

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**INFLUENCIA DE LIOFILIZADO DE TRES ESTADOS DE
CRECIMIENTO DE CUSHURO (*Nostoc commune*) COMO
ESTABILIZANTE EN LA ELABORACIÓN DE NÉCTAR DE PIÑA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

Tesista:

Bach. Hilda Orfila SANTIAGO VÁSQUEZ

Asesor:

Dr. Ana María MATOS RAMIREZ

HUÁNUCO, PERÚ

2018

DEDICATORIA

A DIOS

Mi gratitud perenne. Al noble e humilde, por ser justo, por concederme la dicha de vivir la capacidad para enfrentar en este camino difícil y arduo de la vida.

A MIS PADRES

TEOFANES SANTIAGO URETA y ANONIA VÁSQUEZ AYALA. De ellos Soy. Mucho más que mi razón de existir, está hecho de certeza que luchó por mí, de manera incondicional a través de tantas vallas. Es mi tesoro, está vivo en Mi yo interno para siempre.

A MIS HERMANOS E HIJOS

La felicidad es el amor a ellos Vilma, Elmer, Nehemías, Nynckol, Olinda y Meyer. A mis hijas, Astrid J., Geraldine J. y Nickole K. que el DIVINO CREADOR nos ilumine para estar siempre unidas ante las dichas y calamidades de la vida.

A LA SOCIEDAD

A los lectores, a los que revisan y asisten a la sustentación de tesis, ustedes son el “porqué”... por qué continúo estudiando y compartiendo la Filosofía de autoeducación: para escuchar sus opiniones, sus palmas ante mi éxito.

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud, principalmente está dirigida a Dios por haberme dado la existencia y permitido llegar al final de mi carrera profesional.

A mi madre. Es obra de una idea de antaño, fue concebido a partir de una sugerencia a raíz de su alimentación andina quien, señaló que la ola de reformas innovadoras en la alimentación se extendería en la década del 2000, merecía ser investigada y que los resultados de esos estudios debían darse a conocer.

A la Universidad Nacional Hermilio Valdizán; por haberme dado facilidades para ejecutar la tesis, al responsable de Análisis Bromatológico, Jeysa Saravia e Inés Nino y alumnos del quinto superior en ese entonces.

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva al responsable del laboratorio de Liofilización, Ing. Humberto; al responsable de laboratorio de suelos y agua; al Ing. Neira y a don Zósimo.

También a numerosos colegas y amistades de la UNAS-UNHEVAL y a otros expertos que me han aportado ideas y orientación, entre ellos a mi estimado amigo Cesar Cueto.

Gracias a los que me han apoyado y a todos los que me presentaron ayuda, por tu tiempo y esfuerzo que me dedicaste, a todos ellos dedico esta tesis con mucho cariño.

RESUMEN

Se evaluó la influencia del liofilizado de cushuro (*Nostoc commune*), empleado como estabilizante, en la aceptabilidad de néctar de piña. Para cumplir con dicho objetivo, se trabajó con tres estados de crecimiento diferentes (T₁: 2 meses; T₂: 4 meses; T₃: 6 meses) y un testigo (T₀: CMC), conformando un total de cuatro tratamientos que se sometieron a una evaluación sensorial mediante la prueba de Friedman, además se evaluó la composición química de las muestras fresca y liofilizadas, asimismo se determinó su viscosidad en contraste con el estabilizante corboximetilcelulosa (CMC). El análisis sensorial se realizó con 15 panelistas semientrenados, usando una escala hedónica de 5 puntos, encontrándose diferencias significativas solo para el atributo aroma, donde T₃ presentó el mejor puntaje respecto a los demás tratamientos. Por otra parte, las muestras frescas y liofilizadas mostraron un alto contenido de proteínas ($1,99 \pm 0,12$ % y $27,51 \pm 0,77$ %) y cenizas ($0,62 \pm 0,16$ % y $9,64 \pm 0,21$ %, respectivamente), también destacó la presencia de minerales como calcio, magnesio, hierro, zinc, entre otros; demostrando el alto valor nutricional del cushuro (*Nostoc commune*). En cuanto a la viscosidad de las muestras liofilizadas, reportaron un valor medio de 30.78 cp, siendo menor a los 69.2 cp reportados para el CMC, aun así, los néctares de piña presentaron características sensoriales similares en todos los tratamientos, por lo que el uso de *Nostoc commune* liofilizado cuenta con un futuro promisorio como posible estabilizante orgánico para néctares de frutas, aun más pudiendo considerarse como ingrediente y/o insumo en algún otro producto a elaborar.

Palabras Claves: *Nostoc commune*, liofilización, estabilizante, néctar.

ABSTRACT

The influence of the lyophilisate of cushuro (*Nostoc commune*), used as a stabilizer, on the acceptability of pineapple nectar was evaluated. To achieve this goal, we worked with three different growth stages (T₁: 2 months, T₂: 4 months, T₃: 6 months) and a witness (T₀: CMC), making a total of four treatments that were submitted to a Sensory evaluation using the Friedman test, the chemical composition of the fresh and lyophilized samples was also evaluated, as well as its viscosity in contrast to the stabilizer carboxymethylcellulose (CMC). The sensory analysis was performed with 15 semi-trained panelists, using a hedonic scale of 5 points, finding significant differences only for the aroma attribute, where T₃ presented the best score with respect to the other treatments. On the other hand, the fresh and lyophilized samples showed a high content of proteins ($1.99 \pm 0.12\%$ and $27.51 \pm 0.77\%$) and ashes ($0.62 \pm 0.16\%$ and $9.64 \pm 0.21\%$, respectively), also highlighted the presence of minerals such as calcium, magnesium, iron, zinc, among others; demonstrating the high nutritional value of cushuro (*Nostoc commune*). Regarding the viscosity of the lyophilized samples, they reported an average value of 30.78 cp, being lower than the 69.2 cp reported for the CMC, even so the pineapple nectars presented similar sensory characteristics in all the treatments, so the use of *Nostoc commune* lyophilized has a promising future as a possible organic stabilizer for fruit nectars, one more can be considered as an ingredient and / or input in some other product to be processed.

Keywords: *Nostoc commune*, freeze drying, stabilizer, nectar.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	4
ABSTRACT.....	5
ÍNDICE	6
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. MARCO TEÓRICO	12
2.1 NOSTOC COMMUNE	12
2.1.1 Definición y generalidades del cushuro	12
2.1.2 Hábitat y distribución	13
2.1.3 Clasificación botánica.	14
2.1.4 Composición química del cushuro.....	15
2.2 LIOFILIZACIÓN	15
2.2.1 Secado y deshidratación	16
2.2.2 Secado por liofilización	16
2.2.3 Etapas de la liofilización	17
a) Congelación.....	18
b) Sublimación.....	19
c) Secado.....	20
2.2.4 Diferencias, ventajas y desventajas de la liofilización.....	20
2.3 PIÑA	22
2.3.1 Origen.....	22
2.3.2 Características	22
2.3.3 Contenido nutricional	23
2.4 DEFINICIÓN Y NORMAS DEL NÉCTAR	24
2.4.1 Definición	24
2.4.2 Características	25
2.4.3 Aspectos Generales.....	25

2.4.4	Uso de aditivos para néctar.....	26
a)	Estabilizante – Viscosante.....	27
b)	Conservantes.....	27
c)	Acidificantes.....	27
2.5	PROCESO DE ELABORACIÓN DE NÉCTAR	28
2.5.1	Materia Prima.....	28
2.5.2	Selección	28
2.5.3	Clasificación.....	28
2.5.4	Lavado y Desinfectado.....	28
2.5.5	Pelado.....	29
2.5.6	Pulpeado.....	29
2.5.7	Refinado	29
2.5.8	Dilución	30
2.5.9	Estandarizado	30
2.5.10	Homogenizado.....	30
2.5.11	Pasteurizado	30
2.5.12	Envasado	31
2.5.13	Enfriado	31
2.5.14	Rotulado y Almacenado.	31
2.6	ANTECEDENTES	33
2.7	HIPÓTESIS.....	36
2.7.1	Hipótesis general	36
2.7.2	Hipótesis específica	36
2.8	VARIABLES	36
2.8.1	Variable independiente:.....	36
2.8.2	Variable dependiente:	37
2.8.3	Variables intervinientes:	37
2.9	Operación de variables	37

III.	MATERIALES Y MÉTODOS	39
3.1	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	39
3.1.1	Tipo de investigación	39
3.1.2	Nivel de investigación	39
3.2	LUGAR DE EJECUCIÓN	39
3.3	POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS.	39
3.3.1	Población	39
3.3.2	Muestra.....	40
3.3.3	Unidad de análisis.....	40
3.4	TRATAMIENTOS EN ESTUDIO.	41
3.5	PRUEBA DE HIPÓTESIS	41
3.5.1	Diseño de la investigación.....	42
3.5.1.1	Para los análisis de viscosidad.....	42
3.5.1.2	Para el análisis sensorial.....	43
3.5.2	Datos a registrar	44
3.5.3	Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información.....	44
3.6	MATERIALES	46
3.6.1	Materia prima e insumos	46
3.6.2	Equipos e instrumentos de medición.....	46
3.6.3	Materiales de laboratorio.....	47
3.6.4	Materiales de proceso.....	47
3.6.5	Reactivos	48
3.7	MÉTODOS DE ANÁLISIS	48
3.8	CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	49
3.8.1	Composición química de las muestras de cushuro fresco.	50
3.8.2	Acondicionamiento para la liofilización.	50
3.8.3	Obtención del liofilizado de cushuro.....	51
3.8.4	Determinación de componentes químicos de las muestras liofilizadas..	53

3.8.5	Elaboración del néctar de piña	53
3.8.6	Evaluación sensorial y de viscosidad de los néctares	56
3.8.7	Evaluación de composición químico nutrimental del néctar.....	56
IV.	RESULTADOS	57
4.1	Composición química de las muestras de cushuro fresco	57
4.2	Obtención del liofilizado de cushuro	58
4.3	Determinación de componentes químicos de las muestras liofilizadas..	59
4.4	Evaluación sensorial y de viscosidad de los tratamientos	60
4.5	Evaluación de composición químico nutrimental del néctar.....	63
V.	DISCUSIÓN	65
5.1	De la composición química de las muestras de cushuro fresco.....	65
5.2	Obtención del liofilizado de cushuro	66
5.3	De la determinación de componentes químicos de las muestras liofilizadas.....	66
5.4	Evaluación sensorial y de viscosidad del néctar.....	67
5.5	De la evaluación de composición químico nutrimental del néctar	67
VI.	CONCLUSIONES.....	68
VII.	RECOMENDACIONES.....	69
	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	70
	ANEXO.....	75

I. INTRODUCCIÓN

La elaboración de néctar es una práctica que está dada de muchos años atrás, el consumo de néctar en nuestro país se va incrementando cada vez más, por eso se debe de incentivar la búsqueda y/o aprovechamiento de nuevos productos para la elaboración de los mismos, ya sea como materia prima o aditivo.

El uso de CMC en la industria alimentaria, es un tema ampliamente conocido y con frecuencia causa controversia, debido a que se les asigna la connotación de ser “artificiales” y por lo tanto dañinos para la salud. Asimismo, la preferencia actual de los consumidores en adquirir alimentos saludables, funcionales e libres de aditivos sintéticos, obliga a los empresarios a usar aditivos e insumos de origen natural y con mayor tino que sean “orgánicos”.

De otro lado, la obtención de gelificantes y/o estabilizantes a partir de algas marinas (como el agar, alginato y carragenina), es una tecnología que en la actualidad presenta un futuro promisorio en la industria alimentaria. En este contexto, el cushuro (*N. commune*), alga de 10 a 25 mm. de diámetro y de agua dulce, proliferan en las lagunas alto andinas de Sudamérica a más de 3000 msnm, con aspecto de uvas translúcidas, gelatinosas y esféricas; representan una fuente de alimento complementario en diversas localidades andinas del Perú, Ecuador y Bolivia, debido a su alto valor de proteína, lípidos y minerales.

Tomando en cuenta lo antes mencionado, se optó por dar un valor agregado al *Nostoc commune* como estabilizante de origen orgánico a base del liofilizado y ser evaluado en la elaboración de néctar de piña, obteniéndose a la vez un producto enriquecido.

El objetivo del trabajo es determinar la influencia del liofilizado de tres estados de crecimiento de cushuro (*Nostoc commune*), empleados como estabilizante en la elaboración de néctar de piña, con la finalidad de obtener un producto enriquecido y con buena aceptabilidad, así determinar la temporada de recolección más apropiada por los lugareños, creando puestos de trabajo y mejorando su calidad de vida.

En función a los aspectos expuestos, se planteó los siguientes objetivos específicos:

1. Determinar los componentes químicos de tres estados de crecimiento de cushuro (*Nostoc commune*) en fresco.
2. Determinar los componentes químicos de los tres estados de crecimiento de cushuro (*Nostoc commune*) liofilizados.
3. Evaluar al cushuro liofilizado como estabilizante en la elaboración de néctar de piña.
4. Determinar la viscosidad del cushuro liofilizado.
5. Determinar los componentes químico nutrimental del néctar de piña elaborado utilizando cushuro liofilizado en su proporción óptima.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 NOSTOC COMMUNE

2.1.1 Definición y generalidades del cushuro

Ponce (2014), define al cushuro como una colonia de cianobacterias de agua dulce con diferentes renombres por el poblador andino de distintos países. En Sudamérica también se le conoce como *cushuro*, *murmunta*, *llullucha* o *llayta*, conocida desde Centroamérica hasta Brasil, consumiéndose principalmente en Perú y Bolivia.

Asimismo, para la Asociación Argentina de Ecología (2002), el *Nostoc commune* es una alga cianofícea fotógrafa y fijadora de nitrógeno.

Por otra parte, las microalgas y particularmente las cianobacterias son organismos fotosintéticos con requerimientos nutricionales sencillos (agua, luz, dióxido de carbono y sales), que durante su crecimiento producen considerables cantidades de carbohidratos, lípidos y proteínas en periodos de tiempo cortos (John *et al.* 2011)

El cushuro está formado por colonias de cianobacterias verde azuladas, verde oliva o marrón. El color verde viene de su contenido de clorofila, el azul de un pigmento denominado Ficocianina, que tiene relación con la fotosíntesis, algunos contienen Ficoeritrina, pigmento rojo, que al mezclarse con los otros generan la coloración marrón. Tienen aspecto de uvas, traslúcidas, gelatinosas y esféricas, con un diámetro que varía de 10 a 25 mm, cuando están secos, se asemejan a delgados y transparentes papeles negros. También se presentan como colonias laminares de geometría irregular (Mollenhauer 1986, Minerva La Habana 1960, citados por Ponce 2014).

Estudios refieren que las colonias de *Nostoc* pueden atrapar el nitrógeno del aire y fijarlo en sus células, de allí su importancia en la agricultura como abono natural (Ponce 2014). Estudios realizados por De Philippis (1998), sobre diferentes cianobacterias muestran que estas microalgas tienen la capacidad

de producir considerables cantidades de polisacáridos en forma de capa mucilaginosa e intracelularmente en forma de glicógeno.

Schlegel (1997), señala que algunas cianobacterias poseen vesículas que les permite flotar y permanecer en la zona de máxima iluminación. Comenta además que los heterocistes formados por algunas especies constituyen los centros de fijación de nitrógeno molecular. Los heterocistes son células diferenciadas de pared celular engrosada con grandes cantidades de glucolípidos que disminuyen la difusión de oxígeno al interior de la célula, carecen del fotosistema II necesario para la fotosíntesis oxigénica y poseen un grupo continuo de genes que se expresan como una gran cantidad de nitrogenasa para la fijación de nitrógeno molecular.

Según Madigan (1997), la nutrición de las cianobacterias es sencilla, no requieren vitaminas y utilizan nitrato o amonio como fuente de nitrógeno, además de la capacidad de algunas especies de fijar el nitrógeno molecular. Por lo general son fotótrofos estrictos aunque algunas especies en presencia de luz u oscuridad son capaces de asimilar glucosa u otros azúcares como fuente de carbono y energía. Al parecer no obtienen ATP por oxidación de compuestos orgánicos, pero si por fosforilación en la fotosíntesis. Algunas cianobacterias desarrollan fotosíntesis anoxigénica usando solamente el fotosistema I, cuando hay sulfuro en el ambiente.

2.1.2 Hábitat y distribución

El cushuro es una cianobacteria de agua dulce, que tiene como hábitat principal las lagunas alto andinas, vegeta en ambientes húmedos y cálidos. (Aldave 1979).

Ponce (2014), indica que el cushuro puede vivir en climas extremos, con temperaturas bajo cero, prosperando en alturas sobre 3000 m.s.n.m., habiéndose encontrado hasta 5000 m.s.n.m. en atmósferas pobres en oxígeno, es más, son resistentes a radiación ultravioleta, lo que favorece su fotosíntesis.

En la laguna Chinchaycocha de la Reserva Nacional de Junín ubicada a 4082 m.s.n.m. prospera el cushuro; la publicación en la Web de Parks Watch indica que la temperatura del agua del lago en los primeros 15 cm de profundidad donde desarrolla nostoc fue de 17 °C. Por otro lado se tiene la información de que una especie de nostoc fue desarrollada bajo condiciones de laboratorio a 30 y 39 °C encontrándose influencia sinérgica del tipo de luz y las temperaturas aplicadas en el crecimiento y producción de pigmentos fotosintéticos (Ponce 2014).

La relación entre el pH y el crecimiento de algunas especies de cianobacterias favorece el mayor crecimiento o establecimiento de los organismos biológicos a condiciones ligeramente alcalinas (Morales 2002). En la laguna Conococha ubicada en el departamento de Ancash cercana a la laguna Patococha se ha registrado también la presencia de cushuro y en la evaluación realizada en el año 1998 en el marco de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para el Proyecto de construcción del concentra ducto de la Compañía Minera Antamina, el pH determinado en el agua de la laguna fue de 9 quedando registrado el desarrollo de estas cianobacterias a estas condiciones alcalinas. Así mismo, la publicación de Parks Watch indica para la laguna Chinchaycocha en el departamento de Junín, donde también se reporta el crecimiento de cushuro, valores de pH del agua ligeramente superiores al valor neutro y con tendencia a disminuir de modo más intenso en la época de estiaje.

2.1.3 Clasificación botánica

De acuerdo a ITIS (2016) el cushuro presenta la siguiente clasificación botánica:

Phylum	:	Cyanobacteria
Clase	:	Cyanophyceae
Orden	:	Nostocales
Familia	:	Nostocaceae
Género	:	Nostoc
Especie	:	<i>Nostoc Commune</i>

2.1.4 Composición química del cushuro

Ponce (2014), indica que el cushuro es un alimento de fácil acceso a los pobladores de los Andes, se consume desde tiempos inmemoriales y proporciona un buen complemento nutricional. Principalmente está en la dieta de pueblos de Ecuador, Perú y Bolivia. Es de muy bajo coste, cada año es recolectado durante las épocas de lluvias, diciembre a marzo, por contener una fuente distinta de proteínas, calcio, fósforo y vitamina A, se vende seco en mercados populares de estos tres países, incluyendo el norte de Chile.

Tabla 1. Composición química cushuro (*Nostoc commune*)
desecado por cada 100 g

COMPONENTES	CANTIDAD
Proteínas	25,40 g
Glúcidos	62,40 g
Lípidos	0,80 g
Agua	6,30 g
Ceniza	5,10 g
Fósforo	258 mg
Hierro	19,6 mg
Vitamina A	10 mg

Fuente: Gantar (2008).

2.2 LIOFILIZACIÓN

La liofilización es un proceso de secado mediante sublimación. Se ha desarrollado con el fin de reducir las pérdidas de los compuestos responsables del sabor y el aroma en los alimentos, los cuales se pierden durante los procesos convencionales de secado. El proceso de liofilización consta principalmente de dos pasos; el primero consiste en congelar el producto y en el segundo paso el producto es secado por sublimación directa del hielo bajo presión reducida (Orrego 2008).

2.2.1 Secado y deshidratación

Aunque los términos secado y deshidratación se aplican a la eliminación del agua de los alimentos, en la tecnología de los alimentos el término secado se refiere a la desecación natural, como la que se obtiene exponiendo el producto a la acción del sol y el de deshidratación designa el secado por medios artificiales, como la exposición del producto a una corriente de aire caliente (Sagñay 2009).

La deshidratación implica el control sobre las condiciones climáticas dentro de una cámara o el control de un micro medio circundante. El secado solar está a merced de los elementos. Los alimentos secados en una deshidratadora pueden tener mejor calidad que sus duplicados secados al sol. Se necesita menos terreno para la actividad deshidratadora. (Macas 2007).

En los alimentos deshidratados, debido a la mínima actividad de agua, los microorganismos no pueden proliferar y quedan detenidas la mayoría de las reacciones químicas y enzimáticas de alteración. Los requerimientos de almacenamiento del alimento seco son mínimos y los costos de distribución son reducidos (Sagñay 2009).

2.2.2 Secado por liofilización

El principio fundamental en la liofilización es la sublimación, el cambio de un sólido directamente en un gas. Justo como la evaporación, sublimación ocurre cuando una molécula gana bastante energía para romperse libremente de las moléculas alrededor de ella. El agua sublimara de un sólido (hielo) a un gas (vapor) cuando las moléculas tienen bastante energía a romperse libremente pero las condiciones no están a la derecha para que un líquido forme (Ramírez 2006).

El cambio de fase de sólido a gas o sublimación, debe realizarse en condición de presión y temperatura menor a las del punto triple (punto en el que conviven los tres estados de la materia) y por debajo de éste no existe la fase líquida. En la Figura 1, se representa la presión de vapor del agua en función de su temperatura, se puede apreciar que el punto triple del agua se sitúa a

la presión de 610 Pascal (4.58 Torr = 4.58 mm de Hg) para una temperatura de 0.01°C, de esta manera el porcentaje de humedad disminuye a 3% del valor original. Puesto que el alimento permanece congelado y rígido durante la liofilización, la estructura resultante es esponjosa y seca (Clementz y Delmoro 2011).

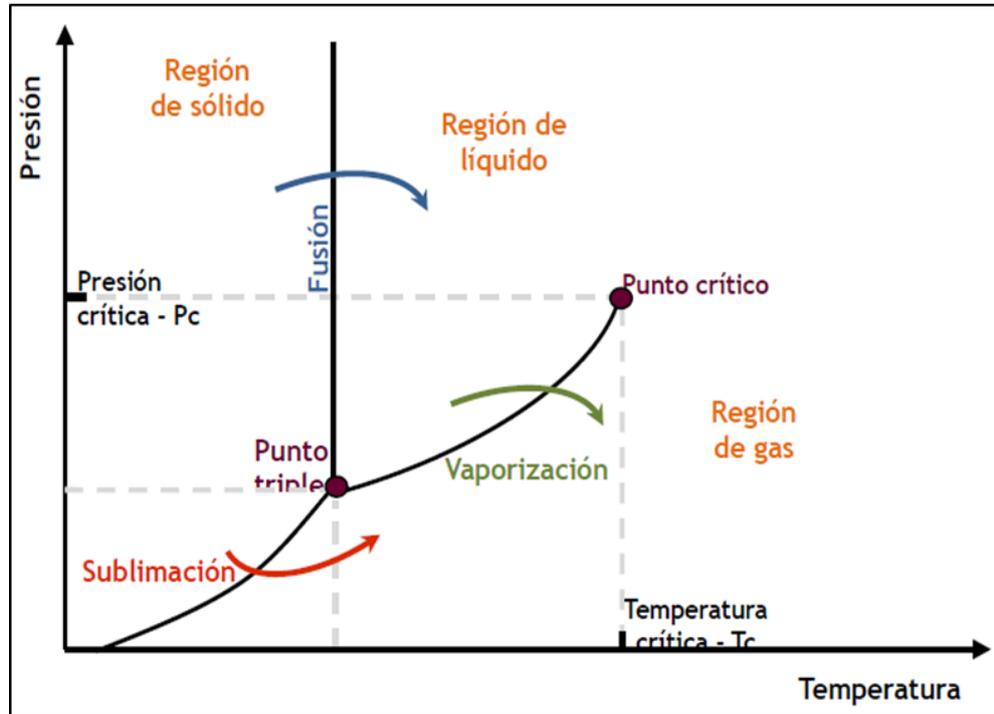


Figura 1. Diagrama de cambio de fases del agua.

El punto triple del agua se sitúa a la presión de 4,58 mm Hg y a una temperatura de 0,01 °C.

Fuente: Clementz, A. y Delmoro, J. (2011).

2.2.3 Etapas de la liofilización

Preparación: de la materia prima previo a su tratamiento. El proceso de liofilización no admite manipulación luego de realizado. Los alimentos deben ser convenientemente preparados antes del proceso (limpiados, pelados, acondicionados, cortados, cubeteados y blanqueados o sulfitados cuando sea necesario (Viteri 2005).

Para aumentar la permeabilidad se hacen agujeros en la piel de algunos alimentos (arándanos, guisantes). Los líquidos deben concentrarse previamente para disminuir el contenido de agua y de esta manera acelerar el proceso de liofilización (Amores 2011).

a) Congelación

Es una operación previa y obligatoria (la temperatura del material completamente sólido debe ser inferior a 0°C). El tiempo necesario depende de varios factores como la cantidad, concentración y naturaleza del producto. En líneas generales se puede decir que una congelación adecuada es la base para que el producto liofilizado presente óptimas condiciones de aspecto, conservación de sus propiedades originales y rápida rehidratación. Se realiza a temperaturas inferiores a la de solidificación total, o sea, el producto debe estar congelado a temperaturas entre -10°C y -15°C (Viteri 2005).

La acción de deshidratación básica es la formación de hielo, antes se pensaba que la sublimación del agua era el paso más importante, sin embargo ha quedado demostrado que la congelación es igual o aún más trascendente para el curso exitoso de la liofilización, ya que en esta etapa se crean las condiciones que culminaran con un secado óptimo y aún más, se determina la calidad del producto seco (Amores 2011).

El proceso de congelación puede dividirse en dos fases: a) Formación y crecimiento de cristales de hielo. b) Descenso de la temperatura hasta el punto eutéctico del producto, garantizándose cristalización completa (Huaraca, 2011).

Los resultados obtenidos por la liofilización son influidos considerablemente por la velocidad con la que se congelan. 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 en 3 a 72 horas, tal como sucede en los aparatos domésticos de refrigeración (Huaraca, 2011).

b) Sublimación

También denominada desecación primaria, es la etapa en la que la mayor parte del agua libre (en forma de hielo) pasa a vapor. La sublimación del agua tiene lugar por debajo del punto triple que es el aquel donde coexisten los tres estados físicos o lo que es lo mismo, donde las tres fases se hallan en equilibrio. La fase de sublimación propiamente dicha, en la que se elimina alrededor del 90% del agua. Se elimina el hielo libre. (Viteri 2005).

Congelado el producto se inicia el proceso de la sublimación del agua mediante la transmisión de calor. El suministro de calor al producto congelado se puede hacer por conducción, radiación o fuente de microondas. Los dos primeros se utilizan comercialmente combinándose su efecto al colocarse el producto en bandejas sobre placas calefactoras separadas una distancia bien definida (Viteri 2009).

Al comenzar el proceso, el hielo se sublima de la superficie del producto, retrocediendo el nivel de sublimación dentro de él, teniendo entonces que pasar el vapor por capas ya secas para salir del producto. El calor es requerido en las zonas límites, punto en el cual el hielo pasa de la forma sólida a la gaseosa (Huaraca 2011).

Debido a la temperatura máxima admisible y a la pobre conductividad térmica del producto, el gradiente de temperatura necesaria se hace siempre mayor y tratar de no sobrepasar la temperatura máxima admisible para el producto, a fin de no ocasionar daños en él y al mismo tiempo evitar el descongelamiento. Para tener una liofilización buena y rápida es necesario poder controlar exactamente la temperatura de las placas y tener la posibilidad de regular la presión total y parcial del sistema (Huaraca 2011).

c) Secado

Conocida como desorción o desecación secundaria; durante el secado final, lo importante es lograr condiciones de presión (caída de presión) que permitan el secado del producto a humedades residuales mínimas, de modo que pueda retirarse el agua intramolecular y ligada por absorción. 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 elimina el 10% de agua ligada restante. Con lo que se puede llegar hasta productos de una humedad del 2% (Amores 2011).

Por otra parte, como los cristales sublimados de hielo dejan cavidades, el material seco contiene miles de intersticios por los que el agua puede penetrar produciendo una rápida y completa rehidratación cuando sea necesaria (Saarelaa *et al.* 2005, citado por Parra 2013).

2.2.4 Diferencias, ventajas y desventajas de la liofilización

Algunas diferencias, ventajas y desventajas de la liofilización se presentan en la Tabla 2. Todas estas particularidades pueden resumirse en: una estabilidad óptima, una solubilidad fácil, rápida y completa; una conservación ilimitada; una buena protección contra las influencias externas nocivas y una rápida disponibilidad de uso (Parra 2013).

Tabla 2. Diferencias, ventajas y desventajas de la liofilización

SECADO CONVENCIONAL	LIOFILIZACIÓN
Adecuado para alimentos que se pueden secar fácilmente (verduras, granos)	Adecuado para la mayoría de los alimentos, pero reservado a aquellos que son dificultosos de secar por otros métodos
Generalmente insatisfactorio para la carne	Adecuado para carnes crudas y cocidas
Existe un procesado continuo, ya sea la deshidratación simple o la doble deshidratación.	Se tiene procesado con dos fases bien delimitadas: Congelación y Sublimación.
Deshidratación de 8 a 12 horas como máximo	Deshidratación de 12 a 24 horas.
Temperatura de trabajo entre 37 – 93 °C	Temperatura de trabajo por debajo del punto de congelación
Presión atmosférica	Presiones reducidas (27 – 133 Pa)
Evaporación del agua desde la superficie del alimento	Sublimación del hielo desde el frente de sublimación
Movimiento de solutos, y en algunos casos, endurecimiento	Mínimo movimiento de los solutos
Las tensiones en los alimentos sólidos causan daño estructural y contracción	Mínimo daño estructural y contracción
Rehidratación lenta e incompleta	Rehidratación completa y rápida
El alimento procesado tiene una densidad mayor que la del alimento original	El alimento procesado es poroso, con una densidad inferior a la del alimento original
Olor y sabor frecuentemente anormal se pierden por evaporación ya que tienen una presión de vapor apreciable a la temperatura de trabajo	Olor y sabor frecuentemente normal. No se pierden por evaporación ya que su presión de vapor es inferior a la del hielo a la temperatura de trabajo
Color frecuentemente más oscuro debido a la oxidación	Conserva el color normal debido a que no se produce oxidación al trabajar al vacío
Valor nutricional reducido	Los nutrientes se retienen en su mayoría
Costos generalmente bajos	Costos generalmente altos, hasta 4 veces los del secado convencional
Los productos presentan buena estabilidad al almacenamiento, con tendencia a oscurecerse en almacenamiento prolongado, e incluso pueden tornarse rancios.	Los productos mantienen una excelente estabilidad siempre y cuando se les almacene en el envase adecuado, puesto que son sumamente higroscópicos

Fuente: Ramírez (2006).

2.3 PIÑA

2.3.1 Origen

Mucho tiempo antes de la llegada de Cristóbal Colón, los nativos americanos habían domesticado y distribuido la piña ampliamente por el continente americano y el Caribe, y utilizaban la fruta para preparar bebidas alcohólicas, como fuente de fibras y para usos medicinales.

Se cree que la piña es originaria del centro y sureste de Brasil, y al noreste de Argentina y Paraguay, aunque también se considera a la región de la Guyana como centro de origen. A pesar de que posee una distribución natural confinada al continente suramericano, actualmente se cultiva en muchas regiones tropicales y subtropicales cálidas del mundo (Catalán 2013).

2.3.2 Características

La piña pertenece a la familia de las Bromeliáceas, al género Ananás y especie *Ananas comosus*. Es una planta herbácea perenne, que puede alcanzar hasta 2 metros de altura y 1,5 metros de diámetro, de tallo corto y grueso, y de hojas acanaladas, angostas, con márgenes generalmente espinosos y aserrados, aunque estos también pueden ser lisos (Catalán 2013).

Después de su fructificación continúa su crecimiento mediante una o más yemas auxiliares, que dan origen a ramas que se desarrollan y producen un nuevo fruto.

La planta produce de 50 a 200 flores auto estériles que se encuentran en su inflorescencia o espiga. Cuando no se produce una polinización cruzada o fecundación, cada flor da origen a un pequeño fruto. La fusión de estos frutos y del eje de la inflorescencia, conforman el fruto múltiple conocido en la botánica como sorosis, y comúnmente como fruto de la piña, en un proceso que dura entre 5 y 6 meses (Núñez 2010).

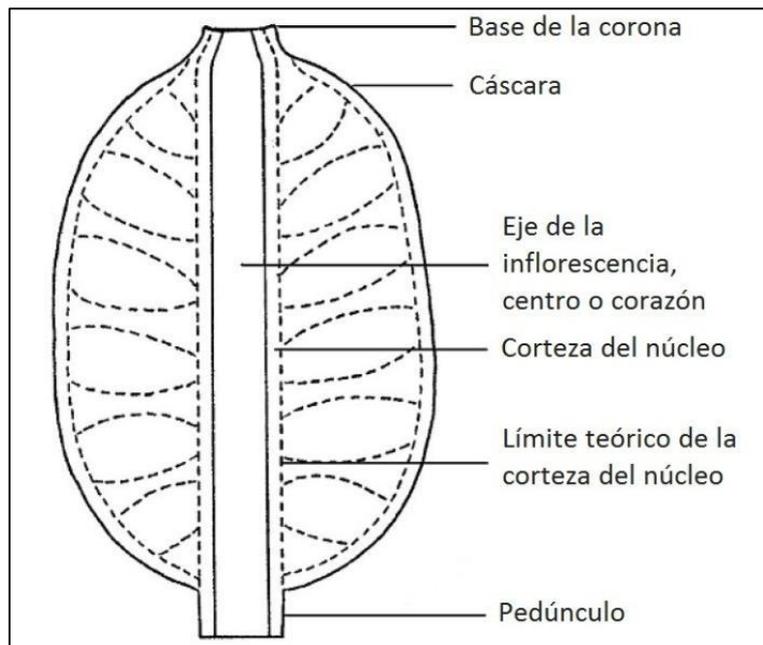


Figura 2. Morfología del fruto de la piña

Fuente: Núñez (2010).

Los frutos suelen ser voluminosos, jugosos, aromáticos, de sabor agridulce, y de forma cilíndrica, con un peso que oscila entre 0,5 - 4 kilogramos, y una corona en la parte superior compuesta de hojas pequeñas en un pequeño tallo.

2.3.3 Contenido nutricional

El contenido nutricional del fruto de la piña no es constante en cada una de las especies, sino que varía según la especie a la cual pertenezca y según el grado de madurez.

Sin embargo, en términos generales puede decirse que posee un alto contenido de fibra dietética, principalmente gomas y pectinas solubles, es un alimento bajo en sodio, buena fuente de potasio y de vitamina C (Núñez 2010). El fruto contiene además bromelina, la cual es una enzima proteolítica similar a la papaína, con diferentes propiedades biológicas. Debido al contenido nutricional, la piña es una fruta adecuada para los procesos fermentativos (Catalán 2013).

Tabla 3. Información nutricional promedio de variedades tradicionales de piña

Cantidades por cada 100 g de fruta				
Nutriente	Valor		Nutriente	Valor
Energía	50,00	kcal	Niacina	0,50 mg
Carbohidratos	13,12	g	Riboflavina	0,032 mg
Sacarosa	5,99	g	Tiamina	0,079 mg
Glucosa	1,73	g	Minerales	
Fructosa	2,12	g	Calcio	13,00 mg
Grasa total	0,12	g	Hierro	0,29 mg
Proteína	0,54	g	Magnesio	12,00 mg
Vitaminas			Fosforo	8,00 mg
Vitamina A	58,00	UI	Potasio	109,00 mg
Vitamina B6	0,112	mg	Sodio	1,00 mg
Vitamina C	47,80	mg	Zinc	0,12 mg
Vitamina E	0,02	mg	Cobre	0,11 mg
Vitamina K	0,70	mg	Manganeso	0,927 mg
Ácido pantoténico	0,213	mg	Selenio	0,10 mg
Colina	5,50	mg	Agua	86,00 g
Folato	18,00	mg	Fibra total dietética	1,40 g

Fuente: Catalán (2013).

2.4 DEFINICIÓN Y NORMAS DEL NÉCTAR

2.4.1 Definición

Es el nombre comercial dado al producto constituido por el jugo y la pulpa de la fruta, finamente dividido y tamizado cítrico, convenientemente preparado y sometido a un tratamiento térmico que asegure su conservación en envases herméticos (INDECOPI Norma N°. 202. 083,1995).

2.4.2 Características

El néctar debe ser elaborado en condiciones sanitarias, con fruto maduro, sano, fresco, convenientemente lavado y prácticamente libre de restos de insecticidas, fungicidas y otras sustancias eventualmente nocivas. El néctar deberá estar exento de fragmentos macroscópicos de cascaras, semillas u otras sustancias gruesas y duras y otras sustancias orgánicas correctoras de acidez en algunos casos especiales (INDECOPI N°. 202. 083,1995.)

2.4.3 Aspectos Generales

El néctar debe elaborarse en buenas condiciones sanitarias, con frutas maduras, frescas, limpias y libres de restos de sustancias tóxicas. Puede prepararse con pulpas concentradas o con frutas previamente elaboradas o conservadas, siempre que reúnan los requisitos mencionados (Quispe 2014).

El néctar puede llevar en suspensión partículas oscuras pero debe tener fragmentos macroscópicos de cáscara, semilla u otras sustancias gruesas y duras. Se puede agregar ácido cítrico o ácido ascórbico como antioxidante y, si es necesario, un estabilizante apropiado, pero no colorantes artificiales.

• Requisitos Físicos y Químicos del Néctar

El néctar deberá cumplir con los requisitos especificados por INDECOPI N°203 - 011,2003.

- Sólidos solubles por lectura °Brix a 20°C: mínimo 12%
- pH: 3.3 – 4.2
- Acidez titulable (exp. en ácido cítrico en g/ 100cm: máx. 0,6 mín. 0.4)
- Relación entre sólidos solubles / acidez titulable: 30 – 70
- Sólidos en suspensión en % (V/V): min 30.0
- Contenido de alcohol etílico en (V / V) a 15°C / 15°C: máximo 0,5
- Benzoato de sodio y/o sorbato de potasio en g/ 100 cc: máximo 0,05
- No debe contener antisépticos

- **Requisitos organolépticos**

Según INDECOPI N°203 – 011,2003. El néctar debe cumplir los requisitos organolépticos indicados.

- Sabor: Similar al jugo fresco y maduro, sin gusto ha cocido o de oxidación, ni cualquier otro sabor extraño u objetables.
- Color: Semejante al del jugo y pulpa recién obtenidos del fruto fresco y maduro de la variedad de fruta que se haya extraído.
- Olor: Aromático, semejante al jugo y pulpa del fruto fresco y maduro.
- Apariencia: No deberá presentar defectos, admitiéndose trazo.

- **Requisitos Microbiológicos**

Los néctares deben de cumplir con los requisitos indicado por INDECOPI, (1995) como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Requisitos Microbiológicos

DETERMINACIÓN	PRESENCIA
Recuento de Mohos: máximo de campos positivos por cada 100 campos.	15
Numeración de Hongos y Levaduras	Negativo
Numeración total de bacterias patógenas	Negativo

Fuente: INDECOPI (1995)

2.4.4 Uso de aditivos para néctar

En general, los objetivos de producir productos naturales como los néctares, es obtenerlo de la forma más natural posible, sin embargo muchas veces es necesario adicionar ciertas sustancias que mejoran las características organolépticas del producto, y aumenta su vida útil. Estas sustancias son los aditivos alimentarios, su uso y composición está establecida de acuerdo a las normas nacionales de aditivos alimentarios Norma Técnica Peruana y normas internacionales según el Codex Alimentarius (2005). Los aditivos alimentarios usados para los néctares están dentro de las especificaciones de NTP. Dentro de los aditivos que se usaron para nuestro producto describimos los siguientes.

a) Estabilizante – Viscosante

Según Vargas y Pisfil (2008), son sustancias que tienen la propiedad de mantener suspendidas de manera homogénea las partículas, evitan la sedimentación y aumentan la viscosidad del producto. El tipo de estabilizante y la concentración a varía de acuerdo a la materia prima, si la fruta contiene la cantidad necesario de pectina, ya no se necesita adicionar, pero algunas materias primas contienen poca pectina o escasa, que es necesario el uso de estos aditivos.

El estabilizante más usado en la industria alimentaria y que fue usado para el néctar es el carboximetilcelulosa (CMC). Se usa este estabilizante por muchas razones, entre ella tiene un amplio rango de viscosidad, forma geles son estables a rango de pH bajos, y dentro de las razones principales que justifica su uso, que es inocuo.

b) Conservantes

Son sustancias que se añaden a los productos alimenticios para inhibir el desarrollo de hongos y levaduras y asegura la conservación del producto. En la elaboración de néctares en el país está permitido el empleo de varios tipos de preservantes químicos, siendo el más utilizado el sorbato de potasio. El sorbato de potasio es fisiológicamente inocuo y se caracteriza por su compatibilidad particularmente buena. Ejerce una acción específica sobre los mohos y los fermentos (levaduras) cuando libera el componente conservante activo el ácido sórbico (Vargas y Pisfil 2008).

c) Acidificantes

Según Vargas y Pisfil (2008). El pH final de los néctares deben estar entre 3.3 – 4.0 según las normas (Codex Alimentarius), la mayoría de los néctares no alcanzan naturalmente este pH, por eso es necesario adicionar ácido orgánico para ajustar la acidez del producto. La acidez no solo le da un sabor al producto, tiene la finalidad de impedir el desarrollo de los microorganismos.

2.5 PROCESO DE ELABORACIÓN DE NÉCTAR

2.5.1 Materia Prima

Según Castillo y Rojas (2005). Las frutas maduras tienen mejor color, aroma y textura, deben ser de una misma variedad estas características contribuyen a obtener un buen producto. Deben estar completamente sanas sin señales de descomposición, las frutas golpeadas y malogradas contienen microorganismo como mohos, o bacterias que pueden resistir a los tratamientos térmicos y al ser envasado causa el deterioro del néctar.

2.5.2 Selección

Es una operación que consiste en eliminar toda aquella materia prima que no es aceptable como alimento, es decir que aquella que llega golpeada, oscura, putrefacta, etc. La materia prima no apta debe ser eliminada de lo contrario producirá la infección de la materia prima de buena calidad. Debido a que de acuerdo a los atributos que tenga la materia prima se obtendrá la calidad del producto final (Quispe 2014).

2.5.3 Clasificación

Es una separación de materia prima de acuerdo a grados o niveles de calidad y por lo tanto, se hace a base a una combinación de factores de los cuales ya se mencionaron algunos al hablar de selección (como el tamaño, la forma, el color, el grado de madurez) siendo otro la textura, sabor y aroma, madurez, ausencia de defectos y muestras de deterioro, ausencia de contaminantes, etc. (Quispe 2014).

2.5.4 Lavado y Desinfectado

Es una operación que se realiza con la finalidad de extraer olores y sabores extraños, eliminar la mayor cantidad de microorganismo que acompañan a la fruta y de impureza como tierra, polvo y restos de insecticida que puedan estar adheridas a ella (Según Vargas y Pisfil 2008, Torres 2011).

2.5.5 Pelado

Dependiendo de la materia prima esta operación puede ejecutarse antes o después de la pre-cocción. Las frutas son pulpeadas con su cascara, siempre y cuando esta no tenga ninguna sustancia que al pasar a la pulpa le ocasione cambios en sus características organolépticas (Quispe 2014).

El pelado se puede hacer en forma manual, empleando cuchillo, o mecánico con máquinas, también con sustancias químicas como el hidróxido de sodio, con agua caliente o vapor (Torres 2011).

2.5.6 Pulpeado

Según Castillo y Rojas (2005), consiste en extraer la pulpa de la fruta en una pasta, o jugo libres de cascara y pepas. Los métodos a utilizar dependerán del tipo de fruta.

Algunos necesitan primero un pelado de un prensado o molienda otras son trituradas y después pasarla por tamices. Para la obtención de la pulpa se tiene que separar la cascara y la mayor cantidad de sólidos solubles (fibras semillas, puntos extraños). Esta operación se realiza en forma industrial en pulpeadoras. A nivel semi-industrial o artesanal, lo más recomendable separar primero la cascara y luego triturarlo.

La trituración se puede hacer en molino o en licuadora, con este tipo de mejora la presentación de los productos porque se produce más el tamaño de las partículas (Castillo 2012).

2.5.7 Refinado

Esta operación consiste en pasar la pulpa a una segunda operación utilizando una malla que elimina toda partícula superior a 1 mm de diámetro.

En el refinado se somete la pulpa a una acción de presión contra una malla de numero de poros determinado para extraerle el jugo que contiene (Quispe 2014).

2.5.8 Dilución

Una vez, obtenido la pulpa y jugo fue necesario fijar una dilución óptima para la obtención del néctar (Quispe 2014).

2.5.9 Estandarizado

Para obtener un néctar de calidad es necesario que estén presentes y en las cantidades apropiados los siguientes componentes o insumo estabilizante, carboximetilcelulosa, ácido cítrico, azúcar, sorbato de potasio todos los insumos a excepción del conservador son naturales y se encuentra en mayor o menor cantidad en las frutas. Cuando la frutas no tiene la cantidad apropiada o suficiente para obtener un buen néctar, es necesario incorporar insumos (Castillo y Rojas 2005; Castillo 2012).

2.5.10 Homogenizado

Esta operación tiene la finalidad de uniformizar la mezcla hasta lograr la completa disolución de todos los ingredientes. Esta operación se realiza durante 5 min. Y consiste en agitar la mezcla hasta lograr la completa disolución de todos los ingredientes con la finalidad de que el edulcorante se distribuya mejor y lograr una buena homogenización (Torres 2011).

2.5.11 Pasteurizado

Según Torres (2011); se realiza con la finalidad de reducir la carga microbiana y asegurar la inocuidad del producto. Para lo cual la mezcla de pulpa obtenida se trasladó a una marmita u olla de cocimiento y se calienta hasta una temperatura de 85°C durante 10 minutos o 85°C durante 15 minutos. Es necesario tomar en cuenta que si la temperatura sube de ese punto, puede ocurrir oscurecimiento y cambio de sabor del producto. Otra técnica de conservación aplicable a los néctares es la esterilización térmica y envasado.

2.5.12 Envasado

Se realiza en caliente a temperatura de 85°C. El llenado del néctar debe ser completo, evitando la formación de espuma y dejando un espacio de cabeza bajo vacío dentro del envase y se coloca la tapa (Torres 2011; Quispe 2014).

2.5.13 Enfriado

Se deja enfriar por dos horas y con un paño húmedo y limpio se elimina del envase restos de productos.

2.5.14 Rotulado y Almacenado.

La información presentada en las etiquetas de los alimentos envasados esta rígida por INDECOPI N° 209.038 (1992).

El néctar en almacenamiento se realiza las evaluaciones organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas como menciona INDECOPI.

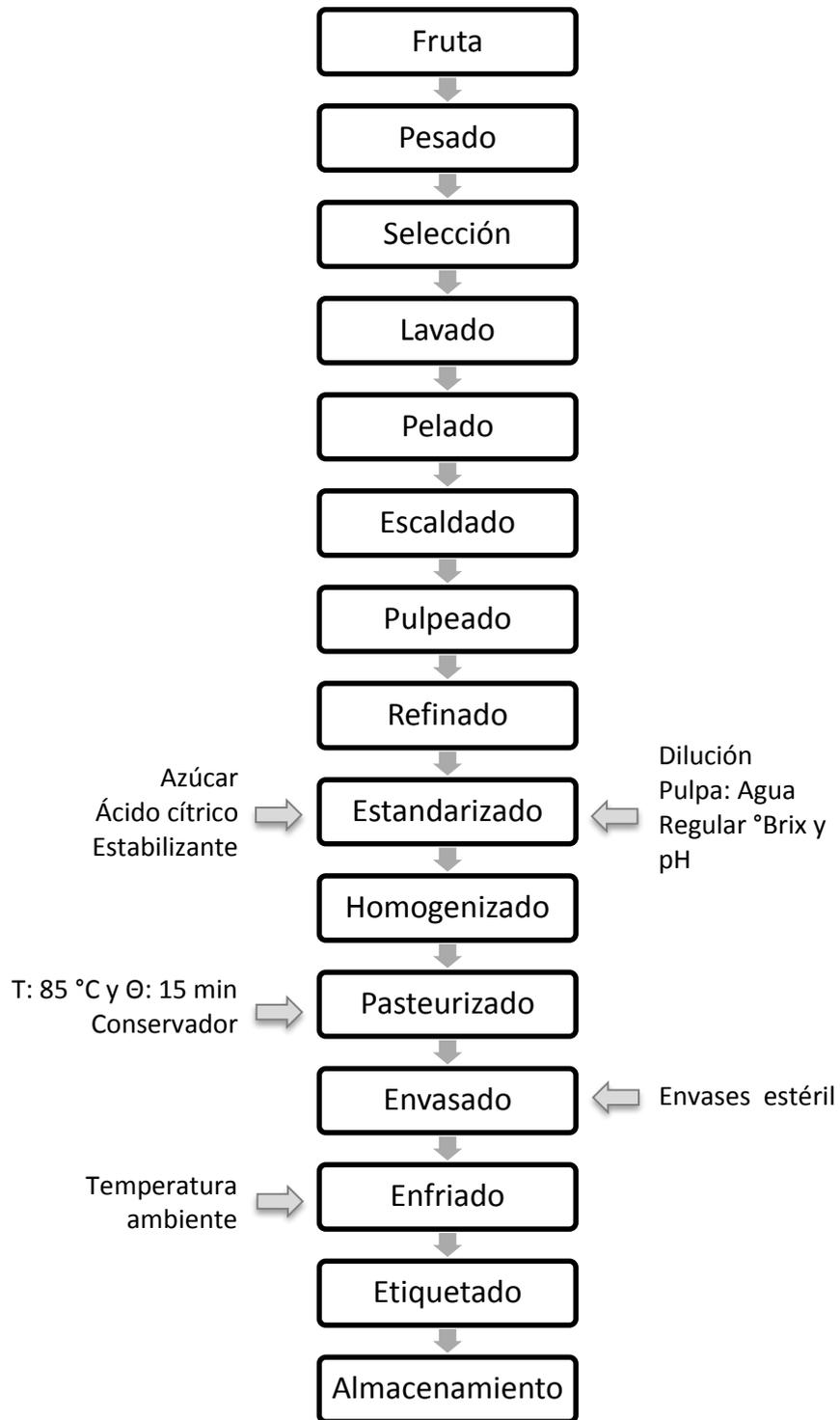


FIGURA 3. Diagrama de Flujo de Procesamiento del Néctar en general

Fuente: Quispe (2014).

2.6 ANTECEDENTES

- Chávez (2014) determinó la composición química y actividad antioxidante in vitro del extracto acuoso liofilizado de *Nostoc sphaericum* (cushuro) utilizando los métodos Lowry, Antrona, Folin-Ciocalteu y el ensayo de captación de ABTS⁺. Reportando para la muestra liofilizada, proteínas solubles 15.1mg/g, carbohidratos totales 949 ug/g, polifenoles totales 2.98 mg EAG/g; así también, 52% la inhibición del radical ABTS⁺ a una concentración de 0.15 mg/mL de muestra liofilizada, con un valor de IC50 entre 10 -15 ug/mL y una capacidad antioxidante equivalente a trolox (TEAC-ABTS) igual a 0.384 ug TEAC/mg extracto de muestra seca.
- Mujica, Apaza y Chura (2015), estudiaron la distribución en el altiplano peruano de la especie nostoc (cushuro) y su composición alimenticia. Haciendo mención que las distintas especies de nostoc recién cosechadas u obtenidas del agua contienen 35 a 42 % de proteínas, además de grasas, minerales (Ca, P, Fe, Na, K) y fibra cruda. Asimismo, refieren que contiene todos los aminoácidos esenciales, es rico en vitaminas B1, B2, B5, B12, biotina, ácido pantoténico y provitamina A.
- Cortés *et al.* (2014), investigaron optimizar el proceso de liofilización para obtener uchucas (*Physalis peruviana* L.) semiesféricas adicionadas con componentes activos, en la cual las muestras semiesféricas fueron tratadas inicialmente por impregnación al vacío con una emulsión que contenía proteína de soja, sucralosa, tensoactivos, calcio, vitamina D3 (Colecalciferol), vitamina E (L-a-tocoferol acetato) y vitamina B9. Logrando un producto deshidratado de uchuca con excelentes atributos de calidad y con un valor agregado como fuente de vitamina D, calcio, vitaminas B, C y E.
- Ponce (2014), en su investigación de revisión de conocimientos sobre el nostoc, indica que el nostoc está ampliamente distribuida por el mundo, siendo utilizado como alimento, biofertilizante, en medicina y producción de etanol. Finalmente, señala que el nostoc es un complemento nutricional económico, disponible en los países andinos y que ha probado durante siglos su bondad: de 100 g secados se obtienen: 25,4 g de proteínas, 1,076 g de calcio y vitamina A.

- Gantar (2008) estudio estrictamente la composición química de Nostoc fresco y seco, resaltando su contenido de proteína 25.4 g, minerales (calcio hierro y calcio) en muestras secas. Demostrando así que el Nostoc, sí es un alimento valioso.
- Villaseño (1976) determinó la composición de ácidos grasos por cromatografía de gases en la alga azul-verde Nostoc sp. La muestra fue aislada de las raíces de *Macrozamia* (*Cycadaceae*) y cultivada en condiciones experimentales de laboratorio. Encontrando un total de seis ácidos grasos: mirístico, C14:0; palmítico, C16:0; polmitoléico, C16:1; esteárico, C18:0; oléico, C18:1 y linoléico, C18:2. Determino una alta proporción de ácido palmítico, pero no se detectó el ácido linoléico, 18:3, el cual se ha reportado en diferentes proporciones en la mayoría de las cianofíceas, incluyendo otras especies del género Nostoc.
- Ansín *et al.* (2002) en la investigación del efecto del pastoreo por vacunos sobre la colonización de suelos alcalinos en la Pampa Deprimida. Evaluó la posible relación positiva entre la presencia de Nostoc commune y la germinación de semillas y la emergencia de plántulas. Se observó que los micro sitios cubiertos por el alga mostraron un mayor número de plántulas en otoño, invierno y primavera, y que la mayor abundancia de plántulas (68.3 plántulas/dm²) ocurrió en las micro depresiones con algas.
- Lagerheim (1892) hizo un primer informe sobre el Nostoc commune describiendo su aplicación en comidas y medicina. Menciona que el empleo de colonias de cianobacterias Nostoc es común como alimento por los indígenas andinos es una actividad extractiva, no conociéndose hasta entonces un sistema de reproducción tecnificado.
- Aldave (1985) en una de su obra hace mención en cuanto al valor alimenticio de los Cushuros (*Nostoc Commune*), indicando que el material biológico seco obtenido de la laguna Huascocha, en Ancash (Huaraz) contiene 30 % de proteínas y 2 % de lípidos.

- Vega (2005) trabajo realizado en cuanto al análisis proximal del Camu, logrando de las tres temperaturas a las cuales fue efectuada la liofilización, se obtuvieron mejores características organolépticas y sobre todo mayor concentración de ácido ascórbico con la temperatura de -40 °C.
- Barboza (2010), investigó los efectos de crecimiento del *Nostoc Commune*, analizando muestras secas de la laguna Patococha en Ancash (Huaraz), donde determinó 23 % de proteínas y 2 % de lípidos.
- Parra (2013), determinó la cinética de liofilización en floretes de brócoli (*Brassica oleracea L, var. legacy*) y evaluó del contenido de ácido L-ascórbico (L-AA) y actividad peroxidasa (POD); obteniendo un parámetro óptimo para liofilizar el vegetal y logra una concentración mayor de componente.
- Villavicencio *et al.* (2009), evaluaron los efectos nutritivos del cushuro (*Nostoc Commune*) en los niños desnutridos de 1 a 3 años en el distrito de amarilis, para ello el cushuro fue agregado en una dieta brindada como complemento alimenticio al grupo en estudio, logrando incrementar el peso y talla en mayor puntuación con relación a los niños del grupo testigo. A sí mismo, reportan que el nostoc es un alimento muy nutritivo y esencial, conteniendo: agua 96.98%, proteína cruda 0,90%, lípidos 0,07%, ceniza 0,22%, fósforo 25 ppm, calcio 745ppm.

2.7 HIPÓTESIS

2.7.1 Hipótesis general

- Si se determina la influencia óptima del liofilizado de tres estados de crecimiento de cushuro (*Nostoc commune*) como estabilizante en la elaboración de néctar de piña entonces se podrá determinar la temporada de recolección adecuada.

2.7.2 Hipótesis específica

- Los tres estados de madurez de cushuro fresco presentan componentes químicos apropiados para la obtención de extracto acuoso.
- Los tres estados de madurez de cushuro liofilizado tienen efecto significativo en la elaboración de néctar de piña.
- El cushuro liofilizado tiene efecto significativo como estabilizante para elaborar néctar de piña.
- La viscosidad del cushuro liofilizado es adecuado para dar consistencia al néctar.
- Los componentes químico nutrimental del néctar de piña elaborado a partir de la proporción óptima del cushuro liofilizado mejorará significativamente la composición del producto final.

2.8 VARIABLES

2.8.1 Variable independiente:

Diferente temporada de crecimiento de cushuro (de dos meses, de cuatro meses y de seis meses; con respecto al liofilizado) en la elaboración del néctar de piña.

Indicadores:

X1: Temporada de crecimiento inicial (de dos meses)

X2: Temporada de crecimiento medio (de cuatro meses)

X3: Temporada de crecimiento final (de seis meses)

2.8.2 Variable dependiente:

Elaboración de néctar de piña a través del cushuro liofilizado.

Indicadores:

Y= Determinación de componentes químicos en cushuro fresco y liofilizado

Mediante un espectrofotómetro por absorción atómica.

Y = Cushuro liofilizado como estabilizante (viscosidad)

Y= Evaluación sensorial del néctar (color, sabor y olor)

Y= Caracterización química del néctar de piña óptimo.

2.8.3 Variables intervinientes:

- Variedad de piña: Cayena Lisa
- Relación pulpa : agua (1:2.5)
- Sólidos solubles totales: 12.5
- pH: 3.5
- Concentración de extracto acuoso liofilizado: 0.2 % (p/v)

2.9 Operación de variables

$$y = f(x)$$

Donde:

Y = Capacidad estabilizante del extracto acuoso liofilizado

X = Temporada de crecimiento de cushuro

Entonces:

La capacidad estabilizante, en la elaboración de néctar de piña, del liofilizado de cushuro; varía en función de la temporada de crecimiento de las muestras de cushuro.

Tabla 5. Operacionalización de variables

DEFINICIÓN DE VARIABLES	OPERACIONALIZACIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES
<p>Variable independiente:</p> <p>X = Temporada de crecimiento de cushuro</p>	<p>Se logrará evaluar y determinar la influencia de la temporada de crecimiento del cushuro, respecto a la capacidad estabilizante del extracto acuoso liofilizado obtenido del mismo, en la elaboración de néctar de piña.</p>	<p>Temporada de crecimiento</p>	<p>X₁: Temporada de crecimiento inicial X₂: Temporada de crecimiento medio X₃: Temporada de crecimiento final</p>
<p>Variable dependiente:</p> <p>Y = caracterización química en fresco y liofilizado del cushuro</p> <p>Y = Poder estabilizante del liofilizado de cushuro (Viscosidad)</p> <p>Y= Evaluación sensorial del néctar (color, sabor y aroma)</p> <p>Y= Caracterización química del néctar de piña óptimo</p>		<p>Composición química</p> <p>Viscosidad</p> <p>Color, sabor, aroma</p> <p>Composición químico nutricional</p>	<p>Proteína, ceniza y humedad</p> <p>Viscosímetro</p> <p>Escala hedónica</p> <p>Carbohidratos, ceniza, fibra y lípidos</p>
<p>Variables intervinientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Variedad de piña • Relación de dilución pulpa : agua • Solidos solubles totales • pH • Concentración de extracto acuoso liofilizado 		<ul style="list-style-type: none"> • Variedad de piña • Relación pulpa : agua • °Brix • pH • Concentración (p/v) 	<p>Cayena lisa</p> <p>1 : 2.5</p> <p>12.5</p> <p>3.5</p> <p>0.2 %</p>

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación APLICADA.

3.1.2 Nivel de investigación

El presente trabajo de investigación es EXPERIMENTAL EXPLICATIVO, porque se utiliza equipos tecnológicos en un ambiente acondicionado; porque se manipula intencionalmente la variable independiente para medir sus efectos de las variables dependientes.

3.2 LUGAR DE EJECUCIÓN

Los análisis fisicoquímicos se realizó en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, facultad de Zootecnia en el Laboratorio de Nutrición Animal, en la Facultad de Agronomía, en el Laboratorio de Suelos y en la Facultad de Industrias Alimentarias en el Laboratorio de Ingeniería Alimenticia; ubicada en la ciudad de Tingo María; provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco.

3.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS

3.3.1 Población

Cada tratamiento por estado de madurez estuvo constituido de 200g. de microalgas de la especie *Nostoc commune* (cushuro) recolectadas de la laguna Llaclacocha ubicada en el centro poblado de Llaclla, a 4200 m.s.n.m. en el distrito de Jacas Chico, provincia de Yarowilca en el departamento de Huánuco.

Tabla 6. Población estudiada.

N°	TEMPORADA DE CRECIMIENTO	CANTIDAD DE CUSHURO (g)
1	Inicial (2 meses)	200
2	Medio (4 meses)	200
3	Final (6 meses)	200
	6 meses (ciclo)	600

3.3.2 Muestra

La muestra estuvo constituida por 2.0 g de liofilizado de *Nostoc commune* diluido en 1 Litro de zumo de piña de (1:2.5)

Tabla 7. Muestras en estudio

N°	TEMPORADA DE CRECIMIENTO	CANTIDAD DE CUSHURO LIOFILIZADO (g)	ZUMO DE PIÑA LITROS
1	Inicial (2 meses)	2 g	1
2	Medio (4 meses)	2 g	1
3	Final (6 meses)	2 g	1

3.3.3 Unidad de análisis

Estuvo constituido por 1 litro de néctar de piña, elaborado con cada uno de los (tratamientos) extracto liofilizado de cushuro como estabilizante (2 g)

3.4 TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Tabla 8. Tratamientos de estudio en el proceso de néctar.

TRATAMIENTOS	TEMPORADA DE CRECIMIENTO	CANTIDAD DE CUCHURO LIOFILIZADO	ZUMO DE PIÑA DILUIDO (1:2.5)
T ₀	Testigo (CMC)	-	1
T ₁	Inicial (2 meses)	2 g	1
T ₂	Media (4 meses)	2 g	1
T ₃	Final (6 meses)	2 g	1

3.5 PRUEBA DE HIPÓTESIS

- **Hipótesis nula**

Ho: De los diferentes estados de crecimiento de cushuro se obtendrán liofilizados con la misma capacidad como estabilizante para la elaboración de néctar de piña.

Ho: $T_0=T_1=T_2=T_3=0$

- **Hipótesis de investigación**

H1: Al menos un tratamiento liofilizado de cushuro presenta la capacidad de estabilizante diferente, para elaborar néctar de piña, respecto de otras temporadas de crecimiento.

H1: al menos un $t \neq 0$

3.5.1 Diseño de la investigación

3.5.1.1 Para los análisis de viscosidad

En la presente investigación se empleó un diseño completamente al azar (DCA) para los análisis de viscosidad realizados en las muestras en estudio, cuyo modelo matemático es la siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Propiedad física evaluada de la i – ésima muestra de cushuro sometida al j – ésimo tratamiento.

μ : La media general.

τ_i : Efecto del i -ésimo tratamiento (néctar elaborado con liofilizados de cushuro de diferentes estados de crecimiento)

E_{ij} : Error experimental.

Tabla 9. Esquema de análisis de varianza para el DCA

FV	SC	GL	CM	F₀
TRATAMIENTO	SCF	K-1	CMF = SCF/ (K-1)	CMF/ CME
ERROR	SCE= SCT - SCF	N-K	CME=SCE/N-K	
TOTAL	SCT	N-1		

Fuente: Steell *et al* (1996)

La comparación de tratamientos, se realizó a través de la prueba de Tukey con un nivel de significación $\alpha = 5\%$.

3.5.1.2 Para el análisis sensorial

Para determinar el grado de aceptación de los néctares se realizó la evaluación sensorial, empleado se utilizó la Prueba de Friedman, con 15 panelistas semi-entrenados para evaluar los atributos sabor, aroma, color y apariencia general de los néctares.

El modelo matemático es el siguiente:

Sea $R(X_{ij})$ el rango asignado a la observación X_{ij} dentro del bloque j y sea R_i la suma de los rangos asignados a la muestra i :

$$R_i = \sum_{j=1}^b R(X_{ij})$$

Siendo:

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2$$
$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2$$

Dónde:

A = Sumatoria de los rangos de cada tratamiento al cuadrado

B = Sumatoria del rango total de cada tratamiento al cuadrado

R = Rangos asignados a la muestra

El estadístico de la prueba es:

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k(k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{bk(k+1)^2}{4}}$$

En la expresión anterior:

T = Estadístico calculado por rangos de Friedman.

b = Número de elementos o de bloques (número de hileras)

K = Número de variables relacionadas

Si la hipótesis nula es rechazada, la prueba de Friedman presenta un procedimiento para comparar a los tratamientos por pares. Se dirá que los tratamientos i y j difieren significativamente si satisfacen la siguiente desigualdad.

$$|R_i - R_j| > t_{\frac{\alpha}{2}, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A - B)}{(b - 1)(K - 1)}}$$

3.5.2 Datos a registrar

En el proceso de elaboración de néctar de piña se registrarán las cantidades de materia prima e insumos utilizados, las características fisicoquímicas de la materia prima y del producto final, las características sensoriales del néctar de piña, según los tratamientos.

Análisis sensorial

- Sabor
- Color
- Aroma
- Apariencia
- Viscosidad

3.5.3 Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información

Para la obtención y registro de datos de las fuentes secundarias se utilizaran fichas bibliográficas, así mismo mediante muestreos e investigación, se obtendrán datos de las fuentes primarias, se utilizarán formatos, elaborados de acuerdo al estudio, disco duro externo y memorias USB para el almacenamiento de datos, cuaderno de apuntes, lápices, cámara fotográfica y de video, entre otros.

a. Técnicas de investigación documental o bibliográfica

- Análisis documental: permitió el análisis del material estudiado y precisó desde un punto de vista formal.
- Análisis de contenido: se analizaron de manera objetiva y sistemática.
- Fichaje: permitió registrar aspectos esenciales de los materiales leídos y ordenada sistemáticamente que sirvieron de valiosa fuente para elaborar el marco teórico.

b. Técnicas de campo

- Observación: técnica que permitió obtener información sobre las variables y datos a registrar en las diferentes etapas de la investigación.

c. Instrumento de investigación documental

- Fichas de investigación o documentación
- Bibliografías
- Hemerografías
- Internet (base de datos, revistas electrónicas)

d. Instrumento de recolección de información en laboratorio

- Cuaderno de apuntes
- Reporte de análisis
- Cámara fotográfica y de video

e. Procesamiento y presentación de resultados

El procesamiento y presentación de resultados se realizó utilizando el software Microsoft Office 2013 con sus programas: de texto Word, de cálculos Excel y otros del paquete. Los resultados se presentan en tablas y figuras según corresponda. Para el procesamiento de los datos estadísticos se utilizó el software estadístico InfoStat Versión 2008.

3.6 MATERIALES

3.6.1 Materia prima e insumos

a. Material de estudio

El material de estudio fueron 1800 g de muestras de *Nostoc commune* de diferentes épocas de recolección, procedentes de la laguna Llacllacocha a 4200 msnm.

b. Materia prima e insumos

Como materia prima de prueba se utilizó piña de la variedad Cayena Lisa, con índice de madurez comercial, obtenidos del mercado local de frutas de Huánuco.

Los insumos utilizados fueron:

- Azúcar refinada
- Ácido cítrico
- Carboximetilcelulosa (CMC)

3.6.2 Equipos e instrumentos de medición

- Digestor Kjeldahl: marca BÜCHI®
- Digestor: Automik®, modelo k-438
- Destilador Kjeldahl: BÜCHI®, modelo Distillation Unit K-350
- Reómetro digital: BROOKFIELD®, modelo RVDV-III Ultra, serie 8566714.
- Agitador magnético: Fastom®, modelo 753A, serie 1271209 – Brasil
- Estufa eléctrica: Binder®, modelo FED 53, rango de trabajo 25 - 300 °C.
- Mufla: EFE® Clave, modelo MAXPO II, rango de trabajo hasta 550 °C
- Espectrofotómetro de absorción atómica: VARIAN®, modelo SPECTRAA 55-B
- Congelador: Presuac®, modelo ULTRA FREEZER, rango de trabajo de hasta - 40°C.
- Equipo liofilizador: LABOTEC®, modelo, 01JLG/12Fd, serie 254.23.10, proveniente de Sudáfrica – febrero 2011.

- Centrifuga: Heltich ® Zentrifugen, modelo EBA 200S, 500 – 6000 rpm.
- Balanza analítica: Ohaus® Adventurer, modelo AR3130, cap. Max. 310 g, resolución 0.0001 g.
- Balanza digital: Ohaus® Scout Pro, modelo SP601, cap. Max. 600 g, resolución 0.1 g.
- Potenciómetro: Schott ® Instruments, modelo Handylab pH 11, rango - 2.000 a 19.999 pH, resolución 0.001 pH.

3.6.3 Materiales de laboratorio

- Embudos
- Varilla de vidrio
- Bureta de 50 mL
- Tubos de ensayos de 5 y 10 mL
- Vasos de precipitación de 100, 250, 500 y 1000 mL
- Fiolas de 10, 25, 50, 100 y 250 mL
- Matraz Erlenmeyer de 100, 250 y 500 mL
- Probetas graduadas de 10, 50 y 100 mL
- Pipetas graduadas de 1 y 10 mL
- Placas Petri
- Campana desecadora
- Termómetro
- Cronómetro
- Cubetas para espectrofotómetro, plástico y cuarzo
- Micropipeta 5 – 20 µL (Gilson)
- Micropipeta de 5 a 50 µL (Wheaton)
- Micropipeta de 100 a 1000 µL (Hirschmann Laborgerate)
- Puntas (Tips) para micropipetas de 10, 100 y 1000 µL
- Otros que mencionen los procedimientos respectivos.

3.6.4 Materiales de proceso

- Cocina a gas semiindustrial
- Jarras graduadas de 2 y 4 L
- Ollas de acero inoxidable de 6 y 10 L
- Recipientes de plástico de 20 L
- Tablas de picar

- Cuchillos
- Tamiz
- Licuadora
- Cucharas

3.6.5 Reactivos

- Ácido sulfúrico concentrado
- Ácido bórico 2%
- Ácido clorhídrico al 0.1000 normal
- Hidróxido de sodio al 32%
- Etanol 96 % (Montana)
- Metanol (Sigma Aldrich)
- NaOH (0.1 N)
- KOH (75 g/L) (Merck)
- H₂SO₄ (2.0 N) (J.T. Baker)

3.7 MÉTODOS DE ANÁLISIS

- **Determinación de humedad y materia seca**

Se determinó en una estufa a 105°C, hasta obtener peso constante, método (AOAC 1997).

- **Determinación de pH**

Método de potenciómetro (AOAC 1997).

- **Acidez titulable**

Se realizó utilizando como indicador NaOH 0.1 N (AOAC 1997).

- **Proteína total**

Por el método Kjeldahl, (Pearson 2000).

- **Cenizas totales**

Por incineración directa (Matisseck 1992), la lectura total de minerales se realizó en el espectrofotómetro por absorción atómica.

- **Determinación de viscosidad**

La viscosidad fue determinada de acuerdo a la metodología Brookfield (2005).

3.8 CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El procedimiento para la ejecución del presente trabajo de investigación consta de 7 etapas tal como se muestra en la figura que sigue.

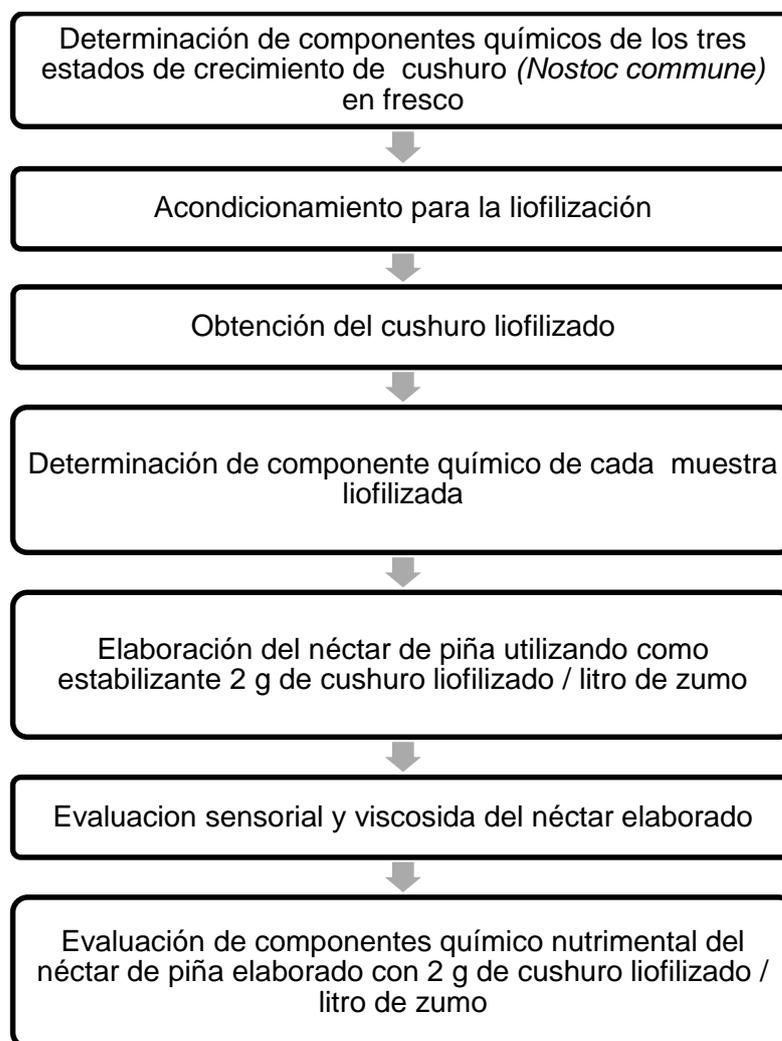


Figura 4. Esquema experimental para la conducción de la investigación y aceptación general de néctar de piña.

3.8.1 Composición química de las muestras de cushuro fresco

En esta etapa, se determinó la composición química de las muestras de cushuro fresco, mediante el análisis proximal de los mismos.

Los ensayos realizados a las muestras comprendieron la determinación de: pH, acidez titulable, humedad, proteína, cenizas, y minerales; para ello se empleó 600 g de cushuro (para cada muestra) y se siguieron los protocolos indicados en los métodos correspondientes mencionados en la sección 3.7.

3.8.2 Acondicionamiento para la liofilización.

De acuerdo a la metodología propuesta por Chávez (2014), el acondicionamiento de las muestra frescas de cushuro, previo a su liofilización se realizó de la siguiente manera.

Primeramente se trabajó manualmente retirando pajas, hojas, algas deshechas y piedritas, luego se lavó con abundante agua potable, seguidamente con agua destilada y por último se realizó la desinfección con un sanitizante clorado para vegetales y frutas industrial (NIPPO-CLOR) esta acción se realiza para eliminar posibles microorganismos asociados. Seguidamente se sometió a un proceso de escurrido a temperatura ambiente en un colador hasta obtener un peso constante.

Una vez oreado el cushuro, se procedió a licuar, sin adicionar agua, es así como se obtuvo el extracto acuoso de cushuro. Seguidamente el extracto es acondicionado en las bandejas para ser congelado por 3 horas, hasta lograr una temperatura de -20°C Finalmente se acopló en el equipo para iniciar el proceso de liofilización.

3.8.3 Obtención del liofilizado de cushuro

El procedimiento para la obtención del cushuro liofilizado, según lo descrito por Chávez (2014) se presenta en la figura 5. Los detalles de las operaciones se describen a continuación:

- **Recepción de materia prima.** Se recolectó los cushuros con buenas características y de buena calidad, cada muestra en periodos de dos meses.
- **Selección.** Aquí se recopila los cushuros aptos para ser usados, separándolos de pajas, hojas y algas rotas.
- **Pesado.** Esta operación consistió en pesar los cushuros.
- **Lavado.** Se lavó con agua potable y agua destilada con la finalidad de eliminar impurezas y materias extrañas.
- **Desinfectado.** Para lograr la eliminación de posibles microorganismos
- **Oreado.** Operación que se realizó para secar y quitar la humedad haciendo que le dé el aire, lo cual se procedió en un colador y recubierto.
- **Licuada.** Seguidamente se procede a realizar la licuación de los cushuros ya pesados
- **Precongelado.** Se congeló el extracto acuoso del cushuro, en un congelador aparte del liofilizador por un tiempo de 3 horas a una temperatura de -20°C . Se congeló el producto con la finalidad de obtener un producto de calidad.
- **Sublimado.** Esta operación consiste en poner el producto congelado en el liofilizador, donde se da el sublimado por un tiempo de una hora a temperatura de -30°C . En esta operación la presión baja lento hasta el tiempo indicado.
- **Secado.** Operación que realiza el liofilizador, donde la temperatura va aumentando lentamente hasta 4°C , en esta etapa la presión también baja el doble de la velocidad que baja la temperatura. Donde se observó que la temperatura sube y baja según va pasando el tiempo, es así como la presión baja hasta 1 mBar, señal que reporta el liofilizador e indica que el producto está completamente seco, transcurriendo hasta entonces el tiempo de 10 horas.
- **Envasado.** Se procedió, inmediatamente después de pulverizar en un recipiente con tapa rosca; acto realizado, para evitar la absorción de humedad y contaminación, seguidamente se procesó el rotulado.
- **Almacenado.** Finalmente, se procedió a guardar los envases en ambiente seco y fresco a temperatura ambiente.

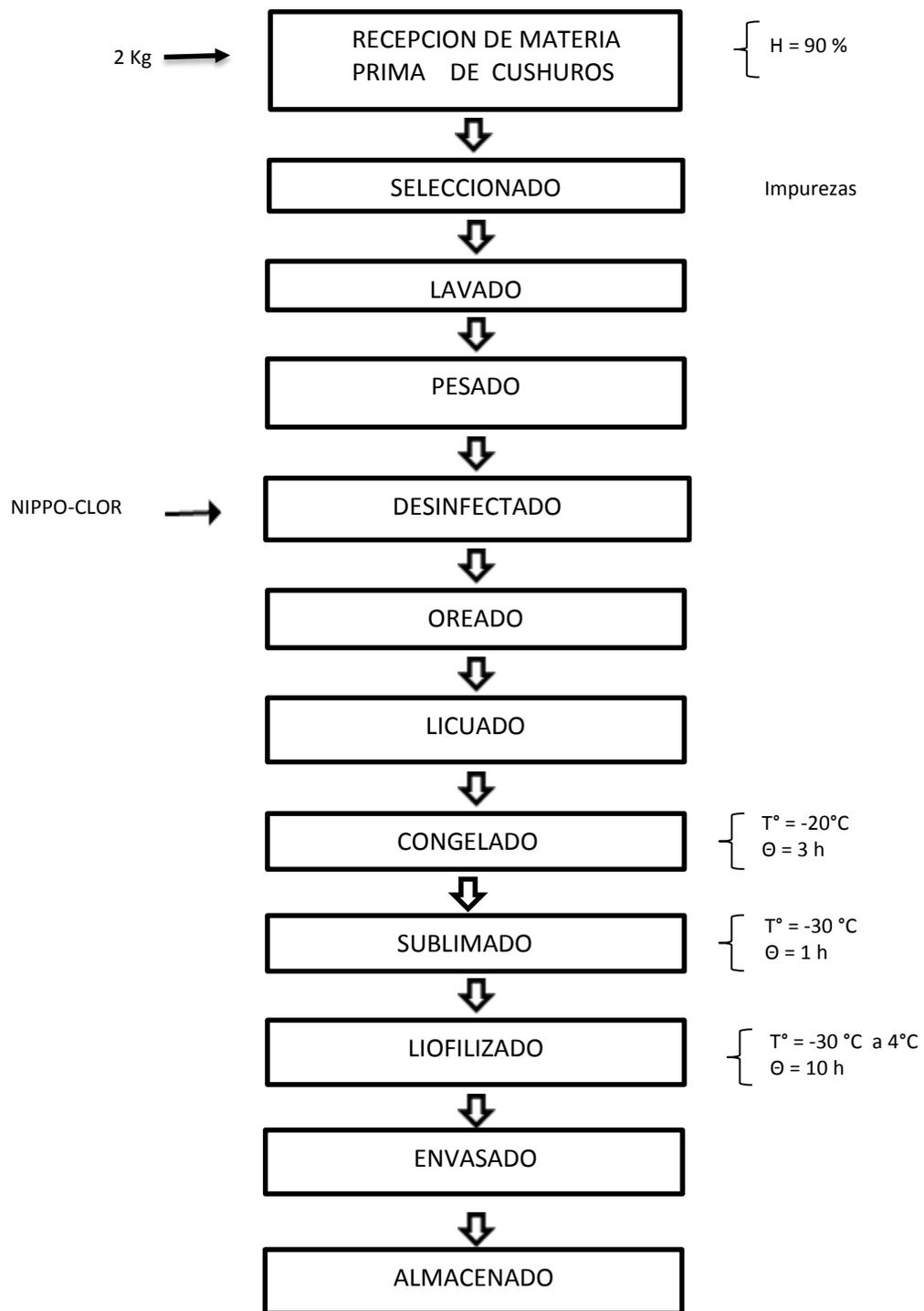


Figura 5. Diagrama de flujo para la obtención de cushuro (*Nostoc commune*) liofilizado.

Fuente: Chávez (2014).

3.8.4 Determinación de componentes químicos de las muestras liofilizadas

Al igual que para las muestras frescas, se realizaron los análisis proximal para las muestras liofilizadas.

Cabe señalar que la determinación de proteína, se realizó en el Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal de la Facultad de Zootecnia; el contenido de minerales se determinó en el laboratorio de suelos de la facultad de Agronomía en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para ello se empleó 10 g de cushuro liofilizado, para cada muestra.

3.8.5 Elaboración del néctar de piña

Para la elaboración del néctar de piña se siguió el flujograma que se presenta en la Figura 6. Los detalles de las operaciones se describen a continuación:

- **Recepción de materia prima:** En esta operación se opta por las piñas en buen estado, fresca y madura.
- **Lavado:** El lavado de la materia prima se llevó a cabo en forma manual, refregando con una escobilla y con agua potable con la finalidad de eliminar suciedad y/o restos de partículas extrañas, tierra adheridas en la superficie de la fruta.
- **Pelado:** Una vez oreado la fruta se procede a quitar la cubierta llamada cascara con mucho cuidado evitando contacto alguno.
- **Cortado:** Se efectuó con cuchillo de acero inoxidable, dividiendo la fruta y/o picar las rodajas de piña en cubos de aproximadamente de 2 cm, para facilitar el licuado.
- **Pesado:** Listo los cubitos se procedió a pesar 1 kilogramo de piña limpia con un litro de agua.
- **Licuado:** operación mecánica, para extraer el zumo de piña.

- **Tamizado:** se realizó con una malla de 5.0 mm con la finalidad de eliminar el exceso de fibra o afrecho.
- **Estandarizado:** El zumo obtenido se midió y se realizó las formulaciones del néctar con las siguientes características: dilución (1:2.5), °Brix (12.5), pH (3.5), estabilizante (cushuro liofilizado, 0.2 % p/v) por cada tratamiento.
°Brix: se agregó azúcar blanca refinada en función a la medida del °Brix inicial de la dilución hasta alcanzar 12.5 °Brix.
Estabilizante: Se agregó cushuro liofilizado en proporción de 2g /L, mezclado con parte del azúcar a usar.
pH: se agregó 1 g /L de ácido cítrico, calibrando hasta pH de 3.5 para cada tratamiento:
- **Homogenizado:** Consiste en agitar por espacio de 5 minutos constantes, para uniformar el tamaño de partículas presentes en la mezcla, el proceso se repitió para cada tratamiento.
- **Pasteurizado:** El néctar se pasteurizó a temperatura de 85°C, por periodo de tiempo 10 minutos, con el objetivo de destruir los microorganismos que podrían afectar la estabilidad biológica del producto.
- **Envasado:** El envasado se realizó en caliente, a una temperatura de 85°C, el llenado del néctar se hizo al ras de la botella, evitando la formación de espuma. Inmediatamente se colocó la tapa, la cual se realizó de forma manual.
- **Enfriado:** El producto se enfrió rápidamente (con agua corriente) para reducir las pérdidas de aroma, sabor y consistencia.
- **Almacenado:** Se realizó a temperatura ambiente.

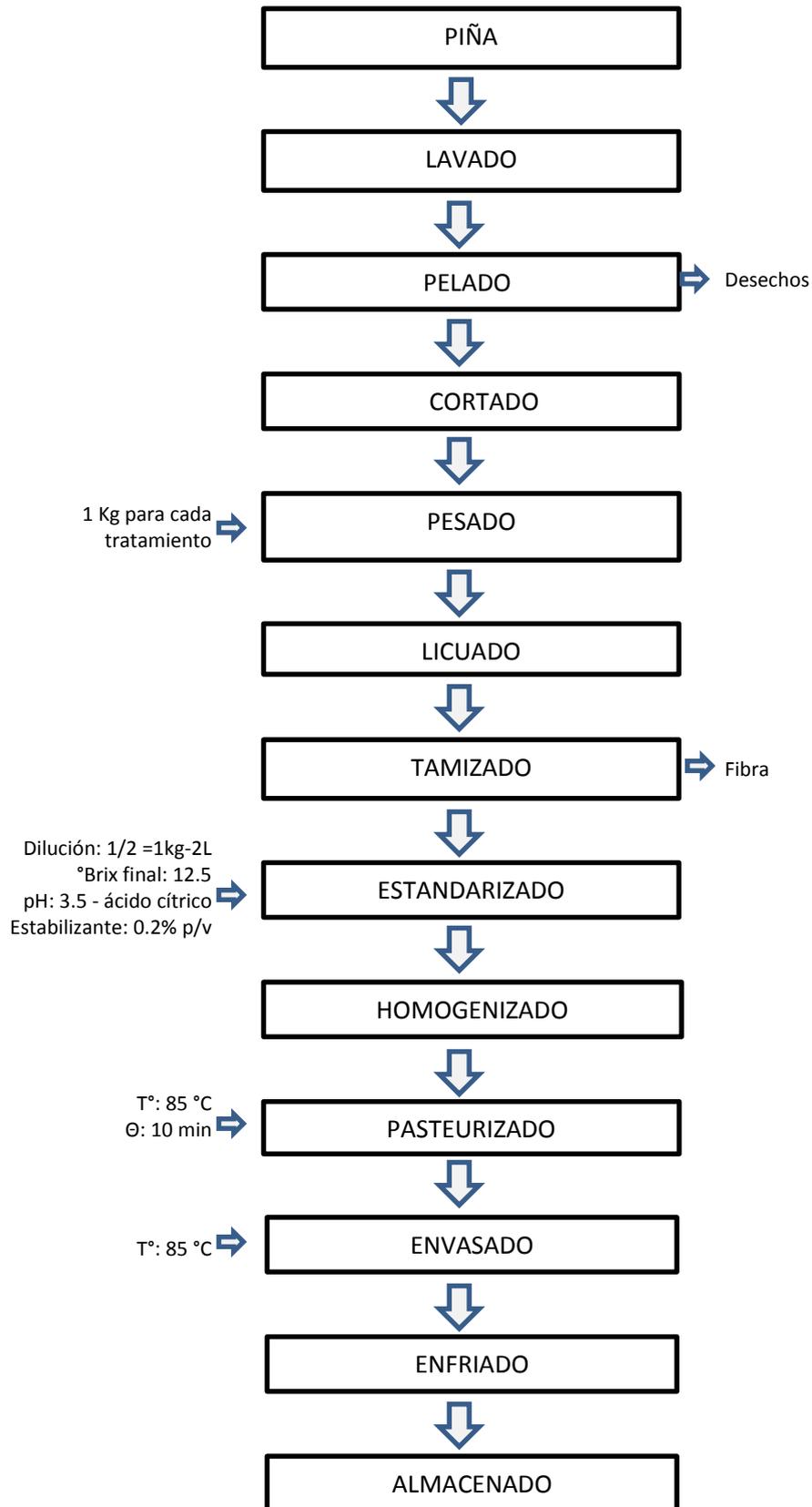


Figura 6. Diagrama de flujo para la obtención de néctar de piña.

3.8.6 Evaluación sensorial y de viscosidad de los néctares

Para determinar la aceptabilidad del néctar obtenido, se realizó una evaluación sensorial. La evaluación se realizó con un grupo de 15 panelistas semi-entrenados, ellos evaluaron el color, sabor, aroma y apariencia general, de los néctares elaborados para cada tratamiento. Siguiendo el método de Larzmon (1982), se utilizó una escala hedónica del 1 al 5, en la cual cada panelista podía elegir entre las siguientes opciones: “1= malo”, “3 = regular”, “5 = bueno”, “7 = muy bueno” y “9 = excelente”. Se utilizó una clave para cada muestra, las cuales se proporcionaron completamente al azar.

El formato para la evaluación del néctar que se le entregó a cada panelista se presenta los anexos.

Tabla 10. Aspecto de evaluación del análisis sensorial y su escala hedónica.

Sabor	Aroma	Color	Apariencia
9 = Excelente	9 = Excelente	9 = Excelente	9 = Excelente
7 = Muy bueno			
5 = Bueno	5 = Bueno	5 = Bueno	5 = Bueno
3 = Regular	3 = Regular	3 = Regular	3 = Regular
1 = Malo	1 = Malo	1 = Malo	1 = Malo

El análisis de viscosidad del producto se realizó en el Laboratorio de análisis por Instrumentación en la Facultad de Ciencias Agrarias en la Escuela Académico Profesional Ingeniería Agroindustrial. Para dicha prueba se tomó 1 Litro de cada producto elaborado con 2 g de cushuro liofilizado de cada muestra seguidamente es acoplado en el reómetro, asimismo se trabajó con el producto testigo para realizar la comparación.

3.8.7 Evaluación de composición químico nutricional del néctar

Habiendo determinado el mejor tratamiento según la evaluación sensorial y de viscosidad, se procedió a determinar la composición química del néctar de mejores características, para tal efecto se envió la muestra a un laboratorio de su competencia.

IV. RESULTADOS

4.1 Composición química de las muestras de cushuro fresco

Los datos de los análisis de composición química de las muestras de cushuros frescos de los diferentes estados de crecimiento se presentan en las tablas 10 y 11.

Tabla 10. Composición proximal de muestras frescas de cushuro.

COMPONENTE	MUESTRA			Media \pm SD
	Estado de crecimiento inicial (2 meses)	Estado de crecimiento medio (4 meses)	Estado de crecimiento final (6 meses)	
Materia orgánica (%)	10,08	9,35	9,30	9,58 \pm 0,44
Cenizas (%)	0,81	0,52	0,54	0,62 \pm 0,16
Humedad (%)	89,11	90,13	90,17	89,80 \pm 0,60
Proteína (%)	2,13	1,92	1,92	1,99 \pm 0,12

Tabla 11. Presencia de minerales en muestras frescas de cushuro, datos presentados en base seca.

MINERAL	MUESTRA			Media \pm SD
	Estado de crecimiento inicial (2 meses)	Estado de crecimiento medio (4 meses)	Estado de crecimiento final (6 meses)	
P ₂ O ₅ (%)	0,009	0,017	0,023	0,016 \pm 0,007
Ca (%)	1,235	1,270	1,371	1,292 \pm 0,071
Mg (%)	0,326	0,346	0,360	0,344 \pm 0,017
K (%)	0,094	0,081	0,097	0,091 \pm 0,009
Na (%)	0,203	0,251	0,284	0,246 \pm 0,041
Cu (ppm)	5,930	5,880	5,830	5,880 \pm 0,050
Fe (ppm)	25,340	16,930	18,980	20,417 \pm 4,385
Zn (ppm)	10,610	16,490	17,480	14,860 \pm 3,714
Mn (ppm)	7,560	6,820	7,020	7,133 \pm 0,383

4.2 Obtención del liofilizado de cushuro

Durante la obtención del liofilizado de las muestras de cushuro, se llevó el registro del peso del material en estudio a lo largo del proceso, en la tabla 12 se presenta el balance de materia promedio (tres muestras).

Tabla 12. Balance de materia del proceso de liofilizado de cushuro

OPERACIÓN	INICIO (g)	ENTRA (g)	SALE (g)	CONTINUA (g)	RENDIMIENTO (%)	
					OPERACIÓN	PROCESO
Recepción	600,00	-	-	600,00	100,00	100,00
Selección y Clasificación	600,00	-	85,67	514,33	85,72	85,72
Pesado	514,33	-		514,33	100,00	85,72
Lavado/ Desinfección	514,33	60,82	-	575,15	111,83	95,86
Oreado	575,15	-	72,92	502,23	87,84	83,71
Liculado	502,23	-	63,52	438,71	87,35	73,12
Pre congelado	438,71	-	-	438,71	100,00	73,12
Sublimado	438,71	-	351,52	87,19	19,87	14,53
Secado	87,19	-	48,97	38,22	43,84	6,37
Pulverizado	38,22	-	7,07	31,15	81,50	5,19
Envasado	31,15	-	-	31,15	100,00	5,19

4.3 Determinación de componentes químicos de las muestras liofilizadas

Al igual que para las muestras frescas, se realizó el análisis químico de las muestras liofilizadas, los datos obtenidos se muestran en la tabla 13 y 14.

Tabla 13. Composición química de muestras liofilizadas de cushuro.

COMPONENTE	MUESTRA LIOFILIZADA			Media \pm SD
	Estado de crecimiento inicial (2 meses)	Estado de crecimiento medio (4 meses)	Estado de crecimiento final (6 meses)	
Materia orgánica (%)	76,78	77,04	77,74	77,19 \pm 0,50
Cenizas (%)	9,63	9,43	9,85	9,64 \pm 0,21
Humedad (%)	13,60	13,52	12,40	13,18 \pm 0,67
Proteína (%)	28,24	26,70	27,60	27,51 \pm 0,77

Tabla 14. Presencia de minerales en muestras frescas de cushuro, datos presentados en base seca.

MINERAL	MUESTRA			Media \pm SD
	Estado de crecimiento inicial (2 meses)	Estado de crecimiento medio (4 meses)	Estado de crecimiento final (6 meses)	
P ₂ O ₅ (%)	0,033	0,036	0,040	0,036 \pm 0,004
Ca (%)	2,093	2,229	2,213	2,178 \pm 0,074
Mg (%)	0,569	0,582	0,550	0,567 \pm 0,016
K (%)	0,238	0,261	0,268	0,256 \pm 0,016
Na (%)	0,685	0,833	0,776	0,765 \pm 0,075
Cu (ppm)	35,550	40,000	39,000	38,183 \pm 2,335
Fe (ppm)	16,830	19,110	17,250	17,730 \pm 1,213
Zn (ppm)	16,590	18,350	16,880	17,273 \pm 0,944
Mn (ppm)	17,060	10,870	19,380	15,770 \pm 4,399

4.4 Evaluación sensorial y de viscosidad de los tratamientos

La evaluación sensorial se realizó con 15 panelistas semientrenados. En las siguientes tablas se observan los resultados de la prueba de Friedman para cada atributo.

Tabla 15. Prueba de Friedman para el atributo Sabor

T0	T1	T2	T3	T ²	p
2.07	2.87	2.53	2.53	1.37	0.2642

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 12.016

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n	
T0	31,00	2,07	15	A
T2	38,00	2,53	15	A
T3	38,00	2,53	15	A
T1	43,00	2,87	15	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$).

Tabla 16. Prueba de Friedman para el atributo Aroma

T0	T1	T2	T3	T ²	p
1,93	2,37	2,57	3,13	3,78	0,0173

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 10,965

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n			
T0	29,00	1,93	15	A		
T1	35,50	2,37	15	A	B	
T2	38,50	2,57	15	A	B	C
T3	47,00	3,13	15			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$).

Tabla 17. Prueba de Friedman para el atributo color

T0	T1	T2	T3	T ²	p
2,23	2,47	2,30	3,00	1,75	0,1723

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 11,258

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n		
T0	33,50	2,23	15	A	
T2	34,50	2,30	15	A	B
T1	37,00	2,47	15	A	B
T3	45,00	3,00	15		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)

Tabla 18. Prueba de Friedman para el atributo Apariencia

T0	T1	T2	T3	T ²	p
2,27	2,73	2,47	2,53	0,48	0,6994

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 11.919

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n	
T0	34,00	2,27	15	A
T2	37,00	2,47	15	A
T3	38,00	2,53	15	A
T1	41,00	2,73	15	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes
($p > 0,050$)

Los resultados de la evaluación de viscosidad de los liofilizados de cushuro en comparación a Carboximetilcelulosa (CMC), se detallan en las tablas 19 y 20. Las lecturas de viscosidad se realizaron a 20 °C y 130 RPM, empleando un husillo RV # 2.

Tabla 19. Datos de prueba de viscosidad de liofilizados de cushuro en comparación a Carboximetilcelulosa (dilución 2g/L)

PARÁMETRO	RÉPLICA	CMC	CUSHURO		
			T ₁	T ₂	T ₃
Viscosidad (cp)	1	69,5	29,97	30,1	32,5
	2	68,9	30,6	30,4	31,1

Tabla 20. ANAVA para viscosidad con respecto al estabilizante empleado

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
VISCOSIDAD (cp)	8	1,00	1,00	1,00	1,47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.		2217,47	3	739,16	2106.68	<0,0001
TRATAMIENTO		2217,47	3	739,16	2106.68	<0,0001
Error	1,40	4	0,35			
Total	2218,87		7			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,41132

Error: 0,3509 gl: 4

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T0(CMC)	69,20	2	0,42	A
T1	31,80	2	0,42	B
T2	30,29	2	0,42	B
T3	30,25	2	0,42	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.5 Evaluación de composición químico nutrimental del néctar

La tabla 21, muestra los resultados de la composición químico proximal para el néctar elaborado con el liofilizado de cushuro de estado de crecimiento final de (6 meses).

Tabla 21. Composición proximal del néctar del tratamiento 3 (T₃).

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS
Proteínas	%	1,05
Carbohidratos	%	11,2
Grasas	%	0,06
Humedad	%	86,46
Cenizas	%	1,23
Sólidos solubles (°Brix)	°Brix	12,5
pH	--	3,5

V. DISCUSIÓN

5.1 De la composición química de las muestras de cushuro fresco

Se inició el estudio realizando el análisis químico de las muestras de cushuro fresco, conteniendo 89,80 % de humedad, 1,99 % de proteínas y 0,62 % de cenizas, cuyos valores tienen relación a lo obtenido por Villavicencio *et al.* (2009), quien menciona que el *N. commune* fresco, presenta 96,98% de humedad, 0,90% de proteínas y 0,22% de cenizas.

La diferencia entre los valores encontrados y la referencia, podrían deberse al tiempo de transporte de las muestras desde su hábitat (a más de 4200 msnm) hasta las instalaciones del laboratorio para su análisis, el cual tomó cerca de 12 horas. Durante este transcurso de tiempo, es razonable una pérdida de humedad, teniendo en cuenta el cambio de presión, temperatura y humedad relativa al cual fue sometida la muestra (aun siendo transportada en contenedores adecuados).

Lo mencionado en el párrafo anterior, se evidencia al observar la tabla 10, donde se tiene un incremento de humedad conforme se avanza en el estado de madurez de las muestras, lo cual es razonable ya que las algas de dos meses de edad no presentan un desarrollo completo siendo propensas al daño mecánico y por ende a la pérdida de agua intracelular. Esto repercute en el incremento de los valores de la materia orgánica (proteína, carbohidratos, fibra y lípidos) y cenizas (minerales).

De otro lado, en la tabla 11 se detallan algunos minerales presentes para cada estado de crecimiento de cushuro, donde es notoria el incremento de calcio, magnesio y zinc, así como la disminución de hierro y manganeso; conforme a mayor sea el estado de crecimiento. Resaltan también el contenido de potasio, cobre, hierro, fósforo y zinc, lo que concuerda por lo reportado por Ponce (2014), Villavicencio (2009) y Gantar (2008).

5.2 Obtención del liofilizado de cushuro

La mayoría de los estudios realizados en algas trabajan con muestras frescas o secas, otros utilizan diferentes solventes orgánicos como hexano, metanol, soluciones hidroalcohólicas, entre otros. Para el presente caso, se acondiciono (licuado) el *N. commune* que luego se liofilizó, obteniéndose un rendimiento de final de 5,19 %, siendo mayor a los 0,074 % reportado por Chávez (2014).

Una de las probables explicaciones a esta diferencia de resultados en el rendimiento porcentual obtenido, podría deberse al método usado en la obtención y preparación de las muestra, ya que Chávez uso el extracto del *N. sphaericum* que fue acuoso y que luego liofilizó, mientras que en este estudio se acondicionaron la muestras licuando los cushuros frescos sin adición de agua. Además, se tiene que tener en cuenta la humedad final obtenida, que para el estudio fue de 13,18% (en el momento de análisis), frente a los 5,75% reportado por Chavez; esta marcada diferencia puede deberse a problemas de captación de humedad que habría sucedido con la muestra durante su almacenamiento alta su posterior análisis, a causa fallas en la hermeticidad del envase y la alta humedad relativa del ambiente.

5.3 De la determinación de componentes químicos de las muestras liofilizadas

Respecto al estudio de la composición química del liofilizado se pudo hallar que la cantidad de proteína fue de 27,51 % de Nostoc liofilizado, encontrándose dentro del rango de los 30,0; 25,4; 23,0 y 25,4% de proteína para muestras secas de *N. commune*. reportado por Aldave (1985), Ponce (2014), Barboza (2010) y Gantar (2008), respectivamente.

Otros componentes que también se determinaron fueron cenizas (9,64 %) y materia orgánica (77,74 %), cuya presencia es considerable.

En el caso de los minerales, al igual que en el caso de las muestras frescas, se visualiza en la tabla 14, el incremento de los valores de calcio, hierro y manganeso; conforme mayor el estado de crecimiento.

5.4 Evaluación sensorial y de viscosidad del néctar

La Prueba de Friedman de la evaluación sensorial, presentados en las tablas 15 al 18, especifican que solo existen diferencias significativas entre tratamientos para el atributo aroma, determinándose que los tratamientos T2 y T3 (donde se adición de cushuro liofilizado como estabilizante) son estadísticamente similares, siendo el T3 el que presenta la mejor media de rango (3,13), convirtiéndose así en el tratamiento de mejor elección.

De otro lado, el hecho de que no existan diferencias significativas entre los tratamientos, para los demás atributos, nos demuestra que el empleo de cushuro liofilizado como estabilizante en la elaboración de néctar de piña, es factible en el sentido de aceptación sensorial por los consumidores, ya que los panelistas no encontraron diferencia con respecto al testigo (elaborado con adición de carboximetilcelulosa).

En el caso de la evaluación comparativa de la viscosidad de las muestras liofilizadas frente al corboximetilcelulosa (CMC), el análisis de varianza mostro diferencias significativas, finalmente con la prueba Tukey (95,0%) se definió que el CMC presenta una mayor viscosidad, y las muestras de cushuro liofilizado exhiben viscosidad estadísticamente similar (tabla 20).

5.5 De la evaluación de composición químico nutrimental del néctar

Habiendo definido el mejor tratamiento con la evaluación sensorial y de viscosidad, se procedió a determinar la composición proximal del mismo (T3), en la tabla 21 se detallan los resultados obtenidos, donde se rescata la presencia considerable de cenizas (1,23 %) y proteínas (1,05 %).

En cuanto a solidos solubles el néctar del tratamiento 3, presenta 12,5 °Brix y un pH de 3,5, cumpliendo los requisitos para néctares de frutas de la NTP N° 203 – 011 (INDECOPI 2003), la misma que especifica un mínimo de 12 °Brix y un pH entre 3,3 a 4,2 para este producto.

VI. CONCLUSIONES

- 1 El análisis proximal en base húmeda del *Nostoc commune* fresco presentó un alto porcentaje de proteínas 1,99 % y cenizas 0,62 %, mientras que la muestra liofilizada mostró el 27,51 % de proteína y cenizas 9,64 %
- 2 Los néctares de piña elaborado con *N. commune* liofilizado, no presenta diferencia alguna con respecto al néctar de piña convencional; por lo que es factible su empleo como estabilizante.
- 3 El análisis de viscosidad de los tres tratamientos, elaborados con *Nostoc commune* liofilizado (2g/L) resulta el 50% menor, que el néctar de piña elaborado con carboximetilcelulosa, evaluado en la misma concentración.
4. La muestra del tratamiento T3 presento considerable contenido de proteínas (1,05%) y cenizas (11,2%); de la misma manera mostro 12,5 °Brix y un pH de 3,5, cumpliendo así con la normativa nacional.

VII. RECOMENDACIONES

- 1 Se recomienda hacer muestras seriadas en diferentes fechas de recolección para determinar la variabilidad en el porcentaje de rendimiento para el liofilizado de *Nostoc Commune*.
- 2 Realizar estudios para determinar la cinética de liofilización de *Nostoc commune* y optimizar el proceso
- 3 Evaluar la diferente especie de cushuro para uso como estabilizante en la industria alimentaria.
- 4 Realizar la caracterización reológica del liofilizado de *Nostoc commune*.
- 5 Usando el cushuro liofilizado se enriquece el producto a razón de su componente nutrimental, de tal modo se recomienda el consumo.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. ALDAVE, P. (1985) Algas andino peruanas como recurso hidrobiológico alimentario. Boletín de Lima, Vol. 37: 66 – 72.
2. Amores Vizuite, D. A. (2011) Evaluación Nutritiva y Nutraceutica de la Mora de Castilla (*Rubus Glaucus*) deshidratada por el Método de Liofilización y Comparación con la Obtenida por Deshidratación en Microondas y Secador en Bandejas. Tesis de pregrado. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia. 53, 72 p.
3. AMOS, A. J. (1968) Manual de industrias alimentarias. Zaragoza. Ed. Acribia.
4. Método Brookfield para el análisis de la viscosidad (CK- G02). Amtex Corp (en línea). Consultado el 20 de junio del (2016.) Disponible en: www.amtex-corp.com
5. Ansín, O.; Deregibus, A.; Lanfranco, J. (2002). Papel del alga Nostoc commune y efecto del pastoreo por vacunos sobre la colonización de suelos alcalinos en la Pampa Deprimida. Ecología Austral, 12: 135-142. Asociación Argentina de Ecología.
6. AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (2012) Official methods of analysis of the association of the official analysis chemists. 19th Ed. Washington DC.
7. Barbosa-Canovas G, Vega-Mercado H. (2000)Deshidratación de Alimentos, la edición. Zaragoza, España: Editorial Acribia, España; 314 p
8. Castillo, M y Rojas, P. (2005) Determinación de las Propiedades en Zumo y Néctar Empleados en un Programa en Visual Basic. Chimbote, Perú. 34 – 55 p.
9. Castillo V., W. (2012) Efecto de la dilución y concentración de carboximetilcelulosa sódica en la estabilidad y aceptación general de néctar de membrillo (*Cydonia oblonga* L.) Tesis de pregrado. Trujillo, Perú. Universidad Nacional de Trujillo, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial. 7 – 22 p.

10. Catalán G., J. E. (2013) Evaluación a nivel de laboratorio de la capacidad fermentativa de los granos de tибicos utilizando como sustrato único el jugo del eje de la inflorescencia de la piña (*Ananas comosus*) para ser aprovechado como posible bebida probiótica. Tesis de pregrado. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Ingeniería Química. 11 – 17 p.
11. Chavez, (2014) composición química y actividad antioxidante in vitro del extracto acuoso de *Nostoc Sphericum* (Cushuro), laguna Cushurococha-Junin.
12. Clementz, A. y Delmoro, J. (2011). Snacks Frutales. Universidad del Centro Educativo Latinoamericano. Rosario, Argentina. Vol. 14, núm. 27: 153-163.
13. Doraliza Tovar (1993) Capacidad de Fijación de Nitrogeno, Revista de Química. Vol. VII. NII.
14. Eduardo Orrego, (2008) Colombia, Ing. Químico, Esp. en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Estudios de Congelación y liofilización de alimentos.
15. Ernesto Ponce, (2014) Nostoc: un alimento diferente y su presencia en la precordillera de Arica Nostoc: A different food and their presence in the precordillera of Arica Volumen 32, Nº 2. Páginas 115-118--IDESIA (Chile) Marzo-Mayo, 2014.
16. Gantar (2008) Microalgae and Cyanobacteria: Food for Thought. Phycol. 44: 260-268 Phycological Society of America. DOI: 10.1111/j.15298817.2008.00469.x
17. Gonzales, L. (1976) Determinación de ácidos grasos en una nueva especies de alga del género. Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología Universidad Nacional Autónoma de México.
18. Herrera P., M. (2012). Evaluación de los exopolisacáridos producidos por una cepa nativa de cianobacteria *Nostoc* sp. Como sustrato en la producción de bioetanol, Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Química y Ambiental Bogotá D.C., Colombia.

19. Huaraca A. A. P. (2011). Evaluación nutritiva y nutracéutica de la frutilla (*Fragaria vesca*) deshidratada por el método de liofilización y comparación con la obtenida por deshidratación en microondas. Tesis de pregrado. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia. 36-46 p.
20. Holly E. Johnson y colegas. (2008); Cyanobacteria (*Nostoc commune*) used as a dietary item in the Peruvian highlands produce the neurotoxic amino acid BMAA Publicado en el Journal of Ethnopharmacology, Vol.118, Nº 1
21. INDECOPI (1992.) Norma Técnica Peruana Nº 209.038. Lima, Perú.
22. INDECOPI(1995) Norma Técnica Peruana “Néctares de Frutas” Nº202.083.Lima, Perú.
23. INDECOPI (2003) Norma Técnica Peruana “Generalidades de jugos y Néctares” Nº 203 – 011.Lima, Perú.
24. ITIS (Integrated Taxonomic Information System, US) (2001 – 2016). Base de datos (en línea). USA. Consultado el 27 de Abril del 2016. Disponible en: <http://www.itis.gov>
25. Macas, M. (2007) Evaluación Nutricional del Tomate (*Lycopersicon sculentum L*) deshidratado. Tesis Bioquímico Farmacéutico. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia.
26. Morales E., Rodríguez M., García D., Loreto C. y Marco, E. (2002). Crecimiento, producción de pigmentos y exopolisacáridos de la cianobacteria sp. PCC 7120 en función del pH y CO₂. Interciencia. Vol. Nº 27(7): 373 – 378.
27. NCBI, (2014) National Center for Biotechnology Information (NCBI): NCBI Taxonomy. Accessed via <http://www.gbif.org/species/105948654> on 2014-01-31
28. Norma General del Codex Para Zumos (jugos) y Néctares de Frutas (Codex Stan 247-2005).

29. Núñez, J. y Mendoza, A. (2006) Fatty acid composition and nutritional effect in rats of cushuro (vaucher). *Pharmacology on line*, Vol. N° 3: 676 – 682.
30. Núñez S., M. (2010) Tesis de pregrado. Huánuco, Perú. Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Escuela Académico Profesional de Agronomía. 12 – 30 p.
31. Orrego A., C. E. (2008) Congelación y Liofilización de Alimentos. Colombia. 1° Ed. Artes Gráficas Tizan Ltda. 57 – 100 p.
32. Parra V., J. C. (2013) Determinación de la cinética de liofilización en floretes de brócoli (*Brassica oleracea L, var. Legacy*) y evaluación del contenido de ácido L - ascórbico (L- AA) y actividad peroxidasa (POD). Tesis de grado ingeniero de alimentos. Bogotá, Colombia. Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. 27 – 34 p.
33. Perera H.-Nutripac S.A. Cuadernos del Ceagro N°3 – 2001/(95 – 99) Cinética de la liofilización el caso de los alimentos, -perera@biotica.com.ar
34. Quispe V., P. J. (2014) Optimización de la elaboración de un néctar a base de Maracuyá (*Passiflora edulis*) y Papaya (*Carica papaya L.*) mediante el análisis de supervivencia. Tesis de pregrado. Huacho, Perú. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Escuela Académico Profesional de Industrias Alimentarias. 12 – 22 p.
35. Ramírez Navas, J. S. (2006) Liofilización: Estado del Arte. Universidad del Valle. Programa Doctoral en Ingeniería. Ingeniería de Alimentos. Cali, Colombia.
36. Reháková, K.; Johansen, J.R.; Casamatta, D.A.; Xuesong, L.; Vincent, J. 2007. Morphological and molecular characterization of selected desert soil cyanobacteria: three species new to science including Mojaviapulchra gen. et sp. nov. *Phycologia* 46: 481-502.
37. Rodríguez, F; Aguado, J; Calles, J; Cañizares, P; López, B; Santos, A; y Serrano, D. 2002. Ingeniería de la industria Alimentaria. Operaciones de procesado de alimentos. España. Volumen II. Editorial Síntesis S.A.

38. Sagñay Ruiz, N. I. (2009) Control de calidad de frutilla (*Fragaria vesca*) deshidratada por método de microondas a tres potencias. Tesis de químico farmacéutico. Riobamba, Ecuador. Facultad de Ciencias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia.
39. Tafur Z., R. (2013), narra sobre un relato nutritivo respecto al CUSHURO o MURMUNTA, Lo que da fuerza a la vida.
40. Torres N., J. M. (2011) Elaboración del néctar de uvilla (*Physalis peruviana L.*), utilizando sacarina, dos concentraciones de estabilizante y dos tiempos de pasteurización. Tesis de pregrado. Ibarra, Ecuador. Universidad Técnica del Norte, Escuela de Ingeniería Agroindustrial. 57 – 75 p.
41. Vargas Y. y Pisfil, E. (2008) Estudio químico bromatológico y elaboración de néctar de *Mespilus germánica L.* (níspero de palo) procedente de la provincia de Vilca huamán, departamento de Ayacucho. Tesis de pregrado. Lima, Perú. Universidad Nacional mayor de. 14 – 34 p.
42. Vega, R. (2005); Liofilización de Pulpa de *Myrciaria dubia HBK mc Maugh*, Camu. FOLIA AMAZÓNICA 14 (2) 2005.
43. Villavicencio G., M.; Alvarez O., L.; Fonseca L., A.; Alicia Clara Ibazeta V., A. C. y Alvarado O., E. I. (2009) Efectos nutritivos del nostoc (cushuro) en los niños desnutridos de 1 a 3 años del distrito de Amarilis-2007. Investig. Valdizana 3 (1) 2009.
44. Viteri, P. (2005) Estudio de estabilidad de la pulpa de mora sometida al proceso de liofilización. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción. Guayaquil. Ecuador. 6 – 10 p.

ANEXO

REPORTE DE ANÁLISIS



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

Av. Universidad s/n Telef: (052) 662342 - Celular: 992047050 Ayudo: 156

guilherme@unasesa.edu.pe



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: SANTIAGO VASQUEZ HILDA ORFILA		PROCEDENCIA: HUANUCO												
Datos de la muestra		Porcentaje			Porcentaje			PARTES POR MILLON (mg/Kg)						
Código	Tipo	Dato	Centzas en base seca (%)	Humedad (%)	N (base seca) (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Min ppm
M0195A	CUSHURO FRESCO	M1	7.45	92.55	6.16	3.124	0.009	1.235	0.320	0.094	5.93	25.34	10.61	7.50
M0195B	CUSHURO FRESCO	M2	5.30	94.70	6.13	3.102	0.017	1.270	0.348	0.081	5.88	16.93	16.48	6.82
M0195C	CUSHURO FRESCO	M3	5.45	94.55	9.17	3.119	0.023	1.371	0.036	0.284	5.83	18.98	17.48	7.02

Tingo María, 08 de junio del 2016
MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
 Recibo N° 0455654

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 LAB. ANALISIS DE SUELOS

W.Sc. Mg. Miguel Herrera Rojas
 J.E.F.B.

MÉTODOS ANALÍTICOS

CARACTERÍSTICA	MÉTODO	CARACTERÍSTICA	MÉTODO
EXTRACTO	VÍA SECA	HUMEDAD	ESTUFA 105° C
DETERMINACIÓN DE MACROELEMENTOS: Ca, Mg, K, Na	EAA VARIAN ALEMANIA	CENIZAS	MUFLA 660° C
DETERMINACIÓN DE FÓSFORO	METAVANADATO ESPECTRO UV VISIBLE THERMO SCIENTIFIC USA	DETERMINACIÓN DE MICROELEMENTOS: Fe, Mn, Zn, Cu	EAA VARIAN ALEMANIA
CADMIO Y PLOMO	EAA VARIAN ALEMANIA	N TOTAL	KJENDHAL BUCHI ALEMANIA





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
TINGO MARIA
FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
LABORATORIO DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS DE LA FIIA



"Año de la consolidación del Mar de Grau"

ASUNTO: Proceso de liofilización del Cushuro (*Nostoc Commune*)

Propietario : Bach. Hilda Santiago Vasquez

Muestras : Cushuro (*Nostoc Commune*) fresco

Procedencia : Jacas Chico - Provincia de Yarowilca - Huánuco

Resultados : Se liofilizo la muestra indicada, con los siguientes parámetros

Temperatura de congelación -30°C

Tiempo de liofilización 10 horas

Tingo María 18 de julio del 2016

Atentamente,


Ing. Humberto Rivera Rojas
Jefe del Laboratorio de Ingeniería de Alimentos FIIA



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

Av. Universitaria s/n Tever, (062) 562342 - Celular 982047050 Aptdo. 156

analisis@suelos.unasylva.edu.pe



ANÁLISIS ESPECIAL

<u>SOLICITANTE:</u>		<u>SANTIAGO VASQUEZ HILDA ORFILA</u>		<u>PROCEDENCIA:</u>		<u>HUANUCO</u>									
Datos de la muestra		Porcentaje			Porcentaje			PARTES POR MILLON (mg/Kg)							
Código	Tipo	Sector	Cenizas en base seca (%)	Materia Orgánica en base seca (%)	Humedad (%)	N (base seca) (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm
M0314	CUSHURO LIOFILIZADO	M1	11.14	88.86	15.74	5.229	0.033	2.093	0.569	0.238	0.605	35.55	16.83	16.59	17.06
M0314	CUSHURO LIOFILIZADO	M2	10.91	89.09	15.64	4.941	0.036	2.228	0.582	0.261	0.833	40.00	19.11	18.35	19.87
M0314	CUSHURO LIOFILIZADO	M3	11.25	88.75	14.16	5.041	0.040	2.213	0.550	0.268	0.776	39.00	17.25	16.88	19.38

Tingo María, 22 de Junio del 2016
 MUESTRADO POR EL SOLICITANTE
 Recibo N° 04556561

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 LABORATORIO DE SUELOS

M.Sc. Blg. Miguel Huampa Rojas
 JEFE



MÉTODOS ANALÍTICOS

CARACTERÍSTICA	MÉTODO	CARACTERÍSTICA	MÉTODO
EXTRACTO	VIA SECA	HUMEDAD	ESTUFA 105° C
DETERMINACIÓN DE MACROELEMENTOS: Ca, Mg, K, Na	EAA VARIAN ALEMANIA	CENIZAS	MUFLA 660° C
DETERMINACIÓN DE FOSFORO	METAVANADATO ESPECTRO UV VISIBLE THERMO SCIENTIFIC USA	DETERMINACIÓN DE MICROELEMENTOS: Fe, Mn, Zn, Cu	EAA VARIAN ALEMANIA
CADMIO Y PLOMO	EAA VARIAN ALEMANIA	N TOTAL	KJENDHAL BUCHI ALEMANIA



**INFORME DE ENSAYO
CERTIFICADO DE ANÁLISIS No 16.07.18**

I. SOLICITANTE:

RAZÓN SOCIAL RESPONSABLE : **Tesista: HILDA ORFILA SANTIAGO VASQUEZ**
 RESPONSABLE : El Solicitante
 DIRECCIÓN : Av. 30 DE Agosto Mz C Lote 4 Comité 10-Sta Rosa alta-Aparicio - Pomares
 RUC :

II. INFORMACION DE SERVICIO:

MUESTRA : **NECTAR DE PIÑA**
 PROCEDENCIA DE MUESTRA : Laboratorio de procesos Agroindustriales - UNHEVAL.
 FORMA Y PRESENTACION : 3 Botellas de vidrio herméticamente cerrado (300 mL c/u aprox.)
 NOMBRE DE PROYECTO DE TESIS : " INFLUENCIA DEL EXTRACTO ACUOSO LIOFILIZADO DE TRES ESTADOS DE CRECIMIENTO DE CUSHURO (*Nastoc commune*) COMO ESTABILIZANTE EN LA ELABORACIÓN DE NÉCTAR DE PIÑA"
 ANALISTA RESPONSABLE : Blgo. Carlos Gayoso A.
 FECHA DE INGRESO : Blgo. Ricardo Ayala P.
 ANALISIS SOLICITADOS : 2016-07-21
 FECHA INICIO DE ENSAYO : FÍSICOQUÍMICO PROXIMAL Y MICROBIOLÓGICO
 FECHA TÉRMINO DE ENSAYO : 2016-07-21
 FECHA EMISIÓN DE RESULTADOS : 2016-07-26
 FECHA EMISIÓN DE RESULTADOS : 2016-07-27

III. DOCUMENTO NORMATIVO DE REFERENCIA:

BASE TÉCNICA : **COMPOSICION Y ANALISIS DE ALIMENTOS DE PEARSON**
 AOAC - Standard Methods 21th Edition
 2da Edición 2011
 NIVEL DE MUESTREO : Muestra prototipo
 TIPO DE MUESTREO : Ensayo directo

***BAJO RESPONSABILIDAD DEL SOLICITANTE**



IV. RESULTADOS DE ANALISIS:

**RESULTADOS
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO**

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADOS
PROTEÍNAS	%	Kjendahl Method	1.05
CARBOHIDRATOS	%	Indirect Method	11.2
GRASAS	%	Soxhlet Method	0.06
HUMEDAD	%	Air Owen	86.46
CENIZAS	%	Incineración	1.23
SOLIDOS SOLUBLES (°brix)	° BRIX	Refractometro	12.5 °brix
PH	---	Potenciometro	3.5

LOS RESULTADOS OBTENIDOS SON EN BASE A 100 ml DE MUESTRA SECA.

HUÁNUCO 27 DE JULIO DE 2016




2 de 2

RECOLECCIÓN DE MATERIA PRIMA



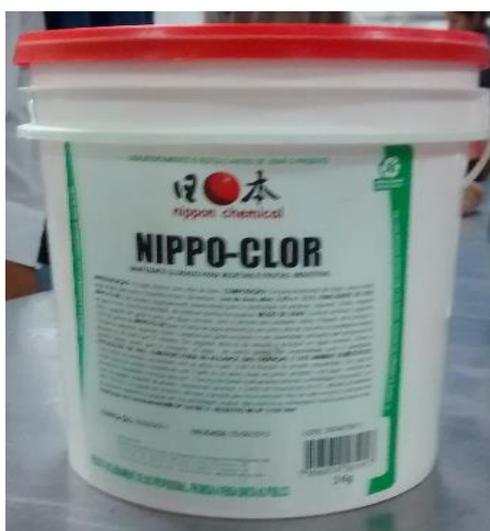
Nostoc commune en estado de crecimiento



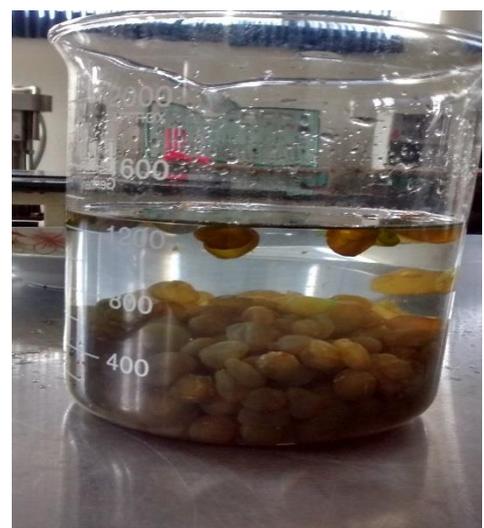
Nostoc commune en estado de recolección



Selección de Nostoc commune



Agente desinfectante para vegetales



Desinfección

Detalle de muestras recolectadas, nótese la variación de tamaños y color.

Los tres estados de crecimiento



2 meses

2 meses



4 meses



6 meses

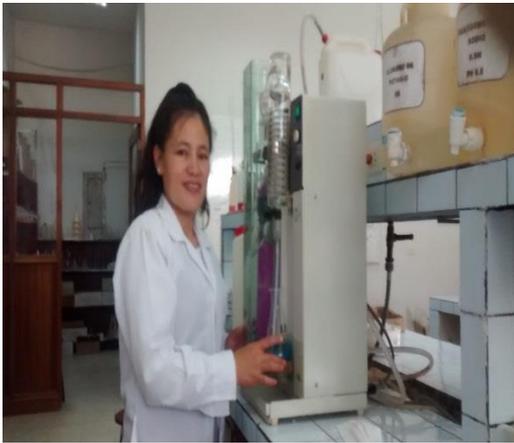
Determinando proteína-imágenes



Cantidad de cushuro para determinar Nitrógeno



Combustión de muestra



Proceso de liofilización



Nostoc commune licuado



Acondicionamiento 1



Acondicionamiento 2



Congelando muestra



Acondicionando liofilizador



Liofilizador encendido

Proceso de envasado de liofilización



Peso final de liofilizado



Proceso para determinar minerales por método espectrofotómetro de absorción atómica



Pesando 2g de cushuro



Muestra en la estufa por 24 horas



Dilución de muestras

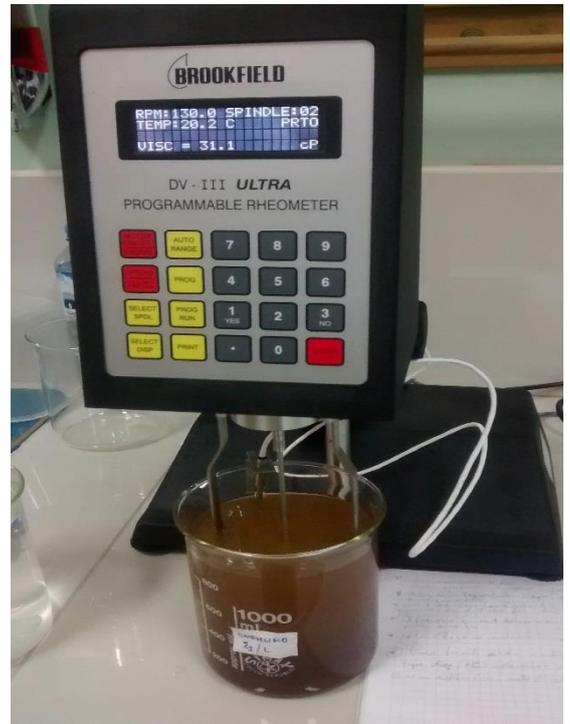
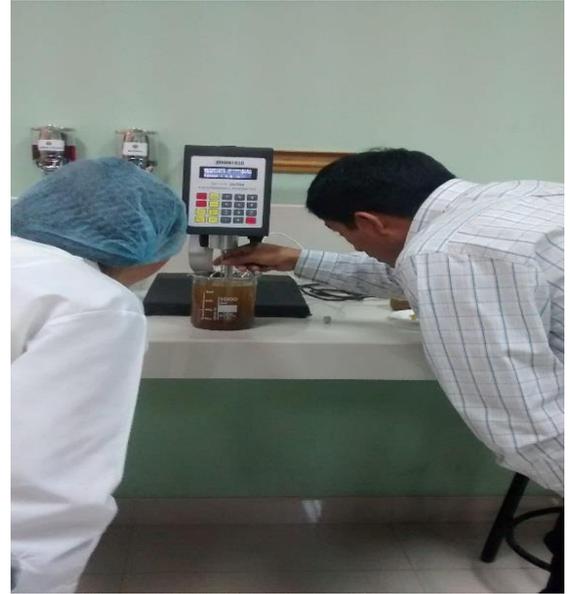


Lectura de minerales por el método de espectrofotómetro de absorción atómica

Proceso de elaboración de néctar de piña usando como estabilizante
cushuro liofilizado 2g/L



Prueba de viscosidad



Algunos panelistas que practicaron la evaluación sensorial

