

UNIVERSIDAD LE CORDON BLEU

FACULTAD DE CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS

INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



EVALUACIÓN DEL MUCILAGO DEL NOPAL (*Opuntia ficus indica*) COMO AGENTE ESTABILIZANTE EN LA ELABORACIÓN DE NECTAR DE AGUAYMANTO (*Physalis peruviana*)

TESIS

Para optar el título profesional de:
Ingeniero en Industrias Alimentarias

AUTORA

Bach. SUSAN JAZMIN VILLANUEVA PUMA

ASESORA

DRA. ELENA E. LON KAN PRADO

LIMA-PERÚ

2020



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Lima, Distrito de Magdalena, a las **16:00 horas del día 10 de marzo del 2020**, se reunió el Jurado Examinador de Sustentación y Defensa de la Tesis: **"Evaluación del mucilago del nopal (*Opuntia ficus indica*) como agente estabilizante en la elaboración de néctar de aguaymanto (*Physalis peruviana*)"**, presentada por el (la) Bachiller **SUSAN JAZMIN VILLANUEVA PUMA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniera en Industrias Alimentarias** conformado por los profesores:

Dra. Bettit Karim Salvá Ruíz - Presidente
Dr. Oscar Benjamin Jordan Suarez - Miembro
Dra. Elena Elizabeth Lon Kan Prado - Miembro

Luego de instalado el Jurado Examinador, se procedió dar cumplimiento a las siguientes etapas:

- El Presidente del jurado invitó a la sustentante a realizar su presentación por un tiempo no mayor de 30 minutos.
- Terminada la presentación de la tesis, el jurado evaluador procedió a realizar preguntas sobre aquellos aspectos pertinentes para determinar los conocimientos sobre el tema y la ejecución de la investigación.
- Luego de escuchar las respuestas a las interrogantes formuladas, el Jurado Examinador deliberó en privado la calificación del trabajo de investigación y su correspondiente defensa.
- Cada miembro del Jurado Examinador estableció individualmente su calificación de acuerdo al reglamento de grados y títulos.
- A continuación, el Presidente del Jurado verificó la calificación de cada miembro y procedió a establecer la calificación de la tesis en escala vigesimal con la siguiente mención:

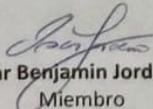
SOBRESALIENTE	20-18 ()
MUY BUENO	17-16 (X)
BUENO	15-13 ()
DESAPROBADO	< 13 ()

Finalmente, el Presidente del Jurado Examinador invitó a la sustentante para recibir el veredicto de la calificación obtenida.

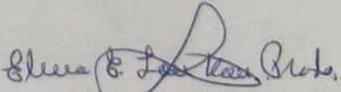
El Jurado Examinador deja constancia con su firma, que el veredicto final de calificación de la tesis presentada por el (la) Bach. **SUSAN JAZMIN VILLANUEVA PUMA** es de:

Aprobado

Concluye el acto académico, siendo las 4:40 horas del mismo día.


Dr. Oscar Benjamin Jordan Suarez
Miembro


Dra. Bettit Karim Salvá Ruíz
Presidente


Dra. Elena Elizabeth Lon Kan Prado
Miembro

DEDICATORIA

A la mujer que me otorgo la vida y día a día me enseña un amor puro e incondicional, te amo y no va haber manera de devolverte todo lo que has hecho por mí. Este trabajo de investigación es un logro que llevo a cabo, gracias a ti; porque me enseñaste a no rendirme ante nada y confiaste en mí en todo momento.

Muchas gracias, Susanita.

AGRADECIMIENTOS

A mi maestro Dr. Ezequiel Jonás Ataucusi Molina, a quien guardo un gran respeto y admiración por ser un ejemplo a seguir. Sus consejos fueron mi roca de fortaleza en todo momento.

A mis padres, Enrique y Susana, por brindarme su apoyo incondicional y motivarme a seguir este camino profesional, gracias por inculcarme valores, por creer en mis capacidades, por permitirme seguir mis sueños y demostrarme que nada es fácil pero tampoco imposible.

A mis hermanos Rony, Paty y Criss por haberme brindado su apoyo incondicional y comprensión en toda mi carrera profesional.

A Daniel Quispe por su comprensión, confianza e incondicional apoyo. Gracias por estar en los momentos más importantes en la realización de esta tesis. Y tener siempre palabras de aliento.

A los señores catedráticos: Ing. Oscar Jordán, Ing. Edwin Macavilca y Dra. Elena Lon Kan por su orientación y apoyo en la realización exitosa de esta investigación.

RESUMEN

El presente estudio de investigación tuvo como objetivo evaluar el mucilago del nopal (*Opuntia ficus indica*) como agente estabilizante en la elaboración de néctar de aguaymanto (*physalis peruviana*) y de este modo conocer las propiedades fisicoquímicas y reológicas son aportadas por el mucilago de nopal con la finalidad de mejorar la estabilidad del néctar.

Para lo cual se procedió a la extracción del mucilago de nopal proveniente de Huánuco y Cusco; mediante la deshidratación por estufa el cual tuvo un rendimiento 0.14% y 0.19% respectivamente. Una vez obtenidos, se procedió a mezclar el néctar de aguaymanto con diferentes concentraciones de mucilago de nopal deshidratado 0%, 1%, 1.5%. Teniendo seis (6) variables fisicoquímicas de estudio, pH, porcentaje de acidez, color, °Brix, viscosidad y sedimentación. Los resultados fueron evaluados mediante el diseño experimental de bloques completos al azar DBCA, comparando la diferencia de concentraciones y las distintas zonas geográficas. Para conocer si existe diferencia significativa entre el néctar de aguaymanto estabilizado con mucilago de nopal que procede de dos departamentos y el néctar de aguaymanto estabilizado con CMC, se procedió a usar el diseño experimental T-STUDENT. De esta forma se determinó la mejor concentración de mucilago de nopal 1.5% en 500 ml de néctar de aguaymanto. Por presentar resultados de acidez, pH y viscosidad propios de un Néctar. Así mismo esta concentración evidencia una menor velocidad de sedimentación en el tiempo.

Palabras claves: Aguaymanto, Mucílago, Nopal, Sedimentación.

SUMMARY

This research study aimed to evaluate the prickly pear mucilage (*Opuntia ficus indica*) as a stabilizing agent in the production of aguaymanto nectar (*Physalis peruviana*) and thus know the physicochemical and rheological properties are contributed by the prickly pear mucilage with the determination to improve the stability of the nectar.

For which the nopal mucilage was extracted from Huánuco and Cusco; by dehydration by stove which had a yield of 0.14% and 0.19% respectively. Once it was processed, the aguaymanto nectar was mixed with different mixtures of dehydrated prickly pear cactus mucilage 0%, 1%, 1.5%. Having six (6) study physicochemical variables, pH, acidity percentage, color, ° Brix, viscosity and sedimentation. The results were evaluated through the experimental design of randomized complete blocks DBCA, comparing the difference in dimensions and the different geographical areas. In order to know if there is a significant difference between the water and mantle nectar stabilized with nopal mucilage derived from two departments and the water and mantle nectar stabilized with CMC, the experimental design T-STUDENT was used. In this way the best concentration of 1.5% prickly pear mucilage in 500 ml of aguaymanto nectar was determined. By presenting results of acidity, Ph and viscosity of a Nectar. This concentration also shows a lower sedimentation rate over time

Keywords: Aguaymanto, Mucílago, Nopal, Sedimentación

INDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	8
II. MARCO TEÓRICO	10
2.1. Antecedentes de la Investigación	10
2.2. Bases teóricas	12
2.2.1. Aguaymanto	12
2.2.1.1. Descripción.....	12
2.2.1.2. Clasificación taxonómica.	13
2.2.1.3. Valor nutricional.....	15
2.2.2. Nopal	16
2.2.2.1. Descripción.....	16
2.2.2.2. Características Morfológicas.....	18
2.2.2.2.1. Tallo.....	18
2.2.2.2.2. Cladodio	19
2.2.2.2.3. Flores	20
2.2.2.2.4. Frutos.....	21
2.2.2.3. Clasificación taxonómica.	22
2.2.2.4. Valor Nutricional.....	23
2.2.2.5. Condiciones Climáticas.	25
2.2.2.6. El Mucílago de Nopal.....	26

2.2.2.7. Métodos de Extracción	29
2.2.3. Nectar	37
2.2.3.1. Definición.....	37
2.2.3.2. Uso de aditivo en la elaboración del Néctar	37
2.2.3.2.1. Edulcorante.....	38
2.2.3.2.2. Conservante	39
2.2.3.2.3. Acidificantes.....	39
2.2.3.2.4. Estabilizante	40
2.2.3.2.5. Espesante	41
2.2.3.3. Procesamiento del Néctar	41
2.2.4. Reología de fluidos.....	50
2.2.5. Sedimentación de partículas sólidas en fluidos.....	52
2.2.5.1. Sedimentación Discontinua.....	52
2.2.5.2. Sedimentación Continúa.....	54
2.2.6. Secado en alimentos	54
2.2.6.1. Secado	54
2.2.6.2. Estática de Secado	54
2.2.6.3. Deshidratado.....	65

III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	57
3.1. LUGAR DE EXPERIMENTACIÓN.....	57
3.2. MATERIALES.....	58
3.2.1. Materia Prima, Insumos, Equipos, Instrumentos y materiales.	58
3.3. METODOLOGÍA	59
3.3.1. Extracción del Mucilago de Nopal (<i>Opuntia Ficus Indica</i>).	59
3.3.1.1. Diagrama de Flujo	61
3.3.2. Elaboración del Nectar de Aguaymanto.....	65
3.3.2.1. Diagrama en Flujo	68
3.3.3. Diseño Experimental	69
3.3.3.1. Aplicación de estabilizante de Mucilago de Nopal en polvo (<i>Opuntia Ficus Indica</i>) al Nectar de Aguaymanto (<i>Physalis Peruviana</i>)	71
3.3.3.2. Métodos de Análisis	72
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	75
4.1. Análisis de Varianza (ANOVA) en DBCA.....	75
4.1.1.1. Análisis de viscosidad	75
4.1.1.2. Análisis de color	76
4.1.1.3. Análisis de acidez	76
4.1.1.4. Análisis de pH	77
4.1.1.5. Análisis de Sólidos Solubles (Brix).....	77

4.1.2. Análisis de datos para diferencia geográfica	78
4.2. ANÁLISIS DE DATOS PARA EL MUCILAGO DE NOPAL Y CMC	79
4.3. Sedimentación de las muestras testigos	82
V. CONCLUSIONES.....	86
VI. RECOMENDACIONES	87
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
VIII. ANEXOS.....	96

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Physalis peruviana.	13
Figura 2. Planta de physalis peruviana.....	14
Figura 3. Frutos maduros de physalis peruviana.....	14
Figura 4. Cladodio de nopal.....	17
Figura 5. Estructura del cladodio de nopal.	17
figura 6. Plantación de Nopal.....	18
Figura 7. Arquitectura de planta adulta tuna mostrando las pencas y dan origen a los frutos.	19
Figura 8. Cladodios con sus respectivas espinas y areolas..	20
Figura 9. Cladodios tiernos mostrando las hojas caducas.....	20
Figura 10. Flores jóvenes de Opuntia Ficus Indica.....	21
Figura 11. Variedad de tonos y colores en las flores de tuna.....	21
Figura 12. Planta de tuna con frutos en distintas fases de maduración.....	22
figura 13. Cascara y pulpa gelatinosa de los frutos de tuna.....	22
Figura 14. Diseño experimental usando diferentes parámetros de temperatura y tiempo	30
Figura 15. Flujograma del proceso de extracción del mucilago de nopal.....	33
Figura 16. Diagrama de flujo de distintos procesos de extracción de mucílago de nopal.	36
Figura 17. Diagrama de Flujo para la Elaboración de Néctar de Frutas	45
Figura 18. Flujograma para la elaboración de Nectar de aguaymanto con stevia y mucílago de linaza.....	49
Figura 19. Clasificación de los tipos de fluidos	51
Figura 20. Proceso de sedimentación.....	52

Figura 21. Gráfica de la altura de sedimentación respecto al tiempo.	53
Figura 22. Curva de equilibrio de humedad en el diagrama de fases.	55
Figura 23. Rangos de Vacío.....	57
Figura 24. Diagrama de Flujo para el proceso de extracción de mucilago de nopal en polvo.....	62
Figura 25. Proceso realizado en la extracción de mucílago de nopal (Opuntia ficus-Indica) proveniente Huánuco - Huánuco.....	63
Figura 26. Proceso realizado en la extracción de mucílago de nopal (Opuntia ficus-Indica) proveniente Urubamba - Cusco.....	64
Figura 27. Diagrama de flujo para el proceso de elaboración de Nectar de Aguaymanto.	68
Figura 28. Flujograma para obtención de Nectar de Aguaymanto aplicando estabilizante de Mucilago de Nopal.	71
Figura 29. Explicación del proceso de velocidad de sedimentación.....	74
Figura 30. Grafico comparativo de las muestras de mucilago de nopal a diferentes concentraciones versus CMC a 0.01% de concentración.....	84

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del aguaymanto.	13
Tabla 2. Composición Nutricional de la Uvilla	16
Tabla 3. Clasificación taxonómica del Nopal.	23
Tabla 4. Composición química del Nopal (<i>Opuntia ficus indica</i>)	24
Tabla 5. Variaciones en la composición química de 100 g de nopal fresco con respecto a la edad	25
Tabla 6. Composición química del mucílago de Nopal (<i>Opuntia ficus indica</i>).	27
Tabla 7. Presencia de monómeros y peso molecular de presentes en mucílago de <i>Opuntia</i> spp.	27
Tabla 8. Diluciones recomendadas en la elaboración de néctares de fruta.	43
Tabla 9. Matriz de Recolección de datos.	70
Tabla 10. Análisis de varianza ANOVA para viscosidad.	75
Tabla 11. Análisis de varianza ANOVA para color.	76
Tabla 12. Análisis de Varianza para acidez.	76
Tabla 13. Análisis de Varianza para pH.	77
Tabla 14. Análisis de Varianza para Solidos Solubles.	77
Tabla 15. Resumen de efectos significativos en la comparación de resultados de diferencia geográfica y concentración de mucilago de nopal	78
Tabla 16. Comparación de resultados de la muestra control CMC (0.01%) versus las diferentes concentraciones de mucilago de nopal.	80
Tabla 17. Resultados de la prueba de sedimentación analizados por semanas utilizando la técnica de separación de fases.	83

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Cajas y bigotes del análisis de acidez.....	120
Anexo 2. Cajas y bigotes del análisis de acidez.....	121
Anexo 3. Cajas y bigotes del análisis de acidez.....	122
Anexo 4. Cajas y bigotes del análisis de acidez.....	123
Anexo 5. Cajas y bigotes del análisis Brix.....	124
Anexo 6. Cajas y bigotes del análisis Brix.....	125
Anexo 7. Cajas y bigotes del análisis Brix.....	126
<i>Anexo 8. Cajas y bigotes del análisis de Brix</i>	<i>127</i>
Anexo 9. Cajas y bigotes del análisis de Color	128
Anexo 10. Cajas y bigotes del análisis de Color.....	129
Anexo 11. Cajas y bigotes del análisis de Color.....	130
Anexo 12. Cajas y bigotes del análisis de Color.....	131
Anexo 13. Cajas y bigotes del análisis de pH	132
Anexo 14. Cajas y bigotes del análisis de pH	133
Anexo 15. Cajas y bigotes del análisis de pH	134
Anexo 16. Cajas y bigotes del análisis de pH	135
Anexo 17. Cajas y bigotes del análisis de viscosidad	136
Anexo 18. Cajas y bigotes del análisis de viscosidad	137
Anexo 19. Cajas y bigotes del análisis de viscosidad	138
Anexo 20. Cajas y bigotes del análisis de viscosidad	139

Anexo 21. ANOVA Gráfico viscosidad.....	141
Anexo 22. ANOVA Gráfico color	142
Anexo 23. ANOVA Gráfico acidez	143
Anexo 24. ANOVA Gráfico pH.....	145
Anexo 25. ANOVA Gráfico BRIX.....	146

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente se ha elevado la tendencia de consumo de productos naturales el cual se ve claramente reflejado en el incremento de tiendas naturistas, 13% más que el año pasado, y en el incremento de las visitas a las ferias naturales, 32% más respecto al 2013 (Saravia y Espinoza, 2014). Esto evidencia que el mercado peruano está en una búsqueda constante de productos naturales y con alto valor nutricional.

Por otro lado; los néctares son un producto que tienen un uso frecuente en el mercado de jugos y bebidas, su consumo se incrementó en un 9.3 % en los últimos años en Perú. Sin embargo, uno de los problemas más frecuentes en la elaboración de este producto es la separación de sólidos, es por ello que la industria en busca de soluciones requiere aditivos estabilizantes para mantenerlos homogéneos durante periodos de tiempo prolongado.

Por lo anterior, se vienen utilizando estabilizantes sintéticos y se requieren cantidades relativamente grandes para conseguir un mayor grado de eficacia. La tendencia a consumir alimentos saludables y naturales, ha llevado a la búsqueda de nuevas opciones de aditivos alimentarios. En la actualidad consumidor se inclina por los alimentos naturales, sanos y frescos además de fácil manejo y consumo.

Los mucilagos son polisacáridos ramificados de alto peso molecular que forman enlaces moleculares y son capaces de retener agua en su estructura. Tiene como

principales características ser completamente soluble en agua y tienen la capacidad de formar soluciones viscoelásticas y geles, estos generalmente se usan como espesantes y modificadores reológicos (Saravia y Espinoza, 2014).

Se comprobó la eficiencia estabilizante de mucilago de nopal liofilizado en un néctar de maracuyá, observando que a medida que aumenta la concentración de mucilago de nopal deshidratado, disminuye el volumen de sedimento; a su vez; se evidencia un aumento de pH (Rodríguez, 2017).

Por lo tanto, se realizó un estudio para determinar la concentración optima de mucilago de nopal (*opuntia ficus indica*) para la estabilización del néctar de aguaymanto (*physalis peruviana*).

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

- Rodríguez (2017) se planteó como objetivo. “Evaluar el mucílago de nopal como agente estabilizante en Néctar de maracuyá” (p.1). Se definió la concentración adecuada de mucilago de nopal que muestra las mejores cualidades físico-químicas y sensitivas, para ello se buscó un mejor rendimiento en la extracción del mucilago de nopal mediante dos métodos, deshidratado en frío y caliente, obteniendo en el primer método un rendimiento de 1 % mientras que en el segundo método el rendimiento mejoro hasta un 1.96%.
- La investigación de Rodríguez, tuvo como conclusión un incremento de PH a medida que aumenta la concentración de mucilago. En la concentración 0% se obtuvo 3,26 de pH, la concentración 0,5% con 3,37 de pH, la concentración 1% con 3,46 de pH y la concentración 1,5% con 3,56 de pH. Además, se observó un descenso en el % Acidez expresada en ácido cítrico; para la concentración 0% con 2,24 de acidez, la concentración 0,5% con 1,88 de acidez, la concentración 1% con 1,16 de acidez y la concentración 1,5% con 1,08 de acidez. No se muestran cambios respecto a los sólidos solubles, se reporta 15°Brix para todas las concentraciones (Rodríguez,2017).
- Aquino, Rodríguez, Méndez y Torres (2009) estudiaron la Inhibición del Oscurecimiento con Mucílago de Nopal (*Opuntia ficus indica*) en el secado de plátano roatán, el problema que se planteo fue “la acción de los agentes microbianos o enzimas que alteran las características originales del alimento. Aplicando tratamientos térmicos se obtienen tonalidades, desde un ligero amarillo hasta un intenso café a través de reacciones de

Maillard y de caramelización”(p.15). Por ello se estableció como “objetivo inhibir el oscurecimiento durante el deshidratado de plátano Roatán (*Musa cavendish*), aplicando el mucílago de nopal (*Opuntia ficus indica*) combinado con diferentes concentraciones de ácido cítrico y bisulfito de sodio” (Aquino, Rodríguez, Méndez y Torres, 2009, p.15).

Abraján (2008) evaluó el:

“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” (p.1). D

icho estudio de investigación tuvo como finalidad mejorar el método de extracción del mucilago de nopal (*Opuntia ficus indica*). Para la mejora de la extracción del mucilago de nopal se siguieron cuatro procedimientos llamados escaldado, entero, cocción y decolorado. Llegando a la conclusión que el mejor método de extracción fue el escaldado ya que permite obtener un producto con características físicas y químicas más adecuadas para la elaboración de film, así también la extracción mediante este proceso da un producto con mayor pectina total e hidrosoluble el cual le confiere un mayor poder espesante.

Abraján (2008) afirma: “Operación de escaldado es la que permite obtener un producto con características químicas y físicas más adecuadas para ser utilizado en la elaboración de films y recubrimientos. Éste presenta un elevado contenido en calcio y bajo en sodio y un aspecto más incoloro, Además, es el que contiene mayor cantidad de pectina total y de pectina hidrosoluble lo que le confiere un mayor poder espesante (mayor viscosidad intrínseca)” (p.189).

Lozana (2015) estudió el. “Efecto de la temperatura y tiempo de extracción en el rendimiento y el color del mucilago de nopal (*Opuntia ficus - indica*)” (p.1). En este estudio se

evaluó las consecuencias que tiene el tiempo y temperatura de durante la extracción, sobre color y rendimiento del mucilago de nopal. De esta manera se llega a la conclusión que el mejor parámetro para la extracción es de 90°C por 20'.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Aguaymanto

2.2.1.1. Descripción.

El aguaymanto " *Physalis peruviana* "es una fruta nativa exótica tropical de origen peruano. Conocida desde la época de los incas con el nombre de tomatillo silvestre, capulí y uvilla. Actualmente cuenta con una gran aceptación en el mercado europeo (Ordoñez, 2014, p.23).

La fruta es redonda - ovoide, del tamaño de una uva grande, con piel lisa, brillante y de color amarillo – dorado – naranja; o verde según la variedad. Su pulpa es jugosa con semillas amarillas pequeñas y suaves que son comestibles. Cuando la fruta está madura, es dulce con un ligero sabor agrio (Samata, 2011, p.37).

A la uvilla se la conoce con distintos nombres en los diferentes países de América y Europa. Sin embargo, en el mercado internacional en general se la conoce como physalis. Así, en Perú se la llama también capulli. En Estados Unidos se le han asignado varios nombres, como ground / andean cherry, husk tomato, etc. En España la llaman alquequenje, en Alemania judaskirsche y en Francia coqueret du perou. La partida arancelaria NANDINA de este producto es 0810905000 "Uchuvas - uvillas frescas o refrigeradas" (Samata, 2011, p.38).



Figura 1. *Physalis peruviana*.

Fuente: Ordoñez, 2014.

2.2.1.2. Clasificación taxonómica.

El aguaymanto (*Physalis peruviana*) originaria de Perú, pertenece a la familia de las Solanáceas y al género *Physalis*, cuenta con más de ochenta variedades que se encuentran en estado silvestre y que se caracterizan porque sus frutos están cubiertos por un cáliz (Calvo 2009), citado por (Culcapusa, 2015, p.10).

Tabla 1. Clasificación taxonómica del aguaymanto

Reino	Vegetal
Tipo	Faneógamas
Clase	Dicotiledónea
Subclase	Metaclamidea
Orden	Tubiflora
Familia	Solanácea
Género	<i>Physalis</i>
Espécie	<i>Physalis Peruviana</i> L.

Fuente: Culcapusa (2015).



Figura 2. Planta de physalis peruviana.

Fuente: Ulloa (2007).



Figura 3. Frutos maduros de physalis peruviana.

Fuente: Ulloa (2007).

2.2.1.3. Valor nutricional.

La uvilla posee los componentes que se señalan en la Tabla 2. Después del agua, los hidratos de carbono son los compuestos que están presentes en mayor proporción en la pulpa, vale destacar también los azúcares, las pectinas y almidones. También se encuentra varios ácidos que le dan el carácter y contribuyen a sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales (Jorgue, 2011).

El rendimiento está compuesto de aproximadamente un 70% de pulpa, cáliz 6,4% y la semilla cáscara 23,6 %. La uvilla alcanza valores de 14,5% de sólidos solubles, mismos que son valorados en °Brix, significando la cantidad de sólidos solubles presentes en la pulpa, expresados en porcentaje de sacarosa” (Jorgue, 2011, p.43). Es decir que, en 100 g de pulpa de aguaymanto, 14,5g son sólidos solubles. Este contenido es atractivo para la industria ya que se puede aprovechar para la elaboración de néctares, ya que cuando se le adiciona agua y azúcar el equilibrio de sabores dulce – ácido resulta agradable al gusto. El valor del pH de la pulpa de aguaymanto está alrededor de 3.4 a 3.7 (Jorgue, 2011).

“Este valor es el apropiado para la elaboración de derivados, ya que impiden el fácil crecimiento de microorganismos patógenos, es decir peligrosos para la salud del consumidor. Además, en la elaboración de mermeladas esta valoración favorece la gelificación” (Jorgue, 2011, p.43).

Tabla 2. Composición Nutricional de la Uvilla.

Factor Nutricional	Contenido de 100 g de la parte comestible	Valores diarios recomendados (basados en una dieta de 2000 calorías)
Humedad	78.90%	
Carbohidratos	16 g	300 g
Ceniza	1.01 g	
Fibra	4.90 g	25 g
Grasa total	0.16 g	66 g
Proteína	0.05 g	
Ácido ascórbico	43 mg	60 mg
Calcio	8 mg	162 mg
Caroteno	1.61 mg	5000 IU
Fósforo	55.30 mg	125 mg
Hierro	1.23 mg	18 mg
Niacina	1.73 mg	20 mg
Ribolavina	0.03 mg	1.7 mg

Fuente: Fruit Gardener, California Rare Fruit Growers, Inc.

2.2.2. Nopal

2.2.2.1. Descripción

Los tallos de *Opuntia* son aplanados y discoideas en forma de raqueta, recibe el nombre botánico de “cladodios”, estos están revestidos por una cutícula gruesa que protege a la planta de la evaporación. La principal característica morfológica que describe a los nopales y a la mayoría de las cactáceas es la succulencia, esta es causada por la presencia de enormes vacuolas en el tejido medular que ocupa el 95 % del volumen celular. Este tejido se conoce como parénquima medular, siendo el almacenamiento su principal función. (Ramírez A., J., 1996) citado por (Domínguez, 2017, p.6)

“Dentro de este tejido se encuentra un componente el cual tiene un papel muy importante ya que posee la capacidad de retención el agua (Noel *et al.*, 1992)” citado por (Domínguez, 2017, p.6).



Figura 4. Cladodio de nopal.

Fuente: Domínguez (2015).

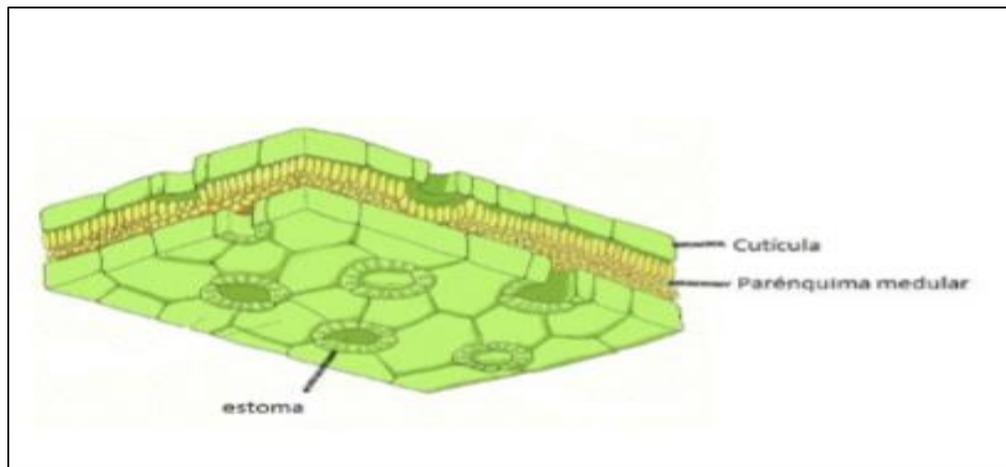


Figura 5. Estructura del cladodio de nopal.

Fuente: Domínguez (2015).

En México la producción de nopal se clasifica en tres variedades: nopaleras silvestres, de huertos familiares y plantaciones (Saravia-tasayco, 2004) citado por (Domínguez, 2017, p.7).



figura 6. Plantación de Nopal.

Fuente: Rodríguez (2016).

2.2.2.2. Características Morfológicas

2.2.2.2.1. Tallo

La tuna es un vegetal arborescente de 3 a 5m de alto, su tronco es leñoso y mide de entre 20 a 50cm de diámetro. En el Perú las variedades más usuales desarrollan portes de aproximadamente 1,5 a 2,00m de altura. El tallo, a diferencia de otras especies de cactáceas, está conformado por un tronco y ramas aplanadas que posee cutícula gruesa de color verde de función fotosintética y de almacenamiento de agua en los tejidos (Castro, 2009, p.5).



Figura 7. Arquitectura de planta adulta tuna mostrando las pencas y dan origen a los frutos.

Fuente: Castro (2009).

2.2.2.2.2. Cladodio

La planta forma penca denominadas cladodios que varían sus tamaños desde 30 hasta 60cm. de largo por 20 a 40cm de ancho. Sus ramas están formadas por pencas de color verde con sus areolas que contienen espinas amarillas. Estas estructuras realizan la fotosíntesis y están recubiertas por una cutícula del tipo lipídica, interceptada por la presencia de estomas, los mismos que se mantienen cerrados durante todo el día. La cutícula del cladodio evita la deshidratación proveniente de la exposición a altas temperaturas de verano. La hidratación normal del cladodio alcanza hasta un 95% de agua en peso. Las pencas y tallos tienen espinas. El sistema radicular es profundo; sin embargo, dependiendo de la humedad presente en el ambiente, desarrollan raíces laterales que se ubican en la superficie (Castro, 2009, p.10).

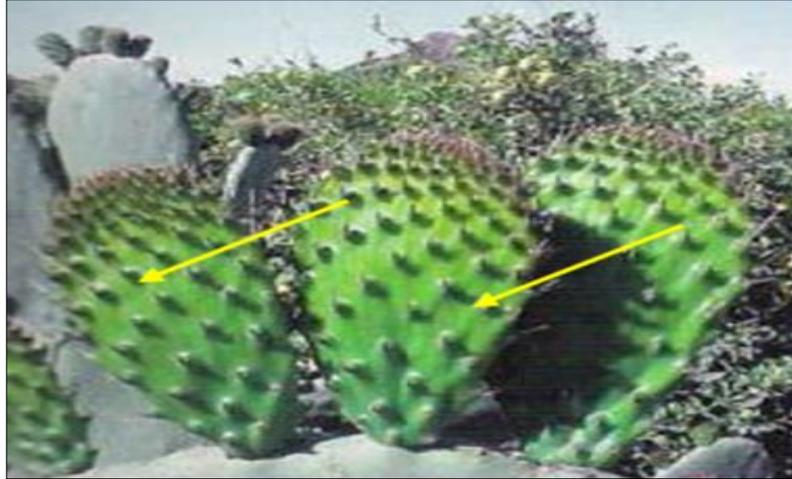


Figura 8. Cladodios con sus respectivas espinas y areolas.

Fuente: Castro (2009).



Figura 9. Cladodios tiernos mostrando las hojas caducas.

Fuente: Castro (2009).

2.2.2.2.3. Flores

Son solitarias, localizadas en la parte superior de la penca, de 6 a 7 cm de longitud. Cada aréola produce por lo general una flor, aunque no en una misma época de floración, unas pueden brotar

el primer año, otras el segundo y tercero. Las flores se abren a los 35 a 40 días de su brotación. Sus pétalos son de colores vivos: amarillo, anaranjado, rojo, rosa. Sépalos numerosos de color amarillo claro a rojizo o blanco. (Castro, 2009, p.10)



Figura 10. Flores jóvenes de *Opuntia Ficus Indica*.

Fuente: Castro (2009).

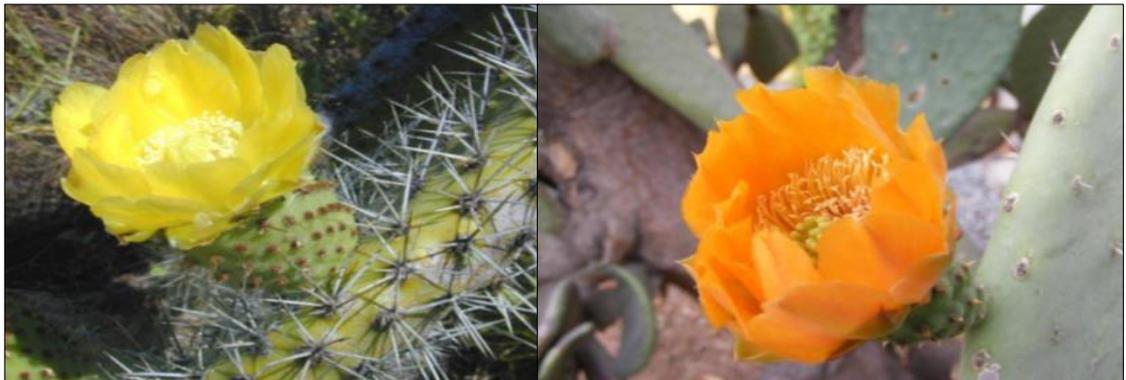


Figura 11. Variedad de tonos y colores en las flores de tuna

Fuente: Castro (2009).

2.2.2.2.4. Frutos

Es una baya polisperma que tiene forma ovoide esférica de color verde y a medida que madura toma distintos colores, son comestibles, agradables y dulces; la pulpa es gelatinosa conteniendo

numerosas semillas, sus dimensiones y coloración varían según la especie; presentan espinas finas y frágiles de 2 a 3 mm de longitud (Castro, 2009, p.11).



Figura 12. Planta de tuna con frutos en distintas fases de maduración.

Fuente: Castro (2009).



Figura 13. Cáscara y pulpa gelatinosa de los frutos de tuna.

Fuente: Castro (2009).

2.2.2.3. Clasificación taxonómica.

Los nopales nativos del continente americano, tiene una clasificación taxonómica muy compleja ya que sus fenotipos varían según las condiciones ambientales. Según la última clasificación

taxonómica el nopal se divide en cuatro familias siendo la Opuntioidea la segunda más grande. Su forma de reproducción es sexual o asexual (Sáenz *eta al.*, 2006, p.2).

Independientemente de la clasificación taxonómica que pudiera utilizarse como mención, en la presente investigación se hace uso del nombre común nopal para la planta completa, la tuna se refiere a la fruta, el nopalito al cladodio tierno y la penca al cladodio adulto (Sáenz et al., 2006, p.2).

Tabla 3. Clasificación taxonómica del Nopal.

Reino	Vegetal
Subreino	Embryophyta
División	Angioserma
Clase	Dicotiledoneae
Subclase	Dialipetalas
Orden	Opuntiales
Familia	Cactaceae
Tribu	Opuntiae
Subfamilia	Opuntioideae
Genero	Opuntia
Subgénero	Platyopuntia
Especie	<i>Opuntia ficus indica</i>

Fuente: Briton y rose, 1963, en Bravo-Hollis, 1978.

2.2.2.4. Valor Nutricional

Desde el punto de vista nutricional un componente que es mencionado por su importancia fisiológica es el mucilago. El cual es un polisacárido, que se encuentra en forma de monómeros, como: L-arabinosa, D-galactosa, L-ramnosa. D-Xilosa y ácido galacturónico. Las cantidades de estos monómeros se diferencia de acuerdo a la variedad, edad de nopal, así como de las condiciones ambientales del crecimiento y el tipo de extracción utilizada para la obtención del mucílago (Abraján, 2008) citado por (Domínguez, 2017, p.19).

Al mucilago de nopal se le ha asociado con efecto fisiológico benéfico, como Vázquez-Ramírez *et al.* (2006) quien observo el efecto del mucilago (5 mg/Kg por día) como tratamiento en ratas con gastritis crónica inducida por ingesta de etanol, reporta cambios enzimáticos y aceleramiento de la restauración de la mucosa, además de efecto antiinflamatorio cuando se usó como tratamiento preventivo. Por su parte Huang *et al* (2009) estudio las propiedades neuroprotectoras de los polisacáridos de *Opuntia* y sus mecanismos de reparación sobre la lesión de isquemia cerebral en ratas a las que se le indujo a estrés oxidativo en células PC12, observando que los polisacáridos de *Opuntia* disminuyen significativamente la puntuación de déficit neurológico, reduciendo el porcentaje de infarto y pérdida neuronal en la corteza cerebral. (Trombetta *et al.*, 2006; Park y Chum, 2001) citado por (Domínguez, 2017, p.19).

Tabla 4. Composición química del Nopal (*Opuntia ficus indica*)
en una porción de 100g.

Proporción Comestible	78.00%
Energía	27.00 Kcal
Proteínas	0.17 g
Grasas	0.30 g
Carbohidratos	5.60 g
Calcio	93.00 mg
Hierro	1.60 mg
Tiamina	0.03 mg
Riboflavina	0.06 mg
Niacina	0.03 mg
Ácido Ascórbico	8.00 mg

Fuente: Domínguez Merari (2017).

Tabla 5. Variaciones en la composición química de 100g de nopal fresco con respecto a la edad.

Edad (años)	Proteína	Grasa	Cenizas	Fibra cruda	Extracto no nitrogenado
0.5	9.4	1	21	8	60.6
1	5.4	1.29	18.2	12	63.1
2	4.2	1.4	13.2	14.5	66.7
3	3.7	1.33	14.2	14	63.7
4	2.5	1.67	14.4	17.5	63.9

Fuente: Domínguez Merari (2017).

2.2.2.5. Condiciones Climáticas.

Respecto a las condiciones climáticas requeridas para el desarrollo de estas plantas, se requiere una temperatura media anual de 16-28° C. En general, las condiciones antes mencionadas apoyan al desarrollo de la planta de tuna, sin embargo, la especie puede desarrollarse fuera de estas condiciones. Cuando se establece la ubicación de la plantación, esta se adapta a condiciones o áreas abruptas, sin embargo, requieren de labores y cuidados para alcanzar buenos resultados y duración de la plantación. (Castro, 2009, p.13)

Debido a ello se debe tomar en cuenta las condiciones agroclimáticas para fijar una fecha de plantación ya que de esto depende que la planta tenga una buena brotación y enraizamiento. En general los nopales crecen con un poco manejo cultural. Sin embargo, si el objetivo es producir el fruto de nopal se requiere proporcionar agua en las épocas de seca para así obtener tunas de buena calidad. Cabe destacar que en época de verano la tuna se cosechada presenta un gran número de semillas y mayor tamaño si es que este ha recibido un riego adicional. (Sáenz *eta al.*, 2006, p.41).

2.2.2.6. El Mucílago de Nopal

Los nopales tienen sustancias viscosas que por lo general se conoce como mucilago o hidrocoloide, el cual está constituido por carbohidratos de alto peso molecular. Principalmente contiene dos polímeros naturales orgánicos: amilasa (polímero de la glucosa con unión 1-4 tipo alfa consigo misma) y amilopectina (polímero de la glucosa, pero con uniones 1-6). La amilasa forma una cadena helicoidal que en solución tiene la capacidad de formar películas delgadas que cuando seca, presenta alta rigidez. La amilopectina, como todo compuesto de alto peso molecular, presenta viscosidad elevada en estado puro, siendo altamente soluble en agua. Combinadas y en solución acuosa, ambas pueden formar capas con diferentes propiedades mecánicas y en particular fuertes características de cohesión (Masschelein-Kleiner, 1995) citado por (Orozco, 2017, p. 24).

El mucilago se presenta tanto en los cladodios como en la piel y pulpa de la fruta, aunque en muy diversas proporciones. Estudios efectuados por Sáenz y Sepúlveda (1993) indican que el rendimiento en todos los casos es bajo: 0,5 por ciento en la cáscara y 1,2 por ciento en los cladodios (Abraján, 2008, p. 24).

El mucílago es un carbohidrato complejo. Entre los monómeros contenidos en la cadena se encuentran: Larabinosa, D-galactosa, L-ramnosa, D-Xilosa y ácido galacturónico. Las cantidades de estos monómeros varía según la edad, variedad, condiciones ambientales y estructura empleada para la extracción (fruto, cáscara, cladodio), entre otros factores. La Tabla 6 muestra la composición química del mucílago de *Opuntia ficus indica* y la Tabla 7 los monómeros presentes en el mucílago de diferentes especies de *Opuntia* así como su peso molecular, según distintas

referencias bibliográficas consultadas. El mucílago está presente como su sal de calcio en las células de mucílago del parénquima de la penca (Trachtenberg y Mayer, 1982) citado por (Abraján, 2008, p. 26).

Tabla 6. Composición química del mucílago de Nopal (*Opuntia ficus indica*) en (g/100 g muestra).

Solvente	Humedad	Proteína	Cenizas	Nitrógeno	Ca	K
					10,9 ±	
Etanol	4,9 ± 0,6	7,9 ± 1,5	36,2 ± 2,3	1,3 ± 0,2	0,7	1,6 ± 0,2
			39,1 ±		12,7 ±	
<u>Isopropanol</u>	5,5 ± 1,1	6,1 ± 0,7	2,4	1,0 ± 0,1	1,6	2,0 ± 0,3

Sepúlveda et al. (2007) citado por Abraján, 2008.

Rwashda, estudio la capacidad emulsificante del mucílago de nopal encontrando que éste disminuye la tensión superficial, ayuda a estabilizar las emulsiones del tipo agua-aceite.

Espinoza, adicionó distintas concentraciones de mucilago de nopal en espumas de clara de huevo manifestando una menor sinéresis y mayor volumen luego de 48 horas (Abraján, 2008, p. 27).

Tabla 7. Presencia de monómeros y peso molecular de presentes en mucílago de *Opuntia* spp.

Autor	PM	Gal	Ram	Ara	Xyl	Uro
Srivastava (1974)*		+		+		
Saag (1975)*		+	+	+	+	+
Paulsen (1979)		+	+	+	+	+
McGarvie (1979b)		+	+	+	+	+
Trachtenberg (1981)	4.3×10^6	+	+	+	+	+
McGarvie (1979a)		+		+	+	
McGarvie (1981)		+	+	+	+	+
Trachtenberg (1982)	1.56×10^6					
Nobel (1992)		+	+	+	+	+
Sáenz (1993)		+	+	+	+	+
Forni (1994)		+		+	+	+
Cárdenas (1997)	3×10^6					
Medina (2000)	2.3×10^6	+	+	+	+	+
Cárdenas (2008)		+	+	+	+	
Majdoub (2001 a)	6.92×10^6	+	+	+	+	+
Majdoub (2001 a)	2.25×10^5		+			+
Majdoub (2001 b)	13.3×10^6	+	+	+	+	+
Habibi (2004)		+	+	+	+	+

Citados por Sáenz et al. (2006) citado por Abraján, 2008.

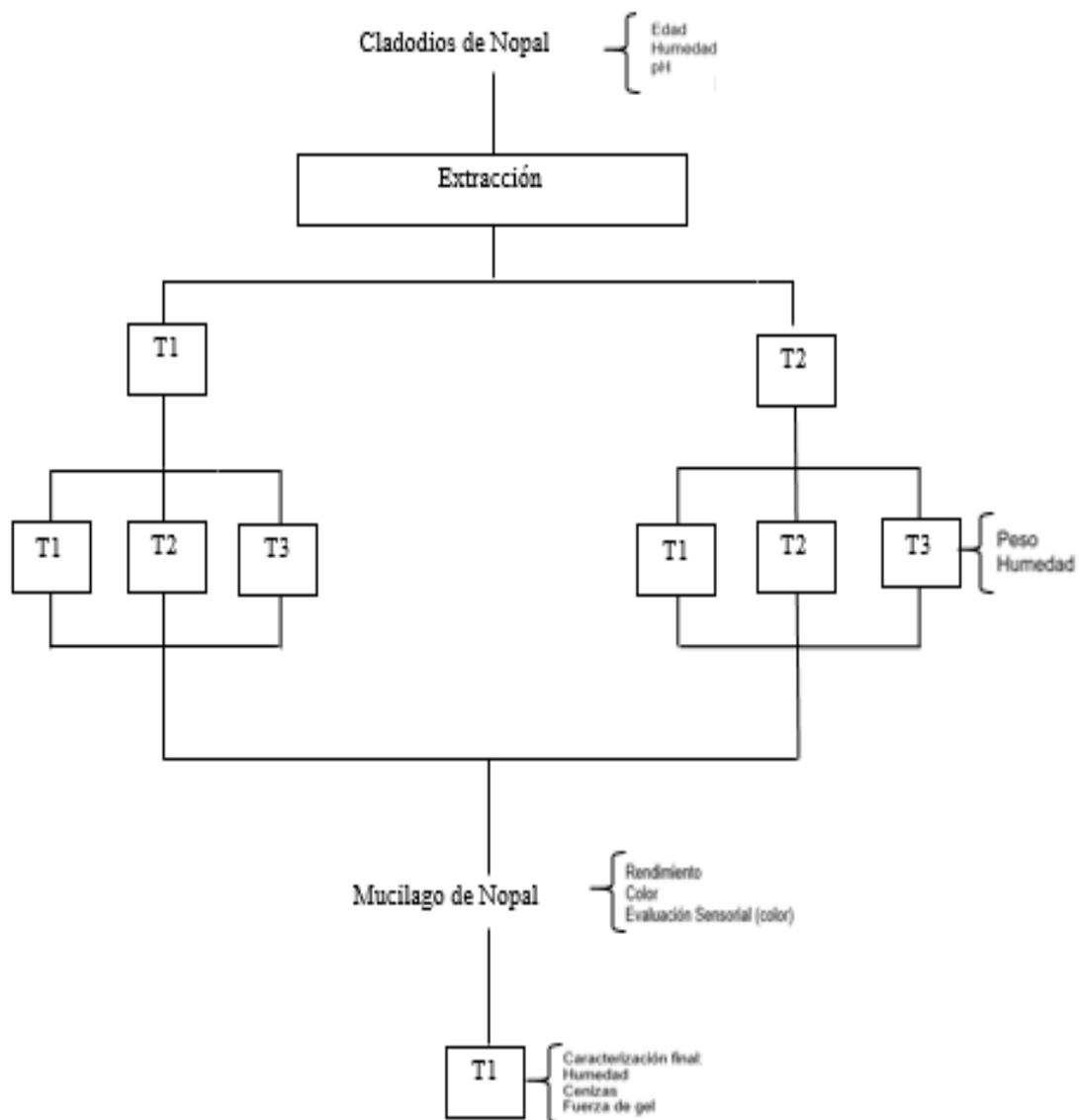
2.2.2.7. Métodos de Extracción

La metodología de extracción del mucilago señaladas en los diferentes estudios realizados es variada, desde metodologías simples como las señaladas por Vargas-Rodríguez y Ramos. Hasta otras más complicadas como la que es utilizada por Habibi *et al.* (2005) citados por Abraján, 2008. La aplicación de los métodos cambia según la parte concreta de la planta que se desee extraer el mucilago, por ejemplo: pulpa, piel, semillas y también depende de la fuente de hidrocoloide con que se quiera trabajar. De acuerdo a lo expuesto y el grado de pureza que se desea obtener será necesario realizar modificaciones al método simple. Por lo anterior, estas técnicas resultan costosas, complejas, poco amigables con el medio ambiente y con rendimientos de alrededor del 2% (Lozada, 2015, 13).

Lozada (2015) estudió el:

“Efecto de la temperatura y tiempo de extracción en el rendimiento y color del mucilago de nopal (*Opuntia ficus-indica*)” (p.1). En dicho estudio de investigación se buscó la temperatura y tiempo óptimo de extracción de mucilago de nopal para que este obtenga mayor rendimiento y el mejor color.

De acuerdo con la siguiente investigación, los pasos para la extracción del mucilago de nopal fueron los siguientes:



Leyenda:
 T1, T2: Temperatura (70°C, 90°C).
 T1, t2, t3: Tiempos (20 min, 40 min, 60 min).
 P1: Mejor Tratamiento

Figura 14. Diseño experimental usando diferentes parámetros de temperatura y tiempo.

Fuente: Lozada, 2015.

Se realizó el proceso de extracción del mucilago según la metodología propuesta Hernández, Rodríguez (2010) basado en Arizmendi (20004) y Median et al. (2000), cambiando ciertas etapas del proceso e incorporando la etapa del pelado y concentrado; todo esto con la finalidad de obtener un producto más claro y evitar la oxidación de polifenol oxidasa (PPO) (Lozada, 2015, 6).

Las etapas del proceso fueron las siguientes:

1. **SELECCIÓN:** Se procede a escoger las pencas de nopal de aproximadamente de 1 año.
2. **LAVADO:** las pencas son lavadas con abundante agua potable.
3. **REMOCIÓN DE PIEL Y ESPINAS:** El pelado se realiza de forma manual, retirando las espinas de las pencas y evitando perder pulpa.
4. **TROCEADO:** Se procede a cortar los cladodios de nopal en pequeños trozos de 4 m2 en promedio.
5. **MOLIENDA:** Se mezcla los cladodios; procedentes de la etapa del troceado; con agua destilada en proporción de 1 cladodio :2 agua, se utiliza una licuadora para realizar la molienda.
6. **EXTRACCIÓN:** El producto obtenido de la etapa de molienda se calienta a 70° y 90°C por 20,40 y 60'. El objetivo es aumentar la solubilidad de las células que están contenidas en el mucilago y facilitar la liberación de este.
7. **CENTRIFUGACIÓN:** El concentrado obtenido se centrifuga a 3500RPM por 30min. Luego se elimina el precipitado (fibras y material insoluble).

- 8. CONCENTRACIÓN:** El sobrenadante se calienta en baño maría por dos horas y media, de esta manera se busca concentrar el mucilago de nopal, perder humedad, y utilizar menor cantidad de etanol durante el proceso de precipitación (Arizmendi, 2004).
- 9. PRECIPITACIÓN:** Se realiza añadiendo etanol al 96 ° en una relación de 1:4 (solución: etanol), (Fortiz-Hernández y Rodríguez-Félix, 2010).
- 10. REFRIGERACIÓN:** El precipitado se refrigera por dos días a 4°C.
- 11. FILTRACIÓN:** Se elimina el sobrenadante (materiales solubles en agua y etanol), recuperando así el precipitado (material insoluble en etanol).
- 12. DESHIDRATACIÓN:** El mucilago de nopal precipitado se somete a deshidratación mediante estufa a 70 °C por 18 horas hasta obtener un porcentaje de humedad final de 5% (Fortiz-Hernández y Rodríguez-Félix, 2010) citado por (Lozada, 2015).
- 13. MOLIENDA:** Finalmente, el mucilago de nopal deshidratado obtenido es triturado en un mortero.

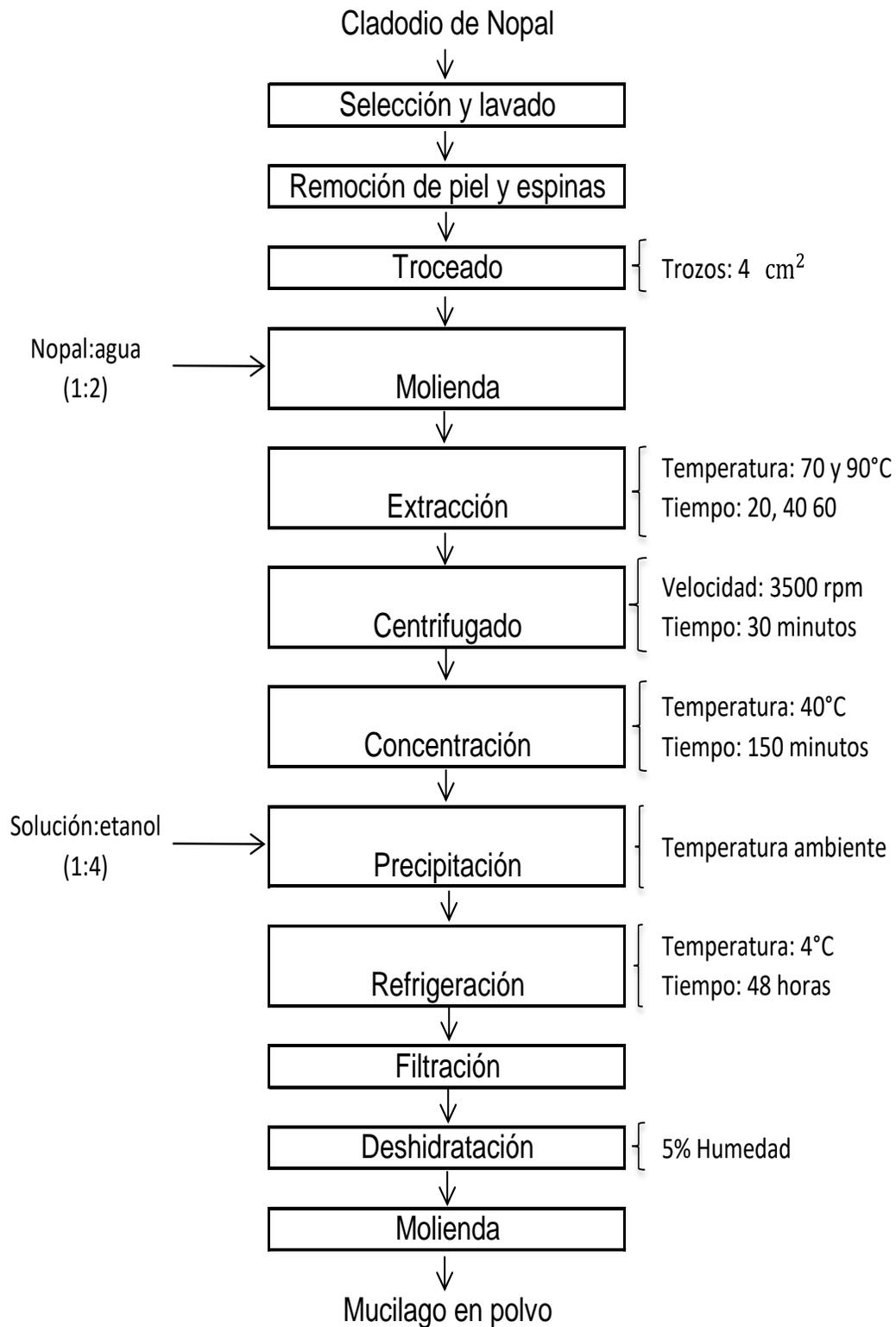


Figura 15. Flujograma del proceso de extracción del mucilago de nopal.

Fuente: Lozada (2015).

Los resultados de dicho estudio fueron:

El mejor rendimiento de mucilago de nopal (*Opuntia ficus.indica*) fue el tratamiento realizado a 70 °C con un tiempo de 60 minutos, para así obtener un rendimiento de 1.9 %. Los tratamientos de mayor aceptación sensorial fueron los aplicados a 90°C por 60 minutos y 90°C por 20 minutos. De acuerdo a la prueba de Wilcoxon se logró demostrar que no existe diferencia significativa entre el par de tratamientos ($p>0.05$). Escogiéndose como mejor método de extracción a los parámetros de 90°C por 20 min., debido a que este último utiliza un menor tiempo de extracción lo cual genera reducción de costos en el proceso (Iozada, 2015, p. 27).

Abraján (2008) estudió:

“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” (p.1).

Dicho estudio tuvo como finalidad mejorar el método de extracción para el mucílago de nopal (*Opuntia ficus indica*).

Abraján (2008) presentó en su estudio de investigación cuatro métodos de extracción de mucílago de nopal, con el fin de obtener un producto más claro posible y evitar un color oscuro, resultado de la oxidación de la clorofila el cual se encuentran en la planta. Es por ello que en el presente estudio se recomienda retirar la cutícula de la penca y adicionar una etapa de escaldado. (p. 69).

Según la investigación de Abraján (2008), los pasos para la extracción del mucilago de nopal fueron los siguientes:

- La acidez de las pencas de tuna varía según la hora que se cosechan, es por eso que se cosechan por la mañana.
- La etapa de lavado se realiza con abundante agua y eliminando las espinas.
- Para eliminar la cutícula se utiliza un cuchillo, evitando eliminar la menor cantidad de pulpa.
- La molienda se realiza con utilizando una licuadora a 3500rpm, añadiendo Agua-Nopal (1:1)
- Los parámetros que se utiliza en el presente estudio, para escaldo es de 80°por5', cocción 100°C por 30' nopal- agua (1:5)
- El centrifugado se realiza 5000 rpm por 30 minutos.
- La etapa del precipitado se realiza mediante la adición de acetona al producto centrifugado en relación de 1:3(solución acuosa: solvente) el cual provoca la insolubilización del polímero.
- El proceso de extracción en donde no se empleó la etapa de escaldado, se adiciona al precipitado una pequeña cantidad de NACLO al 12% por 1 hora, luego se separa el precipitado mediante filtración y se elimina el exceso de agua mediante lavado con etanol.
- La etapa del secado se realizó mediante el uso de un secador de vacío, eliminando el solvente orgánico.

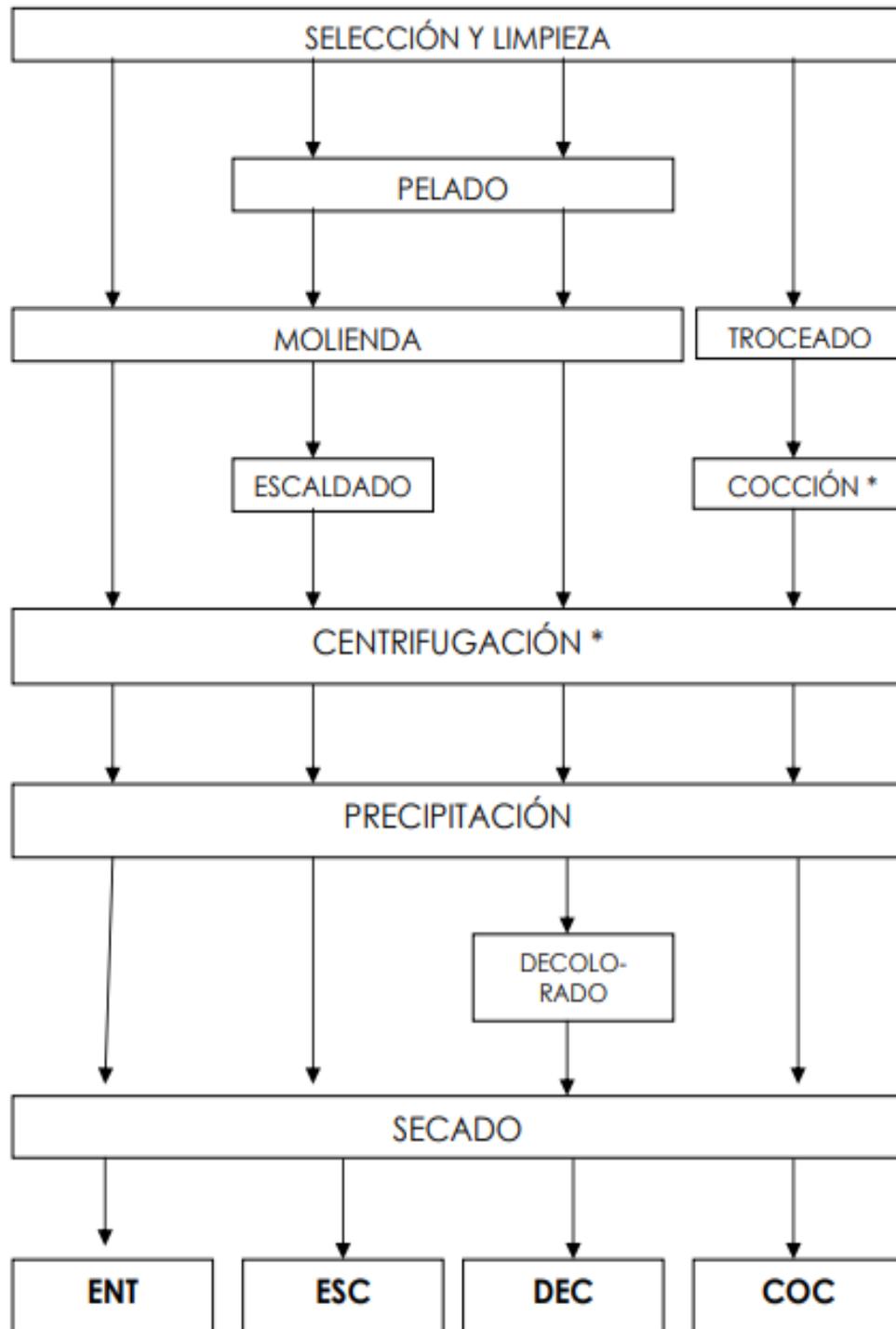


Figura 16. Diagrama de flujo de distintos procesos de extracción de mucílago de nopal. Abraján, 2008.

Abraján (2008) concluye:

los diferentes métodos de extracción influyen en la viscosidad del mucílago, la cual está relacionada en la composición del extracto como se solutos. Estos contribuyen a cambiar la bondad del solvente. Por lo tanto, el mucílago de nopal extraído por el método de escaldado que presente mayor viscosidad es el que tendrá mayor poder espesante. Se puede atribuir también la inhibición de la pectinesterasa, podrían actuar sobre las cadenas poliméricas reduciendo el tamaño molecular promedio. (p.99)

2.2.3. Nectar

2.2.3.1. Definición.

El néctar se extrae de la sección comestible de las frutas, es un producto sin fermentar, pero fermentable, añadiendo agua con o sin la adición de azúcares, de miel, jarabes según o edulcorantes (Codex stand 247-2005).

Bebida elaborada a partir de fruta natural o concentrada, azúcar y agua. Es un producto formulado, preparado de acuerdo a una receta o fórmula preestablecida que puede variar de acuerdo a la preferencia del consumidor, características de la materia prima (Ordóñez Mires, 2014, p.60).

2.2.3.2. Uso de aditivo en la elaboración del Néctar

Según el (Codex stan 162-1987), es una sustancia que no es considerado un alimento y no se usa como ingrediente. El propósito de elaborar alimentos y bebidas naturales como los néctares, es conseguir de la manera más natural, aunque en ocasiones es necesario adicionar ciertas sustancias

con la finalidad de mejorar o resaltar las características organolépticas del producto y a la vez aumentar su vida útil (Otazu, 2014, p.13).

La materia prima es un determinante para conocer la utilización del aditivo según su rango establecido prima, las características del consumidor y las condiciones ambientales para su almacenamiento, citado por (Otazu, 2014).

2.2.3.2.1. Edulcorante

a) Azúcar Refinada

El néctar por lo general contiene dos tipos de azúcar: el azúcar natural que se obtiene de la fruta y el que se añade manualmente. La azúcar blanca es más aconsejable porque presenta pocas impurezas, tiene un color claro lo cual ayuda a que no haya una alteración de color, sabor y aroma del Nectar. La azúcar rubia, sin embargo, contiene mejores propiedades nutritivas que la azúcar blanca, pero le otorga al néctar un aspecto oscuro, sin brillo y con sabor acaramelado (Otazu, 2014, p.13).

Entre otros tipos de azúcar, se puede mencionar: la chancaca, miel de abeja, miel de caña, etc. En todo caso el uso de cualquier tipo de azúcar dependerá de su costo, disponibilidad en la zona y de las exigencias del mercado. (Otazu, 2014, p. 13)

La concentración o contenido de azúcar en un néctar se mide a través de un refractómetro, que mide el porcentaje de sólidos solubles expresados en grados °Brix o mediante un densímetro, expresados en grados baumé o °Brix. (Otazu, 2014, p. 13).

Según NTP, los néctares deben tener un contenido de azúcar que puede variar entre 13 a 18 grados °Brix. (Otazu, 2014, p. 13)

2.2.3.2.2. Conservante

En el procesamiento de los alimentos, se realiza el tratamiento térmico con el fin de eliminar la mayoría de microorganismos que proviene de la materia prima, entre los tratamientos térmicos se tiene la pasteurización y la esterilización comercial, con los cuales se eliminan la mayoría de agentes patógenos, sin embargo muchos de los microorganismos como las esporas de los hongos sobreviven a la esterilización comercial, por tal motivo es necesario usar sustancias que eviten el desarrollo de los microorganismos sobrevivientes a los tratamientos térmicos convencionales (Braverman, 1980), citado por (Otazu, 2014, p. 14).

Conservantes usados en la industria:

1. **Ácido benzoico:** Impide el desarrollo de levadura y hongos, su actividad es mayor a pH 3.0 citado por (Otazu, 201, p.14).
2. **Ácido Sórbico:** Destruye a los hongos y es fisiológicamente inocuo. Su pH tiene poca efectividad contra las bacterias (Carbonel, 1973), citado por (Otazu, 2011, p.14).

2.2.3.2.3. Acidificantes

Según el CODEX ALIMENTARIUS el pH de los néctares deben oscilar en 3.33 - 4.0 ya que gran parte de los néctares no llegan a este pH, se adiciona ácidos orgánicos para llegar al pH deseado. En la industria de los néctares el ácido cítrico es el más utilizado (Carbonel, 1973), citado por (Otazu, 2014, p.14)

a) Ácido Cítrico

Es un ácido orgánico tricarbónico que está presente en la mayoría de las frutas, sobre todo en cítricos como el limón y la naranja. Su fórmula química es $C_6H_8O_7$. Es un buen conservante y

antioxidante natural que se añade industrialmente como aditivo en el envasado de muchos alimentos como las conservas de vegetales enlatadas. Se emplea para regular la acidez del néctar y de esta manera hacerlo menos susceptible al ataque de microorganismos, ya que en medios ácidos éstos no podrán desarrollarse (Carbonel, 1973), citado por (Otazu, 2011, p.15).

2.2.3.2.4. Estabilizante

Los estabilizantes se usan para ajustar la densidad y evitar la precipitación, como resultado le otorga una sensación de engrosamiento. Los estabilizantes también son usados en bebidas alcohólicas pueden influir en el ritmo y la intensidad de la liberación del sabor a través de un atrapamiento físico de las moléculas de sabor dentro de la matriz del alimento, o a través de un enlace específico o no específico de las moléculas de sabor (Otazu, 201, p.14).

a) Carboximetilcelulosa sódica (CMC)

El CMC se extrae de la celulosa, siendo esta soluble en agua y derivado de éter de celulosa. Actualmente, muchos países dentro de ellos la Unión Europea y Estados Unidos la han aprobado como aditivo alimentario. La toxicología de la CMC ha sido ampliamente evaluada por la FDA. El ADI (consumo diario aceptado) es de 25 mg/Kg de la persona. El CMC tiene la capacidad de evitar la separación espontánea del agua debido a la concentración del gel, por este motivo se usa como estabilizador en alimentos congelados (mezclas de vegetales, carnes y pescados). La celulosa estabiliza la solubilidad de los jugos de fruta congelado, además mantiene la humedad y evita que las frutas y los vegetales se quemem por frío. La propiedad de CMC para evitar la cristalización es usado en la industria de heladería y derivados de azúcar como mieles (Gerlat, 2000), citado por (Otazu, 2014, p.15)

2.2.3.2.5. Espesante

los espesantes son sustancias macromoleculares e hidrocoloides extraídos a base de almidón o celulosa y gomas celulares (Hebbel,1990). Cabe mencionar a los agentes filiforme en donde la molécula de un líquido queda atrapada en la estructura reticular que produce el gelificante. Dentro de la amplia gama de gelificantes encontramos también a los espesantes proteicos de diversos orígenes (huevo, vegetales, leche, plasma sanguíneo, algas marinas) citado por (Rodríguez, 2017, p.21).

el mucílago es conocido como un espesante de polímero ramificado, el cual tiende a formar hidrocoloides cuando es expuesto en medio acuoso. Los mucílagos son los espesantes de mayor uso en la industria alimentaria. Este espesante no es reactivo ni produce alergias, lo que los hace seguros y, por lo tanto, biocompatibles (Muñoz 2012; Prajapati, 2013; Lai, 2012), citado por (Rodríguez, 2017, p.21).

2.2.3.3. Procesamiento del Néctar

Chambi y Puraca (2017) refiere que el néctar a base de fruta se elabora de la siguiente manera:

A. Selección: Consiste en eliminar toda materia prima cuya condición es inaceptables como alimento, estas características pueden ser: putrefacción, magulladuras, estado de fermentación, etc. (Chambi y Puraca, 2017, p.29).

B. Pesado: “Esta etapa consiste en llevar un control de rendimiento durante todo el procesamiento de la materia prima” (Chambi y Puraca, 2017, p.29).

C. Lavado: Se realiza con el objetivo de eliminar algún cuerpo extraño que pueden estar adheridas a la materia prima. Esta etapa se puede realizar por inmersión, agitación o por aspersión (rociado). El agua será clorada a una concentración de 15 ppm, esto con el fin de disminuir la carga microbiana y eliminar impurezas y suciedades del fruto (Chambi y Puraca, 2017, p.29).

D. Pelado: “Este proceso se puede realizar de forma manual o mecánica, antes o después de la precocción, también se puede usar sustancias químicas como el hidróxido de sodio, soda, agua caliente o vapor” (Chambi y Puraca, 2017, p.29).

E. Pre cocción/escaldado: Esta etapa tiene como finalidad ablandar la fruta para facilitar el Pulpeado e inactivar enzimas que ocasionan pardeamiento. Se realiza generalmente en agua a ebullición o con vapor directo (Hatta, 2012) citado por (Chambi y Puraca, 2017, p.29).

F. Extracción de la pulpa (pulpeado): “Tiene como finalidad obtener un jugo pulposo libre de cáscaras y pepas. Esta operación se realiza a nivel industrial empleando pulpeadoras acondicionadas con mallas apropiadas” (Chambi y Puraca, 2017, p.29).

G. Refinado. “Tiene como objetivo disminuir el tamaño de las partículas de la pulpa, empleando un filtro que retienen las partículas de pulpa mayor a 1 mm de diámetro” (Chambi y Puraca, 2017, p.29).

H. Estandarizado. Tiene como objetivo añadir todos los insumos en cantidades adecuadas. Dilución de la pulpa, regulación del pH, regulación de los sólidos solubles (°Brix), adición de estabilizantes y otros aditivos (Hatta, 2012) citado por (Chambi y Puraca, 2017, p.29).

Tabla 8. Diluciones recomendadas en la elaboración de néctares de fruta.

Fruta	Dilución Pulpa: Agua	pH	°Brix
Maracuyá	1:5	3.5	15
Manzana	1:2-3	3.8	12.5-13
Naranja	1:5	3.5	15
Durazno	1:3	4	13
Tamarindo	1:12	2.8	15
Mango	1:2	3.5	13
Tuna	1:3.2	3.3	18

Fuente: (Hatta, 2012) citado por Chambi y Puraca, 2017.

I. Homogenizado. Consiste en homogenizar los insumos del néctar, permitiendo que la composición y estructura de la pulpa sean homogéneas. Esta reducción de partículas (fibras) es la que genera estabilidad al néctar (Quevedo, 1998) citado por (Chambi y Puraca, 2017, p.30).

J. Tratamiento térmico. “Se realiza para inactivar la carga microbiana (hongos, levaduras) que pueda contener el néctar y asegurar la inocuidad del producto. En este proceso es muy importante tener en cuenta el tiempo y la temperatura” (Guevara y Obregón, 2000). Según torres N., (2011), indica que trabajó con los siguientes criterios de pasteurización: la mezcla de pulpa obtenida se trasladó a una marmita y se calentó hasta una temperatura de 85°C durante 10 minutos, en el primer tratamiento, para seguir con el segundo tratamiento de pasteurización de 85°C durante 15 minutos (Chambi y Puraca, 2017, p.30).

K. Envasado. El envasado se realiza a una temperatura mayor a 80° C para que la transmisión de calor y penetración sobre el envase sea eficiente, además que genere el vacío (Hatta, 2012) citado por (Chambi y Puraca, 2017, p.30).

L. Enfriado. El objetivo del enfriado es bajar rápidamente la temperatura y generar un “Shock térmico” en el interior y exterior del envase, para que así se destruyan los microorganismos (Coronado, 2001) citado por (Chambi y Puraca, 2017, p.30).

M. Almacenamiento. Los principales factores de esta etapa que influye en mayor medida en la vida útil de un determinado alimento son la temperatura, humedad y la composición de la atmósfera. La vida útil puede quedar reducida por una manipulación inadecuada y un mal envasado, para la elección de la temperatura de almacenamiento de un producto determinado tiene que tener en cuenta tres factores principales: la relación que tiene el deterioro respecto a la temperatura, el riesgo de que el producto sufra lesión por el frío y el balance económico entre los costos de almacenamiento y el mantenimiento de la calidad del producto (Chambi y Puraca, 2017, p.30).

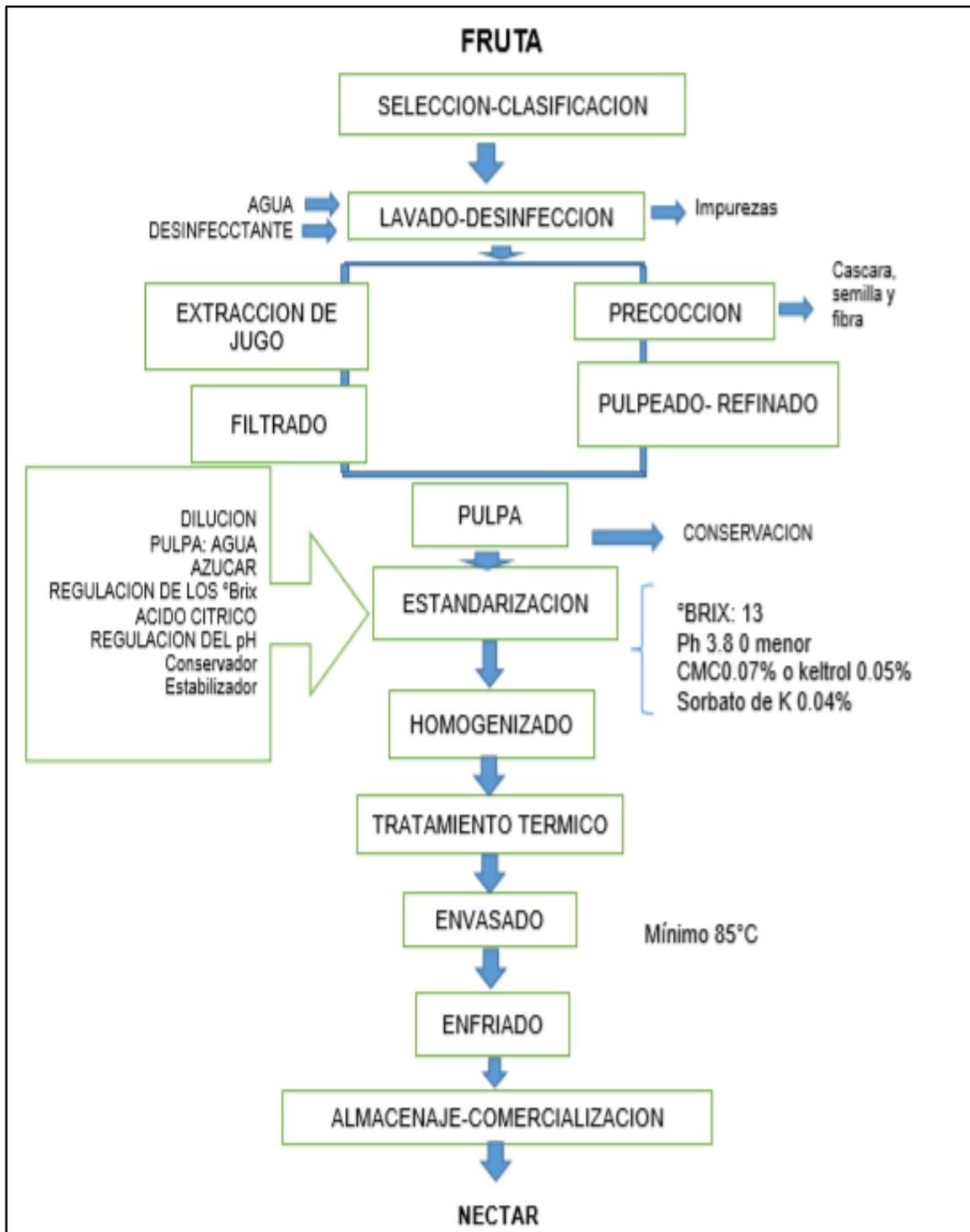


Figura 17. Diagrama de Flujo para la Elaboración de Néctar de Frutas.

Fuente: (Guevara A. 2015), citado por (Chambi y Puraca, 2017).

Según Ordoñez (2014), el néctar de aguaymanto se elabora de la siguiente manera:

- 1. Pesado del Aguaymanto.** Esta operación se realiza para determinar el peso inicial del fruto.
- 2. Descascarado y Selección.** En Consiste en descascarar de forma manual la materia prima (aguaymanto), del cual el 10% es cascara. Después se selecciona las frutas maduras y que no tenga daño microbiano. Para detallar se separan aquellas que no tienen la calidad requerida como lo son unidades sobre maduras, putrefactas, magulladas, quemadas, hongos, manchas o con heridas por donde hayan podido entrar microorganismos.
- 3. Lavado y Desinfección.** Se lava la fruta para eliminar cualquier residuo extraño de la fruta. Después se procede con la desinfección sumergiéndolo en una solución de bisulfito de sodio con una concentración de 0.01-0.021 g/l, esto durante un lapso de 3-5 minutos. Suele emplearse por la industria alimentaria con el código: E-223, como desinfectante, antioxidante y conservante. Como desinfectante produce un efecto bacteriostático en la preparación de vegetales y frutas antes de su procesamiento.
- 4. Pulpeado-tamizado.** En esta operación se extrae la pulpa, separando toda la cáscara y semillas, para este proceso se debe asegurar que el equipo que se use no genere cambios en sus características organolépticas. En este caso se utilizó una licuadora, después se realizó el tamizado utilizando un colador para refinar la pulpa obteniendo un jugo libre de impurezas y semillas.
- 5. Estandarizado-Formulación.** Luego se realiza el proceso más importante que es definir la fórmula del néctar y peso de los ingredientes. "En general los néctares tienen 13180 Brix y un pH entre 3.5-4.5". Para estandarizar esta mezcla se realizó los siguientes pasos:

- Diluir la pulpa con agua en una proporción volumétrica de pulpa- agua de 1 a 1.5.
 - Regulación del dulzor: se usó como edulcorante infusión de Stevia, la cual al mezclarse con la pulpa de aguaymanto se obtuvo un °Brix de 20. Para la extracción del steviósido se determinó agregar 3 gramos de hojas de Stevia en 1 litro de agua. Este aumento en el grado de Brix depende de la fruta a la que se añade.
 - Adición del emulsificante: después de haber obtenido el mucílago se agregó la concentración del 30% en volumen (mucílago de linaza/pulpa diluida)
 - Regulación de la acidez: En este caso luego de haberse diluido el pH es de 3.8 siendo este debido al alto grado de ácido cítrico del aguaymanto, además de que este valor de pH es adecuado para néctares. Para la medición de la acidez se utiliza el pH - metro. Teniendo el edulcorante (infusión de Stevia) y el emulsificante (el mucílago de linaza) se procede a mezclar con la pulpa de aguaymanto.
 - Agitación manual: se realiza para uniformizar la disolución de todos los ingredientes, sobre todo del mucílago de linaza por un tiempo de 5 minutos.
 - Agitación mecánica: la operación se realiza haciendo uso de la licuadora con la finalidad de lograr que el mucílago de linaza alcance su alta capacidad espesante, espumante, de hinchamiento, de ligazón y emulsificante. La agitación mecánica se realizó en un tiempo de 2 minutos.
- 6. Primera Pasteurización.** Esta operación se realiza con la finalidad de reducir la carga microbiana y asegurar la inocuidad del producto. Para lo cual la mezcla obtenida de pulpa se trasladó a una olla de cocimiento y se calentó hasta una temperatura de 80°C por un tiempo de 10 minutos. Es necesario tomar en cuenta que, si la temperatura sube de ese

punto, puede ocurrir oscurecimiento y cambio de sabor del producto. En este caso se procede a pasteurizar tomando en cuenta las temperaturas previstas.

- 7. Envasado.** Se realizó en caliente a una temperatura de 80°C. El llenado del néctar debe ser completo, evitando la formación de espuma y dejando un espacio de cabeza bajo vacío dentro del envase. Inmediatamente se colocó la tapa de forma manual, se utilizó tapas denominadas tapas twist off 38 mm de envases de vidrios botella EJC-400(300ml). Los envases fueron comprados a la empresa "Soluciones de Empaque S.A.C ". Antes de sellar se eliminó el aire dentro del envase a utilizar, se dejó un borde libre o pestaña de 1.5 cm aproximadamente.
- 8. Segunda Pasteurización.** Después se realizó un segundo tratamiento térmico, en donde el néctar envasado se trasladó inmediatamente a una olla de cocimiento, en cuyo interior se calentaba agua hasta una temperatura de 80°C. A esta temperatura se sometió la segunda pasteurización durante 15 minutos.
- 9. Enfriado.** Después los envases de néctar se sumergieron en una olla con agua a temperatura ambiente o fría, durante 3-5 minutos. Al enfriarse el producto, ocurrirá la contracción del néctar dentro de la botella, lo que viene a ser la formación de vacío, esto último representa el factor más importante para la conservación del producto. El enfriado se realiza con chorros de agua fría, que a la vez nos va a permitir realizar la limpieza exterior de las botellas de algunos residuos que se hubieran impregnado.
- 10. Almacenamiento.** El producto debe ser almacenado en un Jugar fresco, limpio y seco, con suficiente ventilación a fin de garantizar la conservación del producto.

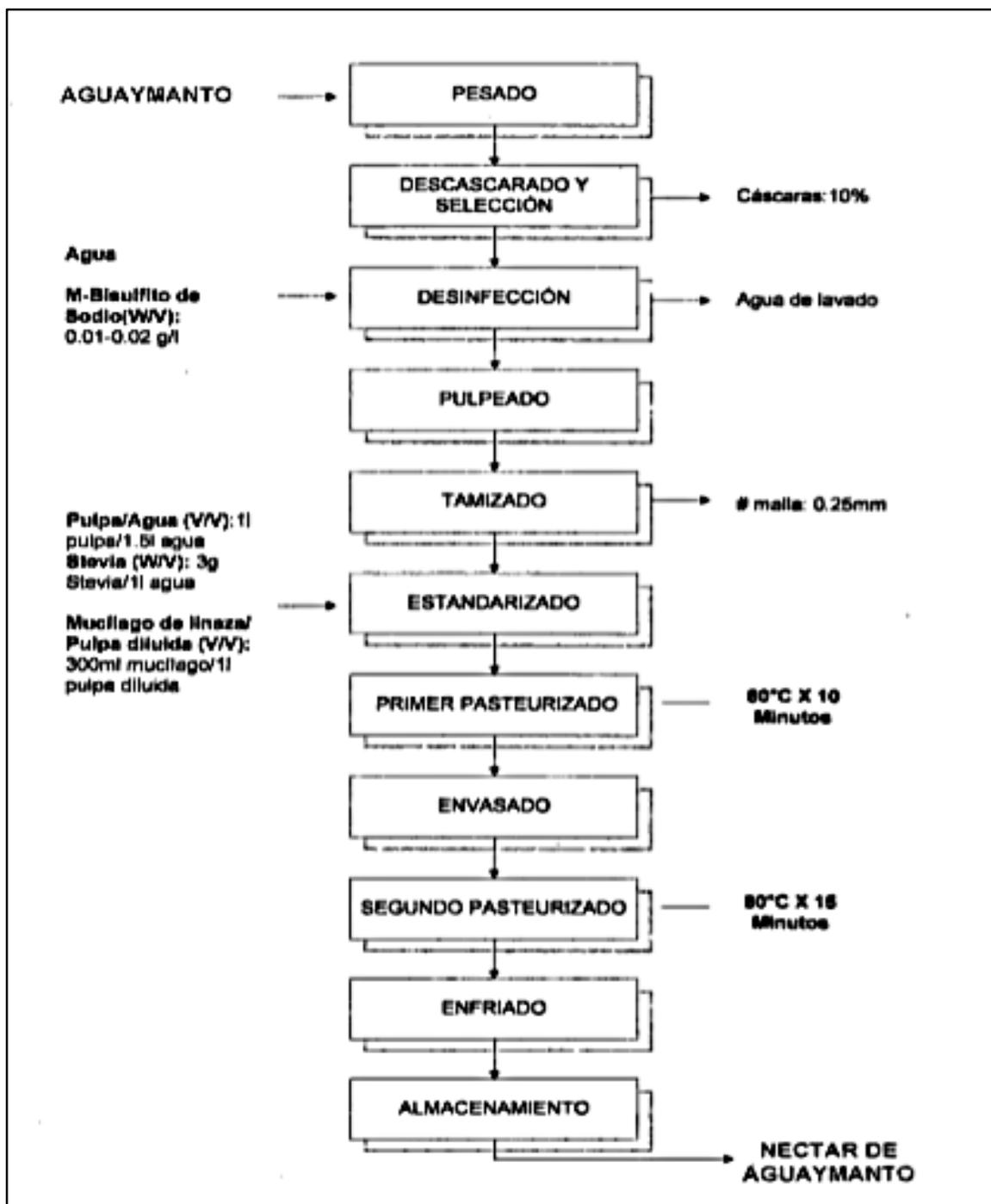


Figura 18. Flujoograma para la elaboración de Nectar de aguaymanto con stevia y mucílago de linaza.

Fuente: J-POM, autora, citado por (Ordoñez, 2014).

2.2.4. Reología de fluidos.

Es el estudio de los principios que determinan cómo se comportan los fluidos. Principales características.

- **Viscosidad:** Mide la resistencia que presenta un fluido a la deformación. Esto se manifiesta en el cruce de moléculas que tienen alta y baja velocidad. De esta manera se genera el movimiento de una zona a otra, siendo la viscosidad en función de la T° (Rodríguez, 2017, p.21).
- **Definición de un fluido:** Un fluido es una sustancia que se puede deformar continuamente bajo la acción de un esfuerzo cortante, por tanto, sin éste, no habría deformación. “Los fluidos pueden clasificarse de manera general de acuerdo con la relación entre el esfuerzo de corte aplicado y la relación de deformación” (Rodríguez, 2017, p.21).

Existen distintos tipos de comportamientos de fluidos como se detalla en la Tabla 5.

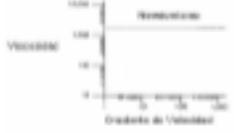
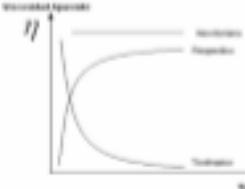
Tipo de fluido	Característica	Comportamiento
Fluidos newtonianos	Fluidos en que el esfuerzo de corte es directamente proporcional a la tasa de deformación. Los fluidos más comunes son: agua, aire y gasolina en condiciones normales	
Fluidos no newtonianos	<p>Fluidos en los cuales el esfuerzo de corte no es directamente proporcional a la relación de deformación. Se clasifican con respecto a su comportamiento en el tiempo, es decir, pueden ser dependientes del tiempo o independientes del mismo.</p> <p>Dentro de este grupo se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pseudoplástico: Fluidos en los cuales la viscosidad aparente disminuye con el aumento de la relación de deformación ($n < 1$) ejemplos son soluciones poliméricas, suspensiones coloidales, y pulpa de papel en agua. - Dilatantes: Fluidos donde la viscosidad aparente aumenta con el incremento de la relación de deformación ($n > 1$) ejemplos son las suspensiones de almidón, y suspensiones de arena. - Plástico de Bingham: Fluidos que se comportan como un sólido hasta que se excede el esfuerzo de deformación y exhibe subsecuentemente una relación lineal entre el esfuerzo y la relación de deformación, ejemplos son las suspensiones de arcilla, lodos de perforación y pasta de dientes. 	
Fluidos no newtonianos dependientes del tiempo	<p>El estudio de fluidos no newtonianos dependientes del tiempo es aún más complicado por el hecho de que la variación en el tiempo de la viscosidad aparente es posible.</p> <p>Dentro de este grupo se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tixotrópicos: Estos fluidos muestran una reducción de η con el tiempo ante la aplicación de un esfuerzo de corte constante, ejemplos son las pinturas, shampoo, yogurt, resinas de poliéster, tintas, pasta de tomate. - Reopécticos: Los fluidos reopécticos muestran un aumento de η con el tiempo, ejemplos son algunas sustancias bituminosas como betunes y ceras. - Viscoelásticos: Fluidos que después de la deformación regresan parcialmente a su forma original cuando se libera el esfuerzo aplicado ejemplos son: soluciones acuosas, celulosas de methyl y algunos pegamentos. 	

Figura 19. Clasificación de los tipos de fluidos

Fuente: Arribasplata (2005), citado por (Rodríguez, 2017).

2.2.5. Sedimentación de partículas sólidas en fluidos.

2.2.5.1. Sedimentación

El proceso de sedimentación se desarrolla de la siguiente manera: el sólido que en un comienzo se encuentra con una concentración inicial X_0 , empieza a sedimentar formándose así una separación entre la capa de sólidos que sedimentan y el líquido que queda en la parte superior (zona A). La zona interfacial es denominada a la zona que está por debajo del líquido clarificado (zona B). En la zona B, la velocidad de sedimentación es constante y los sólidos se encuentran concentrados. Esta velocidad de sedimentación puede calcularse a partir de la pendiente de la representación de la altura de la interfase 1 frente al tiempo (Brennan, 1998) citado por (Otazu, 2017, p. 21).

Paralelamente a la formación de la zona A y zona B, en el fondo de la probeta se crea un acopio y concentración de los sólidos en suspensión, formándose así la zona D. La interfase 2 se transporta de forma ascendente a velocidad constante (Otazu, 2017, p. 21).

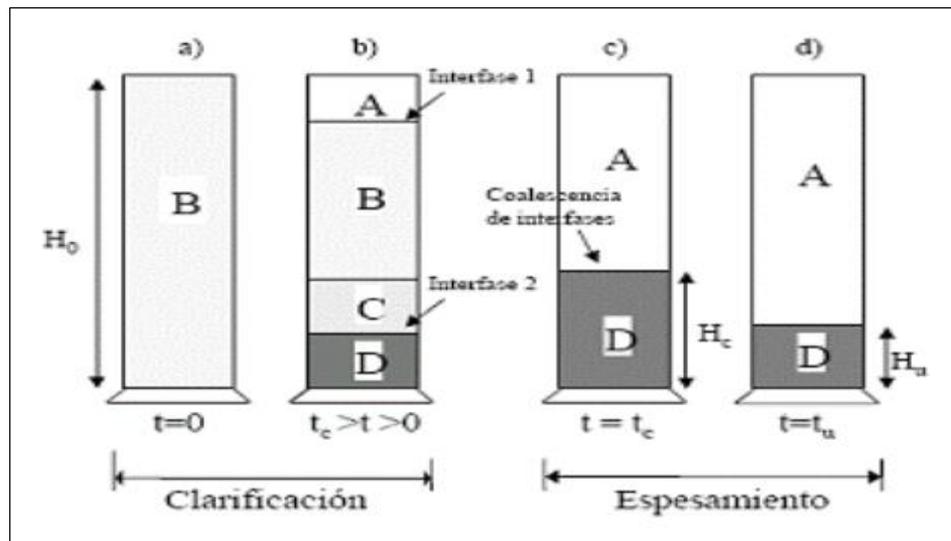


Figura 20. Proceso de sedimentación.

Fuente: Otazu (2017).

Entre la zona B y la zona D se encuentra la zona C. En esta zona de transición la velocidad de sedimentación disminuye a causa del aumento de la viscosidad y la densidad de la suspensión (Otazu, 2017, p. 21).

Las zonas D (compactación) y B (interfacial) pueden llegar a encontrarse, ocasionando así la unión de las dos interfases anteriormente citadas, en el denominado momento crítico t_c , desapareciendo la zona de transición. En este momento el sólido sedimentado tiene una concentración uniforme X_c , iniciando la compactación y alcanzando la concentración final X_u . La velocidad de sedimentación en el momento t_c corresponde a un valor V_c dado por la pendiente de la tangente a la curva de sedimentación en el punto C, tal y como se indica en la Figura 21 donde $V_c < V_s$ (Otazu, 2017, p. 21).

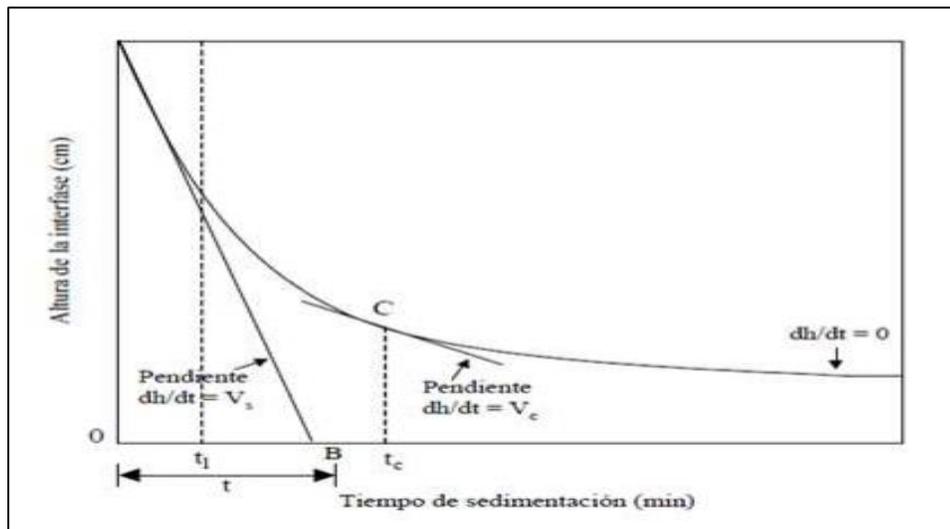


Figura 21. Gráfica de la altura de sedimentación respecto al tiempo.

Fuente: Otazu (2017).

2.2.5.2. Sedimentación Continua

La decantación continua se elabora de forma industrial en tanques a los que se alimenta constantemente, la suspensión inicial tiene un caudal inicial y una concentración inicial. Luego por la parte inferior se extrae un lodo con un caudal y una concentración determinada, normalmente con ayuda de rastrillos giratorios, y por la parte superior del sedimentador continuo se obtiene un líquido claro que sobrenadan tres zonas diferenciadas clarificación, sedimentación y compresión. En un sedimentador continuo, las tres zonas se encuentran en forma estacionaria. (Otazu, 2017, p. 21)

2.2.6. Secado en alimentos

2.2.6.1. Secado

Es una operación mediante la cual se puede separar la humedad de los sólidos de forma total o parcial. Para el secado mediante contacto directo, se genera el calor necesario para vaporizar el agua usando como medio el aire, mientras que, en el secado indirecto, el calor es suministrado por una fuente de calor generada por una superficie metálica que se coloca en contacto con el objeto a secar (Terán, 2014, p. 9).

2.2.6.2. Estática de Secado

Humedad. La humedad de un sólido se expresa en base seca o base húmeda. Se entiende por humedad de un sólido el peso de agua que esta añadido al peso de sólido seco. (Terán, 2014, p. 9)

Humedad de equilibrio. Es la humedad alcanzada por el sólido en equilibrio con el aire en las condiciones dadas. La humedad de equilibrio, X^* , es el límite al que puede llevarse el contenido de humedad de una sustancia por contacto con aire de humedad y temperatura determinadas. (Terán, 2014, p. 9)

Humedad libre. Se denomina humedad libre de un sólido, con respecto al aire en condiciones determinadas, a la diferencia entre la humedad del sólido y la humedad de equilibrio con el aire en las condiciones dadas: $F = X - X^*$. Por consiguiente, es la humedad que puede perder el sólido después de un contacto suficientemente prolongado con aire en condiciones dadas y constantes. (Terán, 2014, p. 9)

Humedad ligada. Es el valor de la humedad de equilibrio del sólido en contacto con aire saturado; o bien la humedad mínima del sólido necesaria para que deje de comportarse como higroscópico. (Terán, 2014, p. 9)

Humedad desligada. Es la diferencia entre la humedad del sólido y la humedad ligada; o bien la humedad libre del sólido en contacto con aire saturado. (Terán, 2014, p. 9)

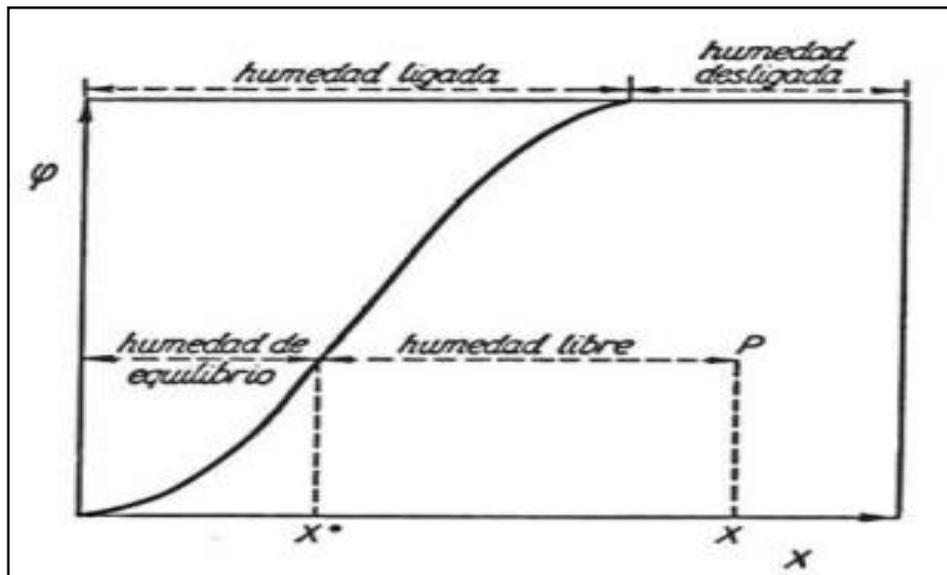


Figura 22. Curva de equilibrio de humedad en el diagrama de fases.

Fuente: Terán, 2014.

2.2.6.3. Deshidratado

En los procesos de deshidratación el agua del alimento es eliminada, en mayor o menor grado y se consigue con ello una mejor conservación microbiológica, además de permitir retrasar procesos indeseables. Aunque con este método se logre conservar los alimentos, se debe tomar en cuenta que la deshidratación también logra reducir costos logísticos, ya que el alimento al ser deshidratado disminuye notoriamente en volumen y masa. Por otro lado, cabe destacar que existe una diferencia entre secado y deshidratado, se considera a un alimento deshidratado aquel que contiene menos de 2.5% de agua, mientras que un alimento seco tiene más de 2.5%. (Lozada, 2015, p.25).

A excepción de la liofilización, secado osmótico y secado a vacío, la eliminación del agua del alimento se consigue en mayor medida mediante una corriente de aire seco, el cual elimina el agua de la superficie del producto hacia el seno de la corriente de aire. Este proceso de secado de alimentos no sólo disminuye su contenido de agua, sino que podría afectar otras propiedades físicas y químicas de los mismos, como son pérdida de nutrientes, reacciones enzimáticas y no enzimáticas, y otras. El tamaño y geometría de la partícula son factores muy importantes en el proceso de secado. Davidson *et al.* (1985): Llegó a la conclusión que al incrementar el diámetro de una partícula ésta tiende a perder humedad de manera rápida, por lo cual se incrementa la velocidad de secado. En tal sentido Davidson *et al.*, afirma que el tiempo requerido para eliminar una cantidad específica de H₂O está estrechamente relacionado con el diámetro de la partícula (Lozada, 2015, p.25).

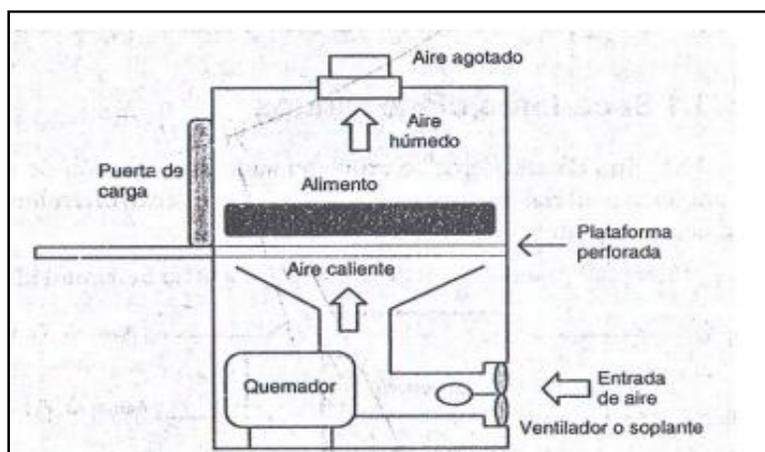


Figura 23. Rangos de Vacío

Fuente: Zamora (2009).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EXPERIMENTACIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en los siguientes lugares y ambientes:

La extracción de mucilago de nopal y análisis fisicoquímicos, fue realizada en la universidad nacional José Faustino Sánchez Carrión, laboratorio de microbiología de la Facultad de Ing. Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental; ubicado en huacho.

La elaboración del Nectar de Aguaymanto, se realizó en la Universidad Le Cordon Bleu, laboratorio de biología, microbiología y bioquímica de la Facultad de Ciencias de los alimentos, ubicada en Magdalena del Mar.

3.2. MATERIALES

3.2.1. Materia Prima, Insumos, Equipos, Instrumentos y materiales.

a). Materia Prima

- Aguaymanto “*Physalis Peruviana*”. Producto adquirido en mercado mayorista ubicado en lima.
- Penca de Nopal “*Opuntia Ficus Indica*”. Producto adquirido por pedido proveniente de Urubamba- Cusco y Huánuco – Huánuco.

b). Insumos

- Agua esterilizada
- Azúcar blanca
- Ácido cítrico
- Sorbato de Potasio
- CMC (Estabilizador)
- Mucilago de Nopal en Polvo

c). Equipos

- Cocina de Laboratorio
- Licuadora marca Oster
- Estufa al vacío Marca Fravill
- Centrifuga universal MPW – 251
- Molino Seco IKA A10

d). Instrumento

- Balanza Analítica marca Henkel
- Computador Intel(R) Core(TM) i5-7200U CPU @ 2.50GHz 2.70 GHz
- Potenciómetro Hanna instruments pH 210 micoprocessor pH meter
- Refractómetro Marca Atago de 0 – 80 % Brix
- Termómetro relleno de mercurio marca Taylor Mod.6337.

e). Materiales

- Ollas de Acero inoxidable
- Cuchillo de acero inoxidable
- Colador
- Cucharas
- Tabla de picar
- Frascos de vidrio
- Placas Petri
- Tubos Falcón
- Recipientes de acero inoxidable

3.3. METODOLOGÍA

El trabajo de investigación se desarrolló en dos etapas:

- a. Extracción de mucilago de Nopal. Los nopales fueron extraídos de distintas zonas geográficas teniendo en claro que pertenecen a la misma especie y variedades distintas.
- b. Aplicación del mucilago de Nopal, como estabilizante, en la preparación de un néctar Aguaymanto.

3.3.1. Extracción del Mucilago de Nopal (*Opuntia Ficus Indica*).

Para la extracción de mucilago de Nopal, se tomó en cuenta distintos métodos de extracción, considerando los resultados reportados de dichas investigaciones, además de las pruebas preliminares. Finalmente se destacó los métodos de extracción descritos Otazu,2014, Lozada,2015 y Abraján,2008. Se adoptó la técnica de extracción a las condiciones del laboratorio.

La metodología aplicada para la extracción del mucilago de nopal, incluye las siguientes etapas que se detallan a continuación:

a. Recepción

Las pencas de Nopal provenientes de Cusco y Huánuco se recibieron y se procedió al pesado de la materia prima.

b. Selección

En esta etapa se eliminó cualquier material extraño como flores, ramas o piedras.

c. Lavado

Se procedió a lavar las pencas de nopal con agua potable eliminando así los restos de tierra adheridos a la superficie de la penca.

d. Separación de la Epidermis

La eliminación de la piel se ejecutó en primer lugar con Pinzas para retirar las espinas la penca, posteriormente se usó un cuchillo de acero inoxidable para retirar la superficie externa de la penca, dejando solamente la pulpa.

e. Troceado

Se procedió a cortar la pulpa con un cuchillo, se cortó en forma de cuadritos de 4x4cm.

f. Molienda

Se procedió a licuar los trozos de nopal en una licuadora convencional por 10 minutos aproximadamente.

g. Concentrado

La muestra obtenida tras la molienda se calentó en una cocina a gas a temperatura de 70 °C por tiempo de 20 minutos. Con la finalidad de incrementar la solubilidad de las células que contienen el mucilago y favorecer la liberación del mucilago.

h. Centrifugado

La muestra obtenida fue envasa en tubos falcón de 50 mL, se llevó a centrifugar a 5000 rpm durante 10 minutos. Posteriormente se eliminó el precipitado (fibra y materiales insolubles), para luego recuperar el sobrenadante.

i. Decantado

Posteriormente se quitó el precipitado (fibra y materiales insolubles), así luego recuperar el sobrenadante.

j. Precipitado - Filtrado

A la solución que tiene una proporción de 1:2 (solución acuosa /solvente) se le añadió etanol al 98% de concentración, y se dejó reposar por el tiempo de 10 a 12 minutos, utilizando una cuchara de acero inoxidable se iban hilando las vestas blancas que se generaban en la reacción, éstas se fueron recolectando poco a poco en un vaso de precipitado. Cuando se obtuvo el precipitado se procedió a filtrar con gaza estéril para remover los restos de alcohol.

k. Secado

El mucílago de nopal precipitado se sometió a secado por estufa al vacío a 75 °C por 18 horas.

l. Molienda

El mucilago de nopal seco se pulverizo con la ayuda de Molino Seco IKA A10.

m. Almacenamiento

De lo obtenido en la etapa anterior, estas muestras de mucilago en polvo fueron pesadas para luego ser envasadas en bolsas ziploc a temperatura ambiente.

3.3.1.1. Diagrama de Flujo

El diagrama de flujo para la extracción del mucilago de nopal en polvo se muestra en la Figura 25.

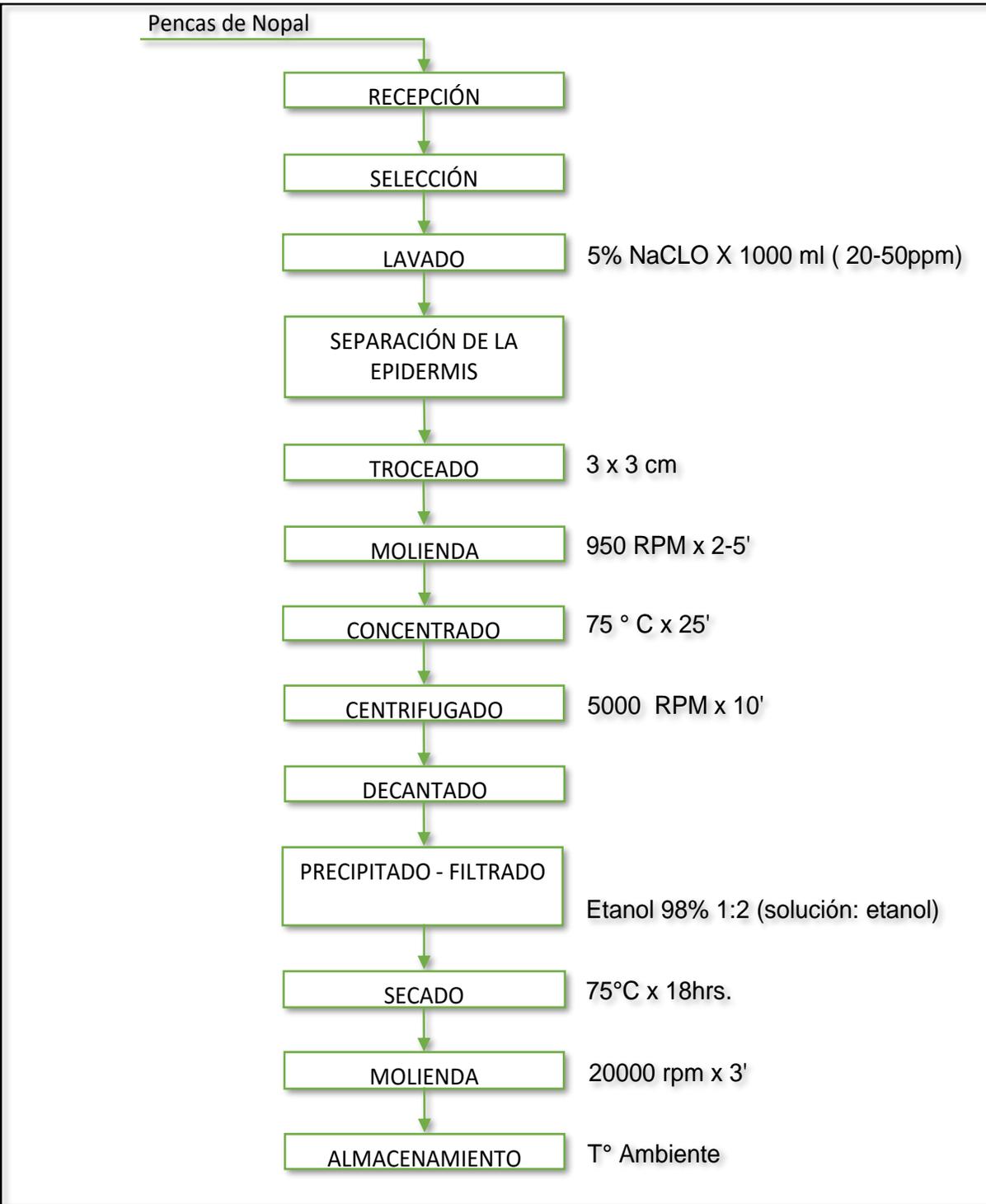
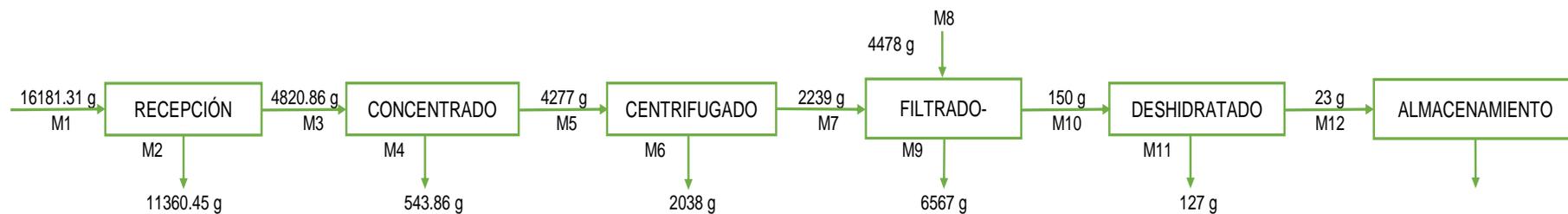
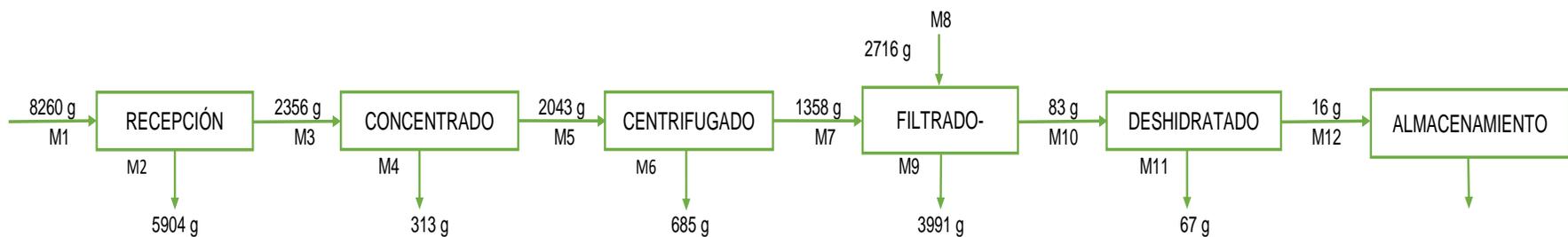


Figura 24. Diagrama de Flujo para el proceso de extracción de mucilago de nopal en polvo.



M1	Masa inicial
M2	Separación epidermis
M3	Materia prima adecuada
M4	Evaporación
M5	Masa para centrifugación
M6	Residuo
M7	Mezcla: Agua + Hidrocoloide
M8	Etanol al 98 %
M9	Residuo: Agua + Etanol
M10	Masa para secar
M11	Evaporación Agua
M12	Mucilago de Nopal

Figura 25. Proceso de extracción de mucilago de nopal (*Opuntia ficus-Indica*) proveniente Huánuco - Huánuco.



- M1 Masa inicial
- M2 Separación epidermis
- M3 Materia prima adecuada
- M4 Evaporación
- M5 Masa para centrifugación
- M6 Residuo
- M7 Mezcla: Agua + Hidrocoloide
- M8 Etanol al 98 %
- M9 Residuo: Agua + Etanol
- M10 Masa para secar
- M11 Evaporación Agua
- M12 Mucilago de Nopal

Figura 26. Proceso de extracción de mucílago de nopal (*Opuntia ficus-Indica*) proveniente Urubamba - Cusco.

3.3.2. Elaboración del Nectar de Aguaymanto

Para la elaboración del néctar de aguaymanto, se evaluaron diferentes métodos de extracción, además de considerar los resultados reportados por estas investigaciones. Finalmente se destacó los métodos de extracción descritos Guevara, Salvá, Morales, Encina, Rojas y Crisóstomo (2010) y Culcapusa (2015).

La metodología aplicada para la elaboración del néctar de aguaymanto, incluye las siguientes etapas que se detallan a continuación:

- a. **Recepción:** La materia prima se obtuvo del mercado mayorista. La adquisición de la fruta se realizó con su respectivo cáliz para evitar su deshidratación.
- b. **Pesado 1:** Se realizó el pesado de la materia prima con una balanza digital Sartorius Entris para determinar el rendimiento del fruto.
- c. **Extracción del cáliz:** Esta operación se realizó manualmente, se retiró el capuchón que trae la fruta y al mismo tiempo se eliminó aquellos frutos que tenían presencia de hongos.
- d. **Selección:** los frutos se seleccionaron según su estado de madurez, tomando como indicador el color amarillo intenso. Se rechazó aquellos que presentaron lesiones, hongos, magulladuras y ataque de insectos.
- e. **Pesado 2:** Esta operación se realizó para determinar el peso del fruto y su rendimiento.
- f. **Lavado:** los frutos de physalis previamente seleccionados se lavaron con agua potable.
- g. **Escaldado:** En esta etapa se sumergió la materia prima en agua a 100 °C por 1 minuto. El propósito del escaldado fue inactivar las enzimas que oscurecen la fruta y cambian el sabor, permitiéndola ablandar, para facilitar el Pulpeado.

- h. Pulpeado:** Una vez terminado el escaldado se procedió a triturar el aguaymanto en una licuadora Oster ST02 por 3 minutos. El objetivo de esta etapa fue obtener una muestra homogénea.
- i. Filtrado:** Una vez terminado el Pulpeado, la pulpa recolectada fue filtrada con la ayuda de un colador. Esta etapa tuvo como objetivo eliminar residuos de fibra y semillas.
- j. Estandarización:** “En este proceso se mezcló todos los ingredientes que constituyen el néctar (Coronado., 2001)”, citado por (Chambi y Puraca, 2017).

La estandarización involucra:

I. Dilución de la pulpa.

La dilución que se utilizó de pulpa-agua fue de 1:1.5. Este valor fue escogido basándose en la investigación de Ordoñez (2017) quien afirma:

Que es recomendable trabajar con diluciones de pulpa-agua: 1:1, 1:2, 1:3 y 1:4 para néctares, estas diluciones dependen mucho de la fruta, para indicar estos datos Ordoñez se apoyó del Codex Stan 247(2005). Para esta investigación se tuvo como base esta norma en el cual se realizó varios ensayos para la dilución de pulpa agua: 1:1; 1: 1.25; 1:1.5 y 1 :2, se esta manera se determinó que la mejor concentración es de 1:1.5 representando el 40% en volumen de pulpa y el 60% en volumen de pulpa de aguaymanto respectivamente. (p.74)

II. Regulación del pH: “Se regula hasta alcanzar un pH de 3.5 - 4 (Según la NTP 203.110:2009)”, citado por (Chambi y Puraca, 2017).

III. Regulación de los °Brix:

Según el CODEX STAN 247 2005 el rango de °Brix para néctares de frutas varía de 13 a 18 °Brix.

IV. Adicción de estabilizador:

Para néctar de aguaymanto, donde el estabilizante fue el mucílago de nopal se utilizó las siguientes concentraciones: 1%,1.5%.

k. Homogenizado: La mezcla se uniformiza hasta lograr la completa disolución de todos los ingredientes.

l. Pasteurizado: El Nectar fue pasteurizado a 85°C por 10 minutos. Este método, conserva los alimentos por inactivación de enzimas y destrucción de los microorganismos termo sensibles (por ejemplo: bacterias no esporuladas levaduras y mohos), este proceso genera cambios mínimos en el valor nutritivo y las características organolépticas de estos alimentos. El nivel del tratamiento térmico y el grado de prolongación de su vida útil se determina principalmente por el pH del alimento (Cevallos y Murrillo, 2007).

m. Envasado:

En este proceso se esterilizó los envases y las tapas mediante un esterilizado, esta etapa se llevó a cabo sumergiendo los envases en agua a temperatura de ebullición durante 5 minutos. Luego se vertió el néctar a 85 °C en los frascos esterilizados, teniendo mucho cuidado de no formar espuma e inmediatamente se sellaron con tapa rosca metálica.

n. Enfriado: Una vez que el néctar fue envasado se procedió a enfriar los envases en agua con hielo por aproximadamente 5 minutos.

o. Almacenamiento: Las muestras fueron almacenados en refrigeración.

3.3.2.1. Diagrama en Flujo

El diagrama de Flujo para la elaboración de néctar de aguaymanto se muestra en la Figura 27.

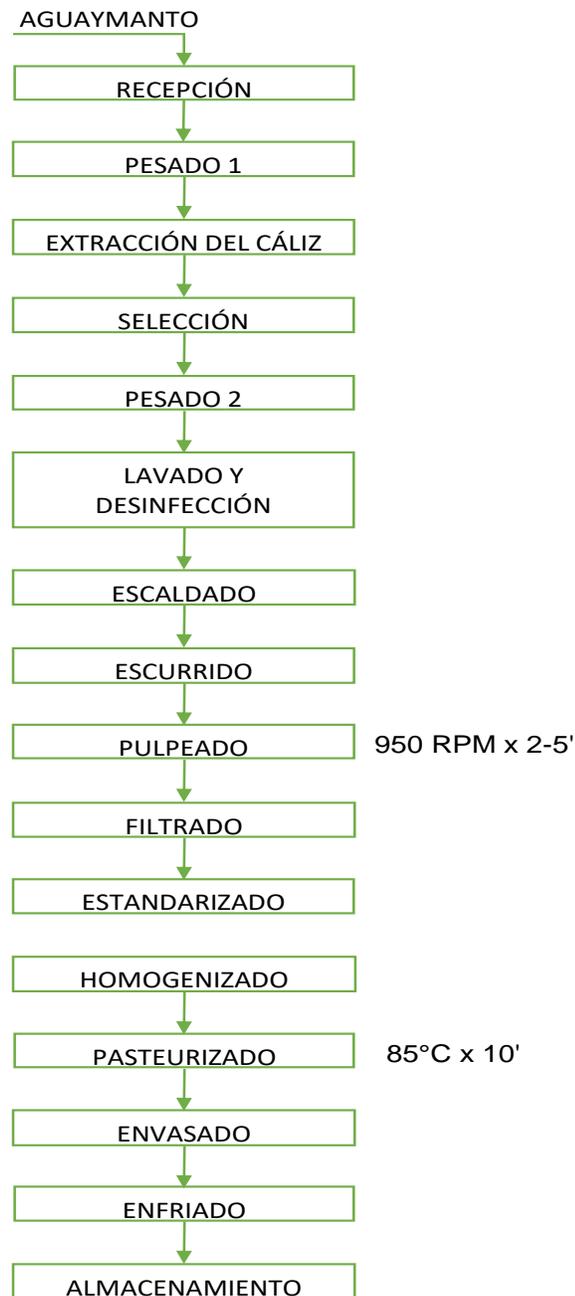


Figura 27. Diagrama de flujo para el proceso de elaboración de Nectar de Aguaymanto.

3.3.3. Diseño Experimental

El diseño experimental se realizó tomando en cuenta la concentración de mucílago de nopal que se tenía que adicionar al néctar de aguaymanto para así analizar los cambios que presentan. En base a lo anterior mencionado se eligió las siguientes concentraciones; 0%, 1% y 1,5%, los cuales son porcentajes basados en los resultados de los estudios de Aquino et al. (2009): “Inhibición del oscurecimiento con mucílago de nopal (*Opuntia ficus indica*) en el secado de plátano Roatán”. Para esta investigación se analizaron seis (6) variables; porcentaje de acidez, pH, °Bx, color, viscosidad y sedimentación. En la Tabla 7. Se muestra la matriz de recolección de datos los cuales se realizaron por duplicado.

Para conocer si existe una diferencia significativa en los resultados de los análisis fisicoquímicos respecto a la diferencia de concentraciones y las distintas zonas geográficas. Se decidió emplear el diseño experimental de bloques completos al azar DBCA.

Para analizar si existe un efecto significativo en la variable respuesta de la muestra control (CMC 0.01%) versus las diferentes concentraciones, se procedió a emplear el diseño experimental T-STUDENT. Ya que se está trabajando con grupos independientes.

Tabla 9. Matriz de Recolección de datos.

		A	B			C			D			E			F			G		
		% de Mucilago de Nopal	% Acidez			pH			Color			Viscosidad			Tiempo de sedimentación			°Brix		
CONTROL	1	0%	A1b1	A1b1.1	A1b1.2	A1c1	A1c1.1	A1c1.2	A1d1	A1d1.1	A1d1.2	A1e1	A1e1.1	A1e1.2	A1f1	A1f1.1	A1f1.2	A1g1	A1g1.1	A1g1.2
	2	1%	A2b2C	A2b2.1C	A2b1.2C	A2c2C	A2c2.1C	A2c2.2C	A2d2C	A2d2.1C	A2d2.2C	A2e2C	A2e2.1C	A2e2.2C	A2f2C	A2f2.1C	A2f2.2C	A2g2C	A2g2.1C	A2g2.2C
CUSCO	3	1,5%	A3b3C	A3b3.1C	A3b1.2C	A3c3C	A3c3.1C	A3c3.2C	A3d3C	A3d3.1C	A3d3.2C	A3e3C	A3e3.1C	A3e3.2C	A3f3C	A3f3.1C	A3f3.2C	A3g3C	A3g3.1C	A3g3.2C
	4	1%	A4b4H	A4b4.1H	A4b4.2H	A4c4H	A4c4.1H	A4c4.2H	A4d4H	A4d4.1H	A4d4.2H	A4e4H	A4e4.1H	A4e4.2H	A4f4H	A4f4.1H	A4f4.2H	A4g4H	A4g4.1H	A4g4.2H
HUÁNUCO	5	1,5%	A5b5H	A5b5.1H	A5b5.2H	A5c5H	A5c5.1H	A5c5.2H	A5d5H	A5d5.1H	A5d5.2H	A5e5H	A5e5.1H	A5e5.2H	A5f5H	A5f5.1H	A5f5.2H	A5g5H	A5g5.1H	A5g5.2H

* A1: Es la concentración de mucilago de nopal adicionada a una muestra de néctar de aguaymanto y b1 la prueba fisicoquímica que se desea evaluar en este caso % Acidez.

**A1b1.1 Se refiere al duplicado de la prueba a evaluar.

***A1b1.2 Se refiere al triplicado de la prueba a evaluar.

**** A2b2C Se refiere a la muestra de Nectar de aguaymanto estabilizado con mucilago de nopal de Cusco

***** A4b4H Se refiere a la muestra de Nectar de aguaymanto estabilizado con mucilago de nopal de Huánuco.

**3.3.3.1. Aplicación de estabilizante de Mucilago de Nopal en polvo (*Opuntia Ficus Indica*)
al Néctar de Aguaymanto (*Physalis Peruviana*)**

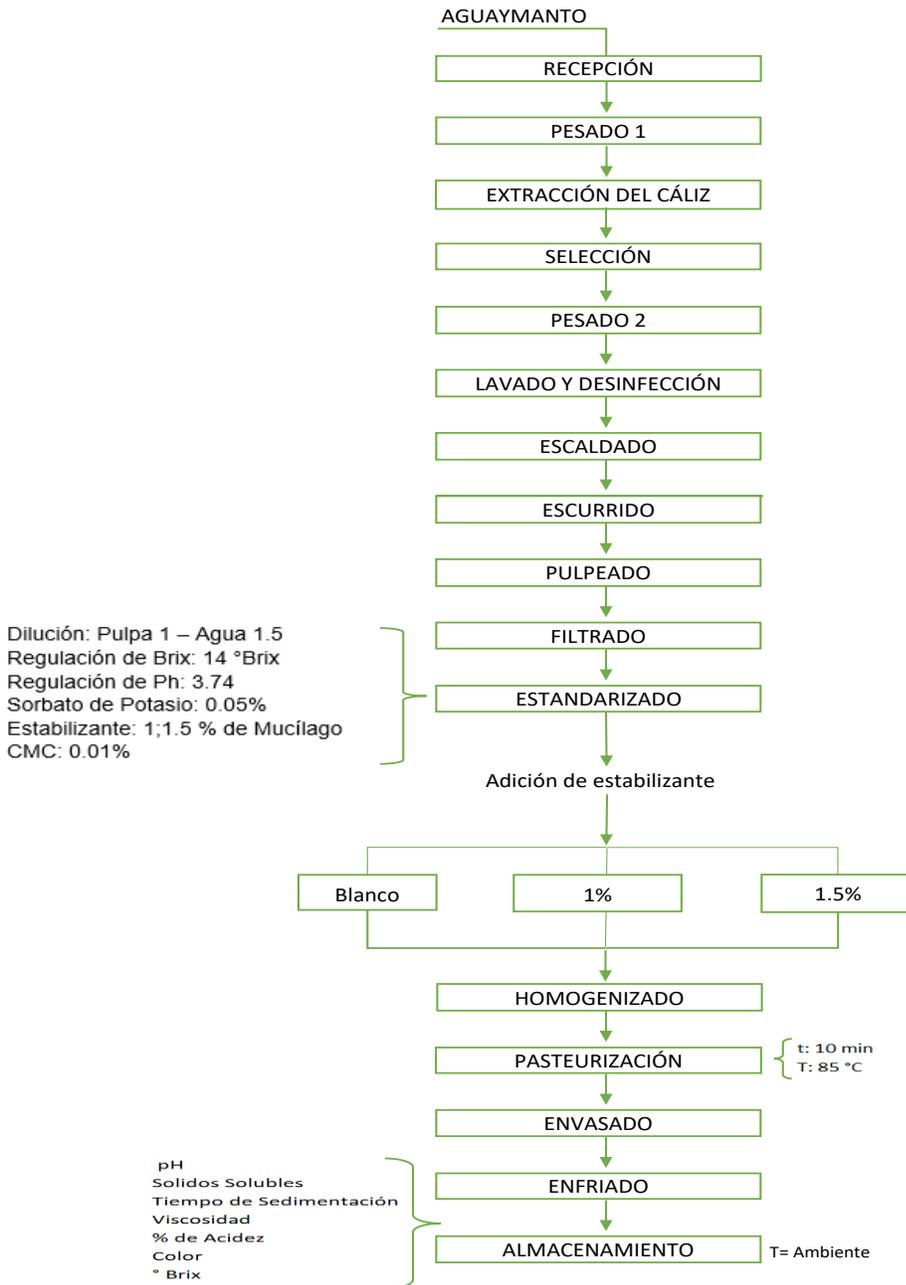


Figura 28. Flujograma para obtención de Nectar de Aguaymanto aplicando estabilizante de Mucilago de Nopal.

3.3.3.2. Métodos de Análisis

a. Medición de índice refractométrico (°Brix)

La determinación de grados Brix se realizó con un refractómetro manual Hanna Measurements HI 96801 a 25°C. Se colocó una gota de la muestra homogenizada de néctar de aguaymanto previa calibración del equipo con agua destilada, posteriormente se colocó el instrumento frente a una fuente de luz para facilitar su lectura. Luego se leyeron el ° Brix por triplicado sobre la escala del ocular, en el punto de intersección clara y oscura de las zonas clara y oscura. Según el método recomendado por la Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C.), de 1932.

b. Medición de pH.

Para determinar el pH del néctar de aguaymanto, se usó un potenciómetro HANNA Instruments HI 8424 pH meter. Se ajustó la temperatura de la muestra de prueba a 25°C. Posteriormente se enjuagó y secó los electrodos. Se sumergió los electrodos en el néctar y se tomó la lectura del pH, dejando que el medidor se estabilice durante un minuto. Una vez obtenido el dato se enjuagó y secó los electrodos. Este análisis se realizó según el método oficial AOAC 981.12 (Atencia y Mirtha, 2016).

c. Medición de color

(Norma CIE S017/E, 2011). Mediante uso del medidor de colorímetro Konica Minolta modelo CR-400. Se determinó el color de las muestras testigo con coordenadas espaciales CIELab, es decir, $L^*a^*b^*$. (Rodríguez, 2017, p.37)

d. Medición de viscosidad

La viscosidad es una propiedad que relaciona la consistencia y la textura en un fluido. La viscosidad se midió con un viscosímetro Fungilab modelo EVE 320003. Las muestras fueron evaluadas a temperatura 15 °C, para ello se utilizaron beakers de 200 mL donde se inserta un husillo y se procede con la lectura en el visor del viscosímetro. Determinación de la viscosidad aparente (Método del tipo I). Según el método de la AOAC: Official Methods of the AOAC, 14th ed. 1984: Apparent viscosity (consistency) (6) - Official Final Action 22.009, 22.010, 22.011.

e. Acidez por titulable

Se tomaron muestras de 10mL de néctar de aguaymanto aforándolas con uso de agua destilada hasta un volumen de 50mL, vertiendo entre 3 a 5 gotas de fenolftaleína como indicador y titulando con solución de NaOH 0,1N en continua agitación a temperatura ambiente. Según lo recomendado en el método oficial AOAC 942.15.

f. Sedimentación

Con el objetivo de conocer si el polvo de mucilago de nopal es influyente en las propiedades reológicas del néctar, se procedió a realizar un control de la velocidad de sedimentación midiendo la altura del sedimento en las muestras. Para el proceso de sedimentación se debe tomar en cuenta las siguientes fuerzas: la acción de gravedad lo que hace que las partículas sedimenten, la fuerza de oposición que se presenta por el desplazamiento del líquido por la partícula suspendida que se desplaza verticalmente hacia abajo y la fuerza de fricción producido por movimiento de la partícula por el fluido. Para proceder con este análisis es necesario realizar una sedimentación discontinua utilizando

distintas concentraciones de mucilago de nopal (C_0). El análisis se realizó de la siguiente manera: se tomó una probeta con el néctar a la concentración a evaluar luego se midió la altura inicial de la suspensión H_0 , se agitó intensamente para conseguir una mezcla uniforme. Posteriormente se dejó la probeta en reposo controlando la suspensión en función del tiempo, para ello cada 7 días se tomaron datos de la altura del sedimento. Una vez obtenido los datos se procedió a utilizar el método de Coe y Cleverger para determinar la velocidad de sedimentación (Figura 29).

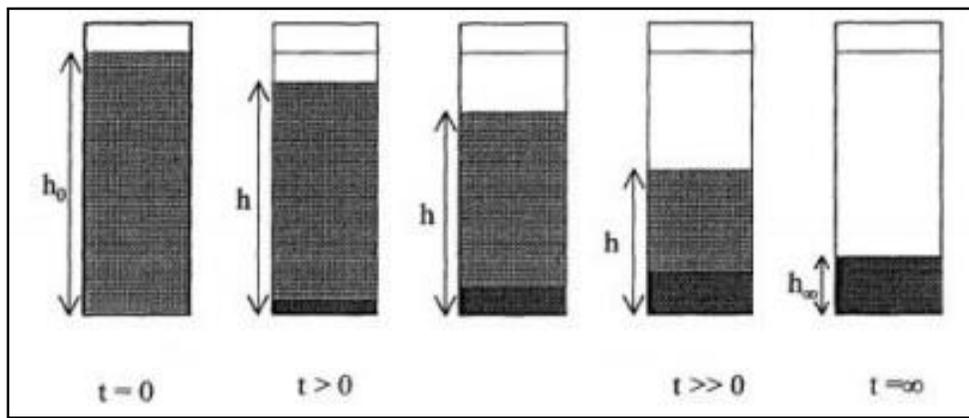


Figura 29. Explicación del proceso de velocidad de sedimentación.

Fuentes: Coe y Cleverger (1917) citado por Rodriguez, 2017.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de Varianza (ANOVA) en DBCA

Para determinar la mejor concentración de mucilago de nopal a utilizar, se decidió emplear el diseño experimental de bloques completos al azar DBCA, para conocer si existe una diferencia significativa en los resultados de los análisis fisicoquímicos respecto a la diferencia de concentraciones y las distintas zonas geográficas, y si es así, qué niveles de concentración de mucilago son similares y cuáles no.

4.1.1.1. Análisis de viscosidad

Tabla 10. Análisis de varianza ANOVA para viscosidad.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Nopal	165058.	1	165058.	26.45	0.0006
B:BLOQUE	31831.6	1	31831.6	5.10	0.0503
RESIDUOS	56160.4	9	6240.04		
TOTAL (CORREGIDO)	253050.	11			

La Tabla 10 muestra la existencia de efecto significativo de la concentración de 1% de mucilago sobre 1.5 % de mucilago de nopal en polvo ($p < 0.05$) al 95% de confianza. Cárdenas *et al.*

(1997) estudiaron el comportamiento reológico del mucílago extraído de *Opuntia*, a los cuales realizó pruebas de cizalla en soluciones de mucílago a concentración (0.4% W/W; NaCl 0.1m A 20°C). demostrando que la viscosidad aumenta a medida que la concentración se eleva (p. 107).

4.1.1.2. Análisis de color

Tabla 11. Análisis de varianza ANOVA para color.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Nopal	369.649	1	369.649	32.38	0.0003
B:BLOQUE	103.943	1	103.943	9.11	0.0145
RESIDUOS	102.735	9	11.415		
TOTAL (CORREGIDO)	576.327	11			

La Tabla 11 muestra la existencia de una diferencia significativa en los resultados de análisis de color ($P < 0.05$), respecto a la concentración de 1% de mucilago sobre 1.5 % de mucilago de nopal en polvo. Resultados similares han sido reportados por Rodríguez (2017) quien demuestra que “a medida que aumenta la viscosidad existe una pérdida de luminosidad, lo que hace difícil el paso de la luz otorgando un aspecto oscuro a la bebida” (p.49).

4.1.1.3. Análisis de acidez

Tabla 12. Análisis de Varianza para acidez.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>G l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Nopal	0.001875	1	0.001875	0.78	0.4005
B:BLOQUE	0.114075	1	0.114075	47.37	0.0001
RESIDUOS	0.021675	9	0.00240833		
TOTAL (CORREGIDO)	0.137625	1			

La tabla 12 muestra que no existe una diferencia significativa en los resultados de análisis de acidez ($P > 0.05$), respecto a la concentración de 1% de mucilago sobre 1.5 % de mucilago de nopal en polvo. Rodríguez (2017) afirma: Al comparar el pH con respecto al porcentaje de acidez se muestra que este último presenta un descenso a medida que aumenta el pH, manteniendo constante las concentraciones de los sólidos solubles (p. 48). Esto amerita buscar posibles explicaciones que

aporten al entendimiento de por qué se manifiestan una diferencia significativa en cuanto al análisis de acidez.

4.1.1.4. Análisis de pH

Tabla 13. Análisis de Varianza para pH.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Nopal	0.000833333	1	0.000833333	7.26	0.0246
B:BLOQUE	0.0560333	1	0.0560333	488.03	0.0000
RESIDUOS	0.00103333	9	0.000114815		
TOTAL (CORREGIDO)	0.0579	11			

La tabla 13 muestra que existe una diferencia significativa en los resultados de análisis de Ph ($P < 0.05$), respecto a la concentración de 1% sobre 1.5 % de mucilago de nopal en polvo. Debido a que el mucílago (*Opuntia ficus-indica*) es un hetero-polisacárico de alto peso molecular. Las moléculas de mucílago tienen una gran cantidad de cargas negativas, que se unen al Ca^{+2} , es así como al ser disuelto en el néctar, el pH tiende a aumentar a medida que la concentración de mucílago de nopal se eleva (Rodríguez, 2017, p. 49).

4.1.1.5. Análisis de Solidos Solubles (Brix)

Tabla 14. Análisis de Varianza para Solidos Solubles

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Nopal	0.213333	1	0.213333	4.89	0.0543
B:BLOQUE	2.63203	1	2.63203	60.32	0.0000
RESIDUOS	0.3927	9	0.0436333		
TOTAL (CORREGIDO)	3.23807	11			

La tabla 14 muestra que no existe una diferencia significativa en los resultados de análisis de acidez ($P > 0.05$), respecto a la concentración de 1% de mucilago sobre 1.5 % de mucilago de nopal en polvo. Como afirman Sáenz y Berger (2006): “Los nopales no contienen un porcentaje alto de azúcares, pero sí de proteína y fibra que pueden afectar o beneficiar una vez que se mezclan con otros productos” (p. 10).

4.1.2. Análisis de datos para diferencia geográfica

Tabla 15. Resumen de efectos significativos en la comparación de resultados de diferencia geográfica y concentración de mucilago de nopal

ANÁLISIS	DIFERENCIA DE CONCENTRACIÓN DE MUCILAGO DE NOPAL	DIFERENCIA GEOGRÁFICA (Huánuco/Cusco)
BRIX	n.s	*
PH	*	*
ACIDEZ	n.s	*
COLOR	*	*
VISCOSIDAD	*	n.s

En este caso, una de las zonas de donde fue extraído el nopal fue en Cusco- Urubamba, la ciudad está ubicada a 2850 m.s.n.m. El clima dominante es templado, con notable diferencia de temperatura entre el día y la noche. La temperatura media anual fluctúa entre 11 y 16 °C; las máximas entre 22 y 29 °C y las mínimas entre 7 y -4 °C durante el invierno. Las lluvias caen con regularidad durante el verano (Indeci, 2015, p. 10).

Por otro lado, Huánuco fue otro departamento de donde se extrajo las pencas de nopal. La altitud de esta ciudad oscila entre los 250 y 3 831 m.s.n.m., siendo los distritos de Tournavista y Yuyapichis, en la provincia de Puerto Inca, los de baja altitud (250 m.s.n.m.); y el distrito de Queropalca, en la provincia de Lauricocha, el de mayor altitud (3,831 m.s.n.m.). El departamento

cuenta con climas muy variados, lo que posibilita la explotación de múltiples productos agrícolas y pecuarios. La temperatura máxima y mínima es de 26.4°C y 12.4°C (Oficina de Gestión de la Información y Estadística, 2015, p.5).

Como se aprecia las pencas de nopales fueron cosechadas de zonas geográficamente diferentes, además estas tienen un clima y temperatura distintas.

Estupiñán (2012) afirma: Existe una relación entre las diferencias en la composición química del mucilago de *Aloe vera*. Estas diferencias se pueden atribuir al contenido de nutrientes en el suelo, clima, estado de madurez y ubicación geográfica (p. 97).

Al comparar los resultados de este trabajo de investigación con otros autores, se puede afirmar que existe una relación entre las diferencias significativas respecto a las distintas zonas geográficas donde fue obtenido el mucilago de nopal. Atribuyendo a esto, el distinto tipo de suelo, clima y ubicación.

4.2. Análisis de datos para el mucilago de nopal y cmc

Para analizar si existe un efecto significativo en la variable respuesta de la muestra control (CMC 0.01%) versus las diferentes concentraciones, se procedió a emplear el diseño experimental T-STUDENT. Ya que se está trabajando con grupos independientes.

Tabla 16. Comparación de resultados de la muestra control CMC (0.01%) versus las diferentes concentraciones de mucilago de nopal.

	ANÁLISIS					
	CONCENTRACIÓN M.N	°BRIX	COLOR	VISCOSIDAD	ACIDEZ	pH
MUESTRA CONTROL (CMC 0.01%)	H1	*	n.s	*	*	*
	H 1.5	*	*	*	*	*
	C 1	n.s	*	*	*	n.s
	C 1.5	*	*	*	*	*

En el análisis de sólidos solubles (°Brix), al comparar la muestra control (CMC 0.01%) versus las diferentes concentraciones de mucilago de nopal, muestra que existe diferencia significativa para todas las concentraciones, excepto para M.N. CUSCO al 1% de concentración. Resultados diferentes se evidenció en el estudio de Rodríguez. (2017), quien señala que no hubo una diferencia significativa en el análisis Brix cuando comparó el néctar de maracuyá usando como estabilizante CMC y mucilago de nopal a diferentes concentraciones. Según Sáenz y Berger (2016) esto se debe a que “los nopales no contienen un porcentaje alto de azúcares, pero sí de proteína y fibra que pueden afectar o beneficiar una vez son mezclados con otros productos” (p.85). Por lo tanto, se debe explicar la razón por la que se manifiestan una diferencia significativa en cuanto al análisis °Brix.

De igual manera sucede para el análisis de pH. En donde los resultados evidencian una diferencia significativa para todas las concentraciones, excepto para M.N. CUSCO al 1% de concentración. Como expresa Hasselbalch (2001): “El pH de un sistema amortiguador depende de la proporción relativa entre sal y ácido y no de sus concentraciones absolutas, no obstante, si la dilución es muy

grande el equilibrio del ácido y su sal conjugada se desplaza hacia los productos y, por tanto, aumenta la sal y disminuye el ácido” (p. 45). Esto explica la diferencia significativa que existe entre las concentraciones de mucilago de nopal en Nectar de aguaymanto y la muestra control con 0.01 % de cmc.

En el análisis de color los resultados reportan que existe una diferencia significativa para todas las concentraciones de mucilago de nopal, excepto para M.N. HUÁNUCO al 1%. El efecto significativo que existe entre las comparaciones coincide con los resultados obtenidos por Rodríguez (2017) quien afirma:

Los valores del parámetro L^* disminuyeron en función del tiempo de exposición de los néctares con adición de mucílago de nopal comparado al néctar sin mucílago. Por lo que se observa un descenso de luminosidad a medida que aumenta la viscosidad, brindando al Nectar un aspecto oscuro. Los valores de a^* indicaron una tendencia a la coloración rojiza indicativo de oscurecimiento. El indicativo b^* presenta valores positivos lo cual indica que se mantiene la coloración naranja en el néctar (p. 50).

Para el análisis de viscosidad y acidez los resultados reportan para todas las concentraciones, la existencia de una diferencia significativa con la muestra control (CMC al 0.01%). Según Vargas *et al.* (2016) en su investigación: “Propiedades físicas del mucílago de nopal” llego a la conclusión que existe una relación entre la concentración y la viscosidad, es decir, existe un incremento en la viscosidad al aumentar la concentración. Este comportamiento puede atribuirse al mayor contenido de solidos totales en la dispersión, siendo estos los que generan un aumento de la viscosidad debido principalmente a los movimientos intermoleculares producidos por las fuerzas hidrodinámicas y

la formación de un film interfacial (Maskan y Gogus., 2000). Este fenómeno ha sido observado en dispersiones de goma Xantica, mucilago de Lino, entre otros. (Speers y Tung, 1986 y Koocheki y col., 2013). Dado que en el presente estudio se trabajó con diferentes concentraciones de mucilago de nopal, y todas ellas mayores a la concentración de CMC empleado en el néctar de aguaymanto, se justifica la diferencia significativa entre las muestras analizadas.

Por otro lado, Chambi y Puraca (2017) en su estudio de “evaluación tecnológica para la extracción del mucilago de la semilla de chía (*salvia hispánica l.*), y su aplicación como estabilizante en un néctar de fresa” reporta que para el CMC al 2% y mucilago al 2% presentan diferentes curvas de flujo, esto indicaría que el mucilago de chía con una misma concentración de CMC tiene un comportamiento pseudoplásticos mayor que el CMC, todo muy ligado a la estructura química tanto de la goma CMC y el mucilago de chía.

Rodríguez (2017) tras su estudio de “Evaluación del mucilago de nopal (*Opuntia ficus-indica*) aplicado como agente estabilizante en néctar de maracuyá (*Passiflora edulis*)” (p. 48). Observó al aumentarse el porcentaje pH existe un descenso en el porcentaje de acidez. Manteniendo las concentraciones los sólidos solubles.

4.3. Sedimentación de las muestras testigos

Para el análisis de sedimentación se procedió a evaluar el porcentaje de sedimentación a través de la técnica de separación de fases (Otazu, 2014, p. 17), evaluando cada 7 días durante el periodo de almacenamiento (35 días).

Tabla 17. Resultados de la prueba de sedimentación analizados por semanas utilizando la técnica de separación de fases.

TIEMPO	CONTROL 0.1%	HUANUCO 1%	HUANUCO 1.5%	CUSCO 1%	CUSCO 1.5%
0	50	50	50	50	50
7	9	11	15	19	23
14	9	10	15	13	22
21	8	9	15	13	21
28	7	8	15	12	20
35	7	7	15	11	20

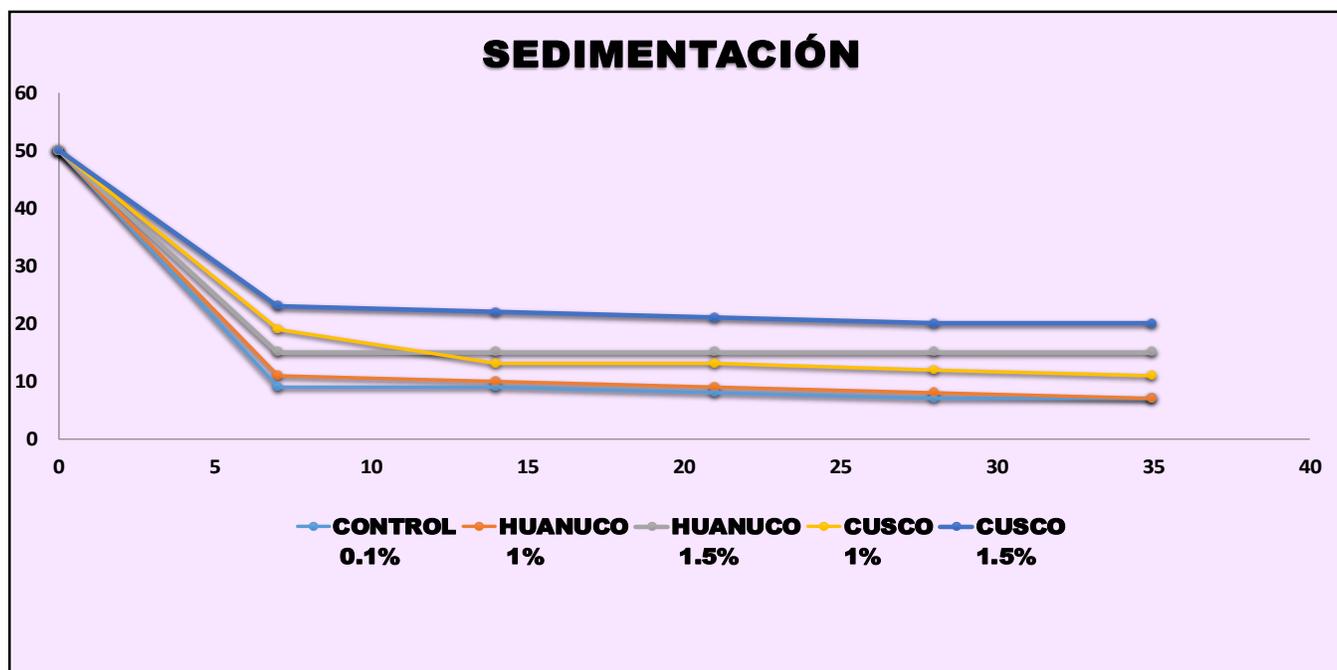


Figura 30. Muestras de mucilago de nopal a diferentes concentraciones versus CMC a 0.01% de concentración.

En la Tabla 17 se presenta los resultados de las pruebas de sedimentación realizado por el método de Otazu. La determinación del tiempo de reposo (sedimentación) se encuentra en un rango 7 días para cada una de las concentraciones en días muestras testigo y la muestra control.

En la Figura 31 muestra el proceso de sedimentación para cada muestra en diferentes concentraciones. Como se puede observar los datos arrojados muestra que todas las concentraciones de mucílago de nopal tienen una menor velocidad de sedimentación comparado con la muestra estabilizada con CMC 0.01%

Rodríguez (2017) afirma: Que a medida que aumenta la concentración disminuye la velocidad de descenso de las partículas aglomeradas en el néctar, de esta forma se retarda la sedimentación en la muestra (p. 55).

Así mismo, los resultados muestran que el mucilago de nopal extraído del departamento de cusco, tanto para la concentración de 1 y 1.5 % presenta una sedimentación más lenta y estable en el tiempo. Esto podría atribuirse a la diferencia geográfica, clima y tipo de suelo como afirma Estrada (2012).

V. CONCLUSIONES

- El nopal proveniente del departamento de Huánuco, reportó un mejor rendimiento en la etapa de extracción del mucilago 0.19% comparado con la penca proveniente del departamento de cusco 0.14%.
- Al comparar las concentraciones de 1% y 1.5% de mucilago de nopal, muestra que existe una diferencia significativa en los distintos análisis de pH, color y viscosidad.
- En cuanto a los análisis fisicoquímicos (Brix, pH, acidez y color) existe una diferencia significativa entre el néctar de aguaymanto estabilizado con mucilago de nopal de Cusco y mucilago de nopal de Huánuco.
- Cuando se compara la muestra patrón (Nectar de aguaymanto estabilizado con CMC 0.01%) versus el néctar de aguaymanto estabilizado con mucilago de nopal de Cusco y Huánuco. Reportan una diferencia significativa para todos los análisis realizados (°Brix, pH, acidez, color, viscosidad y T. sedimentación).
- En base a los resultados del análisis de viscosidad para el Nectar de aguaymanto se observó que las concentraciones de 1% ,1.5%(Mucilago de nopal Huánuco) y 1%,1.5% (Mucilago de nopal Cusco). Tienen como resultado 117.3cp, 452.3cp, 114.7cp y 248 cp respectivamente. Concluyéndose que la concentración de 1.5% mucilago de nopal Cusco. Presento las mejores condiciones de viscosidad en el néctar de Aguaymanto.

VI. RECOMENDACIONES

- Buscar una forma de optimizar el proceso de extracción del mucilago en polvo de nopal para obtener un mejor rendimiento.
- Usar el mucilago de nopal como estabilizante para probar su efectividad en distintos tipos de néctares para ampliar más la aplicación de sus propiedades como estabilizante.
- Ampliar el estudio en las diferencias fisicoquímicas que presentan los cladodios de nopal al ser cosechados en distintas zonas geográficas.
- Elaborar un análisis de aceptabilidad sensorial.
- Realizar estudios de vida de anaquel del néctar aguaymanto que fue adicionado con el estabilizante a base de mucilago de nopal polvo.

I. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abraján, M. (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 de Grado). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia. Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/3794/tesisUPV2920.pdf>

Aguilar, C. (2007). *Optimización del proceso de modificación del almidón de maíz ceroso por extrusión y el uso de mezclas de almidones modificados con mucílago de nopal para la encapsulación de aceite esencial de naranja empleando el secado por aspersión* (Tesis de Grado). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Puchaca de Soto. Recuperado de <https://uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/icbi/licenciatura/documentos/Optimizacion%20del%20proceso%20de%20modificacion%20del%20almidon%20de%20maiz.pdf>

Alfaro, M. (2015). *Evaluación del contenido de hierro, zinc y efectos del método de cocción en la degradación de compuestos antioxidantes en genotipos de papas nativas del valle del mantaro* (Tesis de Grado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo. Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1298/TESIS%20-%20general.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Andrade, Á., & Rivadeneira, José. (2010). *Determinación de los parámetros Óptimos en la Elaboración de Vino de miel de abeja, utilizando dos tipos de aglutinantes naturales, mucilago de cadillo negro y mucilago de nopal, como clarificantes* (Monografía). Universidad técnica del Norte, Ibarra. Recuperado de

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/666/1/03%20AGI%20268%20%20TESIS.pdf>

Aquino, Laura, Rodríguez, Juan, Torres, Méndez, & Torres, Kenla. (2009). Inhibición del Oscurecimiento con mucílago de nopal (*Opuntia ficus indica*) en el secado de plátano roatán. *Información tecnológica*, 20(4), 15-20.

Atencia, Claudia, & Díaz, Marlene. (2016). *Diagnóstico y propuesta de implementación de la NTP ISO/IEC 17025:2006 en el laboratorio de poscosecha de la facultad de agronomía de la universidad nacional agraria la molina* (Tesis de Grado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2227/J10-A8-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Caballero, Ederson, & Paredes, Lars. (2017). *Formulación y evaluación de nectar a base de guanábana (*Annona muricata*) y quinua (*Chenopodium quinoa*) edulcorada con stevia (*Stevia rebaudiana*)* (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Santa, Chimbote. Recuperado de <https://docplayer.es/93741952-Universidad-nacional-del-santa.html>

Cabanillas, Jayer, & Vasquez, María. (2017). *Comparación del efecto antioxidante de las tres variedades de los frutos *Opuntia ficus-indica* "tuna", en la provincia de Cajamarca* (Tesis de Grado). Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca. Recuperado de <http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/460/FYB-004-2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cando, Mónica, & German, César. (2010). *El empleo del cmc y carragenina en leche saborizada de cocoa (*Theobroma cacao* L.)* (Tesis de Grado). Universidad Técnica de Ambato,

Ambato. Recuperado de

<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/5230/3/AL442.pdf>

Gerencia regional Agraria (2009). *El cultivo de tuna*. Recuperado de

<http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/MANUAL%20TECNICO%20DE%20TUNA.pdf>

Chambi, E., & Puraca, K. (2017). Evaluación tecnológica para la extracción del mucilago de la semilla de chía (*Salvia hispánica L.*), y su aplicación como estabilizante en un néctar de fresa (Tesis de Grado). Universidad nacional de San Agustín, Arequipa. Recuperado de

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5110/IApuhukr.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Norma General del Codex para zumos (jugos) y néctares de frutas (codex stan 247-2005).

Culcapusa, M. (2015). *Caracterización bromatológica microbiológica y sensorial del néctar de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) edulcorado con stevia (*stevia rebaudiana bertonii*)* (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica. Recuperado de

<http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/115/TP%20-%20UNH%20AGROIND%20%200029.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Domínguez, M. (2017). *Obtención y Caracterización del polvo de nopal secado por aspersión* (Tesis de Grado). Instituto Politécnico Nacional, Morelos. Recuperado de

<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/22817/Tesina%20%20Merari%20Nayeli%20Dom%c3%adnguez%20Carrillo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Durán, L. (2001). Aditivos Naturales. *Arbor*, 87-107.

- Estupiñan, C. (2012). *Estudio comparativo del contenido del ácido ascórbico del mucilago de Aloe Vera (Aloe barbadensis Miller.), entre diferentes cultivos del departamento de risaralda, Colombia. Por cromatografía líquida de alta eficiencia (CLAE)* (Tesis de Grado). Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira. Recuperado de https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/21801/64467_64990.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Flores, M. (2017). *Estudio del proceso de secado por aspersion de mucílago de nopal (Opuntia ficus indica) y se efecto en las propiedades reológicas* (Tesis de Grado). Universidad Nacional Autonoma de Mexico, México. Recuperado de https://www.zaragoza.unam.mx/portal/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/iq/tesis/tesis_flores_alcantar.pdf
- Guevara, Salvá, & Rojas, Encina. (2010). Elaboración de Néctar. *Tecnología de Frutas y Hortalizas*, 1-8.
- Horwitz, William, & Latimer, George. (2005). Official Methods of Analysis. *AOAC Internacional*, 15-30.
- León, J. (2010). *Determinación de la vida útil del néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua (Chenopodium quínoa Willd)* (Tesis de Grado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno. Recuperado de <https://docplayer.es/55070986-Ingeniero-agroindustrial.html>
- Lozada, M. (2015). *Efecto de la Temperatura y Tiempo de extracción en el rendimiento y color del mucílago de nopal (Opuntia ficus-indica)* (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo. Recuperado de

<http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/4296/LOZADA%20GAYTAN%20MANUEL%20EDUARDO.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Muñoz, C. (2016). *Caracterización reológica de mucílago de Opuntia ficus-indica en flujo cortante* (Tesis de Grado). Instituto Politécnico Nacional, Morelos. Recuperado de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/16421/Tesis%20Mu%C3%B1oz%20L%C3%B3pez%20Cesar%20Nadem.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ordoñez, J. (2014). *Determinación de un emulsificante natural alternativo en el néctar de aguaymanto* (Tesis de Grado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque. Recuperado de <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/122/BC-TEST-3848.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Orozco, 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 Grado). Universidad Autónoma del Estado de México, México. Recuperado de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/67766/Tesis%20Eli%20%283%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Otazu, D. (2014). *Caracterización de la velocidad de decantación en néctar de piña (ananas comusus) con diferentes concentraciones de estabilizante* (Tesis de Grado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno. Recuperado de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3418>

Parlamentaria, Dirección General. (30 de Septiembre de 2015). *Carpeta Georeferencial Región Huánuco Perú. Informe gubernamental*. Lima, Lima, Lima: Dirección general

Parlamentaria. Obtenido de

<http://www.congreso.gob.pe/Docs/DGP/GestionInformacionEstadistica/files/files/2016/1.trimestre.10.huanuco.pdf>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (8 de Marzo de 2008). *Mapa de Peligros de la Ciudad de Urubamba*. Obtenido de Institu Nacional de Defensa Civil Indeci:

http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_Cusco/urubamba/urubamba_mp.pdf

Quispe, H. (2012). *Aplicación del mucilago extraído de nopal (Opuntia Ficus Indica) en la clarificación del agua del río uchusuma* (Tesis de Grado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna. Recuperado de

<http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/529/TG0393.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rodriguez, Y. (2017). *Evaluación del mucilago de nopal (opuntia ficus indica) como agente estabilizante en necra de maracuyá (passiflora edulis)* (Tesis de Grado). Universidad de la Salle, Bogotá. Recuperado de

http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21264/43052010_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rodríguez,Sarahi, Martínez,Héctor, Loaiza,Samantha, & Ornelas,Luis. (2010). Aplicación del mucilago de nopal (Ficus Indica) como espesante en una crema de huitlacoche (Ustilago maydis) en la producción de un alimento Funcional, y su evaluación sensorial. *XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnologia de Alimentos*, 441-448.

Sáenz, C. (2005). Utilización Agroindustrial del Nopal. *Boletín de servicios agrícolas de la FAO*. Universidad de Chile, Chile.

- Sánchez, Viviana, & Santa, Jhon. (2009). *Estudio de Antraquinonas presentes en el extractos de mucilagos y hojas de Aloe Vera de plantas cultivadas en la región cafetera* (Tesis de Grado). Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira. Recuperado de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/1818/5428S211.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Saravia, D. (2014). *Estudio de prefactibilidad para la producción y comercialización de néctar de ajonjolí en lima metropolitana* (Tesis de Grado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/5986>
- Saraya, M. (2012). Manual para elaboración de nectar de frutas para pequeñas y micro empresas agroindustriales. *Manual para la Elaboración de Néctar de Frutas*, 1-21.
- SIICEX. (23 de Julio de 2014). *Tuna*. Obtenido de Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior: <http://www.siicex.gob.pe>
- Silva, M. (2017). *Extracción del mucílago de la penca de tuna y su aplicación en el proceso de coagulación-floculación de aguas turbias* (Tesis de Grado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. Recuperado de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/7155/Silva_cm.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Terán, A. (2014). *Proceso para obtención de pasas del tomate cherry* (tesis de Grado). Universidad Central del Ecuador, Quito. Recuperado de <https://docplayer.es/27357293-Universidad-central-del-ecuador-facultad-de-ingenieria-quimica-carrera-de-ingenieria-quimica-proceso-para-obtencion-de-pasas-del-tomate-cherry.html>

- Tirado, R. (2014). *Evaluación del rendimiento de clones avanzados de papa (Solanum tuberosum L.) con pulpa pigmentada-Cajamarca* (Tesis de Grado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque. Recuperado de <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/110/BC-TES-3826.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Torres, J. (2011). *Elaboración del nectar de uvilla (Physalis peruviana l) utilizando sacarina, dos concentraciones de estabilizante y dos tiempos de pasteurización* (Tesis de Grado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/754>
- Vargas,Rodríguez, Arroyo,Gabriela, Herrera,Carlos, Pérez,Antonio, García,María, & Rodríguez,Jesús. (2016). Propiedades Disicas del Mucilago de Nopal. *Acta Universitaria*, 26, 8-11.
- Velasquez, C. (2017). *Evaluación de las características fisicoquímicas del aguaymanto(Physalis peruviana L.) de la zona andina y selva en diferentes estados de madurez* (Tesis de Grado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo. Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCPC/1593/Velasquez%20Cristobal%20-%20TESIS%20-2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

II. ANEXOS

ANEXO 1: EXTRACCIÓN DEL MUCÍLAGO DE NOPAL

a) Recepción de la Materia Prima



b) Selección



c) Lavado



d) Separación de la Epidermis



e) Troceado



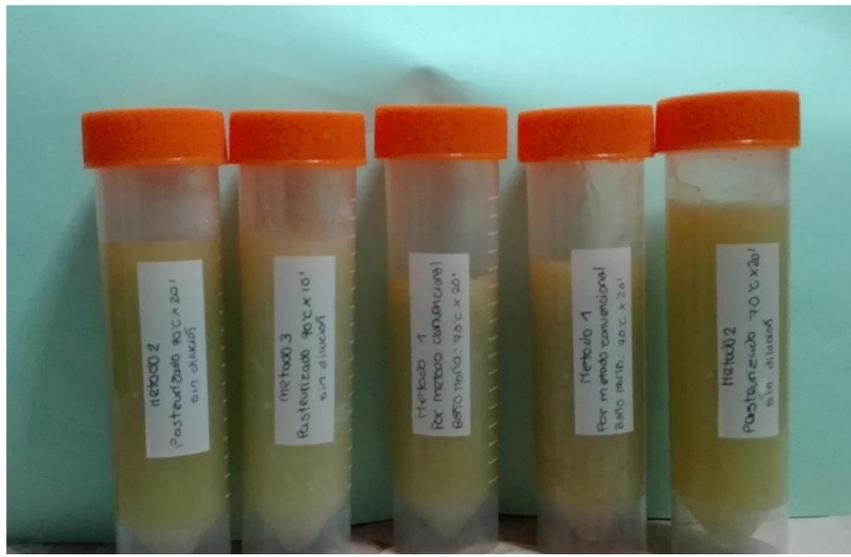
f) Molienda



g) Concentrado



h) Centrifugado

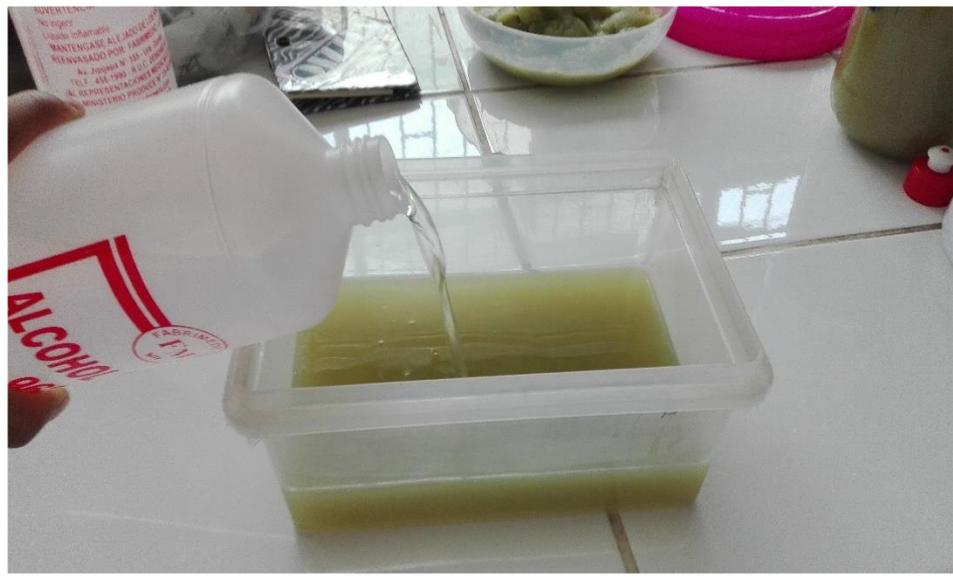


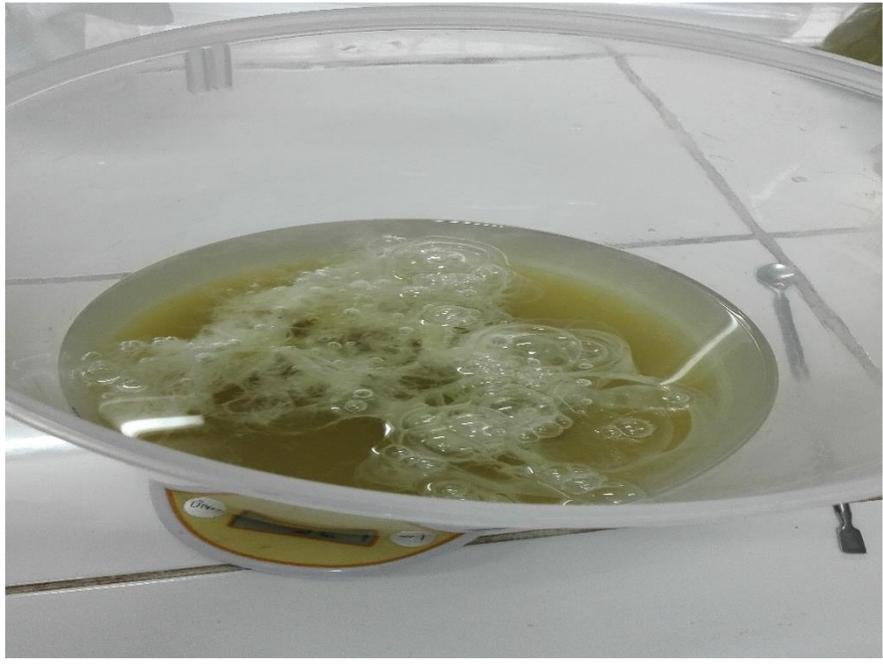


i) Decantado



j) Precipitado - Filtrado







k) Secado







1) Molienda





m) Almacenamiento



ANEXO 2: ELABORACIÓN DEL NECTAR DE AGUAYMANTO

a) Recepción



b) Pesado 1



c) Extracción del cáliz



d) Selección



e) Pesado 2



f) Lavado



g) Escaldado



h) Pulpeado



i) Filtrado

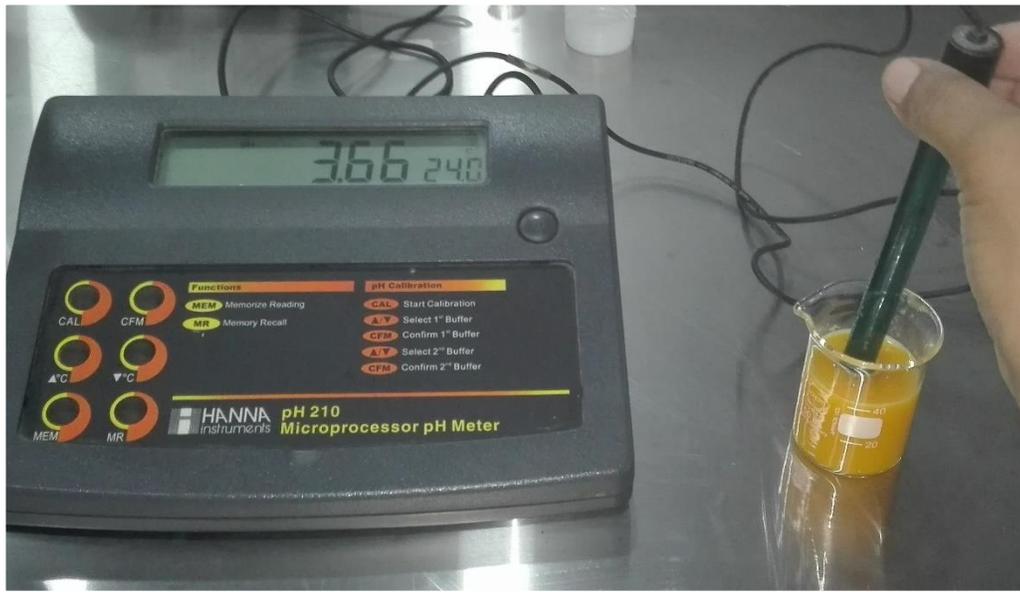


j) Estandarización

- Dilución de la pulpa.



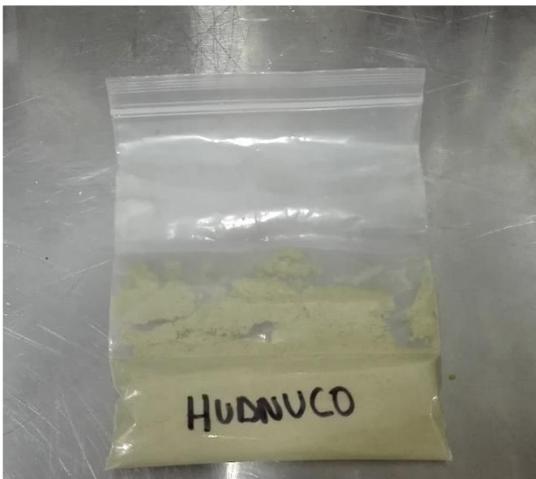
- Regulación del pH



- Regulación de los °Brix



- Adición de estabilizador





k) Homogenizado



l) Pasteurizado



m) Envasado





n) Enfriado



o) Almacenamiento



**ANEXO 3: RESULTADOS EXPERIMENTALES DE LOS ANÁLISIS DE NECTAR DE
AGUAYMANTO ESTABILIZADO CON MUCILAGO DE NOPAL Y CMC**

Muestra	Propiedades físicas químicas				Viscosidad Aparente (15 °C)		Coordenadas Colorimétricas (D65 2°)			Resultado RGB	COLOR	
	pH	Brix	Acidez (%)	Densidad (g/cc)	Veloc. (RPM)	Viscosidad (CP)	L*	a*	b*			
CONTROL	A	3.52	17.00	0.80	1.0667	230	22.213	69.6	17.3	62.2		64.56106
CONTROL		3.50	16.88	0.80	1.0667	240	22.982	67.9	19.4	64.2		67.06713
CONTROL		3.50	16.90	0.80	1.0667	250	22.213	67.4	17.9	56.2		58.98178
M.H.1	B	3.66	15.61	0.57	1.0638	175	124.403	65.2	18	59.5		62.16309
M.H.1		3.66	15.62	0.57	1.0638	200	117.865	64.1	20.9	61.4		64.85962
M.H.1		3.66	15.61	0.57	1.0638	225	109.688	63.2	18	59.3		61.97169
M.H.1.5	C	3.69	15.70	0.68	1.0686	25	573.568	56.9	13.9	43.2		45.38116
M.H.1.5		3.68	15.71	0.68	1.0686	50	419.188	58.3	14.6	43.4		45.78996
M.H.1.5		3.69	15.70	0.68	1.0686	75	364.071	55.6	16.2	45.6		48.39215
M.C.1.	D	3.55	16.87	0.85	1.0667	50	126.725	60.4	12	49.6		51.03097
M.C.1.		3.53	16.86	0.85	1.0667	75	113.005	53	15.1	51.3		53.47616
M.C.1.		3.52	16.99	0.85	1.0667	100	104.388	58.3	11.4	49.4		50.69832
M.C.1.5	E	3.54	16.28	0.79	1.0657	50	282.808	55.5	12.9	44.9		46.71638
M.C.1.5		3.53	16.27	0.79	1.0657	75	243.007	45.7	15.5	42.7		45.42620
M.C.1.5		3.55	16.30	0.79	1.0657	100	220.805	43.9	16.3	42.9		45.89227

**ANEXO 4: PRUEBA -T PARA LOS RESULTADOS
EXPERIMENTALES DE LOS DIFERENTES ANÁLISIS
FISICOQUÍMICOS DEL NECTAR DE AGUAYMANTO CON
MUCILAGO DE NOPAL Y CMC**

- **ANÁLISIS DE ACIDEZ PARA CMC & MNH1**

Comparando Medias

Intervalos de confianza del 95.0% aplicados para la media de Control: 16.9267 +/- 0.159708 [16.767; 17.0864]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de NH1: 15.6133 +/- 0.0143422 [15.599; 15.6277]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza perteneciente a la diferencia de medias considerando varianzas iguales: 1.31333 +/- 0.103472 [1.20986; 1.41681]

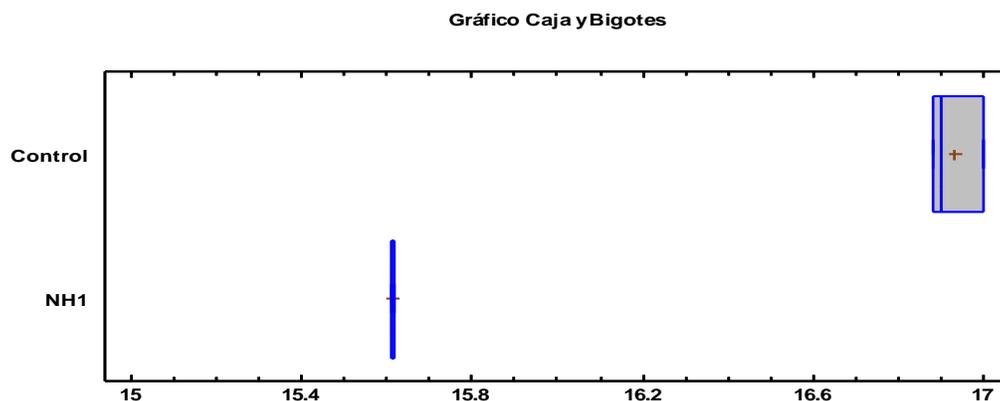
Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: media1 = media2

Hipótesis Alt.: media1 <> media2

suponiendo varianzas iguales: t = 35.2404 valor-P = 0.00000386949

Por lo tanto se niega la hipótesis nula para un valor de alfa = 0.05.



Anexo 1. Cajas y bigotes del análisis de acidez

Resumen

Existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95.0%. Para p=0.00000386949.

- **ANÁLISIS DE ACIDEZ PARA CMC & MNH1.5**

Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de CONTROL: 0.8 +/- 0 [0.8; 0.8]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de NH1.5: 0.68 +/- 0 [0.68; 0.68]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza perteneciente a la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales: 0.12 +/- 0 [0.12; 0.12]

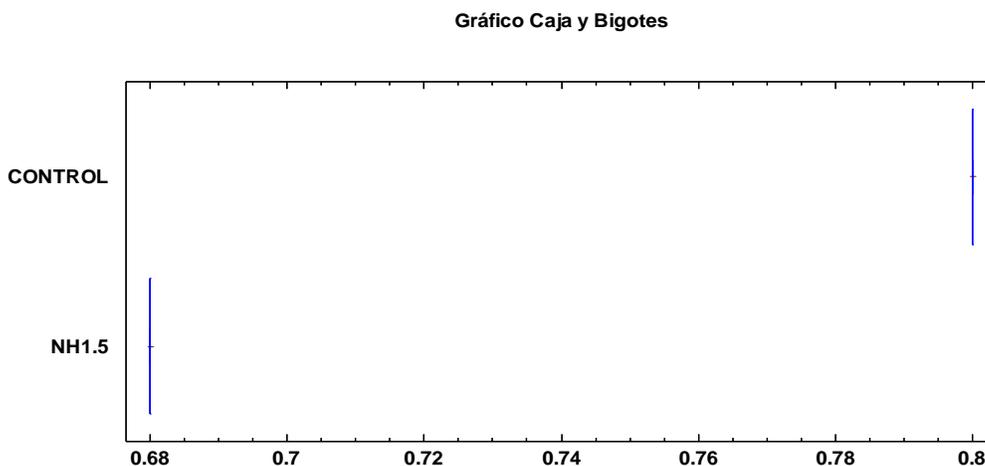
Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: media1 = media2

Hipótesis Alt.: media1 < media2

suponiendo varianzas iguales: t = 1.52857E15 valor-P = 0

Por lo tanto se niega la hipótesis nula para un valor de alfa = 0.05.



Anexo 2. Cajas y bigotes del análisis de acidez

Resumen

Existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95.0%. Para p=0

- **ANÁLISIS DE ACIDEZ PARA CMC & MNC1**

Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de CONTROL: 0.8 +/- 0 [0.8; 0.8]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de NC1: 0.85 +/- 0 [0.85; 0.85]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza para la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales: -0.05 ± 0 [-0.05; -0.05]

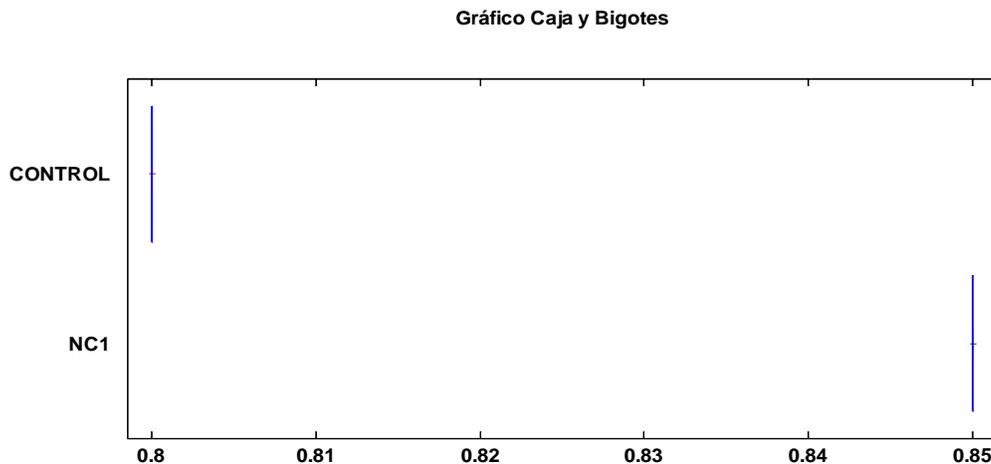
Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: $\text{media1} = \text{media2}$

Hipótesis Alt.: $\text{media1} < \text{media2}$

suponiendo varianzas iguales: $t = -6.36905E14$ valor-P = 0

Por lo tanto se niega la hipótesis nula para un valor de $\alpha = 0.05$.



Anexo 3. Cajas y bigotes del análisis de acidez

Resumen

Existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95.0%. Para $p=0$

- **ANÁLISIS DE ACIDEZ PARA CMC & MNC1.5**

Comparación de Medias

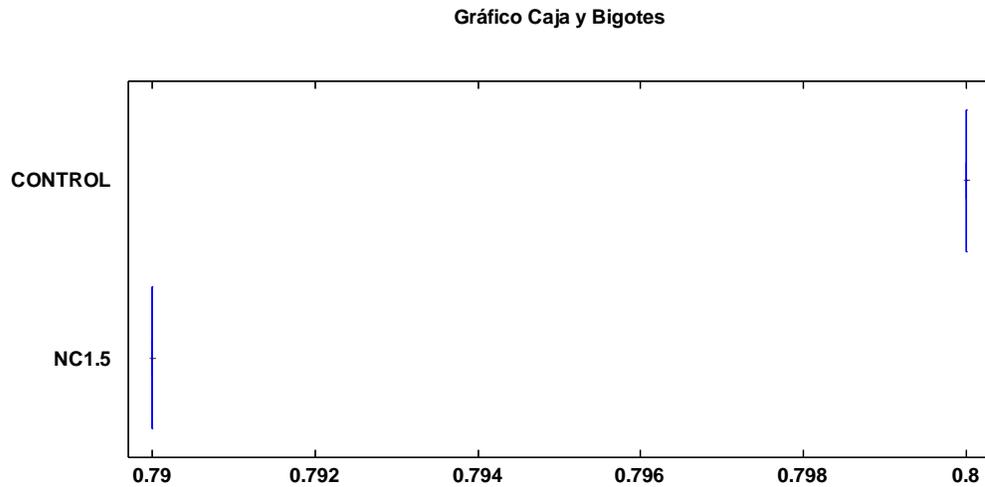
Intervalos de confianza del 95.0% para la media de CONTROL: 0.8 ± 0 [0.8; 0.8]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de NC1.5: 0.79 ± 0 [0.79; 0.79]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza perteneciente a la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales: 0.01 ± 0 [0.01; 0.01]

Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: $\mu_1 = \mu_2$
Hipótesis Alt.: $\mu_1 < \mu_2$
suponiendo varianzas iguales: $t = 1.27381E14$ valor-P = 0
Por lo tanto se niega la hipótesis nula para un valor de $\alpha = 0.05$.



Anexo 4. Cajas y bigotes del análisis de acidez

Resumen

Existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95.0%. Para $p=0$

- **ANÁLISIS BRIX PARA CMC & MNH1**

Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de Control: 16.9267 +/- 0.159708 [16.767; 17.0864]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de NH1: 15.6133 +/- 0.0143422 [15.599; 15.6277]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza para la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales: 1.31333 +/- 0.103472 [1.20986; 1.41681]

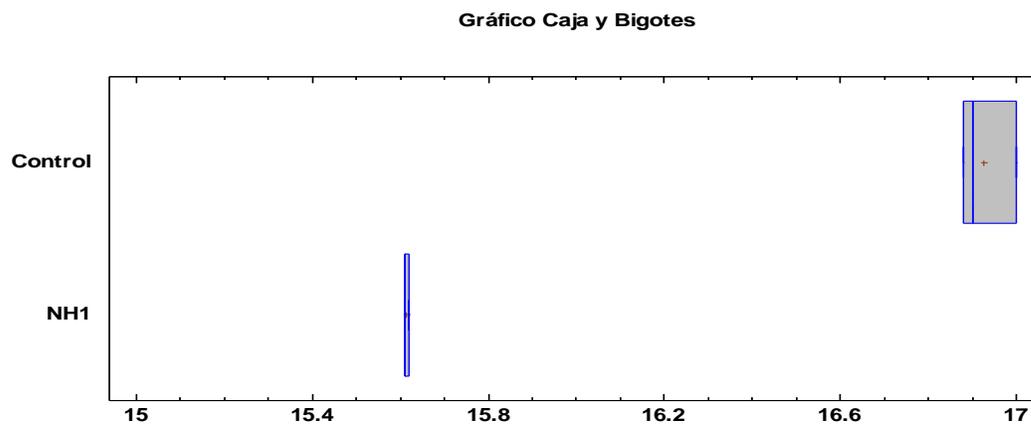
Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: $\mu_1 = \mu_2$

Hipótesis Alt.: $\mu_1 < \mu_2$

suponiendo varianzas iguales: $t = 35.2404$ valor-P = 0.00000386949

Por lo tanto se niega la hipótesis nula para un valor de $\alpha = 0.05$.



Anexo 5. Cajas y bigotes del análisis Brix

Resumen

Existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95.0%. Para $p=0.00000386949$

- **ANÁLISIS BRIX PARA CMC & MNH1.5**

Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de Control: 16.9267 +/- 0.159708
[16.767; 17.0864]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de NH1.5: 15.7033 +/- 0.0143422
[15.689; 15.7177]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza para la diferencia de medias
suponiendo varianzas iguales: 1.22333 +/- 0.103472 [1.11986; 1.32681]

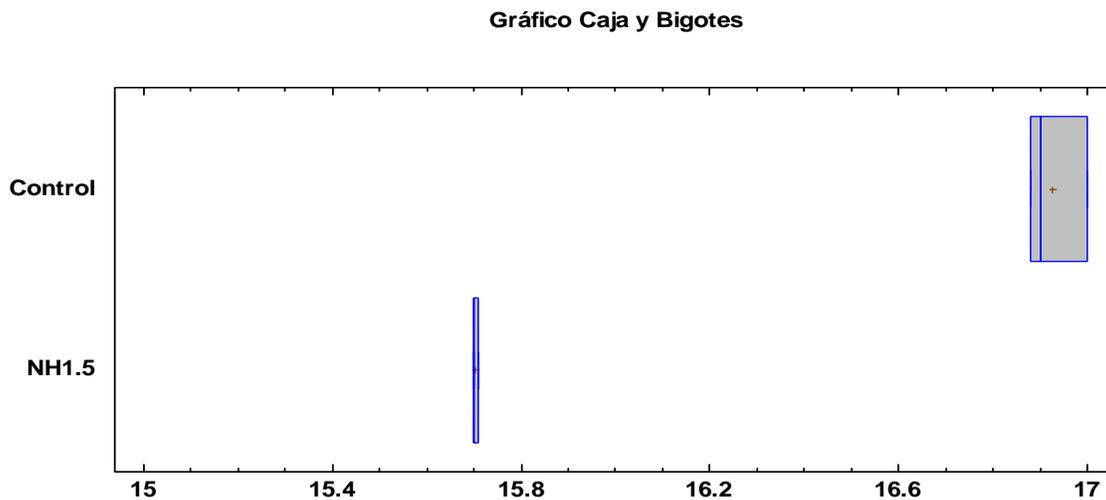
Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: $\mu_1 = \mu_2$

Hipótesis Alt.: $\mu_1 < \mu_2$

suponiendo varianzas iguales: $t = 32.8255$ valor-P = 0.00000513594

Por lo tanto se niega la hipótesis nula para un valor de $\alpha = 0.05$.



Anexo 6. Cajas y bigotes del análisis Brix

Resumen

Existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95.0%. Para $p=0.00000513594$

- **ANÁLISIS BRIX PARA CMC & MNC1**

Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de Control: 16.9267 +/- 0.159708
[16.767; 17.0864]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de NC1: 16.9067 +/- 0.179707 [16.727;
17.0864]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza para la diferencia de medias
suponiendo varianzas iguales: 0.02 +/- 0.155139 [-0.135139; 0.175139]

Prueba t para comparar medias

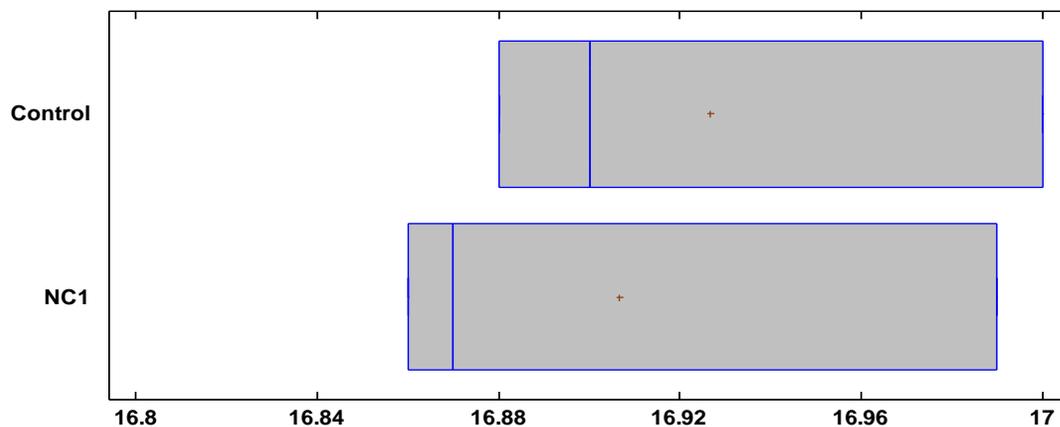
Hipótesis nula: $\mu_1 = \mu_2$

Hipótesis Alt.: $\mu_1 < \mu_2$

suponiendo varianzas iguales: $t = 0.35793$ valor-P = 0.738485

Por lo tanto no se niega la hipótesis nula para un valor de $\alpha = 0.05$.

Gráfico Caja y Bigotes



Anexo 7. Cajas y bigotes del análisis Brix

Resumen

No se presenta alguna diferencia significativa comparando las medias de las dos muestras de datos, aplicando un nivel de confianza del 95.0%. Para $p=0.738485$

- **ANÁLISIS BRIX PARA CMC & MNC1.5**

Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de Control: 16.9267 +/- 0.159708 [16.767; 17.0864]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de NC1.5: 16.2833 +/- 0.0379458 [16.2454; 16.3213]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza para la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales: 0.643333 +/- 0.105927 [0.537407; 0.74926]

Prueba t para comparar medias

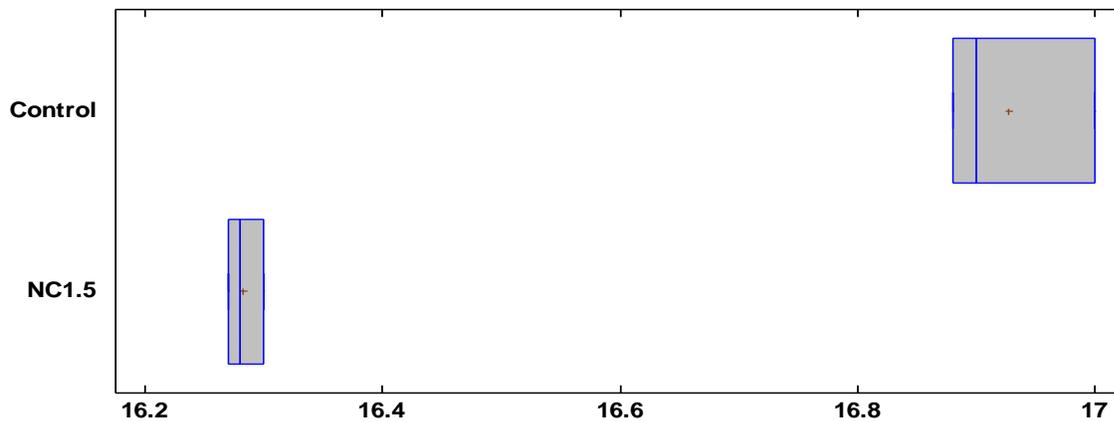
Hipótesis nula: media1 = media2

Hipótesis Alt.: media1 <> media2

suponiendo varianzas iguales: t = 16.8625 valor-P = 0.0000725012

Por lo tanto se niega la hipótesis nula para un valor de alfa = 0.05.

Gráfico Caja y Bigotes



Anexo 8. Cajas y bigotes del análisis de Brix

Resumen

Existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95.0%. Para p=0.0000725012

- **ANÁLISIS DE COLOR PARA CMC & MNH1**

Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de CONTROL: 63.5367 +/- 10.2815 [53.2551; 73.8182]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de NH1: 62.9981 +/- 4.01171 [58.9864; 67.0098]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza para la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales: 0.538522 +/- 7.12171 [-6.58319; 7.66024]

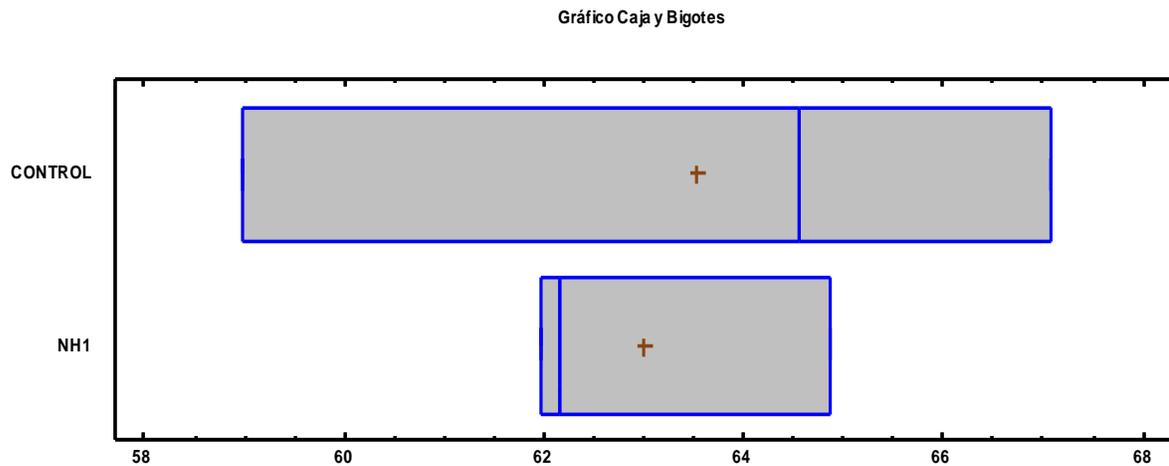
Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: media1 = media2

Hipótesis Alt.: media1 <> media2

suponiendo varianzas iguales: t = 0.209947 valor-P = 0.843969

Por lo tanto no se niega la hipótesis nula para un valor de alfa = 0.05.



Anexo 9. Cajas y bigotes del análisis de Color

Resumen

No hay diferencia significativa entre las medias de las dos muestras de datos, con un nivel de confianza del 95.0%. Para p=0.843969

- **ANÁLISIS DE COLOR PARA CMC & MNH1.5**

Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de CONTROL: 63.5367 +/- 10.2815 [53.2551; 73.8182]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de NH1.5: 46.5211 +/- 4.05716 [42.4639; 50.5782]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza para la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales: 17.0156 +/- 7.13243 [9.88314; 24.148]

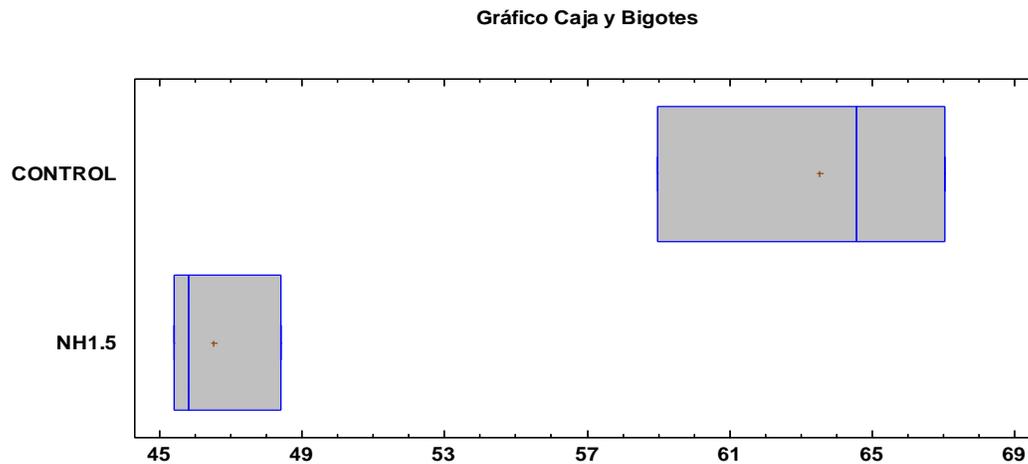
Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: $\mu_1 = \mu_2$

Hipótesis Alt.: $\mu_1 < \mu_2$

suponiendo varianzas iguales: $t = 6.62368$ valor-P = 0.00269449

Por lo tanto se niega la hipótesis nula para un valor de $\alpha = 0.05$.



Anexo 10. Cajas y bigotes del análisis de Color

Resumen

Existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95.0%. Para $p=0.00269449$

- **ANÁLISIS DE COLOR PARA CMC & MNC1**

Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de CONTROL: 63.5367 +/- 10.2815 [53.2551; 73.8182]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de NC1: 51.7352 +/- 3.7682 [47.967; 55.5034]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza para la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales: 11.8015 +/- 7.06611 [4.73539; 18.8676]

Prueba t para comparar medias

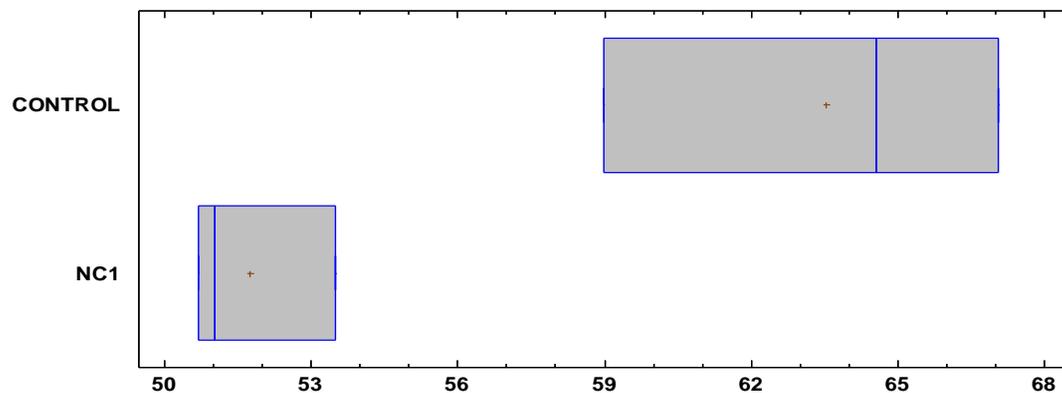
Hipótesis nula: $media1 = media2$

Hipótesis Alt.: $media1 \neq media2$

suponiendo varianzas iguales: $t = 4.63711$ valor-P = 0.009755

Por lo tanto se niega la hipótesis nula para un valor de $\alpha = 0.05$.

Gráfico Caja y Bigotes



Anexo 11. Cajas y bigotes del análisis de Color

Resumen

Se comprueba que existe una diferencia estadísticamente significativa al comparar las medias de las dos muestras, aplicando un nivel de confianza del 95.0%.

Para $p=0.009755$

- **ANÁLISIS DE COLOR PARA CMC & MNC1.5**

Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de CONTROL: 63.5367 +/- 10.2815
[53.2551; 73.8182]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de NC1.5: 46.0116 +/- 1.62293
[44.3887; 47.6345]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza para la diferencia de medias
suponiendo varianzas iguales: 17.525 +/- 6.7167 [10.8083; 24.2417]

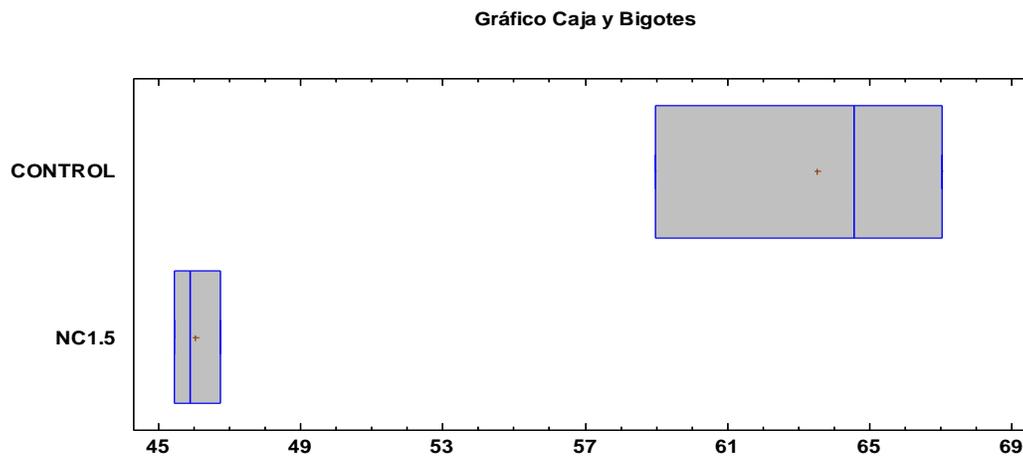
Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: $media1 = media2$

Hipótesis Alt.: $media1 \neq media2$

suponiendo varianzas iguales: $t = 7.24425$ valor-P = 0.00192718

Por lo tanto se niega la hipótesis nula para un valor de $\alpha = 0.05$.



Anexo 12. Cajas y bigotes del análisis de Color

Resumen

Se comprueba que existe una diferencia estadísticamente significativa al comparar las medias de las dos muestras, aplicando un nivel de confianza del 95.0%. Para $p=0.00192718$

- ANÁLISIS DE pH PARA CMC & MNH1

Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de CONTROL: 3.50667 +/- 0.0286844 [3.47798; 3.53535]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de NH1: 3.66 +/- 0 [3.66; 3.66]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza para la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales: -0.153333 +/- 0.0185097 [-0.171843; -0.134824]

Prueba t para comparar medias

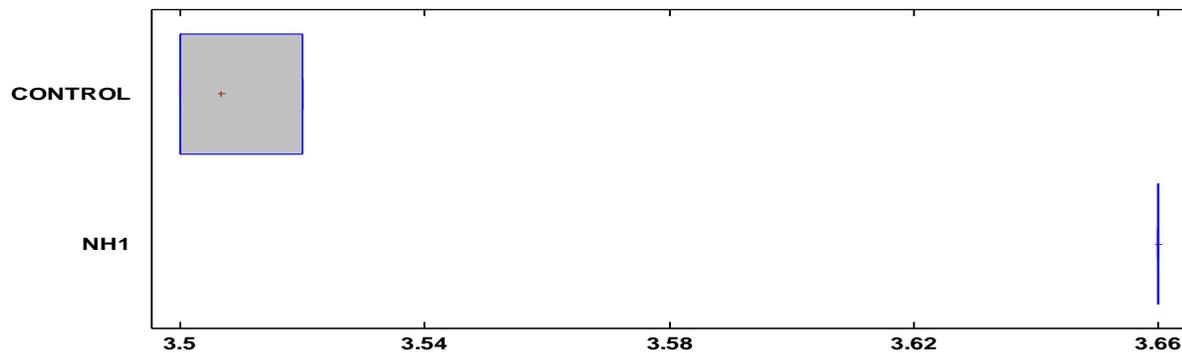
Hipótesis nula: media1 = media2

Hipótesis Alt.: media1 <> media2

suponiendo varianzas iguales: t = -23.0 valor-P = 0.0000211729

Por lo tanto se niega la hipótesis nula para un valor de alfa = 0.05.

Gráfico Caja y Bigotes



Anexo 13. Cajas y bigotes del análisis de pH

Resumen

Existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, aplicando un nivel de confianza del 95.0%. Para p=0.00192718

- ANÁLISIS DE pH PARA CMC & MNH1.5

Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de CONTROL: 3.50667 +/- 0.0286844
[3.47798; 3.53535]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de NH1.5: 3.68667 +/- 0.0143422 [3.67232;
3.70101]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza perteneciente a la diferencia de medias
suponiendo varianzas iguales: -0.18 +/- 0.0206945 [-0.200694; -0.159306]

Prueba t para comparar medias

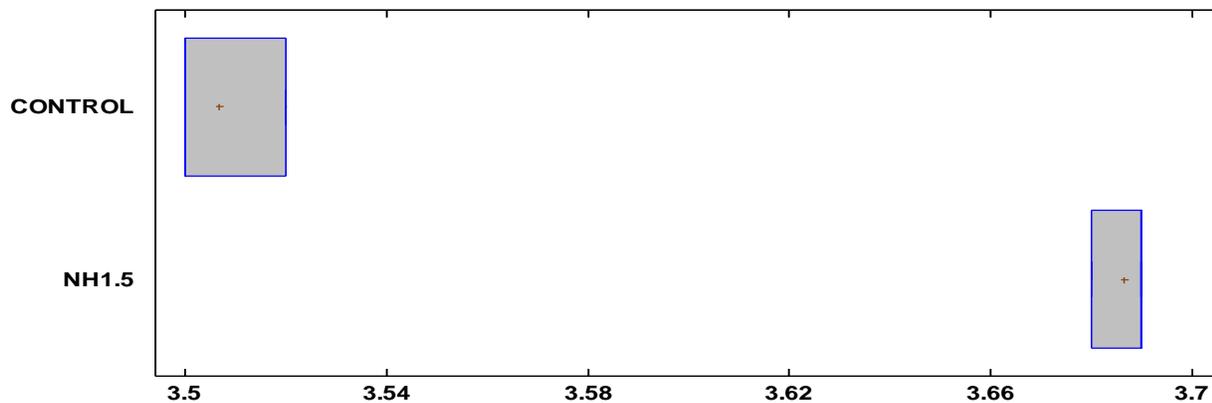
Hipótesis nula: media1 = media2

Hipótesis Alt.: media1 < media2

suponiendo varianzas iguales: t = -24.1495 valor-P = 0.0000174407

Por lo tanto se niega la hipótesis nula para un valor de alfa = 0.05.

Gráfico Caja y Bigotes



Anexo 14. Cajas y bigotes del análisis de pH

Resumen

Se comprueba que existe una diferencia estadísticamente significativa al comparar las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95.0%. Para p=0.0000174407

- ANÁLISIS DE pH PARA CMC & MNC1

Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de CONTROL: 3.50667 +/- 0.0286844
[3.47798; 3.53535]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de NC1: 3.53333 +/- 0.0379458 [3.49539;
3.57128]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza perteneciente a la diferencia de medias
suponiendo varianzas iguales: -0.0266667 +/- 0.0306948 [-0.0573615; 0.00402818]

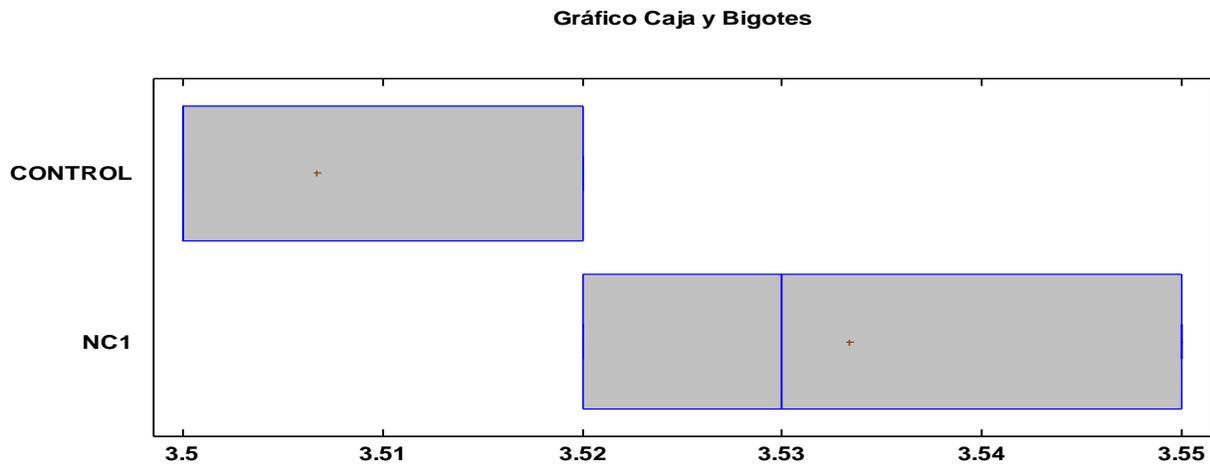
Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: $\mu_1 = \mu_2$

Hipótesis Alt.: $\mu_1 < \mu_2$

suponiendo varianzas iguales: $t = -2.41209$ valor-P = 0.0733876

Por lo tanto no se niega la hipótesis nula para un valor de $\alpha = 0.05$.



Anexo 15. Cajas y bigotes del análisis de pH

Resumen

No presenta diferencia significativa al comparar las medias de las dos muestras de datos, aplicando un nivel de confianza del 95.0%. Para $p = 0.0733876$

- **ANÁLISIS DE pH PARA CMC & MNC1.5**

Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% aplicado a la media de CONTROL: 3.50667 +/- 0.0286844 [3.47798; 3.53535]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de NC1.5: 3.54 +/- 0.0248414 [3.51516; 3.56484]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza perteneciente a la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales: -0.0333333 +/- 0.024486 [-0.0578194; -0.00884731]

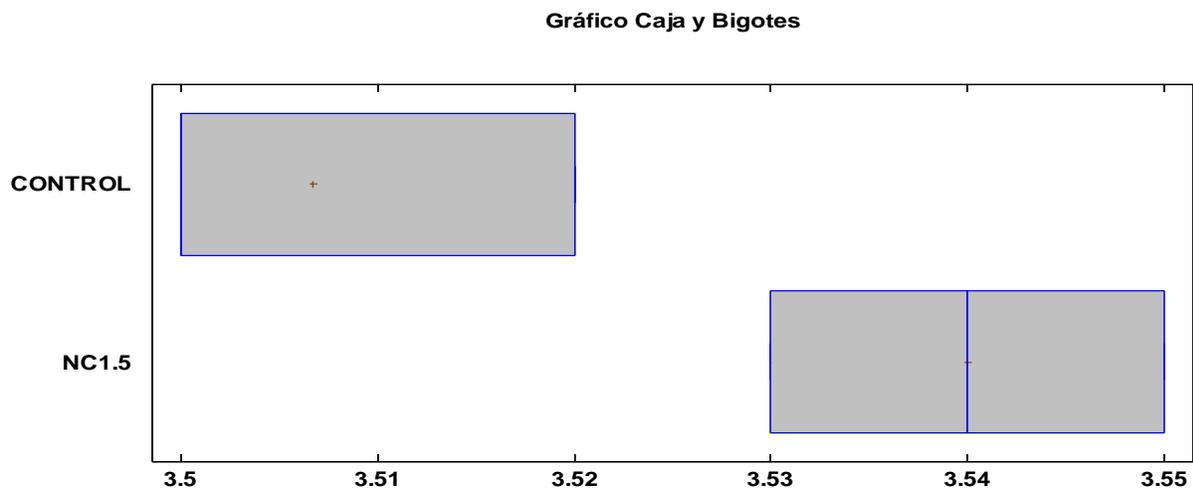
Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: media1 = media2

Hipótesis Alt.: media1 <> media2

suponiendo varianzas iguales: t = -3.77964 valor-P = 0.0194415

Por lo tanto se niega la hipótesis nula para un valor de alfa = 0.05.



Anexo 16. Cajas y bigotes del análisis de pH

Resumen

Se comprueba que existe una diferencia estadísticamente significativa al comparar las medias de las dos muestras, aplicando un nivel de confianza del 95.0%. Para p= 0.0194415

- **ANÁLISIS DE VISCOSIDAD PARA CMC & MNH1**

Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de CONTROL: 22.4695 +/- 1.10217 [21.3674; 23.5717]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de NH1: 117.319 +/- 18.3149 [99.0036; 135.633]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza para la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales: -94.849 +/- 11.8398 [-106.689; -83.0092]

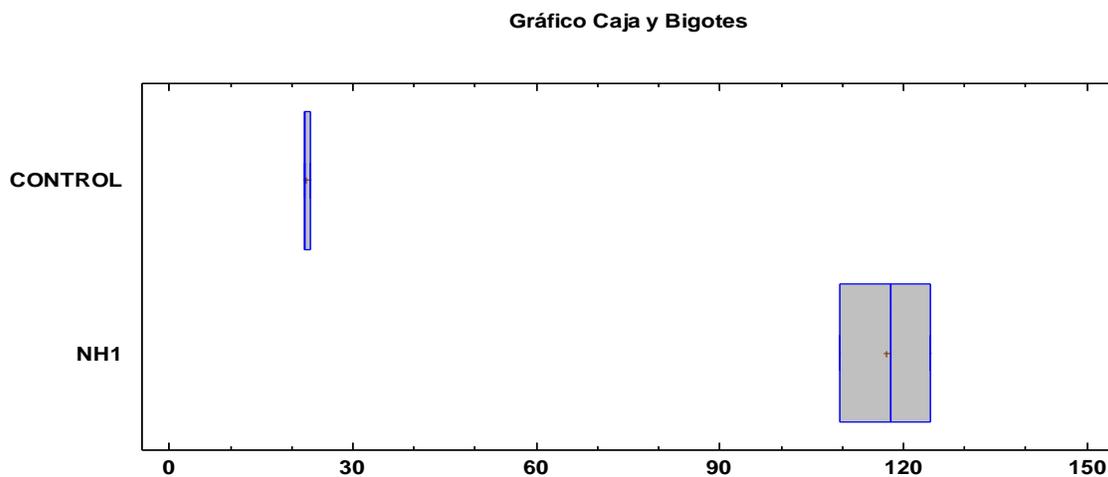
Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: media1 = media2

Hipótesis Alt.: media1 <> media2

suponiendo varianzas iguales: t = -22.2423 valor-P = 0.000024188

Por lo tanto se niega la hipótesis nula para un valor de alfa = 0.05.



Anexo 17. Cajas y bigotes del análisis de viscosidad

Resumen

Existe diferencia estadísticamente significativa al comparar las medias de las dos muestras, aplicando un nivel de confianza del 95.0%. Para p= 0.000024188

- **ANÁLISIS DE VISCOSIDAD PARA CMC & MNH1.5**

Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de CONTROL: 22.4695 +/- 1.10217 [21.3674; 23.5717]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de NH1.5: 452.276 +/- 269.77 [182.506; 722.046]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza perteneciente a la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales: -429.806 +/- 174.081 [-603.887; -255.725]

Prueba t para comparar medias

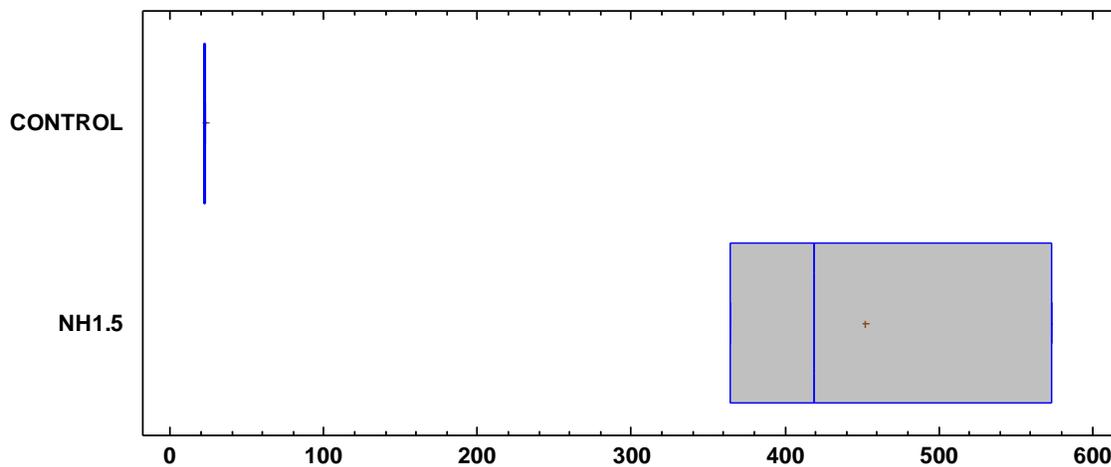
Hipótesis nula: $\mu_1 = \mu_2$

Hipótesis Alt.: $\mu_1 < \mu_2$

Suponiendo varianzas iguales: $t = -6.85507$ valor-P = **0.00237065**

Se niega la hipótesis nula para un valor de alfa = 0.05.

Gráfico Caja y Bigotes



Anexo 18. Cajas y bigotes del análisis de viscosidad

Resumen

Presenta una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, aplicando un nivel de confianza del 95.0%.

Para $p= 0.00237065$

- **ANÁLISIS DE VISCOSIDAD PARA CMC & MNC1**

Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% relacionado con la media de CONTROL: 22.4695 ± 1.10217 [21.3674; 23.5717]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de NC1: 114.706 ± 27.9842 [86.7218; 142.69]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza perteneciente a la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales: -92.2365 ± 18.0719 [-110.308; -74.1645]

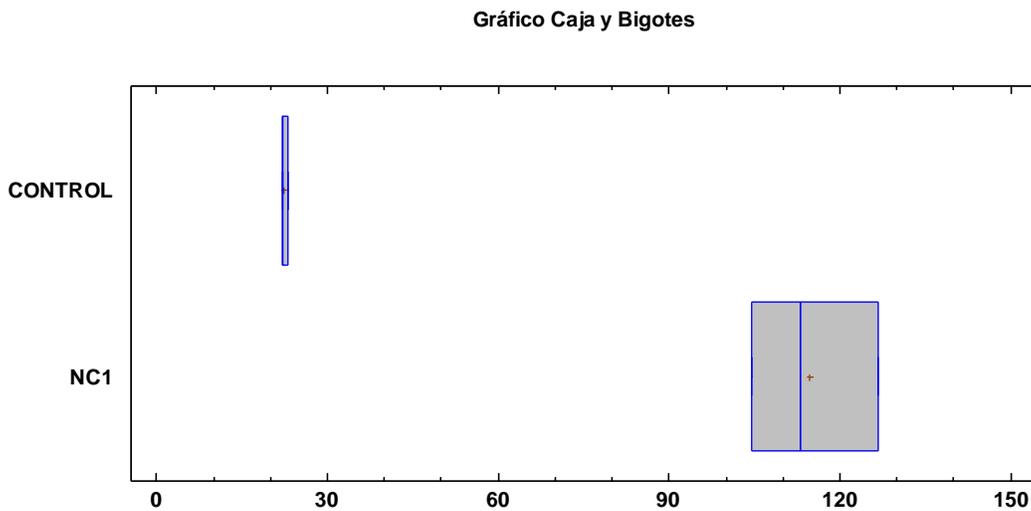
Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: $media1 = media2$

Hipótesis Alt.: $media1 < \text{media}2$

suponiendo varianzas iguales: $t = -14.1706$ valor-P = **0.000143982**

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$.



Anexo 19. Cajas y bigotes del análisis de viscosidad

Resumen

Se comprueba que existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras analizadas, aplicando un nivel de confianza del 95.0%.

Para $p= 0.000143982$

- **ANÁLISIS DE VISCOSIDAD PARA CMC & MNC1.5**

Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% relacionada con la media de CONTROL: 22.4695 +/- 1.10217 [21.3674; 23.5717]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de NC1.5: 248.873 +/- 78.0398 [170.834; 326.913]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza perteneciente a la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales: -226.404 +/- 50.3632 [-276.767; -176.041]

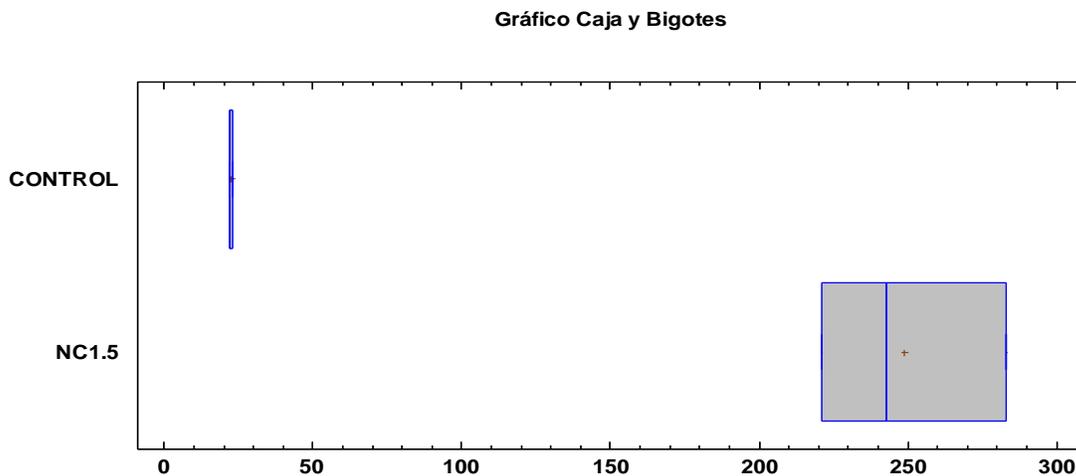
Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: media1 = media2

Hipótesis Alt.: media1 <> media2

Suponiendo varianzas iguales: t = -12.4813 valor-P = 0.000236996

Por tal razón se rechaza la hipótesis nula para un valor de alfa = 0.05.



Anexo 20. Cajas y bigotes del análisis de viscosidad

Resumen

Existe diferencia estadísticamente significativa comparando las medias de las dos muestras, tomando como referencia un nivel de confianza del 95.0%.

Para p=0.000236996

**ANEXO 5: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LOS RESULTADOS
EXPERIMENTALES DE LOS DIFERENTES ANÁLISIS
FISICOQUÍMICOS DEL NECTAR DE AGUAYMANTO CON
MUCILAGO DE NOPAL Y CMC**

- ANÁLISIS DE VISCOSIDAD**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Nopal	165058.	1	165058.	26.45	0.0006
B:BLOQUE	31831.6	1	31831.6	5.10	0.0503
RESIDUOS	56160.4	9	6240.04		
TOTAL (CORREGIDO)	253050.	11			

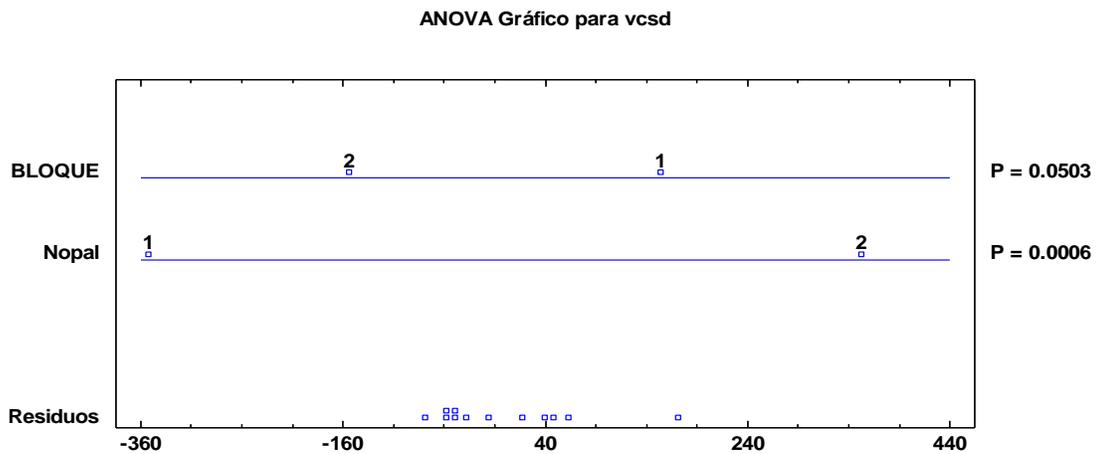
Pruebas de Múltiple Rangos para vcsd por Nopal

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Nopal</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
1	6	116.012	32.2491	X
2	6	350.575	32.2491	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
1 - 2	*	-234.562	103.171

* indica una diferencia significativa.



Anexo 21. ANOVA Gráfico viscosidad

Resumen

- Comparación de las distintas concentraciones de mucilago de nopal. Tiene un efecto estadísticamente significativo sobre vcsd con un 95.0% de nivel de confianza. Para $p=0.0006$
- Comparación del mucilago de nopal de los diferentes departamentos. No tiene un efecto estadísticamente significativo sobre vcsd con un 95.0% de nivel de confianza. Para $p=0.0503$

• ANÁLISIS DE COLOR

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Nopal	369.649	1	369.649	32.38	0.0003
B:BLOQUE	103.943	1	103.943	9.11	0.0145
RESIDUOS	102.735	9	11.415		
TOTAL (CORREGIDO)	576.327	11			

Pruebas de Múltiple Rangos para color por Nopal

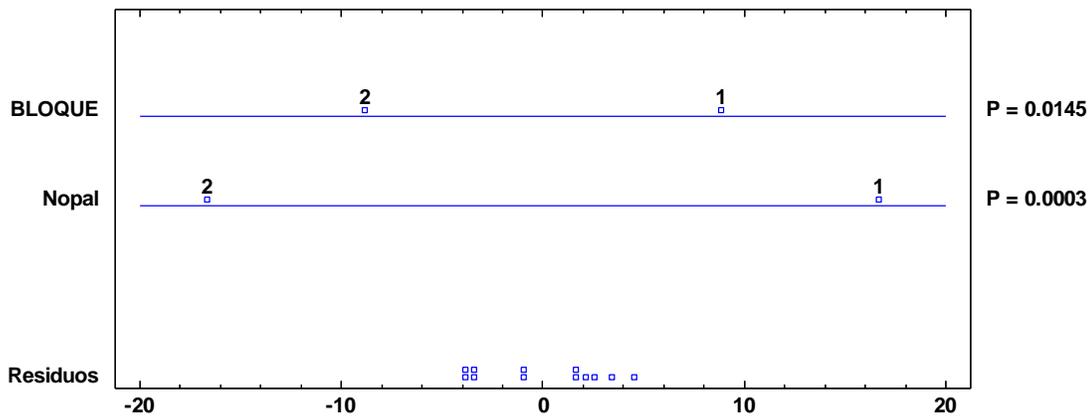
Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Nopal</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2	6	46.2664	1.37931	X
1	6	57.3666	1.37931	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
1 - 2	*	11.1003	4.41267

* indica una diferencia significativa.

ANOVA Gráfico para color



Anexo 22. ANOVA Gráfico color

Resumen

- Comparación de concentraciones de mucilago de nopal. Tiene un efecto estadísticamente significativo sobre color con un 95.0% de nivel de confianza. Para $p= 0.0003$
- Comparación del mucilago de nopal de los diferentes departamentos. Tiene un efecto estadísticamente significativo sobre color con un 95.0% de nivel de confianza. Para $p= 0.0145$

• ANÁLISIS DE ACIDEZ

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					

A:Nopal	0.001875	1	0.001875	0.78	0.4005
B:BLOQUE	0.114075	1	0.114075	47.37	0.0001
RESIDUOS	0.021675	9	0.00240833		
TOTAL (CORREGIDO)	0.137625	11			

Pruebas de Múltiple Rangos para acdz por Nopal

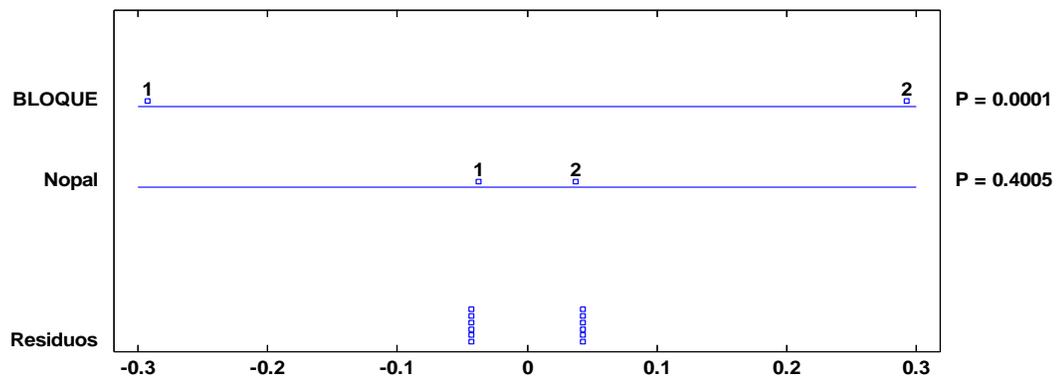
Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Nopal</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
1	6	0.71	0.020034 7	X
2	6	0.735	0.020034 7	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
1 - 2		-0.025	0.064094 6

* indica una diferencia significativa.

ANOVA Gráfico para acdz



Anexo 23. ANOVA Gráfico acidez

Resumen

- Comparación de las distintas concentraciones de mucilago de nopal. No tiene un efecto estadísticamente significativo sobre acidez con un 95.0% de nivel de confianza. Para $p=0.4005$
- Comparación del mucilago de nopal de los diferentes departamentos. Presenta un efecto estadísticamente significativo en la acidez con un 95.0% de nivel de confianza. Para $p=0.0001$

• ANÁLISIS DE pH

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Nopal	0.000833333	1	0.000833333	7.26	0.0246
B:BLOQUE	0.0560333	1	0.0560333	488.03	0.0000
RESIDUOS	0.00103333	9	0.000114815		
TOTAL (CORREGIDO)	0.0579	11			

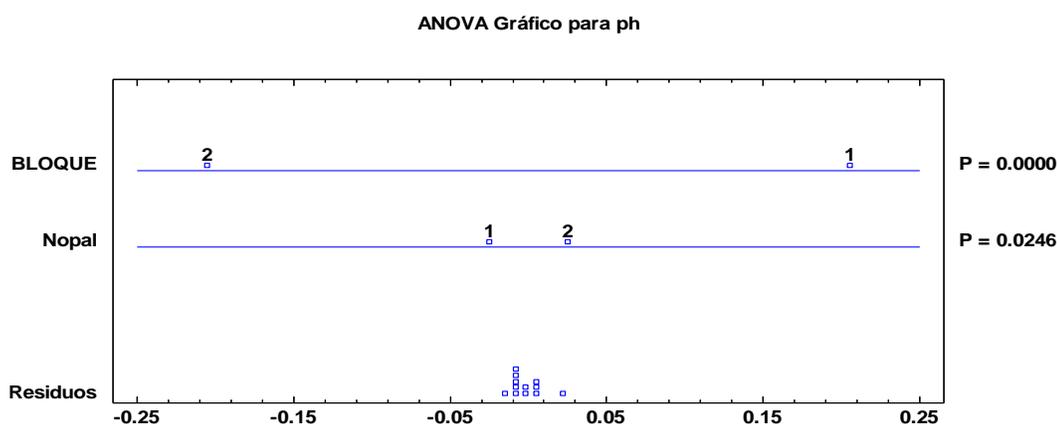
Pruebas de Múltiple Rangos para ph por Nopal

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Nopal</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
1	6	3.59667	0.0043744 5	X
2	6	3.61333	0.0043744 5	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
1 - 2	*	-0.0166667	0.013994 7

* indica una diferencia significativa.



Anexo 24. ANOVA Gráfico pH

Resumen

- Comparación de concentraciones de mucilago de nopal. Tiene un efecto estadísticamente significativo sobre acidez con un 95.0% de nivel de confianza. Para $p= 0.0246$
- Comparación del mucilago de nopal de los diferentes departamentos. Tiene un efecto estadísticamente significativo sobre acidez con un 95.0% de nivel de confianza. Para $p= 0.0000$

• ANÁLISIS DE BRUX

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Nopal	0.213333	1	0.213333	4.89	0.0543
B:BLOQUE	2.63203	1	2.63203	60.32	0.0000
RESIDUOS	0.3927	9	0.0436333		
TOTAL (CORREGIDO)	3.23807	11			

Pruebas de Múltiple Rangos para brx por Nopal

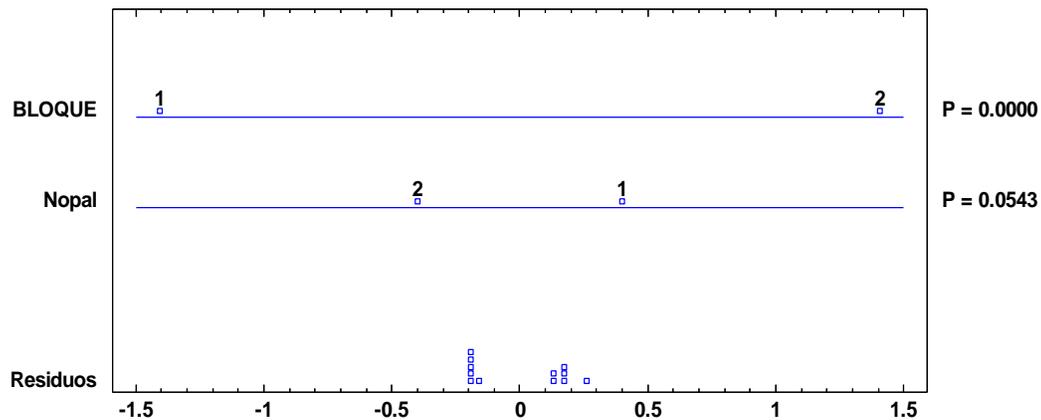
Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Nopal</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2	6	15.9933	0.085277 3	X
1	6	16.26	0.085277 3	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
1 - 2		0.266667	0.272818

* indica una diferencia significativa.

ANOVA Gráfico para brx



Anexo 25. ANOVA Gráfico BRIX

Resumen

- Comparación de concentraciones de mucilago de nopal. No tiene un efecto estadísticamente significativo sobre acidez con un 95.0% de nivel de confianza. Para $p=0.0543$
- Comparación del mucilago de nopal de los diferentes departamentos. Presenta un efecto estadísticamente significativo en la acidez con un 95.0% de nivel de confianza. Para $p=0.0000$