

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



**"INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE PROCESOS PARA
OBTENER OSMODESHIDRATADO DE MANZANA (*Malus communis*
var. deliciosus)"**

Presentado por:

MIRIAM MARLENE QUIÑONES REYES

TESIS PARA OPTAR TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Lima-Perú

2019

La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente tesis
(Art. 24. Reglamento de Propiedad Intelectual de la UNALM)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**“INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE PROCESOS PARA OBTENER
OSMODESHIDRATADO DE MANZANA (*Malus communis* var. *delicius*)”**

Presentado por:
MIRIAM MARLENE QUIÑONES REYES

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

Mg. Sc. Beatriz Hatta Sakoda

PRESIDENTE

Dra. Bettit Karim Salvá Ruiz

MIEMBRO

Mg. Sc. Jenny Valdez Arana

MIEMBRO

Dr. Américo Guevara Pérez

ASESOR

Lima – Perú

2019

DEDICATORIA

- A mis padres Santa Antonia Reyes Jara y Pablo Quiñones Ascencios por la dedicación y apoyo incondicional durante toda mi vida, en especial durante el transcurso de mi carrera universitaria y de este trabajo de investigación.
- A mis hermanos por su apoyo y consejo, y a amigos que contribuyeron a mi desarrollo personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

- A toda mi familia por su apoyo y amor incondicional para la culminación de este trabajo de investigación.
- Al Dr. Américo Guevara Pérez por su paciencia, consejos, apoyo, así como brindarme su tiempo para asesorarme y culminar correctamente este trabajo de investigación.
- A la Asociación Agroindustrias Calango que financio y fue proveedor de la materia prima para la realización del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1.	MATERIA PRIMA: MANZANA DELICIA	3
2.2.	PROCESO DE OSMODESHIDRATADO	4
2.2.1.	PARÁMETROS QUE AFECTAN A LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA	6
2.2.2.	EFFECTOS DEL PROCESO DE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA EN LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES	12
2.3.	ANÁLISIS SENSORIAL.....	14
2.3.1.	TIPOS DE PRUEBAS APLICADOS A ALIMENTOS.....	14
2.4.	SECADO	17
2.4.1.	CURVA DE SECADO	17
2.5.	ISOTERMA DE ADSORCIÓN	18
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN	20
3.2.	MATERIALES Y EQUIPOS	20
3.2.1.	MATERIA PRIMA.....	20
3.2.2.	EQUIPOS Y MATERIALES.	21
3.3.	MÉTODOS DE ANÁLISIS	22
3.3.1.	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS	22
3.3.2.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	23
3.3.3.	ANÁLISIS SENSORIAL	23
3.3.4.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	24
3.4.	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	24
3.4.1.	DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES PARA LA OBTENCIÓN DE MANZANA OSMODESHIDRATADA.	24
3.4.2.	ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN	28
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.1.	CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA	33

4.1.1. FÍSICO QUÍMICAS	33
4.1.2. FÍSICAS	34
4.1.3. RENDIMIENTOS PROMEDIO	35
4.2. DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DE LA RODAJA DE MANZANA PARA EL OSMODESHIDRATADO.....	35
4.3. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CONCENTRACIÓN Y TIEMPO FINAL DE OSMOSIS EN EL PROCESO DE OSMODESHIDRATADO	39
4.4. DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD FINAL DE LA RODAJA DE MANZANA.....	43
4.5. EVALUACIÓN DEL PRODUCTO FINAL.....	45
V. CONCLUSIONES	52
VI. RECOMENDACIONES.....	53
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
VIII. ANEXOS	61

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Composición química de la manzana (en 100g de porción comestible).....	4
Cuadro 2: Lista de agentes osmóticos y su compatibilidad con los alimentos.....	8
Cuadro 3: Osmosidad de algunos solutos	8
Cuadro 4: Esquema experimental.....	28
Cuadro 5: Características físico químicas de la manzana (<i>malus communis</i> var. <i>delicius</i>).....	33
Cuadro 6: Características físicas de la manzana (<i>malus communis</i> var. <i>delicius</i>).....	34
Cuadro 7: Rendimiento promedio de la manzana (<i>malus communis</i> var. <i>delicius</i>)... ..	35
Cuadro 8: Tiempo final del proceso de osmosis aplicado para cada espesor en estudio	37
Cuadro 9: Rendimiento del proceso para cada espesor de rodajas de manzana.....	38
Cuadro 10: Humedad final del producto por cada espesor de rodajas de manzana.....	39
Cuadro 11: Rendimiento del proceso para cada concentración de jarabe.....	41
Cuadro 12: Humedad final y concentración de solidos solubles finales del producto para cada concentración de solidos solubles del jarabe.....	43
Cuadro 13: Rendimiento del producto para cada humedad final del producto.....	44
Cuadro 14: Humedad final y concentración de solidos solubles finales del producto.....	45
Cuadro 15: Características físico químicas de la manzana osmodeshidratada en base seca y base húmeda.....	45
Cuadro 16: Número de mohos y levaduras y microorganismos aerobios mesófilos viables en las manzanas osmodeshidratada.....	51

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Proceso de transferencia de masa en la deshidratación osmótica).....	5
Figura 2: Reducción porcentual de peso (% WR) en función del tiempo, de muestras de manzana tipo granny smith en cubos sumergidos en una solución de sacarosa de diferentes concentraciones (°Brix).....	9
Figura 3: Reducción porcentual de peso (% WR) en función del tiempo, de muestras de manzana tipo granny smith en cubos sumergidos en una solución de sacarosa de 60°Brix mantenida a diferentes temperaturas.....	10
Figura 4: Etapas del secado.....	17
Figura 5: Tipos de isotermas de adsorción.....	19
Figura 6: Baño maría de acero inoxidable.....	21
Figura 7: Flujograma de osmodeshidratado de manzana delicia procedente de calango.....	27
Figura 8: Variación en la concentración de solidos solubles (°Brix) en muestras de manzana durante osmdeshidratado para los tres espesores diferentes a 45 °C	36
Figura 9: Variación en la concentración de solidos solubles (°Brix) en la muestra de manzana durante el proceso de osmodeshidratado para los tres tipos de concentraciones en el jarabe de sacarosa a 45 °C.....	39
Figura 10: Isotherma de adsorción de la manzana osmodeshidratada.....	47
Figura 11: Variación del contenido de humedad en función al tiempo para manzana osmodeshidratada.....	49
Figura 12: Variación de la velocidad de secado en función al contenido de humedad para manzana osmodeshidratada.....	50

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN DE CONSUMIDORES O PÚBLICO OBJETIVO.....	61
ANEXO 2: FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR ES ESPESOR DE LA RODAJA DE MANZANA MÁS ADECUADA.....	67
ANEXO 3: FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE JARABE MÁS ADECUADO	68
ANEXO 4: FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LA ACTIVIDAD DE AGUA MÁS ADECUADO	69
ANEXO 5: RESULTADOS DE LA PRUEBA DE FRIEDMAN PARA DETERMINAR ES ESPESOR DE LA RODAJA DE MANZANA MÁS ADECUADA.....	70
ANEXO 6: CUADRO DE RESPUESTAS DE PANELISTAS PARA DETERMINAR ES ESPESOR DE LA RODAJA DE MANZANA MÁS ADECUADA-.....	73
ANEXO 7: RESULTADOS DE LA PRUEBA DE FRIEDMAN PARA DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE JARABE MÁS ADECUADO	77
ANEXO 8: CUADRO DE RESPUESTAS DE PANELISTAS PARA DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE JARABE MÁS ADECUADO	80
ANEXO 9: RESULTADOS DE LA PRUEBA DE FRIEDMAN PARA DETERMINAR LA ACTIVIDAD DE AGUA MÁS ADECUADO.....	84
ANEXO 10: CUADRO DE RESPUESTAS DE PANELISTAS PARA DETERMINAR LA ACTIVIDAD DE AGUA MÁS ADECUADO	87

RESUMEN

Se determinó que para obtener manzana osmodeshidratada se debe seguir las siguientes operaciones unitarias: selección, clasificación, lavado, desinfectado, pelado, cortado, inmersión en jarabe, escurrido, secado, empacado y almacenado. Para determinar la influencia del espesor de la rodaja en el proceso osmótico, se hicieron pruebas con 0.5 cm, 0.75cm y 1cm, muestras fueron confitadas en jarabe de sacarosa a 40 °Brix por 6 horas a 45 °C y secadas a 60 °C en un secador de bandejas. La evaluación sensorial calificó como mejor a las muestras con 0.5 cm de espesor. Para determinar la influencia de la concentración de sólidos solubles del jarabe en el proceso, se hicieron pruebas con 30°Brix, 40°Brix y 50°Brix. Primero se determinó la máxima absorción de sólidos solubles en la manzana y tiempo final del proceso de osmosis para cada parámetro en estudio, obteniendo 19.5°Brix, 24.1°Brix y 29,1°Brix para 30°Brix, 40°Brix y 50°Brix, respectivamente, con un tiempo final de 4 horas. Posteriormente las muestras fueron confitadas a 45°C por 4 horas y secadas a 60°C en un secador de bandejas. La evaluación sensorial califico como mejor a las muestras tratadas en jarabe de sacarosa con 40°Brix. Para determinar la influencia de la actividad de agua del producto en el proceso se hicieron pruebas con 0.68, 0.71 y 0.74, las muestras fueron confitadas a 40°Brix por 4 horas a 45°C y secadas a 60°C en un secador de bandejas. La evaluación sensorial califico como mejor a las muestras con actividad de agua de 0.71. en el análisis proximal se determinó la disminución del contenido de proteínas en la manzana deliciosa durante la deshidratación osmótica y la ganancia de carbohidratos y fibra. La carga microbiana presente en la manzana osmodeshidratada está dentro de los parámetros normativos considerando el producto en óptimas condiciones.

Palabras clave: manzana osmodeshidratada, espesor, actividad de agua, sólidos solubles

ABSTRACT

It was determined that to obtain osmodehydrated apple, the following unit operations must be followed: selection, classification, washing, disinfection, peeling, cutting, syrup immersion, draining, drying, packing and storage. To determine the influence of the thickness of the slice in the osmotic process, tests were made with 0.5cm, 0.75cm and 1cm, samples were candied in sucrose syrup at 40 ° Brix for 6 hours at 45 ° C and dried at 60 ° C in a tray dryer. The sensory evaluation rated the samples 0.5 cm thick as better. To determine the influence of the concentration of soluble solids of the syrup in the process, tests were carried out with 30 ° Brix, 40 ° Brix and 50 ° Brix. First, the maximum absorption of soluble solids in the apple and the final time of the osmosis process were determined for each parameter under study, obtaining 19.5 ° Brix, 24.1 ° Brix and 29.1 ° Brix for 30 ° Brix, 40 ° Brix and 50 ° Brix, respectively, with a final time of 4 hours. Subsequently, the samples were candied at 45 ° C for 4 hours and dried at 60 ° C in a tray dryer. The sensory evaluation qualified as best the samples treated in sucrose syrup with 40 ° Brix. To determine the influence of the water activity of the product in the process tests were made with 0.68, 0.71 and 0.74, the samples were candied at 40 ° Brix for 4 hours at 45 ° C and dried at 60 ° C in a tray dryer. The sensory evaluation rated as best the samples with water activity of 0.71. In the proximal analysis, the decrease in the protein content in the apple delicacy was determined during the osmotic dehydration and the gain of carbohydrates and fiber. The microbial load present in the osmodehydrated apple is within the normative parameters considering the product in optimal conditions.

Keywords: osmodehydrated apple, thickness, water activity, soluble solids

I. INTRODUCCIÓN

En los distritos de Calango y Mala en Cañete existen alrededor de 3000 hectáreas de árboles de *Malus communis* Borkh. var. *delicious*, conocida como manzana delicia. Este tipo de manzana se vende como materia prima en los mercados de toda la capital y en pequeña escala hay dos asociaciones que elaboran productos como: mermelada, néctar, licor y vinagre, y lo distribuyen en ferias alrededor de Lima Metropolitana. De la manzana delicia se puede derivar una gran variedad de productos a nivel industrial entre ellos tenemos: hojuelas deshidratadas, compota, licor, mermelada y néctar, entre otros.

El osmodeshidratado es un proceso de remoción de agua desde una solución dentro de una membrana semipermeable (pared celular) hacia otra solución que rodea a la primera, pero está más concentrada (alta presión osmótica); este proceso de difusión ocurre hasta llegar al equilibrio de actividad de agua entre los dos medios. El producto obtenido posee el sabor del soluto utilizado y el comúnmente usado para este tratamiento es la sacarosa. El proceso de deshidratación osmótica depende de diferentes parámetros como: la temperatura del proceso, las características de la fruta, la forma geométrica de las frutas, el soluto utilizado, la presencia de agitación, presión del sistema (equipo), entre otros. El osmodeshidratado de frutas es un proceso poco difundido y en el mercado existen pocos ejemplares de este tipo de producto.

El osmodeshidratado de productos es una técnica ampliamente utilizada pero no aplicada a la manzana tipo delicia, por lo que se hace necesario investigar a fin de determinar los parámetros de proceso y el procedimiento ideal a seguir. El Perú al contar con una gran variedad de alimentos, es inconcebible que muchos productos permanezcan en su ambiente inadvertido, por la falta de una adecuada difusión de tecnologías de transformación. Por esta razón, la innovación de este nuevo producto a base de manzana es una gran oportunidad para el crecimiento económico de la zona de Calango, proporcionando oportunidades laborales y mayores ingresos a las familias de la zona, por tanto, se planteó la investigación fijando los siguientes objetivos.

Determinar la influencia del espesor en la aceptación sensorial de rodajas osmodeshidratadas de manzana (*Malus communis* var. *delicious*).

Determinar la influencia de la concentración de sólidos solubles de la solución osmótico en la aceptación sensorial de rodajas osmodeshidratadas de manzana (*Malus communis* var. *delicious*).

Determinar la influencia de la actividad de agua en la aceptación sensorial de rodajas osmodeshidratadas de manzana (*Malus communis* var. *delicious*).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.2. MATERIA PRIMA: MANZANA DELICIA

Según la Norma Técnica Peruana INDECOPI (2006), la manzana delicia tiene forma tronco-cónica, con cinco lóbulos o protuberancias bien marcadas a veces de forma algo irregular por deficiencias en la polinización. Su piel (cáscara) es casi siempre brillante, lisa y por lo general de color rojo, a veces presentan rayas; y su pulpa es blanquecina amarillenta y de textura blanda. El peso medio es de 160 a 240 gramos y mide de 70 a 85 milímetros. Posee un sabor dulce y es muy aromático.

La manzana por su pulpa firme es capaz de soportar las operaciones tecnológicas, es por eso que es destinada a la elaboración de zumos, sidras, compotas y productos de repostería, entre otros. La manzana además puede conservarse en cámaras de atmósferas controladas durante largos periodos de tiempo, incluso de una temporada a otra (Castello 2007). Cerezo (2014) clasifica a la manzana de la siguiente manera:

Reino	Vegetal
División	Embryophyta
Clase	dicotyledoneae
Orden	Rosales
Familia	Rosacea
Sub-Familia	Pomoideas
Género	Malus
Especie	<i>Malus communis</i>

Dentro de composición química de la manzana (Cuadro 1) la fructuosa es el azúcar que se encuentra en mayor proporción que la glucosa y sacarosa, siendo estos tres azúcares de rápida asimilación en el organismo, constituyendo los nutrientes más abundantes después del agua. Además, la manzana es fuente discreta de vitamina E o tocoferol y aporta una escasa cantidad de vitamina C. Es rica en pectina y abundante en fibra que mejora el tránsito intestinal. Entre su contenido mineral sobresale el potasio y es baja en sodio (Consumer, citado por Castello 2007).

Cuadro 1: Composición química de la manzana (En 100 g de porción comestible)

COMPONENTE	CANTIDAD
Componentes mayores (g)	
Calorías	54.00
Humedad	84.70
Proteínas	0.30
Extracto etéreo	0.10
Carbohidratos totales	14.60
Fibra	0.80
Ceniza	0.30
Minerales (mg)	
Calcio	5.00
Fosforo	11.00
Hierro	1.40
Vitaminas (mg)	
Caroteno	0.00
Tiamina	0.03
Riboflavina	0.04
Niacina	0.13
Ácido ascórbico	1.30

FUENTE: Collazos (2006)

2.3. PROCESO DE OSMODESHIDRATADO

La deshidratación osmótica es un fenómeno de difusión de líquidos, a través de una membrana semipermeable, en otras palabras, 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, debido a la diferencia de presión osmótica y actividad de agua entre los dos medios (Camacho 2010). El proceso descrito se visualiza en la Figura 1.

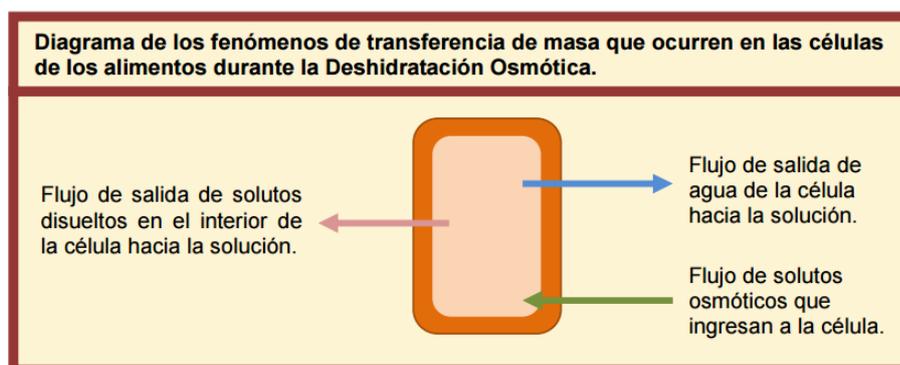


Figura 1: Proceso de transferencia de masa en la deshidratación osmótica

FUENTE: Parzanese (2006)

La característica de muchas frutas es que en el interior de la célula existe del 5 por ciento a 18 por ciento de solutos disueltos, entre ácidos, pigmentos, azúcares, minerales, vitaminas, entre otros; además que poseen una membrana celular semipermeable permitiendo así el fenómeno de difusión (Camacho, citado por Zapata y Castro 1999). Según Parzanese (2006), es posible que ocurra un arrastre de algunos de estos solutos disueltos al interior del producto, sin embargo, este flujo de componentes suele ser despreciable respecto al de salida de agua y al de entrada de soluto al alimento.

El tratamiento osmótico, se puede aplicar en intervalos cortos de tiempo (minutos) y en un rango de temperaturas moderadas, manteniendo al tejido vegetal vivo y con unas características organolépticas similares a las del producto fresco, por lo que su aplicación se adapta a lo que puede considerarse como procesado mínimo de frutas (Lazarides *et al.*, citado por Castello 2007). La fruta pierde agua sin cambio de fase, lo que implica para el sistema biológico una preservación de las estructuras celulares (Raoult-Wack, citado por Castello 2007). No obstante, la viabilidad celular se ve afectada significativamente por la concentración de la disolución y el tiempo de residencia de la fruta en ella (Ferrando & Spiess, citado por Castello 2007).

Adicionalmente, Camacho (2010) expone que la deshidratación osmótica a diferencia de otros métodos de deshidratación en frutas no provoca cambios intensos que disminuyan la calidad y cantidad de nutrientes básicos para la dieta humana y además no cambian las características sensoriales de los productos, lo que implica que ya no son necesarios el uso de conservantes, colorantes y saborizantes químicos (Camacho 2010).

Castello (2007) considera como nuevas técnicas en la industria de frutas mínimamente procesadas es la impregnación a vacío, la deshidratación osmótica o ambas técnicas combinadas, así como la adición de componentes beneficiosos tanto para el organismo como para las características organolépticas del producto; en este sentido, determinados pretratamientos en la fruta podrían limitar la tasa de respiración, sin modificar excesivamente sus propiedades sensoriales, permitiendo así alargar la vida útil de los productos y simplificar las condiciones de envasado, mejorando así la comercialización al aplicar condiciones de almacenamiento, distribución y calidad para estos productos tan perecederos. Es importante resaltar también el interés social y económico en desarrollar tecnologías que permitan a los sectores agrícola e industrial su crecimiento.

2.3.1. PARÁMETROS QUE AFECTAN LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA

Según Castello (2007), los principales factores que influyen en la velocidad del proceso y características del producto final en la deshidratación osmótica son:

- La estructura y tamaño/geometría del tejido a deshidratar.
- El estado de madurez del producto, por su efecto en términos de estructura de la membrana celular, espacio intercelular, compactación del tejido, cantidad de sólidos, etc.
- Factores relacionados con el proceso como la temperatura, el tipo de agente osmótico y la concentración de la disolución osmótica.

a. FACTORES DE ESTRUCTURA

a.1. GEOMETRÍA

La geometría del producto es muy importante ya que variará la superficie por unidad de volumen expuesta a la difusión y esta superficie influye en la velocidad de deshidratación y en la absorción de solutos, puesto que la superficie por unidad de volumen se modifica para

los diferentes tamaños. Por ejemplo, en el caso de cubos o esferas al aumentar el lado o el radio, respectivamente, la superficie por unidad de volumen disminuye y entonces, la pérdida de agua resulta inferior para tamaños superiores (Rocca 2010).

Camacho (2010) comprobó que la pérdida de agua es máxima cuando la manzana deshidratada se prepara en forma de anillos y es mínima para la geometría cubica; de manera análoga, perderán agua más rápido los trozos de piña en forma de cubos de 2 cm, que las rodajas de 10 cm de diámetro; esto es debido a la mayor superficie específica expuesta al jarabe que tiene la de forma cubica. Al respecto, Pérez *et al.* citado por Castello (2007) indican que las geometrías que ofrecen una mayor relación superficie/volumen son los cubos que poseen mayor relación, luego le siguen los cilindros y por ultimo las esferas.

b. FACTORES RELACIONADOS AL PROCESO

b.1. AGENTE OSMÓTICO

El agente osmótico influye en la velocidad de deshidratación, debido a la concentración y composición de este. Teóricamente, existe una gran variedad de solutos (agente osmótico) pero estos deben ser compatibles con los alimentos como el azúcar de mesa, (sacarosa) o jarabes concentrados como la miel de abejas o jarabes preparados a partir de azúcares, ya que estos entran a la fruta fácilmente (Camacho 2010). En el Cuadro 2 se muestra una lista de algunos de los agentes osmóticos y para que alimentos son compatibles.

Cada agente va a ejercer una presión osmótica diferente, el cual muchos autores lo expresan como osmosidad, que es el número de moles de cloruro de sodio por litro necesarias para obtener una solución con la misma presión osmótica de la solución en estudio. En el Cuadro 3 se presenta la osmosidad en algunos solutos, esta osmosidad será mayor si el peso molecular del compuesto es más bajo y su capacidad ionizante es alta; un ejemplo es el cloruro de sodio que pesa 58 g/mol y sus átomos son altamente ionizables en agua, por lo que se constituye en un soluto de alta osmosidad y de hecho desde la antigüedad se empleó en la deshidratación osmótica de pescado y carnes conocidas, y en la actualidad con el pescado salado de Semana Santa o el jamón serrano (Camacho 2010).

Cuadro 2: Lista de agentes osmóticos y su compatibilidad con los alimentos

NOMBRE	USOS	VENTAJAS
Cloruro sódico	Carnes y verduras. Solución superior 10 por ciento	Alto contenido de depresión de a_w
Sacarosa	Frutas	Reduce pardeamiento y aumenta retención de volátiles
Lactosa	Frutas	Sustituyo parcial de sacarosa
Glicerol	Frutas y verduras	Mejora la textura
Combinación	Frutas, verduras y carnes	Características sensoriales ajustadas, combinala alta capacidad de depresión de a_w de las sales con alta capacidad de eliminación de agua del azúcar.

FUENTE: Barbosa – Cánovas y Vega – Mecado, citado por Parzanese (2006)

Cuadro 3: Osmosidad de algunos solutos

SOLUTO	G DE SOLUTO POR 100 G DE SOLUCIÓN				
	1	5	10	15	20
Cloruro de sodio	0.172	0.885	0.832	2.845	3.927
Etanol	0.166	0.611	1.288	2.031	2.285
Cloruro de calcio	0.127	0.688	1.655	2.871	-----
Etilenglicol	0.085	0.460	0.987		
Fructosa	0.030	0.159	0.349	0.550	
Glucosa	0.030	0.159	0.342		
Sacarosa	0.015	0.084	0.181	0.295	0.428

FUENTE: Camacho (2010)

En la investigación hecha por Ceballos citado por Castello (2007), se concluyó que la presencia de iones de calcio en la disolución osmótica durante la deshidratación de paralepípedos de la papaya muestra mayor coeficiente de difusión del azúcar lo cual indicó que el calcio puede reforzar la proporción de ganancia de soluto osmótico.

La concentración del jarabe influye directamente sobre la velocidad, porque al mantener una alta diferencia de concentraciones a lado y lado de la membrana, se incrementa más la presión osmótica, favoreciendo un rápido flujo de agua a través de la membrana en busca del equilibrio (Camacho 2010). Como un ejemplo de la influencia de la concentración del jarabe en la Figura 2 se puede apreciar la reducción del porcentaje de peso (% WR) en función del tiempo, de muestras de manzana en cubos sumergidos en una solución de sacarosa de diferentes concentraciones (en °Brix).

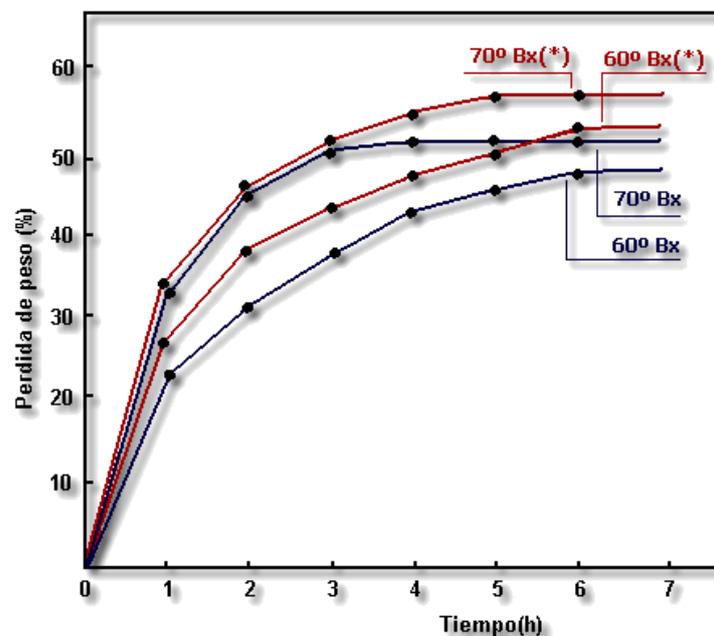


Figura 2: Reducción porcentual de peso (% WR) en función del tiempo, de muestras de manzana tipo Granny Smith en cubos sumergidos en una solución de sacarosa de diferentes concentraciones (°Brix)

FUENTE: Camacho (2010)

Lerici citado por Rocca (2010) encontró que en caso de soluciones muy concentradas de soluto cuando aumentamos la superficie por unidad de volumen, la pérdida de agua aumenta hasta un máximo y luego decrece para los diferentes tamaños mientras que los sólidos

ganados aumentan, esta disminución en la pérdida de agua se atribuye a la formación de una capa superficial de solutos sobre el producto que impide la difusión de agua hacia la solución.

b.2. EFECTO DE LA TEMPERATURA

Este es el parámetro más importante que afecta la cinética de pérdida de agua y la ganancia de solutos, debido a que el aumento de la temperatura del sistema va a producir cambios en la permeabilidad de la pared celular y en la fluidez del jarabe. El aumento de la permeabilidad produce una mayor velocidad de deshidratación, debido a la mayor movilidad de las moléculas y a la pérdida de la selectividad de la membrana, produciendo un mayor intercambio de agua que sale de la fruta, pero también un mayor ingreso de solutos o componentes del jarabe. El aumento de la temperatura también aumenta la fluidez del jarabe debido a que es menos espeso permitiendo un contacto más íntimo con las paredes de las células (Camacho 2010). En la Figura 3 se puede apreciar la reducción porcentual de peso (% WR) en función del tiempo, de muestras de manzana en cubos sumergidos en una solución de sacarosa de 60 °Brix mantenida a diferentes temperaturas.

Según Rocca (2010), la temperatura crítica a la cual se produce la variación en la permeabilidad de la membrana depende de las distintas especies, pero se estima que para frutihortícolas rondas en el rango de (50 °C - 55 °C), aproximadamente.

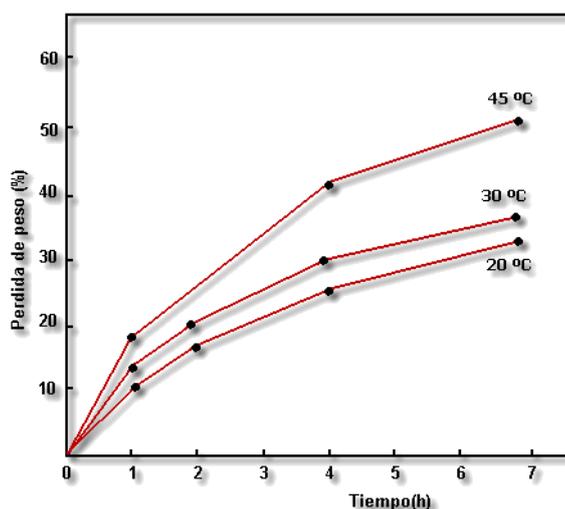


Figura 3: Reducción porcentual de peso (% WR) en función del tiempo, de muestras de manzana tipo Granny Smith en cubos sumergidos en una solución de sacarosa de 60°Brix mantenida a diferentes temperaturas

FUENTE: Camacho (2010)

b.3. EFECTO DE LA AGITACIÓN

La agitación periódica en el sistema también produce un importante aumento en la velocidad de deshidratación, esto se debe que, en un sistema sin agitación, a medida que avanza el tiempo de contacto de la fruta con el jarabe, esta se va rodeando de su propia agua, la cual se va difundiendo lentamente hacia el jarabe concentrado, generando que la velocidad de salida de agua sea menor debido a una disminuya de la diferencia de concentraciones entre el jarabe y la pared celular de la fruta. En el caso de un sistema con agitado durante intervalos de tiempo establecidos, el agua que ha salido es retirada del contacto directo con la pared y es reemplazada por jarabe concentrado permitiendo el establecimiento de una alta diferencia de concentración entre el jarabe y la pared celular de la fruta, aumento de la velocidad de deshidratación. De igual forma se ha detectado un menor ingreso de soluto al interior de la fruta si se mantiene la agitación constantemente, esto se podría explicar por la dificultad que produce el flujo de agua que sale de la fruta a las moléculas de soluto que traten de ingresar, es decir el soluto iría en contra de la corriente del agua de la fruta (Camacho 2010).

A pesar de que la agitación ayuda al proceso de deshidratación existen casos en que puede dañarse el producto y debe evitarse, es por ello que se prefiere el uso de los agitadores orbitales (que oscilan sobre rulemanes) que los agitadores mecánicos de paletas (Rocca 2010).

c. FACTORES DE LA MATERIA PRIMA

La variabilidad en los resultados obtenidos en el proceso de deshidratación osmótica entre los diferentes productos depende de diferentes factores que están conectados directamente con la fruta como: la compacidad de los tejidos, contenido inicial de sólidos solubles e insolubles, espacios intercelulares, presencia de gas en el interior de los tejidos, relación entre fracciones de diferentes pectinas (pectinas solubles en agua y protopectinas) y niveles de gelificación de pectinas (Shi y Maupoey, citado por Rocca 2010). Adicionalmente, Camacho (2010) considera otros factores como: la permeabilidad y características estructurales como la porosidad, arreglo de células, orientación de fibras y tipo de piel de las paredes o membranas celulares como factores de importancia. Además, Rocca (2010) también considera como factores de interés pretratamientos como la congelación y el escaldado que pueden afectar la cinética de deshidratación osmótica.

Pérez (2003) indicó que el caso de la pera (variedad Blanquilla) el estado de madurez tiene un efecto significativo sobre la estructura del tejido en términos de estructura de la membrana celular, espacios intracelulares, compactación del tejido, aire ocluido, cantidad de sólidos insolubles, entre otros.

En la investigación hecha por Camacho (2010), se demostró cómo afecta el tipo de fruta en la deshidratación osmótica al observar que trozos de piña en jarabe pierden mayor cantidad de agua que las rodajas de banano en el mismo tiempo, debido a la estructura más "apretada" y la mayor cantidad de almidones que posee el banano. Otro ejemplo, es el estudio realizado por Lazarides *et al.* citado por Castello (2007) al comparar tejidos de manzana y patata durante el proceso de deshidratación osmótica en el cual se encontraron diferencias significativas debido a la alta porosidad intracelular del tejido de manzana comparado con el tejido de patata.

2.3.2. EFECTOS DEL PROCESO DE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA EN LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES

a. EFECTO EN EL COLOR

Durante el proceso de deshidratación osmótica se han visto muchos cambios en el color de los alimentos, el mecanismo de estos cambios posiblemente sea debido a la alteración física del material, como por ejemplo cambios en la opacidad que afectan al índice de refracción (Pérez 2003).

Según Chiralt & Talens citados por Castello (2007), las causas principales de los cambios en la transparencia y color son debido a cambios físicos y químicos que son:

- Degradación y pérdida de pigmentos de las frutas y desarrollo de pardeamiento enzimático y no enzimático durante el proceso.
- La pérdida de agua implica no sólo un aumento en la concentración efectiva de pigmentos, lo que potenciaría la absorción selectiva de la luz, sino también un mayor índice de refracción en la fase líquida del tejido, lo que promovería la reflexión en la superficie; estos dos efectos simultáneos podrían causar efectos divergentes en los atributos del color (especialmente claridad y croma) dependiendo del producto.
- El intercambio de la fase gas por líquido externo cerca de la superficie de la muestra debido a la acción de mecanismos hidrodinámicos (HDMs), este cambio

induce índices de refracción en el tejido más homogéneo, lo que promueve la absorción de la luz en contraposición a la dispersión, provocando como consecuencia una mayor transparencia en el producto.

Los estudios donde la deshidratación osmótica se ha utilizado como tratamiento previo al secado por aire caliente muestran que los productos obtenidos son de excelente calidad, dado que se minimiza el daño por calor y se reduce la decoloración del producto final sin necesidad de aditivos (Pérez 2003). Quijano (2011) también menciona que este pretratamiento osmótico mejora la retención de color, baja el nivel de degradación de la vitamina C, mejora la estabilidad al modificar la composición de azúcar en la fruta, es decir aumentándola.

b. EFECTO EN EL SABOR

Durante el proceso de deshidratación osmótica una de las cualidades que más se ve beneficiada es el aroma y el sabor porque se potencia el contenido de azúcares y compuestos furánicos, piránicos y ésteres principalmente, reteniéndose estos en los tejidos, mientras que los compuestos carboxílicos y algunos alcoholes se eliminan hacia la solución osmótica, debido probablemente a las diferentes solubilidades de estos compuestos en el agua (Torreggiani *et al.*, citado por Quijano 2011) lo que permite un sabor y aroma más agradable. Por ello, se puede decir que, en general, la deshidratación osmótica puede incrementar la aceptabilidad por parte del consumidor de frutas mínimamente procesadas, al proporcionar al producto sabores más agradables al paladar y mejorando la aceptación de frutas ácidas (Pérez 2003).

Rocca (2010) menciona también la aparición de sabores indeseables durante los procesos industriales por el reciclado excesivo de la solución utilizada (agente osmótico) como también debido a que el proceso de osmosis no se finaliza antes de alcanzar el equilibrio.

c. EFECTO EN LA TEXTURA

La transferencia de masa durante la deshidratación osmótica ocurre a través de las membranas y paredes celulares procedimiento que puede llevar a cabo cambios significativos en la arquitectura de los tejidos y por ende en la textura. Durante la remoción osmótica de agua de los alimentos, el frente de deshidratación se mueve desde la superficie que está en contacto con la solución hacia el centro, logrando que el esfuerzo osmótico

asociado puede conllevar a la desintegración celular. La causa más probable del daño celular puede atribuirse a la reducción de tamaño causada por la pérdida de agua durante la deshidratación osmótica, resultando en la pérdida de contacto entre la membrana celular externa y la pared celular (Rastogi *et al.*, citado por Rocca 2010) y obteniendo una apariencia rugosa en el producto.

La utilización de la deshidratación osmótica como pretratamiento antes de un proceso de secado, puede llegar a mejorar la calidad sensorial y nutricional del producto final debido a que se limita el daño causado por las elevadas temperaturas, mejorando la textura, la retención de vitaminas, el mantenimiento de sabor, aroma y estabiliza el color (Riva *et al.*, citado por Pérez 2003).

Según Ceballos (2012), durante la deshidratación de alimentos por aire caliente existe un colapso en la estructura debido a la remoción de agua y un desbalance en la presión producida entre la parte interna y externa del material del alimento causando encogimiento, deformación, cambios en la porosidad y en algunos casos fractura. Sin embargo, Ceballos (2012) también afirma que el uso del osmodeshidratado como pre tratamiento reduce el tiempo de secado y conserva las propiedades de la fruta o verdura, manteniendo el color, mejorando la textura y protegiendo el contenido de vitaminas.

2.4. ANÁLISIS SENSORIAL

Según Hernandez (2005), el Instituto de Alimentos de EEUU (IFT), define la evaluación sensorial como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído”. En otras palabras, el análisis sensorial o evaluación sensorial es el análisis de los alimentos u otros materiales a través de los sentidos.

2.4.1. TIPOS DE PRUEBAS APLICADOS A ALIMENTOS

a. PRUEBAS ANALÍTICAS DISCRIMINATIVAS

Las pruebas discriminativas consisten en comparar dos o más muestras de un producto alimenticio, en donde el panelista indica si se percibe la diferencia o no, además se utilizan estas pruebas para describir la diferencia y para estimar su tamaño. Las pruebas discriminativas se clasifican en: pruebas de diferenciación y pruebas de sensibilidad (Hernández 2005).

Las pruebas de diferenciación se aplican al comparar dos y cinco muestras entre sí, a la vez, entre las más conocidas tenemos: comparación de pares, prueba de dúo-trío y prueba triangular. En cambio, las pruebas de sensibilidad se emplean para el entrenamiento de panelistas, en donde se determina la habilidad de cada uno de los panelistas para el reconocimiento y percepción de los cuatro sabores básicos (Ibáñez 2000).

b. PRUEBAS DESCRIPTIVAS

Estas pruebas permiten conocer las características del producto alimenticio y las exigencias del consumidor. A través de las pruebas descriptivas se realizan los cambios necesarios en las formulaciones hasta que el producto contenga los atributos para que el producto tenga mayor aceptación del consumidor. Las pruebas analíticas descriptivas se clasifican en: escalas de clasificación por atributos y en pruebas de análisis descriptivo (Hernández 2005).

La prueba de escala de atributos nos permite evaluar los atributos de un producto alimenticio, se consigue describirlo, conocerlo y cuantificarlo, para posteriormente evaluar su aceptación por parte del consumidor. Por otro lado, de la prueba de análisis descriptivo nos permite detectar pequeños cambios en el atributo del producto que está siendo evaluado (sabor, olor, color, entre otros). Se aplica entonces para desarrollar y mejorar sabores en los productos alimenticios para hacerlos más agradables y también se emplea esta prueba para detectar olores desagradables. Se utiliza un panel de panelistas entrenaos y semientrenados (Hernández 2005).

Según Varela *et al.* (2015), existen nuevos métodos descriptivos como:

- Evaluación de atributos específicos:
 - *Flash Profiling* o Perfil Flash.
 - CATA (*Check-all-that-applies*) o Marque todo lo que corresponda.
- Evaluación de similitudes y diferencias globales entre productos usados mayormente para metodologías “holísticas”:
 - *Sorting* o Clasificación.
 - *Projective Mapping (Napping)* o Mapeo Proyectivo.
- Comparación con referencias:
 - PSP (*Polarized sensory positioning*) o Posicionamiento sensorial polarizado.
 - *Pivot Profile*
- Descripción libre de los productos:

– Preguntas abiertas.

c. PRUEBAS AFECTIVAS

Las pruebas afectivas, son pruebas en donde el panelista expresa el nivel de agrado, aceptación y preferencia de un producto alimenticio, puede ser frente a otro. Se utilizan escalas de calificación de las muestras (Hernández 2005).

Una de las pruebas más utilizadas es la prueba de preferencia, se emplean para definir el grado de aceptación y preferencia de un producto determinado por parte del consumidor, por esta razón esta prueba se aplica en la formulación de nuevo productos. Para estas pruebas se requiere de un grupo bastante numeroso de panelistas los cuales no necesariamente tienen que ser entrenados (Ibáñez 2000).

c.1. PRUEBA DE PREFERENCIA

Angulo y O'Mahony (2009) definen la prueba de preferencia como una escala ascendente o descendente que ordena las muestras de acuerdo a tu preferencia o gusto. Esto permite evaluar la dirección de preferencia, sin embargo, no se puede establecer el tamaño de la preferencia. Según Avagnina y Catania (2007), la prueba de preferencia se interesa en el placer producido por un estímulo dado, esta prueba se utiliza para medir en interés o preferencia por un nuevo producto o un producto de la competencia. Como jueces se eligen a los consumidores y es necesario efectuar la prueba en lugares lo más parecidos a las condiciones de consumo. Como inconveniente podemos decir que no informan sobre la magnitud de las diferencias de preferencia.

Según Domínguez (2007), las pruebas de preferencia se dividen en dos tipos la prueba de preferencia pareada donde solo existen dos códigos (dos muestras), y la prueba de categoría de preferencia que se evalúan múltiples productos (tres o más muestras).

Según Angulo y O'Mahony (2009), las pruebas de preferencia son ampliamente utilizadas en el lanzamiento de nuevos productos y en estudios de mercado en la industria alimenticia y esto se debe según Hernández (2005), por su fácil organización y realización, por su análisis estadístico sencillo y por qué no se requiere un entrenamiento de panelistas, se aplica a consumidores. Pero su principal desventaja es que no se conoce la magnitud de la preferencia y la razón de ella.

2.5. SECADO

Según Fito *et al.* (2011), el secado es una técnica de conservación de alimentos basado en la eliminación de agua de los mismos para darles estabilidad microbiana, reducir reacciones químicas deteriorativas y reducir los costos de almacenaje y transporte. Las razones para deshidratar son múltiples, pero algunas son las siguientes:

- Facilidad de manipulación en algún tratamiento posterior.
- Permite la utilización satisfactoria del producto final.
- Redice los costos de transporte.
- Aumenta la capacidad de otros aparatos o instalaciones de proceso.
- Conserva el producto durante el almacenamiento y transporte.
- Aumenta el tiempo de vida del producto.

2.5.1. CURVA DE SECADO

En general el tipo de datos experimentales que se obtienen en una investigación de secado constituyen una relación de valores de contenido de humedad en función del tiempo bajo determinadas condiciones de secado (como temperatura del bulbo seco, velocidad del aire, humedad relativa, etc). Con esta información se genera la curva de velocidad de secado (Fito *et al.* 2011). En la Figura 4 se muestra las etapas del secado.

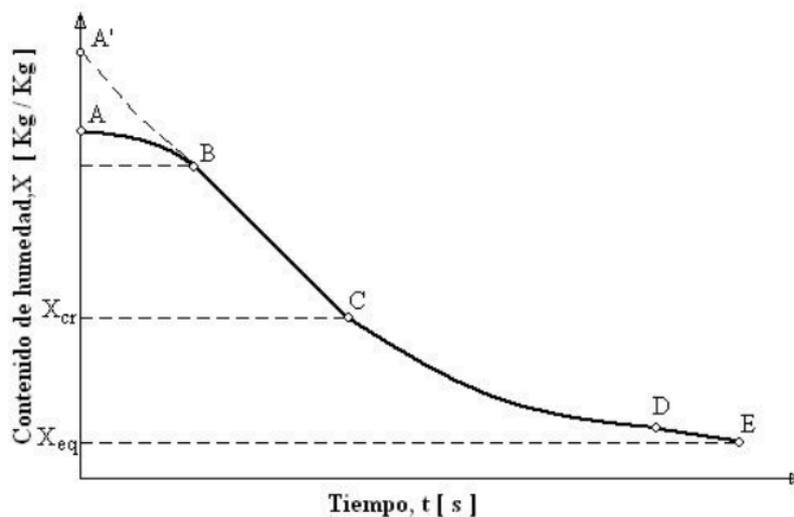


Figura 4: Etapas del secado

FUENTE: Fito *et al.* (2011)

Según Fito *et al.* (2011), la curva de secado tiene tres periodos:

- Periodo de inducción (A-B): es el periodo donde la curva aumenta ligeramente, es el inicio del secado, donde la velocidad de evaporación aumenta hasta llegar al punto B donde la temperatura superficial del alimento alcanza el valor de equilibrio. Sin embargo, si la temperatura del alimento está bastante caliente al principio de la operación el proceso inicia en el punto A´.
- Periodo a velocidad constante (B-C): acá el proceso de secado tiene una velocidad constante y se mantiene así hasta llegar al punto C (punto crítico), donde se manifiesta la humedad crítica (X_{cr}). Acá la curva de secado pasa de tener una forma lineal a una forma asíntota.
- Periodo a velocidad decreciente (C-E): la curva de secado tiene una forma asíntota y decae rápidamente hasta llegar al punto D (punto de equilibrio), donde se manifiesta la humedad de equilibrio (X_{eq}) que es valor mínimo de humedad en el proceso de secado esto quiere decir que el punto E nunca es tocado.

2.6. ISOTERMA DE ADSORCIÓN

Una isoterma de adsorción es la representación de la relación, en el equilibrio, entre la cantidad adsorbida y la presión a una temperatura constante (Viades 2007). Otro concepto sobre la isoterma de adsorción es: La isoterma adsorción relaciona el contenido de humedad de un alimento versus la actividad de agua a temperatura constante, es decir, que a partir de esta curva se puede determinar cuál es la actividad de agua contenida en el producto final (Poaquiza 2008). En la Figura 5 se muestra la curva típica de la Isoterma de adsorción.

Como se puede ver en la Figura 5, el tipo 1 corresponde a la isoterma de Langmuir que describe la adsorción monomolecular de gas sobre un sólido poroso, el tipo 2 es la isoterma conocida como sigmoide característica de productos solubles, muestra una tendencia asíntotica conforme la actividad de agua se acerca a la unidad. La isoterma tipo 3 o de Flory-Huggings se encuentra en la adsorción de un disolvente o plastificante como el glicerol. El tipo 4 muestra la adsorción por un sólido hidrófilo “hinchable”, hasta que se alcanza el máximo de sitios de hidratación. Finalmente, el tipo 5 llamado isoterma BET por Brunauer, Emmett y Teller que representa la adsorción multimolecular observada en la adsorción de vapor de agua sobre carbón. Los perfiles de isotermas más frecuentes en alimentos son los tipos 2 y 4 (Viades 2007).

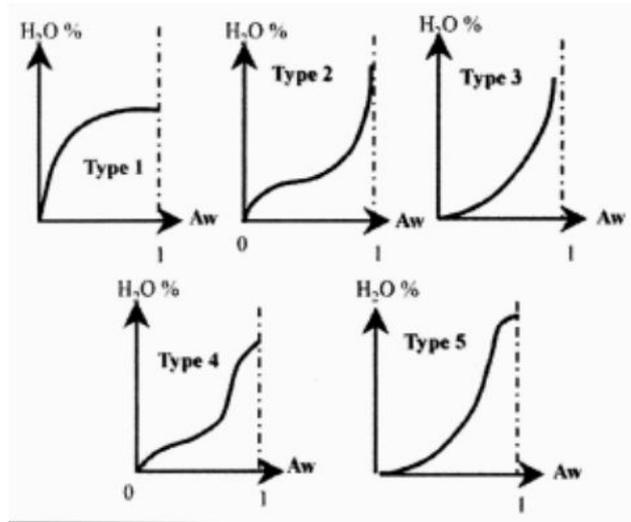


Figura 5: Tipos de isothermas de adsorción

FUENTE: Viades (2007)

Para ajustar las curvas isothermas experimentales, se han propuesto varios modelos matemáticos. Hasta hace unos años, el modelo con mayor aplicación en alimentos era la ecuación isoterma de Brunauer, Emmett y Teller (BET) (Viades 2007). Pero la ecuación de B.E.T es aplicado para valores de aw entre 0-0.5 mientras que la ecuación de G.A.B puede aplicarse para valores de actividad de agua superiores a este rango (Poquiza 2008).

Según Poquiza (2008), La ecuación de G.A.B, se presenta a continuación:

$$m = \frac{C K m_0 a_w}{(1 - K a_w)(1 - K a_w + C K a_w)}$$

Dónde:

m= humedad de equilibrio

m₀= valor de monocapa

C = constante de Guggenhiem relacionado con el calor de sorción de la primera capa

K= factor de corrección de las propiedades de la molécula en multicapa con respecto al seno del liquido

a_w = actividad de agua

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El trabajo de investigación se realizó en la planta piloto de Tecnología de Alimentos y Productos Agropecuarios (TAPA), en los laboratorios de físico química y de evaluación sensorial, e instalaciones pertenecientes a la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) durante el periodo de enero a agosto del 2018.

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1. MATERIA PRIMA

Se utilizaron 200 kg. de manzana (*Malus communis* var. *delicius*) las que se acopiaron en la provincia Calango en Cañete.

a. INSUMOS

- Azúcar (sacarosa) blanca refinada industrial.
- Ácido cítrico grado técnico, adquirida en la empresa FRUTAROM PERU S.A.C.
- Bisulfito de sodio grado técnico, adquirida en la empresa ESENCIAS QUÍMICAS S.A.C.

b. REACTIVOS

- Sulfato de sodio grado técnico, adquirido de la empresa MM CORP. MARCOS.
- Sulfato de cobre hidratado grado técnico, adquirido de la empresa MN CORP. MARCOS.
- Éter etílico o dietílico grado técnico, adquirido de la empresa MM CORP. MARCOS.
- Éter de petróleo grado técnico, adquirido de la empresa MM CORP. MARCOS.

Otros, indicados en los métodos de análisis

3.2.2. EQUIPOS Y MATERIALES

- Equipo de deshidratación osmótica: Baño María de acero inoxidable termorregulador - Marca MAGNI - Modelo WHIR BLUE – Serie Island 60406 – EE.UU.

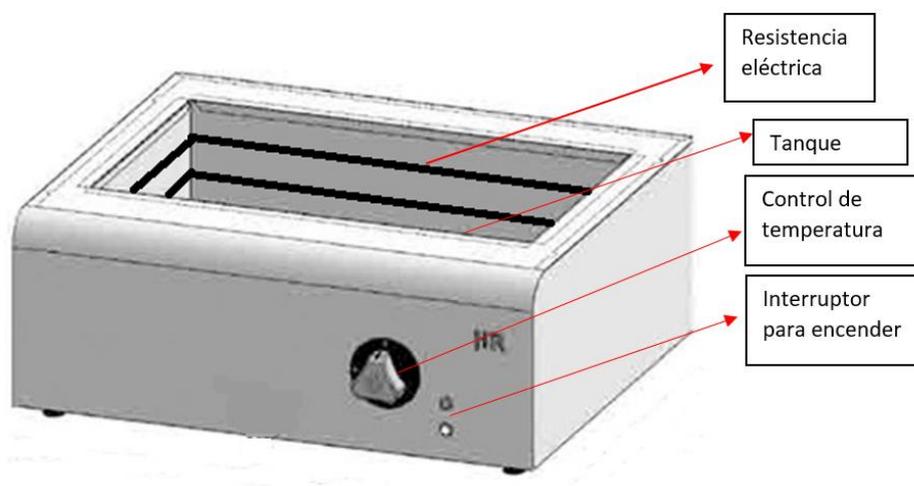


Figura 6: Baño María de acero inoxidable

- SECADOR - Marca RETER - Modelo DRR-200 - Serie 1191101 - Perú.
- Cortadora eléctrica de embutidos - Marca ARING MACHINE – Modelo HOBART - Serie 84145 - EE. UU.
- Mesa de acero inoxidable.
- Utensilios (Tinas, ollas, tazones, probeta, baqueta, vaso precipitado, entre otros) en vasos precipitados.
- Selladora de bolsas - Marca MONTEFLOR - Modelo SEATER TIMER – Serie 2255465 – Perú.
- Balanza capacidad de 0 -150kg – Marca AE ADAM - Modelo SORES - EE. UU.
- Balanza precisión digital de 2 kg – Marca OHAUS – Modelo SCOUT PRO – México.
- Potenciómetro digital de mesa – Marca JENWAY - Modelo 3510 - Reino Unido.
- Cocina - Marca CENTROGAS O.G. – Perú.
- Refractómetro (0-50 por ciento y 100-50 por ciento)- Marca SPECTRONIC INSTRUMENT UNICAM - Modelo HB 118 y HB 115 - EE. UU.
- Determinador de humedad por infrarrojo - Marca OHAUS - Modelo HALOGEN – Serie MB35 – México.

- Material de vidrio (Bureta, fiolas, matraces, beakers, pipetas, tubos de ensayo, balón, etc).
- Determinador de actividad de agua - Marca AGUALAB DEW POINT MOISTURE ANALYZER – Modelo 4TEV DUO - EE. UU.
- Piscetas.
- Mufla - Marca LABOR MUSZERIPARI – Modelo MUREK - Alemania.
- Destilador semimicro-Kjeldahl.
- Matraz de digestión semimicro – Kjeldahl.
- Equipo Soxhlet.
- Estufa - Marca ISOTEMP FISHER SCIENTIFIC - Modelo 252.A – EE.UU.
- Materiales de cuarzo (mortero, capsula y embudo Buchner).
- Desecador de vidrio.

a. MATERIALES PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL

- Agua de mesa embotellada.
- Vasos de plástico.
- Platos descartables.
- Cartillas de evaluación.

3.3. MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.3.1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

- Humedad: Método de la AOAC (2005). Método 934.06.
- Cenizas: Método de la AOAC (2005). Método 940.26.
- Fibra bruta: Método de la AOAC (2005). Método 930.10.
- Proteína: Método micro kjeldahl, recomendado por la AOAC (2005). Método 920.152.
- Grasa: Método de la AOAC (2005). Método 930.09.
- Sólidos solubles: Con refractómetro, recomendado por la AOAC (2005). Método 931.12.
- Rendimiento: osmódeshidratado /materia prima, espesor de corte/materia prima, concentración de jarabe/materia prima, actividad de agua/ materia prima.

- Medición de la actividad de agua: las muestras de manzana osmodeshidratadas se cortaron y pesaron para colocarse en el Equipo AGUA LAB con un peso promedio de 0.5-1gr, luego se procedió a su medición.
- Proceso de osmodeshidratado: la manzana ya pelada y cortada en rodajas se sumergió en vasos precipitados llenos con jarabe de sacarosa y posteriormente se colocaron en el tanque de un Equipo de Baño María (Ver Figura 6), con el controlador de temperatura y un termómetro manual se regulo la temperatura del equipo hasta que la temperatura del jarabe fue de 45 °C, cuando se logre esto se mantuvo la temperatura constante y se agito el medio osmótico cada 30 minutos.
- Isotherma de adsorción: se realizó la siguiente metodología recomendado por Talens (2010), la mejor muestra de manzana tratada osmóticamente fue trozada, pesada y acondicionada en placa Petri y colocada dentro de campanas de desecación, las que contienen diferentes soluciones saturadas que al alcanzar la humedad de equilibrio a una temperatura constante de 20 °C imparten humedades relativas conocidas. El ajuste se realizó aplicando la ecuación de G.A.B.
- Curva de secado: se registró las pérdidas de peso durante el proceso de secado, con estos datos y la humedad de equilibrio obtenida de la isoterma de adsorción, se obtuvieron las curvas de secado: variación del contenido de humedad en función del tiempo y velocidad de secado en función al contenido de humedad; para ello se siguieron las recomendaciones de Ocampo (2006).

3.3.2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

- Numero de mohos y levaduras: Método recomendado por la ICMSF (1986) y por la A.O.A.C (1997).
- Numeración de bacterias aerobias mesófitas viales: Método recomendado por la A.O.A.C (1997).

3.3.3. ANÁLISIS SENSORIAL

Se aplicó la prueba de preferencia (que es una prueba afectica), que permitió ordenar las rodajas de manzana según la aceptación, rechazo, preferencia o nivel de agrado del panel sensorial. El panel fue conformado por 100 jueces que fueron consumidores y para su selección, previamente se realizó un procedimiento que se presenta en el Anexo 1, de este modo se determinó el perfil del público objetivo.

a. PARA DETERMINAR EL ESPESOR ADECUADO

Las rodajas de manzana osmodeshidratada con 0.5 cm, 0.75 cm y 1 cm de espesor fueron analizadas de acuerdo a dos características sensoriales importantes: textura y aspecto sensorial. Con respecto a la textura se analizó el descriptor sensorial de la dureza. En el Anexo 2 se muestra la plantilla que se utilizó.

b. PARA DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES ADECUADA DE LA SOLUCIÓN OSMÓTICA

Las rodajas de manzana osmodeshidratada sumergidas en tres concentraciones de jarabe diferentes: 30, 40 y 50 °Brix, fueron analizadas de acuerdo a dos características sensoriales importantes: sabor y aspecto general. Con respecto al sabor se analizó el descriptor sensorial del dulzor. En el Anexo 3 se ve la plantilla que se utilizó.

c. PARA DETERMINAR LA ACTIVIDAD DE AGUA ADECUADA

Las rodajas de manzana osmodeshidratada con una actividad de agua de 0.68, 0.71 y 0.74, fueron analizadas de acuerdo a dos características sensoriales importantes: textura y aspecto general. Con respecto a la textura se analizó el descriptor sensorial de la dureza. En el Anexo 4 se ve la plantilla que se utilizó.

3.3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados de la evaluación sensorial fueron analizados estadísticamente mediante la prueba no paramétrica de Friedman y comparaciones múltiples de rango para determinar las diferencias significativas entre ellos.

3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.4.1. DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES PARA LA OBTENCIÓN DE MANZANA OSMODESHIDRATADA

En la Figura 7, se muestra el flujo de operaciones para obtener osmodeshidratado de manzana (*Malus communis* var. *delicious*) en rodajas. El procedimiento es detallado a continuación.

a. RECEPCIÓN

Las manzanas fueron recepcionadas y pesadas a fin de evaluar el rendimiento. Las manzanas utilizadas fueron de cuarta y quinta categoría con diámetro promedio de 65mm, de acuerdo a una escala comercial de 8 categorías que se aplica en el comercio nacional, basado en el tamaño de la manzana.

b. SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN

En la selección de la materia prima se eliminaron aquellas manzanas que presentaron daño físico o microbiológico, las que tenían golpes y magulladura, pliegues o arrugas, cicatrices, rajaduras, putrefacción, entre otros. Para efecto de esta investigación se trabajó con manzana de cuarta y quinta categoría equivalente a un diámetro de 6 a 7 cm, respectivamente.

c. LAVADO/DESINFECTADO

Las manzanas fueron lavadas en depósitos de acero inoxidable y en forma manual, luego se procedió a la desinfección sumergiendo las manzanas en una solución hipoclorito de sodio a 120 ppm de Cloro Libre Residual (C.L.R) por 5 minutos recomendado por Guevara (2002) a fin de reducir la posible carga microbiana.

d. PELADO/ RODAJADO

Las manzanas fueron peladas manualmente con un cuchillo de acero inoxidable que previamente fue desinfectado en una solución de hipoclorito de sodio con una concentración 150 ppm de C.L.R por 5 minutos (todos los utensilios y equipos usados en el procesamiento pasaron por el mismo proceso de desinfección). Las manzanas peladas pasaron a ser cortadas en la cortadora mecánica en tres espesores distintos: 0.5 cm, 0.75 cm y 1 cm, que es el parámetro en estudio.

e. BLANQUEADO QUÍMICO

Se realizó una solución de agua con bisulfito de sodio al 0.25 por ciento y ácido cítrico hasta un pH de 3.5. En esta solución se sumergieron las rodajas de manzanas por 3 a 5 minutos (Guevara 2002). Esta operación permitió la inactivación de las enzimas polifenoloxidasas que provocan el pardeamiento enzimático, y así evitamos la aparición de colores indeseables en el producto final.

f. OSMOSIS

Las rodajas de manzanas fueron sumergidas en un jarabe de sacarosa previamente elaborado, a una temperatura de 45 °C, temperatura recomendada por Camacho (2010) y con agitación cada 30 min durante 3-5 segundos para mejorar la velocidad de transferencia de masa. El equipo utilizado fue el Baño Maria, ya que permite mantener la temperatura del jarabe constante. Las muestras de manzanas fueron sumergidas en soluciones de azúcar con una concentración de sólidos solubles de: 30, 40 y 50 que es parámetro en estudio, por un periodo de 0 a 6 horas midiendo la ganancia de sólidos solubles cada 30 minutos.

g. ESCURRIDO

Las rodajas de manzana fueron extraídas del jarabe y lavadas por chorros de agua potable por unos segundos para evitar que el producto este meloso.

h. SECADO

Las rodajas de manzana fueron colocadas en las bandejas del secador con una densidad de carga de hasta 1 kg/m², una temperatura de 60 °C y una velocidad de aire de 1 m/s², hasta que lleguen a una actividad de agua de: 0.68, 0.71 y 0.74, que es parámetro en estudio.

i. ENVASADO

Después del secado el producto fue envasado en recipientes de polipropileno de 10-25 g aproximadamente, hasta la evaluación sensorial.

j. ALMACENAMIENTO

El producto fue almacenado en un ambiente fresco a temperatura ambiente promedio de 20 °C.

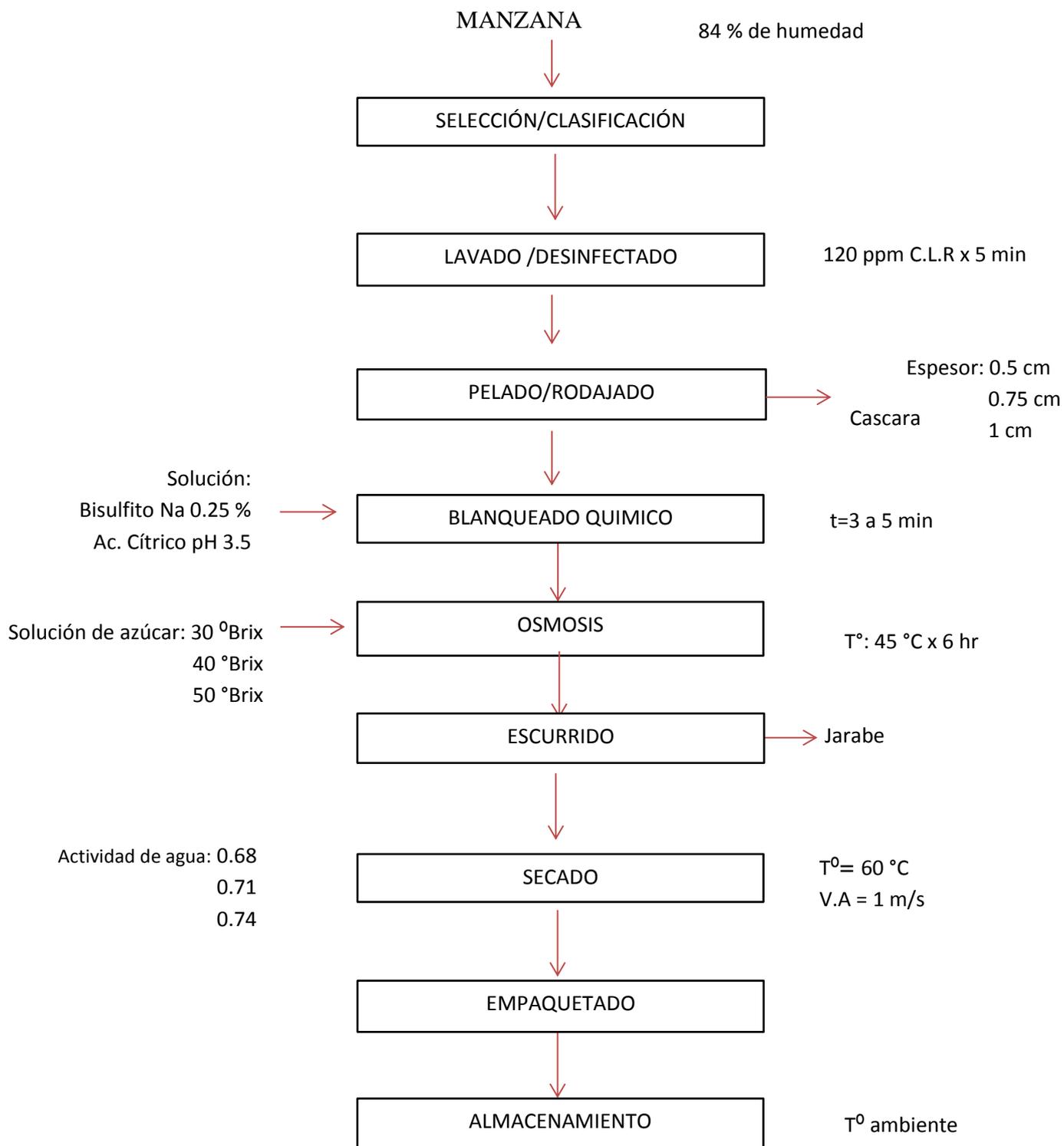
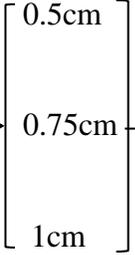
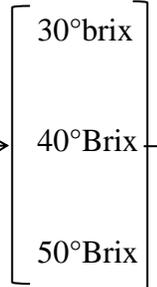
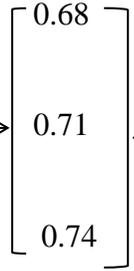


Figura 7: Flujograma de osmodeshidratado de manzana delicia procedente de Calango

3.4.2. ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN

En el Cuadro 4 se presenta el esquema experimental seguido.

Cuadro 4: Esquema experimental

ETAPAS DEL PROCESO	MATERIA PRIMA	CORTADO	OSMOSIS	SECADO	CARACTERIZACIÓN
Tratamiento	Manzana →				

«continuación»

Variables	Sólidos Solubles del producto	Espesor (cm)	Sólidos solubles de la solución osmótica	Actividad de agua	
Controles	-Análisis proximal -Humedad (%) -pH	Decisión: Evaluación sensorial con consumidores. Control: -Rendimiento (%) -Sólidos solubles del producto.	Decisión: Evaluación sensorial con consumidores. Control: -Sólidos solubles del producto -Rendimiento (%)	Decisión: Evaluación sensorial con consumidores. Control: -Rendimiento (%) -Humedad (%)	-Análisis proximal -Humedad (%) -Numeración de mohos y levaduras -Numeración AMV -Isoterma de adsorción -Curva de secado

a. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

a.1. FÍSICO QUÍMICAS

Con el objetivo de cuantificar los componentes de interés para la investigación de la manzana (*Malus communis* var. *delicius*) se realizó los siguientes análisis: Humedad, proteína, grasa, fibra, ceniza, °Brix y pH.

a.2. FÍSICAS

Las frutas de manzana se caracterizaron en: color de la pulpa y cascara, longitud, diámetro y peso promedio.

a.3. RENDIMIENTOS PROMEDIO

Se determinaron los rendimientos promedios de cascara y pulpa con corona.

b. DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DE LA RODAJA DE MANZANA

Las manzanas se cortaron en tres espesores diferentes que son 0.5 cm, 0.75 cm y 1 cm, el corte se realizó de forma perpendicular a la longitud de la corona. Las manzanas pasaron por un proceso de osmodeshidratado donde los parámetros constantes fueron:

- Relación de materia prima: zumo concentrado 1:4 (p/p) (Camacho 2010).
- Concentración de sólidos solubles en la solución osmótica es de 40.
- Temperatura 45 °C durante el proceso de osmosis (Camacho 2010).
- Deshidratación osmótica a presión atmosférica por 6 horas.
- Temperatura de secado de 60 °C (Dávila 2005).
- Humedad final del producto 15 por ciento.

Para determinar la influencia del espesor en la textura y la presentación del producto final, las muestras fueron sometidas a evaluación sensorial (ítem 3.3.3). Adicionalmente se evaluó el rendimiento del proceso (%) y el contenido de sólidos solubles en el producto.

De este modo se seleccionó la muestra con el mejor espesor para continuar con la investigación.

c. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CONCENTRACIÓN Y TIEMPO DE OSMOSIS EN EL PROCESO DE OSMODESHIDRATADO

Durante el procedimiento, los parámetros que se mantuvieron constantes fueron:

- Temperatura de 45 °C durante el proceso de osmosis.
- Relación de materia prima: zumo concentrado 1:4 (p/p) (Camacho 2010).
- Deshidratación osmótica a presión atmosférica por 6 horas.
- Temperatura de secado de 60 °C (Dávila 2005).
- Humedad final del producto de 15 por ciento.

Se experimentó con jarabe de sacarosa a 3 concentraciones (30, 40 y 50 °Brix). Primero se determinó el tiempo de osmosis para las tres concentraciones en estudio, para lo cual se realizó un proceso de osmodeshidratado y se tomó dos muestras (de cada concentración de sólidos solubles en estudio) cada 30 minutos hasta cumplir las 6 horas, donde se midió la ganancia de sólidos con estos datos se elaboró la curva de osmosis y se determinó el tiempo final del proceso de osmosis para cada concentración.

Con el tiempo final de osmosis establecido, se procedió a determinar la mejor concentración de sólidos solubles del jarabe (solución osmótica). Para lo cual las muestras fueron sometidas a una evaluación sensorial (ítem 3.3.3), donde se evaluó el sabor y presentación del producto final. Adicionalmente se evaluó el rendimiento del proceso (%) y el contenido de sólidos solubles del producto.

De este modo se seleccionó la mejor concentración de sólidos solubles de la solución osmótica para el proceso y así continuar con la investigación.

d. DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE AGUA FINAL DE LA RODAJA DE MANZANA

Las rodajas de manzana se colocaron en las bandejas del secador a una densidad de carga de hasta 1 kg/m² y secadas a 60 °C.

En esta investigación se estudiaron 3 actividades de agua que son 0.68, 0.71 y 0.74 y se determinó su influencia en la satisfacción y presentación del producto final. Las muestras fueron sometidas a evaluación sensorial (ítem 3.3.3) donde se evaluó la textura y aspecto

general del producto. Adicionalmente, se evaluó el rendimiento final (%) y el porcentaje de humedad del producto.

e. EVALUACIÓN DEL PRODUCTO FINAL

Se llevó a cabo en la mejor muestra previamente seleccionada en la que se realizaron los siguientes controles: análisis proximal, humedad, Isotherma de adsorción y Curva de secado.

Y para verificar sobre las buenas prácticas de manufactura durante la elaboración se consideró como análisis microbiológico: numeración de mohos y levaduras, y microorganismos aerobios mesofilos viables.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

4.1.1. FÍSICO QUÍMICAS

En el Cuadro 5 se presentan las características fisicoquímicas de la manzana (*Malus communis* var. *delicius*). Se encontró 84.9 por ciento de agua, 0.4 por ciento de proteínas y 0.8 por ciento de fibra, coincidiendo con lo reportado por FAO (2016) de 85 y 0.3 por ciento de agua y proteína respectivamente, pero difiere en fibra que según el autor antes mencionado es de 2 por ciento.

Cuadro 5: Características físico químicas de la manzana (*Malus communis* var. *delicius*)

COMPONENTES	VALORES REPORTADOS
Energía (kcal)	52
Humedad (%)	84.9
Proteína (%)	0.4
Fibra (%)	0.8
Grasa (%)	0.0
Ceniza (%)	0.1
Carbohidratos (%)	14.6
Total	100
pH	3.7
Solidos solubles (%)	8
Acidez	0.29

Así mismo, los valores encontrados en humedad, carbohidratos totales y fibra, son similares a los obtenidos por Collazos (2006) de 84.7, 14.6 y 0.8 por ciento, respectivamente y difieren en el contenido de proteína (0.3 por ciento) y ceniza (0.3 por ciento).

Según Mancero *et al.* (2007), la acidez en la manzana delicia de Chihuahua en México y de Washington en EE. UU es de 0.29 y 0.3, respectivamente; la manzana de la zona de Calango está dentro de este rango.

EXPOFRUT (2015) indica que la manzana tiene un contenido de sólidos totales de 10.67 por ciento, para Reyes (2016) es de 13.04 ± 1.08 por ciento dependiendo de su tiempo de cosecha, para Mancero *et al.* (2007) la manzana *Delicious* de Washington tiene 12.93 por ciento y para la FAO (2016) es de 8 por ciento; la manzana delicia de la zona de Calango, reportó 8 por ciento y es posible se deba a las actividades culturales, al tiempo de cosecha y condiciones de almacenaje, ya que la manzana tiene un comportamiento climatérico.

El pH promedio de la manzana delicia según Reyes (2016) es de 3.60 ± 0.03 , la manzana delicia de la región de Calango está un poco por encima de este rango con 3.7 por ciento. Según Reyes (2016), estas diferencias se deben a que la manzana por ser climatérica sigue su proceso de maduración por tal los ácidos disminuyen, el almidón de reserva se convierte en azúcares aumentando los grados °Brix y el pH.

4.1.2. FÍSICAS

Las características físicas de la manzana delicia se muestran en el Cuadro 6.

Cuadro 6: Características físicas de la manzana (*Malus communis var. delicious*)

CARACTERÍSTICA	OBSERVACIÓN
Color de la pulpa	La materia prima posee un color blanco amarillenta
Color de la cascara	Es roja brillante a veces con zonas verdes, amarillas y rayas de un rojo más fuerte.
Longitud	52.75 mm
Peso	193.2 gr
Diámetro	65.93 mm

Según Mancero *et al.* (2007), el diámetro promedio de la manzana Red Delicious en la ciudad de Washington es de 74.3 mm. Indecopi (2006) afirma que el peso promedio de la manzana delicia es de 160 a 240 gramos y mide de 70 a 85 milímetros La manzana delicia de la zona de Calango usada para la presente investigación tiene un tamaño más pequeño a lo reportado.

Para Seace (2010) el peso promedio de la manzana *Red Delicious* es de 160-240 gr y el diámetro que esta entre 65-80 mm pertenece a la calidad C. La manzana delicia de categoría comercial 4 y 5 usada en el experimento está dentro de este rango.

4.1.3. RENDIMIENTOS PROMEDIO

En el Cuadro 7 se observa los rendimientos promedios en pulpa, cascara, corona para la manzana delicia.

Cuadro 7: Rendimiento promedio de la manzana (*Malus communis* var. *delicius*)

FRUTO	RENDIMIENTO (% EN B.H)	FAO (2016)
Manzana sin cascara	86.4%	83%
Cascara	13.6%	17%

Se observa que la manzana pelada tiene un rendimiento de 86.4 por ciento, superior a lo reportado, 83 por ciento por FAO (2016), y el porcentaje de cascara (13.6 por ciento) es menor (17 por ciento). Estas diferencias pueden deberse principalmente a la variedad de la fruta y el método que se utilizó en el pelado.

4.2. DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DE LA RODAJA DE MANZANA

Los resultados de la evaluación sensorial y estadística de la manzana osmodeshidratada en 3 espesores (0.5, 0.75 y 1 cm), se reportan en el Anexo 5 y 6. Respecto a la textura y aspecto general se determinó que existen diferencias significativas entre las tres muestras, recibiendo una mayor aceptación para ambos atributos la muestra con espesor de 0.5 cm.

Durante al análisis sensorial, los jueces concluyeron que las muestras con 1 cm de espesor son más blandas y esponjosas; las de 0.5 cm son más duros y más agradables al paladar. Al respecto, Morales *et al.* (2006) afirman que en el proceso de deshidratación osmótica de manzana (var. Granny Smith), las muestras con mayor espesor presentan una textura gomosa y las de menor una textura del tipo crujiente a pesar de tener la misma humedad.

La evaluación sensorial, al calificar los catadores la textura por su descriptor sensorial de dureza, se concluyó que las muestras de 0.5 cm de espesor fueron más duros al paladar que las muestras de 1 cm que eran demasiado blandas para los catadores comparándose con la fruta fresca, por lo tanto, los catadores determinado que era innecesario el tratamiento al preferir comer la manzana fresca.

Durante la investigación se observó que las muestras de diferentes espesores presentaban concentraciones de sólidos solubles distintas. Altamirano *et al.* (2005) quienes estudiaron la relación entre el volumen/área (V/A) y la velocidad de deshidratación en el proceso osmótico de rodajas de manzana descubrió que la velocidad de deshidratación es mayor a menores relaciones V/A; y considerando que el espesor es directamente proporcional a la relación V/A, se afirma que a mayor espesor menor será la velocidad de deshidratación dando como resultado un menor el contenido de sacarosa dentro del alimento; según Morales *et al.* (2006), esto se debe a que una estructura más gruesa (más apretada) presenta más dificultad para que los sólidos solubles puedan penetrar hasta el centro y a cada rincón del alimento siendo este fenómeno especialmente notable en el caso de las muestras procesadas con la disolución más concentrada. Por esta razón, para que las muestras de manzana en los tres espesores diferentes tengan la misma concentración de sólidos solubles se realizó la curva de osmosis que se presenta en la Figura 8.

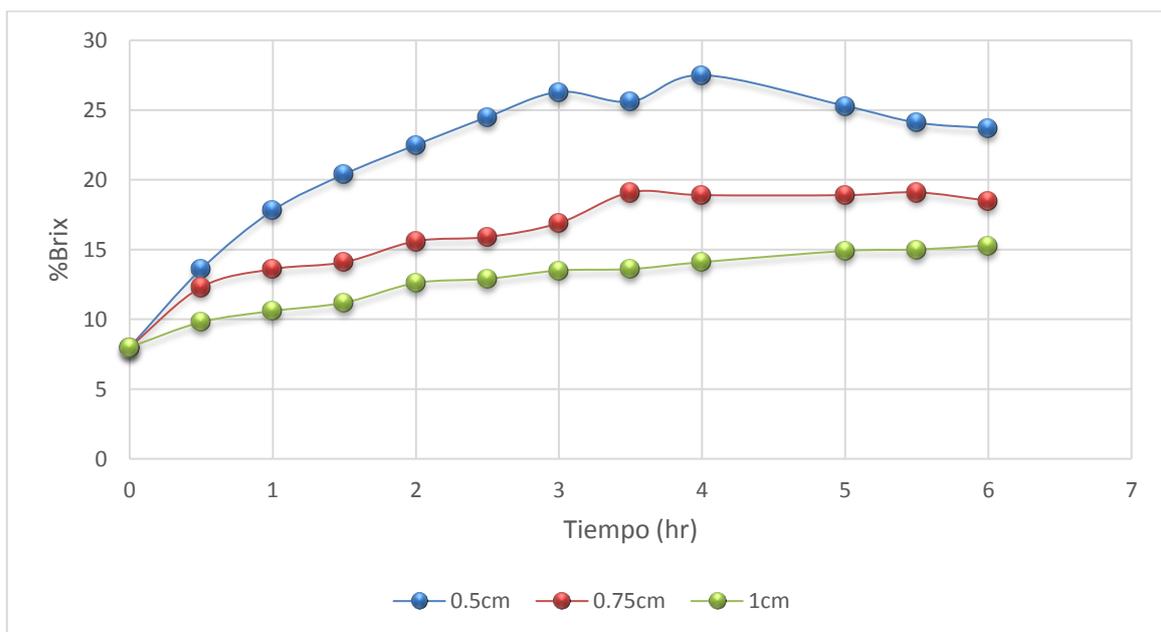


Figura 8: Variación en la concentración de sólidos solubles en muestras de manzana durante osmdeshidratado para los tres espesores diferentes a 45 °C

Considerando los resultados de la Figura 8 el tiempo final del proceso de osmosis que se aplicó para que la concentración de sólidos solubles sea 15 para cada espesor se presenta en el Cuadro 8, como se observa éste es directamente proporcional al espesor de la muestra.

Cuadro 8: Tiempo final del proceso de osmosis aplicado para cada espesor en estudio

ESPESOR (cm)	TIEMPO FINAL DEL PROCESO DE OSMOSIS
0.5	45 minutos
0.75	2 horas
1	5-6 horas

En lo que respecta a color, los jueces afirmaron que las muestras con 0.5 cm fueron más blanquecinas y de colores más agradables que las de 1 cm que presentaron pardeamiento, así mismo Morales *et al.* (2006) afirman que la manzana (var. Granny Smith) osmodeshidratada de espesor 2.5mm tiene valores de color (modelo CIE L*A*B*) más claros, opacos y blanquecinos y con una mayor luminiscencia que la muestra de 7mm.

Durante el proceso de osmosis las manzanas excesivamente maduras presentaron desintegración de sus tejidos según Pérez (2003), el estado de madurez tiene un efecto significativo sobre la estructura del tejido en términos de estructura de la membrana celular, espacios intracelulares, compactación del tejido, aire ocluido, cantidad de sólidos insolubles, entre otros. Ponting *et al.* citado por Pérez (2003) también afirman que a temperaturas superiores a 50 °C la fruta sufre daños en el color (oscurecimiento), el deterioro del sabor y aroma, como el caso de la zanahoria siendo un fruto con tejidos fuertes Libardo (2007) afirma que la temperatura ideal de osmosis para su tratamiento es de 45 °C, evitando así el deterioro del alimento. Es por eso que la temperatura del proceso osmótico para la manzana delicia usada durante la presente investigación fue de 45 °C; coincidiendo con Camacho (2010) que afirma que a temperaturas de tratamiento menores de 49 °C la manzana no sufre cambios en sus tejidos y se preserva su calidad nutricional.

Según Lazarides *et al.* citado por Castello (2007), varios autores han observado que la velocidad del proceso osmótico se ve significativamente afectada por el aumento de la temperatura, reflejado por un incremento en la eliminación de agua y en la ganancia de azúcar; no obstante, en la mayoría de los casos se observa una escasa ganancia de azúcar, debido a la formación de una capa externa de células colapsada, impidiendo el flujo de componentes. En la investigación la manzana no presentó visualmente la formación de una

capa externa de células colapsada y si existió un aumento en la concentración de sólidos solubles en las tres muestras estudiadas.

En caso del jarabe utilizado, Botero citado por Giraldo *et al.* (2004) afirma que las mieles tienen una composición química caracterizada por algunos compuestos, como sales, ácidos orgánicos, azúcares reductores del tipo monosacáridos, glucosa y fructosa, y otros componentes orgánicos, los cuales según Giraldo *et al.* (2004) determinan las propiedades del producto osmodeshidratado, proporcionando cualidades propias al olor, apariencia, color, sabor, y textura de la frutilla; y considerando lo afirmado por Camacho (2010) que la osmosidad de la sacarosa (fuerza osmótica) es menor a la de la fructosa y la glucosa debido a su estructura química, lo cual queda evidenciado al comparar la pérdida de peso de la mora sometida a osmodeshidratación en los jarabes de sacarosa, respecto a los de sacarosa invertida (glucosa y fructuosa) y miel de caña. Por esta razón la sacarosa es utilizada en la investigación.

En el Cuadro 9 se ve el rendimiento de las tres muestras con espesores diferentes, el valor de la varianza de estos 3 resultados es de 0.181 por ciento al cuadrado un valor cerca a cero lo que implica que todos los valores son iguales y coinciden con la media aritmética que es 20.36 por ciento, por lo tanto, no existen diferencias significativas entre ellos.

Cuadro 9: Rendimiento del proceso para cada espesor de rodajas de manzana

OPERACIÓN	ESPESOR (cm)					
	0.5		0.75		1	
	Entrada (%)	Salida (%)	Entrada (%)	Salida (%)	Entrada (%)	Salida (%)
PESADO	100	100	100	100	100	100
SELECCIÓN	100	91.5	100	91.5	100	91.5
PELADO	91.5	76.18	91.5	76.18	91.5	76.18
CORTADO	76.18	64.98	76.18	60.58	76.18	59.15
BLANQUEADO	64.98	64.98	60.58	60.58	59.15	59.15
OSMOSIS	64.98	51.36	60.58	49.49	59.15	41.36
SECADO	51.36	20.95	49.49	21.06	41.36	19.97
RENDIMIENTO FINAL	20.95	----	20.16	-----	19.97	----

En el Cuadro 10 se aprecia que no existen evidencias significativas entre la humedad final de las tres muestras con diferente espesor, ya que la varianza es de 0.257 por ciento al

cuadrado valor muy cercano a cero lo que demuestra que los datos no difieren entre si y que coinciden con su media aritmética que es de 15.73 por ciento.

Cuadro 10: Humedad final del producto por cada espesor de rodajas de manzana

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO	ESPESOR (cm)		
	0.5	0.75	1
Porcentaje de humedad (%)	15.25	16.43	15.5

4.3. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CONCENTRACIÓN Y TIEMPO FINAL DE OSMOSIS EN EL PROCESO DE OSMODESHIDRATADO

Los resultados de la curva de osmosis de la manzana osmodeshidratada en 3 concentraciones de jarabe (30, 40 y 50 °Brix), se reportan en la Figura 9.

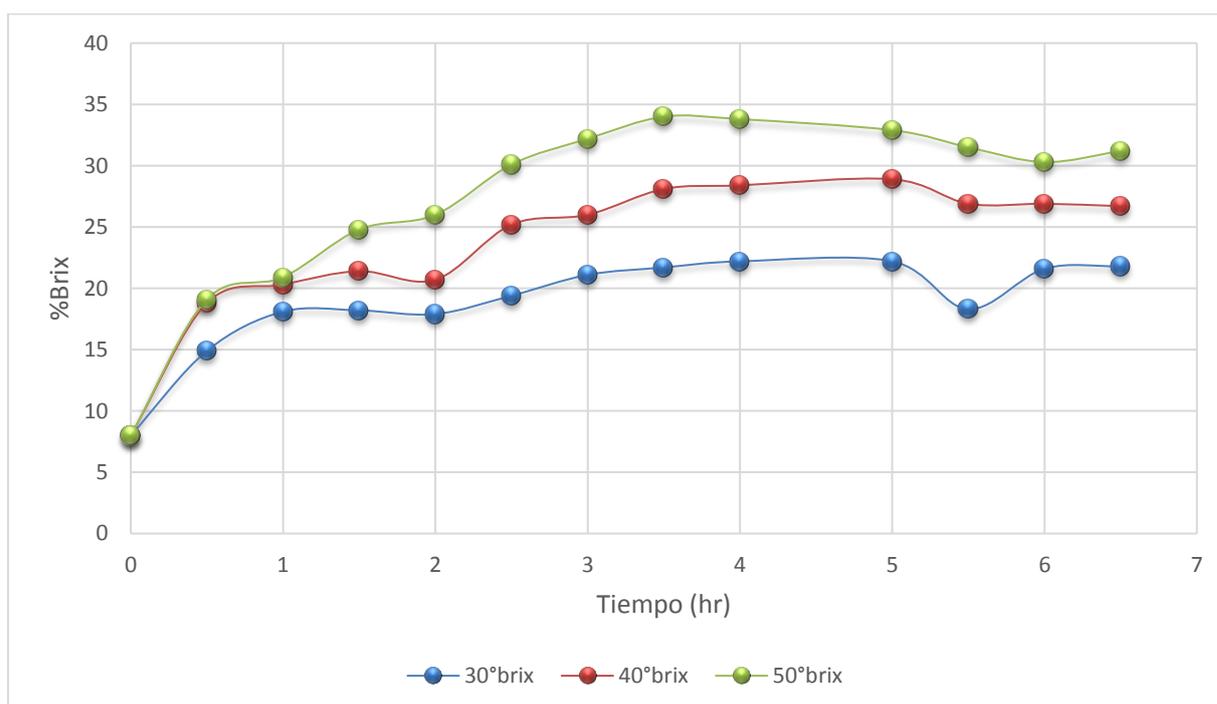


Figura 9: Variación en la concentración de solidos solubles en la muestra de manzana durante el proceso de osmodeshidratado para los tres tipos de concentraciones en el jarabe de sacarosa a 45 °C

La evaluación sensorial y estadística de la manzana osmodeshidratada en 3 concentraciones de jarabe (30, 40 y 50 °Brix) se reportan en el Anexo 7 y 8. Respecto al sabor se determinó

que existen diferencias significativas entre las muestras de 50 y 30 °Brix y las de 30 y 40 °Brix, pero no así entre las muestras de 40 y 50 °Brix. Y que las muestras de jarabe de 40 °Brix tienen una mayor aceptación por parte de los jueces.

La evaluación sensorial, al calificar los catadores el sabor por su descriptor sensorial de dulzor, se concluyó que las muestras sumergidas en 30 °Brix fueron menos dulces que las muestras sumergidas en 50 °Brix ya que poseen menor contenido de sólidos solubles. A pesar de eso los consumidores determinaron que no existen diferencias significativas entre las muestras sumergidas en 40 y 50 °Brix, es decir que su dulzor era muy parecido a pesar de que su contenido de sólidos solubles finales es diferente como se puede ver en el Cuadro 12.

En el caso del aspecto general se determinó que no existen diferencias significativas entre las tres muestras. Al finalizar se seleccionó las muestras sometidas a una concentración de jarabe de 40 °Brix para continuar con la investigación, ya que demostraron mayor aceptación entre los jueces.

El análisis cinético mostrado en la Figura 9 revela un mismo comportamiento en las tres muestras de manzana a diferente concentración, indicando que en las primeras 2 horas la transferencia de soluto desde el agente osmódeshidratante hacia el fruto y la pérdida de agua son las más altas. Entre los tiempos de 3 horas y 4 horas la velocidad de intercambio disminuye forma progresiva. Y finalmente a partir de las 4 horas alcanza un equilibrio cinético en el cual no hay transferencia de soluto ni de agua. Por lo tanto, la manzana delicia alcanza la máxima deshidratación en un tiempo de 4 horas para las tres concentraciones de jarabe en estudio. Del mismo modo, Giraldo *et al.* (2004) afirman que la curva de deshidratación tiene un el comportamiento típico, durante la deshidratación osmótica de mora observo que la primero la velocidad de pérdida de peso es más acelerada en las cinco primeras horas del experimento, tendiendo a equilibrarse con el medio osmódeshidratante en el tiempo 24 horas aproximadamente, acentuándose una disminución en esta velocidad, a partir de las 7 horas y siendo prácticamente estable para las 10, 11 y 12 horas.

Mendoza (2012) observó durante la deshidratación osmótica de mango que en la primera media hora de proceso, triplica la velocidad de transferencia de agua, mientras que la de los sólidos se cuadruplica; esto es porque la deshidratación osmótica de alimentos incluye dos tipos de transferencia de masa: la difusión de agua del alimento a la solución y la difusión

de solutos de la solución al alimento. En el primer tipo, la fuerza conductora de la transferencia de masa es la diferencia de presión osmótica, mientras en la segunda es la diferencia de concentraciones. Por lo tanto, la mayor captación de sólidos por el alimento ocurre en los primeros 30 min, según se observa con el valor de los sólidos en equilibrio (más del 50 por ciento del proceso para 3 horas), y posteriormente la presión osmótica es la responsable de la salida de la mayor cantidad de agua (casi hasta un 6.5 por ciento del valor en equilibrio para 30 min). En la Figura 9 se puede apreciar que durante los primeros 30 min del proceso las manzanas sumergidas en jarabe de 30 °Brix ganaron más del 50 por ciento de sólidos que tenía al inicio (86.65 por ciento más), en cambio las muestras sumergidas en jarabe de 40 y 50 °Brix aumentaron más del doble su contenido de sólidos solubles 135 por ciento y 138.75 por ciento, respectivamente.

En la Figura 9 se puede observar que a mayor concentración de azúcar en el jarabe, mayor es la velocidad de transferencia de masa, produciendo una mayor concentración de sólidos solubles en la manzana, esto también se puede apreciar en el Cuadro 11, donde la pérdida de peso es mayor para las muestras sumergidas en jarabe de 50 °Brix (70.45 por ciento a 56.11 por ciento) que las muestras sumergidas en jarabe de 30 °Brix (70.45 por ciento a 62.69 por ciento). Asimismo, Nowakunda *et al.* citado por Rios (2005) quienes investigaron las propiedades de transferencia de masa (pérdida de masa, ganancia de sólidos y reducción de peso) durante la deshidratación osmótica de rodajas de banano de 10 mm de espesor sumergidas en soluciones de sacarosa a diferentes niveles de concentración, temperatura y tiempo de inmersión afirma que las propiedades de transferencia de masa incrementan con el tiempo de inmersión y con el aumento de la concentración de azúcares.

Los jueces observaron la presencia de una capa de azúcar cristalizado poco visible en las muestras sumergidas en jarabe de 50 °Brix, en cambio las muestras de 30 y 40 °Brix presentaron un brillo que agradó a la vista. Al respecto, Castello (2007) determinó que los cambios sensoriales sometidos a tratamientos de osmodeshidratado dependen del nivel de deshidratación y/o impregnación, y de la composición de la disolución. Concretamente, el brillo de las frutas deshidratadas generalmente mejora debido a que se cubre de una lámina fina de disolución de azúcar que suaviza las irregularidades de la superficie. No obstante, la cristalización del azúcar puede tener un impacto negativo en el brillo, aunque la sobresaturación en esa fina capa se alcanza pocas veces.

En el Cuadro 11 se observa que existen diferencias significativas en el rendimiento entre las tres muestras sumergidas en jarabes de concentración diferente, siendo de 50 °Brix el de mayor rendimiento seguido de 40 °Brix y al final 30 °Brix, y esto se debe a que las muestras sumergidas en 50 °Brix contenían una mayor cantidad de azúcar y por ende un mayor peso final.

Cuadro 11: Rendimiento del proceso para cada concentración de la solución osmótica

OPERACIÓN	CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES					
	30		40		50	
	Entrada (%)	Salida (%)	Entrada (%)	Salida (%)	Entrada (%)	Salida (%)
PESADO	100	100	100	100	100	100
SELECCIÓN	100	90	100	90	100	90
PELADO	90	77.8	90	77.8	90	77.8
CORTADO	77.8	70.45	77.8	70.45	77.8	70.45
BLANQUEADO	70.45	70.45	70.45	70.45	70.45	70.45
OSMOSIS	70.45	62.69	70.45	59.32	70.45	56.11
SECADO	62.69	19.57	59.32	21.97	56.11	23.64
RENDIMIENTO FINAL	19.57	---	21.97	----	23.64	----

Vega *et al.* (2007) encontraron que la pérdida de agua y la ganancia de sólidos aumentan a medida que aumenta el tiempo de tratamiento y además para todas las temperaturas de trabajo se observa la marcada influencia de la concentración sobre la ganancia de sólidos solubles, debido a que mayor concentración de sacarosa, mayor es la ganancia de sólidos solubles. En el Cuadro 12 se puede observar una mayor ganancia de sólidos solubles a una concentración de sólidos solubles mayor en el jarabe.

El porcentaje de humedad final en las tres muestras en estudio no presenta diferencias significativas como se observa en el Cuadro 12. El valor de la varianza de las tres muestras es de 0.138 por ciento al cuadrado valor muy cerca de cero por lo que no existe diferencias significativas entre las tres humedades y estas difieren poco con su medio aritmética de 15.71 por ciento.

Cuadro 12: Humedad final y concentración de sólidos solubles finales del producto para cada concentración de sólidos solubles de la solución osmótica

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO	CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES DEL JARABE		
	30	40	50
Porcentaje de humedad (%)	15.64	16.2	15.3
Concentración de sólidos soluble al final del proceso de osmosis	19.5	24.1	29.1
Concentración de sólidos soluble final	62.47	65.07	69.07

4.4. DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE AGUA DE LA RODAJA DE MANZANA

Los resultados de la evaluación sensorial y estadística de la manzana osmodeshidratada en 3 actividades de agua (0.68, 0.71 y 0.74) se reportan en el Anexo 9 y 10. Respecto a la textura se determinó que existen diferencias significativas entre las tres muestras y en el aspecto general que no existen diferencias significativas. Recibiendo una mayor aceptación para ambos atributos la, con actividad de agua de 0.71. Los jueces afirmaron que las muestras con 0.74 de actividad de agua eran más suaves y esponjosas que las de 0.68 y 0.71, prefirieron al final una textura más dura en lugar de una suave y esponjosa a su paladar; Al respecto, Rocca (2010) afirma que la textura que se espera en los producto pretratado osmóticamente y luego secado con aire caliente es suave, esponjosa y con un contenido de humedad de 20 por ciento o más.

La evaluación sensorial, al califica los catadores la textura por su descriptor sensorial de dureza, se concluyó que las muestras con 0.68 de actividad de agua fueron más duros al paladar que las muestras de 0.74 que eran demasiado blandas para los catadores, al final se eligió las muestras de 0.71 ya que poseía una textura ideal, ya que era dura, pero al mismo tiempo un poco blanda al paladar y eso agrado a los consumidores.

Durante la investigación el tiempo de secado fue de casi 6 horas para las muestras con actividad de agua de 0.68, lo cual puede considerarse como una dificultad de eliminación del agua o una mala ventilación durante el secado. Zapata y Castro citados por Zuluaga (2010) determinaron que un inconveniente común durante el secado es cuando al alcanzar niveles altos de deshidratación en la osmosis se incrementa la ganancia de sólidos, lo que produce se acumule en la superficie de la fruta formando una corteza y dificultando la

eliminación de la humedad remanente, adicionalmente alterando considerablemente las propiedades organolépticas del producto. Durante la prueba sensorial alrededor del 60 por ciento de los jueces afirmaron que las muestras con 0.68 de actividad de agua estaban duras al paladar posiblemente por la formación de una capa delgada de azúcar.

Por su lado, Themelin *et al.* citado por Zapata (1999) afirman que un efecto positivo de la acumulación de azúcar en la superficie es la creación de una barrera para la salida del agua que sirve como capa protectora del tejido durante el secado por aire caliente permitiendo la utilización de aire a mayor temperatura y preservando el color del producto. Igualmente, Torreggiani *et al.* citado por Quijano (2011) indican que al realizar el osmodeshidratado como pre-tratamiento antes del secado mejora la retención de color, baja el nivel de degradación de la vitamina C y mejora la estabilidad al modificar o aumentar la composición de azúcar en la fruta que; según Quijano (2011) produce un efecto protector debido a que modifica la temperatura de transición vítrea de la fruta, aumentándolo y como consecuencia presenta un colapso estructural muy bajo. En el aspecto general del producto para las tres actividades de agua finales no presento diferencias significativas lo que demuestra la buena retención del color y estabilidad estructural durante el proceso de secado.

En el Cuadro 13 se muestra que el rendimiento final del producto para la actividad de agua elegida de 0.71 es de 26.21 por ciento. Como se aprecia, a mayor contenido de humedad mayor es el rendimiento final del producto, debido a que tiene mayor peso.

Cuadro 13: Rendimiento del producto para cada actividad de agua del producto

OPERACIÓN	ACTIVIDAD DE AGUA					
	0.68		0.71		0.74	
	Entrada (%)	Salida (%)	Entrada (%)	Salida (%)	Entrada (%)	Salida (%)
PESADO	100	100	100	100	100	100
SELECCIÓN	100	92.1	100	92.1	100	92.1
PELADO	92.1	77.8	92.1	77.8	92.1	77.8
CORTADO	77.8	70.45	77.8	70.45	77.8	70.45
BLANQUEADO	70.45	70.45	70.45	70.45	70.45	70.45
OSMOSIS	70.45	59.32	70.45	59.32	70.45	59.32
SECADO	59.32	23.85	59.32	26.21	59.32	27.35
RENDIMIENTO FINAL	23.85	---	26.21	---	27.35	----

En el Cuadro 14, se puede observar la concentración de sólidos solubles y el porcentaje de humedad para cada muestra en estudio. Podemos observar que la concentración de sólidos solubles aumenta a medida que disminuye la humedad final del producto.

Cuadro 14: Humedad final y Concentración de sólidos solubles finales del producto

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO	ACTIVIDAD DE AGUA		
	0.68	0.71	0.74
Porcentaje de humedad (%)	18.49	21.25	23.52
Concentración de sólidos soluble	59.94	54.54	52.27

4.5. EVALUACIÓN DEL PRODUCTO FINAL

Las características físico químicas del producto final se pueden observar en el Cuadro 15.

Cuadro 15: Características físico químicas de la manzana osmodeshidratada en base seca y base húmeda

CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS	VALORES REPORTADOS (BASE HÚMEDA)	VALORES REPORTADOS (g/100 g MATERIA SECA)
Energía Total (Kcal)	319.2	319.2
Humedad (%)	20.2	25.31
Proteína (%)	1.1	1.378
Fibra (%)	0.3	0.375
Grasa (%)	0.4	0.501
Ceniza (%)	0.2	0.251
Carbohidratos (%)	77.8	97.49
Total	100	100
Sólidos solubles (%)	55.45	69.48

Respecto a los carbohidratos, energía, sólidos solubles y fibra los valores son mayores respecto a las características físico químicas de la manzana deliciosa fresca ya presentados en el Cuadro 5. El aporte energético y el contenido de sólidos solubles de la manzana han aumentado por el aumento de carbohidratos en el producto; así mismo, la fibra por ser parte del grupo de los carbohidratos también aumentó. Además, considerando la pérdida de peso en el producto final por efecto de la evaporación, la concentración de los otros componentes aumentó.

En el Cuadro 15 se aprecia que el contenido de proteínas de la manzana osmodeshidratada es menor que el de la fruta fresca (Cuadro 5). Zapata (1999) determinó que muchas superficies como la pared celular absorben agua debido a la atracción eléctrica que tienen las moléculas de agua sobre las proteínas y los polisacáridos. Por lo expuesto, si durante la deshidratación osmótica de la manzana delicia esta atracción conlleva a que las proteínas salgan de la fruta junto con el agua, por tanto, el contenido de proteínas en el producto disminuirá.

El contenido de carbohidratos aumentó de un 16.4 g a 77.8 g (Cuadros 5 y 15, respectivamente), y en consecuencia el contenido energético pasó de 52 kcal a 319.2 kcal creando un producto muy agradable al paladar. Los jueces afirmaron que tiene el sabor de la fruta característica y con el contenido de azúcares, se obtiene un producto dulce y aromático. Según Torreggiani *et al.* citados por Quijano (2011), una de las cualidades que más se ve beneficiada en el proceso de osmodehidratado es el aroma y el sabor porque se potencia el contenido de azúcares y compuestos furánicos, piránicos y ésteres principalmente, reteniéndose éstos en los tejidos, mientras que los compuestos carboxílicos y algunos alcoholes se eliminan hacia la solución osmótica, debido probablemente a las diferentes solubilidades de estos compuestos en el agua. Se puede decir que la deshidratación osmótica mejora la calidad de sabor fresco de algunas frutas (Panadés *et al.*, citado por Quijano 2011). Asimismo, Castello (2007) afirma que el tratamiento osmótico aplicado en cortos periodos de tiempo y a temperaturas moderadas mantiene al tejido vivo, sin daños y con unas características organolépticas similares a las del producto fresco, por lo que su aplicación se adapta a lo que puede considerarse como procesado mínimo de frutas. La fruta pierde agua sin cambio de fase, lo que implica para el sistema biológico una preservación de las estructuras celulares. Por esta razón, visualmente la manzana delicia osmodeshidratada no presenta daños a su estructura.

Una observación de los jueces durante el análisis sensorial era que las muestras de manzana delicia eran pegajosas al tacto y se pegaban entre ellas. Según Wais (2011), la deshidratación osmótica provoca el ablandamiento y el aumento de la adhesividad del alimento (mayor, cuanto mayor han sido la pérdida de agua y la cantidad de sólidos incorporados, respectivamente).

El alimento después de una deshidratación osmótica según Wais (2011) tienen un valor de actividad de agua de mayor o igual que 0.9, por lo cual se aplica el proceso de secado con aire caliente para disminuir la actividad de agua y aumentar el tiempo de vida del producto.

En la Figura 10 se presenta la isoterma de adsorción, se aprecia la forma típica para alimentos. Según UNALM (2010), la isoterma de adsorción es la relación entre el contenido de humedad del alimento y la actividad de agua a temperatura constante, es decir, que a partir de esta curva se puede determinar cuál es la actividad de agua contenida en el producto final.

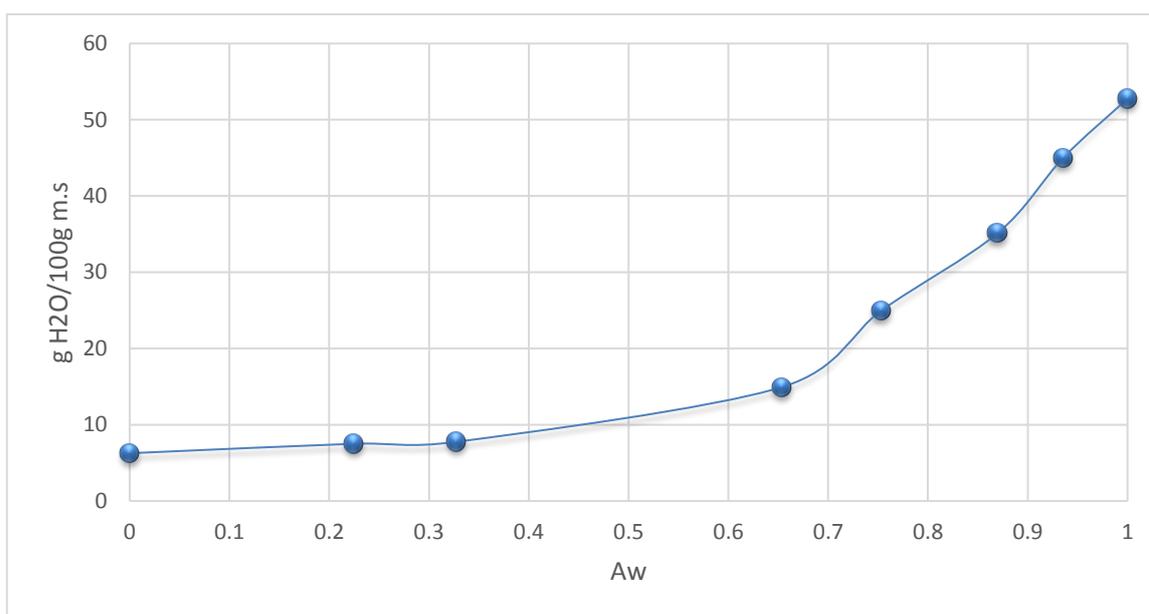


Figura 10: Isotherma de adsorción de la manzana osmodeshidratada

Según Ayala (2011), la relación entre la a_w y el contenido de humedad en equilibrio de los alimentos a una temperatura constante es llamada isoterma de sorción de vapor de agua, que hace referencia a procesos de adsorción (hidratación o rehidratación) o de desorción (deshidratación). El conocimiento de esta relación es importante para predecir los cambios en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los alimentos que ocurren durante el almacenamiento y transformación.

El valor de la monocapa de la manzana osmodeshidratada es 7.44 g agua/100 g materia seca que corresponde a una actividad de agua de 0.212. Según Ayala (2011), la humedad de la monocapa indica la cantidad de agua que está fuertemente adsorbida en los sitios activos del sólido del alimento y se considera como el valor en el cual el alimento es más estable durante el almacenamiento. Este valor se puede considerar como la más útil para determinar las

condiciones óptimas de humedad y por consiguiente asegurar la estabilidad durante el almacenamiento especialmente para alimentos secos y controlar las reacciones de deterioro. Al respecto, Gimferrer (2012) señala que los alimentos con actividad de agua menor a 0.6 no presenta crecimiento microbiano, pero sí puede haber microorganismos como residentes durante largos periodos de tiempo. Dentro de este grupo tenemos al chocolate, la miel, las galletas o los dulces. Teniendo en cuenta lo anterior, la manzana osmodeshidratada no se ubica dentro de este grupo de alimentos.

Según Fennema (2010), los alimentos con una actividad de agua de 0.212 no poseen agua libre si no agua ligada que es más difícil de quitar que el agua libre porque se ubica en capas más estructurales y en microcapilares. Por lo anteriormente indicado, el osmodeshidratado de manzana es propenso al oscurecimiento no enzimático y la oxidación de lípidos. Al respecto, Ospina y Cartagena (2008) afirman que una forma de evitar el deterioro es empaquetar los productos alimenticios en materiales con barrera a la difusión de los gases; las manzanas fueron empaquetadas en recipientes de polipropileno orientado que según el mismo autor posee una permeabilidad relativa baja a 23 °C y 0 por ciento de Humedad Relativa (HR) y es una barrera efectiva contra la transmisión de vapor de agua con un valor de 7 g/m² día a 38 °C y 90 por ciento de HR; además de que es de fácil sellado, de fácil adquisición, buena barrera a los grasas y aromas, y resistente a la abrasión y tensión.

Según Valle (2000), los valores de monocapa en los alimentos oscilan entre 2 a 9 por ciento, así como en las lentejas, pollo cocido, tapioca, entre otros, que tienen valores de 6, 4 y 6.1 g agua/100 g materia seca, respectivamente. Al respecto, Ramirez *et al.* (2013) afirman que la actividad de agua en la humedad de monocapa que tiene un intervalo de 0.2 a 0.3, representa el contenido de humedad en el alimento donde se minimizan las reacciones bioquímicas o de mayor estabilidad y es la región de la isoterma donde los alimentos tienen el valor máximo de vida de anaquel. El valor de la monocapa y de la actividad de agua en esta, de las manzanas osmodeshidratada se encuentran dentro de los rangos teóricos.

La deshidratación osmótica permite reducir la actividad acuosa (AW) a valores que impidan o retrasen significativamente el crecimiento microbiano y por ello se la define como pretratamiento y luego se aplica un método de secado por aire caliente para evitar el deterioro del producto (Wais 2011). La Figura 11 se ve como varía el contenido de humedad del producto en función del tiempo.

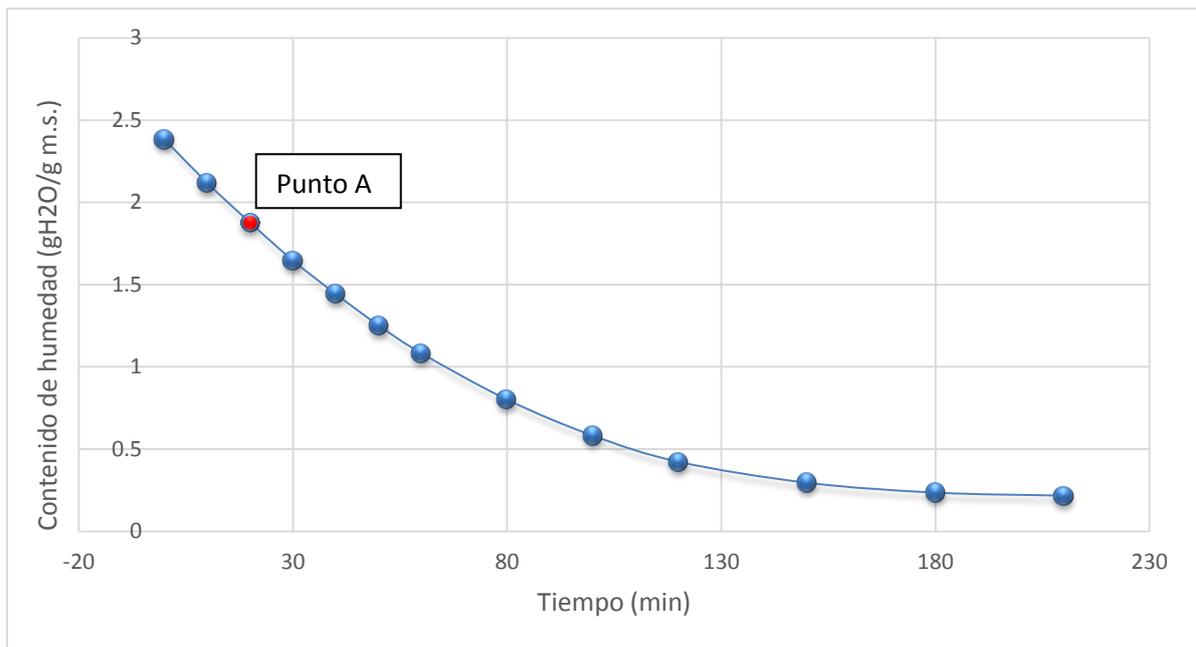


Figura 11: Variación del contenido de humedad en función al tiempo para manzana osmodeshidratada

En la Figura 11, se aprecia que la curva se divide en dos puntos, el primero cuando la velocidad es constante y cuando la velocidad es decreciente. El contenido de humedad en el punto de transición entre los dos periodos es llamado contenido crítico de humedad (punto A) que para el experimento es de 1.876 g de agua/g de materia seca que equivale a 65.2 por ciento de humedad. Según Geankoplis (2003), el periodo de velocidad constante puede ser considerado como correspondiente a la humedad removida de la superficie de las partículas, mientras que el periodo de velocidad decreciente corresponde a la eliminación de la humedad interna. Por lo tanto, durante la primera etapa de secado no hay resistencias internas, pero en la segunda etapa la velocidad de secado es influenciado por la conducción de calor, y si el producto tiene una alta densidad y cavidad pequeña con poros pequeños la velocidad es definida por la resistencia a la difusión dentro del producto. En conclusión, mientras la concentración de humedad disminuye por el secado la velocidad de movimiento de humedad interno también disminuye como se puede ver en la Figura 12.

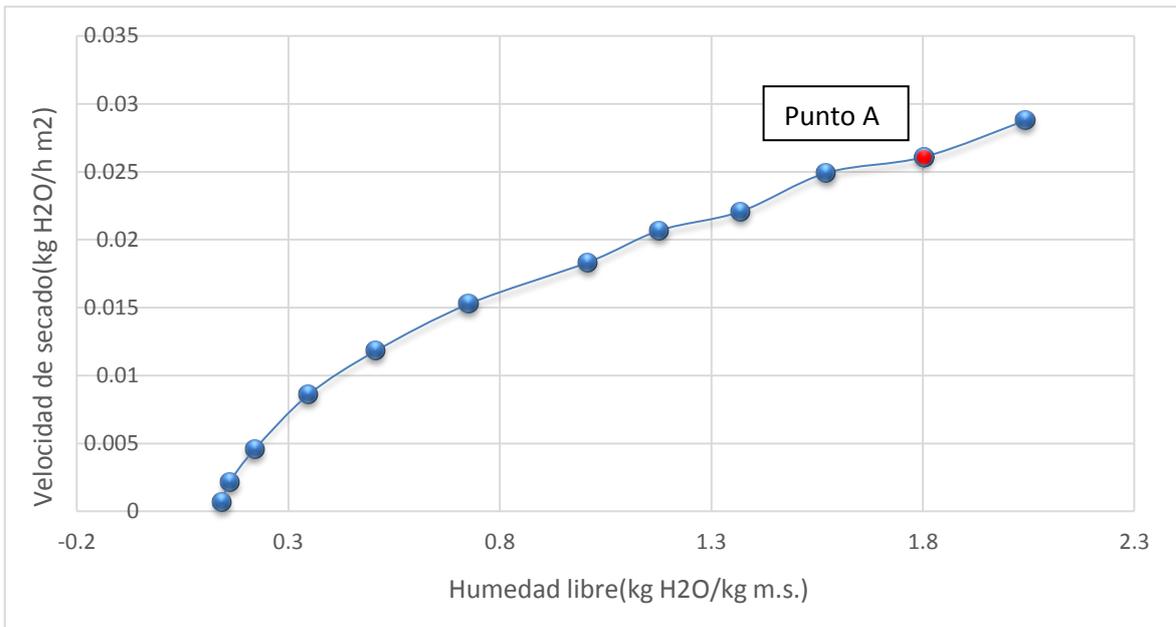


Figura 12: Variación de la velocidad de secado en función al contenido de humedad para manzana osmodeshidratada

En la Figura 12 se observa que la curva de secado tiene la forma típica, donde el punto A es la velocidad de secado crítico. El tiempo de secado total para que la manzana osmodeshidratada llegue a una humedad de 21.25 por ciento es de 166 min y el coeficiente de difusividad en el producto es de $3.926 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$. Según Sanz (2010), el coeficiente de difusividad es una medida de la resistencia a la transferencia de materia dentro del alimento, es afectado por la temperatura y presión y además es el que controla la velocidad global de secado durante el periodo de velocidad decreciente. Es por eso de su gran importancia.

Sanz (2010) por su lado, afirma que la difusión en la fase sólida es más compleja que la difusión en un líquido o un gas, debido a que, si bien el producto puede parecer que difunde en el interior del sólido, puede en realidad estar difundiendo a través del líquido contenido dentro de ese sólido o a través de la fase gaseosa en un sólido poroso. Igualmente, Maldonado *et al.* (2003) demostró que en el secado de brócoli la transferencia de masa se hace por un proceso de difusión, en fase líquida o gaseosa, a través de su estructura interior. Es decir que durante el secado de manzana osmodeshidratada la humedad se ha transferido dentro del alimento hacia el aire caliente en forma de vapor de agua o agua líquida.

En el Cuadro 16 se presentan los resultados microbiológicos de la manzana osmodeshidratada donde los valores obtenidos son negativos, indicando que se trabajó con las buenas prácticas de manufactura.

Cuadro 16: Número de mohos y levaduras y microorganismos aerobios mesófilos viables en las manzanas osmodeshidratada

N levaduras (UFC/g)	<10 Estimado
N Mohos (UFC/g)	<10 Estimado
N, de Aerobios Mesofilos (UFC/g)	<10 Estimado

Según Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano (2008), los límites microbiológicos para mohos y levaduras es como mínimo 10^2 UFC/g y máximo 10^3 UFC/g. En el Cuadro 16 se puede observar que el contenido de levaduras, mohos es menor al límite microbiológico permisible, considerando que el producto es aceptable.

La carga microbiana inicial juega un papel fundamental en la evaluación de la vida útil de los productos mínimamente procesados, y su magnitud está determinada por los fenómenos de contaminación que ocurren a nivel medioambiental o durante la recolección y/o el procesamiento. En el proceso osmótico, y en particular el estado higiénico de la solución osmótica, influyen en la contaminación del producto osmodeshidratado, y en su calidad y periodo de vida útil. Existe un interés creciente en la capacidad de los microorganismos a adherirse a las superficies de los alimentos formando *biofilms* capaces de reforzar su resistencia a la separación de las superficies y a su inactivación. Dicho fenómeno puede ser observado durante la deshidratación osmótica debido a las condiciones del proceso (Pérez 2003). El contenido de BAMT fue de 10 UFC/g un valor muy bajo, demostrando que el proceso de deshidratación osmótica en la manzana delicia fue hecha con las medidas higiénicas necesarias.

V. CONCLUSIONES

- El espesor de la rodaja influye en la aceptación sensorial del producto. El análisis sensorial encontró diferencias significativas en la textura de los tres espesores, 0.5, 0.75 y 1 cm, obteniendo una mayor preferencia la de 0.5 cm, los jueces calificaron a las de 0.75 y 1 cm como muy blandas al paladar.
- La concentración de sólidos solubles de la solución osmótica influye en la aceptación sensorial del producto. El análisis sensorial encontró diferencias significativas en el sabor de las muestras de 50 y 30 °Brix y las de 30 y 40 °Brix, observando diferencias significativas entre las de 40 y 50 °Brix. La mayor preferencia les correspondió a los productos elaborados con de 40 °Brix, requiriendo 4 horas de proceso osmótico a 45 °C, con agitación periódica cada 30 min por 3-5 segundos.
- La actividad de agua influye en la aceptación sensorial del producto. El análisis sensorial encontró diferencias significativas en la textura de las muestras a 0.68, 0.71 y 0.74 aw, obteniendo una mayor preferencia la de 0.71, los jueces calificaron a las de 0.74 muy blandas y las de 0.68 muy duras al paladar debido a que no presentaban la textura esponjosa esperado en un alimento osmodeshidratado.
- Las rodajas osmodeshidratadas reportaron la siguiente composición físico química en base seca: 97.5, 1.3, 0.25, 0.38, 0.5 y 25.3 por ciento de carbohidratos, proteínas, ceniza, fibra, grasa y humedad, respectivamente. El valor de la monocapa fue 7.44 g agua/100 g materia seca correspondiendo a una actividad de agua de 0.212.
- En análisis microbiológico del producto obtenido reportó menos de 10 UFC/g indicando que se trabajó con las buenas prácticas de manufactura.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones de osmodeshidratado adicionando suplementos nutricionales, analizando el contenido nutritivo y el aspecto sensorial del producto.
- Realizar investigaciones de osmodeshidratado en manzana sin pelar, considerando que la cascara imparte sabor, olor y aceptación general del producto.
- Evaluar el tiempo de vida útil del producto utilizando diferentes tipos de envases.
- Evaluar como el proceso osmótico afecta la concentración de vitaminas hidrosolubles.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altamirano, B; Prospero, G. 2005. Deshidratación osmótica de prismas de camote, manzana y papa. Tesis Ingeniero Químico. Ciudad de México, México. Universidad Nacional Autónoma de México. 485 p.
- Ainia Forward. 2014. Snackificación: un nuevo concepto de consumo (en línea). Valencia, España. Consultado 25 jul. 2016. Disponible en <https://www.ainia.es/tecnoalimentalia/consumidor/snacks-nuevo-concepto-consumo/>
- Angulo, O; O'Mahony, M. 2009. Las pruebas de preferencia en alimentos son más complejas de lo imaginado. *Interciencia* 34(3): 177-181.
- Avagnina, S; Catania, C. 2007. El análisis sensorial. España. 21 p. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-29__el_analisis_sensorial.pdf
- Ayala, A. 2011. Estimación de las isoterms de adsorción y del calor isostérico en harina de yuca. *Revista Biotecnología en el sector Agropecuario y agroindustrial* 9 (1): 88-99.
- Cable, C. 2014. Preferencias de los consumidores en el mercado de los snacks (en línea). La república, Lima, Perú; 01, oct. Consultado 20 mar. 2019. Disponible en <https://gastronomiaycia.republica.com/2014/10/01/preferencias-de-los-consumidores-en-el-mercado-de-los-snacks/>
- Camacho, J. 2010. Procedimientos de conservación de fruta: osmodeshidratado (en línea). Tercera edición. Bogotá, Colombia, Universidad Nacional de Colombia. 51 p. Consultado 30 ago. 2016. Disponible en <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/teoria/obfrudes/p1.htm>. Visitado 16/05/2014.

- Castello, M. 2007. Efecto de las condiciones de operación en los cambios fisicoquímicos y fisiológicos de frutas mínimamente procesadas por deshidratación osmótica. Tesis doctoral. Valencia, España, Universidad politécnica de Valencia. 266 p.
- Ceballos, E. Jiménez, M. 2012. Cambios en las propiedades de frutas y verduras durante la deshidratación con aire caliente y su susceptibilidad al deterioro microbiano. Revista Temas Selectos de Ingeniería de alimentos 6 (1): 98-110.
- Cerezo, M. 2014. Texto para los participantes: producción de manzana (en línea). Primera edición. Sucre, Bolivia, Fundación Educación para el desarrollo FAUTAPO. 82 p. Consultado 10 nov. 2018. Disponible en <http://saludpublica.bvsp.org.bo/cc/bo40.1/documentos/704.pdf>
- Collazos, C. 2006. Tablas peruanas de composición de alimentos. Octava edición. Lima, Perú, Ministerio de salud. 146 p.
- Dávila, N. 2005. Proceso de secado (en línea). Primera edición. Valencia, España, Catarina. España. 158 p. Consultado 09 nov. 2018. Disponible en http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/davila_n_jr/capitulo4.pdf.
- Domínguez, M. 2007. Guía para la evolución sensorial de alimentos (en línea). Primera edición. Lima, Perú, Agro salud. 45 p. Consultado 09 nov. 2018. Disponible en <http://lac.harvestplus.org/wp-content/uploads/2008/02/Guia-para-la-evaluacion-sensorial-de-alimentos.pdf>
- Expofrut. 2015. Ficha técnica de la manzana (en línea). Buenos Aires, Argentina, Expofrut. 6 p. Consultado 12 nov. 2018. Disponible en http://www.expofrut.com.ar/PDF/ficha_manzana.pdf
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Italia). 2016. Depósito de documentos de la FAO: Néctares (en línea). Roma, Italia. 10 p. Consultado 22 feb. 2019. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/x5029s/x5029s08.html>
- Fennema, O.; Parkin, K. y Damodaran, S. 2010. Química de los Alimentos. Tercera edición. Valencia, España, ACRIBIA, S.A. 1154 p.

- Fito, P.; Grau, A.; Albors, A. y Barat, J. 2011. Introducción al secado de alimentos por aire caliente. Valencia, España, U.P.V. 216 p.
- Geankoplis, C. 2003. Procesos de transporte y operaciones unitarias. Tercera edición. Barcelona, España, CECSA. 1024 p.
- Giraldo, D; Arango, L y Márquez, C. 2004. Osmodeshidratación de mora de castilla (*rubus glaucus benth*) con tres agentes edulcorantes (en línea). Bogotá, Colombia, Universidad Nacional de Colombia. 17 p. Consultado 22 feb. 2019. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v57n1/a08v57n1.pdf>
- Guevara, A. 2002. Elaboración de zumos, pulpas y néctares de frutas. Séptima edición. Lima, Perú, U.N.A.L.M. 61 p.
- Gimferrer, N. 2012. El agua en los alimentos (en línea). Valencia, España, Fundación EROSKI. Consultado 22 feb. 2019. Disponible en <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-ytecnologia/2008/03/26/175613.php>
- Hernández, E. 2005. Evaluación sensorial: Guía del Curso Tecnología de Cereales y Oleaginosas. Segunda edición. Bogotá, Colombia, Universidad Nacional Abierta y a distancia. 128 p.
- Ibáñez, F; Barcina, Y. 2000. Análisis sensorial de alimentos. Métodos y aplicaciones. Primera edición. Valencia, España, Springer Verlag Ibérica. 180 p.
- INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, Perú). 2006. Ficha técnica: Manzana Delicia Cod: 5030151800134421 (en línea). Lima, Perú, INDECOPI. 5 p. Perú. Consultado 20 mar. 2019. Disponible en <https://zonasegura.seace.gob.pe/documentos/documentos/FichaSubInv/MANZANA%20DELICIA.pdf>
- Libardo, L. 2007. Determinación de las mejores condiciones en la técnica de osmodeshidratación de zanahoria variedad Royal chantenay y remolacha variedad Early Gonder, cultivadas en la granja Tesorito de la Universidad de Caldas (en línea). Primera edición. Valencia, España, Universidad de Caldas. 18 p. Consultado 20 mar. 2019. Disponible en http://vip.ucaldas.edu.co/vector/downloads/Vector2_9.pdf

- Linares, A. 2010. Guía práctica de Análisis de alimentos. Séptima edición. Lima, Perú, U.N.A.L.M. 71 p.
- Maldonado, R. y Pacheco, E. 2003. Curvas de deshidratación del brócoli (*Brassica oleraceae* L var. *Italica Plenck*) y coliflor (*Brassica oleraceae* L var. *Botrytis* L). Revista de la Facultad de Agronomía 20 (3): 306-319.
- Mancero, M.; Soto, J.; Sanchez, E.; Yanez, R.; Montez, F. y Balandran, R. 2007. Caracterización mineral de manzana ‘Red Delicious’ y ‘Golden Delicious’ de dos países productores. Revista Tecnociencia 1 (2): 6-17.
- Mendoza, R. y Muñoz, F. 2012. Aplicada durante la deshidratación osmótica de mango Ataulfo (*Magnífera indica* L.). Revista Superficie Vacío 25 (1): 52 -55.
- Morales, B.; Betoret, E. y Barreras, C. 2006. Estudio del efecto de las operaciones de liofilización y deshidratación osmótica sobre la viabilidad de los microorganismos y las propiedades ópticas y mecánicas de un snack de manzana (Var Granny Smith) con un elevado contenido en *Lactobacillus salivarius* spp. *Salivarius* (en línea). Primera edición. Valencia, España, Universidad Politécnica de Valencia. 19 p. Consultado 20 mar. 2019. Disponible en <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/14456/TESIS%20DE%20MASTER%20LAURA.pdf;sequence=1>
- DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental, Perú). 2008. Norma Sanitaria Que Establece Los Criterios Microbiologicos De Calidad Sanitaria E Inocuidad Para Los Alimentos Y Bebidas De Consumo Humano. NTS N° -MINS/DIGESA. Tercera edición. Lima, Perú, Ministerio de Salud. 27 ago. 24 p.
- Ocampo, A. 2006. Modelo cinético del secado de la pulpa de mango. Revista EIA ISSN 1794-1237 (5): 42-53.
- Ospina, S. y Cartagena, J. 2008. La atmósfera modificada: una alternativa para la conservación de los alimentos. Revista Lasallista Investigación 5 (2): 112-123.
- Parzanese, M. 2006. Tecnologías para la industria alimentaria: deshidratación osmótica (en línea). Buenos Aires, Argentina, MINAGRI. 11 p. Consultado 10 mar. 2019. Disponible en

http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_06_Osmotica.pdf

- Pérez, L. 2003. Aplicación de métodos combinados para el control del desarrollo de pardeamiento enzimático en pera (variedad *Blanquilla*) mínimamente procesada. Tesis Doctoral. Valencia, España, Universidad Politécnica de Valencia. 341 p.
- Poaquiza, D. 2008. Determinación de la isoterma y calor de sorción de humedad de panela granulada producida por las organizaciones paneleras de Ingapi y Pacto. Tesis Ingeniería. Quito, Ecuador, Escuela politécnica nacional. 168 p.
- Quijano, C. 2011. Estudio de la composición de volátiles y su evolución durante la deshidratación osmótica de la guayaba palmira ica-1 (*Psidium guajava L.*). Tesis doctoral. Valencia, España, Universidad politécnica de Valencia. 196 p.
- Ramirez, M.; Cruz, M.; Vizcarra, M. y Anaya, I. 2013. Determinación de las isotermas de sorción y las propiedades termodinámicas de harina de maíz nixtamalizada. Revista mexicana de Ingeniería Química 13(1):165-178.
- Reyes, B. 2016. Efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento en la crujencia, instrumental, sensorial de la manzana delicia (*Pyrus malus L.*) Tesis Ingeniería. Trujillo, Perú, Universidad Nacional de Trujillo. 59 p.
- Retael Perú. 2016. Aumenta el consumo de bebidas y snacks en horas de trabajo (en línea). RETAEL. Lima, Perú; 29 dic. Consultado 10 mar. 2019. Disponible en <https://www.peru-retail.com/aumenta-consumo-bebidas-snacks-horas-trabajo/>
- Rios, M.; Marquez, C. y Ciro, H. 2005. Deshidratación osmótica de frutos de papaya hawaiana (*Carica papaya L.*) en cuatro agentes edulcorantes. Revista de la Facultad Agraria de Medellín 58 (2): 50-64
- Rocca, P. 2010. Secado de alimentos por métodos combinados: Deshidratación osmótica y secado por microondas y aire caliente. Tesis Maestría. Buenos Aires, Argentina, Universidad Tecnología Nacional. 213 p.
- Sanchez, L. 2010. Físico químico de alimentos (en línea). Segunda edición. Lima, Perú, Universidad Nacional del Callao. 112 p. Consultado 15 may. 2019. Disponible en http://www.unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Inve

stigacion/IF_DICIEMBRE_2012/IF_SANEZ%20FALCON_FIQ/FINAL%20PART
E%201.pdf

Seace. 2010. Ficha técnica: Manzana (en línea). Lima, Perú. 4 p. Consultado 10 mar. 2019.
Disponible en

[https://zonasegura.seace.gob.pe/documentos/documentos/FichaSubInv/MANZANA
%20DELICIA.pdf](https://zonasegura.seace.gob.pe/documentos/documentos/FichaSubInv/MANZANA%20DELICIA.pdf)

Talens, P. 2010. Determinación de la isoterma de sorción de agua un alimento: Trabajo de investigación para el departamento de Tecnología de alimentos. Primera edición. Valencia, España. Universidad Politécnica de Valencia. 8 p.

Valle, F. 2000. La actividad acuosa y su relación con la estabilidad de los alimentos. Revista tecnología de alimentos 20 (2): 52-64.

Varela, P. 2015. Caracterización sensorial desde el consumidor: nuevas metodologías descriptivas alternativa (diapositivas) (en línea). Valencia, España, NOFINA. 24 diapositivas color. (Primer congreso AEPAS 2015). Consultado 15 may. 2019. Disponible en https://www.aepas.es/wp-content/uploads/2015/12/Paula-Varela_Caracterizaci%C3%B3n-sensorial-desde-el-consumidor_AEPAS-2015.pdf

Vega, A.; Palacios, M.; Boglio, F.; Passaro, C.; Jerez, C. y Lemus, R. 2007. Deshidratación osmótica de la papaya chilena (*Vasconcellea pubescens*) e influencia de la temperatura y concentración de la solución sobre la cinética de transferencia de materia. Ciencia tecnología alimentos 27 (3): 470-477.

Viades, J. 2007. Adsorción de agua en alimentos. Isoterma de adsorción de Guggenheim, Anderson y de Boer (GAB) (seminario) (en línea). Ciudad de México, México, Universidad Nacional Autónoma de México. 7 páginas sin color. Consultado 15 ene. 2019. Disponible en http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/11AwGABJV_14227.pdf

Wais, N. 2011. Secado combinado de frutas: Deshidratación osmótica y microondas. Tesis Doctoral. La Plata, España, Universidad Nacional de la Plata. 214 p.

Zapata, J. y Castro, G. 1999. Deshidratación osmótica de frutas y vegetales. Revista de la Facultad Nacional Agraria de Medellín 52 (1): 451-466.

Zuluaga, C. 2010. Análisis quimiométrico para diferenciar la huella digital de los productos de las abejas en Colombia. Tesis M.Sc. Bogotá, Colombia, Universidad Nacional de Colombia. 246 p.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN DE CONSUMIDORES O PÚBLICO OBJETIVO

Para determinar el público objetivo o los consumidores del producto, primero se tiene que definir el producto.

Definición del producto

La manzana osmodeshidratada es un producto snack o bocadito que se consumen entre comidas o que acompañan las fiestas y otras ocasiones de entretenimiento como una jornada de películas en casa, en el cine, etc. Son producto con un alto contenido de carbohidratos que pueden ser utilizados como una fuente de energía diaria y es consumida por personas de cualquier edad.

Perfil del consumidor de los productos snack

Según el estudio de AINIA FORWARD (2018), el 91 por ciento de los consumidores de aperitivos o snacks los consumen entre horas, especialmente entre la comida del medio día y la cena, además, el 8 por ciento de estos sustituyen las principales comidas diarias por este concepto de consumo. El mercado de los productos snack va dirigida principalmente para los Millennials, quienes encuentran en estos productos una alternativa a las comidas tradicionales. Cable (2014) afirma que en el 36 por ciento de los hogares se sustituye la cena por una pequeña merienda, y también se hace en un 27 por ciento de los hogares a la hora del almuerzo. Según Perú RETAIL (2016), los momentos más habituales para consumir alguna bebida o bocadillo en el trabajo son en un 31,6 por ciento el desayuno, en un 23,1 por ciento en la tarde y en un 16,6 por ciento antes de cena. Por otro lado, el 57 por ciento del grupo de consumidores prefieren que el producto tenga un gran sabor.

Público objetivo

Por todo lo dicho, nos enfocamos en un público joven de entre 15 a 30 años, de ambos sexos, y de todos los niveles socioeconómicos. Que trabajen o estudien para lo cual, necesitarían una merienda para recargar energías.

Los estudiantes universitarios caen bien dentro de este grupo de consumidores, ya que sus hábitos de consumo incluyen siempre snack de cualquier tipo. Los estudiantes se caracterizan por no comer a la hora indicada y reemplazar las comidas por snack que les calme el hambre. Por esta razón, decidimos que la evaluación sensorial se realice en la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM).

Para determinar si los estudiantes de la UNALM cumplen con el perfil del consumidor que buscamos se realizó una encuesta a 50 estudiantes para determinar sus hábitos de consumo. A continuación, se presenta la encuesta:

Encuesta de perfil de usuario

Nombre:

Edad:

1. Semanalmente, ¿Con qué frecuencia compras snacks en la universidad?

1 o 2 veces ___ 2 a 5 veces ___ 5 o mas ___

2. ¿A qué marca de snack te consideras leal?

Lay's ___ Doritos ___ Cheetos ___ otros: _____

3. ¿Porque consumes snack?

Merienda ___ Comida (desayuno o almuerzo) ___

4. ¿a que hora consumes mayormente los snacks?

Medio día ___ media tarde ___ hora de comida (desayuno, almuerzo o cena) ___

Otros _____

5. ¿consumes frutas deshidratadas? Si la respuesta es sí, con qué frecuencia por semana

1 o 2 veces ___ 2 a 5 veces ___ 5 o mas ___

6. ¿Qué tipo de frutas deshidratadas consumes más?

Villa natura ___ Eco fruits ___ Inti Frutos ___ Sacha Inchi ___

Otros: _____

7. Del 1 al 5, siendo 5 la calificación más alta y 1 la más baja, califica las siguientes marcas en cuanto a calidad, precio y si lo encuentras con frecuencia.

Lay's ___ Inti Frutos ___ Eco fruits ___ Sacha Inchi ___

Otros: _____

La encuesta se realizó a 50 alumnos de la UNALM, los resultados son:

1. Semanalmente, ¿Con qué frecuencia compras snacks en la universidad?

ALTERNATIVAS	NÚMERO DE ALUMNOS
1 o 2 veces	27
2 a 5 veces	15
5 o mas	8

Como podemos ver más del 54 por ciento de los encuestados consumen de 1 o 2 veces a la semana snacks y el 16 por ciento consume snack más de 5 veces a la semana.

2. ¿A qué marca de snack te consideras leal?

ALTERNATIVAS	NÚMERO DE ALUMNOS
Lay's	15
Doritos	10
Cheetos	8
Otros	12

Vemos que el 30 por ciento consideran su snack las papitas Lay's y el 20 por ciento a los Doritos. En el caso de la alternativa "otros" las personas mencionaron que consumen frutas secas como maní, nueces, pasas, entre otras, y frutas deshidratadas como deshidratado de manzana, piña, etc.

3. ¿Porque consumes snack?

ALTERNATIVAS	NÚMERO DE ALUMNOS
Merienda	33
Comida (desayuno o almuerzo)	6
Otros	11

Vemos que el 66 por ciento de los consumidores consumen los snacks como una merienda a media mañana o media tarde, y que solo el 12 por ciento lo consume como un desayuno o un almuerzo y solo lo consumen cuando están apurados y no tienen

tiempo para almorzar o desayunar. En la alternativa de “otros” los consumidores afirmaron que consumen los snacks por decisión propia a cualquier hora del día porque les gusta ese tipo de alimentos.

4. ¿A qué hora consumes mayormente los snacks?

ALTERNATIVAS	NÚMERO DE ALUMNOS
Medio día	19
Media tarde	14
Hora de comida (desayuno, almuerzo o cena)	6
Otros	11

Como vemos el 38 por ciento de los encuestados consumen los snacks a la media mañana, antes del almuerzo, y el 28 por ciento lo consume a la media tarde o antes de irse a casa. Solo el 12 por ciento lo consumen a la hora de comida (almuerzo, desayuno o cena) por falta de tiempo. En la alternativa “otros” las encuestados escribieron que lo consumen en una reunión de amigo, en una fiesta o en cualquier hora del día.

5. ¿Consumes frutas deshidratadas? Si la respuesta es sí, con qué frecuencia por semana

ALTERNATIVAS	NÚMERO DE ALUMNOS
1 o 2 veces	26
2 a 5 veces	11
5 o mas	0

Vemos que 74 por ciento de los encuestados consume fruta deshidratada que para ellos son tanto los frutos secos como maní, almendras, nueces, pasas, entre otras, y frutas deshidratadas como deshidratado de manzana, piña, etc. Vemos como el 52 por ciento consume frutas deshidratadas 1 o 2 veces por semana, y solo el 22 por ciento lo consume 2 a 5 veces por semana.

6. ¿Qué tipo de frutas deshidratadas consumes más?

ALTERNATIVAS	NÚMERO DE ALUMNOS
Villa natura	5
Eco fruits	2
Inti Frutos	7
Sacha Inchi	8
Otros:	11

Las marcas mencionadas, aunque conocidas no están presentes en muchos puntos de venta por esta razón, no muchos la conocen y consumen. En la alternativa de “otros” los consumidores mencionaron consumir productos sin marca solo envasados y algunos mencionaron marcas como WONG y METRO.

7. Del 1 al 5, siendo 5 la calificación más alta y 1 la más baja, califica las siguientes marcas en cuanto a calidad, precio y si lo encuentras con frecuencia.

ALTERNATIVAS	CALIFICACIÓN PROMEDIO
Lay's	4
Eco fruits	3.5
Inti Frutos	3.5
Sacha Inchi	4
Otros:	

Dentro de la alternativa de “otros” se han mencionado las marcas de WONG y METRO cuya calificación está entre 3.5 y 4, respectivamente. Además, los productos sin marca han tenido una calificación de 4.

Conclusiones

- Como podemos ver en los resultados de la encuesta los alumnos de la UNALM poseen las características que buscamos en los consumidores de nuestro producto “osmodeshidratado de manzana delicia”.
- Por lo cual, consideramos que son consumidores clave y parte de nuestro público objetivo

**ANEXO 2: FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR ES
ESPESOR DE LA RODAJA DE MANZANA MÁS ADECUADA**

FORMATO DE EVALUACIÓN

PRUEBA DE PREFERENCIA AMPLIADA

NOMBRE Y APELLIDO:	FECHA: / /
	HORA:

1. INDICACIONES

Evaluar las muestras, en el orden indicado, y ordenarlas de acuerdo a su preferencia primero en cuanto a la textura y después considerando el aspecto general de cada muestra. Se colocará en primer lugar (1) la que prefiera más hasta llegar al último lugar (3) donde colocará la que prefiere menos

I. Sabor del producto

CÓDIGO	ORDEN DE PREFERENCIA EN CUANTO A LA TEXTURA
392	
451	
861	

II. Aspecto general

CÓDIGO	ORDEN DE PREFERENCIA EN CUANTO AL ASPECTO GENERAL
392	
451	
861	

2. OBSERVACIONES

.....
.....
.....
.....

Muchas gracias por su participación

**ANEXO 3: FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LA
CONCENTRACIÓN DE LA SOLUCIÓN OSMÓTICA MÁS ADECUADO**

FORMATO DE EVALUACIÓN

PRUEBA DE PREFERENCIA AMPLIADA

NOMBRE Y APELLIDO:	FECHA: / /
	HORA:

1. INDICACIONES

Evaluar las muestras, en el orden indicado, y ordenarlas de acuerdo a su preferencia primero en cuanto al sabor y después considerando el aspecto general de cada muestra. Se colocará en primer lugar (1) la que prefiera más hasta llegar al último lugar (3) donde colocará la que prefiere menos

I. Sabor del producto

CÓDIGO	ORDEN DE PREFERENCIA EN CUANTO AL SABOR
392	
451	
861	

II. Aspecto general

CÓDIGO	ORDEN DE PREFERENCIA EN CUANTO AL ASPECTO GENERAL
392	
451	
861	

2. OBSERVACIONES

.....
.....
.....
.....
.....

Muchas gracias por su participación

ANEXO 4: FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LA ACTIVIDAD DE AGUA MÁS ADECUADO

**FORMATO DE EVALUACIÓN
PRUEBA DE PREFERENCIA AMPLIADA**

NOMBRE Y APELLIDO:	FECHA: / /
	HORA:

1. INDICACIONES

Evaluar las muestras, en el orden indicado, y ordenarlas de acuerdo a su preferencia primero en cuanto a la textura y después considerando el aspecto general de cada muestra. Se colocará en primer lugar (1) la que prefiera más hasta llegar al último lugar (3) donde colocará la que prefiere menos

I. Sabor del producto

CÓDIGO	ORDEN DE PREFERENCIA EN CUANTO A LA TEXTURA
392	
451	
789	

II. Aspecto general

CÓDIGO	ORDEN DE PREFERENCIA EN CUANTO AL ASPECTO GENERAL
392	
451	
789	

2. OBSERVACIONES

.....
.....
.....
.....

Muchas gracias por su participación

ANEXO 5: RESULTADOS DE LA PRUEBA DE FRIEDMAN PARA DETERMINAR ES ESPEJOR DE LA RODAJA DE MANZANA MÁS ADECUADA

MUESTRA: Rodajas de manzana delicia

Códigos:

CÓDIGO	ESPEJOR DE LA RODAJA DE MANZANA (CM)
392	0.5cm
451	0.75cm
861	1cm

Suma de rangos:

CÓDIGO	TEXTURA (RT)	ASPECTO GENERAL (RA)
392	149	167
451	224	218
861	257	245

$$N = 105$$

$$K = 3$$

$$\text{Nivel de significancia} = 0.05$$

RESULTADO DE ACUERDO A LA TEXTURA

✓ Hipótesis

Ho: No existe diferencias significativas en la preferencia de las muestras

Ha: Al menos una de las muestras tiene diferente preferencia

✓ Verificación

$$R_{..} = \frac{N * K * (K + 1)}{2} \quad 149 + 224 + 257 = 105 * 3(4)$$

$$653 = 653$$

✓ Obtención del estadístico de Friedman

$$X^2C = \frac{12 * \sum_{i=1}^3 RT_i^2}{N * K * (K + 1)} - 3 * N * (K + 1) \quad X^2C = 58.34$$

$$X^2t(1 - \alpha, k - 1) \quad X^2t = (0.95, 2) = 5.991$$

Decisión: al comparar se obtiene que X^2C es mayor que X^2t por lo tanto se rechaza el Ho y se acepta Ha, ya que existe una evidencia estadística a un nivel de 0.05, por lo tanto debe realizarse la prueba de comparación de Friedman

- ✓ Prueba de comparación de Friedman

Cálculos estadísticos de la prueba de comparación de Friedman:

$$C = t * \frac{\sqrt{2 * N * (A2 - B2)}}{(N-1)(K-1)}$$

$$t(1-\alpha/2, (N-1 * K-1)gl) = t(0.975, 208gl) = 1.972$$

$$A2 = \frac{N * K(K+1)(2K+1)}{(N-1)(K-1)} = 1470$$

$$B2 = \frac{\sum_{i=1}^3 RT_i^2}{N} = 1318.34$$

Entonces:

$$C = 1.692$$

Ordenando de mayor a menor las muestras

$$RT1 = 257 \quad RT2 = 224 \quad RT3 = 149$$

DIFERENCIAS TOTALES I RAI – RAJ I	VALOR CRITICO DE FRIEDMAN C	RESULTADO
I RS1 – RS2 I = 33	1.692	*
I RS1 – RS3 I = 108	1.692	*
I RS2 – RS3 I = 75	1.692	*

A un nivel de significancia de 0.05 se concluye que existen diferencias significativas entre las tres muestras con diferentes tratamientos.

Se considera que la muestra con un espesor de 0.5 cm tiene superior preferencia que las demás por presentar el menor valor de sumatoria total de por muestra.

RESULTADO DE ACUERDO AL ASPECTO GENERAL

- ✓ Hipótesis

Ho: No existe diferencias significativas en la preferencia de las muestras

Ha: Al menos una de las muestras tiene diferente preferencia

- ✓ Verificación

$$R.. = \frac{N * K(K+1)}{2} \quad 167 + 218 + 245 = 105 * 3(4)$$

$$630 = 630$$

- ✓ Obtención del estadístico de Friedman

$$X^2C = \frac{12 * \sum_{i=1}^3 R A_i^2}{N * K(K+1)} - 3 * N(K+1) \quad X^2C = 29.89$$

$$X^2t(1-\alpha, k-1gl) \quad X^2t(0.95, 2gl) = 5.991$$

Decision: al comparar se obtiene que X^2C es mayor que X^2t por lo tanto se rechaza el H_0 y se acepta H_a , ya que existe una evidencia estadística a un nivel de 0.05, por lo tanto debe realizarse la prueba de comparación de Friedman

✓ Prueba de comparación de Friedman

Cálculos estadísticos de la prueba de comparación de Friedman:

$$C = t * \frac{\sqrt{2 * N * (A2 - B2)}}{(N-1)(K-1)}$$

$$t(1-\alpha/2, (N-1 * K-1)gl) = t(0.975, 208gl) = 1.972$$

$$A2 = \frac{N * K(K+1)(2K+1)}{(N-1)(K-1)} = 1470$$

$$B2 = \frac{\sum_{i=1}^3 RA_i^2}{N} = 1289.86$$

Entonces:

$$C = 1.843$$

Ordenando de mayor a menor las muestras

$$RA_1 = 245 \quad RA_2 = 218 \quad RA_3 = 167$$

DIFERENCIAS TOTALES I RA _I – RA _J I	VALOR CRITICO DE FRIEDMAN C	RESULTADO
I RA ₁ – RA ₂ I = 27	1.843	*
I RA ₁ – RA ₃ I = 78	1.843	*
I RA ₂ – RA ₃ I = 51	1.843	*

A un nivel de significancia de 0.05 se concluye que existen diferencias significativas entre las tres muestras con diferentes tratamientos.

Se considera que la muestra con un espesor de 0.5cm tiene superior preferencia que las demás por presentar el menor valor de sumatoria total de por muestra.

CONCLUSION: Con los resultados obtenidos se determinó que la muestra con el espesor de mayor preferencia es el de 0.5cm, con este resultado vamos a continuar con la investigación

**ANEXO 6: CUADRO DE RESPUESTAS DE PANELISTAS PARA DETERMINAR
ES ESPESOR DE LA RODAJA DE MANZANA MÁS ADECUADA**

Espesor de la rodaja	TEXTURA			ASPECTO GENERAL		
	0.5 cm	0.75 cm	1 cm	0.5 cm	0.75 cm	1 cm
N° Panelistas	392	451	861	392	451	861
1	2	1	3	1	2	3
2	1	2	3	2	1	3
3	1	3	2	2	3	1
4	1	2	3	2	1	3
5	1	2	3	1	2	3
6	1	2	3	1	3	2
7	1	3	2	1	2	3
8	2	3	1	2	3	1
9	1	3	2	1	3	2
10	1	3	2	1	3	2
11	2	1	3	1	2	3
12	2	1	3	2	1	3
13	1	2	3	1	3	2
14	1	3	2	1	3	2
15	2	3	1	2	1	3
16	1	3	2	1	3	2
17	1	2	3	2	1	3
18	1	3	2	1	3	2
19	1	2	3	1	2	3
20	2	3	1	2	3	1
21	1	2	3	1	2	3
22	2	3	1	2	1	3

«continuación»

23	2	1	3	1	2	3
24	1	2	3	3	2	1
25	1	3	2	1	3	2
26	1	2	3	2	1	3
27	1	2	3	1	2	3
28	1	2	3	1	3	2
29	2	1	3	1	2	3
30	2	1	3	2	1	3
31	1	3	2	1	3	2
32	1	2	3	1	2	3
33	1	2	3	1	2	3
34	3	2	1	3	2	1
35	2	1	3	2	1	3
36	1	2	3	1	2	3
37	1	2	3	1	2	3
38	2	1	3	2	1	3
39	3	1	2	3	1	2
40	1	2	3	1	2	3
41	1	3	2	1	3	2
42	3	2	1	3	2	1
43	2	1	3	2	1	3
44	1	3	2	1	2	3
45	2	1	3	2	3	1
46	1	3	2	2	3	1
47	1	2	3	3	1	2
48	1	3	2	1	2	3
49	1	3	2	1	2	3
50	1	2	3	2	3	1
51	2	3	1	3	2	1

«continuación»

52	2	1	3	3	1	2
53	1	2	3	1	3	2
54	2	1	3	1	2	3
55	1	2	3	2	1	3
56	1	3	2	2	3	1
57	1	2	3	2	1	3
58	1	2	3	1	2	3
59	1	2	3	1	3	2
60	1	3	2	1	2	3
61	2	3	1	2	3	1
62	1	3	2	1	3	2
63	1	3	2	1	3	2
64	2	1	3	1	2	3
65	2	1	3	2	1	3
66	1	2	3	1	3	2
67	1	3	2	1	3	2
68	2	3	1	2	1	3
69	1	3	2	1	3	2
70	1	2	3	2	1	3
71	1	3	2	1	3	2
72	1	2	3	1	2	3
73	2	3	1	2	3	1
74	1	2	3	1	2	3
75	2	3	1	2	1	3
76	2	1	3	1	2	3
77	1	2	3	3	2	1
78	1	3	2	1	3	2
79	1	2	3	2	1	3
80	1	2	3	1	2	3

«continuación»

81	1	2	3	1	3	2
82	2	1	3	1	2	3
83	2	1	3	2	1	3
84	1	3	2	1	3	2
85	1	2	3	1	2	3
86	1	2	3	1	2	3
87	3	2	1	3	2	1
88	2	1	3	2	1	3
89	1	2	3	1	3	2
90	1	2	3	1	2	3
91	2	1	3	2	1	3
92	3	1	2	3	1	2
93	1	2	3	1	2	3
94	1	3	2	1	3	2
95	3	2	1	3	2	1
96	2	1	3	2	1	3
97	1	3	2	1	2	3
98	2	1	3	2	3	1
99	1	3	2	2	3	1
100	1	2	3	3	1	2
101	1	3	2	1	2	3
102	1	3	2	1	2	3
103	1	2	3	2	3	1
104	2	3	1	3	2	1
105	2	1	3	3	1	2
TOTAL	149	224	257	167	218	245

ANEXO 7: RESULTADOS DE LA PRUEBA DE FRIEDMAN PARA DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE LA SOLUCIÓN OSMÓTICA MÁS ADECUADO

MUESTRA: Rodajas de manzana delicia

Códigos:

CÓDIGO	SOLIDOS SOLUBLES DE LA SOLUCIÓN OSMOTICA
392	30 °Brix
451	40 °Brix
861	50 °Brix

Sumatoria de rangos:

CÓDIGO	SABOR (RA)	ASPECTO GENERAL (RT)
392	231	220
451	196	214
861	197	190

N = 104

K = 3

Nivel de significancia = 0.05

RESULTADO DE ACUERDO AL SABOR

✓ Hipótesis

Ho: No existe diferencias significativas en la preferencia de las muestras

Ha: Al menos una de las muestras tiene diferente preferencia

✓ Verificación

$$R_{..} = \frac{N * K(K+1)}{2} \quad 231+197+196 = 104 * 3(4)$$

$$624 = 624$$

✓ Obtención del estadístico de Friedman

$$X^2C = \frac{12 * \sum_{j=1}^3 R_j^2}{N * K(K+1)} - 3 * N(K+1) \quad X^2C = 7.63$$

$$X^2t (1-\alpha, k-1gl) \quad X^2t = (0.95, 2gl) = 5.991$$

Decisión: al comparar se obtiene que X^2C es mayor que X^2t por lo tanto se rechaza el H_0 y se acepta H_a , ya que existe una evidencia estadística a un nivel de 0.05, por lo tanto debe realizarse la prueba de comparación de Friedman

- ✓ Prueba de comparación de Friedman

Cálculos estadísticos de la prueba de comparación de Friedman:

$$C = t * \frac{\sqrt{2 * N * (A2 - B2)}}{(N-1)(K-1)}$$

$$t(1-\alpha/2, (N-1 * K-1)gl) = t(0.975, 206gl) = 1.972$$

$$A2 = \frac{N * K(K+1)(2K+1)}{(N-1)(K-1)} = 1456$$

$$B2 = \frac{\sum_{i=1}^3 RSi^2}{N} = 1255.63$$

Entonces:

$$C = 1.954$$

Ordenando de mayor a menor las muestras

$$RS1 = 231 = 30 \text{ °Brix} \quad RS2 = 197 = 50 \text{ °Brix} \quad RS3 = 196 = 40 \text{ °Brix}$$

DIFERENCIAS TOTALES I RSI – RSJ I	VALOR CRITICO DE FRIEDMAN C	RESULTADO
I RS1 – RS2 I = 4	1.957	*
I RS1 – RS3 I = 5	1.957	*
I RS2 – RS3 I = 1	1.957	ns

A un nivel de significancia de 0.05 se concluye que existen diferencias significativas entre las muestras de 50 °Brix y 30 °Brix y de las muestras de 30 °Brix y 40 °Brix. También se demuestra que no existe diferencias significativas entre las muestras de 40 °Brix y 50 °Brix.

Se considera que la muestra con un tratamiento de osmosis de 40 °Brix tiene superior preferencia que las demás por presentar el menor valor de sumatoria total de por muestra.

RESULTADO DE ACUERDO AL ASPECTO GENERAL

- ✓ Hipótesis
 - H_0 : No existe diferencias significativas en la preferencia de las muestras
 - H_a : Al menos una de las muestras tiene diferente preferencia
- ✓ Verificación

$$R.. = \frac{N * K(K+1)}{2} \quad 220+214+190 = 104 * 3(4)$$

$$653 = 653$$

✓ Obtención del estadístico de Friedman

$$X^2C = \frac{12 * \sum_{i=1}^3 R A_i^2}{N * K(K+1)} - 3 * N(K+1) \quad X^2C = 4.846$$

$$X^2t (1-\alpha, k-1 gl) \quad X^2t = (0.95, 2gl) = 5.991$$

Decisión: Al comparar se obtiene que X^2C es menor que X^2t por lo tanto se acepta el H_0 y se rechaza H_a , en conclusión no existe diferencias significativas entre las tres muestras.

CONCLUSION: Como vemos en la prueba de aspecto general no existe diferencias significativas de diferencia entre las tres muestras, pero en la prueba del sabor si existe diferencias significativas. Al finalizar se seleccionó las muestras sometidas a una concentración de jarabe de 40 °Brix para continuar con la investigación, ya que demostraron mayor aceptación entre los jueces.

ANEXO 8: CUADRO DE RESPUESTAS DE PANELISTAS PARA DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE JARABE MÁS ADECUADO

Concentración de solidos solubles	SABOR			ASPECTO GENERAL		
	30°Brix	40°Brix	50°Brix	30°Brix	40°Brix	50°Brix
N° Panelistas	392	451	861	392	451	861
1	2	3	1	3	1	2
2	3	1	2	3	2	1
3	3	1	2	3	2	1
4	3	2	1	3	2	1
5	3	2	1	3	2	1
6	2	3	1	1	2	3
7	3	2	1	3	2	1
8	3	2	1	3	2	1
9	2	3	1	1	3	2
10	2	1	3	2	1	3
11	1	2	3	1	2	3
12	2	3	1	2	3	1
13	3	1	2	3	1	2
14	3	1	2	1	2	3
15	2	3	1	2	3	1
16	2	3	1	2	3	1
17	3	2	1	3	2	1
18	3	1	2	3	1	2
19	1	3	2	1	3	2
20	2	1	3	2	3	1
21	1	2	3	2	3	1
22	1	2	3	1	2	3
23	3	1	2	3	2	1

«continuación»

24	1	2	3	1	2	3
25	3	2	1	1	3	2
26	3	1	2	1	2	3
27	1	2	3	2	1	3
28	1	3	2	3	2	1
29	1	2	3	2	3	1
30	3	1	2	3	2	1
31	3	1	2	3	2	1
32	1	2	3	3	2	1
33	2	3	1	1	2	3
34	3	2	1	1	3	2
35	2	1	3	3	1	2
36	2	3	1	2	3	1
37	3	2	1	3	2	1
38	1	2	3	2	3	1
39	1	2	3	1	2	3
40	3	1	2	3	1	2
41	2	3	1	2	1	3
42	2	1	3	2	1	3
43	3	1	2	3	2	1
44	2	1	3	1	2	3
45	1	3	2	1	2	3
46	3	2	1	3	1	2
47	2	1	3	1	2	3
48	3	2	1	1	3	2
49	2	1	3	3	1	2
50	3	2	1	3	2	1
51	3	2	1	1	3	2
52	3	1	2	3	2	1

«continuación»

53	2	3	1	3	1	2
54	3	1	2	3	2	1
55	3	1	2	3	2	1
56	3	2	1	3	2	1
57	3	2	1	3	2	1
58	2	3	1	1	2	3
59	3	2	1	3	2	1
60	3	2	1	3	2	1
61	2	3	1	1	3	2
62	2	1	3	2	1	3
63	1	2	3	1	2	3
64	2	3	1	2	3	1
65	3	1	2	3	1	2
66	3	1	2	1	2	3
67	2	3	1	2	3	1
68	2	3	1	2	3	1
69	3	2	1	3	2	1
70	3	1	2	3	1	2
71	1	3	2	1	3	2
72	2	1	3	2	3	1
73	1	2	3	2	3	1
74	1	2	3	1	2	3
75	3	1	2	3	2	1
76	1	2	3	1	2	3
77	3	2	1	1	3	2
78	3	1	2	1	2	3
79	1	2	3	2	1	3
80	1	3	2	3	2	1
81	1	2	3	2	3	1

«continuación»

82	3	1	2	3	2	1
83	3	1	2	3	2	1
84	1	2	3	3	2	1
85	2	3	1	1	2	3
86	3	2	1	1	3	2
87	2	1	3	3	1	2
88	2	3	1	2	3	1
89	3	2	1	3	2	1
90	1	2	3	2	3	1
91	1	2	3	1	2	3
92	3	1	2	3	1	2
93	2	3	1	2	1	3
94	2	1	3	2	1	3
95	3	1	2	3	2	1
96	2	1	3	1	2	3
97	1	3	2	1	2	3
98	3	2	1	3	1	2
99	2	1	3	1	2	3
100	3	2	1	1	3	2
101	2	1	3	3	1	2
102	3	2	1	3	2	1
103	2	3	1	1	3	2
104	3	2	1	3	2	1
TOTAL	231	196	197	220	214	190

ANEXO 9: RESULTADOS DE LA PRUEBA DE FRIEDMAN PARA DETERMINAR LA ACTIVIDAD DE AGUA MÁS ADECUADO

MUESTRA: Rodajas de manzana delicia

Códigos:

CÓDIGO	ACTIVIDAD DE AGUA
392	0.74
451	0.71
789	0.68

Sumatoria de rangos:

CÓDIGO	TEXTURA (RT)	ASPECTO GENERAL (RT)
392	208	212
451	172	184
789	220	204

$$N = 100$$

$$K = 3$$

Nivel de significancia = 0.05

RESULTADO DE ACUERDO A LA TEXTURA

✓ Hipótesis

Ho: No existe diferencias significativas en la preferencia de las muestras

Ha: Al menos una de las muestras tiene diferente preferencia

✓ Verificación

$$R.. = \frac{N * K * (K + 1)}{2} \quad 208 + 172 + 220 = 100 * 3(4)$$

$$600 = 600$$

✓ Obtención del estadístico de Friedman

$$X^2C = \frac{12 * \sum_{i=1}^3 RT_i^2}{N * K * (K + 1)} - 3 * N * (K + 1) \quad X^2C = 12.48$$

$$X^2t (1-\alpha, k-1) \quad X^2t = (0.95, 2) = 5.991$$

Decision: al comparar se obtiene que X^2C es mayor que X^2t por lo tanto se rechaza el Ho y se acepta Ha, ya que existe una evidencia estadística a un nivel de 0.05, por lo tanto debe realizarse la prueba de comparación de Friedman

- ✓ Prueba de comparación de Friedman

Cálculos estadísticos de la prueba de comparación de Friedman:

$$C = t * \frac{\sqrt{2 * N * (A2 - B2)}}{(N-1)(K-1)}$$

$$t(1-\alpha/2, (N-1 * K-1)gl) = t(0.975, 198gl) = 1.96$$

$$A2 = \frac{N * K(K+1)(2K+1)}{(N-1)(K-1)} = 1400$$

$$B2 = \frac{\sum_{i=1}^3 RSi^2}{N} = 1212.48$$

Entonces:

$$C = 1.917$$

Ordenando de mayor a menor las muestras

$$RT1 = 220 \quad RT2 = 208 \quad RT3 = 172$$

DIFERENCIAS TOTALES I RTI – RTJ I	VALOR CRITICO DE FRIEDMAN C	RESULTADO
I RT1 – RT2 I = 12	1.917	*
I RT1 – RT3 I = 48	1.917	*
I RT2 – RT3 I = 36	1.917	*

A un nivel de significancia de 0.05 se concluye que existen diferencias significativas entre las muestras.

Se considera que la muestra con la actividad de agua de 0.71 tiene superior preferencia que las demás por presentar el menor valor de sumatoria total de por muestra.

RESULTADO DE ACUERDO AL ASPECTO GENERAL

- ✓ Hipótesis

Ho: No existe diferencias significativas en la preferencia de las muestras

Ha: Al menos una de las muestras tiene diferente preferencia

- ✓ Verificación

$$R.. = \frac{N * K(K+1)}{2} \quad 212 + 184 + 204 = 100 * 3(4)$$

$$600 = 600$$

- ✓ Obtención del estadístico de Friedman

$$X^2C = \frac{12 * \sum_{i=1}^3 RAi^2}{N * K(K+1)} - 3 * N(K+1) \quad X^2C = 4.16$$

$$\chi^2_t (1-\alpha, k-1 \text{ gl}) \quad \chi^2_t = (0.95, 2 \text{ gl}) = 5.991$$

Decisión: al comparar se obtiene que χ^2_C es menor que χ^2_t por lo tanto se acepta el H_0 y se rechaza H_a , por lo tanto no existe diferencias significativas entre las tres muestras.

CONCLUSION: según las dos pruebas realizadas se determina que la muestra con mayor preferencia según el juez es de 0.71 de actividad de agua, de este modo se seleccionó la muestra que sirve para continuar con la investigación

ANEXO 10: CUADRO DE RESPUESTAS DE PANELISTAS PARA DETERMINAR LA ACTIVIDAD DE AGUA MÁS ADECUADO

Actividad de agua	SABOR			ASPECTO GENERAL		
	0.74	0.71	0.68	0.74	0.71	0.68
N° Panelistas	392	452	789	392	452	789
1	2	1	3	2	1	3
2	3	1	2	1	3	2
3	2	3	1	2	3	1
4	1	3	2	1	2	3
5	2	1	3	1	2	3
6	2	1	3	2	1	3
7	1	2	3	1	2	3
8	2	1	3	2	1	3
9	2	1	3	2	1	3
10	1	2	3	3	1	2
11	1	2	3	1	2	3
12	2	3	1	2	3	1
13	2	3	1	2	3	1
14	2	3	1	3	2	1
15	1	2	3	1	2	3
16	2	1	3	2	1	3
17	3	1	2	3	2	1
18	3	1	2	1	2	3
19	2	1	3	3	2	1
20	2	1	3	3	2	1
21	2	3	1	3	2	1

«continuación»

22	3	2	1	3	2	1
23	3	1	2	3	1	2
24	3	2	1	3	2	1
25	3	1	2	3	1	2
26	2	1	3	2	1	3
27	3	1	2	1	3	2
28	2	3	1	2	3	1
29	1	3	2	1	2	3
30	2	1	3	1	2	3
31	2	1	3	2	1	3
32	1	2	3	1	2	3
33	2	1	3	2	1	3
34	2	1	3	2	1	3
35	1	2	3	3	1	2
36	1	2	3	1	2	3
37	2	3	1	2	3	1
38	2	3	1	2	3	1
39	2	3	1	3	2	1
40	1	2	3	1	2	3
41	2	1	3	2	1	3
42	3	1	2	3	2	1
43	3	1	2	1	2	3
44	2	1	3	3	2	1
45	2	1	3	3	2	1
46	2	3	1	3	2	1
47	3	2	1	3	2	1
48	3	1	2	3	1	2
49	3	2	1	3	2	1
50	3	1	2	3	1	2

«continuación»

51	2	1	3	2	1	3
52	3	1	2	1	3	2
53	2	3	1	2	3	1
54	1	3	2	1	2	3
55	2	1	3	1	2	3
56	2	1	3	2	1	3
57	1	2	3	1	2	3
58	2	1	3	2	1	3
59	2	1	3	2	1	3
60	1	2	3	3	1	2
61	1	2	3	1	2	3
62	2	3	1	2	3	1
63	2	3	1	2	3	1
64	2	3	1	3	2	1
65	1	2	3	1	2	3
66	2	1	3	2	1	3
67	3	1	2	3	2	1
68	3	1	2	1	2	3
69	2	1	3	3	2	1
70	2	1	3	3	2	1
71	2	3	1	3	2	1
72	3	2	1	3	2	1
73	3	1	2	3	1	2
74	3	2	1	3	2	1
75	3	1	2	3	1	2
76	2	1	3	2	1	3
77	3	1	2	1	3	2
78	2	3	1	2	3	1
79	1	3	2	1	2	3

«continuación»

80	2	1	3	1	2	3
81	2	1	3	2	1	3
82	1	2	3	1	2	3
83	2	1	3	2	1	3
84	2	1	3	2	1	3
85	1	2	3	3	1	2
86	1	2	3	1	2	3
87	2	3	1	2	3	1
88	2	3	1	2	3	1
89	2	3	1	3	2	1
90	1	2	3	1	2	3
91	2	1	3	2	1	3
92	3	1	2	3	2	1
93	3	1	2	1	2	3
94	2	1	3	3	2	1
95	2	1	3	3	2	1
96	2	3	1	3	2	1
97	3	2	1	3	2	1
98	3	1	2	3	1	2
99	3	2	1	3	2	1
100	3	1	2	3	1	2
TOTAL	208	172	220	212	184	204