será un producto de alto interés para la población por las diferentes propiedades que conlleva. Tomando en consideración las investigaciones realizadas acerca de la Pitahaya se evidencia que es una fruta con excelente valor nutricional y funcional (Fellows, 2015). Menciona que la pitahaya al someterle a procesos industriales para la obtención de snacks revolucionara el mercado, ya que el producto es innovador y vanguardista que brinda beneficios para el ser humano y genere un mejor ingreso mercantil siendo un producto fundamental para la economía de los medianos y pequeños productores del país.

En la siguiente Tabla 4-2 se observa la comparación realizada de los principales parámetros del snack de pitahaya deshidratada por el método de deshidratación por convección del producto terminado.

Tabla 4-2

Cuadro de análisis comparativos de los resultados obtenidos referentes a los métodos de deshidratación por convección según sus autores.

Parámetros	**Métodos de deshidratación por convección**	
	Según (Chavez, 2015)**.**	**Según** (Vásquez, 2016)**.**
°Brix	16,21	14,52
pH	6,10 Resolución Colombiana 003929 2013 pH > 4.6	6,20 Resolución Colombiana 003929 pH > 4.6
Acidez	0,02	0,86
Humedad	4,93 Norma INEN 2996 (H) < 8% y 12%	4,58 Norma INEN 2996 (H) <8%y12%
Largo (cm)	2,69	2,39
Índice de madurez	4,98	4,38
Diámetro (cm)	1,45	1,23
Forma	Triangular	Ovalado
Sabor	Dulzaino agradable	Dulzaino agradable
Color	Amarillo claro	Amarillo claro
Consistencia	Crujiente insípido	Crujiente
Calidad sanitaria	Conforme al Codex	Conforme al Codex

Elaborado por: Sando-Chanaluisa.

Según Chavez (2015), y Vásquez (2016), se evaluó los parámetros fisicoquímicos presentes en la siguiente (Tabla 4-2) : Los grados °brix, pH, acidez, humedad, largo, índice de madurez, diámetro, como forma sabor color consistencia mencionan los resultados obtenidos por el método de convección en donde reportan los grados °brix que estuvieron entre 16,21 **y** 14,52 mientras que el potencial de hidrogeno pH 6,10 **y** 6,20 no existió una diferencia significativa debido al estado de madurez de la fruta se encuentran en los rangos permitidos una variación significativa según Resolución Número 003929 De 2013 Colombiana el rango de pH de > 4.6 o menos evitara el crecimiento de bacterias dañinas, acidez 0,02 y 0,86 no hubo diferencia significativa, mientras que la humedad se obtuvieron 4,93 y 4,58 se observaron diferencias estadísticas en el valor de la humedad de las muestras esta variación, se debe a las diferencias que presentan cada una de las muestras en su almacenamiento inicial, al ser muestras de diferentes procesos por el mismo método. Los resultados fueron comparados con la Norma INEN 2996, tomando los límites de humedad del zapallo y la uvilla, según los cuales las humedades obtenidas se encuentran dentro de los límites establecidos en dicha norma entre los 8% y 12% de humedad, largo 2,69 y 2,39 no existió diferencia significativa , índice de madurez 4,98 y 4,38 no existió diferencia significativa por lo que se obtuvieron los resultados esperados , diámetro del snacks de

pitahaya amarilla no presentaron diferencias significativas 1,45 y 1,23. Para el análisis sensorial se desarrolla una prueba sensorial de aceptación de escala numérica, aplicada a 33 panelistas, para poder establecer diferencias significativas, con 5% y 10 % de significancia, en la cual, cada panelista codificaba las muestras de manera ordinal, de acuerdo a su preferencia.

Se observa la comparación realizada de los principales parámetros del snack de pitahaya deshidratada por el método de deshidratación por conducción del producto terminado en la Tabla 4-3.

Tabla 4-3

Cuadro de análisis comparativos de los resultados obtenidos referentes a los métodos de deshidratación por conducción según sus autores.

Parámetros	**Métodos de deshidratación por Conducción.**	
	Según (Cañamero-Vilanueva, 2018)**.**	**Según** (Santarrosa -Quiguiri, 2013)**.**
°brix	13,18	13,45
pH	6,09 Norma INEN 2003 > 4,40	6,10 Norma INEN 2003 > 4,40
Acidez (%)	1,45 Norma INEN 2003:2005 <5	1,10 Norma INEN 2003:2005 <5
Índice de madurez	4,68	4,98
Humedad (%)	3,33 Norma INEN 2996 > 8% y 12%	3,83 Norma INEN 2996 > 8% y 12%
Largo (cm)	2,49	2,69
Diámetros (cm)	1,39	1,45
Forma	Ovalada	Rodajas
Sabor	Dulce agradable	Dulce
Color	Rojo escarlata	Blanco cremoso
Consistencia	Crujiente seco	Crujiente seco
Calidad sanitaria	Conforme al Codex	Conforme Codex

Elaborado por: Sando-Chanaluisa.

De acuerdo con los estudios de Carla Mañamero (2014), y Santarrosa -Quiguiri, (2013), en la Tabla 4-3 mencionan en sus respectivas investigaciones, la determinación del pH en las frutas deshidratadas comparadas con la Norma INEN 2003 establece que el valor para frutas maduras es >4,40 con relación a la tabla su pH es de 4,65 y 6,10 existiendo diferencia significativa debido al estado de madurez de la fruta, mientras que de los valores del grado °brix fue de 13,18 y 13,45 no presentan diferencias significativas, mientras que para de la humedad se hace referencia la Norma 2996 lo cual menciona los productos deshidratados deben cumplir los parámetros de humedad, un máximo de 8% en el zapallo y un máximo de 12% en uvillas, contrastando con los valores reportados en la tabla estos se

encuentra dentro del rango que es 3,33 y 3,83, la norma INEN 2003:2005 menciona los valores de la acidez se expresa como porcentaje para pitahaya verde >6% en pitahaya pintona 6-5% y la pitahaya madura <5% comparados con los valores de la tabla que es de 1,45 y 1,10 se encuentran dentro del rango establecido en la normativa, en las características sensoriales se puede determinar que existen cambios en su forma, sabor y olor, se debe al tipo de deshidratador.

A continuación, se detalla la comparación de los parámetros del producto terminado por el método de deshidratación por radiación del producto terminado en la Tabla 4-4.

Tabla 4-4

Cuadro de análisis comparativos de los resultados obtenidos referentes a los métodos de deshidratación por radiación según sus autores.

Parámetros	**Métodos de deshidratación por Radiación.**	
	Según (Pico, 2016)**.**	**Según** (Cardozo Cubas & Ruiz Torres, 2019)**.**
Contenido de humedad	4,54 Norma INEN 2996	3,83 Norma INEN 2996
°brix	15,48 Norma INEN 2003:2005	13 Norma INEN 2003:2005
pH	4,85 NTE INEN 2003	4,82 Norma INEN 2003
Acidez (%)	0,9 INEN 2 003:2005	1,030 Norma INEN 2 003:2005
Fibra	-	-
Índice de madurez	4,85	4,98
Largo (cm)	0,80	3,69
Diámetros (cm)	0,40	3,45
Forma	Rodajas	Rodajas
Sabor	Dulzaino agradable	Dulce
Color	Pulpa blanca	Blanco cremoso
Consistencia	Crujiente	Crujiente
Calidad sanitaria	Conforme al Codex	Conforme al Codex

Elaborado por: Sando-Chanaluisa.

Según los autores (Pico, 2016), y Cardozo-Cubas & Ruiz-Torres (2019), en la Tabla 4-4 presentan la determinación del pH de rodajas deshidratas de pulpa, los valores fueron comparados con la. Entre los autores no existe diferencia significativa 4,85 entre 4,82, los grados °brix se determinó una comparación con la norma (INEN 2003, 2005). No existe diferencia significativa entre los sólidos solubles del producto final 15,48 entre 13, la humedad de rodajas deshidratadas se realizó en referencia a la norma (NTE INEN 2996,

2015), tomando los límites de humedad del zapallo y la uvilla, las humedades se encuentran dentro de los rangos establecidos en la norma, 4,54 entre 3,83 , la determinación de la acidez de las rodajas deshidratadas se comparó con la norma INEN 2003:2005 lo cual cumple con los parámetros establecidos que son entre 1,09 y 1,030, en el índice de madurez comparando entre los dos autores no existe diferencias significativas que son de 4,85 y 4,98, con respecto a sus características sensoriales cambia en el sabor y color.

A continuación, se detalla la comparación de los parámetros del producto terminado por el método de deshidratación por osmosis del producto terminado en la Tabla 4-5.

Tabla 4-5

Tabla de comparación de los resultados obtenidos del snack de pitahaya deshidratada.

Parámetros	**Métodos de deshidratación por osmosis**	
	Según (Ayala-Aponte, Serna-Cock, & Giraldo-Cuartas., 2009)**.**	**Según** (Cañamero-Villanueva & Arevalo -Balazar, 2018)**.**
ºbrix	20,31	15,76
pH	6,10	7,60
Acidez (%)	1,05	1,14
Índice de madurez	4,98	4,98
Humedad	4,58	9,96
Porosidad (%)	4,34	3,40
Largo (cm)	2,69	4,69
Diámetro (cm)	1,45	1,45
Forma	Triangular	Rectangular
Sabor	Crujiente semidulce	Dulzaino agradable
Color	Blanco amarilloso	Amarillo claro
Consistencia	Crujiente	dura
Calidad sanitaria	Conforme al Codex	Conforme al Codex

Elaborado por: Sando-Chanaluisa.

Según Ayala-Aponte, Serna-Cock, & Giraldo-Cuartas (2009), Cañamero-Vilanueva (2018), en la Tabla 4-5 presentan los resultados de su Investigación, °brix, pH, acidez, índice de madurez, humedad, porosidad, largo, diámetro, y las características sensoriales: forma, sabor, color consistencia y calidad sanitaria. La determinación de los grados °brix existieron diferencias significativas de 20,31 y 15,76 debido al proceso de deshidratación y la adición del jarabe aumentando significativamente los grados °brix, mientras que en el pH 6,10 y 7,60 no hubo significancia relativa, con respecto a la acidez no se encontró diferencias significativas, con valores de 1,05 y 1,14 respectivamente, en el índice de madurez no existió

diferencia 4,98 y 4,98, en el parámetro de humedad se presentaron diferencias significativas de 4,58 y 9,96 se relacionó con los niveles de agitación. Los resultados mostraron que los niveles de agitación inciden significativamente sobre la pérdida de agua, en relación al largo de la fruta se encontró diferencias significativas de 2,69 y 4,69 debido a las muestras utilizadas para el proceso, en los valores del diámetro no se encontró diferencias 1,45 y 1,45, en cuanto al análisis sensorial se encontró que el 95% lo calificaron positivamente, de los cuales el 40% lo calificó en el nivel más alto de "Me gusta mucho", sólo un 4% contestó que le era indiferente y un 1% que le disgustaba, mientras que el sabor, fue aceptable así como el color y consistencia.

Se observa la comparación realizada de los principales parámetros del snack de pitahaya deshidratada por el método de deshidratación por liofilización del producto terminado en la Tabla 4-6.

Tabla 4-6

Tabla de comparación de los resultados obtenidos que han sido diferentes métodos de deshidratación según sus autores.

Parámetros	**Métodos de deshidratación por liofilización**	
	Según (Huayama Sopla & Tirado Uriarte, 2013) **-10ºC (9h)**	**Según** (Santarrosa -Quiguiri, 2013) **-44ºC (6h)**
Humedad	11,08	10,04
°brix	14	26
pH	5. 53	6,31
Diámetro	2,30	-----
Índice de madurez	5,56	--
Fibra	-------	6.87
Forma	Ovalada	Cuadrado
Sabor	Dulzaino agradable	Dulce
Color	Amarillo claro	Pardo amarillo
Olor	Frutal	Frutal
Consistencia	Crujiente dura	Crujiente dura
Cenizas	- - -	1.55
Acidez	- - -	1.24
Volumen	14,4	--

Elaborado por: Sando-Chanaluisa.

En la Tabla 4-6 de métodos de deshidratación por liofilización los autores emiten resultados de acuerdo a las temperaturas y tiempo (-10ºC por 9h y -44ºCpor 6h) permitiendo analizar los distintos parámetros como: humedad, °brix, pH, diámetros obtenidos de la pitahaya deshidratada. La determinación de los grados °brix al no existir una normativa que regule el contenido de solidos solubles en los productos deshidratados los autores aplican un test ANOVA el cual determinan que no hay diferencia significativa al 95% de confiabilidad ya que el valor LF que calculan es inferior al LF crítico, en la tabla presentan los valores de 14 y 26 °brix, debido a la relación directa con el estado de maduración de la pitahaya, (Huayama Sopla & Tirado Uriarte, 2013). Mientras que en el pH no existió una variación significativa ya que los resultados se mantuvieron entre 5,53 y 6,31, la determinación de Humedad obtuvo valores de 11,08 y 10,04 por lo que no existió diferencia significativa por lo que (Santarrosa - Quiguiri, 2013), menciona que la variación del volumen si es superior al 15% genera un colapso estructural, el valor que refleja en la tabla es de 14,4 % que se encuentra por debajo del valor crítico. En el estudio realizado para el análisis organoléptico a través de pruebas sensoriales evaluado a los 12 días de almacenamiento con 10 catadores Se llegó a determinar que en el color y apariencia obtuvo un 80 % de aceptación.

Con la información recolectada en base a los parámetros analizados en todos los métodos de deshidratación se extrae como común denominador los parámetros que se repiten en cada método, el valor que se refleja es el promedio, los mismos que se presentan en la Tabla 4-7.

Tabla 4-7

Cuadro de análisis comparativo de los resultados obtenidos referente a los métodos de deshidratación.

Características físico-químicas y sensoriales	**Métodos de deshidratación**					
	Convección	**Conducción**	**Radiación**	**Congelación (Liofilización)**	**Conservación osmótica**	**Normas**
°brix	15,21	13,31	14,24	20	18,035	INEN 2 003:2005
pH	6,15	6,095	4,83	5,92	6,85	
Acidez (%)	0,44	1,275	1,06	1,24	1,095	
Humedad	4,78	3,58	4,18	10,56	7,27	INEN 2996
Sabor	Dulzaino agradable	Dulce agradable.	Dulce	Dulce	Dulce	
Color	Amarillo claro	Rojo escarlata	Blanco cremoso	Blancas	Blanco cremoso	
Volumen	-	-	-	14,4	-	
Promedio	Tabla 4-2	Tabla 4-3	Tabla 4-4	Tabla 4-5	Tabla 4-6	

Para realizar la comparación de los métodos de deshidratación se saca el promedio de los valores mencionados en las Tablas 4-2, 4-3, 4-4, 4-5, 4-6 y los parámetros a evaluar son: °brix, pH, acidez, humedad, Sabor, Color, obtenidos de la pitahaya deshidratada. Donde los datos reflejados son el valor en el tratamiento al final de la deshidratación. El porcentaje de °brix se observa un valor de 20 siendo este valor superior entre los sólidos solubles totales, este valor refleja la importancia del método de deshidratación por liofilización ya que conserva el porcentaje inicial del producto y se puede corroborar con la norma (INEN 2003, 2005). En cuanto al pH todos los métodos se aproximan a la neutralidad debido a una concentración de los solutos que originarían un taponamiento con las sales que existe en el medio. Tomando referencia la norma (NTE INEN 2996, 2015) Tomando los límites de humedad, las humedades se encuentran dentro de los rangos establecidos en la norma 4,54 entre 3,38, exceptuando el método de deshidratación por liofilización y conservación osmótica con valores de 10,56 y 7,27 pero dicha cantidad se reduce considerablemente. La determinación de la acidez de las rodajas deshidratadas de todos los métodos se encuentra dentro del rango de la norma INEN 2 003:2005 lo cual cumple con los parámetros establecidos en la misma 0,9 y 2,30 no excede los rangos, su índice de madurez incide en las características sensoriales cambia en el sabor y color.

La recopilación de la información reflejada en la (Tabla 4-6) permite elegir al método de deshidratación por congelación (liofilización) como el mejor método ya que se conserva el volumen, los °brix, se encuentra dentro de los parámetros de la normativa (NTE INEN 2996, 2015).

Conclusiones

- Los resultados obtenidos permiten evidenciar las diferentes características funcionales, y nutricionales presentes en la pitahaya: agua, proteína, carbohidratos, grasa, que ayudan al funcionamiento digestivo, previniendo la anemia ferropénica, es por ello que es de gran importancia, la elaboración del snacks de pitahaya deshidratada ya que es un producto agrícola versátil, de gran potencial económico muy factible para su industrialización comercialización en diferentes ramas agroindustriales.

- Los diferentes métodos de deshidratación son un factor fundamental de estudio puesto que apreciar las diferentes formas de conservación de la pitahaya amarilla (*Selenicerius megalanthus*) , utilizados desde la antigüedad de tal manera que el control del contenido en agua es una herramienta para su conservación, permitiendo mejorar la calidad del producto y evitando el deterioro o el crecimiento microbiano, reduce el coste de transporte y almacenamiento por la disminución del peso y volumen de los productos, es una herramienta para el desarrollo de nuevos productos.

- La deshidratación de la pitahaya puede realizarse por diferentes procesos, tales como; convección, conducción, radiación, congelación, conservación osmótica. Entre los cuales describen algunos autores, en dependencia de lo que se requiera en el caso de los snacks la liofilización es adecuado para conservar en rodajas ya que posibilita reducir la actividad de agua, conservando significativamente el volumen, aumentando la porosidad, y permitiendo una rehidratabilidad aproximada a su contenido inicial de humedad.

Recomendaciones

- La información referente al tema sustancial y actualizada en algunos ámbitos es escasa por ello se recomendaría dar más profundidad a la temática expuesta en el trabajo.

- Solicitar ayuda institucional públicas o privadas para facilitar la divulgación de esta información mediante talleres de capacitación en los que se involucre a pequeños y medianos agricultores de las regiones productoras de pitahaya.

- Realizar investigaciones experimentales respecto a la deshidratación de otras variedades de pitahaya roja (*Selenicereus undatus*).

REFERENCIAS

2003, I. (2005). *FRUTAS FRESCAS. PITAHAYA. REQUISITOS.* QUITO: Servicio Ecuatoriano de Normalizacion.

Andrade Benalcazar, M., & Ruano Vaca, C. (2016). Estudio de la Cadena Productiva de la Pitahaya Amarilla en el Cantón Pedro Vicente Maldonado, Provincia de Pichincha con: la Propuesta para la Creación de una Asociación de Productores de Pitahaya Amarilla para el periodo 2010-2018. *Dspace*, 23-45.

Andrade, M. R. (2015). Obencion de laminas deshidratadasapartir de pulpa de pitahaya Hylocereus undatus. *UTN*, 23-24.

ANDRADE, M. R. (2015). Obencion de laminas deshidratadasapartir de pulpa de pitahaya Hylocereus undatus. *UTN*, 23-24.

Andrade, M. R. (2015). Obtencion de laminas deshidratadasapartir de pulpa de pitahaya Hylocereus undatus. *UTN*, 23-24.

Andrade, R. (2015). Obtención De Láminas Deshidratadas A Partir De La Pulpa De Pitahaya (Hylocereus Undathus). *Repositorio UTN*, 50-62.

Aponte, A. (2010). *Cinéticas de deshidratación osmótica de pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus).* . 539-544.: Interciencia.

Armendáriz, J. (2016). *Pre elaboración y conservación de alimentos, Madrid – España, Paraninfo.*

Ayala, A. (2010). Liofilizacion de la pitahaya Amarilla (Selenicereus megalanthus). *Mosquera S.A*, 122-127.

Ayala, C. L., & V., E. S. (2010). Liofilizacion de Pitahaya Amarilla (Selenicereus megalanthus). *Facultad de Ingeniería. Universidad del Valle, Sede Meléndez*, 122-127.

Ayala-Aponte, A. A.-C.-C. (2009). Efecto de la agitación sobre la deshidratación osmótica de pitahaya amarilla (selenicereus megalanthus s.) Empleando soluciones de sacarosa. *Interciencia*, 492-496.

Ayala-Aponte, A., Serna-Cock, & Giraldo-Cuartas. (2009). EFECTO DE LA AGITACIÓN SOBRE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DE PITAHAYA AMARILLA (Selenicereus megalanthus S.) EMPLEANDO SOLUCIONES DE SACAROSA. *Asociación Interciencia*, 492-496.

Calva, F. I. (2019). Extracción de pectina a partir de las cáscaras de dos variedades de pitahayas. *dspace.uc*, 10-11.

Cañamero-Vilanueva, C. A.-B. (2018). Pitahaya (Hylocereus Undatus), Deshidratada Por Osmósis En Algarrobina. *Facultad De Bromotalogia Y Nutricion.*, 55-60.

Cañamero-Villanueva, C., & Arevalo -Balazar, M. (2018). Pitahaya (Hylocereus Undatus), Deshidratada Por Osmósis En Algarrobina. *Facultad De Bromatología Y Nutrición*, 55-60.

Cardozo Cubas, J., & Ruiz Torres, D. (2019). Evaluacion FÍsico-Quimica y Microbiologica del nectar de pitahaya amarilla (Hylocereus triangularis),sometidos a tratamientos por radiacioncon luz ultravioleta UV-C y pasteurizacion. . *Universidad Señor de Sipan.*, 1-36.

Cardozo-Cubas, J., & Ruiz-Torres, D. (2019). Evaluación Físico-Química Y Microbiológica Del Néctar Pitahaya Amarilla (Hylocereus Triangularis), Sometido A Tratamientos Por Radiación Con Luz Ultravioleta Uv-C Y Pasteurización. *Universidad Señor de Sipan.*, 47-59.

Carla Mañamero, N. B. (2014). *PITAHAYA (Hylocereus undatus), deshidratada en algarrobina.*

Castro, A. (2008). *Secado de Uchuva (Physalis peruviana L) por aire caliente con precalentamiento de Osmodeshidratación.* 226 – 231.: Vitae Volumen 15 (2).

Chavez, M. R. (2015). “Obtención De Láminas Deshidratadas A Partir De Pulpa De Pitahaya (Hylocereus Undatus)”. *Universidad Tecnica del Norte*, 82-93.

Colina, M. (2010). *Deshidratación de Alimentos.* Mexico.: Trillas.

Esquivel, P. (2012). *Características del fruto de la pitahaya (Hylocereus sp.) y su potencial de uso en la industria alimentaria.* . 113-129.: Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos 3(1).

Fellows, P. (2015). *Tecnología del Procesado de Alimentos: Principios y Prácticas, Zaragoza – España, Acribia.*

Flores, C. (2000). *Manual de Tecnico Buenas Practicas de Cultivo en Pitahaya.Agropecuario.Organismo Internacional Regional de Sanidad.* Nicaragua: OIRSA.

Gilmer, D.-B. (2019). EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EN LA EXTRACCIÓN DE PECTINA DE TUNA (Opuntia ficus indica). *ciencias agrarias* , 11-12.

Gustavo, V., & Barbosa-Cánovas, V.-M.-R. (2000). *Deshidratación de alimentos.* New York,Acribia: Editorial, S.A.

Hernan, P. (2017). Secado por Liofilizacion. *Vicedecanato de Actividades Científicas, Culturales y de Prácticas Externas,* 10-71.

Huachi, L., Yugsi, E., Paredes, M., Coronel, D., & Verdugo, K. (2015). DESARROLLO DE LA PITAHAYA EN ECUADOR. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 50-58.

Huachi, L., Yugsi, E., Paredes, F., Coronel, E., & Samaniego, E. (2015). Desarrollo De La Pitahaya (Cereus Sp.) en Ecuador. *Ciencias de la Vida*, 50-58.

Huayama Sopla, P. M., & Tirado Uriarte, I. (20 de Junio de 2013). *DIALNET.* Recuperado el 02 de Mayo de 2013, de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6583388

INEN 2003. (2005). *Frutas Frescas Pitahaya Amarilla.* Quito: Inen.

Jara, E., & Ocaña, R. (2013). Obtencion de Uva Liofilizada. *Ciencias Quimicas*, 6-9.

Joaqui, J. (2020). Obtención de Pitahaya Amarilla (Selenicerus megalanthus (K. Schum) ex Vaupel) Deshidratada Mediante el Tratamiento de Convección en la Vereda Jerico Municipio de Palestina Departamento del Huila. *(Tesis de agronomo).* Universidad Nacional Abierta y a Distancia Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente, Pitalito.

Márquez, C. (2002). *Deshidratación de Mora de Castilla (Rubus glaucus) bajo régimen Convectivo con aire forzado.* 1587 – 1600.: Fac.Nal.Agr.Medellín,volumen 55.

Montesinos , J., Rodriguez Larrendi, L., Fonseca Flores, M., Ruiz Herrera, G., & Guevara Hernandez, F. (2015). Pitahaya (Hylocereus spp.) Un recurso fitogenico con historia y futuro para el tropico seco mexicano. *Journal Article*, 1819-4087.

Morillo, A., Tovar, E., & Morillo, A. (2017). Evaluación físico-química de fruta de pitahaya Selenicereus megalanthus en diferentes estados de desarrollo. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11-18.

Novilos, D. (2012). Exportación de pitahaya a Holanda aplicado a la empresa FLP latinoamerican perishables del Ecuador S.A. *Universidad Tecnologica Equinoccial*, 1-180.

NTE INEN 2996. (2015). *Productos Deshidratados. Zanahoria, Zapallo, Uvilla.* Quito: Servicio Ecuatoriano de Normalizacion .

Ortega, F. J. (2020). Obtención de Pitahaya Amarilla (Selenicerus megalanthus (K. Schum) ex Vaupel)Deshidratada Mediante el Tratamiento de Convección en la Vereda Jerico Municipio dePalestina Departamento del Huila. *UNAD*, 17-18.

Parzanese, M. (2016). Tecnologías para la Industria Alimentaria deshidratacion osmotica. *Alimentos argentinos MinAgri*, 7-8.

Perea-Dallo, E., Tirado, M. G., Yoliman, E., F., G., Fischer, M., & Rodríguez, R. (2010). Selenicereus megalanthus (K. Schum. ex Vaupel). *Biotecnología aplicada al mejoramiento de los cultivos de frutas tropicales (ResearchGate)*, 105-135.

Pico, A. L. (2016). Estudio del efecto de la irradiacion con rayos gama en la calidad de la poscosecha de la pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus) entera y cortada. *Escuela Politecnica Nacional*, 89-103.

Pozo, L. (2016). *Análisis técnico económico para la Instalación de una industria de gelatina de pitahaya* . Obtenido de http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/18453/1/TESIS%20COMPLETA%20LUIS%20POZO.pdf

Ramírez-Navas, J., & Sebastian. (2007). Metodo de deshidratacion por Liofilizacion. *Recitela*, 8-10.

Rìos, C. (2014). *Estudio de factibilidad económica para el procesamiento, comercialización de snacks de frutas deshidratadas en el cantón Machala.* panama: adventure.

RIVADENEIRA, P. E., & ANGULO, F. H. (2011). ELABORACION DE MERMELADA Y NECTAR A PARTIR DE LA PULPA DEPITAHAYA Y DETERMINACION DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE POR EL METODO DPPH (1,1 DIFENIL-2-PICRIL HIDRAZILA). . *Universidad de Guayaquil. Facultad Ingeniería Química*, 17-18.

Rivadeneira, P., & Angulo, F. H. (2011). Elaboración De Mermelada Y Néctar A Partir De La Pulpa De pitahaya Y Determinación De Capacidad Antioxidante Por El Método Dpph (1,1 Difenil-2- Picril Hidrazila). *Universidad de Guayaquil. Facultad Ingeniería Química*, 17-18.

Robalino, H. P. (2014). Rediseño del sistema de deshidratado para mejorar la eficiencia de un horno para frutas. *Universidad Politecnica Salesiana* , 45-56.

Rodríguez, D. P. (2005). Efecto de dos índices de madurez y dos temperaturas de almacenamiento sobre el comportamiento en almacenamiento sobre el comportamiento en poscosecha de la pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus Haw.). *Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 58(2).

Santarrosa -Quiguiri, V. (2013). "Evaluación Nutricional Comparativa De Pitahaya (Hylocereus Triangularis) Deshidratada En Deshidratador De Bandejas Con La Liofilizada". *Facultad De Ciencias Bioquimicas Y Farmacia*, 69-51.

Sierra-García, R. (2010). Estudio De La Deshidratación Osmótica De La Arveja China (Pisum Sativum L.) Mediante Dos Metodologías, Directa E Indirecta, Como Alternativa Tecnológica Al Sector Hortofrutícola Del País. *Escuela de Ingeniería Química*, 18-19.

Singh, H. (2009). *Introducción a la Ingeniería de Alimentos, Zaragoza – España, Acribia.*

Singh, R., & Heldman, D. (1993). Introduction to Food Engineering. *Academic Press*, 139–141.

Taipe-Vicaña, M. (2019). Elaboracion de Laminas de Frutas de Papaya con Maracuya Fortificado con Quinua Kiwicha y Hierro a base de Analisis Sensorial. *(Tesis para optar el Título de Ingeniero).* Universidad san Ignacio de Loyola.

Torres, V. (2015). Desarollo de un Proyecto para la Creacion de una Microempresa de Produccion y Comercializacion de Pitahaya ubicada en la Comunidad de Chinimpi

,del Canton Palora , Provincia de Moronona Santiago. *Universidad Central del Ecuador*, 1-176.

Torres, V. N. (215). DESARROLLO DE UN PROYECTO PARA LA CREACIÓN DE UNA MICROEMPRESA DE PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE PITAHAYA UBICADA EN LA COMUNIDAD DE CHINIMPÍ, DEL CANTÓN PALORA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO. *Universidad Central del Ecuador*, 1-176.

Trujillo, Y. (2011). Deshidratación Osmótica. *Ingenieria de Alimentos* , 65-66.

Vargas Y., J. P. (2020). Manual del cultivo de pitahya para la la Amazonia ecuatoriana. *INIAP*, 12-55.

Vargas, M. (2005). *Industrialización de la Pitahaya (Hylocereus undatus): una nueva forma de comercialización.* 498 – 509.: Revista Mexicana de Agronegocios,volumen IX (16).

Vargas, Y. J. (2020). Manual de cultivo de pitahaya. *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)*, 12-13.

Vásquez, E. A. (2016). Evaluación de Métodos de Deshidratación En Pitahaya (Selenicereus Megalanthus), Para el Aprovechamiento de Fruta que no reúne Estándares de Exportación en Fresca. *UDLA*, 23-36.

Velez, G. Y. (2019). La Pitahaya Producida Por La Empresa “Pitakawsay Cia. Ltda.”Y Su Perspectiva De Exportación Al Mercado EstadoUnidense. *Unesum*, 23.

VÉLEZ, G. Y. (2019). LA PITAHAYA PRODUCIDA POR LA EMPRESA “PITAKAWSAY CIA. LTDA.”Y SU PERSPECTIVA DE EXPORTACIÓN AL MERCADOESTADOUNIDENSE. *UNESUM*, 23.

Verona-Ruiz, A. U.-C.-M. (2020). Pitahaya (Hylocereus spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Scientia Agropecuaria, 11(3)*, 439-453.

Verona-Ruiz, A. U.-C.-M. (2020). Pitahaya (Hylocereus spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Scientia Agropecuaria, 11(3)*, 439-453.

Villalobos, J. G. (2019). Deshidratado convectivo vs Microondas al vacio. *Universidad de la Frontera Planta Piloto CeTA/Ufro Nodo Sur*, 56-60.