

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



**EVALUAR LOS PARÁMETROS DURANTE EL TRATAMIENTO
TÉRMICO PARA OBTENCIÓN DE MUCÍLAGO DE LA PENCA
DE TUNA (*Opuntia ficus-indica*)**

TESIS

PRESENTADA POR:

JUAN JOSÉ HUANCA ALCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUNO – PERU

2017



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

EVALUAR LOS PARÁMETROS DURANTE EL TRATAMIENTO TÉRMICO
PARA OBTENCIÓN DE MUCÍLAGO DE LA PENCA DE TUNA

(Opuntia ficus-indica)

TESIS

PRESENTADA POR:

JUAN JOSÉ HUANCA ALCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE

:

.....
M.Sc. FLORENTINO V. CHOQUEHUANCA CACERES

PRIMER MIEMBRO

:

.....
Ing. EDGAR GALLEGOS ROJAS

SEGUNDO MIEMBRO

:

.....
Dr. RONALD ASTETE TEBES

DIRECTOR

:

.....
M.Sc. PABLO PARI HUARCAYA

ÁREA: Ingenierías y Tecnologías

TEMA: Desarrollo de Procesos y Productos Agroindustriales Sostenibles y Eficientes

FECHA DE SUSTENTACIÓN 17 DE NOVIEMBRE DEL 2017

DEDICATORIA

*A Dios, quien con su infinito amor me
ha dado fortaleza para continuar,
quien guía cada uno de mis pasos, con
toda la humildad de mi corazón
pueda emanar.*

*A mis queridos padres Marcos Y Dora quienes han sabido formarme con buenos
sentimientos, hábitos y valores; quienes me dieron su cariño, apoyo, comprensión y
ejemplo de vida.*

*A mis maestros de la universidad por
inculcarme los diferentes
conocimientos que me impartieron y
por los ejemplos de seguir adelante a
pesar de los obstáculos siguen
avanzando.*

AGRADECIMIENTOS

- A nuestra Alma Mater la Universidad Nacional del Altiplano, a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por haberme impartido sus valiosas enseñanzas y compartido experiencias en mi formación profesional.
- A mi Director de Tesis M. Sc. Pablo Pari Huarcaya, quiero expresar mi más sincero agradecimiento por sus consejos, apoyo, orientación y comprensión en el desarrollo de este trabajo de investigación.
- A mis Jurados de Tesis al M. Sc. Florentino Victor Choquehuanca Caceres, al Ing. Edgar Gallegos Rojas, al Dr. Ronald Astete Tebes, por su sabia enseñanza y contribución, críticas, sugerencias y correcciones para la culminación de esta investigación.
- Al Personal Administrativo de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por su apoyo durante la ejecución del proyecto

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE ACRONIMOS	9
RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	11
CAPÍTULO I.....	12
INTRODUCCION	12
1.1. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	13
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	13
CAPÍTULO II	14
REVISIÓN DE LITERATURA	14
2.1. TUNA (<i>Opuntia ficus-indica</i>)	14
2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA PLANTA.....	15
2.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA TUNA.....	17
2.4. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PENCA DE TUNA (<i>Opuntia ficus-indica</i>)	17
2.5. USOS EN GENERAL DE PENCA DE TUNA (NOPAL).....	19
2.6. ALTERNATIVAS DE INDUSTRIALIZACIÓN DE LA PENCA DE TUNA (NOPAL).....	20
2.7. PROPIEDADES NUTRICIONALES	21
2.8. PRODUCCIÓN DE TUNA	22
2.9. EL MUCÍLAGO	22
2.9.1. CLASES DE MUCÍLAGOS	22
2.9.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS MUCÍLAGOS.....	23
2.9.3. USO DE LOS MUCÍLAGOS	24
2.9.4. EXTRACCIÓN DEL MUCÍLAGO	24
2.10. ESCALDADO DE ALIMENTOS	26
2.10.1. PROCESO DE ESCALDADO	26
2.10.2. TIPOS DE ESCALDADO	26
2.11. PASTEURIZACIÓN.....	27
2.12. EVALUACIÓN SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS.....	28
2.12.1. IMPORTANCIA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL.....	28
2.12.2. VARIABLES DE ANÁLISIS SENSORIAL	29

CAPÍTULO III	32
MATERIALES Y MÉTODOS	32
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	32
3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL.....	32
3.3. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS	32
3.3.1. EQUIPOS	32
3.3.2. MATERIALES	32
3.3.3. REACTIVOS	33
3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	34
3.5. FACTORES EN ESTUDIO	36
3.6. VARIABLE DE RESPUESTA.....	36
3.7. MÉTODOS DE ANÁLISIS	36
3.7.1. SELECCIÓN DE LOS PANELISTAS	36
3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	37
CAPÍTULO IV.....	38
RESULTADOS Y DISCUSIONES	38
4.1. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA OBTENCIÓN DE MUCÍLAGO DE PENCA DE TUNA	38
4.1.1. COLOR.....	38
4.1.2. SABOR	39
4.1.3. OLOR	39
4.1.4. APARIENCIA GENERAL	40
4.1.5. CONSISTENCIA	41
4.1.6. RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE LA PENCA DE TUNA.	42
4.1.7. RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL MUCÍLAGO DE PENCA DE TUNA (<i>Opuntia ficus-indica</i>).....	44
CAPÍTULO V	46
CONCLUSIONES	46
CAPÍTULO VI.....	47
RECOMENDACIONES	47
CAPÍTULO VII	48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
ANEXOS	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Propuesta de estructura parcial para el mucílago de <i>Opuntia ficus-indica</i>	24
Figura 2: Diagrama de flujo para la obtención de mucílago de penca de tuna – Nopal (<i>Opuntia ficus indica</i>).	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Zonas productoras de <i>Opuntia ficus-indica</i>	16
Tabla 2: Composición química de la penca de tuna (<i>Opuntia ficus-indica</i>)	18
Tabla 3: Composición química de cladodios de distintas edades (porcentaje materia seca)	18
Tabla 4 : Composición química de la penca de tuna.	19
Tabla 5: Composición química de penca de Tuna de Brambilla (2007).....	37
Tabla 6: Análisis de varianza para el Color	38
Tabla 7: Análisis de varianza para el Sabor	39
Tabla 8: Análisis de varianza para el olor.....	39
Tabla 9: Análisis de varianza para la apariencia general.	40
Tabla 10. Comparación múltiple de Tukey, para apariencia general:	40
Tabla 11: Análisis de varianza para la Consistencia.....	41
Tabla 12. Comparación múltiple de Tukey, para consistencia:	41
Tabla 13: Selección el mejor Tratamiento	42
Tabla 14: Resultado de Análisis físico químico de la penca de tuna (<i>Opuntia ficus-indica</i>).	42
Tabla 15: Resultado de Análisis físico químico del mucílago de penca de tuna (<i>Opuntia ficus-indica</i>).	44

ÍNDICE DE ACRONIMOS

A.O.A.C.	: Asociación Internacional de Químicos Analíticos Oficiales
FAO	: Organización Para la Agricultura y la Alimentación
pH	: Potencial Hidrogeno

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con la finalidad de determinar los parámetros (temperatura y tiempo) durante el tratamiento térmico para la obtención del mucílago de la penca de tuna en función a la evaluación organoléptica, que permita obtener el producto de buena calidad determinando su composición química en función a las características organolépticas. Se utilizó la penca de tuna (*Opuntia ficus-indica*), se realizó un tratamiento térmico (escaldado) a una temperatura de 85°C durante 20 minutos. Seguidamente se procedió al pelado y trozado en forma de cubos de un 1 cm por lado aproximadamente, luego se sometió al remojo durante 20 minutos para poder obtener todo el mucílago posible de la penca de tuna, seguidamente se prosiguió a una filtración para el cual se utilizó un tamiz tyler N° 100 para separar el mucílago de los sólidos restantes. Posteriormente se hizo un tratamiento térmico (pasteurización) a diferentes temperaturas (70, 75 y 80°C durante el tiempo de 45, 30 y 15 segundos). A Cada producto con su respectivo tratamiento térmico se le realizo su evaluación sensorial y calificación. Estos resultados fueron evaluados con el control ANOVA, para los tratamientos significativos se le aplico la prueba de Tukey seleccionando el tratamiento ubicado en el primer rango estadístico. Acorde al diseño estadístico en relación a los análisis sensoriales calificados, el proceso de obtención de mucílago con el tratamiento térmico de 80°C y a un tiempo de 30s resulto ser el más adecuado en relación a la evaluación sensorial por presentar diferencias significativas ($P < 0.05$) del trabajo de apariencia general y consistencia. La composición químico proximal del producto obtenido del mucílago de la penca de tuna (*Opuntia ficus-indica*), es aceptable en la que se muestra el resultado 99,93% de humedad, 0,02% en la ceniza y del mismo modo tiende a obtener en la proteína 0,05%. Se concluyó que los tratamientos térmicos afectaron la composición química proximal y las características organolépticas del producto final.

Palabras claves: Penca de tuna, mucílago, tratamiento térmico, evaluación sensorial.

ABSTRACT

The present research work was carried out in order to determine the parameters (temperature and time) during the thermal treatment to obtain the mucilage of the prickly pear cactus according to the organoleptic evaluation, which allows obtaining the product of good quality by determining its chemical composition according to the organoleptic characteristics. The prickly pear cactus (*Opuntia ficus-indica*) was used, a thermal treatment (blanching) was carried out at a temperature of 85 ° C for 20 minutes. Then it was peeled and cut into cubes about 1 cm per side, then it was soaked for 20 minutes to get all the possible mucilage of the prickly pear, followed by a filtration for which He used a Tylor No. 100 sieve to separate the mucilage from the remaining solids. Subsequently a heat treatment (pasteurization) was made at different temperatures (70, 75 and 80 ° C during the time of 45, 30 and 15 seconds). A each product with its respective thermal treatment was made its sensory evaluation and qualification. These results were evaluated with the ANOVA control, for the significant treatments the Tukey test was applied selecting the treatment located in the first statistical rank. According to the statistical design in relation to the qualified sensory analysis, the process of obtaining mucilage with the thermal treatment of 80 ° C and at a time of 30s turned out to be the most adequate in relation to the sensory evaluation due to significant differences ($P < 0.05$) of the work of general appearance and consistency. The proximal chemical composition of the product obtained from the prickly pear mucilage (*Opuntia-ficus indica*), is acceptable, showing the result 99.93% humidity, 0.02% in the ash and in the same way it tends to obtain in the protein 0.05%. It was concluded that the thermal treatments affected the proximal chemical composition and the organoleptic characteristics of the final product.

Key words: Tuna pear, Mucilage, Heat treatment, sensory evaluation.

CAPÍTULO I

INTRODUCCION

El presente trabajo de investigación da a conocer los parámetros adecuados para la obtención de mucílago de penca de tuna y de esta manera crear alternativas de industrializar la tuna que ofrece la naturaleza. Además, no simplemente consumir pulpa de la tuna, sino también utilizar la penca que es de mucha importancia.

No obstante, hay habitantes que sufren de la diabetes (enfermedad por la alta concentración de azúcar en la sangre). Por esta razón es que se ha visto conveniente ver este aspecto de manera muy importante optando facilitar la obtención de mucílago que evite estos problemas de salud, y en ese entender se realiza la transformación de penca de tuna en mucílago mediante el tratamiento térmico, que es de muchísima importancia para los diabéticos, prevenir el cáncer de colon y efecto de combatir el exceso de colesterol en la sangre, fracturas, abscesos, hinchazones y tumores, impide el aumento en los niveles de glucosa, estimula la circulación y su alto contenido en fibra, optimiza el funcionamiento del sistema digestivo, (Villarreal, 2015).

El consumo de dietas ricas en alimentos vegetales esta inversamente relacionado con cáncer de colon. En cambio, el consumo de altas cantidades de grasas y proteínas parece favorecer la proliferación de dicho cáncer. Entre los posibles causantes de esta enfermedad se incluye algunos derivados de los ácidos biliares y concretamente el ácido litólico, (Valenciano, 2005).

El mucílago contiene ciertas sustancias gelatinosas que se encuentran en algunas plantas, sin embargo, también da como una solución acuosa de goma u otras sustancias análogas, usadas como adhesivo, estas soluciones coloides son solubles en agua e insolubles en aceites, alcohol, benceno y otros disolventes orgánicos (Valenciano, 2005)

El mucílago de penca de tuna se toma la importancia para su investigación, debido a su composición nutricional y curativa. Actualmente está siendo elaborado sin tomar en cuenta los parámetros necesarios para la elaboración del mucílago de penca de tuna (Nopal), las cuales repercuten en la salud y nutrición humana.

1.1. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

HIPÓTESIS GENERAL

- La temperatura y el tiempo influirá en el tratamiento térmico de escaldado y pasteurización para obtener mucílago de la penca de tuna (Nopal).

HIPÓTESIS ESPECIFICO

- Es posible obtener el mucílago de la penca de tuna (Nopal) con los parámetros de temperatura y tiempo.

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

OBJETIVO GENERAL

- Determinar la temperatura y tiempo en el tratamiento térmico en la obtención de mucílago de la penca de tuna (Nopal).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los parámetros para la obtención de mucílago de penca de tuna (temperatura y tiempo).
- Determinar la composición química proximal del producto obtenido.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. TUNA (*Opuntia ficus-indica*)

La tuna es una planta muy fibrosa, alargada y gruesa, Crece superficialmente y se introduce con mucha facilidad en las grietas características. Muy útil para la conservación de los suelos. Presenta gran adaptación a las condiciones del suelo y del clima que normalmente vive. Cuando existe agua disponible, se estimula el desarrollo de la planta y la velocidad de absorción del agua y nutrientes es sorprendentemente alta, (Granados y Castañeda, 2000). La tuna prospera en lugares donde la temperatura media oscila entre 16 y 26°C (Orestes, 2009).

Raíz. El sistema radical del nopal es muy extenso y superficial, alcanzando una profundidad cercana a 80 cm, pero extendiéndose horizontalmente por varios metros. Es un sistema densamente ramificado, rico en raicillas finas absorbentes y superficiales (Sáenz y Berger, 2006).

Tallo. Los nopales presentan numerosos tallos modificados denominados cladodios (conocidos vulgarmente como “paletas” o “pencas”). Los cladodios tienen forma ovoide, elíptica u oblonga, alcanzan una longitud de 33 – 60 cm y 18- 25 cm de ancho, son aplanados, con un grosor de 1.8 – 2.3 cm; color verde pálido a oscuro, con o sin espinas dependiendo de la variedad. Los tallos se lignifican con el tiempo y pueden llegar a transformarse en verdaderos tallos leñosos, agrietados, de color verde blanzuzco o grisáceo (Sáenz y Berger, 2006, Granados y Castañeda, 2000).

Hojas. Está profundamente transformada, son únicamente visibles en la primera edad, tiene forma de gancho cónico y verde engrosado en la base a modo de botella en miniatura, en cuyas axilas se hallan las aureolas en las que se encuentran las espinas. Pasado un mes de su aparición empiezan a amarillar y en pocos días se desprenden, su disposición casi regular sobre el cladodio es una de las características de la especie *Opuntia ficus-indica*, (Granados y Castañeda, 2000). En estas se realiza la fotosíntesis, pues estas reemplazan a las hojas con esa función. Se encuentran protegidas por una

cutícula gruesa que, en ocasiones, está cubierta de cera o pelos que disminuyen la pérdida de agua, ya que poseen abundante parénquima. En este tejido, se almacena considerables cantidades de agua, lo que permite a las plantas soportar largos periodos de sequía (Rodríguez, 2017)

Flores. Las flores, de 7 a 10 cm de largo, son sésiles, hermafroditas, solitarias y de diversos colores y se desarrollan normalmente en el borde superior de las pencas (Granados y Castañeda, 2000).

El fruto. Su fruto llamada tuna es una falsa baya ovoidal carnosas, de 5 a 10 cm de largo por 4 a 8 cm de diámetro y su color puede ser amarillo, anaranjado, rojo o púrpuro. La pulpa del fruto presenta numerosas semillas y es jugosa, mucilaginosas, azucarada muy aromática y muy nutritiva, mientras que su epidermis es parecida a la de los cladodios (Orestes, 2009).

La tuna está formada por las siguientes partes, el tallo, la flor, el fruto (tuna) y los cladodios o pencas. Vulgarmente, los cladodios se conocen como pencas o palas. Su interior es gelatinoso, y contiene principalmente agua y sustancias nutritivas. Sobre ambas caras del cladodio se presentan las llamadas yemas, flores y raíces, áreas según las condiciones ambientales (Granados y Castañeda, 2000).

2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA PLANTA

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Caryophyllales)

Familia: Cactáceas

Tribu: Opuntiae

Género: Opuntia

Especie: Opuntia

Nombre Científico: *Opuntia ficus-indica*

Nombre Común: Tuna

Fuente: (Saenz, 2004)

La planta de tuna es una especie vegetal originaria de América latina, que pertenece a la familia de las cactáceas. Una de las primeras plantas que se cultivó en América pre colombina ha sido la tuna, de esta manera va constituyendo un alimento de primer orden debido a su agradable sabor y por abundante fructificación y nutricidad (Benzon, 2008).

Esta especie tiene como características principales almacenar abundantes cantidades de agua y compuestos hidrocarbonados y otros, que los utiliza como reservas alimenticias. Se desarrolla en zonas de donde las precipitaciones son muy bajas, bajo climas semidesérticos, conjuntamente con otras representantes de la familia cactáceas y crecen en suelos en los que no pueden desarrollar fácilmente otras plantas o terrenos que son aprovechados en su totalidad (Valencia, 2012).

El género *Opuntia* se creó en 1764 y en el 1753 describe la especie cactus *ficus-indica* L.; al crearse el género *Opuntia* se inicia la reclasificación de aquellas especies de cladodios aplanados y sin espinas y de frutas comestibles, posteriormente fueron describiéndose nuevas especies con frutos con espinas (Linco, 2010). En el Perú se registraron cinco especies que corresponden al nombre de tuna.

Tabla 1: Zonas productoras de *Opuntia ficus-indica*

N°	REGIONES	ZONAS
01	Arequipa	Arequipa, Colca, La Joya y Caylloma.
02	Ayacucho	Cangallo, Lucanas, Huamanga, Huaytara, Pampas y
03	Huancavelica	Atapampa.
04	Lima	Tayacaja, Pampas, Acobamba y San Miguel. Supe, Huacho, Pativilca, Huaral, San Bartolome, Chilca y
05	Moquegua	Yauyos.
06	Apurímac	Omate, Carumas y Moquegua.
07	Ancash	Andahuaylas, Abancay y Cotahuasi.
08	La Libertad	Chavin, Siguas, Caras, Huari, Huasta, Chiquian y Ocos.
09	Cajamarca	Santiago de Chuco y la Libertad.
10	Piura	San Marcos y Cajamarca.
11	Tacna	Ayabaca, Sullana Huacabamba y Piura.
12	Cusco	Tacna
13	Huanuco	Paruro, Mollepata, Limatambo y Acomayo.
14	Ica	La Unión y Huánuco
15	Junín	Ica, Nazca y Chincha. Jauja, Tarma y Junín.

Fuente: Proyecto para las nativas de *Opuntia ficus-indica* (2012).

2.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA TUNA

Planta suculenta y carnosa, el tallo y las ramas están constituidas por pencas o cladodios con apariencia de cojines ovoides y aplanados, unidos unos a otros pudiendo en conjunto alcanzar hasta 5 metros de altura y 4 metros de diámetro.

En el Perú las variedades más usuales desarrollan portes de aproximadamente 1.5 metros de altura, (Orellana, 2011).

La raíz es fibrosa y el sistema radicular extenso, pero poco profundas, una planta adulta produce un promedio de 200 frutos/año, infiriéndose que, en una hectárea bien manejada, con una densidad de 1000 plantas/Ha puede brindar una producción de 200 000 frutos/ha, a los 2 o 3 años de edad. (Orellana, 2011).

2.4. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PENCA DE TUNA (*Opuntia ficus-indica*)

La penca de tuna contiene elevada cantidad de agua, compuestos hidrocarbonatos entre los que destacan galactosa, xilosa, arabinosa y la fibra dietética que está constituida por diferentes proporciones de lignina, hemicelulosa, pectina mucílago (fibra soluble), celulosa (fibra insoluble) y gomas, además de proteínas y pequeñas cantidades de calcio, hierro, ácido ascórbico, tiamina, riboflavina y niacina. Su gran contenido de agua, hace que se lleve a cabo diferentes reacciones del metabolismo orgánico, dando origen a nuevos compuestos importantes. Los carbohidratos también tienen suma importancia y su presencia en grandes cantidades en la planta, aseguran una forma de almacenar la energía capturada de luz (Brambilla, 2007).

Tabla 2: Composición química de la penca de tuna (*Opuntia ficus-indica*)

COMPONENTE	CONTENIDO (%)	
	1 mes de edad	1 año de edad
Humedad	92.57	94.33
Proteína	0.94	0.48
Grasa	0.17	0.11
Fibra	0.30	1.06
Cenizas	0.08	1.60
carbohidratos	5.96	2.43
Vitamina C (mg/100 g*	37.27	23.11
Ca	0.042	0.339
Na	0.0018	0.0183
K	0.00098	0.145
Fe	0.0792	0.322

* Los resultados se dan en mg de ácido ascórbico /100 g de penca fresca.

Fuente: Guzman y Chávez (2007)

El contenido de los macro componentes en el cladodio cambia con su edad, como se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3: Composición química de cladodios de distintas edades (porcentaje materia seca)

Edad (años)	Proteína	Grasa	Cenizas	Fibra Cruda	Extracto no nitrogenado
0.5	9.4	1.00	21.0	8.0	60.6
1	5.4	1.29	18.2	12.0	63.1
2	4.2	1.40	13.2	14.5	66.7
3	3.7	1.33	14.2	17.0	63.7
4	2.5	1.67	14.4	17.5	63.9

Fuente: Sáenz et al (2,006)

Son también ricos en minerales, entre ellos el calcio (93 mg/100g), el potasio (166 mg/100 g) y bajo contenido de sodio (2 mg/100 g). Contienen, además, cantidades moderadas de carotenoides (30 µg/100) y vitamina C (11 mg/100 g) (Rodríguez y Cantwell, 1988). Las cenizas varían en las distintas especies y también dentro de una misma especie, de acuerdo a la composición química del suelo y con los complicados fenómenos mediante los que esas plantas disponen de sus nutrientes. Los carbohidratos que se encuentran son monosacáridos, disacáridos y polisacáridos (Bravo, 1978).

La Tabla 4 muestra la composición química de la tuna. La composición de los frutos varía con la madurez. Son frutos no climatéricos, con un contenido de sólidos totales que llegan a valores de 12-15 %, dependiendo del cultivar.

Tabla 4 : Composición química de la penca de tuna.

CONCEPTO	CONTENIDO (%)
Humedad	60,9 – 95,5
Ceniza	1,08 – 1,5
Fibra	5, 31
Grasa	2, 57
Proteínas	0,24 – 3,51
Carbohidratos	5, 60
Pectina	1,28 – 3,12
Acidez (Ácido Cítrico)	0,03 – 0,12
pH	5,80 – 6,50

Fuente: Meléndez, (2002)

2.5. USOS EN GENERAL DE PENCA DE TUNA (NOPAL)

Las pencas de tuna tienen diferentes utilidades (Huoson, 2007):

- Es empleado como emolientes, diuréticos, antidiabéticos, cicatrizante de úlcera, antiescorbútico como antiinflamatorio para dolores de garganta. Estos reportes afirman la utilización de esta preciada planta en la medicina.

- En cuanto al uso interno de estas pencas, los mucílagos contenidos en estas plantas son muy poderoso como elemento curativo en el cuadro de diabetes. La ingestión del nopal antes de los alimentos puede ser útil para tratar la diabetes y la obesidad.
- La parte usada de la *Opuntia ficus-indica* es el tallo (penca). Se utiliza tradicionalmente para (Benítez, 2013):
 - Erisipela, en abscesos epidérmicos: aplicar tópicamente las pencas.
 - Dolor de muelas: usar el mucílagos.
 - Hidrofobia: usar el mucílagos.
 - Anticolesterol: usar las pencas tiernas.
 - Antitusígeno: tomar las pencas soasadas.
 - Abscesos: emplastos de la penca soasada.
 - Fracturas, abscesos, hinchazones y tumores: emplasto de las pencas machacadas con tabaco.
 - Diurético: uso de la planta en decocción. Aumenta la cantidad de orina, como también aumenta la alcalinidad de la misma.
 - Ascitis y Uretritis: disminuye la sensación de ardor usando la planta en decocción.
 - Hipertrofia prostática benigna, úlceras estomacales, gastritis, enfermedades hepáticas.
 - Antidiabético: tomar el jugo de fruta.
 - Antirreumático y para la epistaxis: el fruto.

2.6. ALTERNATIVAS DE INDUSTRIALIZACIÓN DE LA PENCA DE TUNA (NOPAL)

Actualmente existe una amplia gama de posibilidades de industrialización (Huoson, 2007):

- **Medicinal.** Capsula, comprimidos y polvos.
- **Como planta medicinal.** Se ha comprobado que el consumo de penca y de tuna acida controla los niveles de azúcar en la glucosa y de colesterol en la sangre, se usa también como fibra para mejorar el proceso digestivo.
- **Como planta industrializada.** Se procesan la penca enlatada en salmuera y en escabeche y la tuna como licor y dulce.

- **Como base para cosméticos.** Se usa para la fabricación de Shampoos, pintura, cremas, tintes para el cabello, etc.

El producto a obtener será empleado como agente de suspensión, estabilización y también puede ser como espesamiento o gelificación. Será usado como coagulante en los confites y como agente clarificante y purificador en la fabricación de jugos, vinos y licores, ya que coagula las impurezas en suspensión haciéndolas precipitar, siendo de esta manera una alternativa más a las ya existentes en un mercado altamente competitivo, cabe destacar que el uso de los clarificantes se ha incrementado notablemente durante las últimas décadas debido al gran desarrollo de los alimentos y bebidas procesadas (Flores, 2012),

El procesamiento e industrialización de la penca de tuna resulta de gran interés, dado que es tecnológicamente posible y que puede ser económicamente viable y rentable dependiendo de algunos factores mercadotécnicos y organizacionales; además constituye un beneficio para los productores agrícolas marginales de las zonas (FAO, 2006).

Por un lado, se ha estudiado la industrialización de mermelada, harinas, frutas confitadas, dando un valor agregado de acuerdo a las necesidades para el consumidor en América Latina y Caribe, por sus componentes nutricionales y medicinales (FAO, 2006).

2.7. PROPIEDADES NUTRICIONALES

La principal aplicación de los nopales es como alimento en diversas formas. Sin embargo, los nopales no constituyen en si un alimento completo, forman parte, al igual que otras verduras, fuentes más importantes y que son dignas de mencionarse y contrastarse, (Meléndez, 2002).

2.8. PRODUCCIÓN DE TUNA

Existen plantaciones de tunales en los andes del Perú, la mayor producción silvestre se encuentra en los valles interandinos en las regiones de Ayacucho, Huancavelica, Apurímac, Arequipa, Ancash, Lima y Moquegua, entre otros. Tiene gran diversidad de ecotipo (Novoa, 2006)

- Tuna verde o blanca
- Tuna roja
- Tuna Anaranjado
- Tuna purpura.

Como fruta de mesa se utiliza la tuna blanca y purpura, por ser frutos de buena calidad y preferidos por el público.

2.9. EL MUCÍLAGO

El mucílago es una sustancia vegetal viscosa, coagulable al alcohol. también es una solución acuosa espesa de una goma o dextrina utilizada para suspender sustancias insolubles y para aumentar la viscosidad. Los mucílagos son análogos, por su composición y sus propiedades a las gomas, dan con el agua disoluciones viscosas o se hinchan en ellas para formar una pseudo disolución gelatinosa. Se encuentra en las algas, semillas de lino, semillas de chia, semillas de linaza, en raíces de malva, membrillo, líquenes, nopal, en ciertos hongos y en muchos vegetales. Proceden de la degradación de la celulosa, calosa, lignina y de las materias pécticas. Este compuesto se presenta tanto en los cladodios como en la piel y pulpa de la fruta aunque en muy diversas proporciones (Abraján, 2008)

2.9.1. CLASES DE MUCÍLAGOS

Los mucílagos de las plantas superiores se clasifican clásicamente en dos grandes grupos (Matsubiro et al, 2006): mucílagos neutros y mucílagos ácidos.

Los mucílagos neutros reciben esta denominación debido a que su estructura química corresponde a polímeros heterogéneos de la manosa que incorporan en su estructura un porcentaje variable de otras osas. Los más frecuentes son: a) glucomanas, polímeros de D-manosa con uniones $\beta(1\rightarrow4)$ con un 20 a 50 % de

unidades de D-glucosa; b) galactomananas, polímeros de D-manosa que incluyen, en un porcentaje que varía entre el 30 y el 100 % dependiendo de las especies vegetales, una galactosa en α sobre el hidroxilo del C-5 de la manosa y c) galactoglucomananas, cadenas de glucosa y manosa en las cuales algunas manosas están sustituidas por D-galactosa en α sobre los hidroxilos del C-6.

Los mucílagos ácidos reciben esta denominación porque en su estructura, aunque en muchas ocasiones no se conoce totalmente, figuran derivados ácidos de osas. Se consideran dentro de ellos varios grupos de mucílagos dependiendo de la familia botánica a la que pertenecen las plantas que los producen: a) mucílagos de plantas pertenecientes a la familia Plantaginaceae; b) mucílagos de plantas pertenecientes a la familia Malvaceae y c) mucílagos de plantas pertenecientes a la familia Linaceae.

2.9.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS MUCÍLAGOS

La composición química del mucílago de los cladodios de *Opuntia ficus-indica* es una mezcla compleja de polisacáridos, de los cuales al menos un 50 % se encuentra en forma de pectina. Cinco son los monosacáridos constituyentes del polímero entre ellos se tiene: L-arabinosa, D-galactosa, D-xilosa, L-ramnosa y ácido D-galacturónico, este último compuesto llega a representar hasta el 23.4 % del total de los azúcares presentes (León, 2010). La presencia de este último componente ha sido la causa de confusión para autores quienes se han referido al mucílago como una pectina o pecinoide.

El peso molecular promedio de este hidrocoloide es de alrededor de 3×10^6 . El valor puede variar debido a las técnicas de extracciones y contaminación del mucílago con otros componentes celulares (León, 2010).

El mucílago contiene principalmente dos polímeros naturales orgánicos: amilasa (polímero de la glucosa con unión 1-4 tipo alfa consigo misma) y la amilopectina (polímero también de la glucosa, pero con uniones 1-6). La amilasa se encuentra formando una cadena helicoidal que en solución tiene la capacidad de formar películas delgadas que, al sacar, presenta viscosidad elevada en estado puro, pero es altamente soluble en agua (Orozco, 2017).

Una propuesta de la estructura del mucílago de nopal se presenta en la Figura 1.

método cambia según la fuente (cladodio o fruta) y de la parte específica de la planta (piel, pulpa o semilla). Las metodologías de extracción del mucílago señaladas en los diferentes estudios realizados son muy variadas, que se pueden resumir en las siguientes etapas (Abraján, 2008):

- a) Selección. Se recolectan pencas de 2 a 3 años de edad, cosechados durante la mañana, ya que los ácidos de estas varían según la hora de cosecha.
- b) Lavado-cepillado. Se lava los frutos con agua limpia. La remoción de las espinas forma parte de la limpieza. Esta se lleva a cabo en forma manual, con cuchillos afilados, de igual modo ocurre con el pelado de la tuna.
- c) Pelado. Con un cuchillo casero se eliminan la cutícula y la epidermis, tratando de recuperar la mayor cantidad de colénquima y parénquima, que es donde se encuentra la mayor cantidad de células que almacenan el mucílago.
- d) Trituración. La penca pelada se mezcla con agua destilada para facilitar la molienda, a fin de facilitar la extracción de principios activos.
- e) Extracción acuosa. A la penca molida se le somete a una extracción sólida líquida (relación penca/agua) a una temperatura y tiempo de extracción.
- f) Filtración. Es un paso necesario para retirar restos de fibra y pulpa de la penca. Se usa una tela adecuada a fin de quedarse con el líquido mucilaginoso.
- g) Centrifugación. Este paso es necesario para retirar mermas de partículas muy pequeñas que pasaron el filtrado.
- h) Concentración. Se realiza para evaporar el exceso de agua.
- i) Precipitación. Se hace para insolubilizar los polímeros mediante la adición del alcohol, generando un desfase así también poder solubilizar los pigmentos, disolviendo la clorofila presente en la penca.
- j) Centrifugación. Se realiza para separar el mucílago precipitado del exceso de alcohol.
- k) Lavado-filtrado. Se utiliza el alcohol para eliminar el exceso de agua y facilitar el secado.
- l) Secado. Consiste en la eliminación del solvente orgánico.

2.10. ESCALDADO DE ALIMENTOS

El escaldado de los alimentos es un tratamiento térmico corto que involucra la exposición de los tejidos vegetales a alguna forma de calor, usualmente por exposición a vapor o agua caliente por un tiempo determinado a una temperatura específica. El propósito del escaldado es preparar a los productos vegetales para la siguiente etapa de los procesos de congelación, deshidratación y elaboración de conservas (Fellows, 1988)

El escaldado persigue distintos objetivos (Karlsson y Luh, 1988): a) Limpieza del producto, b) Inhibir las reacciones enzimáticas indeseables, por destrucción térmica de las enzimas responsables presentes en los vegetales que en otro caso darían lugar a aromas, sabores o coloraciones extrañas y causarían la pérdida de vitamina C; provocando un efecto adverso en la calidad y valor nutritivo del producto.

2.10.1. PROCESO DE ESCALDADO

El proceso de escaldado de los alimentos se realiza por fases. Primero debe calentarse el agua a una temperatura que puede variar entre 70°C a 100°C. Luego el alimento tratado (tomate, brócoli, maíz, cerdo, ave) se mantiene sumergido durante un tiempo determinado. Puede variar entre 30 segundos y 2 o 3 minutos, según el objetivo, a la temperatura requerida. Posteriormente se procede a su enfriamiento rápido. Es sumamente importante hacer este paso con el mayor cuidado y en el menor tiempo posible, porque se corre el riesgo de que en el alimento se contamine con bacterias de tipo termófilo, que son resistentes a cualquier temperatura.

Para una adecuada inactivación enzimática es necesario que se produzca un calentamiento rápido hasta lograr la temperatura deseada; luego, mantener la temperatura constante durante el tiempo requerido. Por último, se lleva a cabo el enfriamiento rápido hasta un nivel de temperatura similar al ambiental. Las enzimas que producen el proceso de degradación de los alimentos y que son neutralizados con el escaldado son las catalasas, las lipooxidasas y las peroxidadas. Estas enzimas están presentes en la piel de los alimentos.

2.10.2. TIPOS DE ESCALDADO

Existen diferentes métodos e industriales para tratar los alimentos con el escaldado.

Los más importantes son:

- a) Escaldado con agua caliente. Es el más utilizado y común. Consiste en sumergir la pieza o alimento en agua caliente hasta lograr el punto ideal para su conservación o pelado. La ventaja de este método son su eficiencia, el control sobre el proceso y la uniformidad que se logra (Holdwooth, 1993).
- b) Escaldado con vapor. Consiste en un calentamiento local muy intenso de la superficie del alimento; esto provoca el debilitamiento o la desorganización de los tejidos. De esta forma se desprende más fácilmente la piel del alimento, porque el vapor a una elevada temperatura ocasiona su descompresión (Woodroof, 1988).
- c) Escaldado químico. Consiste en la aplicación de un compuesto químico. Consiste en sumergir los alimentos en una solución de ácido ascórbico, dióxido de azufre, sulfitos, bisulfitos o meta bisulfitos (Contreras, s/f).
- d) Escaldado con microondas. Se utiliza para tratar algunos alimentos como el maíz, las papas y las frutas. Se utiliza en la elaboración de conservas vegetales, lo que produce el ahorro de gran cantidad de agua y energía (Contreras s/f).
- e) Escaldado con gas caliente. Consiste en calentar las hortalizas utilizando una mezcla de vapor y gases que provienen de quemadores de gas natural (Cumming, 1985).

2.11. PASTEURIZACIÓN

La pasteurización es un proceso tecnológico que se lleva a cabo mediante el uso del calor. Su principal objetivo es la eliminación de patógenos en los alimentos para alargar su vida útil. La pasteurización emplea temperaturas bajas pero que aseguran la eliminación de patógenos, aunque algunos pueden aguantarlas y resistirlas. El valor nutricional de los alimentos y sus características organolépticas no se ven tan alteradas.

La temperatura de pasteurización es inferior a los 100°C ya que las temperaturas más elevadas afectan de manera irreversible a las características fisicoquímicas del producto. En el caso de alimentos líquidos, la temperatura tendría que situarse sobre los 72°C y 86°C durante 20 segundos y en los alimentos envasados entre los 62°C y los 68°C durante períodos más largos de tiempo, unos 30 minutos. Con la aplicación de esta técnica se puede aumentar la vida útil de los alimentos varios días, como es el caso de la leche,

hasta varios meses, como es el caso de los alimentos envasados o embotellados (Gimferrer, 2012).

2.12. EVALUACIÓN SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS

La evaluación sensorial es la disciplina científica utilizada para la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del catador o consumidor, de acuerdo a las sensaciones experimentadas desde el mismo momento que lo observa y después que lo consume. Es necesario tener en cuenta que esas percepciones dependen del individuo, del espacio y del tiempo principalmente (Hernández, 2005).

2.12.1. IMPORTANCIA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL

La evaluación sensorial en la industria de los alimentos radica principalmente por (Hernández, 2005):

- a) Control del proceso de elaboración: cambio de algún componente del alimento o porque se varíe la formulación, a la modificación de alguna variable del proceso o tal vez por la utilización de una máquina nueva.
- b) Control durante la elaboración del producto alimenticio: Se realiza a cada una de las materias primas que entran en el proceso, al producto intermedio o en proceso, al producto terminado.
- c) Vigilancia del producto: es importante para la estandarización, la vida útil del producto y las condiciones que se deben tener en cuenta para la comercialización de los productos.
- d) Influencia del almacenamiento: mantener el producto en el almacén bajo condiciones óptimas para que no se alteren las características sensoriales.
- e) Sensación experimentada por el consumidor: que es el grado de aceptación o rechazo del producto por parte del consumidor.

2.12.2. VARIABLES DE ANÁLISIS SENSORIAL

a) Color

El color del alimento se relaciona con otras características como son el grado de madurez de frutas, frescura de los productos perecederos. Algunos estudios indican que el color puede afectar a la intensidad de los distintos sabores, por ejemplo, el color rojo y amarillo aumenta el sabor dulce de bebidas con fresas o cerezas y de limón y lima, respectivamente. El color verde, por el contrario, reduce el sabor dulce en el zumo de pera. Una explicación podría ser la asociación de este color por el grado de madurez de la fruta (Cordero-Bueso, 213)

El color se canaliza a través de los ojos, que se ubican en las cavidades orbitarias de la cara. Cuentan con unas células fotorreceptoras, es decir, sensibles a la luz, que al ser estimuladas por esta mandan impulsos al cerebro para que las interprete. La retina, la membrana más interna, recibe las impresiones luminosas y las transmite al cerebro a través del nervio óptico hasta el lóbulo occipital (Hernández, 2005)

b) Sabor

El sabor puede ser definido como la totalidad de la experiencia sensorial que se produce en la boca. La detección del sabor depende de la interacción tanto del sentido del gusto como del olfato, además de por la combinación con otros atributos sensoriales tales como la textura, el color y la temperatura (Breslin y Spector, 2008). Clásicamente se distinguen 5 tipos de sabores fundamentales: dulce (carbohidratos simples), salado (sales de sodio y otras sales catiónicas), ácido (ej. Ácido cítrico), amargo (muchos compuestos tóxicos estructuralmente diversos) y umami (los aminoácidos glutamato, aspartato y ácidos ribonucleicos específicos) (Mattes, 2011).

La detección de distintos sabores se lleva a cabo por las células gustativas localizadas en unas estructuras especializadas denominadas botones gustativos presentes en las papilas gustativas de la lengua, paladar blando y la parte superior de la faringe. La capacidad de distinguir los distintos sabores depende de receptores específicos localizados en estas papilas. Las sustancias químicas disueltas en

líquido acuoso (saliva) y parcialmente digeridas por enzimas orales tales como la amilasa, lipasa y proteasa se unen a los receptores papilares produciendo una señal que se transmite al cerebro. Por otro lado, la detección por medio del sentido del olfato de sustancias volátiles junto con la información procedente de las papilas gustativas y los demás atributos (como textura, color y temperatura) se integran a una señal que se dirige al cerebro y produce la sensación placentera o no de los alimentos que se ingieren (Hernández, 2005)

c) Olor

Las moléculas liberadas por los alimentos o bebidas viajan por el aire y el tamaño de las mismas influye en el alcance y el olor. Las moléculas más ligeras llegarán más lejos, a esto se le llama volatilidad. Los estímulos químicos que activan el olfato son sustancias orgánicas compuestas de elementos químicos que independientemente del estado en que las encontremos se tienen que volatilizar para que sean percibidas por los receptores olfativos presentes en el interior de la sede del sentido del olfato, la nariz (Cordero-Bueso, 2013).

El olfato es el sentido que alojado en la nariz permite detectar la presencia de sustancias volátiles. Los quimiorreceptores del olfato se hallan en la pituitaria amarilla, que ocupa la parte superior de las fosas nasales. La parte inferior se halla recubierta por la pituitaria roja, una mucosa con numerosos vasos sanguíneos que calientan el aire inspirado. En la pituitaria amarilla o membrana olfatoria se distinguen tres capas de células: las células de sostén, las células olfatorias y las células basales. Las olfatorias son células nerviosas receptoras de los estímulos químicos provocados por los vapores (Hernández, 2005)

d) Textura

La textura es el conjunto de atributos de un alimento que se percibe a través de diferentes niveles de masticación, táctil, visual y auditivo. Para evaluar la textura de los alimentos se tiene en cuenta 9 parámetros principales. Estas son:

- a) Dureza. Propiedad relativa a la fuerza requerida para deformar el alimento o para hacer penetrar un objeto en él.
- b) Cohesividad. Propiedad relativa al grado de deformación de un producto antes de romperse.

- c) Viscosidad. Propiedad de la textura relativa a la resistencia al flujo. Responde a la fuerza requerida para deformar el alimento para hacer un objeto (cuchara, cuchillo) en él.
- d) Elasticidad. Propiedad de la textura relativa a la rapidez de recuperación de la deformación después de la aplicación de una fuerza y al grado de dicha recuperación.
- e) Adherencia. Propiedad de textura relativa al esfuerzo requerido para separar la superficie del alimento de otra superficie (lengua, dientes).
- f) Granulosidad: Propiedad relacionada con la percepción del tamaño y de la forma de las partículas en el producto.
- g) Estructura. Propiedad relacionada con la percepción de la forma y de la orientación de las partículas en el producto.
- h) Humedad: Propiedad que describe la percepción del agua absorbida o liberada por el alimento.
- i) Carácter graso: Propiedad relacionada con la percepción de la cantidad y de la calidad de la materia grasa del producto.

2.12.3. Escalas sensoriales

Las dos mayores fuentes de variación en los datos de un panel sensorial son las diferencias en la manera en que los sujetos perciben el estímulo y las diferentes formas en que los sujetos expresan esas percepciones. Las diferencias en la percepción son parte de la considerable variabilidad de los datos sensoriales, con la que el analista sensorial aprende a convivir. La variación en las puntuaciones de los jueces puede ser minimizada, mediante el entrenamiento y la selección adecuada de la terminología utilizando escalas. A la hora de elegir la manera de medir las respuestas, el analista debería seleccionar el método sensorial más simple que pueda medir las diferencias esperadas entre muestras y que minimice el tiempo de entrenamiento del panel (Cordero-Bueso, 2013).

La escala es el instrumento que se utiliza para medir las respuestas sensoriales y es una parte fundamental dentro del análisis sensorial (Meilgaard et al., 2007)

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos y en el Laboratorio de Frutas y Hortalizas de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial – UNA Puno.

3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

Penca de Tuna (*Opuntia ficus-indica*), muestra proveniente de la Región Moquegua, Distrito de Torata, de la Asociación de Productores de Tuna San Isidro de COPLAY, Provincia Mariscal Nieto.

3.3. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS

3.3.1. EQUIPOS

- Balanza analítica marca METLER TOLEDO, capacidad de 200g
- Termómetro de 15 a 150°C.
- pH metro digital modelo 3510, marca JENWAY
- Probeta de 250ml (PIREX).
- Vasos precipitados de 500 ml
- Papel filtro N° 40-Wattman

3.3.2. MATERIALES

- Recipientes para realizar el trozado en cubos.
 - Tinas, pocillos.
- Cocina a gas.
- Auto clave modelo LS-BSOL-II, volumen 50L.
- Ollas de material Inoxidable.
- Cuchillos de material inoxidable.
- Bandejas de material inoxidable.

- Tamiz Tylor N° 100 para separar las partículas del producto.
- Cuchara de material inoxidable.
- Envase de vidrio para las muestras 200 ml.
- Mesa de trabajo, etc.

3.3.3. REACTIVOS

- Éter de petróleo al 99%.
- Hexano al 99%.
- Ácido sulfúrico al 95-98% de pureza.
- Hidróxido de sodio 0.1 N y 0.25 N
- Fenolftaleína.
- Acido clorhídrico 0.25 N
- Acido bórico al 100%

3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

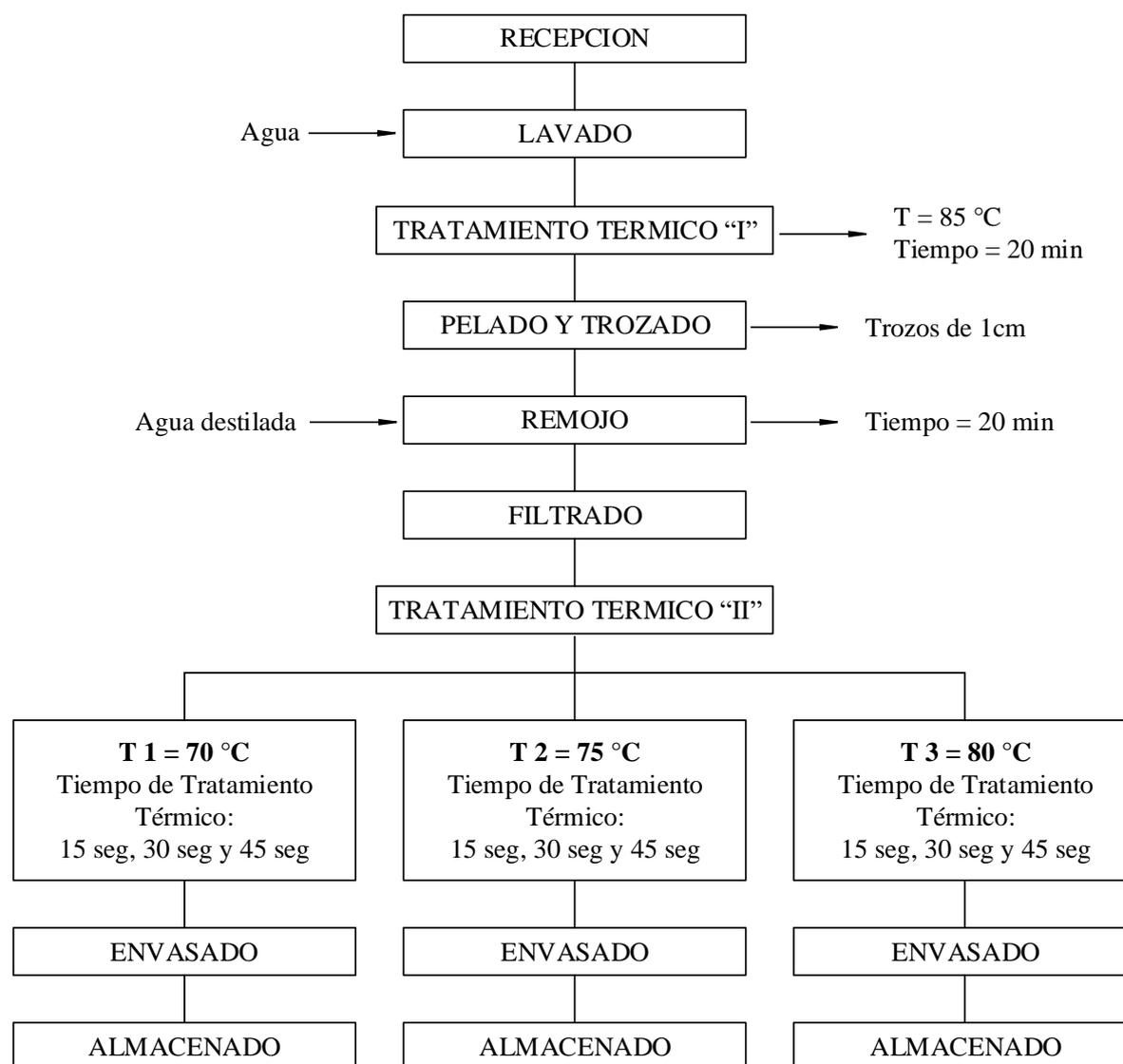


Figura 2: Diagrama de flujo para la obtención de mucílago de penca de tuna – Nopal (*opuntia ficus-indica*).

La obtención de mucílago de penca de tuna durante el tratamiento térmico se desarrolló mediante el diagrama de flujo (Fig. 1), según que se detalla a continuación:

- a) **RECEPCIÓN.** Se recibió la penca de la tuna como materia prima en los recipientes adecuados los cuales permitan su manipulación y traslado de manera adecuada. Se tomó muy en cuenta su tamaño, presentar una coloración uniforme y no debe tener daños.

- b) **LAVADO.** Se eliminó la suciedad adherida como tierra, polvo, materias extrañas y otras impurezas. También se eliminó las impurezas que pueden estar juntos a la penca y en la superficie de la penca.
- c) **ESCALDADO (TRATAMIENTO TÉRMICO “I”).** Es un pre tratamiento que se aplicó para la adecuada manipulación de la materia prima, que consiste en sumergir la penca en agua hirviendo a una temperatura de 85°C en un tiempo de 20 minutos, esta operación que conlleva a los siguientes objetivos.
- Ablandar el producto.
 - Eliminar el oxígeno.
- d) **PELADO.** Esta operación se realizó con la ayuda de un cuchillo, con la finalidad de eliminar la parte externa de la penca de la tuna.
- e) **TROZADO.** En esta operación se desmenuzo el tamaño de la materia prima, y de esta manera facilitó el adecuado y uniforme trozado en forma de cubos de 1 cm.
- f) **REMOJO.** La penca trozada se remojó en agua durante 20 minutos.
- g) **FILTRADO.** Se separó los sólidos de los líquidos con un tamiz taylor N° 100. Filtrando así el líquido del mucílago extraído.
- h) **PASTEURIZACIÓN (TRATAMIENTO TÉRMICO “II”).** En esta operación se utilizó la pasteurización a 70, 75 y 80 °C/un tiempo de 45, 30 y 15 segundos.
- i) **ENVASADO.** El envasado se efectuó en envases de vidrio de 200 ml, con tapa hermética, esta operación se realizó a temperatura de pasteurización para luego aprovechar el calor y poder envasarlo con inocuidad.
- j) **ALMACENADO.** Fue almacenado en lugar fresco, libre circulación de aire protegido del sol, a una temperatura ambiente de la zona.

3.5. FACTORES EN ESTUDIO

- Temperatura y tiempo de extracción de mucílago de penca de tuna
Temperatura: 70°C, 75 °C y 80°C.
Tiempo: 15, 30 y 45 segundos.
- Rendimiento de mucílago con tratamientos de mayor aceptabilidad para obtener análisis proximal del tratamiento con mejor aceptabilidad.

3.6. VARIABLE DE RESPUESTA

- Son las calificaciones dadas por los panelistas a los mucílagos obtenidos a distintas temperaturas y tiempo. Fueron evaluados el color sabor olor apariencia general y consistencia de los mucílagos. Se utilizó la escala de 5 puntos:
 1. Me disgusta totalmente
 2. No me gusta
 3. Me es indiferente
 4. Me gusta moderadamente
 5. Me gusta mucho

La ficha de aplicación de las encuestas se presenta en el Anexo 1.

- Es el resultado de balance de materia dado en porcentaje respecto a la cantidad de materia prima inicial contenido de humedad proteínas, gradas, fibra, carbohidratos y cenizas totales, los resultados fueron dados en porcentaje en peso seco.

3.7. MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.7.1. SELECCIÓN DE LOS PANELISTAS

Para esta prueba se realizó con consumidores, los mismos que fueron estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, quienes evaluaron las diferentes muestras.

3.7.2. ANÁLISIS PROXIMAL

Una muestra del tratamiento más aceptable fue enviado al laboratorio de Análisis Nutricional de Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la

Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA-PUNO, para que pueda realizar el análisis proximal.

3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

- Para Factor 1. Los puntajes dados por los panelistas para cada variable de respuesta fueron evaluados utilizando el Diseño bloque completo al azar donde los tratamientos fueron: Anexo 2, Anexo 3, Anexo 4, Anexo 5 y Anexo 7, y los bloques fueron asignados a los 10 panelistas. El modelo lineal fue:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Entonces donde:

i: 1,2 y 3 (T = tratamientos).

j: 1,2 y 3 (P = Panelistas).

Y_{ij} = valor esperado

μ = constante común

α_i = efecto del tratamiento

β_j = efecto de los panelistas

ε_{ij} = error experimental

- Para el Factor 2. Los resultados de Análisis proximal fueron comparados con la composición química de penca de Tuna de Brambilla (2007):

Tabla 5: Composición química de penca de Tuna de Brambilla (2007).

COMPONENTE	CONTENIDO (%)
Agua	99 a 95.5
Ceniza	1.08 a 1.50
Fibra	5.31
Grasa	2.57
Proteínas	0.24 a 3.51

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA OBTENCIÓN DE MUCÍLAGO DE PENCA DE TUNA

La determinación de los parámetros para la obtención de mucílago de penca de tuna se hizo mediante la evaluación sensorial, debido a que el mucílago estaba dirigido a la aceptabilidad del usuario. Es decir, se puede tener un mucílago con características fisicoquímicas aceptables, pero si el usuario no acepta, entonces el mucílago no tendrá ningún uso en el futuro. Lo que se quiere es que el usuario acepte y luego lo use. Y la mejor manera de encontrar esta preferencia es preguntando al mismo usuario.

El sistema sensitivo del ser humano es una gran herramienta para hacer el control de calidad de los productos alimenticios. En la industria alimentaria son la vista, el olfato, el gusto y el oído, los elementos idóneos para determinar el color, olor, gusto y la textura, que aportan el buen aspecto y calidad del alimento, y que le dan sus propias características con las que se puede identificar y con los cuales se puede hacer un discernimiento de las mismas.

4.1.1. COLOR

Los resultados de la apreciación del color del mucílago de penca de tuna se presentan en el Anexo 2. Los datos recolectados fueron sometidos a análisis de varianza (Tabla 6).

Tabla 6: Análisis de varianza para el Color

F.V.	GL	SC	CM	FC	P	SIG
TRATAMIENTOS	8	0.2	0.025	0.35	0.943	NS
PANELISTA	9	0.2667	0.0296	0.42	0.923	NS
ERROR EXP.	72	5.1333	0.0713			
TOTAL	89	5.6				

C.V = 6.78 %

La prueba de Tukey ($P > 0.05$) las medias son significativamente iguales.

Los resultados del análisis de varianza muestran que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, es decir que los panelistas han apreciado el mismo color para los 9 tratamientos. Esta apreciación lo hace el panelista con el sentido de la vista.

4.1.2. SABOR

Los resultados para la apreciación del sabor del mucílago de penca de tuna se presentan en el Anexo 3. Sometiendo los datos hallados al análisis de varianza (Tabla 7) se encuentra que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, lo que significa que los tratamientos no se diferencian de los demás.

Tabla 7: Análisis de varianza para el Sabor

F.V.	GL	SC	CM	FC	P	SIG
TRATAMIENTOS	8	1.1556	0.1444	1.27	0.272	NS
PANELISTA	9	0.3222	0.0358	0.32	0.968	NS
ERROR EXP.	72	8.1778	0.1135			
TOTAL	89	9.6556				

C.V = 8.69 %

La prueba de Tukey ($P > 0.05$) las medias son significativamente iguales.

4.1.3. OLOR

Los resultados del olor del mucílago de penca de tuna se encuentran en Anexo 4 y su correspondiente análisis de varianza en la Tabla 8. Se encuentra que no hay diferencia significativa entre los tratamientos, lo que indica que los panelistas han apreciado el olor del mucílago en la misma intensidad.

Tabla 8: Análisis de varianza para el olor

F.V.	GL	SC	CM	FC	P	SIG
TRATAMIENTOS	8	0.2222	0.0277	0.19	0.991	NS
PANELISTA	9	0.4556	0.0506	0.35	0.955	NS
ERROR EXP.	72	10.4444	0.1450			
TOTAL	89	11.1222				

C.V = 9.87 %

La prueba de Tukey ($P > 0.05$) las medias son significativamente iguales.

4.1.4. APARIENCIA GENERAL

Los datos de la apariencia general fueron colectados en el Anexo 5, luego sometidos a análisis de varianza (Tabla 9), donde se aprecia que hay diferencia significativa entre los tratamientos, lo que significa que los panelistas han calificado a algunos tratamientos como diferente de los demás.

Tabla 9: Análisis de varianza para la apariencia general.

F.V.	GL	SC	CM	FC	P	SIG
TRATAMIENTOS	8	4.8	0.6	2.97	0.006	**
PANELISTA	9	3.067	0.3407	1.69	1.69	NS
ERROR EXP.	72	14.533	0.2019			
TOTAL	89	22.4				

C.V = 11.76 %

La prueba de Tukey ($P < 0.05$) las medias son significativamente diferentes.

Para determinar cuáles son los tratamientos diferentes se ha sometido a la prueba estadística de Tukey (Tabla 10), con lo que se encuentra que el tratamiento 8 es el que tiene mayor promedio de aceptación, el cual corresponde a la combinación de extracción de mucílago a 80°C y 30 seg.

Tabla 10. Comparación múltiple de Tukey, para apariencia general:

TRATAMIENTO	PROMEDIOS	SIGNIFICANCIA
T ₈	4.3	a
T ₉	4.1	a b
T ₆	3.8	a b
T ₃	3.8	a b
T ₇	3.7	a b
T ₅	3.7	a b
T ₄	3.6	b
T ₂	3.6	b
T ₁	3.6	b

La tendencia más generalizada de elegir los alimentos es por su apariencia. Lo primero en que se fija el consumidor es el color, el brillo y que no esté deteriorada. Además, la elección es influido de manera considerable por el sistema del envasado. Las propiedades de los alimentos se captan por la vista. Cuando una persona se sienta en la mesa, es la apariencia de los alimentos la que influye inicialmente sobre el apetito. Es decir, a la hora de elegir un alimento se hace de acuerdo con su apariencia, y no por sus propiedades nutritivas. Siempre se elige aquellos alimentos cuyos colores permiten su reconocimiento

y que responden a las costumbres y a la memoria histórica, es decir deben tener un color tradicional para ser apetecibles. Las industrias intentan satisfacer las necesidades de su consumidor modificando químicamente los alimentos para que posean estas las características que el consumidor demanda.

4.1.5. CONSISTENCIA

Los datos de la consistencia se presentan en el Anexo 6, dichos datos fueron sometidos a análisis de varianza (Tabla 11), donde se verifica que existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Tabla 11: Análisis de varianza para la Consistencia.

F.V.	GL	SC	CM	FC	P	SIG
TRATAMIENTOS	8	4.2	0.5361	4.27	0.000	**
PANELISTA	9	1.956	0.2173	1.73	0.098	NS
ERROR EXP.	72	9.044	0.1256			
TOTAL	89	15.289				

C.V = 9.06%

La prueba de Tukey ($P < 0.05$) las medias son significativamente diferentes.

Para determinar el tratamiento que es diferente se sometió a la prueba de comparaciones múltiples de Tukey (tabla 12), obteniendo que el tratamiento 9 destaca en comparación con los demás.

Tabla 12. Comparación múltiple de Tukey, para consistencia:

TRATAMIENTO	PROMEDIOS	SIGNIFICANCIA
T ₉	4.2	a
T ₈	4.1	a b
T ₇	4.1	a b
T ₆	4	a b c
T ₅	3.9	a b c
T ₄	3.9	a b c
T ₃	3.9	a b c
T ₂	3.6	b c
T ₁	3.5	c

La consistencia es parte de la textura y corresponde al grado en que el mucílago queda retenido en las paredes de un recipiente. Se entiende que cuanto mayor es la pegosidad del mucílago es calificado como el mejor. Su detección se hace con la vista, mientras que el movimiento del recipiente se hace con las manos.

Tabla 13: Selección el mejor Tratamiento

Características	Mejor tratamiento
Organolépticas	según Tukey
Color	Ninguno
Sabor	Ninguno
Olor	Ninguno
Apariencia	8 y 9
Consistencia	9 y 8

Se escoge el tratamiento 8 seguido del tratamiento 9.

En base a la apariencia y consistencia se deduce que el mejor tratamiento es el T₈ que comprende a una temperatura de 80°C y un tiempo de 30s.

4.1.6. RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE LA PENCA DE TUNA.

La Tabla 14 muestra los resultados de la composición química proximal del cladodio de tuna, expresados en base húmeda.

Tabla 14: Resultado de Análisis físico químico de la penca de tuna (*Opuntia ficus-indica*).

ENSAYOS DE LABORATORIO	RESULTADOS
Humedad %	95,06
Cenizas totales %	0,52
Proteína %	0,96
Grasa %	0,30
Fibra %	2,01
Carbohidratos %	3,46
pH	5,40
°Brix	0,00

Fuente: Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos UNA-PUNO (2017).

Se observa que la penca de tuna contiene 95.06 % de humedad, que se relaciona con lo obtenidos por Guzmán y Chávez (2007) que reportan 94.33 % de humedad para cladodios de un año de edad. Meléndez (2002), cita la obtención los resultados de

humedad de 60,9 a 95,5 %, haciendo una comparación de que los resultados pueden variar en función a nivel del mar que se investiga.

Respecto a las proteínas se encuentra que tiene 0.96 %, que se aproxima a 0.94 % de proteína para cladodios de nopal con un mes de edad, pero difiere de 0.48 % para cladodios de un año de edad (Guzman y Chávez, 2007). Sin embargo, coincide con lo encontrado por Meléndez (2002) que es 0.96 %.

En lo concerniente a cenizas se encuentra que tiene 0.52 %, mismo que se encuentra en el rango 0.08 % y 21.60 % reportado por Guzman y Chávez (2007), pero coincide con lo encontrado por Meléndez (2002).

Respecto a la grasa se encontró que tiene 0.30 %, que es superior a lo encontrado por Guzmán y Chávez (2007) que reportan un rango de 0.17 % a 0.11 %. Sin embargo, coincide con lo reportado por Meléndez (2002).

Del mismo modo debo de mencionar que el resultado de carbohidrato fue de 3,46 %, manifiesta, Meléndez (2002), menciona que los resultados que obtuvo fue de 5, 50 % que es muy superior de la que se obtuvo, tal vez esta puede variar en función al tipo del producto. Cabe destacar también que el resultado de pH fue de 5,4 y el °Brix es de 0,00, lo que quiere decir que esta no tiene el contenido de azúcar.

Para manifestar, que las consideraciones que se tiene en función al pH y °Brix es para tener en referencia en este trabajo realizado, que posteriormente en otro tipo de trabajos similar a esta puedan tomar en cuenta.

4.1.7. RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL MUCÍLAGO DE PENCA DE TUNA (*Opuntia ficus-indica*).

En la tabla 15, se presenta los resultados del análisis físico químico de mucílago de penca de tuna.

Tabla 15: Resultado de Análisis físico químico del mucílago de penca de tuna (*Opuntia ficus-indica*).

ENSAYOS DE LABORATORIO	RESULTADOS
Humedad %	99,93
Cenizas totales %	0,02
Proteína %	0,05
Grasa %	0,00
Fibra %	0,00
Carbohidratos %	0,00
Ph	5,4
°Brix	0,0
Viscosidad (cP)	6,59
Viscosidad (cP)	4,26

FUENTE: Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos UNA-PUNO (2017).

Se puede observar que el mucílago de penca de tuna tiene un 99.93 % de humedad. Este porcentaje es debido al método de extracción que, en un medio acuoso, y no fue sometido a un proceso de secado, ya que el objetivo de este trabajo fue obtener el mucílago de penca de tuna para su uso inmediato.

Respecto a las proteínas se observa que el mucílago tiene 0.05 %, lo que ha disminuido del porcentaje inicial que tenía la penca de tuna (0.96 %). Igualmente, el porcentaje de ceniza ha disminuido hasta 0.02 % lo que significa que el mucílago puede convertirse en un alimento totalmente digerible, apto para consumo humano.

Además, se puede indicar que el resultado de grasa, fibra y carbohidrato tiene un resultado de 0,00%.

También se observar que el resultado de pH oscila 5,4 respectivamente en la obtención del mucílago de penca de tuna, por sus características gelificantes que tiene esta planta en función a la penca.

Debo manifestar referente a la viscosidad que no es considerado en el proyecto, sin embargo, se reportó en función a los análisis físicos químicos realizado por el laboratorio. Entonces por las particularidades el resultado de viscosidad es muy variable en una cantidad de 4,26cP a 6,59cP haciendo una diferencia de 2,33cP respectivamente. Además, se define en el diccionario de Wester como cualquier de ciertas sustancias gelatinosas que se encuentran en algunas plantas como está la penca de tuna, también como “una solución acuosa de goma u otras sustancias análogas, usadas como adhesivo”, estas soluciones coloides son solubles en agua e insolubles en aceites, alcohol, benceno y otros disolventes orgánicos.

Además, se puede definir como un polímero natural (polisacárido), que tiene un aspecto amorfo, es soluble en agua, insoluble en alcohol, éter y otros solventes orgánicos, dicho este compuesto principalmente por carbohidratos de bajo peso molecular. Por lo tanto, las partes de la planta cuyas características interesa conocer mejor por sus amplias posibilidades de utilización son los frutos y los cladodios, así menciona según estudios (FAO, 2006).

Específica que, con la cantidad elevada de agua, y compuestos hidrocarbonatos entre los que destacan galactosa, xilosa, arabinosa y la fibra dietética que está constituida por diferentes proporciones de lignina, hemicelulosa, pectina mucílago (fibra soluble), celulosa (fibra insoluble) y gomas, además de proteínas y pequeñas cantidades de calcio, hierro, ácido ascórbico, tiamina, riboflavina y niacina. Debo manifestar que el comportamiento de la composición química proximal del mucílago a partir de la penca de tuna obtenida, es debido específicamente por los compuestos y componentes mencionados anteriormente por (Brambilla, 2007).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

En el presente trabajo de investigación se llegó a las siguientes conclusiones.

- Acorde al diseño estadístico en relación a los análisis sensoriales calificados, el proceso de obtención de mucílago a partir de la penca de tuna se determinó que el tratamiento térmico con los parámetros de Temperatura de 80°C y un Tiempo de 30s resulto ser el más adecuado en relación a la evaluación sensorial por presentar diferencias significativas ($P < 0.05$) del trabajo de apariencia general y consistencia.
- La composición químico proximal del producto obtenido del mucílago de la penca de tuna (*Opuntia ficus-indica*), es aceptable en la que se muestra el resultado 99,93% de humedad, 0,02% en la ceniza y del mismo modo tiende a obtener en la proteína 0,05% que es muy reducido en su componente proteico y en la grasa, fibra y ceniza es 0,00%. En resumen, los tratamientos térmicos afectaron la composición química proximal y las características organolépticas del producto final.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

De los resultados y conclusiones se recomienda lo siguiente.

- Se recomienda desarrollar y aplicar nuevos procesos tecnológicos y adecuados para la obtención de un nuevo tipo de producto y nos permita aportar conocimientos necesarios e innovadores tanto en el área biotecnológico como en el área agroindustrial.
- Promover y alentar el cultivo de tuna en las zonas andinas y regionales por presentar un costo mínimo cultivarlo.
- Aprovechar al máximo la penca de tuna en su propagación vegetativa, ya que este producto no seleccionado para la venta, es potencialmente apto para el procesamiento industrial.

CAPÍTULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAJAN V., M.A. (2008). Efecto del método de extracción en las características químicas y físicas del mucílago del nopal (*Opuntia ficus-indica*) y estudio de su aplicación como recubrimiento comestible. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Tecnología de Alimentos. Valencia (España)
- A.O.A.C. (2000), Método de Análisis de los Alimentos - México – Edit. Mancherter Mex
- ALVARADO.J. de D. (2001). Specific heat of dehydrate pulps of fruits. J. Food Process Enginreerig. 14(3). 189-195.
- AZA, M. y MENDEZ, M. (2011). Extracción de pectina de nopal (*Opuntia ficus-indica*), por medio ácido aplicado dos niveles de temperatura, tiempo y estados de madurez. Tesis de Grado. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- BARRIENTOS, P. (1983). Nopal y agaves como recurso de zonas áridas y semiáridas de México. Centro de Genética. Chapingo (México).
- BENÍTEZ, B. A., (2005), Avances recientes en biotecnología vegetal e ingeniería genética de plantas, Editorial Reverte 196 páginas España.
- BENÍTEZ, V. T., (2013), Estudio de estreñimiento crónico en pacientes de 25 – 45 años de edad – UNALM-La Molina- Lima Perú.
- BENZON, T.P., (2008), Efectos de ingesta de la Tuna sobre la Glicerina en ayunas en pacientes diabéticos. U.N.S.A-Arequipa.
- BOLETÍN ELECTRÓNICO DEL COMERCIO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE. (2005), Apoyo a la Investigación y Desarrollo.
- BRAMBILLA, A.S., (2007), Estudio Bromatológico con las pencas de Tuna, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga- UNSCH - Ayacucho.
- CONTRERAS, S. (s/f) Escaldado de alimentos: proceso, tipos, ventajas y desventajas.
En: <http://www.lifeder.com/escaldado-alimenmtos/>
- CORDERO-BUESO, G.A. (2013). Aplicación del Análisis Sensorial de los alimentos en la cocina y en la Industria Alimentaria. Universidad Pablo de Olavide. Sevilla (España). 90 pp
- CUMMING, D.B., STRAK, P., TIMBERS, G.F. Y COWMEADOW.R. (1885) A new blanching system for the food industry. H. Commercial Desing and Testing.

- J. Food Processing and pRESERVATION. 8(3/4): 115-133 pp.
- GUZMAN. L, D. Y CHAVEZ, J. (2007). Estudio Bromatológico del Cladodio del Nopal (*Opuntia ficus-indica*) para el consumo humano. En: Rev. Soc Quím. Perú. 73, N° 1. Pp 41-45.
- FELLOWS, P. (1988). Food processing technology: principles and practice. Ellis. Horwood. Chinchester. 505 pp.
- FIGUEROA, V.T., (2009), Estudio en farmacología para combatir el exceso de Colesterol-U.N.S.A. – Arequipa.
- FERNANDEZ, J. N., (2009), Utilización de la *Opuntia ficus-indica* L. Millar para la elaboración de shampo. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.
- FLORES, V. C., (2012), Nopalitos y tunas, producción, comercialización, post cosecha e industrialización.
- FLORES – VALDEZ, E.A. Luna, E.J. & RAMIREZ, M.P. (2005). Mercado mundial del nopalito, Universidad Autonoma de Chapingo (UACH), 1- 176.
- GIMFERRER M., N. (2012). Pasteurización de los alimentos. Recuperado de: www.consumer.es/seguridad_alimenticia/ciencia_y_tecnologia/2012/03/09/208505_php
- GUEVARA, A, J.C., (2009), Tecnología Post cosecha y uso medicinal del Nopal de tuna, Editorial Trillas – Madrid España.
- GRANADOS, D. y CASTAÑEDA, A. D. (2000). El nopal, Historia, Fisiología, Genética e Importancia Frutícola, Edit. Trillas – México.
- HERNANDEZ A., E. (2005) Evaluación Sensorial. Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad Nacional Abierta y a distancia. Bogotá (Colombia). 128 pp.
- HOLDSWORTH, S.A. (1993) Congelación y refrigeración. En: Manual de industrias de los alimentos. Raken, M.D. (ed.). Editorial Acribia. S.A. Zaragoza (España) 475-498.
- HUOSON, Y. R., (2007), Opuntia y su Importancia en el desarrollo Agronómico -Edit. FARMI-Lima Perú.
- KARLSSON, E. y LUH, B.S.(1988). Vegetable Juices, sauces and soups. In: Commercial vegetable processing. Luh, B.S. and Woodroof, S.G. (eds). Van Nostrand Reinchoed. New York. Pp 387-342.
- LEON M., Frank. (2010). Secado por aspersion de mucílago de nopal (*Opuntia ficus-indica*) y su efecto en las propiedades reológicas de los polvos reconstituidos.

- Tesis de Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales. Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca (México). 121 pp.
- LINCO, T.S., (2010), Estudio de Genero Opuntia y sus variedades Genéricos – Edit. PASAIS- - Lima – Perú.
- LOZADA, K. G. (2008). Determinación de parámetros tecnológicos para la obtención de pectina a partir del mucílago de papaya Arequipeña (*Carica papaya Pubescens*), mediante fisicoquímicos (Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero de Industrias Alimentarias). Universidad Católica Santa María – Arequipa.
- MATSUBIRO, B. et al. (2006). Chemical characterization of the mucilage from fruits of *Opuntia ficus-indica*. Carbohydrate Polymer, 63: 2663-267.
- MATTES, R.R. (2011). Accumulating evidence supports a taste component for free fatty acids in humans. Physiol. Behav. 104, 624-631
- McGARVIE, D. y PAROLIS, H. (1981). The acid-labile peripheral claims of the mucilage of *Opuntia ficus-indica*. Carbohydrate Research, 94, 57-65
- MEILGAARD, M. (2007). Sensory evaluation techniques. 3rd ed. Boca Ratón FL: CRG Press.
- MELLENDEZ, J. (2002). Determinación de los parámetros óptimos en el aprovechamiento de la penca de tuna (*Opuntia ficus-indica*) como alimento neuroceutico. (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniería Alimentaria) Universidad Nacional de San Agustín-Arequipa – Perú.
- MONTOYA, H. O, (2009), Transferencia de Tecnología de la Penca de Tuna (*Opuntia ficus-indica*) Producción y Utilización, México – Edit. Mancherter Mex.
- NOVOA, S. R. (2006). Estudio Sobre el Origen de la Tuna en el Perú, Algunos Alcances.
- ORESTES, O.S., (2009), Comportamiento de Mucílago a partir de Tuna en Malestares Estomacales-Universidad Nacional de San Marcos-Lima – Perú.
- ORELLANA, V. R., (2011), *Enciclopedia Vegetal de la Opuntia – TUNA* -Edit. Sans-Egaña-España
- OROZCO S., E. (2017) Elaboración y caracterización de películas de mucílago de nopal-pectina: efecto de la concentración del mucílago de nopal en las propiedades fisicoquímicas y mecánicas. Tesis de Químico en Alimentos. Facultad de Química. Universidad Autónoma del Estado de México. México. 75 pp.

- RAFAEL, M. R., (2009), Efecto del mucílago hidrofílico de la pala de tuna (*Opuntia ficus-indica*) sobre la evacuación intestinal en vacunos.
- RODRIGUEZ H., Y.C. (2017). Evaluación del mucílago de nopal (*Opuntia ficus-indica*) como agente estabilizante en néctar de maracuyá (*Passiflora edulis*). Tesis. Facultad de Ingeniería. Universidad La Salle. Bogotá (Colombia). 84 pp.
- SAENZ, C., et al. (2006). Utilización Agroindustrial del nopal. Vol. 162. Roma.
- SOCOLICH, A. (2009), Ubicación y extracción del mucílago de la penca de tuna (*Opuntia ficus-indica*) (Tesis para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico), Universidad Católica de Santa María- Arequipa-Perú.
- VALENCIA, P. R., (2012), Aplicación del mucílago de penca de tuna liofilizada como interposición periodo en la recuperación de las características clínicas gingivales post-gingivectomía en pacientes de la clínica odontológica de la U.C.S.M.
- VALENCIANO, R. M., (2005), Formulación y elaboración de una crema con propiedades de protector solar e hidratante a partir del gel de *Opuntia ficus-indica* L.Miller (tuna).-Universidad Nacional de Santa.
- VILLARREAL, R.P. (2015), Investigación de la composición química de la peca de tuna – Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga-AYACUCHO -Pag., 69-71.

ANEXOS

Anexo 1. CARTILLA DE EVALUACIÓN SENSORIAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



CARTILLA DE EVALUACION SENSORIAL Degustación previa a la validación de muestras

TITULO DE LA TESIS: “EVALUAR LOS PARAMETROS OPTIMOS DURANTE EL TRATAMIENTO TERMICO PARA OBTENCION DE MUCÍLAGO DE PENCA DE TUNA (*Opuntia ficus-indica*)”

AUTOR: Juan José, HUANCA ALCA

DIRECTOR:
 M.Sc. Pablo PARÍ HUARCAYA

Nombres y apellidos:

Fecha:

Hora:

Bien venido, a través de la siguiente degustación prosiga a llenar la siguiente ficha en los espacios numerados del 1 al 5 según su percepción, siendo el 1 la nota más baja y el 5 nota más alta, gracias por su tiempo y su ayuda:

- Me gusta mucho : 5 Puntos
- Me gusta moderadamente : 4 Puntos
- Me es indiferente : 3 Puntos
- No me gusta : 2 Puntos
- Me disgusta Totalmente : 1 Puntos

CUADRO DE CALIFICACION

VARIABLES	TRATAMIENTOS								
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
COLOR									
SABOR									
OLOR									
APARIENCIA. GENERAL									
CONSISTENCIA									

COMENTARIOS:.....

Anexo 2. DATOS DE LA EVALUACIÓN DE COLOR DEL MUCÍLAGO.

PANELISTA	TRATAMIENTOS								
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
1	3	4	4	4	4	4	4	4	4
2	4	3	4	4	4	4	4	4	4
3	4	4	3	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
6	4	4	4	4	4	4	4	4	4
7	4	4	4	4	4	4	3	4	4
8	4	4	4	4	4	4	4	3	4
9	4	4	4	4	4	4	4	4	4
10	4	4	4	4	4	4	4	4	3

T₁ = Mucílago a 70°C (tiempo 15s)

T₂ = Mucílago a 70°C (tiempo 30s)

T₃ = Mucílago a 70°C (tiempo 45s)

T₄ = Mucílago a 75°C (tiempo 15s)

T₅ = Mucílago a 75°C (tiempo 30s)

T₆ = Mucílago a 75°C (tiempo 45s)

T₇ = Mucílago a 80°C (tiempo 15s)

T₈ = Mucílago a 80°C (tiempo 30s)

T₉ = Mucílago a 80°C (tiempo 45s)

Anexo 3. DATOS DE LA EVALUACIÓN DE SABOR DEL MUCÍLAGO

PANELISTA	TRATAMIENTOS								
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
1	3	4	4	4	4	4	3	4	4
2	4	3	4	4	4	4	4	4	4
3	4	4	3	4	4	4	4	4	4
4	4	3	4	4	4	4	4	4	4
5	4	4	3	4	4	4	4	4	4
6	4	4	4	3	4	4	4	4	4
7	4	4	4	4	4	4	4	4	4
8	3	4	4	4	4	4	4	4	4
9	4	3	4	4	4	4	4	4	4
10	4	4	3	4	4	4	4	4	3

T₁ = Mucílago a 70°C (tiempo 15s)

T₂ = Mucílago a 70°C (tiempo 30s)

T₃ = Mucílago a 70°C (tiempo 45s)

T₄ = Mucílago a 75°C (tiempo 15s)

T₅ = Mucílago a 75°C (tiempo 30s)

T₆ = Mucílago a 75°C (tiempo 45s)

T₇ = Mucílago a 80°C (tiempo 15s)

T₈ = Mucílago a 80°C (tiempo 30s)

T₉ = Mucílago a 80°C (tiempo 45s)

Anexo 4. DATOS DE EVALUACIÓN DE OLOR DEL MUCÍLAGO

PANELISTA	TRATAMIENTOS								
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
1	3	4	4	4	4	3	4	4	4
2	4	3	4	4	4	4	3	4	4
3	4	4	3	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	4	4	4	4	3	4	4	4	4
6	4	4	4	3	4	4	4	4	4
7	4	4	4	4	4	4	3	4	4
8	3	4	4	4	4	4	4	3	4
9	4	3	4	4	3	4	4	4	4
10	4	4	4	4	4	4	4	4	3

T₁ = Mucílago a 70°C (tiempo 15s)

T₂ = Mucílago a 70°C (tiempo 30s)

T₃ = Mucílago a 70°C (tiempo 45s)

T₄ = Mucílago a 75°C (tiempo 15s)

T₅ = Mucílago a 75°C (tiempo 30s)

T₆ = Mucílago a 75°C (tiempo 45s)

T₇ = Mucílago a 80°C (tiempo 15s)

T₈ = Mucílago a 80°C (tiempo 30s)

T₉ = Mucílago a 80°C (tiempo 45s)

Anexo 5. DATOS DE EVALUACIÓN DE APARIENCIA GENERAL DEL MUCÍLAGO

PANELISTA	TRATAMIENTOS								
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
1	4	4	3	3	4	4	4	5	4
2	3	3	4	4	3	3	3	4	4
3	4	4	4	4	4	4	4	5	4
4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
5	3	4	4	3	4	3	4	4	4
6	4	3	3	4	4	4	4	5	4
7	3	3	4	4	4	4	3	4	4
8	4	4	4	4	3	4	4	4	5
9	4	3	4	3	4	4	3	4	4
10	3	4	4	4	3	4	4	4	4

T₁ = Mucílago a 70°C (tiempo 15s)

T₂ = Mucílago a 70°C (tiempo 30s)

T₃ = Mucílago a 70°C (tiempo 45s)

T₄ = Mucílago a 75°C (tiempo 15s)

T₅ = Mucílago a 75°C (tiempo 30s)

T₆ = Mucílago a 75°C (tiempo 45s)

T₇ = Mucílago a 80°C (tiempo 15s)

T₈ = Mucílago a 80°C (tiempo 30s)

T₉ = Mucílago a 80°C (tiempo 45s)

Anexo 6. DATOS DE EVALUACIÓN DE CONSISTENCIA DEL MUCÍLAGO

PANELISTA	TRATAMIENTOS								
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
1	3	3	4	4	3	4	4	4	4
2	4	4	4	4	4	4	4	4	4
3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
4	3	3	4	3	4	4	4	4	4
5	4	3	4	4	4	4	4	4	4
6	4	4	4	4	4	4	4	4	5
7	3	4	4	4	4	4	4	4	4
8	4	4	3	4	4	4	5	4	5
9	4	3	4	4	4	4	4	4	4
10	3	4	4	4	4	4	4	5	4

T₁ = Mucílago a 70°C (tiempo 15s)

T₂ = Mucílago a 70°C (tiempo 30s)

T₃ = Mucílago a 70°C (tiempo 45s)

T₄ = Mucílago a 75°C (tiempo 15s)

T₅ = Mucílago a 75°C (tiempo 30s)

T₆ = Mucílago a 75°C (tiempo 45s)

T₇ = Mucílago a 80°C (tiempo 15s)

T₈ = Mucílago a 80°C (tiempo 30s)

T₉ = Mucílago a 80°C (tiempo 45s)

Anexo 7. PANEL FOTOGRÁFICO DE OBTENCIÓN DE LA PENCA DE TUNA
(Opuntia ficus-indica)

IMAGEN 1: Producción de tuna



IMAGEN 3: Recolección de materia prima



IMAGEN 4: Corte de la Penca



Obtención de materia prima (penca de tuna)



PENCA EN LABORATORIO



PREPARANDO



Materia prima en Laboratorio

Preparando materia prima



Listo en autoclave la penca de tuna

PANEL FOTOGRAFICO, PREPARACION EN CUBOS LA PENCA DE TUNA PARA
LA OBTENCION DE MUCILALO DE PENCA DETUNA (*Opuntia ficus-indica*)



Preparación en cubos y su obtención el mucílago de penca de tuna



Obtención de mucílago



Codificado las muestras del mucílago

Anexo 8. PANEL FOTOGRAFICO, EXPOSICION PARA LA EVALUACION SENSORIAL DE LA OBTENCION DE MUCILALO DE PENCA DETUNA (*Opuntia ficus-indica*)



Explicación a los estudiantes para su evaluación



Evaluación Sensorial

Anexo 9. CERTIFICADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LAS MUESTRAS DE PENCA DE TUNA. (*Opuntia ficus-indica*)



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Ciudad Universitaria, Av. Sesquicentenario N° 1150, Telf.: (051)599430 / IP. 10301 / (051) 366080

LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

INFORME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Nro. 0029-2017-LENA-EPIA

SOLICITANTE : Juan José Huanca Alca
 TESIS : "EVALUAR LOS PARAMETROS DURANTE EL TRATAMIENTO TÉRMICO PARA OBTENCION DE MUCILAGO DE LA PENCA DE TUNA (*Opuntia ficus-Indica*)".
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIA E.P. INGENIRIA AGROINDUSTRIAL
 PRODUCTO : PENCA DE TUNA
 ALISIS SOLICITADO : FISICO QUIMICO
 FECHA DE RECEPCION : 02-08-2017
 FECHA DE ENSAYO : 02-08-2017
 FECHA DE EMISION : 09-08-2017

RESULTADOS:

De acuerdo al Informe de los Análisis de Laboratorio que obra en los archivos los resultados son:

DETERMINACIONES FÍSICO QUÍMICAS:

ENSAYOS	RESULTADOS
HUMEDAD %	95.06
CENIZAS TOTALES %	0.52
PROTEINA %	0.96
GRASA %	0.30
FIBRA %	2.01
CARBOHIDRATOS %	1.15
pH	5.4
*Brix	0.0

CONCLUSIÓN : Los resultados Físico Químicos de Carbón activado están conformes.

C. U. 09 de Agosto de 2017.



OSWALDO ARPASI ALCA
 Control de Calidad de Alimentos
 LABORATORIO
 C.I.P 160625



Luis Alberto Jiménez Montoya
 M.Sc. AGROINDUSTRIAL
 C.I.P. 19812
 JEFE DE LABORATORIO

E-mail: direccion.epiai@unap.edu.pe

Anexo 10. CERTIFICADO DEL ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LAS MUESTRAS DEL MUCÍLAGO DE PENCA DE TUNA. (*Opuntia ficus-indica*)



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Ciudad Universitaria, Av. Sesquicentenario N° 1150, Telf.: (051)599430 / IP. 10301 / (051) 366080

LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

INFORME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Nro. 0028-2017-LENA-EPIA

SOLICITANTE : Juan José Huanca Alca
 TESIS : "EVALUAR LOS PARAMETROS DURANTE EL TRATAMIENTO TÉRMICO PARA OBTENCIÓN DE MUCILAGO DE LA PENCA DE TUNA (*Opuntia ficus-Indica*)".
 PROCEDENCIA : E.P. INGENIERIA DE AGROINDUSTRIAL
 PRODUCTO : FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 ALISIS SOLICITADO : MUCILAGO DE LA PENCA DE TUNA
 FECHA DE RECEPCION : FÍSICO QUÍMICO
 FECHA DE ENSAYO : 05-07-2017
 FECHA DE EMISION : 10-07-2017

RESULTADOS:
 De acuerdo al Informe de los Análisis de Laboratorio que obra en los archivos los resultados son:

DETERMINACIONES FÍSICO QUÍMICAS:

ENSAYOS	RESULTADOS
HUMEDAD %	99.93
CENIZAS TOTALES %	0.02
PROTEÍNA %	0.05
GRASA %	0.00
FIBRA %	0.00
CARBOHIDRATOS %	0.00
pH	5.4
Brix	0.0
Viscosidad % (60 RPM)	
cP	6.59
Viscosidad % (30 RPM)	
cP	4.26

CONCLUSIÓN : Los resultados Físico Químicos de Carbón activado están conformes.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial
Luis Alberto Jiménez Montroy
 M.S. AGROINDUSTRIAL
 CIP: 19612
 JEFE DE LABORATORIO



Ing. OSWALDO ARPASÍ ALCA
 Control de Calidad de Alimentos
 LABORATORIO
 C.I.P. 160625

E-mail: direccion.epiai@unap.edu.pe