



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ANCASH
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"**

***FACULTAD DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS***

***INSTITUTO DE INVESTIGACION FIIA - UNASAM
Oficina Central de Investigación Universitaria***

**Osmodeshidratación del
Aguaymanto (*Physalis peruviana*)**

Responsable del trabajo:

NELLY RAQUEL CASTRO VICENTE

Corresponsable:

ANGEL QUISPE TALLA

RESUMEN

La investigación se enmarcan en las medidas biométricas las caracterizaciones del aguaymanto expandidas en el callejón de Huaylas así como su higienización con agua ozonificada, luego se estandarizó el pelado químico con 2 por ciento de soda y temperaturas de 80° y 85° con tiempos de inmersión de 2 minutos

Las pulpas peladas de Aguaymanto se sometieron a los jarabes con soluciones de azúcar y en soluciones de miel de abeja de 35 – 45 – 50 grados Brix, a temperaturas de: 25°C - 30°C - 35°C y Tiempos de inmersión: 150 min – 180 min – 210 min respectivamente, alcanzando su una humedad final de 22 por ciento.

Los parámetros óptimos para la Osmodeshidratación del Aguaymanto en soluciones de miel de Abeja es usando un 50 % de solidos solubles a 35°C que en lapso de 150 minutos alcanza su equilibrio, por lo que es posible prolongar la vida útil del Aguaymanto por más de 30 días mediante el empleo de la Osmodeshidratación directa sin alterar su forma ni si textura.

Las características de calidad sensorial que mostraron los productos fueron de aceptable y de preferencia sobre los productos tradicionalmente ofertados en el mercado.

Palabras claves: Osmodeshidratación, Agua ozonificada.

ABSTRACT

The research is framed in biometric measurements characterizations of Aguyamanto in the Callejon de Huaylas and its sanitation with ozonated water, then standardized the chemical peeling with 2 percent of soda and temperatures of 80 ° and 85° with immersion times of 2 minutes.

Aguyamanto peeled pulps were subjected to solutions of sugar syrups and honey solutions of 35- 45 -50 degrees Brix, at temperatures: 25 ° C - 30 ° C - 35° C and immersion times: 150 min- 180min -210 min, respectively, reaching a final moisture content of 22 percent.

The optimal parameters for the osmotic dehydration of solutions of Aguyamanto Honey is using 50% soluble solids at 35 ° C in 150 minutes within reach equilibrium, making it possible to extend the useful life of more than Aguyamanto 30 days through the use of direct osmotic dehydration without altering its form or whet texture. The sensory quality characteristics showed the products were acceptable and in preference to traditional products offered on the market.

Keywords: osmotic dehydration, ozonated water.

I. INTRODUCCIÓN

Una alternativa del poblador andino para aprovechar mejor los alimentos que se producen en épocas de cosecha es conservarlos mediante la disminución del contenido de agua, especialmente las materias primas que en la actualidad destacan por sus atributos nutricionales, sensoriales y funcionales; el Aguaymanto no escapa a esta necesidad.

Hoy, la investigación tecnológica busca la aplicación de otras técnicas más eficientes de deshidratación, bajo condiciones controladas para producir mayores volúmenes de mejor calidad.

Desafortunadamente durante la deshidratación de las frutas ocurren cambios más o menos intensos que disminuyen en calidad y cantidad el contenido de nutrientes básicos para la dieta humana y cambian las características sensoriales de los productos.

En un intento para evitar estos efectos se emplean aditivos que contrarrestan el desarrollo de microorganismos y previene o reponen los cambios ocasionados por los procesos aplicados.

En la actualidad existe una amplia tendencia mundial por la investigación y desarrollo de técnicas de conservación de alimentos que permitan obtener productos de alta calidad nutricional, que sean muy similares en color, aroma y sabor a los alimentos frescos y que no contengan agentes químicos conservantes. Entre las técnicas que son objeto de investigación en frutas se halla la deshidratación Osmótica.

Esta técnica permite obtener productos que reúnen las características indicadas y además los costos de producción son más bajos, si se compara con las técnicas que emplean calor o frío para los diferentes procesos de deshidratación.

Los fundamentos de esta técnica, la viabilidad de emplearla con el aguaymanto; el proceso que de manera general permite la aplicación con los factores que más influyen en la velocidad de deshidratación; las características y los usos de jarabes de alto valor y el empleo de estos como un atributo complementario a su valor funcional permiten determinar las cantidades y características del aguaymanto y de sus productos obtenidos.

Finalmente se necesitan del desarrollo de paquetes tecnológicos que presenten resultados logrados con el uso del laboratorio especializado de frutas y hortalizas de la

Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias para el uso de sus líneas de procesamiento y la transferencia de tecnología a los empresarios y productores de Aguaymanto, contribuyendo a los ejes ambiental en el área de manejo y desarrollo sostenible de recursos naturales y al eje Económico en el área de Producción en la extracción y transformación de los recursos naturales.

Estas consideraciones han permitido que se tracen los objetivos siguientes:

- Prolongar la vida útil del aguaymanto mediante la Osmodeshidratación
- Estudio del comportamiento del jarabe en la deshidratación Osmótica del aguaymanto
- Evaluación de la característica de calidad del aguaymanto Osmodeshidratado.

II. HIPOTESIS.

Es posible prolongación del tiempo de vida útil del Aguaymanto mediante la Deshidratación Osmótica.

III. BASES TEORICAS

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El aguaymanto (*Pysalisperuaviana*), fue una fruta conocida por los incas y su origen se atribuye a los valles bajos andinos de Perú y Chile. Pertenece a la familia de las Solanáceas y al género *Pysalis*. Cuenta con más de ochenta variedades que se encuentran en estado silvestre y que se caracterizan porque sus frutos están encerrados dentro de un cáliz o capacho.

Acerca de la producción en el Perú, no se tienen datos estadísticos ya que crece de manera silvestre o es cultivada por pequeños agricultores que no le dan mayor importancia. Los principales departamentos que producen esta fruta son Ayacucho, Cuzco, Cajamarca, Ancash y Huancavelica. (Almanza, 2001).



Figura 1.: El Aguaymanto

Fuente :Almanza, (2 001)

En el Perú y Chile las frutas se comen ocasionalmente y se venden de vez en cuando en mercados por lo que todavía no se realizan cosechas importantes.

El arbusto de la uchuva se caracteriza por ser ramificado de ramaje caído y normalmente crece hasta un metro de altura, aunque si se estaca, poda y se le da un buen cuidado esta planta puede llegar a los dos metros de altura. Posee flores amarillas y con forma de campana que son fácilmente polinizadas por insectos y el viento (Fisher, G Martinez, 2002)

Es ideal para sembrarse en regiones ubicadas entre 1,800 y 2,800 metros sobre el nivel del mar, en lugares con alta luminosidad y temperaturas promedio entre 13 y 18 grados centígrados. La planta de aguaymanto generalmente mide un metro de altura aunque puede alcanzar 1.8 metros.

Se le conoce a la uvilla con diferentes nombres, según el país de origen; información que se presenta en el cuadro 1.

**CUADRON° 1. NOMBRES COMUNES DELAGUAYMANTO SEGÚN
EL PAIS DE ORIGEN**

PAIS	NOMBRE COMUN
África del Sur	Pompelmoes
Alemania	EssbareJudaskirsche
Bolivia	Capuli
Brasil	Manati, Cucura, Imbauba, Mansa, Puruma
Chile	Capuli o amor en bolsa
Colombia	Uvilla, Uva de monte, Caimaron, uchuva
Ecuador	Uvilla
España	Alquequenje
Estados Unidos	Bell peppe, Cape gooseberry
Francia	Coqueret du perou
Hawai	Poha, Cape gooseberry
India	Teparee, Makowi
México	Cereza del Peru
Perú	Capulí, Guinda serrana, Aguaymanto,
Venezuela	Cereza de Judas, Chuchuva, Topotopo

Fuente: Brito, D. 2002. "Agro exportación de productos no tradicionales, Quito- Ecuador.

3.1.1 TAXONOMIA

En el cuadro N° 2, se describe la taxonomía del aguaymanto

CUADRON° 2. TAXONOMIA DEL AGUAYMANTO (*Physalis peruviana* L.)

Reino:	Plantae
Clase:	Angiospermae
Subclase:	Dicotyledoneae
Orden:	Tubiflorae

Familia:	Solanaceae
Genero:	Physalis
Especie:	peruviana L
Nombre científico:	Physalis peruviana
Nombre común:	Aguaymanto, uvilla, tomatillo, uchuva, capulí, etc

Fuente: Brito, D. 2002. "Agro exportación de productos no tradicionales, Quito- Ecuador.

3.1.2 EL FRUTO

Fisher (2002), describe el fruto de aguaymanto como una baya carnosa de forma ovoide o globular (Fig 2), de 1,25 a 2,50 cm de diámetro y con peso entre 4 y 10 g, está cubierto por un caliz formado por cinco pétalos que lo protege contra insectos, pajaros, patógenos y condiciones climáticas extremas.

Brito (2001) y Fischer (2002), describen la piel del fruto como lisa y de color amarillo intenso hasta amarillo anaranjado en el grado de madurez de consumo o verde según la variedad. La estructura interior del fruto parece la de un tomate en miniatura, sin embargo la pulpa está constituida por tejido proveniente tanto del pericarpio como de la placenta y contiene de 100 a 300 semillas pequeñas y suaves, de forma lenticular, desprovista de hilos placentarios.



Figura 2: Uvilla en Fresco (*Physalis peruviana* L.)

Fuente :Fisher (2002),

Cuando la fruta está madura, es dulce con un ligero sabor agrio. Tiene buenos contenidos de vitaminas A y C, además de hierro y fósforo.

El jugo de esta fruta tiene altos contenidos de pectinaza, lo que disminuye los costos en la elaboración de mermeladas y otros preparativos similares

El aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) es la especie más conocida del género y se caracteriza por tener un fruto azucarado con altos contenidos de vitaminas A y C, hierro y fósforo. Las semillas son numerosas, reniformes, de 1,5 a 2 mm de diámetro, amarillas o de color café dorado. Se puede consumir sola, en almíbar, postres y con otras frutas dulces.

Características Físicas del Fruto: Algunas características físicas (Brito, 2002) encontradas para la uvilla se encuentran descritas en el cuadro3

CUADRON° 3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUAYMANTO (*Physalis peruviana L.*),

Peso(g)	5,32
Esfericidad (Relación L/D)	0,95
Color semilla	Amarillo
% Pulpa	78,86
% Piel y semilla	16,82
% Capuchón	4,32
Forma de semillas	Redondeadas y aplanadas
# Promedio semillas/fruto	179

Fuente: Brito, D. 2002. "Agro exportación de productos no tradicionales, Quito- Ecuador

3.1.3 COMPOSICIÓN QUÍMICA

La composición química de las frutas cambia en función del tipo de cultivo, fertilidad del suelo, época del año, grado de madurez y parte del fruto (Almanza, 2001). Como se puede apreciar en el cuadro4.

La composición química de la uvilla constituye una fuente importante de vitaminas A, B y C, por su alto contenido de provitamina A. Es una fuente excelente de vitamina C y del complejo vitamínico B12. Los contenidos de fosforo, hierro y fibra también son altos.

**CUADRON° 4. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LA FRUTA ENTERA
DE AGUAYMANTO (*Physalis peruviana* L.)**

PARAMETROS		VALORES
Humedad		81,26%
Cenizas		1,00%
pH		3,74
Acidez Titulable (Ácido cítrico)		1,26%
Vitamina C		18 mg/100 g
Vitamina A		1790 UI
Niacina		0,8 mg
Riboflavina		0,17 mg
Azúcares Totales		12,26 %
Azúcares Reductores		4,67 %
Azúcares	Fructosa	2,70 %
	Glucosa	2,63 %
	Sacarosa	3,44 %
Ácidos orgánicos	Ácido cítrico	8,96 mg/g
	Ácido málico	1,39 mg/g
Calcio		0,03%
Magnesio		1,07%
Sodio		140 ppm
Potasio		2,33%
Fósforo		0,31%
Cobre		9 ppm
Hierro		43 ppm
Manganeso		39 ppm
Zinc		13 ppm

*Datos expresados en base fresca, fruta entera

Fuente: ALMANZA (2001). Indices de madurez en tres tipos de Uchuva. Colombia

El aguaymanto es importante por su alto contenido de azúcares y vitaminas A, B y C, principalmente. Es rica en vitamina C (20 mg por 100 g), así como en ácidos orgánicos (cítrico y málico), fisaleno (colorante rojo), vitamina A (1.730 UI).

3.1.4 PROPIEDADES DEL AGUAYMANTO

El aguaymanto posee propiedades nutricionales importantes, entre las que se puede mencionar: reconstruye y fortifica el nervio óptico, elimina la albúmina de los riñones, ayuda a la purificación de la sangre, eficaz en el tratamiento de las afecciones de la garganta; adelgazante, ideal para los diabéticos; aconsejable para los niños, porque ayuda a la eliminación de parásitos intestinales; favorece el tratamiento de las personas con problemas de próstata, por sus propiedades diuréticas; y constituye un excelente tranquilizante debido al contenido de flavonoides (Brito, 2001)).

Igualmente ayuda al desarrollo de los dientes y de los huesos, actúa como un potente antioxidante previniendo el envejecimiento celular y la aparición de cáncer, fortalece el sistema inmunológico, favorece la cicatrización de las heridas, disminuye los niveles de colesterol en la sangre y combate algunas alergias como el asma y la sinusitis.

3.1.5 USOS

En la actualidad se encuentran diferentes productos procesados a partir del aguaymanto como la mermelada, la uvilla pasa y los confites de uvilla cubiertos de chocolate.

Por sus características el aguaymanto se consume de distintas maneras: en conserva, como néctar, mermelada, yogurt, helado, pasas, conservas, en extracto, fruta fresca, pulpa congelada, fruta deshidratada, o como ingrediente en exquisitos potajes de la gastronomía Novoandina. (Fisher, 2002)

3.2 MIEL DE ABEJA

3.2.1. Definición

La miel es un fluido dulce y viscoso producido por las abejas a partir del néctar de las flores o de secreciones de partes vivas de plantas o de excreciones de insectos chupadores de plantas. Las abejas lo recogen, transforman y combinan con sustancias propias y lo almacenan en los panales donde madura (Prior, 1989).

La técnica que involucra la extracción de miel de los panales de la colmena es conocida como apicultura. Las características físicas, químicas y organolépticas de la miel vienen determinados por el tipo de néctar que recogen las abejas. Es un alimento que ofrece beneficios al organismo: uno de ellos, su poder antibacteriano (Prior, 1989).

3.2.2 Composición química de la miel

Las composiciones más usuales de la miel se muestran en el siguiente cuadro

CUADRO 5. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MIEL

Componente	Rango (%)	Contenido típico (%)
Agua	14-22	18
Fructosa	28-44	38
Glucosa	22-40	31
Sacarosa	0,2-7	1
Maltosa	2-16	7,5
Otros azúcares	0,1-8	5
Proteínas y aminoácidos	0,2-2	
Vitaminas, enzimas, hormonas, ácidos orgánicos y otros	0,5-1	
Minerales	0,5-1,5	
Cenizas	0,2-1,0	

Piana G. (1989) **La Miel**. Primera Edición. España.

La humedad es un componente fundamental para la conservación de la miel.

El contenido en minerales es muy pequeño. Los más frecuentes son calcio, hierro, magnesio. Zinc, fósforo y potasio. Están presentes también alrededor de la mitad de los aminoácidos existentes, ácidos orgánicos (ácido acético, ácido cítrico, entre otros) (y vitaminas del complejo B, vitamina C, D y E. La miel posee también una variedad considerable de antioxidantes (flavonoides y fenólicos).

3.2.5 Usos de la miel

Los usos de la miel se dividen básicamente en:

Alimenticios (endulzante natural, ingrediente en repostería, cereales, comida para niños, saborizante de lácteos, vino de miel, etc)

Cosméticos (shampoo, jabón, crema, etc)

Medicinales (Desinflamante, Cicatrizante de heridas, Tratamientos cardiacos, Alergias, Diabetes Anemia, anorexia) y otros de variada clasificación. (Piana G., 1989).

3.3 Sistemas de difusión.

a. Mecanismos de transporte de sólidos.

Teóricamente, existen una diversos solutos que pueden difundirse en un medio y en el interior de una fruta, sin embargo, es necesario que el soluto sea compatible con las características organolépticas de aquella, por esta razón los azúcares son agentes que por excelencia se utilizan cuando se trabajan las frutas (Chirife, 1986).

En algunos casos las difusividades de los componentes no son mucho mayores que las encontradas en líquidos, sugiriendo que la parte despreciable ofrezca poca resistencia la transferencia de material; en otros casos los valores de difusividad sólida son significativamente menores, lo que sugiere que la parte despreciable ofrezca una resistencia mayor. Debe recordarse además que los alimentos tiene una estructura celular, teniendo a su vez cada célula por su propia membrana. (Schwartzberg y Chao, citado por Lewis, 1 993).

Por otro lado, Hines y Maddox (1 984), afirman que se ha demostrado que un gradiente de concentración provoca un gradiente térmico, y de manera similar un gradiente térmico causa un gradiente de concentración.

Estos fenómenos de acoplamiento se conocen respectivamente como los efectos Dufour y Soret. A demás, se ha observado que la difusión de una especie determinada está influenciada por la presencia de gradientes de presión y de campos de fuerza.

Según Mafart y Béllard (1 994), evidentemente, es mucho más difícil captar el sentido físico de la cantidad de movimiento que el de la cantidad de calor o el de la cantidad de

materia. Ello es debido a que se trata del producto de dos magnitudes físicas complementarias: la masa que es simultáneamente una cantidad de materia y un factor de inercia, y la velocidad, que por el contrario es una magnitud material y un factor de movilidad.

En la expresión "cantidad de movimiento", la palabra cantidad es particularmente importante y significa que en un sistema cerrado el movimiento se conserva, del mismo modo que el calor o la materia: Cuando dos masas en movimiento a velocidades distintas chocan entre sí o bien se unen por fuerza de cohesión, la más rápida arrastra a la otra, mientras que la más lenta frena al anterior.

Por otro lado la difusión es el movimiento, bajo la influencia de un estímulo físico, de un componente individual a través de una mezcla. La causa más frecuente de la difusión es un gradiente de concentración del componente que difunde. Un gradiente de concentración del componente tiende a mover el componente en una dirección tal que iguale las concentraciones y anule el gradiente. Cuando el gradiente se mantiene mediante el suministro continuo de los componentes de baja y alta concentración, el flujo del componente que se difunde es continuo. Este movimiento es aprovechado en las operaciones de transferencia de materia. (Mc. CABE, et al, 1 998)

b. Deshidratación por osmosis.

La deshidratación osmótica es un proceso de remoción de agua basado en la colocación del alimento, ya sea fruta o vegetales en una solución hipertónica.

Dado que esta solución tiene alta presión osmótica y, consecuentemente, baja actividad de agua; existirá una fuerza impulsora para la remoción de agua entre la solución y el alimento, mientras la pared actúa como una membrana semi permeable. (Lerici , et al, 1 985)

Se describe la deshidratación osmótica como el método energéticamente más eficiente para remover la humedad de trozos de alimentos debido a que el agua no sufre cambio de fase. (Bolin, et al, 1 983)

El requerimiento termodinámico para producir la deshidratación parcial de la fruta es que la actividad de agua de la solución circundante sea menor que la de la fruta. Teóricamente existe gran variedad de solutos (agentes osmóticos) que pueden reducir la actividad de agua en la solución circundante. Sin embargo y dado que el soluto también difunde al interior de la fruta es necesario que sea compatible con las características organolépticas de aquella. Por esta razón los azúcares son los agentes osmóticos por excelencia cuando se considera la deshidratación osmótica de frutas. (Chirife, 1 986)

El agua se traslada desde la disolución más concentrada en agua hacia la menos concentrada, de tal manera que tienden a igualarse las concentraciones de agua a ambos lados de la membrana. Este desplazamiento del agua se denomina generalmente ósmosis. (Singh, 1 998)

Según Mafart (1 994), esta técnica constituye un caso límite más asimilable a una operación de transferencia de materia que a un proceso de cantidad de movimiento y además el agua experimenta una especie de cambio de estado, puesto que pasado al estado de solución de la membrana.

Según Brennan, et al (1 980), cuando una disolución y el disolvente puro están separados por una membrana semipermeable, las moléculas del disolvente atraviesan espontáneamente por la membrana pasando a la disolución. En general las moléculas que constituyen el solvente pasan de una zona de alta concentración. La fuerza requerida para el flujo de las moléculas que constituyen el solvente, es la diferencia de potencial químico a ambos

lados de la membrana. El flujo solvente a través de la membrana continúa hasta que la presión del fluido desarrollada en la solución concentrada es suficientemente alta para impedir el paso de posteriores moléculas del solvente.

c. Difusividad en productos Vegetales.

Fernández (1 992), determinó que la difusividad efectiva de la sacarosa en la papaya inmersa en jarabe de 30° Brix es: $2.918 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ a 35°C, $5.943 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ a 45° C y $9.052 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ a 55°C; en un jarabe de 40°Brix es: $2.890 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ a 35°C, $5.986 \times$

$10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ a 45°C y $9.107 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$; y en un jarabe de 50°Brix es: $2.878 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ a 35°C , $5.927 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ a 45°C y $9.058 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ a 55°C .

Loayza (1994), estimó la difusividad másica efectiva del agua durante el secado de camote por aire caliente mediante el método gráfico y numérico. Trabajó a temperaturas de 40° , 50° y 60°C , empleando una velocidad de aire de 4 m/s ; obteniéndose los valores de difusividad efectiva de $1.27 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ a $1.49 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$.

Patrón (1994), determinó la difusividad másica efectiva de la sacarosa a través de la piña y nabo en soluciones azucaradas, en jarabe de 30° , 40° y 50°Brix ; manteniéndolas a temperaturas de 20° , 30° y 40°C ; para un radio igual a 0.011 m , para la piña está en un rango de 1.40×10^{-10} a $16 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ y para el nabo está en un rango de 2.10×10^{-10} a $26.4 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$; para un radio igual a 0.014 m , para la piña está en un rango de 0.46×10^{-10} a $5.9 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ y para el nabo está en un rango de 1.9×10^{-10} a $17 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$; y para un radio de 0.016 m , para la piña está en un rango de 0.4×10^{-10} a $5.510 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ y para el nabo está en un rango de 1.30×10^{-10} a $5.90 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$.

3.3.1 Factores que afectan la difusividad.

Según Lerici, et al, (1985), la cantidad y velocidad a la que se difunde el soluto y se remueve el agua del producto depende de variables y parámetros de procesamiento. En general, se ha demostrado que la impregnación del soluto en el producto depende del incremento de la concentración del soluto en la solución tiempo de inmersión, tamaño del alimento, superficie de contacto del alimento y el medio, agitación y presión del sistema entre otros.

Son muchos los factores que afectan la difusividad, algunos como la estructura y composición del fruto u hortaliza son inherentes al producto y por esta razón difícilmente pueden ser alterados, mientras otros, como la forma y tamaño, generalmente pueden ser adecuados al modelo matemático a utilizarse.

Por otro lado, Fernández (1992) señala que otros factores que afectan la difusividad son la concentración, temperatura y viscosidad, estos últimos

íntimamente relacionados; mientras que otros como la agitación y adición de solutos pueden ser tratados independientemente.

Lerici, et al. (1 985), destacan que a medida que el azúcar tiene menor tamaño molecular, va ha tener un mayor coeficiente de difusión.

Treybal (1 993), indica que los mecanismos de difusión varían en gran medida dependiendo de la estructura cristalina y de la naturaleza del soluto. En el caso de cristales con redes de simetría cúbica, la difusividad es isotrópica, pero no lo es para cristales no cúbicos.

Schwartzberg y Yue (1 982), evaluando la temperatura, encontraron que a concentración constante la difusividad en el líquido es proporcional a la temperatura absoluta e inversamente proporcional a la viscosidad del fluido. Las difusividades de los componentes que se encuentran en mínima proporción son mutuamente independientes, pero los solutos presentes en alta concentración pueden cambiar y afectar la difusividad en otros solutos.

Para sólidos con redes vasculares, la difusividad puede disminuir cuando el espesor de la rodaja disminuye, efecto que es visible en la difusión de la sacarosa en caña de azúcar y remolacha azucarera. A menor espesor, el soluto pasa a través de la masa celular, mientras que a mayor espesor la difusión ocurre a través del sistema vascular, a diferencia de lo anterior (Schwartzberg y Yue, 1 982)

Flores (1 977), señala que cuanto mayor sea la temperatura de un jarabe, la presión osmótica ejercida por una determinada solución es mayor, y por lo tanto, se incrementa la salida de agua hacia fuera de la célula.

Según Farkas y Lazar (1 969), a elevadas temperaturas, los gases en el tejido de la fruta se expanden favoreciendo a la flotación de los trozos de fruta, que se da normalmente debido a la diferencia entre la gravedad específica de la fruta y del jarabe. La concentración del jarabe osmótico tiene un efecto notable sobre la velocidad de ósmosis, así como sobre los niveles de reducción de peso de la fruta. Se estableció que a una mayor concentración del jarabe usando como medio osmótico, mayor es la

velocidad de la ósmosis y mayor es la pérdida de peso en manzanas. Se ensayó con jarabes de 50°, 60°, 70° y 75°Brix como medio osmótico.

Chirife (1 986), menciona que otros investigadores han concluido que todas las soluciones de 60% de sólidos son efectivas de forma que la elección del soluto a usar se debe hacer basándose en aspectos organolépticos y económicos.

El incremento de la relación sólido / agua es una función de dos efectos:

- La incorporación de agua que aumenta la cantidad relativa de sólidos.

- La incorporación neta del soluto (el agente osmótico) por difusión desde la solución circundante.

Obviamente, la relación sólido / agua que se alcance será función principalmente de la naturaleza de la solución de ósmosis, la temperatura, el tiempo de contacto, de la naturaleza y espesor de la fruta considerada.

Miguel, et al (1 991), citado por Patrón (1 994), señala que la ganancia de sólidos en mango, durante su inmersión en soluciones concentradas de sacarosa mayores al 60% es mucho más elevada para temperaturas de 40°C.

Grosso (1 964), citado por Flores (1 977), menciona que la difusión de un almíbar es función del gradiente de concentración, de la temperatura del proceso, y de la superficie de contacto y espesor del fruto, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$D = \frac{T.S.(C - c) \times K}{E / 4.v}$$

Donde D es la difusividad, T es la temperatura a la cual se trabaja, S es la superficie de contacto fruta-jarabe, C es la concentración del jarabe en el exterior del fruto, c es la concentración del jarabe en el interior de la fruta, E es el espesor del fruto, v es la viscosidad del jarabe y K es la constante que varía para cada tipo.

De otro lado, la agitación asegura un coeficiente de transferencia de masa uniforme y de utilizarse un baño maría a temperatura controlada, asegura uniformidad en el coeficiente de transferencia de calor. (Califano y Cavelo, 1 983, citado por Patrón, 1 994).

A partir de temperaturas mayores a 50°C, se obtiene un considerable incremento en la velocidad de difusión, debido a que a partir de esta temperatura hay desnaturalización de la membrana plasmática e incremento de la permeabilidad de la pared celular. (Schwartzberg, 1991, citado por Patrón, 1 994)

Patrón (1 994), afirma, que en todos los casos se obtuvieron coeficientes de difusión mayores a concentraciones elevadas de jarabe, esto es debido a que al exponer la fruta a una mayor gradiente de concentración zucarina, se produce mayor diferencia de viscosidad entre el jarabe y las soluciones internas de la fruta, resultando un acentuado tránsito de solutos, y líquidos celulares, produciéndose una mayor difusividad. A 40°C la difusividad es mucho mayor por la cercanía a la temperatura de desnaturalización de la membranas celulares y el ablandamiento de los tejidos por la degradación de la protopectina de la muestras de una posible contracción del sólido causada por la diferencia de concentración entre los productos y el jarabe en estudio.

Determinó que la difusividad másica efectiva depende de la temperatura, incrementándose conforme se eleva la temperatura del sistema, la relación está dada por:

$$D = 520.46 \text{ Exp}^{-6296.76/T}$$

Para el caso de la piña, estando la difusividad másica efectiva expresada en m²/s y la temperatura en grados K.

$$D = 6380.46 \text{ Exp}^{-8904.39/T}$$

Para el caso del nabo, estando la difusividad másica efectiva y la temperatura expresadas en las unidades anteriores.

Así mismo determinó que la difusividad másica efectiva está relacionada directamente con la concentración, encontrándose porcentajes de variación de 34% y 20% para piña y nabo respectivamente, el porcentaje de error para ambos casos fue menor al 5%, existiendo así un efecto significativo de la concentración del jarabe.

También encontró que la interacción temperatura-concentración tiene un efecto significativo sobre la difusividad de la sacarosa en la piña y el nabo, es decir ambos factores actúan conjuntamente.

El tiempo de inmersión es uno de los parámetros principales para el procesamiento de frutas en almíbar, para que ambos productos lleguen al equilibrio debe ser no menor a 24 horas.

La difusividad en piña y nabo disminuye conforme el radio aumenta, comportamiento no esperado, ya que la difusividad debe mantenerse constante para los tres radios en cada producto; este fenómeno se debe a que el modelo matemático impone determinadas propiedades isotrópicas, que durante las pruebas se ven alteradas por el tipo de células, la estructura y no la uniformidad de la misma, que afectan la dirección y valores de difusividad.

3.3.2 Fundamentos de la deshidratación Osmótica directa

Con el objeto de definir la ósmosis, es preciso definir antes la difusión que es el acto por el cual, dos cuerpos en contacto, se van mezclando lentamente por si mismos. Este fenómeno es debido a la energía cinética que tienen las moléculas, por la cual se hallan en continuo movimiento.

La OSMOSIS es el fenómeno de difusión de líquidos o gases, a través de una sustancia permeable para alguno de ellos.

Si un compartimento de agua pura se separa de una disolución acuosa por medio de una membrana rígida permeable al agua, pero impermeable a los solutos, habrá un paso espontáneo de agua desde el compartimento que contiene agua pura hacia el que contiene la disolución.

La transferencia de agua se puede detener aplicando a la disolución una presión, además de la presión atmosférica. El valor de esta presión adicional necesaria para detener el paso de agua recibe el nombre de PRESION OSMOTICA de la disolución.

Lo que se afirma que a mayor concentración de solutos en un compartimento, que puede ser una célula, mayor será la presión osmótica que posea, es decir mayor será su capacidad de absorber agua de la solución más diluida, de la cual está separada por la membrana permeable al agua.

Las paredes o membranas biológicas que constituyen las paredes de las frutas o animales son semipermeables, es decir que permiten el paso de sustancias como el agua pero no el de moléculas más grandes y complejas, a no ser que se haga por fenómenos especiales.

Los tejidos biológicos se presentan muchos donde la ósmosis es un fenómeno central para el normal desarrollo de la vida.

La aplicación del fenómeno de ósmosis en la deshidratación de frutas se puede lograr debido a que un buen número de frutas, como es el caso de la fresa, papaya, mango o melón entre otras, cuentan con los elementos necesarios para inducir la osmosis.

Estos elementos corresponden a la pulpa, que en estas frutas consiste en una estructura celular más o menos rígida que actúa como membrana semipermeable. Detrás de estas membranas celulares se encuentran los jugos, que son soluciones diluidas, donde se hallan disueltos sólidos que oscilan entre el 5 a 18% de concentración. Si esta fruta entera o en trozos se sumerge en una solución o jarabe de azúcar de 70%, se tendría un sistema donde se presentaría el fenómeno de ósmosis.

Los jugos en el interior de las células de la fruta están compuestos por sustancias disueltas en agua, como ácidos, pigmentos, azúcares, minerales, vitaminas, etc. Algunas de estas sustancias o compuestos de pequeño volumen, como el agua o ciertos ácidos, pueden salir con cierta facilidad a través de orificios que presenta la membrana o pared celular, favorecidos por la presión osmótica que ejerce el jarabe de alta concentración donde se ha sumergido la fruta.

La presión osmótica presente será mayor en la medida que sea mayor la diferencia de concentraciones entre el jarabe y el interior de los trozos de la fruta. El efecto de esta diferencia se ve reflejado en la rapidez con que es extraída el agua de la fruta hacia el jarabe. El valor de esta diferencia en el ejemplo anterior permite que los trozos de fruta se pierdan cerca del 40% del peso durante cerca de 4 horas de inmersión.

La posibilidad de que la sacarosa del jarabe entre en la fruta dependerá de la impermeabilidad de las membranas a este soluto. Por lo general los tejidos de las frutas no permiten el ingreso de sacarosa por el tamaño de esta molécula, aunque si pueden dejar salir de la fruta moléculas más sencillas como ciertos ácidos o aromas.

En circunstancias como el aumento de temperatura por escaldado previo de las frutas, la baja agitación o calentamiento del sistema se puede producir ingreso de sólidos hasta un 6 a 10 %.

Las características y las condiciones en que se realice el proceso, dependerán los fenómenos que dentro del sistema **fruta: jarabe** se presenten.

3.3.3 Ventajas de la Deshidratación Osmótica

Existe la posibilidad de formular un alimento valiéndose del proceso de impregnación, lo que permite obtener productos con características nutricionales y organolépticas superiores. La textura final mejora considerablemente ya que las células no colapsan al perder agua y, además, la incorporación de solutos tiene un efecto protector sobre la estructura celular, haciendo al alimento más resistente a tratamientos posteriores (Schwartz, 1989).

Se ahorra energía ya que como se dijo anteriormente la deshidratación ocurre por una osmosis y no a través de un cambio de fase del agua.

Al aplicar temperaturas moderadas durante el proceso, el daño que se produce sobre el sabor y el color es mínimo y hay una mayor retención de compuestos volátiles. Además, se inhibe el pardeamiento enzimático lo que evita el uso de sulfitos.

Es importante destacar que una DO no genera productos estables en el tiempo, por lo que preferentemente se debe usar como un pretratamiento de otros procesos como secado, congelado, pasteurizado, enlatado y otros. Otra alternativa es combinar diferentes factores limitantes para el desarrollo microbiano o deterioro enzimático con una disminución de la actividad de agua (producida por una deshidratación osmótica). Estos factores serían pH, temperatura de almacenamiento, preservantes químicos, envasado al vacío, entre otros (Schwartz, 1989).

IV. MATERIALES Y METODOS

El trabajo de investigación se realizará en la UNASAM - FIIA en el departamento de Ancash en la provincia de Huaraz, en las instalaciones de los laboratorios especializados de la Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias en los ambientes:

- **LABORATORIOS ESPECIALIZADOS FIIA – UNASAM**
- **LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS**

4.1. Materia prima e insumos.

a. Materia prima.

Se usará los Aguaymanto provenientes del Callejón de Huaylas recolectadas de los productores

b. Insumos.

Agua ozonificada.

Agua tratada

Soluciones de miel de abeja de: 35 – 45 – 50 grados Brix

Empaque para frutas

Medio de cultivos para análisis microbiológico

Medios de cultivos de análisis rápidos microbiológicos

Policel comercial: Impermeable al vapor de agua y al oxígeno.

c. Equipos y Materiales.

• Equipos.

Equipo de mínimo procesamiento

Empacadoras al vacío

Equipo de baño maría marca BIOTRON rango de medición 20 - 80° C- España.

, Estufa, marca MERMMERT — USA, rango de funcionamiento: 0- 250°C.

Balanza analítica marca SARTORIUS, Capacidad: 160 g sensibilidad: + 0.0001

g.

Balanza comercial marca DELTA capacidad 20 Kg.

Muestreador Automático modelo LC Series 200.
Micro pipetas PERKJ ELMER
Equipos de titulación.
Campanas desecadoras.
Refractómetro manual marca Kruss rango 1.333 a 1.520
Termómetros rango – 20a 110°C
Cronometro.
Pie de rey.
Potenciómetro, modelo 60 Marca TOLEDO rango de medición: 0
14 acidez iónica.
Sacabocados de acero inoxidable.
Morteros Pírex.
Cocinas de gas.
Mesa de proceso de acero inoxidable.
Placas de A_w .
Equipos de determinación Microbiológica:
Incubadora.
Horno esterilizador.
Autoclave.
Balanza mecánica.
Mecheros de gas.
Espátulas y utensilios estériles.

d. Métodos de Análisis.

- **Humedad.**

El método a usarse será por desecación a la estufa según A. OAC, (1 999,) basado en la pérdida de peso que sufre la muestra a los 105°C hasta obtener un peso constante.

- **Sólidos Solubles.**

Método A.O.A.C. (1 999), lectura directa del refractómetro a 25°C.

- **pH.**

Método A.O.A.C. (1 999), uso de potenciómetro a temperatura ambiente.

- **Acidez Titulable.**

Método recomendado por ITINTEC NORMA 203.105., (1 986)

- **Textura.**
Método del penetrómetro. Recomendado por De Mant (1976)

- **Determinación Microbiológica**
Se realizará la preparación y dilución del Aguaymanto osmodeshidratado según el recomendado por la ICMSF (2 000), se evaluará los siguientes microorganismos.
 - Recuento de mesófilos aerobios viables, según ICMSF (2 000) Método de recuento en placa.
 - Determinación de coliformes fecales según ICMSF (2 000)
 - Determinación de Staphylococcus aureus, según ICMSF (2 000)

4.2. Diseño de la investigación

Los pasos a seguir para el estudio se reportan las operaciones siguientes:

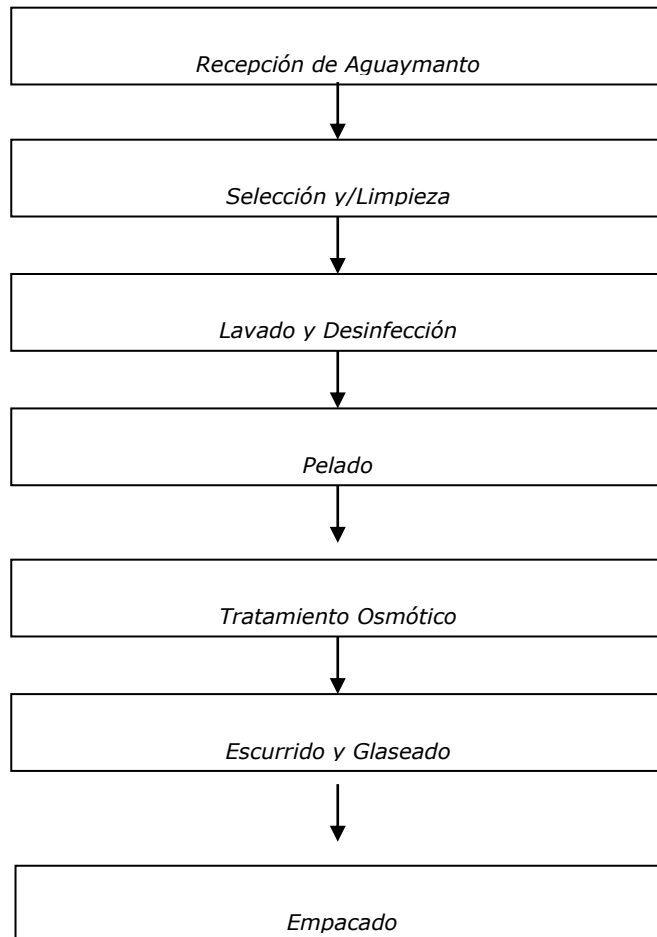


Figura 1: Diagrama de Flujo para la osmosis deshidratación del aguaymanto

➤ Caracterización de la materia prima.

a. Recepción.

Elaguaymanto fueron recepcionados y colocado en un ambiente fresco y seco a temperatura de refrigeración 5 – 10 °C

a. Selección y limpieza.

Mediante inspección visual se elimina los productos deteriorados.

b. Higienización con agua ozonificada

Se higienizarán con agua ozonificada de 25 ppm de ozono

c. Pelado de frutas

Los lotes de fruta se caracterizarán en grados Brix, y humedad y se pelaran manualmente y con soda caustica de 2 por ciento a 85°C, se lavan y neutralizan con ácido cítrico a pH de 3.5 y se determinan su concentración de azúcar, humedad y peso.

d. Tratamiento Osmótico

Se sumergirían en soluciones de miel de abeja de 35 – 45 – 50 grados Brix, a temperaturas de: 25°C - 30°C - 35°C y Tiempos de inmersión: 150 min – 180 min – 210 min

e. Empacado.

El empacado se realizara en bolsas de polixel y laminados con sistema de atmosfera normal

f. Evaluación sensorial

Se usara la prueba de aceptabilidad con panel seleccionado presentándole al juez dos muestras, de forma simultánea y se le pide que emita un juicio de aceptación eligiendo la muestra favorecida al analizar los atributos por separado como el dulzor y la textura, se le instruirá sobre las razones a tomarse en consideración para la calificación.

La hoja de calificación será como se presenta seguidamente en el cuadro 1

Cuadro 01: Hoja de calificación de los jueces

Nombre del Panelista: _____ Fecha: _____

Muestra Evaluada: Aguaymanto Osmodeshidratado Prueba N° 01

Pruebe las dos y marque en el paréntesis la muestra correspondiente de su preferencia.

MUESTRAS	
® ()	© ()

Comentario: _____

La prueba estadística a usar será el análisis de regresión a fin de determinar si existe relación o no entre dos variables que forman la población de los datos de la evaluación sensorial de aceptación, en base a esta relación que ha de ser lineal se compararán varias muestras y se determinarán los factores limitativos que interviene en la formación de las propiedades organolépticas de la fruta y hortaliza higienizadas.

Esta prueba se realizará para saber si el dulzor o la textura es uno de los factores que determinan dicha aceptabilidad.

Las relaciones serán: (X) Apariencia y (Y) Aceptabilidad.
(X) Textura y (Y) Aceptabilidad.

4.3. Esquema experimental.

El diseño experimental un arreglo Factorial de: 3 x 3 x 1 con tres repeticiones (27 observaciones).

Se realizarán ANVÁ y DUNCÁN para los controles.

El modelo estadístico lineal para el Tratamiento osmótico es:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \epsilon_{ijkl}$$

Donde:

$i = 1, 2, 3,$

$j = 1, 2, 3.$

$K = 1, 2, 3.$

Y_{ijkl} = Concentración

μ = Efecto de la media general

α = Efecto del i —ésimo nivel de tiempo de inmersión (min).

β = Efecto del j —ésimo nivel de concentración de la solución osmótica (°Brix).

r = Efecto del k —ésimo nivel de valor Pérdida de peso (gr).

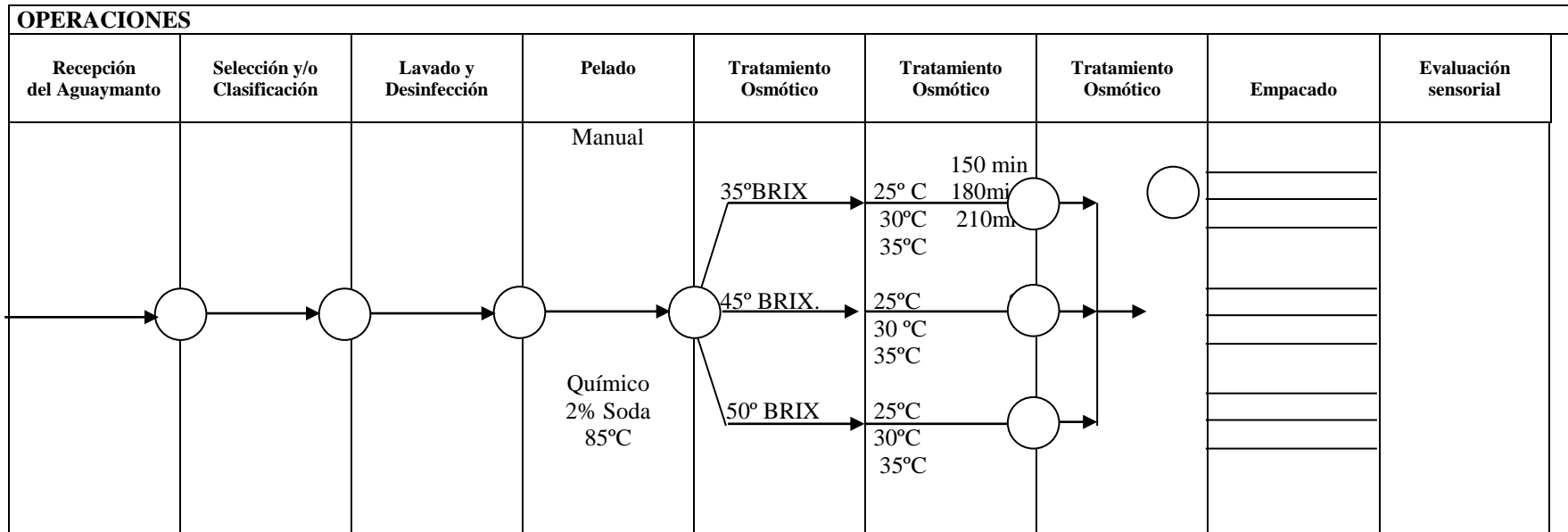
$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción de la concentración y tiempo.

$(\alpha\gamma)_{ik}$ = Efecto de la interacción de la concentración y Pérdida de peso

$(\beta\gamma)_{jk}$ = Efecto de la interacción del tiempo y Pérdida de peso

$(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ = Efecto de la interacción de la concentración, el tiempo y pérdida de peso.

ε_{ikl} = Variación del error con las kij unidades.



CONTROLES								
Tiempo de cosecha. Medidas biométricas. Composición proximal.	Sanidad del Aguaymanto	Eliminación de impurezas. Carga microbiano.	Rendimiento. Humedad. Sólidos totales Sólidos solubles. pH. Actividad polifenoloxidasas.	Medidas del sólido. Sólidos solubles. Medidas Biométricas Concentración del jarabe. Tiempo. Pérdida de peso. Actividad de agua	Medidas del sólido. Sólidos solubles. Medidas Biométricas Concentración del jarabe. Tiempo. Pérdida de peso. Actividad de agua	Medidas del sólido. Sólidos solubles. Medidas Biométricas Concentración del jarabe. Tiempo. Pérdida de peso. Actividad de agua	Eliminación del exceso de jarabe. Humedad.	Prueba de aceptación- Prueba de preferencia

Figura1: Esquema experimental de Estudio comparativo de tres métodos de Osmo-deshidratación del Aguaymanto
Arreglo: Factorial 3 x 3 x 3 (3 repeticiones) : 81 observaciones

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Medidas Biométricas.

Cuadro 2: Medidas biométricas del Aguaymanto promedio de 50 unidades

Muestra	Diámetro (cm)	Peso promedio (g)
Promedio	2.033	4.25

Estas medidas son las promedios obtenidas en el Callejón de Huaylas muy semejantes a las obtenidas por Jill Velezmoro (2 004)

Figura 2: Aguaymanto antes de ser sometido a las medidas biométricas



Figura 3: Aguaymanto para el reporte de sus medidas biométricas y almacenamiento para los tratamientos



Los resultados concuerdan con lo reportado con el ministerio de Agricultura (1 990) y Jill Velezmoro (2 004); se puede notar que presentan la forma esférica y pueden trabajarse en el proceso de Osmodeshidratación como si fueran marrasquinos.

5.2. Grados Brix de la pulpa.

Cuadro 3: Medidas de los grados Brix de la pulpa biométricas del Aguaymanto promedio de 50 unidades

Muestra	Sólidos solubles (° Brix)	Temperatura (°C)
Promedio	14.0	20.0

Los resultados concuerdan con lo reportado con el ministerio de Agricultura (1 990) y Jill Velezmoro (2 004), presentando la pulpa a ese grado Brix una textura firme.

Figura 4: Determinación de los grados Brix del Aguaymanto



Los grados Brix de la fruta permiten definir las concentraciones para los tratamientos del Osmodeshidratado como lo indica Moyano (1991).

5.3. Lavado y Desinfección.

Las frutas seleccionadas se higienizaron con agua ozonificada con 15 ppm y un tiempo de residencia de 8 minutos, como lo señala Castro (2 010).

5.4. Pelado.

Las frutas de Aguaymanto se sometieron aun pelado químico en dos tratamientos por su estado de madurez que estas presentaron y después de su pelado fueron neutralizadas con

soluciones de ácido cítrico en un pH de 4.0 y se determinó la actividad de la polifenol oxidasa.

Cuadro 4: Tratamiento del pelado químico con soda Caustica del Aguaymanto

Fruta	Temperatura (° C)	Soda (%)	Tiempo (min)	Pelado	Actividad polifenoloxidasa
Aguaymanto	80	2.0	2.0	Bueno	Ausente
Aguaymanto	85	2.0	2.0	Malo Fruta partida	Ausente

El reporte de este resultado permite determinar la esfericidad del sólido para facilitar la transferencia de masa como lo indica Fernández (1 992)

Figura 5: Pelado químico del Aguaymanto



5.5. Tratamiento osmótico

Las pulpas peladas de Aguaymanto se sometieron a los jarabes con soluciones de miel de abeja de 35 – 45 – 50 grados Brix, a temperaturas de: 25°C - 30°C - 35°C y Tiempos de inmersión: 150 min – 180 min – 210 min respectivamente. Seguidamente se le presenta las figuras de los sistemas de Osmodeshidratación de las pulpas peladas de Aguaymanto

Figura7: Sistemas de Osmodeshidratación del Aguaymanto peladas.



Las muestras de los tratamientos están alcanzando su equilibrio de transferencia de masa por deshidratación a los 15 días de evaluación, como lo señala Lerice y Dalla Rosa (1 985) y Giraldo Germana y Duque Alba (2 005)

a. Resultados de la Osmodeshidratación

Los sólidos semi – infinitos se sumergieron en miel de abeja de 35 – 45 y 50 % de sólidos solubles a fin de determinar la velocidad de deshidratación osmótica directa, la evolución del peso del aguaymanto en la deshidratación osmótica directa, la variación de la concentración del jarabe durante el proceso osmótico, reducción porcentual de peso en función del tiempo en diferente concentraciones para solidos esféricos se muestran en los cuadros siguientes con sus respectivas graficas

Cuadro 05: Pérdida de peso de los sólidos de forma esférica a 35 °C

Tiempo(min)	50 % de SS 35° C	45 % de SS 35° C	35 % de 35° C
150	46.25	45.36	45.22
105	44.75	44.26	43.67
90	43.90	42.92	41.98
75	42.10	41.60	39.58
60	34.65	33.96	32.98
45	25.32	22.60	20.32
30	15.80	14.32	13.96
15	10.20	9.250	9.01
0	0.00	0.00	0.00

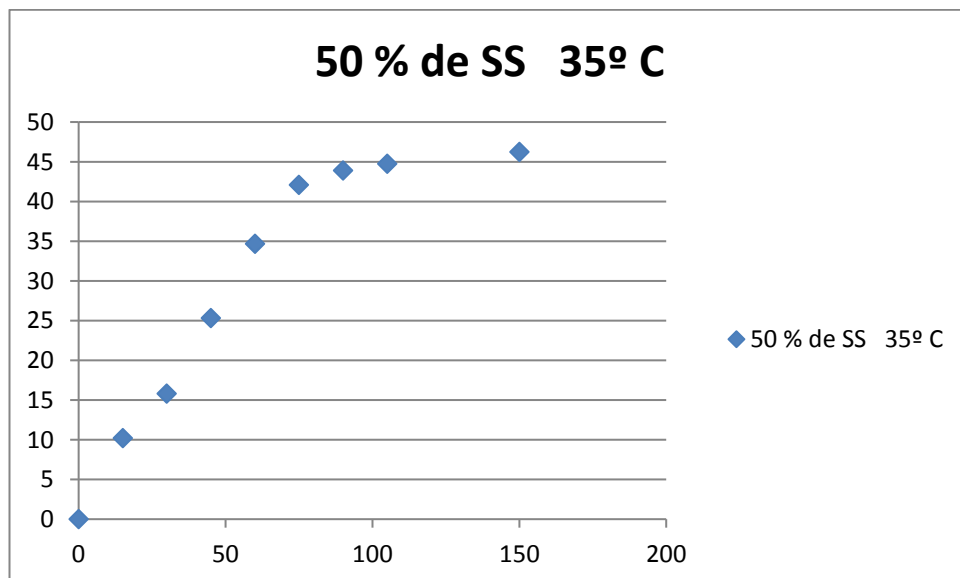


Figura 8: Pérdida de peso de los sólidos esféricos en jarabe de 55 % de solidos solubles a 35°C

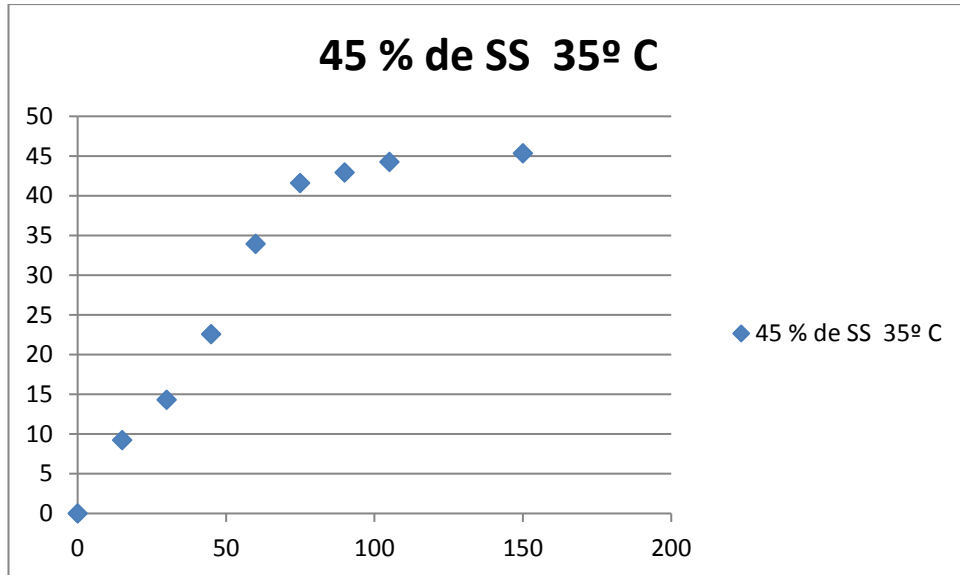


Figura 9: Pérdida de peso de los sólidos esféricos en jarabe de 45 % de solidos solubles a 35°C

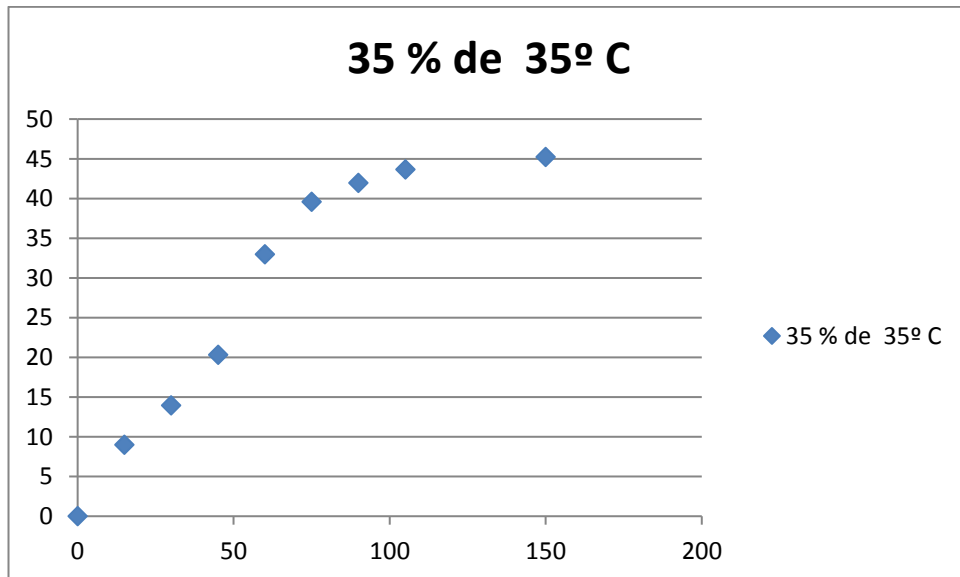


Figura 10: Pérdida de peso de los sólidos esféricos en jarabe de 35 % de solidos solubles a 35°C

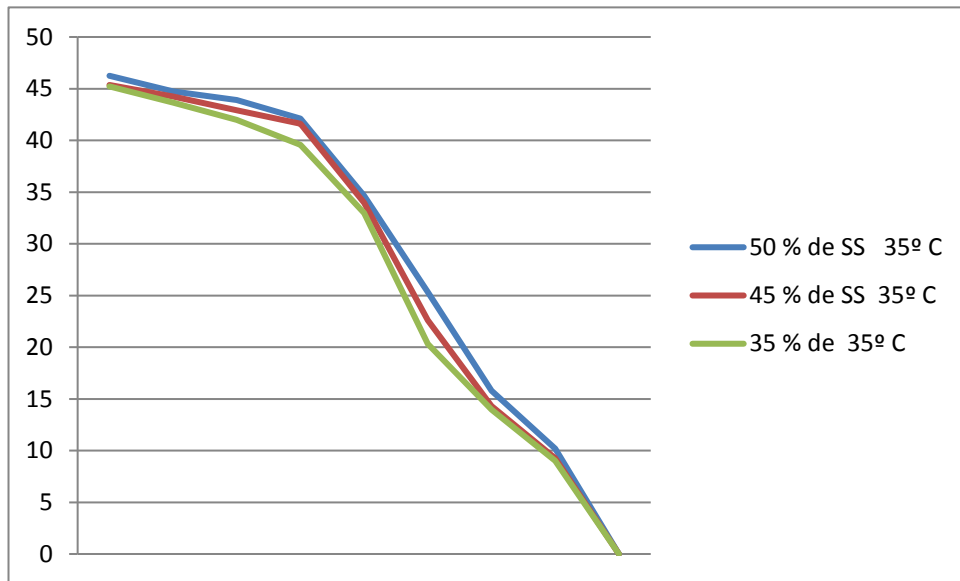


Figura11: Comparación de la Pérdida de peso de los sólidos esféricos a 35°C

Como se observa en el grafico los sólidos esféricos de aguaymanto de 50 % solidos solubles de miel de Abeja alcanza su máxima pérdida de peso a los 150 minutos en la Osmodeshidratación directa se observa que no pierde su forma y la difusión en la forma esférica permite una buena difusión como lo afirma Fernández (1 992) con una humedad de 22 por ciento.

Cuadro 06: Pérdida de peso de los sólidos de forma esférica a 30 °C

Tiempo(min)	50 % de SS 30° C	45 % de SS 30° C	35 % de 30° C
180	46.13	45.38	45.20
105	44.25	41.26	40.97
90	39.25	36.88	38.65
75	34.29	32.16	36.15
60	30.76	24.85	29.16
45	28.32	18.66	17.48
30	22.10	19.62	15.73
15	12.20	11.31	10.66
0	0.00	0.00	0.00

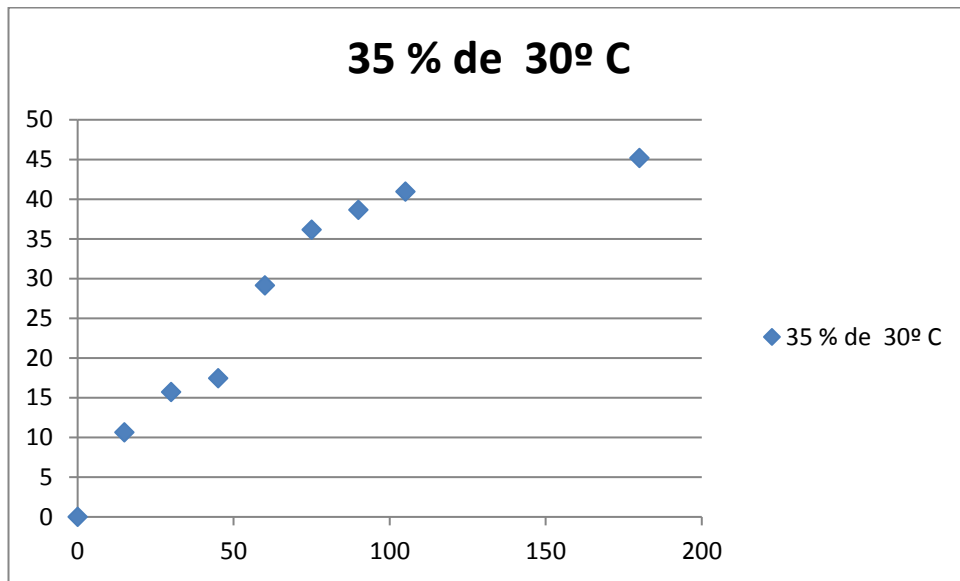


Figura 12: Pérdida de peso de los sólidos esféricos en jarabe de 50 % de sólidos solubles a 30°C

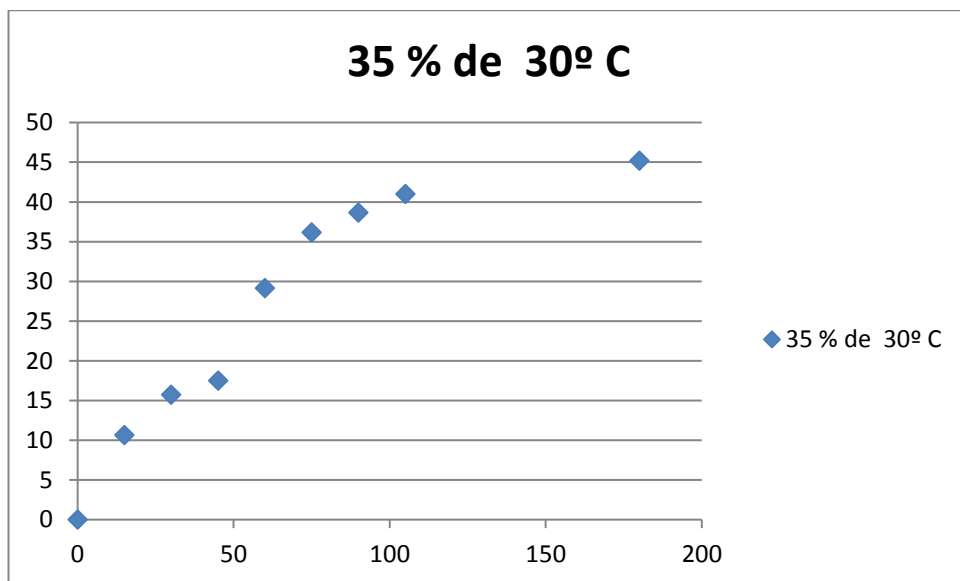


Figura 13: Pérdida de peso de los sólidos esféricos en jarabe de 45 % de sólidos solubles a 30°C

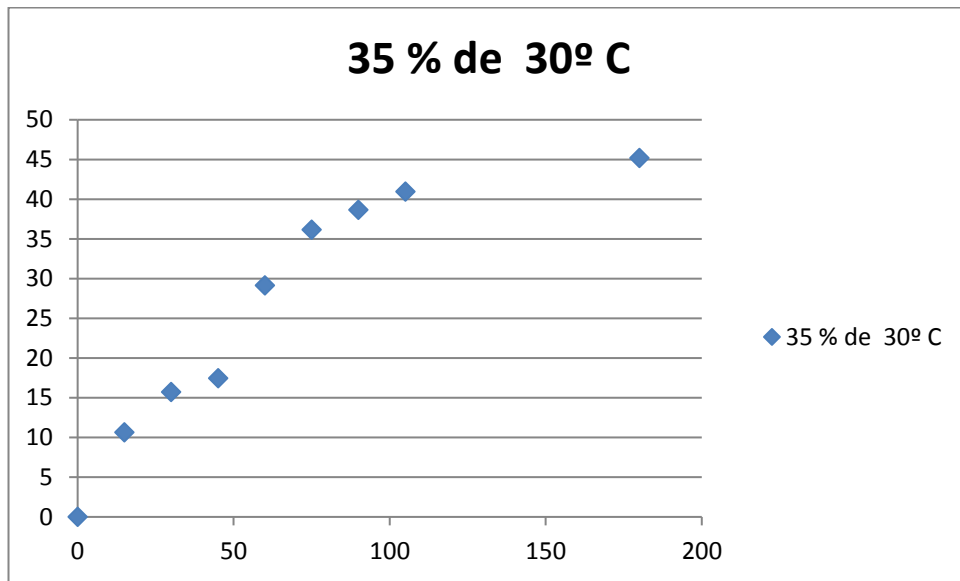


Figura 14: Pérdida de peso de los sólidos esféricos en jarabe de 35 % de solidos solubles a 30°C

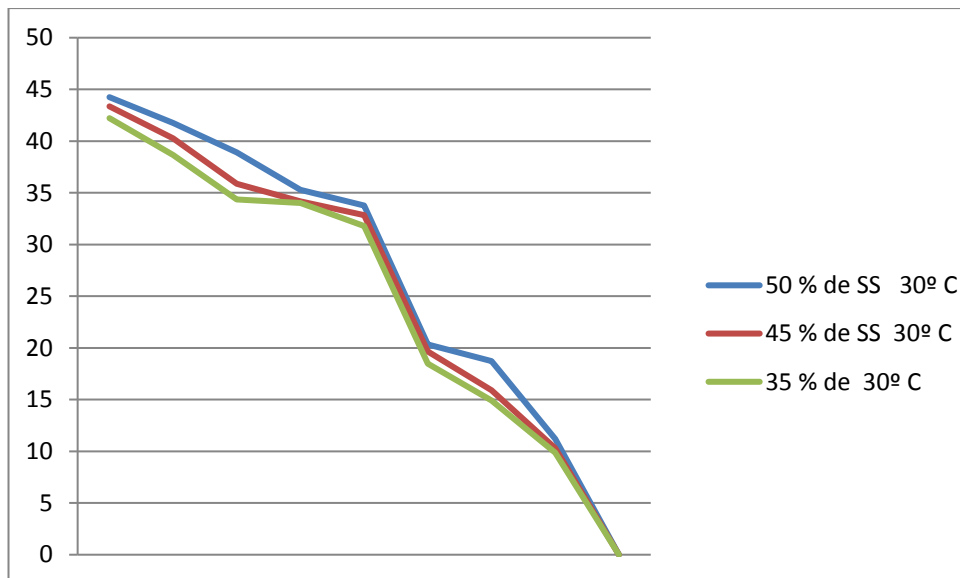


Figura 15: Comparación de la pérdida de peso de los sólidos esféricos a 30°C

Como se observa en el grafico los sólidos esféricos de aguaymanto de 50 % solidos solubles de miel de Abeja alcanza su máxima pérdida de peso a los 180 minutos en la Osmodeshidratación directa se observa que no pierde su forma y la

difusión en la forma esférica permite una buena difusión como lo afirma Fernández (1992) con una humedad del 24 por ciento. . Y la diferencia no es tan significativa con el tratamiento a 35°C

Cuadro 07: Pérdida de peso de los sólidos de forma esférica a 25 °C

Tiempo(min)	50 % de SS 25° C	45 % de SS 25° C	35 % de 25° C
210	44.25	43.36	42.22
105	41.75	40.26	38.67
90	38.90	35.88	34.35
75	35.29	34.16	34.03
60	33.76	32.85	31.79
45	20.32	19.66	18.48
30	18.710	15.92	14.93
15	11.20	10.31	9.86
0	0.00	0.00	0.00

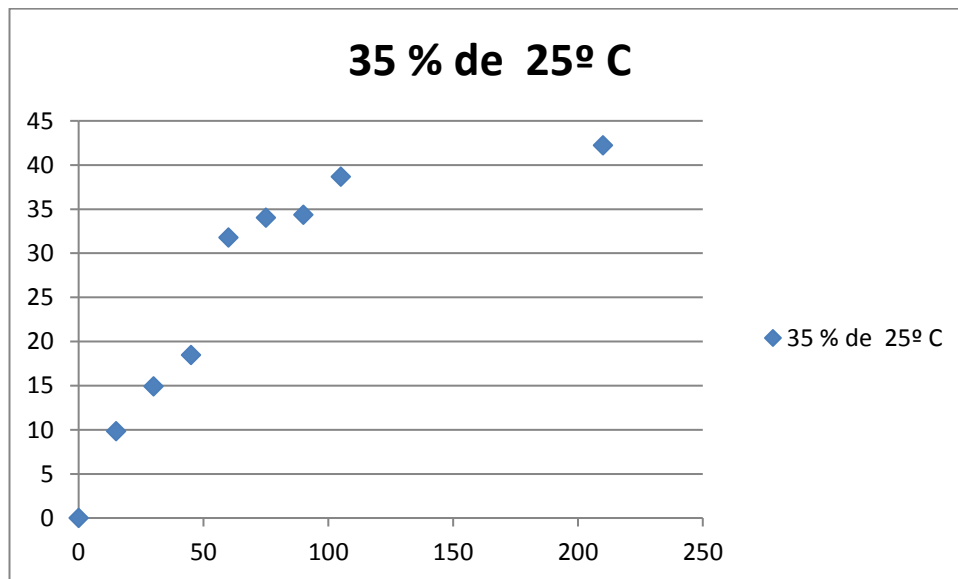


Figura 16: Pérdida de peso de los sólidos esféricos en jarabe de 50 % de sólidos solubles a 25°C

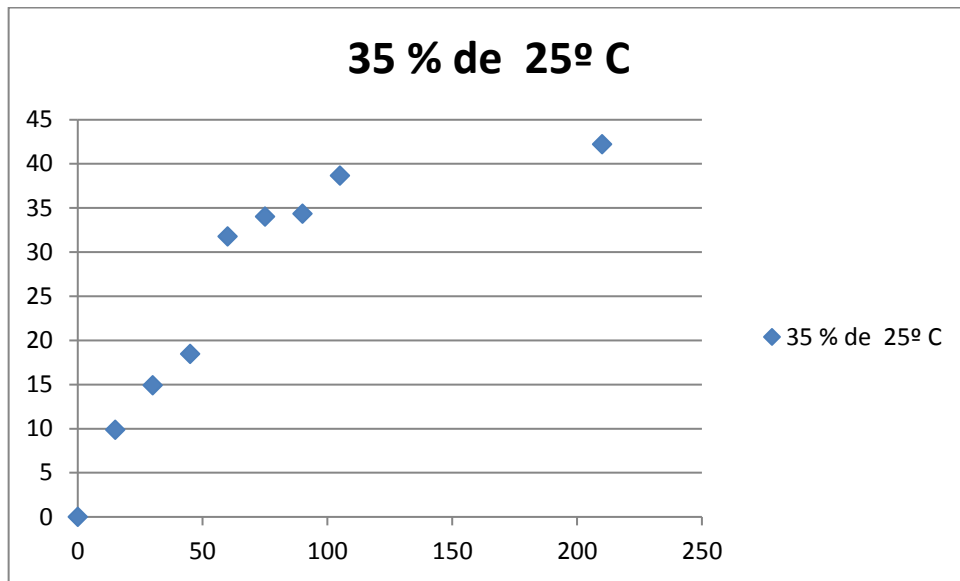


Figura 17: Pérdida de peso de los sólidos esféricos en jarabe de 45 % de sólidos solubles a 25°C

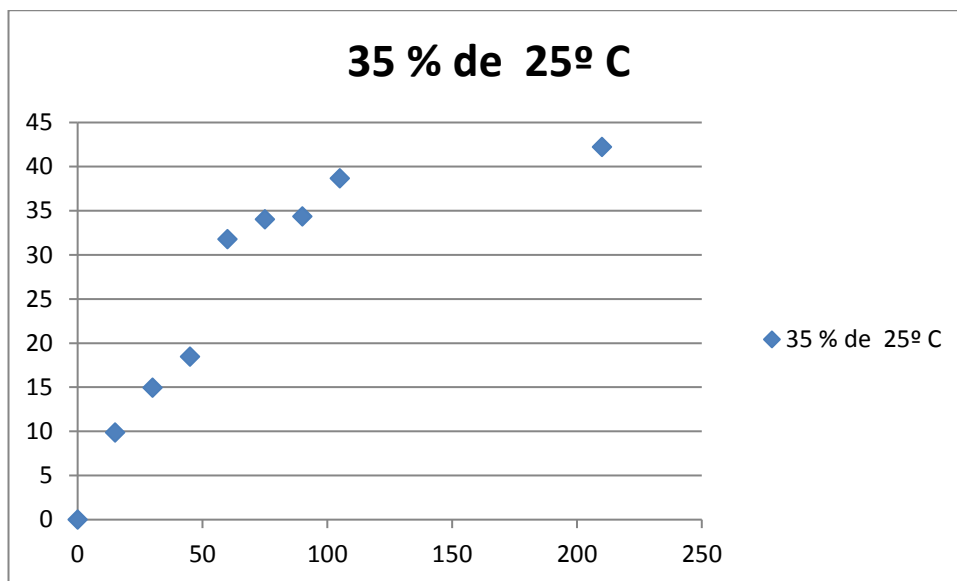


Figura 18: Pérdida de peso de los sólidos esféricos en jarabe de 35 % de sólidos solubles a 25°C

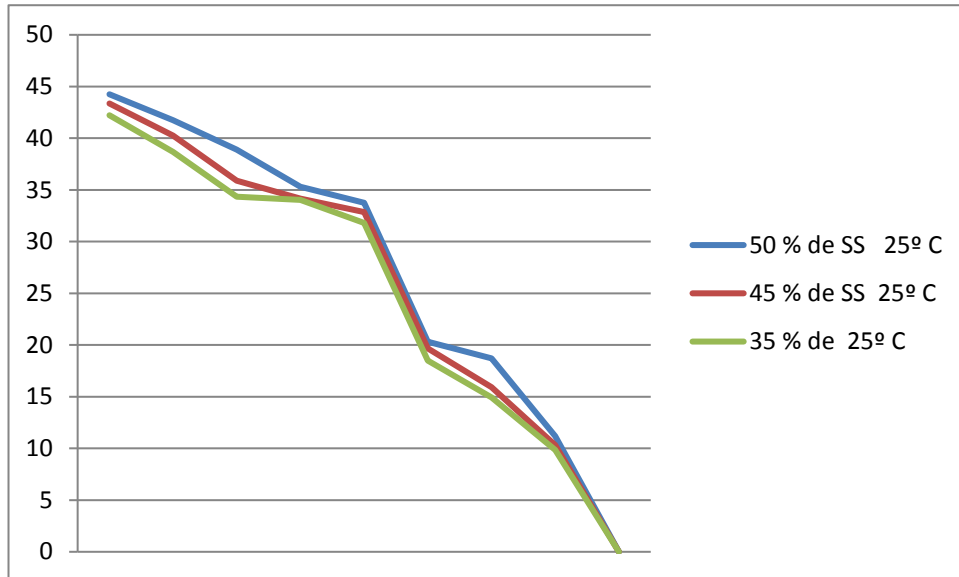


Figura 19: Comparación de la pérdida de peso de los sólidos esféricos a 30°C

Como se observa en el gráfico los sólidos esféricos de aguaymanto de 50 % sólidos solubles de miel de Abeja alcanza su máxima pérdida de peso a los 210 minutos en la Osmodeshidratación directa se observa que no pierde su forma y la difusión en la forma esférica permite una buena difusión como lo afirma Fernández (1992) con una humedad del 23 por ciento. Y la diferencia no es tan significativa con el tratamiento a 35°C y 30°C

5.6. Ecurrido y glaseado

El escurrido y glaseado se realizó con gelatina sin sabor a fin de darle una apariencia brillante al Osmodeshidratado con 15 gramos de gelatina base sin sabor por 200 gramos de agua presentándose el aguaymanto como si fuera marrasquinos de textura firme sin deformación de su geometría esférica.

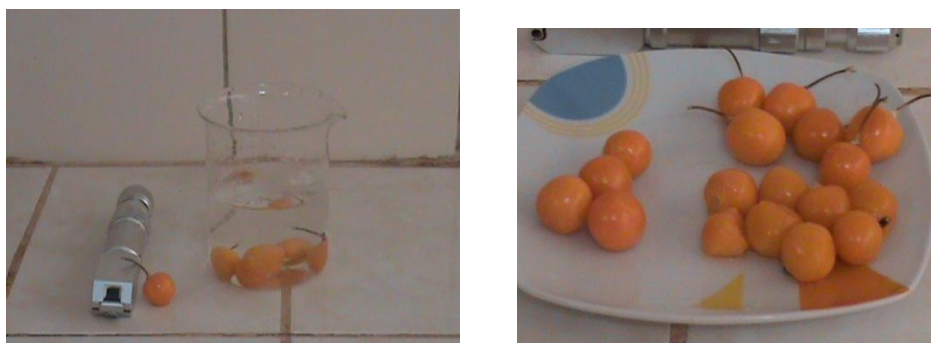


Figura 11: Proceso de glaseado y escurrido de Pérdida de peso de los sólidos esféricos a 30°C

5.7. Evaluación sensorial

Los resultados de la prueba de la evaluación sensorial se realizó con los integrantes del equipo de investigación se reporta en el cuadro siguiente.

Cuadro 08: Resultado de la evaluación sensorial del Aguaymanto Osmodeshidratado en cubos.

PANELISTA	SCORES PARA LA MUESTRA PANELISTAS				
	A	B	C	X	(x) ²
1	1	2	2	5	25
2	2	3	4	9	81
3	1	1	2	4	16
TOTALES	4	6	8	18	122

Tratamiento X = Totales separadamente para A, B y C (4, 6 y 8).

Panelista X = Totales separadamente para cada panelista (5 , 9, y 4)

Panelista (X)² = Cuadrado de los totales de arriba (25, 81 y 16)

Elevando al cuadro cada uno de los scores individualmente se obtiene el total (44).

Total \bar{X} = sumando los cuatro scores (18)

Factor de corrección (CF) = $(\bar{X})^2 / N^\circ \text{ de scores} = 324 / 9 = 36$

Suma total de cuadrados del tratamiento = $\sum X^2 - CF$

$4^2 + 6^2 + 8^2 / 3 - 36 = 116 / 3 - 36 = 2.67$

Suma de Cuadrados del Panelista = $122 / 3 - 36.0 = 4.67$

Cuadro 18: Computo de F de la evaluación sensorial del Aguaymanto Osmodeshidratado.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F	Nivel de significancia
Tratamiento	2	2.67	1.33	8.06	5 %
Panelista	2	4.67	2.33	14.10	5 %
Interacción	4	0.66	0.165	--	--
(ERROR)	8	8.00			

Por lo que no existe una diferencia significativa debido a los panelistas así como la diferencia entre las muestras por lo que se acepta el Aguaymanto Osmodeshidratado

* Evaluación microbiológica

El cuadro 9 presenta los resultados del análisis microbiológico donde se indica que es un alimento apto para consumo humano.

Cuadro9: Análisis microbiológico del Aguaymanto Osmodeshidratado deshidratado al inicio del almacenamiento y a los 30 días de almacenado.

Muestras de Aguaymanto	Gérmens Viabes	Hongos y Levaduras	Coliformes
Inicio del almacenamiento	Ausente	Ausente	Ausente
30 días de almacenamiento	Ausente	Ausente	Ausente

En las bolsas de polietileno de alta densidad no se manifestaron la presencia de cristales en elAguaymanto Osmodeshidratado.

VI. CONCLUSIONES

Al término del trabajo de investigación de la Osmodeshidratación del aguaymanto podemos establecer las siguientes conclusiones

5.1. La pulpa del Aguaymanto tiene actitudes para los procesos de Osmodeshidratación por las medidas biométricas que presenta un diámetro de 2.033 cm y un peso de 4.25 gramos por fruto con un modelo espacial esférico con un radio de 1.0165cm con 15 ° Brix.

5.2. La higienización de la fruta se realiza con agua ozonificada de 15 ppm y un tiempo de residencia de 8 minutos.

5.3. El pelado químico se realiza con soda de 2 porciento de concentración a una temperatura de 80° C y un tiempo de contacto de 2 minutos permitiendo la inactivación de la polifenoloxidasas.

5.4. Las pulpas peladas de Aguaymanto se sometieron a los jarabes con soluciones de azúcar y en soluciones de miel de abeja de 35 – 45 – 50 grados Brix, a temperaturas de: 25°C - 30°C - 35°C y Tiempos de inmersión: 150 min – 180 min – 210 min respectivamente, alcanzando su una humedad final de 22 porciento.

5.5. Es posible prolongar la vida útil del Aguaymanto por más de 30 días mediante el empleo de la Osmodeshidratación directa obteniéndose un producto con 22 porciento de humedad.

5.6. Los parámetros óptimos para la Osmodeshidratación del Aguaymanto en soluciones de miel de Abeja es usando un 50 % de sólidos solubles a 35°C que en lapso de 150 minutos alcanza su equilibrio.

5.4. Los resultados de la velocidad de Osmodeshidratación indican que es más eficiente el modelo semi – infinito esférico logrando su estabilidad a los 150 minutos manteniendo su forma.

5.5. La evaluación sensorial realizada entre el grupo investigador mostró que el producto es aceptable con un nivel de significación de 5 %.

5.8. Hasta los 30 días el producto Osmodeshidratado no presenta carga microbiana que altere el producto teniendo este un contenido de humedad intermedia para su 22 por ciento de humedad.

VII. RECOMENDACIONES.

6.1. Realizar los procesos de Osmodeshidratación con edulcorantes y realizar la comparación con azúcares normales.

6.2. Realizar nuevas técnicas de Osmodeshidratación con pulsaciones de vacío para facilitar la transferencia de masa.

6.3. Establecer las ecuaciones de la cinética de Osmodeshidratación con sacarosa.

6.4. Realizar estudios de tiempo de vida útil del Aguaymanto Osmodeshidratado.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. AOAC, 1999. Oficial Methods of Analisis. Vol-II 16^a Edición. Estados Unidos de Norteamérica.
2. ALMANZA, P.J. Indices de madurez en tres tipos de Uchuva. En cultura Cientifica UPTC. (Colombia). Volumen 1. 2001.
3. ATPA (2000) Centro de Información del Servicio Comercial de la Embajada de EE.UU. Bolivia.
4. BRITO; D: “Aro exportación de productos no Tradicionales. Productores Uvilla para exportación”. Boletin (Quito- Ecuador) 2002.
5. BOLIN, R.H., HUXSOLL,C.C., JACKSON, R.,NG,C. K. (1983) Efect of Osmotic Agents and Concentration Fruit Quality. Journal of Food Science.Vol. 48: 202-205.
6. BRENNAN, J. C, et al. (1980), Las Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos. 2da Edición. Editorial ACRIBIA, S. A. Zaragoza ,España.
7. CAMARA, F y AMAYA, (1 998) Niveles de fertilización de Na y K para el Yacón Ministerio de Agricultura – Ayacucho . Perú.
8. CASTRO VICENTE N. (2 010) Efecto del tratamiento al vacío en pulpas de de manzana, durazno, mango y fresa mínimamente procesadas en los laboratorios especializados de la FIIA – UNASAM. Peru.
9. CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA(1998). Yacón: Un Dulce Regalado de los Andes al Mundo. Lima. Perú.
10. CORPORACIÓN HIGHLAND – ROTOS (2 000), Boletín Nutricional –U.S.
11. CHEFTEL, J. C. Y CHEFTELH. (1988), Introducción a la Bioquímica y Tecnología. Editorial ACRIBIA, S.A. Zaragoza - España.
12. CHIRIFE, J. (1986). Preservación de Alimentos por Control de la Actividad de Agua. Curso de Ciencia y Tecnología de Alimentos Santiago - Chile.
13. FARKAS, D. F. Y LAZAR, M. E. (1969), Osmotic Dehydration of Apple Pieces: Effect of Temperature and Syrup Concentration on Rates. FoodTecnology. Vol. 23.
14. FISHER, G. MARTINEZ,O. “Calidad y Madurez de la Uchuva” Agronomia Colombiana. (Colombia) Volumen 16. (Nº 13), 2002.

15. FERNANDEZ, C. D. (1992), Determinación de la Difusividad efectiva de la sacarosa en la papaya. Tesis UNA - Molina - Perú.
16. FLORES, L. E. (1977), Deshidratación de Frutas por Osmosis. Tesis. UNA, La Molina. Perú.
17. GARCIA, B.C. (1975), Elaboración de Fruta Confitada a partir de la Cáscara de naranja y zapallo. Tesis UNA. Molina – Perú .
18. GEANKOPLIS, Ch. (1995):Proceso de Transporte y Operaciones Unitarias. 2da Edición Edit. CONTINENTAL,S.A.(Mexico).
19. German Giraldo (2 005). Deshidratación Osmótica como pre tratamiento de conservación de mora y aguaymanto. Universidad de Antioquia. Colombia.
20. GIBSON B. (1998) Institute of Food Research Oligofructenos Características Probióticas. Universidad de Kentucky. EE.UU.
21. HINES, Antony L. y MADDOX, Robert N. (1984), Transferencia de Masa. Editorial PRETICE-HALL HISPANOAMERICANA, S. A. México.
22. ITINTEC, (1986). “Fruta Confitada”. Norma técnica 203.105. Lima – Perú.
23. JillVlezmor(2 004). Perfil de mercado del Aguaymanto en Cajamarca. Gobierno Regional de Cajamarca.
24. KEUROGLIAN, S.R.(1989), Procesamiento de Zapallo en Almíbar y Confitado. Tesis- UNA. Molina-Perú.
25. LERICI, R. C. PINNAVALA, G., DALLA ROSA, M. Y BARTOLUCCI, L. (1985), Osmotic Dehydratation of Fruit: Influence of Osmotic Agents on Dryng Behavior and Prodoct Quality. Journal of FoodScience. Vol. 50.
26. LEWIS, M. J.(1993), Propiedades Físicas de los Alimentos y de los Sistemas de Procesado. Editorial ACRIBIA, S.A. Zaragoza - España.
27. LOAYZA, Carmela (1 994): Estimación de la Difusividad del Agua durante el Secado de camote por aire caliente mediante el Método Gráfico y Numérico. Trabajo de Investigación-UNA-La Molina. Lima-Perú.
28. MAFART, Pierre (1994), Ingeniería Industrial Alimentaria. Vol.I. Editorial ACRIBIA, S. A. Zaragoza - España.
29. MAFART,Pierre y BELLARD Emilic, (1994). Ingeniería Industrial Alimentaria. Vol. II. Editorial ACRIBIA, S. A. Zaragoza - España.

30. McCABE, Warren L; SMITH, Julian C.; y HARRIOTT, Peter. (1998). Operaciones Unitarias en Ingeniería Química. 4ta Edición. Editorial McGRAW-HILL. Madrid - España.
31. MINISTERIO DE AGRICULTURA (1 990). ANUARIO DE PIURA Y TUMBES. PERÚ.
32. MOYANO, C. P. (1991). Estudio Preliminar de la Difusión de Sorbato Durante la Deshidratación Osmótica de Manzana. Actas del IV Congreso Latinoamericano de Transferencia de Calor y materia. 28-31 de Octubre de 1991. pp 356-358. La serna - Chile.
33. Patron M, Naito. (1994). Planting density harvesting time and storge temperature of yerccum .Research Bulletin of the Aichi Ken Agricultural Research Center.
34. Piana G. La Miel. Primera Edición. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid (España). 1989.
35. PRIOR, M. (1989). La miel en la alimentación humana. Técnicas del SEA, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. España. Nro. 7.(pp. 7-11)
36. ROBERT TREYBAL (1 993) Transferencia de masa Editorial Labrus . México.
37. SCHWARTZ, M. 1994. La deshidratación osmótica como técnica de preconservación de frutas y hortalizas. Aconex. 44(2): 10-13.