



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



[Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS
COMISION SISTEMA ANTIPLAGIO

CONSTANCIA DE REVISION DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA ACADEMICA PARA
TITULACION POR EL SISTEMA ANTIPLAGIO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
PESQUERA Y DE ALIMENTOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS
GONZAGA"

El encargado de la revisión del Trabajo de Suficiencia Académica para Titulación de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos de la Universidad Nacional "San Luis Gonzaga", hace constar que: El Trabajo de Suficiencia Académica titulado:

"PROCESO DE LIOFILIZACION PARA VERDURAS"

Del Bachiller: **JIMENEZ HUAMAN Karla Alessandra**, pasó satisfactoriamente la revisión por el Sistema Antiplagio, con un porcentaje de originalidad del 75.31% y una similitud del 24.69%

Se expide la presente, a solicitud del Interesado para los fines del caso.

Pisco, 14 de julio del 2021

COMISION ANTIPLAGIO – FIPA


JULIO HERNAN ARENAS VALER
COORDINADOR

COMISION ANTIPLAGIO – FIPA


ANGEL PASCASIO RUIZ FIESTAS
ASESOR

“UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA”

FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE ALIMENTOS



MONOGRAFÍA:

“PROCESO DE LIOFILIZACION PARA VERDURAS”

PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

PRESENTADO POR:

BACHILLER. KARLA ALESSANDRA JIMÉNEZ HUAMÁN

Pisco - Perú

2019

Dedicatoria

Este presente trabajo de investigación es dedicado

A mis padres porque ellos me inculcaron el estudio y me formaron una persona responsable, con buenos principios y me brindaron su apoyo incondicional durante toda mi carrera profesional.

A Dios porque, gracias a el tengo la fuerza para luchar constantemente.

A mis docentes por brindarme todos sus conocimientos, enseñanzas y dedicación en cada clase para lograr ser un profesional de éxito.

Agradecimiento

A mi Padre Victor Gilmer Jiménez Ramírez por ser un ejemplo a seguir y darme aliento diario para finalizar mi carrera profesional y las facilidades para poder realizar la presente monografía.

A mi madre Yolanda Cristina Huamán Sulca por el apoyo incondicional diario.

A mis hermanos por estar siempre presente en cada éxito y fracaso en mi vida.

INDICE DE CONTENIDO

Resumen.....	1
CAPITULO I.....	3
MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. Introducción	3
1.2. Antecedentes	4
1.3. Bases Teóricas.....	8
1.3.1. Liofilización.....	8
1.3.1.1. Definición.....	8
1.3.1.2. Características de la liofilización	10
1.3.1.3. Efecto de la liofilización sobre los alimentos	11
1.3.1.4 Ventajas de la Liofilización	11
1.3.1.5. Desventajas de la Liofilización	12
1.3.1.6. Alimentos en los que se aplica la Liofilización	12
1.3.2. Verduras	13
1.3.2.1. Clasificación de hortalizas	13
1.3.2.2. Beneficios del consumo de verduras.....	15
1.3.3. Papa (Solanum tuberosum)	16
1.3.3.1. Importancia nutricional de la papa.....	16
1.3.3.2. Composición de la papa	17

1.4. MARCO CONCEPTUAL.....	16
CAPITULO II	20
DESARROLLO O CONTENIDO	20
2.1. Desarrollo del Tema.....	20
2.1.1. Proceso de Liofilización para verduras	20
2.2 Opinión Critica.....	27
2.3 Conclusiones	28
CAPITULO III.....	29
4.1 Referencias bibliográficas	29
4.2. Anexos.....	32

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Productos Liofilizados	12
Tabla 2 :Clasificación de las hortalizas.....	14
Tabla 3:Valores nutricionales de la papa (100 g).....	16
Tabla 4: Tubérculos por lote de hervor:	21
Tabla 5:Rendimiento en Liofilización de Papas	24

Resumen

El presente trabajo monográfico consiste en el proceso de liofilización de verduras, basado en una serie de recopilación de datos en el cual explicaremos detalladamente paso a paso este proceso, la liofilización es la reducción del contenido de agua de los alimentos mediante congelación y sublimación de aquella. Se elimina el agua de un alimento congelado aplicando sistemas de vacío. El hielo, al vacío y a temperatura inferior a -30 grados, pasa del estado sólido al gaseoso sin pasar por el estado líquido.

La liofilización es el proceso de secado efectivo, ya que por este método se obtiene una preservación óptima de las cualidades del producto original, esto quiere decir, que se mantiene sus propiedades tales como aroma, sabor, forma y color del producto, aumentando la calidad del producto; además, provoca daños mínimos en su estructura y composición, otra ventaja importante es que los productos liofilizados se rehidratan muy rápidamente casi al contenido de agua original.

El principal antecedente más popular de la preservación de alimentos es mediante la deshidratación en frío proveniente de la cultura inca, en el altiplano andino. En esas planicies muy secas de Sudamérica, a 4.000 m sobre el nivel del mar, los nativos solían colocar las papas en el suelo. Durante la noche las papas se congelaban por la baja temperatura ambiente y durante el día el sol y el viento seco producían la sublimación del agua. El resultado es el chuño, producto que en la actualidad se continúa realizando de esta forma. (Programa de Servicios Agrícolas Provinciales –PROSAP Proyecto de Desarrollo de la Agricultura Orgánica –PRODAO)

Abstract

The present monographic work consists of the process of freeze-drying of vegetables, based on a serious data collection in which we will explain this process in detail step by step, lyophilization is the reduction of the water content of food by freezing and sublimation of that . Water is removed from a frozen food by applying vacuum systems. The ice, under vacuum and at a temperature below -30 degrees, passes from the solid to the gaseous state without going through the liquid state.

Freeze-drying is the effective drying process, since by this method an optimal preservation of the qualities of the original product is obtained, this means that its properties such as aroma, flavor, shape and color of the product are maintained, increasing the quality of the product; In addition, it causes minimal damage to its structure and composition, another important advantage is that lyophilized products rehydrate very quickly almost to the original water content.

The main popular precedent of food preservation is through cold dehydration from the Inca culture, in the Andean highlands. In these very dry plains of South America, 4,000 m above sea level, the natives used to place potatoes on the ground. During the night the potatoes were frozen by the low ambient temperature and during the day the sun and the dry wind produced the sublimation of the water. The result is chuño, a product that is currently being carried out in this way. (Provincial Agricultural Services Program –PROSAP Organic Agriculture Development Project –PRODAO)

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1.Introducción

Debido a la necesidad de conservar alimentos mediante métodos que además de alargar la vida útil de los productos, preservan sus características organolépticas. Se desarrollaron distintas técnicas y las que ya existen siguen evolucionando con la finalidad de aumentar el rendimiento, bajar costos, lograr mejoras en determinados parámetros de calidad de los alimentos (textura, sabor, color), entre otras cosas.

Una de estas técnicas es la liofilización, que se centra en el secado de alimentos a través de la sublimación del agua retenida en éstos. Empezamos congelando el producto y se remueve el hielo mediante la aplicación de calor en condiciones de vacío, de esta manera el hielo pasa por el proceso de sublimación, evitando así el paso por la fase líquida. Dicha técnica constituye un efectivo sistema de conservación de componentes biológicos como células, enzimas, vacunas, virus, levaduras, sueros, algas, frutas, vegetales y alimentos en general, lo más resaltante de la liofilización es que no altera la estructura fisicoquímica del producto y acepta su conservación sin cadena de frío, ya que su bajo porcentaje de humedad permite obtener un producto con alta estabilidad microbiológica. (Alimentos Argentinos – MinAgri)

El objetivo de esta monografía es desarrollar las etapas del proceso de conservación de la papa (*solanum tuberosum*) por el método de liofilización, respetando los parámetros de temperatura y tiempo para un proceso adecuado.

1.2. Antecedentes

El proceso de liofilización se originó en el Imperio Inca, en el altiplano andino a 4000 metros sobre el nivel del mar. Allí los lugareños realizaban y continúan realizando un producto denominado Chuño, resultado de la deshidratación de la papa. La técnica consiste en dejar las papas cosechadas sobre el suelo, de manera que durante la noche se congelen como consecuencia de las muy bajas temperaturas, y durante el día el sol, el viento seco produzcan el cambio de estado del agua (desde el sólido al vapor sin mediar la fase líquida). Con el paso de los años se desarrolló industrialmente esta técnica de conservación que integra dos métodos confiables: la congelación y la deshidratación. El desarrollo comercial de este proceso se produjo durante la Segunda Guerra Mundial, donde se utilizó para conservar plasma sanguíneo y en la preparación de los primeros antibióticos de penicilina. Actualmente se aplica en industrias farmacéuticas, en la industria química, en la industria alimentaria, entre otros. Se comercializan liofilizados tanto como ingredientes industriales como para el consumidor en general, ampliándose así el mercado de estos productos de alto valor agregado. Parzanese M. (2013)

Antecedentes Internacionales

1. La Facultad de Ingeniería y Administración, Universidad Nacional de Colombia sede Palmira en el artículo “Ultrasonido y Deshidratación Osmótica como Pretratamientos a la Liofilización de Melón (*Cucumis melo L.*)” en el año 2019. Evaluaron el efecto de dos pretratamientos, deshidratación osmótica y ondas de ultrasonido, sobre rodajas de melón. Rodajas pre tratadas (4mm de espesor y 20mm de diámetro) se liofilizaron (-40°C); Se observó que la deshidratación osmótica aceleró el proceso de secado. El ultrasonido retardó

considerablemente el proceso de secado y presentó menor difusividad y porosidad. Se alcanzaron valores de actividad de agua inferiores a 0.4 y coeficientes de difusividad en el rango de los reportados para diferentes alimentos.

2. Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos del Instituto Tecnológico de Veracruz, México en el año 2018 realizó la investigación del “Efecto de las condiciones de liofilización en propiedades fisicoquímicas, contenido de pectina y capacidad de rehidratación de rodajas de ciruela (*Spondias purpurea* L.)”. Se llegó a la conclusión de que la liofilización reduce la humedad y a_w de rodajas de ciruela mexicana, lo que reduce la probabilidad de contaminación microbiológica. El color, la luminosidad y la retención de pigmentos de las rodajas de ciruela mexicana se alteran con el proceso de liofilización. La temperatura de congelación y la presión de vacío no modifican el contenido de pectina. Las rodajas liofilizadas presentan alta capacidad de rehidratación, aunque la ciruela amarilla desprende porciones pequeñas de material durante la rehidratación.

3. Dpto. de Ingeniería Agrícola y Alimentos. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia, en el artículo denominado “Efecto de la liofilización sobre las características físico-químicas del ají rocoto (*Capsicum pubescens* R & P) con o sin semilla” en el año 2019, llegó a la conclusión que durante la sublimación no afectaron significativamente las características físico-químicas de porcentaje de humedad, a_w , pH y acidez del ají rocoto, al contrario el método de liofilización mejoró la luminosidad y cromaticidad del ají rocoto con respecto al producto en fresco, además aumentó los atributos de color pero no afectó el color conservando el color rojo general característico del producto fresco, los frutos con semilla necesitaron mayor tiempo para alcanzar las temperaturas de congelación y de sublimación.

4. En el artículo “Liofilización de Pitahaya Amarilla (*Selenicereus megalanthus*)” publicado por el Departamento de Ingeniería. Facultad de Ingeniería y Administración. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira en el año 2010, se llegó a la conclusión La liofilización es un método adecuado para la conservación de rodajas de pitahaya, ya que posibilita reducir la actividad de agua por debajo de 0,4; conservando significativamente el volumen, aumentando la porosidad, y permitiendo una rehidratabilidad aproximada a su contenido inicial de humedad. La aplicación de un pretratamiento osmótico a la liofilización de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*), empleando soluciones de sacarosa con 55 °Brix, no es adecuada porque produce encogimiento de la fruta, baja capacidad de rehidratación, no influye significativamente en la pérdida de agua, y, en consecuencia, no reduce el tiempo de secado.

Antecedentes Nacionales

1. Juan Celestino Rodríguez Asca (2015) en la tesis titulada “Tecnología de la Liofilización de productos vegetales” fijó en su objetivo principal en saber cuáles eran los factores que influyen en la industrialización de los productos liofilizados, llegó a la conclusión de que es imprescindible la construcción de plantas liofilizadas de alimentos ya que la única planta existente en nuestro país ha sido construida bajo la patente de la firma alemana Leybold-Heraeus y que liofilizar vegetales, encara fuertes costos como la materia prima, mano de obra, servicios industriales para el funcionamiento de la planta y acondicionamiento del producto final, la vida útil de los productos liofilizados depende de las condiciones de humedad del producto final, del embalaje y del almacenamiento usado, este método es el

más caro a nivel industrial pero también versátil ya que se pueden trabajar carnes, jugos, leche, frutas y vegetales, tanto enteros como en trozos.

2. Edgar Ñaupá Choquemamani (2010) en la tesis titulada “Efecto de la liofilización en las propiedades físico-sensoriales de la tunta”, llegó a la conclusión con respecto a la tunta liofilizada y a las pruebas organolépticas, estadísticamente no existe una diferencia significativa en color, olor y sabor, pero sí en textura para la tunta en su estado cocido. Por otro lado, existe una diferencia significativa en color y textura, pero no en olor para la tunta en su condición cruda, considerándose agradable.
3. Kathya Elizabeth Valiente Montes y Yesabella Alejandra Pazos Cribillero (2014), en la tesis titulada “Estudio comparativo de la calidad de la harina de deshidratada mediante liofilización y aire caliente” fijó su objetivo principal en evaluar dos tipos de secado, liofilización y aire caliente en la obtención de harina de lúcuma como resultado obtuvo que mediante el método de liofilización presentó mejores características fisicoquímicas por tener menor cantidad de humedad (8.82%) en comparación por el método de aire caliente (9.29%) de humedad y en cuanto al análisis sensorial se obtuvo una mejor harina deshidratada de Lúcuma con el método de secado por Liofilización.
4. Dina Huachuillca Lizarme (2017), en su tesis titulada “Efecto de liofilización sobre los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en la pulpa de aguaymanto”, se llegó a la conclusión que la liofilización es un método de conservación pero en este proceso disminuyó moderadamente los compuestos bioactivos como el ácido ascórbico y la capacidad antioxidante presentes en la pulpa de aguaymanto a excepción de los compuestos

fenólicos, se pudo evidenciar una pérdida de 5.02 por ciento de la capacidad antioxidante con respecto a la pulpa fresca.

5. Tipiana Espino, Rocio Nataly y Torres Valenzuela, Ysabel Giovanna"(2014) en su tesis titulada "Efectos del procesamiento de liofilización en variedades de mango sobre la composición y la capacidad antioxidante" realizo el estudio en 4 variedades de mangos, como resultado obtuvo que, en cuanto a los compuestos bioactivos la variedad rosado presenta mayor contenido de vitamina C y carotenoides y en el análisis químico de la pulpa liofilizada solo se puede ver diferencia significativa en el mayor contenido de grasa en la variedad chato y un menor contenido de proteína en la variedad rosado, con respecto a sus compuestos bioactivos menores contenido de vitamina C y carotenoides en la variedad chato, pero mayores actividad antioxidante en la variedad carne y rosado.

1.3.Bases Teóricas

1.3.1. Liofilización

1.3.1.1. Definición

Llamado también criodesecación, es un método de desecado de alimentos en la que el producto se deshidrata congelándolo primero y sublimando luego, el hielo desde el estado congelado. El proceso consiste en congelar el alimento, crear un cierto vacío y calentarlo ligeramente para sublimar. Alcázar (2002).

La liofilización, también llamada criodeshidratación o secado en estado congelado, es otra de las técnicas de conservación de alimentos por reducción de su actividad de agua. Destaca frente a las restantes por respetar en grado sumo las propiedades organolépticas y nutritivas del alimento

procesado. Otra ventaja asociada a esta técnica es la porosidad del producto tratado, que le confiere una muy buena rehidratabilidad. Rodríguez et al. (2002).

La liofilización se desarrolló para superar las pérdidas de los compuestos responsables de los aromas en alimentos, los cuales se perdían en las operaciones convencionales de secado y consiste en dos etapas:

- ✓ El producto se congela
- ✓ El producto se seca por sublimación directa del hielo bajo una presión reducida, este método es considerado como un método efectivo para ampliar la vida media de los alimentos. Barbosa y Vega (2000).

La liofilización es la reducción del contenido de agua de los alimentos mediante congelación y sublimación de aquella. Se elimina el agua de un alimento congelado aplicando sistemas de vacío. El hielo, al vacío y a temperatura inferior a -30 grados, pasa del estado sólido al gaseoso sin pasar por el estado líquido. Es la técnica que menos afecta al valor nutricional del alimento. El inconveniente es su elevado costo, por lo que generalmente solo se aplica en productos concentrados y, líquidos. Velasquez y Maria (2013)

La liofilización es una forma de desecado en frío, que sirve para conservar sin daño a los materiales biológicos. El producto se conserva con muy bajo peso y a temperatura ambiente, manteniendo estables todas sus propiedades al rehidratarse. Los investigadores de INVAP en el proyecto LIAL (2001)

Cuando se deshidrata y utiliza congelación y vacío, el proceso se denomina liofilización; cuando se trabaja en congelación sin uso de vacío, se denomina liofilización atmosférica”. (J. de D. Alvarado (1996)

Es un proceso de secado mediante sublimación que se ha desarrollado con el fin de reducir las pérdidas de los compuestos responsables del sabor y aroma en los alimentos, los cuales se afectan en gran medida durante los procesos convencionales de secado. C.E. Orrego A. (2003)

El secado por liofilización, es un proceso de deshidratación en la que el agua contenida en el producto es extraída por sublimación, es decir, por el paso directo del estado sólido (hielo), al estado gaseoso (vapor), bajo condiciones de presión de vacío. Esta técnica se aplica principalmente para conservar productos sensibles a la temperatura, cuyas propiedades deseables y principales se perderían si estos productos fuesen deshidratados con las técnicas tradicionales. Manual básico de liofilización (2005)

1.3.1.2. Características de la liofilización

La liofilización tiene dos características importantes que son:

- ✓ virtual ausencia de aire durante el procesado. La ausencia de aire y la baja temperatura previene el deterioro debido a la oxidación o las modificaciones del producto.
- ✓ secado a una temperatura inferior al ambiente: los productos que se descomponen o sufren cambios en su estructura, textura, apariencia y/o aromas como consecuencia de temperaturas altas, pueden secarse bajo vacío con un daño mínimo. Barbosa y Vega (2000),

1.3.1.3. Efecto de la liofilización sobre los alimentos

Los alimentos liofilizados, perfectamente envasados, se conservan más de 12 meses sin apenas modificación de su valor nutritivo y sus características organolépticas. Como los componentes del aroma no se encuentran ni en agua pura, ni en los cristales de hielo, durante la sublimación no son arrastrados por el vapor de agua y quedan, por consiguiente, retenidos en La trama del alimento liofilizado. Por este sistema se consigue retener un 80% del aroma del alimento.

La liofilización apenas afecta a la textura del alimento, casi no provoca en ellos retracción alguna y no endurece su capa superficial. La estructura porosa de los alimentos liofilizados, hace que su rehidratación sea muy rápida. Sin embargo, son alimentos frágiles que deben de protegerse de eventuales daños mecánicos. El efecto de la liofilización sobre las proteínas, almidones y otros carbohidratos es mínimo. Sin embargo, su estructura porosa los hace accesibles al oxígeno, lo que puede provocar alteraciones por oxidación de sus lípidos. Para evitarlas, se envasan en atmósferas de gases inertes. Fellows (1994)

1.3.1.4 Ventajas de la Liofilización

Las ventajas de este tipo de conservación de alimentos son:

- ✓ Disminución del peso del alimento
- ✓ Escasez de altas temperaturas por lo que previene el daño térmico.
- ✓ Conservación, fácil transporte y almacenamiento de los productos.
- ✓ Impide el crecimiento de microorganismos, estabilidad microbiológica.
- ✓ Al rehidratarlo el producto recupera sus cualidades iniciales
- ✓ Carencia de aditivos y/o conservantes.
- ✓ Mantiene el valor nutricional del alimento. Fellows (1994)

1.3.1.5. Desventajas de la Liofilización

- ✓ El tiempo de este proceso es largo.
- ✓ Gran consumo de energía, en algunos casos.
- ✓ Elevado costo de implementación
- ✓ En ciertos alimentos, como los cárnicos, es necesario añadir antioxidantes para evitar problemas de oxidación debido al bajo contenido de humedad. Fellows (1994)

1.3.1.6. Alimentos en los que se aplica la Liofilización:

Tabla 1

Productos Liofilizados

ALIMENTOS	PRODUCTOS LIOFILIZADOS
Cárnicos	Carne bovina Carne aviar: Pechuga de pollo, pechuga de pavo, muslo de pollo. Carne Porcina: Jamón, lomo.
Frutas	Frutillas, fresas, banana, moras, frambuesa.
Vegetales	Espárrago, choclo, zanahoria, brócoli, coliflor, apio, papa, hongos, aceituna, espinaca, ajíes, arroz, arvejas, cebolla.
Quesos	Queso Prato, queso Mozzarella, queso provolone, queso Blanco.
Otros	Café, sopas, zumos de frutas, levaduras, caldos, salsas, especias, champignones.

Datos obtenidos en el campo (alimentos argentinos- una elección natural)

1.3.2. Verduras

“Las hortalizas son cualquier planta herbácea hortícola que se utiliza como alimento ya sea crudos o cocidos” generalmente son alimentos de bajo contenido calórico (Código alimentario español)

Las hortalizas son especies vivas que siguen respirando después de la cosecha, es decir absorben oxígeno y expelen bióxido de carbono. La respiración va acompañada de la transpiración del agua contenida en las células. Es por esta transpiración que la frutas y hortalizas se marchita. El estado de madurez de las frutas y hortalizas es importante para obtener un producto con las características deseadas (INDUSTRIA RURALES, 1984).

Todos aquellos materiales obtenidos de la explotación hortícola y exclusiva o prioritariamente destinados en calidad de alimentos al consumo humano directo, a su acondicionamiento y preparación culinaria o a su procesamiento y transformación industrial (IICA 1987).

La vitamina C (ácido ascórbico) es un nutriente importante presente en las hortalizas porque el organismo humano es incapaz de sintetizarla. Las hortalizas pueden ser fuentes importantes de carbohidratos, minerales y proteínas, así como de otras vitaminas (FAO 1987).

1.3.2.1. Clasificación de hortalizas

Naturaleza de estos productos

En principio los alimentos que se consumen como hortalizas pueden ser diferentes órganos de plantas muy diversas (Tabla 2) (BOURGEOIS & TIRILLY 2002).

Tabla 2

Clasificación de las hortalizas

Partes del Vegetal	Hortalizas Correspondientes
Plántulas enteras	Brotes de “soja”, de rábano, de alfalfa, esparrago,
Tallos	colirrabano
Hojas	
○ Enteras	Acelga, col, cebollino, berro, espinaca, lechugas, canónigo, acedera, perejil, cardillo
○ Bases foliares	Puerro
○ Peciolos	Apio, hinojo, ruibarbo
Yemas	Col de Bruselas, endivia, brote de bambú
Inflorescencias	Alcachofa, brócoli, coliflor
Frutos	
• Carnosos	Berenjena, pepino, pepinillo, calabaza, calabacín, guindilla, plátano, pimiento, calabaza, tomate.
• Secos	
- Inmaduros	Gombo, judía verde, maíz dulce.
- Maduros	Trigo, castañas, nuez, avellana, arroz
Semillas	Haba, judía, lenteja, guisantes
Raíces	Remolacha, zanahoria, apio nabo, mandioca, nabo, chirivía, batata, rábano, rábano blanco, colinabo, salsifí.
Bulbos	Ajo, chalota, cebolla

Tubérculos	Crosne e Japón, ñame, patata, taro, pataca
Rizomas	Jengibre, loto
Carpóforos	hongo

Fuente: BOURGEOIS & TIRILLY 2002

1.3.2.2. Beneficios del consumo de verduras

Para mantener bien nutrido al cerebro no es preciso aumentar el aporte de calorías, pero si cuidar especialmente el aporte de determinados nutrientes necesarios para el correcto funcionamiento del sistema nervioso (trasmisión de impulsos, transporte de oxígeno a las células), como por ejemplo vitaminas del grupo B y vitaminas E, vitamina C (baja la tensión emocional segrega más adrenalina, cuando en ese proceso el organismo consume mayor cantidad de vitamina C).

Incluso, estos nutrientes intervienen directamente en la concentración de la, memoria, el rendimiento intelectual y estado de ánimo. Barattucci Y. y Ballesteros P.(2014)

Asimismo es necesario llevar una dieta sana equilibrada, las verduras constituyen una fuente óptima de vitaminas y minerales que el cuerpo necesita para reforzar el sistema inmunitario, susceptible a debilitarse en un estado de estrés, además las verduras contienen compuestos fenólicos, compuestos bioactivos . Ballesteros P.(2014)

De igual manera las verduras son ricas en vitaminas, minerales: potasio, magnesio, hierro, calcio y azúcares (glucosa, sacarosa, principalmente la fructosa), y son componentes que dan valor calórico, aunque el contenido de algunos componentes que varían de una especie a otra. Además son ricas en fibras, estas suma de fibras de lignina y polisacáridos no almidónicos (celulosa, hemicelulosa, pectinas, gomas y mucilagos). Correa A (2011).

1.3.3. Papa (*Solanum tuberosum*)

La papa es un alimento de consumo básico, el cuarto de mayor ingesta en el mundo, que por sus propiedades como sabor y color neutro, puede ser parte de una alimentación saludable. Cada unidad está formada por tres partes principales: piel, cáscara y zona medular. Esta última se constituye fundamentalmente de tejido parenquimatoso, reservaría por excelencia de almidón, y por ende de energía (Borba, 2008).

1.3.3.1. Importancia nutricional de la papa

La planta de papa es una herbácea de un metro de altura de la que se consume el tubérculo, que es el lugar de reserva de nutrientes. La papa tiene un gran contenido de carbohidratos lo que la posiciona como un alimento de alto valor energético. Además, aunque en menor medida, aporta proteínas en cantidad similar a los cereales y en mayor proporción que otros tubérculos (Borba, 2008).

Tabla 3

Valores nutricionales de la papa (100 g)

Componente	Componente Cantidad
Agua	74.5
Proteína	2.1
Grasa	0.1
Carbohidrato	22.3
Fibra	0.6
Ceniza	1.0

Fuente: Collazos, 1993.

1.3.3.2. Composición de la papa

La composición se puede modificar por factores tales como la variedad, la localidad donde se produce, el tipo de suelo, el clima y las condiciones de cultivo. Las enfermedades, las plagas, la duración de los ciclos productivos también afectan. De igual manera la composición se modifica con la preparación a nivel casero y con su procesamiento a nivel industrial (Handbook, 2 012).

1.4. Marco conceptual

1. Congelación

La congelación de los alimentos es un método de conservación, que consiste en reducir la temperatura del producto a niveles por debajo de 0°C que evitara un descenso significativo en la velocidad de crecimiento de microorganismos y, por lo tanto, en el deterioro del producto debido a la actividad microbiana. La misma influencia de la temperatura puede aplicarse a la mayoría de las reacciones que pudieran ocurrir en el producto, tales como las reacciones enzimáticas y de oxidación. Además, la formación de cristales de hielo dentro del producto disminuye la disponibilidad del agua para participar en dichas reacciones. Cuanto menor sea la temperatura y más agua pase al estado sólido, menos agua se encontrará disponible para intervenir en las reacciones que pueda causar el deterioro del producto. Singh y Heldmam (1998).

2. Compuestos bioactivos

Se considera “componente bioactivo” de un alimento a aquel que aporta un beneficio para la salud más allá de las consideraciones propias de la nutrición básica. Estos componentes se encuentran en general en pequeñas cantidades en los productos de origen vegetal. Se puede considerar como componentes bioactivos, tanto a algunas vitaminas y minerales y asociada a

efectos beneficiosos sobre la salud humana, como por ejemplo la mejoría de funciones fisiológicas o reducción de riesgo de padecer enfermedades (Olmedilla y Granado, 2007)

3. Compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos poseen estructuras con anillos aromáticos y dobles enlaces a partir de los cuales ejercen una acción antioxidante, son compuestos producto del metabolismo secundario de las plantas, dentro de la planta ejercen funciones de defensa frente a invasiones microbianas, frente a enfermedades, dan lugar a características como el aroma, astringencia, coloración de flores y frutos, etc. (waterhouse, 2002)

4. Cristalización

La cristalización también es un proceso de separación sólido líquido en el que hay transferencia de masa de un soluto de la solución líquida a una fase cristalina sólida pura. Un ejemplo importante es la producción de sacarosa de azúcar de remolacha, donde la sacarosa se cristaliza de una solución acuosa. (Geankoplis, 1998)

5. Deshidratación

La pérdida de agua lleva a una situación de déficit acuoso conocida como “Deshidratación”, la cual comporta una notable reducción en la capacidad de trabajo, en la resistencia a la fatiga, de la potencia máxima, de la velocidad de reacción, del grado de coordinación. Si bien la deshidratación afecta a distintos procesos, resultan más alterados aquellos relacionados con la dinámica del sistema cardiovascular y con el mantenimiento de la temperatura corporal. (Springer 2000).

6. Enzimas

Las enzimas son biomoléculas de naturaleza proteica que aceleran la velocidad de reacción hasta alcanzar un equilibrio. Constituyen el tipo de proteínas más numeroso y especializado y, actúan como catalizadores de reacciones químicas específicas en los seres vivos o sistemas biológicos. Muchas de las enzimas no trabajan solas, se organizan en secuencias, también llamadas rutas metabólicas, y muchas de ellas tienen la capacidad de regular su actividad enzimática. Según Cremosi, P. L.(2002)

7. Organolépticas

Las características organolépticas son aquellos productos que deben estar libres de materias y sabores extraños. Deben poseer color uniforme y olor. Según Sanabria (2007).

8. Sublimar

El mecanismo consiste en la fase de la materia, es decir de sólido al estado gaseoso sin pasar por el estado líquido. (Buttons, 2013).

9. Tunta

También denominada moraya o chuño blanco es producto de un proceso ancestral que se desarrolló en los andes peruanos. Para la elaboración de este producto los pobladores andinos usaron un método tradicional y artesanal, aprovechando los elementos de la zona y el rigor del clima altiplánico. Obteniéndose mediante un proceso natural que dura aproximadamente 50 días, aprovechando las heladas pronunciadas que se presentan en los meses de mayo, junio y julio, acompañado de la fuerte insolación. Dirección Regional Agraria (2005).

CAPITULO II

DESARROLLO O CONTENIDO

2.1. Desarrollo del Tema

2.1.1. Proceso de Liofilización para verduras

1. Selección de la materia prima

En esta actividad del proceso se verifica el estado de la materia prima (papa) de modo tal que se encuentren en buen estado (color, olor, sabor) de lo contrario es removida si presenta oxidación a causa de microorganismos bacterianos que habitan en su superficie o en el interior. (Maritza López Martínez 2016)

2. Limpieza de la materia prima:

Se extraen residuos de agentes contaminantes a causa del almacenaje y transporte para ello es introducida en el lavador, el cual ha sido previamente lavado y desinfectado.

Una vez que se recibió la papa acondicionada, se procedió a la toma de datos iniciales y procesamiento:

- Peso Inicial: 3,000 kg.
- Cantidad de tubérculos: 24 de diferentes calibres.
- Se hirvieron con cáscara los siguientes lotes.

(Fuente: Programa de Servicios Agrícolas Provinciales -PROSAPProyecto de Desarrollo de la Agricultura Orgánica –PRODAO y . Maritza López Martínez 2016)

Tabla 4

Tubérculos por lote de hervor:

Cantidad de Tubérculos	Peso por unidad (promedio)	Tiempo de hervor
5	40 grs.	12 min.
8	90 grs.	18 min.
6	170	20 min
5	250	30 min

Fuente: Programa de Servicios Agrícolas Provinciales -PROSAPProyecto de Desarrollo de la Agricultura Orgánica -PRODAO

- ✓ Peso papa hervida y pelada: 2,362 kg.
- ✓ Descarte por cáscara: 630 g (21%).
- ✓ La muestra al tener diferentes tamaños de tubérculo representa un trabajo extra con respecto a la cocción.

Se observa un muy alto descarte representado por la cáscara (pérdida normal en este tipo de producto), por lo que se considera factible el trabajo de deshidratado del tubérculo con cáscara.

(Fuente: Programa de Servicios Agrícolas Provinciales -PROSAPProyecto de Desarrollo de la Agricultura Orgánica -PRODAO)

- ✓ Una vez determinados los parámetros anteriores se da inicio al proceso de liofilización el cual se distribuye en 3 fases y una cuarta que tiene relación al almacenamiento del producto:
 - ✓ Congelación

- ✓ Secado primario por sublimación (cambiar estado congelado del producto al gaseoso sin pasar por el estado líquido).
- ✓ Secado secundario por sublimación.

3. Congelación:

Para iniciar con el proceso de liofilizado, es necesario congelar la materia prima a procesar, el producto cocido se congeló en cámara entrando al equipo con -7°C , es importante que la estructura de esta permanezca sin cambio por lo que es importante una congelación rápida, en este paso se busca evitar que dentro de la estructura sólida del producto después de congelado se halle líquido en su interior lo cual obstaculizaría una fase de sublimación correcta y no se garantiza que el producto pase del estado sólido al gaseoso omitiendo el estado líquido. En esta fase corresponde lograr la cristalización del contenido del agua que posee el mismo.

4. Secado Primario:

Al concluir la fase anterior, el producto se introduce en las bandejas de la cámara hermética del liofilizador, en el cual se da inicio al secado primario donde se extrae la mayor parte del agua, proceso denominado etapa conductiva, corresponde al calentamiento de la muestra que presenta como característica principal el incremento considerable de la velocidad de sublimación hasta alcanzar el punto máximo de la fase; toma un total del 10-15% del tiempo total de proceso; a esta fase le corresponde también una disminución de la velocidad en la sublimación (-50°C a -70°C) por dos razones, la primera es que durante el desarrollo del proceso se le atribuye al producto como condición directa, la formación de una capa porosa seca por el calor suministrado que opone resistencia a recibir mayor calor; la segunda razón está atribuida al vapor generado en el momento

en que se comienza a derretir el hielo con el suministro de calor, a esta etapa se le conoce con el nombre de difusión. (C.J. Geankopolis. Procesos de transporte y operaciones unitarias. Universidad de Minnesota, México. (1998) pág.)

Durante este proceso mediante el control del calor suministrado se procura que la muestra se conserve siempre en estado sólido-gaseoso, lo cual garantiza la conservación de las propiedades de composición iniciales y que pueda regresar a su estado de origen si se decide rehidratarlo. “El proceso de secado se debe realizar cuidadosamente de modo tal que se garantice que la humedad del producto final sea menor al 5% en peso, de lo contrario puede suceder que el producto se degrade durante su almacenamiento”. (C.J. Geankopolis. Procesos de transporte y operaciones unitarias. Universidad de Minnesota, México. (1998) pág.)

5. Secado Secundario:

El secado secundario por sublimación se le conoce como etapa de difusión (paso de hielo a vapor), en este proceso la velocidad continúa disminuyendo y su valor se aproxima al punto cero;

Esto debido a que el calor necesario para retirar el agua ligada es más alto que el calor de sublimación. Puesto que la difusividad de los aromas disminuye sensiblemente cuando la humedad es pequeña, es posible en esta etapa incrementar la temperatura de la calefacción y del producto hasta valores de 50°C.

El almacenamiento del producto se debe emplear a bajas temperaturas que garantizan la conservación de las propiedades iniciales en estado fresco de la muestra. Por su parte, el empaque debe ser impermeable al oxígeno por tanto se aplica tecnología de empaque al vacío. El proceso de liofilización representa una extracción en promedio del 97% del contenido de agua señalando

una media de 10 veces mayor contenido de producto almacenado y transportado frente a las mismas condiciones de espacio de almacenamiento y transporte de productos no liofilizados.

- ✓ A las dieciséis horas de iniciado el ensayo la temperatura de producto era de 4°C.
- ✓ A las 24 horas de ensayo, la temperatura de producto fue de -40°C. Las últimas 8 horas de liofilización se descendió la temperatura a 35°C finalizando el ciclo cuando el producto alcanzó los 35°C.
- ✓ Se realizó en ese momento la observación y peso final. El tiempo que demoró el ciclo fue en función de los tubérculos de mayor tamaño, lo que evidencia la importancia de mantener tamaños homogéneos para realizar la opción de tubérculo entero.

(Fuente: Programa de Servicios Agrícolas Provinciales -PROSAP Proyecto de Desarrollo de la Agricultura Orgánica –PRODAO y . Maritza López Martínez 2016)

Tabla 5

Rendimiento en Liofilización de Papas

Peso Inicial (g)	Peso Seco Final	(%) Rendimiento
2,362	0,500	21,17

Fuente: Programa de Servicios Agrícolas Provinciales -PROSAP Proyecto de Desarrollo de la Agricultura Orgánica -PRODAO

6. Empaque primario:

Corresponde al empaque en el cual se introduce directamente la materia prima. Evaluación del producto: En esta etapa se realiza controles de calidad posteriores al proceso de liofilización, características tales como humedad del producto frente al peso, evaluación del color, sabor y aroma de una muestra representativa del lote. (Maritza López Martínez 2016)

7. Empaque secundario

Corresponde al empaque sobre el empaque primario en cajas de cartón organizadas y distribuidas en el mismo número por caja. (Maritza López Martínez 2016)

8. Almacenamiento y transporte:

Corresponde a la ubicación de la mercancía en la bodega a ser posteriormente transportada.

(Maritza López Martínez 2016)

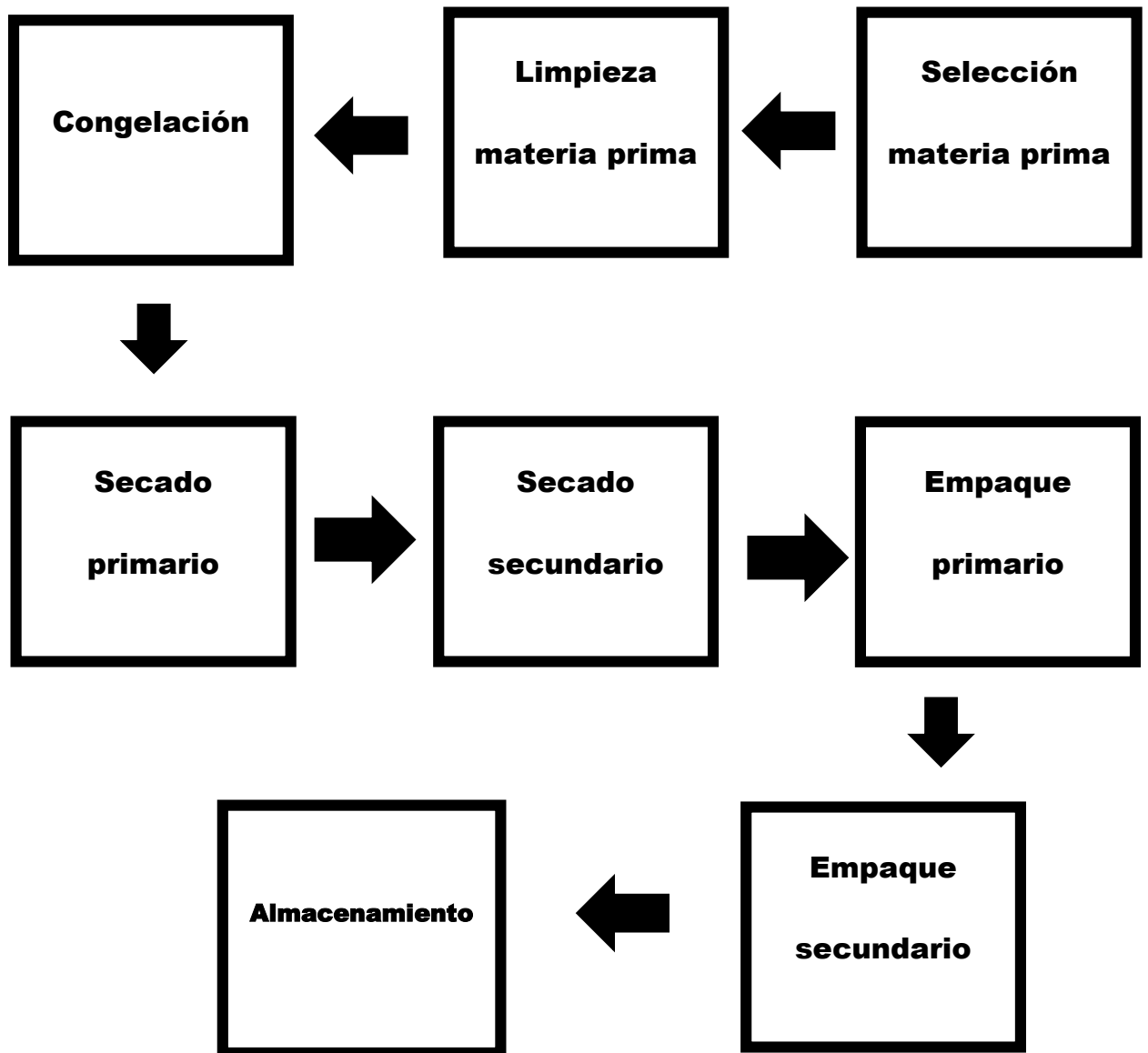


Figura 1 : Proceso de Liofilizado

Fuente: Maritza López Martínez 2016

2.2 Opinión Crítica

El proceso de liofilización en realidad tiene muchas ventajas para conservar los alimentos deteniendo el crecimiento de microorganismos, impidiendo el deterioro del color y sabor del producto liofilizado e incluso para la transportación es más factible ya que el producto tiene un peso reducido, es un método muy efectivo ya que el alimento pierde el 95% de agua como máximo.

Además, a diferencia de otros métodos de deshidratación este es el único en el cual el producto liofilizado conserva en su gran mayoría las características organolépticas del alimento que no esta procesado.

Cabe resaltar que para liofilizar un alimento se tienen que tener en cuenta muchos factores como la cantidad de agua que contiene, el peso inicial, textura, entre otros.

Por otro lado, la mayoría de empresas de liofilización son del exterior ,debido a que este método es muy costoso las empresas peruanas no se arriesgan a procesar alimentos liofilizados, ya que las maquinarias son costosas y la mano de obra también.

2.3 Conclusiones

- ✓ De acuerdo a lo investigado, se llegó a la conclusión que el método de liofilización es la mejor manera de conservar un alimento ya que con este se puede mantener todas las características organolépticas del producto liofilizado (olor, color, textura) e incluso no se pierde el valor nutricional del producto.

- ✓ Podemos transportar alimentos liofilizados sin necesidad de que estos estén en una cámara de refrigeración y llevar más cantidad de lo normal ya que al ser liofilizados reduce el peso inicial de alimento, no se necesitan aditivos y alarga la vida útil del alimento.

- ✓ Por otro lado, este método es muy costoso ya que se tiene un alto consumo de energía y largo tiempo de procesamiento.

CAPITULO III

4.1 Referencias bibliográficas

(2015). *Aplicación de hidrocoloides, biopreservación, liofilización y radiación en conservación de pescado*

<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/1957/27280.pdf?sequence=1&isAllowed=>

Ñaupá Choquemamani, E. (2010). *Efecto de la liofilización en las propiedades físico-sensoriales de la tunta.*

Valiente Montes, K. E., & Pazos Cribillero, Y. A. (2014). *Estudio comparativo de la calidad de la harina de lucuma (pouteria lúcuma) deshidratada mediante liofilización y aire caliente.*

(2017). *Efecto de Liofilización sobre los Compuestos Bioactivos y Capacidad Antioxidante en la Pulpa de Aguaymanto (Physalis peruviana L.).*

Tipiana Espino, R. N., & Torres Valenzuela, Y. G. (2014). *Efectos del procesamiento de liofilización en variedades de mango sobre la composición y la capacidad antioxidante*

Barattucci Y. *Estrés y Alimentación [Internet]. Universidad Fasta; 2011. 35. Ballesteros P. Variables Fisiológicas del estrés en estudiantes Universitarios. Psicología. 2014; 36.*

Correa A. *Consumo de frutas y verduras y hortalizas en Adolescentes durante el ciclo secundario de enseñanza. Universidad Abierta Interamericana; 2011. 37.*

Parrales R. Evaluacion del proceso de conservacion de banano mediante la elaboracion de mermelada en el canton Santo Domingo de los Colorados. Universidad Tecnica de Quevedo; 2013.

<https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/14989>

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/14989/MaritzalC3%B3pezMartC3%ADnez2016.pdf?sequence=7&isAllowed=y>

<http://www.cimaindustries.com/wp->

content/uploads/assets/pdf/es/alimentos/liofilizacion_alimentos.pdf

https://lima.locanto.com.pe/ID_3667230945/Papa-fresca-Peladas-entera-picadas.html

Programa de Servicios Agrícolas Provinciales -PROSAPProyecto de Desarrollo de la Agricultura Orgánica –PRODAO

http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/valorAr/organicos/proyecto/archivos/Liofilizacion_frutas_hortalizas.pdf

López, M. (2015). Formulación del proceso de liofilización en frutas y hortalizas como valor agregado a su presentación a mercados tipo exportación.

Patricia Morales Gómez. tesis doctoral vegetales silvestres de uso alimentariodeterminación de compuestos bioactivos y valoración de la capacidad antioxidante

(2018). La cristalización como defecto en los helados de crema.

Mera Paredes, J. S. (2015). Manejo poscosecha de frutas y hortalizas.

Quispe Centeno, J. G. (2014). Obtención y caracterización de la fibra dietética a partir los residuos de papa (solanum tuberosum).

Parzanese M. Tecnologías para la Industria Alimentaria Liofilización de alimentos. Alimentos Argentinos - MinAgri. [Ficha Virtual] [Acceso 15 de febrero 2014]. Disponible en: <http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/tecnologia/fi cha 03 liofilizados.pdf>

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S140531952018000100001&lang=es

Caballero, Birina L, Márquez, Carlos J, & Betancur, María I. (2017). Efecto de la liofilización sobre las características físico-químicas del ají rocoto (Capsicum pubescens R & P) con o sin semilla. Bioagro, 29(3), 225-234. Recuperado en 02 de septiembre de 2019, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612017000300008&lng=es&tlng=es.

C.J. Geankopolis. Procesos de transporte y operaciones unitarias. Universidad de Minnesota, México. (1998) pág.

4.1. Anexos

4.2. Anexo 1



Papa sin Liofilizar

4.3. Anexo 2



Papa Liofilizada

Fuente: Programa de Servicios Agrícolas Provinciales –PROSAP Proyecto de Desarrollo de la Agricultura Orgánica -PRODAO

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 : Proceso de Liofilizado.....	27
Figura 2: Papa sin Liofilizar.....	33
Figura 3: Papa Liofilizada.....	34