

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**“EFECTO DEL EDULCORANTE Y EL TIEMPO DE
INMERSIÓN EN LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA EN LA
CARAMBOLA (*Averrhoa carambola L.*)”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

PRESENTADO POR:

Bach. VENTURA CÉPIDA, Wilmer Alfredo

AYACUCHO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

*A Dios y a la Virgen del Rosario por ser mí guía y brindarme
la fortaleza de seguir adelante.*

*A mis padres Benito Juan Ventura Ancco y Claudia Paulina
Cépida Guerrero por estar siempre a mi lado brindándome
su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona.*

*A mis hermanos Rafael y Rosario por su aliento
constante y apoyo incondicional que siempre me brindaron
en el día a día.*

*A Reveca, Santiago y Valentina por su amor
incondicional.*

AGRADECIMIENTO

Con gratitud y reconocimiento al Alma Máter, la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, fuente de sabiduría y enseñanzas, forjadora de anhelos y sueños, por acogernos en sus aulas y brindarnos la formación profesional.

A toda la plana docente de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, en especial a los docentes de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, por sus enseñanzas y orientaciones durante mi permanencia en las aulas universitarias.

Al Ing. Mg. Juan Carlos Ponce Ramírez, por su orientación y contribución a la realización final de la tesis.

A mis amigos y todas aquellas personas que con su apoyo y aliento constante han hecho posible la culminación de la tesis.

Finalmente, al personal administrativo de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	7
ANTECEDENTES	8
INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	12
1.1. LA CARAMBOLA.....	12
1.1.1. Características generales	12
1.1.2. Fisiología de la carambola	13
1.1.3. Clasificación taxonómica de la carambola.....	14
1.1.4. Variedades de la carambola	14
1.1.5. Composición química.....	16
1.1.6. Uso de la carambola	18
1.1.7. Propiedades funcionales.....	20
1.2. DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA.....	22
1.2.1. Factores que afectan la deshidratación osmótica	23
1.2.2. Cinética de la deshidratación osmótica	28
1.2.3. Ventajas y desventajas de la osmosis.....	31
1.3. DESHIDRATACIÓN	32
1.3.1. Mecanismos de deshidratación	33
1.3.2. Curvas fundamentales de secado	33
1.4. LA METODOLOGIA DE SUPERFICIE DE RESPUESTA (msr).....	37
1.4.1. Diseño compuesto central rotacional (DCCR).....	39
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	42

2.1.	LUGAR Y FECHA DE EJECUCIÓN	42
2.2.	MATERIA PRIMA	42
2.3.	INSUMOS	43
2.4.	Envases	43
2.5.	REACTIVOS, MATERIALES Y EQUIPOS	43
2.5.1.	Reactivos	43
2.5.2.	Materiales de laboratorio	44
2.5.3.	Equipos	45
2.6.	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	45
2.6.1.	Esquema experimental	46
2.6.2.	Caracterización de la materia prima	46
2.6.3.	Estudio del efecto de las variables	47
2.6.4.	Mediciones experimentales	52
2.7.	DISEÑO EXPERIMENTAL	55
	CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSION	57
3.1.	CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA	57
3.1.1.	Análisis físico de la carambola	57
3.1.2.	Análisis organoléptico de la carambola	58
3.1.3.	Análisis fisicoquímico	59
3.1.4.	Análisis químico proximal de la carambola	60
3.2.	ESTUDIO DE LA OPTIMIZACIÓN DE LAS VARIABLES	61
3.2.1.	Evaluación de la retención del ácido ascórbico	61
3.2.2.	Evaluación de la variación de color	70
3.2.3.	Evaluación de la variación del sabor	76

3.2.4. Evaluación de la aceptabilidad.....	83
3.3. EVALUACION DE LA CARAMBOLA OSMODESHIDRATADA	90
3.3.1 Composición química proximal	90
3.3.2 Análisis físico químico de la carambola osmodeshidratada	91
CONCLUSIONES.....	92
RECOMENDACIONES.....	93
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94
ANEXOS.....	102

RESUMEN

La baja calidad comercial de la carambola osmodeshidratada, es debido a que presentan pérdidas en su valor nutricional y la variación del color. Estas pérdidas se generan por el mayor tiempo de inmersión de los trozos de fruta en la solución osmodeshidratante y a la mayor transferencia de sólidos en el producto, generando pérdida de vitamina C y variación de color por la mayor concentración de sacarosa en la fruta.

El objetivo de la investigación fue determinar el efecto de la sacarosa y el tiempo de inmersión en la osmodeshidratación en carambola (*Averrhoa carambola L.*). Para ello se evaluó la sacarosa (40-60 °brix) y el tiempo de inmersión (4-6 horas).

Con los resultados, se caracterizó los trozos de carambola, con una humedad de 89,19%, proteínas 0,43%, grasa 0,19% y cenizas 0,21%. La carambola osmodeshidratada alcanzo valores de Humedad (15,92%), proteína (3,55%), grasa (1,93%), siendo superior a la carambola osmodeshidratada tradicional. También se midió el efecto de la concentración de sacarosa y tiempo en la retención del ácido ascórbico (RAA) y en la variación del color (ΔC), determinando como tratamiento óptimo para RAA (T1=Csa: 49,48%, T: 4,19 h) y para (ΔC) (T2=Csa: 48,50%, T:4,10 h), permitiendo obtener una carambola osmodeshidratada con una mayor calidad comercial.

Con respecto a las características físico químicas y sensoriales en sabor y color la carambola osmodeshidratada optimizada (T2) al comparar con el tratamiento T1. Se alcanzó valores menores de pérdida de ácido ascórbico (T2:25,75%)

Palabra claves: carambola osmodeshidratada, variación del color.

ANTECEDENTES

Internacionales

Castillo y Cornejo (2007) en su investigación, publicada en la Revista Tecnológica ESPOL, “Estudio del efecto del proceso de deshidratación osmótica en la obtención de trozos secos de carambola (*Averrhoa carambola* L.)” determino la cinética de deshidratación osmótica a diferentes concentraciones de sacarosa (40, 50 y 60 ° Brix) y presión atmosférica. En la cual de demostró que el menor coeficiente de difusión de sólidos y una considerable perdida de agua se presentan a 50 ° Brix. Así mismo, al realizar la deshidratación osmótica esta se refleja en un incremento de la difusión de agua en el secado disminuyendo el tiempo de proceso. También se observó que, a diferencia de un secado convencional, hay un aumento de la monocapa de BET, así como mayor estabilidad y mejor calidad sensorial.

(Agudelo et al., 2005) en su investigación, publicada en la revista Ingeniería y Competitividad, “Liofilización de carambola (*Averrhoa carambola* L.) osmodeshidratada” se trató a la carambola por osmodeshidratación mediante una solución hipertónica de sacarosa como pretratamiento al secado por sublimación con la finalidad de extraerle un 30 % de humedad y concentrarla hasta un 40 % los solidos solubles. Se analizó la influencia de la velocidad de congelación y calefacción en el potencial de rehidratación de la fruta liofilizada, la cual presento su valor más alto para la velocidad de congelación menor y para la velocidad de calefacción más alta. Se realizó un análisis sensorial comparativo de la carambola rehidratada y la fruta osmodeshidratada, teniendo en cuenta pruebas afectivas y discriminativas, detectándose perdidas de los compuestos responsables del sabor y aroma durante el proceso de liofilización.

Nacionales

(Cayllahua, 2015) es su tesis “Determinación de parámetros óptimos en la obtención de slides de carambola (*Averrhoa carambola* L.) por osmodeshidratado” en primer lugar se caracterizó la materia prima, asimismo evaluó las características físico químicas como acidez, vitamina C, pH, Humedad, también se analizó los resultados con un diño de DBCA evaluó el efecto de la osmodeshidratación en la carambola. Obteniendo para el mejor tratamiento las siguientes características fisicoquímicas: tratamiento con azúcar blanca a 60 ° Brix, humedad de 10,12 %, aw 0,62, pH 3,11, acidez 0,49 %, vitamina C 34,88 mg, tonalidad de color 40,62, saturación de color 33,88 y luminosidad 61,39, así mismo la evaluación sensorial fue para el color 7, para el olor 5,6, textura 7,3 y sabor 8.

Pérez (2007), en su tesis denominada “Deshidratación osmótica de rodajas de carambola (*Averrhoa carambola* L.) en tres estados de madurez” tuvo como objetivo general evaluar la influencia de la concentración de sacarosa en la solución y el estado de madurez en las cinéticas de pérdida de humedad, ganancia de azúcares y la evaluación sensorial de la fruta osmodeshidratada. En el cual utilizando un Diseño Experimental Completamente Randomizado de Composición Central (DRCC), obteniéndose tiempos largos mayores a 10 horas a concentración de la solución influencio significativamente en la cinética de ganancia de azúcar. El estado de madurez y la concentración de sacarosa en la solución influyeron significativamente en la difusividad de sacarosa en la fruta y la mayor aceptabilidad la obtuvo la carambola madura.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años los cultivos de carambola en el Perú se incrementaron hasta tres veces más (MINAGRI, 2017), pues el 2012 había 100 hectáreas de carambola a diferencia del año 2016 donde hubo registrados 282 Has. En ese sentido, es necesario implementar sistemas de comercialización e industrialización para este fruto debido a su aumento de producción; siendo cada vez más difícil encontrar mercados rentables; por lo cual, la presente investigación tiene la intención de desarrollar alternativas de procesamiento como es producto de carambola (*Averrhoa carambola* L.) osmodeshidratada, con uso de varias soluciones osmóticas (sacarosa y glucosa).

La osmodeshidratación en frutas; en la actualidad es una de las técnicas de procesamiento no deteriorativas, que permite mantener las propiedades fisicoquímicas y sensoriales al igual que cuando la fruta es fresca; mientras que, a diferencia del método convencional, este permite evaporar toda la humedad del alimento manteniendo sus nutrientes y favoreciendo adicionar ingredientes específicos (Barboza y Vega, 2000).

Durante la deshidratación en alimentos, es importante evitar la desnaturalización con la finalidad de no modificar sus propiedades iniciales; pues al quitar el agua libre y cierto porcentaje del agua ligada se puede disminuir su actividad inhibiendo la proliferación microbiana y su deterioro. Por lo que una manera más eficiente para dicho fin es utilizar el método de la osmosis, debido a que este no sufre cambio de estado (Barboza y Vega, 2000).

El deshidratado de la carambola se dificulta por su bajo contenido de sólidos solubles y su alta acidez, lo cual prolonga el tiempo de secado, al realizar un secado con aire caliente se provoca la oxidación del ácido ascórbico que es un valor de calidad esencial en este producto, traduciéndose en una disminución de su valor comercial. Ante este problema se pondrá todo el esfuerzo

encaminado a disminuir el tiempo de secado de la carambola utilizando la deshidratación por métodos combinados de osmosis y secado convencional y mejorar la calidad del producto deshidratado.

Objetivo general

Determinar el efecto del agente edulcorante (sacarosa) y el tiempo de inmersión en la deshidratación osmótica de la carambola (*Averrhoa carambola* L.)

Objetivos específicos

1. Determinar la composición químico proximal y las características físico-químicas de la carambola (*Averrhoa carambola* L.)
2. Realizar el estudio del efecto de las variables de concentración del edulcorante y tiempo de inmersión para obtener carambola osmodeshidratado.
3. Evaluar la variación de la composición físico-química de los tratamientos óptimos en la carambola osmodeshidratada.
4. Evaluar sensorialmente la aceptabilidad en los tratamientos optimizados en la carambola osmodeshidratada.

CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. LA CARAMBOLA

1.1.1. Características generales

La carambola es procedente de Asia y corresponde a la familia Oxalidaceae. En estos tiempos podemos encontrarlos en diversos lugares trópicos y subtropicales, en países como: Brasil, Colombia, Perú, México y otros. Existe en lugares intertropicales que corresponden a zonas media y baja, hasta los 900 metros, siendo volátil a las heladas. En nuestro país, la carambola crece en zonas subtropicales, como son Chanchamayo y Satipo (Junín), Tingo María (Huánuco) y en el VRAEM. Los frutos son fácilmente reconocibles por su forma de estrella con 5 puntas, llegan a medir entre 5 a 8 cm y son de color verde amarillento, el cual cambia su color al llegar a su madurez a amarillo anaranjado caracterizada por su pulpa azucarada y acidula (ácido oxálico) (FAO, 2014).

Los árboles de carambolo se adaptan en zonas con precipitaciones entre 1,500 a 3,000 mm al año.

La temperatura perfecta para el desarrollo de la carambola, varía entre los 21 y 32 °C, teniendo

reportes que en Malasia puede llegar a desarrollarse a los 34 °C, temperaturas por debajo de los 15 °C retrasan su crecimiento y floración (Green, 1987; Nakasome y Paull, 1999).



Figura 1. Frutos de carambola.

1.1.2. Fisiología de la carambola

La carambola tiene forma penta-angulada, cortada transversalmente es como la estrella, son jugosos, aromáticos, de sabor ácido, tienen azúcares reductores y poseen vitamina A y C (Galán, 2001).

a) El fruto

La fruta de carambola, viene a ser una baya carnosa que tiene forma ovoide a elipsoidal, su color amarillo cerezo se puede apreciar en estado maduro, mide de 5 a 12,5 cm (largo) y de 3 a 6 cm (diámetro), el jugo proveniente del fruto es ácido, posee semillas colgantes en la base. Las semillas se encuentran encerradas dentro de arilo húmedo y son de forma ovoides y están muy presionados y miden alrededor de 0,7 a 1,2 cm. de largo (Calzada, 1980).

Es una baya carnosa de forma ovoide a elipsoidal variada, con cuatro a seis aristas longitudinales y redondeadas que lo dotan de una típica sección en forma de estrella, algunas veces modificada.

La baya al alcanzar su madurez es jugosa, tiene un aroma atrayente, posee un color naranja velado y tiene de 1 a 5 semillas. Al final de su madurez podemos apreciar una gran variabilidad en su tamaño final, debido a la dispersión y cantidad de frutos en el árbol (relación fuente-colector), la vitalidad de la planta, requisito de desarrollo y su naturaleza silvestre de la amazonia (Galán, 2001).

1.1.3. Clasificación taxonómica de la carambola

Se reconoce una clasificación sistemática cuando nos referimos a la carambola (Bernal, 2001).

Tabla 1

Clasificación taxonómica de la carambola.

División	Fanerógamas
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Dicotiledónea
Orden	Oxalidácea
Familia	Oxalidaceae
Genero	Averrhoa
Especie	Carambola
Nombre común	Carambola

1.1.4. Variedades de la carambola

En referencia a la carambola posee diversas variedades, pero no todas están disponibles en los viveros, por su limitada logística en materiales de propagación. En el mercado están presentes dos tipos resaltantes de carambolas, dulzones y ácidas (Tabla 1). Aquellos agrupados en los dulzones es preferible consumirlos frescos y la vez ambos tipos son apropiados para manufacturar y consumir recetas cotidianas. Ciertas variedades consiguen un sabor dulce, como el caso de la

Golden Star, si se les faculta madurar en la planta (cuando consigan un color dorado-amarillo) (Calzada, 1980; Galán, 2001).

Tabla 2

Variedades de carambola.

Variedad	Origen	Sabor	Recomendado	Comentarios
Arkim	Florida	Dulce	S	Comercialmente importante
B-2	Malasia	Dulce	E	Sometida a evaluación
B-10	Malasia	Dulce	E	Sometida a evaluación
B-16	Malasia	Dulce	E	Sometida a evaluación
B-17	Malasia	Dulce	E	Sometida a evaluación
Dah Pon	Taiwan	Dulce	N	Color verdoso, insípido
Demark	Indonesia	Dulce	N	Sabor amargo
Fwanz Tunz	Thailand	Dulce	N	Color verdoso, costillas finas, buen sabor
Golden Star	Florida	Ácido	S	Dulce bien madura, muy productiva
Hew-I	Malasia	Dulce	S	Puntos blancos, buen sabor
Kary	Hawaii	Dulce	E	Sometida a evaluación
Maha	Malasia	Dulce	ND	Color verdoso, costillas finas, insípido
Mih Tao	Taiwan	Dulce	N	insípido
Newcomb	Florida	Ácido	ND	Ácido
Sri Kembangam	Malasia	Dulce	E	Sometida a evaluación
Star King	Florida	Ácido	N	Muy ácida
Tean Ma	Taiwan	Dulce	N	Insípido
Thayer	Florida	Ácido	ND	Ácido

Recomendado: S=si, N=no, ND=no existe, E=existe.

Fuente: Calzada (1980); Galán (2001).

Entre las variedades más comunes en la Región Ayacucho y en el Valle del Río Apurímac, Ene y Mantaro, tenemos los siguientes:

a) Golden star

Fruto ovoide o elipsoide, de 10 - 12,5 cm de largo que suele pesar entre 100 y 200 g. es sin duda el fruto de mayor atractivo visual, de brillante color amarillo dorado y con un cutícula gruesa y cerosa. Presenta costillas gruesas con ángulos relativamente grandes, similares a Arkim y B-10. La pulpa es muy jugosa y crujiente. Presenta una mejor dulzura y mayor acidez que Arkim .si se permiten madurar en el árbol

b) Cheng tsey

Fruto grande que puede llegar hasta 315 g tras el aclareo. Presenta surcos muy profundos y firmes. Tiene un alto contenido en T.S.S., y baja acidez con buena textura y color naranja en madurez. Esta variedad es de fácil adaptación a climas tropicales y son las más cultivadas en nuestro país, por lo que no es un fruto estacionario y gracias a sus propiedades químicas ofrece mejor dulzura y acidez.

1.1.5. Composición química

En el caso de la carambola, al igual que la mayoría de los frutos el agua es su constituyente mayoritario, representando alrededor del 90,6% de su contenido seco; el englobado en azúcar, así como fructosa y glucosa oscila entre 3,5 a 15%, conteniendo los cultivares distinguidos grados Brix comprendidos en 7 y 13. Su contenido en proteínas es muy reducido (0,50 g/100 g de pulpa), posee hasta 17 aminoácidos que fueron separados, entre los que se encontraban la serina, el ácido glutámico, y la alanina.

Contiene pequeñas cantidades de grasas, por lo que su valor calórico es muy bajo. Su contenido en fibra cruda (0,70-0,90%) es importante lo que debido a su pequeño importe energético lo hace de especial interés en algunas dietas nutricionales. La pulpa de la carambola es rica en oxalato de calcio y fibra soluble (Collazos, 1996; Novillo, 2009).

En la tabla 3, se muestra la composición química proximal de la carambola.

Tabla 3

Composición química de la carambola en 100 gramos.

Componentes	Unidad	Cantidad
Valor energético	Kcal	35,00
Sólidos totales	Brix	9,40
Humedad	g	90,60
Proteínas	g	1,00
Grasas	g	0,60
Carbohidratos	g	7,40
Fibra	g	0,7- 0,9
Cenizas	g	0,40
Potasio	mg	203,00
Calcio	mg	5,00
Magnesio	mg	18,00
Fosforo	mg	9,00
Azufre	mg	0,40
Hierro	mg	0,30
Retinol (A ₁)	mg	0,04
Tiamina (B ₁)	mg	0,08
Rivoflavina (B ₂)	mg	0,02
Niacina (B ₅)	mg	20,80
Vitamina C	mg	35 - 90

Fuente: Collazos et al, (1996); Novillo (2009)

Es cierto que, 100 g de carambola es posible que provea que un porcentaje del 70 al 95% del requerimiento diario correspondiente a la vitamina C en el cuerpo de un adulto normal.

El componente mayoritario es el ácido oxálico con aproximaciones concebidas entre 0,04 y 0,70 g/100 g de zumo. Su valor energético es bajo aproximándose alrededor de las 35 cal/100 g, siendo

un origen considerable de vitamina C. Se trata, sin duda, de un valor elevado, comparable al de naranja que puede cifrarse en torno a 50 mg/100 g.

Es también una buena fuente de vitamina A con valores que llegan a 560 u/100 g. La provitamina A se convierte en vitamina A dentro de nuestro cuerpo de acuerdo al requerimiento de este último. La vitamina tiene importancia en la síntesis de colágeno, glóbulos rojos, huesos y dientes. Contribuye en la asimilación del hierro para el organismo, así como en el aguante a diferentes infecciones. Mientras que el potasio se requiere en la transmisión y creación del impulso nervioso, de igual forma en la función muscular cotidiana.

La carambola nos brinda potasio en la escala de 200 mg/100 g de pulpa, el cual ya se mencionó su importancia en nuestro organismo, así mismo podemos agregar que es fundamental para mantener el equilibrio de agua en la célula, ya sea del interior al exterior de la célula y/o viceversa. Además, contiene en un rango minoritario: hierro, calcio, sodio y fósforo. También podemos encontrar, pero en mínimas cantidades algunas vitaminas de la familia B (Galán, 1999).

También es notable mencionar que los frutos inmaduros de carambola poseen una cantidad razonable de ácido tartárico, la cual se pierde en el proceso de maduración, por lo que no encontramos en frutos maduros. Al tratarse de una fruta ácida, los niveles de pH son bastante bajos, alrededor de 3.90 en variedades dulces y 2.40 en ácidas.

Asimismo, se han identificado 41 componentes volátiles de un extracto de carambola; el aroma más notable fue el de la uva, el componente más abundante fue el metil antranilato, el aroma más fuerte es probablemente debido a los ésteres y quetonas presentes (Novillo, 2009).

1.1.6. Uso de la carambola

En la zona del VRAEM este fruto es distribuido especialmente en forma de fruto fresco, sin embargo, la carambola tiene óptimas condiciones para ser empleada en la industria de los

alimentos en la elaboración de néctares, pulpas, mermeladas y productos tratados osmóticamente (Cubillos e Izasa, 1999; Novillo, 2009).

a. Fruta fresca

Para la ingesta de la carambola se tiene que distinguir dos grupos de la fruta mencionada: Aquellos del grupo ácido que requieren un procedimiento de transformación y las del grupo dulce que se destinan al consumo fresco.

Al contrario que otros frutos tropicales de olor particular, que no en todos los casos es agradable para la colectividad de los usuarios, el fruto en mención es valorado de la siguiente manera aroma templado, frutal, volátil con mucho parecido a la manzana, así como al de la uva.

La pulpa fresca y jugosa tiene una agradable fragancia y en las variedades más dulces un sabor vivo, ligeramente subácido (Cubillos e Izasa, 1999; Novillo, 2009).

b. En gastronomía

De hecho, estas últimas no se recomiendan para platos cocinados puesto que pierden su identidad tras la cocción. La fruta se puede utilizar en ensaladas, poncheras y otros usos similares (Cubillos e Izasa, 1999; Novillo, 2009).

c. En la industria alimentaria

Dejando de lado su uso habitual como fruta natural en las variadas preparaciones conocidas, la pulpa es usada en almíbar, también puede utilizarse como jugos e inclusive pickles y también licor. La carambola puede secarse con o sin incorporación de azúcar, siendo particularmente interesante la preparación de rodajas secadas al aire caliente.

Con el jugo se puede preparar una bebida refrescante. Procesándola se obtiene mermelada, jalea, fruta cocida o conservas. También se les puede adicionar a los purés cuando su sabor fuerte a especias puede dar carácter a otras frutas menos notorias (Cubillos y Izasa, 1999; Novillo, 2009).

d. A nivel agrícola

Su producción es en el transcurso de todo el año y su crecimiento es muy sencillo. Así mismo es muy fuerte ante las plagas. Su productividad es elevada en cosecha. También tiene una funcionalidad agroecológica para el medio ambiente. La carambola desarrolla en diferentes tipos de suelos (zonas cálidas bajas y pendientes).

Es un cultivo que puede aportar en la restauración de ecosistemas degradados (haciendo hincapié a sembríos de la hoja de coca donde se adapta mejor su desarrollo). Así mismo el cultivar en mención debe ser priorizado como cultivo alternativo en lugares como selva alta y también baja de nuestro país (Cubillos e Izasa, 1999; Novillo, 2009).

e. A nivel agroindustrial

“Permite obtener excelentes valores agregados. Usos para evitar la oxidación enzimática de otros productos y poder trabajar con pulpas de exportación, en forma natural y orgánica. En elaboración de jugos clarificados vía enzimática. Se comen los frutos frescos o en ensaladas de frutas” (Cubillos e Izasa, 1999; Novillo, 2009).

1.1.7. Propiedades funcionales

En el grupo alimenticio de frutas y legumbres están presentes diversos compuestos con capacidad de atraer radicales libres, potenciando nuestra protección antioxidante. En este grupo existen las sustancias conocidas como polifenoles, el ácido ascórbico (vitamina C), los carotenoides, los tocoferoles (vitamina E) y el compuesto selenio. “Aunque se conocen bastante bien los mecanismos a través de los cuales muchos antioxidantes estabilizan las grasas o aceites en estado puro, aún se desconocen numerosos aspectos de su acción en los alimentos complejos” (Murillo, 2002).

La carambola es calificada fascinante nutricionalmente gracias a su actividad, también por la cantidad de ácidos grasos insaturados que posee; es sabido que los antioxidantes tienen la capacidad inhibidora de los procesos de oxidación, los cuales favorecen la defensa de nuestro organismo al estrés oxidativo el cual trae como consecuencia diferentes afecciones en nuestra salud (Wei et al., 2014)

La carambola al ser ingerida ayuda a obstaculizar y expulsar los radicales libres de nuestro organismo, impidiendo un infarto, colesterol alto, cáncer y/ afecciones al colon, senectud prematura, enfermedad de Alzheimer, arteriosclerosis, afecciones hepáticas, disturbios prostáticos y afecciones a la piel.

La cantidad de provitamina A se convierte en vitamina A, acorde lo requiera nuestro cuerpo. Esta vitamina es importante para mejorar nuestra visión, el adecuado estado de la piel, el cabello, las mucosas, los huesos y el buen desempeño de nuestro sistema inmunológico. El β -caroteno tiene su actividad máxima a 5×10^{-5} mol/l, predominando la acción pro oxidativa a concentraciones más elevadas. La presión parcial del oxígeno también es crítica; debe ser inferior a 150 mmHg (Murillo, 2002).

La vitamina C es precursora de la síntesis de colágeno, glóbulos rojos, huesos y dientes y favorece la asimilación del hierro y la fortaleza a diversas infecciones. En sistemas acuosos solo tienen actividad antioxidante a concentraciones elevadas ($>10^{-3}$ mol/L). Las concentraciones más bajas (10^{-5} mol/L), especialmente en presencia de iones de metales pesados, tiene acción pro oxidante (Murillo, 2002). Ambas vitaminas, cumplen además una función antioxidante (Galán, 1999).

Especialmente durante la obtención de aceites vegetales se aíslan al mismo tiempo tocoferoles. Como resisten al proceso de refinado en suficiente concentración, garantizan la estabilidad del producto comercial. La actividad antioxidante de los tocoferoles aumenta, lo contrario ocurre con

la actividad vitamínica y con la velocidad de reacción con radicales peróxidos. La vitamina E se encuentra mayormente distribuida en los aceites vegetales principalmente aquellos producidos por presión con frío, germen de trigo y los cereales integrales. Además, tenemos diversos orígenes como la carne, frutas, aves, verduras y pescado (las cuales tiene cantidades inferiores) (Murillo, 2002).

1.2. DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA

La deshidratación osmótica tiene como objetivo extender la vida útil de los alimentos al eliminar el agua sin transición de fase. El proceso se lleva a cabo sumergiendo la materia prima en una solución hipertónica (solución con alta concentración) de azúcares, cloruro de sodio, sorbitol, glicerol, etc.). (Matuska et al, 2006; Chenlo et al, 2006; Moreira et al, 2007).

En la deshidratación osmótica, se lleva a cabo el proceso de flujo de agua hacia el exterior del material alimenticio, y el ingreso de sustancias disueltas en una solución hipertónica en el producto. Dado que la membrana celular no es perfectamente selectiva, los solutos presentes en las células (ácidos orgánicos, azúcares, minerales, fragancias y colorantes) pueden pasar con agua a la solución hipertónica (Derossi et al, 2008).

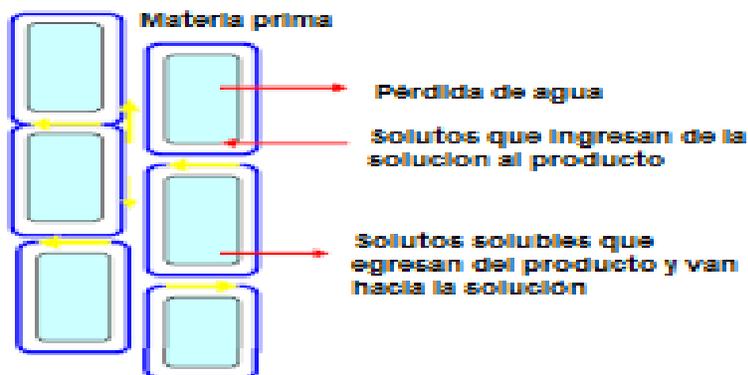


Figura 3. Proceso de osmódeshidratación de frutas.

La deshidratación osmótica conduce a una menor actividad de agua en el producto, entre 0,95 y 0,90 y, por lo tanto, pertenece a la clase de alimentos de humedad intermedia que tienen una actividad de agua entre 0,65 y 0,90 (Yadav y Singh 2012).

La deshidratación osmótica se trata como un paso preliminar antes de la congelación, secado al vacío o secado por convección. Esta técnica proporciona una serie de beneficios que incluyen la limitación de cambios adversos en el sabor, el color, la pérdida de nutrientes valiosos, la inhibición del pardeamiento enzimático y una gran reducción del costo del transporte y la energía, porque produce un gasto energía en un intervalo del 20-30% inferior en equiparación con el secado por convección. (Kowalski y Mierzwa, 2013; García-Noguera et al. 2012; Ciurzyńska y Lenart 2010).

1.2.1. Factores que afectan la deshidratación osmótica

Los principales factores que afectan la deshidratación osmótica se detallan a continuación:

a. Especie, grado de madurez y variedad

Los factores en mención poseen una consecuencia significativa en la organización natural del tejido en referencia a la estructura de la pared celular; en ese sentido, influye marcadamente en la permuta entre la masa del producto y el medio osmótico (Lazarides et. al., 1999).

También, el espesamiento del tejido, el contenido original de material inseparable y el tamaño de las dimensiones intercelulares son singularidades primordiales en la cinética de osmodeshidratación (Mata, 1992).

b. Superficie específica de contacto

En el concepto de transferencia de masa juegan un papel muy importante la forma y el tamaño, puesto que resuelven el área de contacto.

Cuando aumenta la superficie de contacto en la fruta que es dispuesta a tratamiento osmótico, el agua eliminada es mayor y por ende también el beneficio en cantidad de solutos (Lazarides et. al., 1999).

Varios estudios manifestaron que en productos de inferior tamaño (la superficie por unidad de volumen incrementa) sube la merma de agua, en su defecto, si hay pedazos de fruta, u otro alimento, de mayor tamaño (la superficie por unidad de volumen baja) es menor la merma de agua (Della, 2010).

c. Pretratamiento del producto

Un previo tratamiento del producto y las características del proceso, influyen negativamente en la entereza del tejido natural, por lo que también influyen negativamente en el proceso de intercambio de masa. La modificación de las barreras estructurales aumenta la difusividad del H₂O y del soluto al interior del alimento, obteniéndose un equilibrio más efectivo en virtud de la ganancia de soluto. El blanqueado, la congelación, sulfatación, acidificación y procesos de elevada temperatura ayudan en la penetración de sólido hacia el interior del alimento (Lazarides et al. 1999).

d. Temperatura del proceso

Aquellas temperaturas que se encuentran en el intervalo 20 y 60 °C son utilizadas para el tratamiento con osmosis en frutas. Estas condiciones son relevantes para incrementar la velocidad de transferencia de masa y ralentizar óptimamente el tiempo de tratamiento, permitiéndonos obtener elevados gastos de humedad; todo esto debido a que son las 2 primeras horas donde se manifiesta la mayor transferencia de agua y pasado el tiempo mencionado ya no es muy significativo, a diferencia de la transferencia de soluto, la cual sigue su incremento regularmente, incrementando de esta manera la cantidad de masa o soluto en el alimento (Mata, 1992).

La temperatura es un factor importante que involucra alteraciones en el proceso de deshidratación osmótica generado gracias a los efectos que posee en la difusión de H₂O del alimento hacia la solución y también en la penetrabilidad de las membranas celulares. Para la mayor parte de las especies vegetales el intervalo de temperatura en el que los tejidos de las células se alteran está entre los 50° C y 55° C un poco más y un poco menos (Della, 2010).

e. Composición de la solución osmótica

De igual manera un elemento importante en el proceso de osmodeshidratación es la composición de la solución osmótica. Dentro de los solutos más usados encontramos al cloruro de sodio y sacarosa, no obstante, también son usados diferentes tales como glucosa, almidón de baja, lactosa, dextrosa, etc. Los solutos usados deben ser económicos, no dañinos, de solubilidad alta e insuficientemente viscosos (Mata, 1992). La constitución y concentración que posee una solución osmótica precede su potencial químico, siendo esta la que suministra el poder para transferir la masa a través del medio osmótico y el alimento (Lazarides et al. 1999).

Al aplicar ambos solutos se obtienen mejores resultados frente a utilizarlos por separado, puesto que la pérdida de agua se incrementa y la introducción de solutos es baja. Esto debido a la sacarosa la cual configura un obstáculo en el área exterior de la fruta que impide el ingreso del cloruro de sodio, podemos mencionar que la sal disminuye la actividad de agua, lo que se manifiesta en una disminución de la ganancia de solutos y constante eliminación de agua (Della, 2010).

Al realizar la selección de los solutos o soluto para poder utilizar en la solución osmótica, existen tres características importantes; cualidades sensoriales del alimento, precio de solutos y peso molecular (Marcotte, 1988)

Por lo general los solutos más comunes utilizados en la osmodeshidratación son la sacarosa, el cloruro de sodio, fructosa, la lactosa y glicerol. El etanol, L-Lisina, alanina, glutamato monosódico, glicol, lactato sódico, caseína, suero de albúmina, glicerina y proteína de soja muestran los antecedentes bibliográficos que disminuye favorablemente la actividad de agua (Lerici, 1988).

Tabla 4

Usos y ventajas de algunos solutos osmóticos.

Nombre	Usos	Ventajas
Cloruro Sódico	Carnes y verduras. soluciones superior 10%	Alta capacidad de depresión de aw.
Sacarosa	Frutas	Reduce pardeamiento y aumenta retención de volátiles
Lactosa	Frutas	Sustitución parcial de sacarosa.
Glicerol	Frutas y Verduras	Mejora la textura.
Combinación	Frutas, Verduras y Carnes	Características sensoriales ajustadas, combina la alta capacidad de depresión de aw de las sales con alta capacidad de eliminación de agua del azúcar.

Fuente: Barbosa y Vega (2000).

En la tabla 4, se puede apreciar el empleo y la utilidad de los solutos osmóticos más distinguidos para la osmodeshidratación, de los cuales tienen mayor relevancia la sacarosa y la dextrosa en la utilización de la industria de alimentos.

i. La sacarosa

Es un azúcar mixto de la siguiente forma una molécula de fructosa (levulosa) y glucosa (dextrosa), que al ser calentada en un medio ácido o por efecto de la enzima invertasa, se degrada para

constituir (-) D-fructosa y (+) O-glucosa, esta combinación es conocida como azúcar invertido, y la transformación, "hidrolisis o azúcar invertido"; se origina a través de la remolacha azucarera o caña de azúcar; la cual es constante en contacto con el aire, no obstante en aspecto de polvo la humedad del medio se impregna en él. Es fermentable, pero en elevadas concentraciones (>17%), soporta la alteración bacteriana. También puede generar beneficios como: endulzante, antioxidante, preservante, tensoactivo en jabones, excipiente y agente granulador, artículo de belleza y tintes.

Se puede considerar a la sacarosa como el mayor agente osmótico. También es un excelente inhibidor eficiente con la polifenoloxidasas, elude el detrimento de sabores vaporosos y un gran grupo de membranas celulares son impenetrables a ella; su difusividad es en menor grado si se le es comparada con el agua, lo cual se manifiesta un descenso de sólidos en la membrana celular (Sharma et al, 2003).

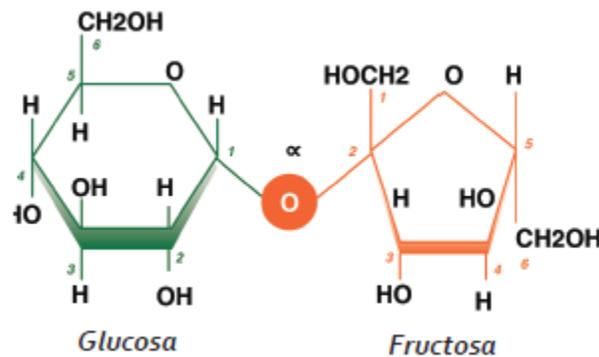


Figura 4. Sacarosa y su fórmula química.

“La elección del soluto o solutos de la solución osmótica está basada en tres factores muy importantes: (1) las características sensoriales del producto, (2) el costo del producto y (3) la masa molecular del mismo” (Marcotte, 1988; citado por Barbosa y Vega, 2000). Aquellos solutos que

comúnmente son empleados en los procesos de deshidratación osmótica son el cloruro sódico, la sacarosa, la lactosa, glicerol, jarabe de maíz con alto contenido en fructosa (Barbosa y Vega, 2000).

f. Concentración de la solución osmótica

La transmisión de masa se ve beneficiada al emplear generalmente soluciones altamente concentradas (entre 50 a 70 ° Brix) (Nsonzi y Ramaswamy, 1988).

Al utilizar concentraciones elevadas de soluto esta puede producir una película de soluto sobre ella lo cual complicaría la permeabilidad del agua. Es por ende que los ensayos precedentes juegan un papel importante al momento de validar la concentración adecuada de soluto que es autónoma para cada producto (Della, 2010).

g. Presión de operación

Al realizarse la osmodeshidratación al vacío (DOV), esta beneficia el proceso de transferencia de H₂O, puesto que ayuda a sacar los vapores ocluidos en espacios intracelulares y estos ser llenados con la solución osmótica, aumentando el espacio disponible para la trasmisión de masa.

No obstante, el empleo de presiones al vacío durante el proceso de osmodeshidratación no afecta el incremento de solutos por parte del producto (Della, 2010).

1.2.2. Cinética de la deshidratación osmótica

La difusión de H₂O mediante las membranas celulares es la operación de transporte sobresaliente en el proceso de osmodeshidratación, no obstante, existen diferentes mecanismos difusionales y capilares que se realizan de manera solapada dentro de los poros en los tejidos. Los fenómenos capilares tienen inicio a consecuencia de una presión diminuta en el sistema (Fito et al, 1998).

En referencia a lo mencionado líneas arriba, existen diferentes fenómenos ocultos que existen en diferente extensión y obedecen a diferentes condiciones de operación. A presión atmosférica

normal ocurren fundamentalmente fenómenos de difusión y osmosis, entretanto a diferentes presiones ya sean estas bajas o altas se manifiestan exponencialmente los mecanismos hidrodinámicos y de capilaridad.

En consecuencia, la cinética de osmodeshidratación, en muchos casos fue estudiada en referencia a la pérdida de agua, pérdida de peso del alimento y ganancia de sólidos (Garrote y Bertone, 1989).

Dentro de la osmodeshidratación se realizan 02 fenómenos de transferencia de masa:

- a.** “Difusión de H₂O del alimento a la solución”, donde la presión osmótica es la que ejerce ese efecto. Puede suceder que ciertos solutos disueltos sean transportados al interior del producto, no obstante, esta cantidad de flujo es insignificante con referencia a la tanto a la entrada de soluto como a la salida de agua en el alimento (Della, 2010).
- b.** “Difusión de solutos desde la solución hacia el alimento”, conocido también como impregnación, en la que la fuerza motivadora es la desigualdad de concentraciones. Así mismo es una agrupación de mecanismos que está relacionado directamente con las diferencias de concentración (conocidos generalmente como pseudodifusionales) que incorporan a los mecanismos fickiano y osmótico (Della, 2010).

Al introducir un pedazo de fruta con una determinada actividad de agua (A_{w1}), en una solución que tenga una actividad de agua (A_{w2}) más disminuida, se observa 02 flujos paralelos y en contracorriente (tal como muestra la figura 5):

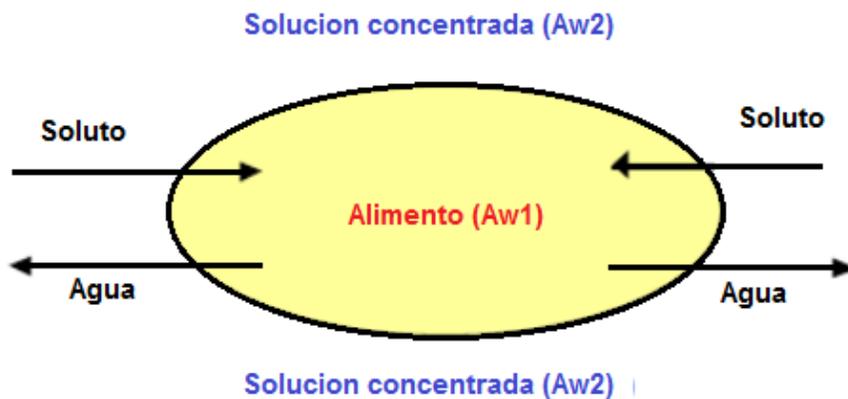


Figura 5. Esquema sobre la transferencia de masa en la osmódeshidratación.

La transferencia de masa sucede por tres mecanismos, que difieren entre sí, cuando son sometidos a un tratamiento osmótico:

- a. “El transporte apoplástico (AP)”, sucede en la parte externa en la membrana celular y se observa a manera de una difusión de moléculas en los espacios intracelulares, así como en la pared celular.
- b. “El transporte simplástico (SP)”, sucede dentro del plasmalema y es reconocida por la movilidad de las moléculas de una célula a célula mediante pequeños conductos (Plasmodesmos).
- c. “El transporte a través de la membrana (TM)”, sucede por medio del mecanismo osmótico, es una permuta entre el espacio libre y protoplasma, el cual entiende a la pared celular y el espacio intercelular (Le Maguer et al, 2003).

El equilibrio durante la osmódeshidratación ocurre cuando la actividad de agua del alimento se empareje con la actividad de agua de la solución osmótica, probablemente por la evacuación paralela que ocurre entre el agua y la entrada en menor relación de los sólidos al producto, que se manifiesta en una cuantiosa pérdida de agua “deshidratación” y un incremento en la cantidad de

sólidos solubles. Así mismo, se produce una evacuación de elementos hidrosolubles naturales que ocurren en mínima proporción, el cual llega a ser ínfima, el cual en la mayoría de casos no se considera (Mata, 1992).

Durante la movilización del H₂O de la parte interna hacia la parte externa de este, la micro configuración del trozo de alimento y la correspondencia de los elementos de este con el H₂O, son de vital trascendencia para la velocidad de salida del componente en mención y su naturaleza. Por consiguiente, la transferencia de H₂O hacia la solución saturada, es favorecida por la agitación que esta produce al encontrarse circundando al alimento, por lo que se elude la formación de una película de jarabe en menor concentración contorneando al producto (Fito et al.1998).

1.2.3. Ventajas y desventajas de la osmosis

Algunas de las ventajas logradas están relacionadas con la conservación de la calidad sensorial y nutricional de las frutas. En la actualidad se conoce algunas virtudes del proceso de osmodeshidratación adaptado generalmente para las frutas, en las que podemos precisar las siguientes:

- Aquella proporción de agua que emerge, a una temperatura ambiente, desde la fruta hacia el jarabe en naturaleza líquida, impide los gastos de aroma nativos de la fruta, los cuales se sublimarían o alterarían a elevadas temperaturas las cuales se utilizan en operaciones de evaporación y son practicadas en los procesos de deshidratación o concentración de la fruta en particular utilizando diferentes procesos.
- La pérdida de acidez, podría suponer un inconveniente en algunos frutos. Si fuera la situación, la acidez sería regulada mediante el adiamiento de ácido al jarabe de la fruta.
- La falta de oxígeno dentro de la masa de jalea donde se encuentra la fruta, obstaculiza las reacciones de pardeamiento enzimático que influyen en el aspecto del producto final.

- En frutas donde la deshidratación del producto, sin efectos en sus células y evitando la oxidación enzimática, nos brinda apreciar una elevada calidad en el producto concluido, así mismo se puede apreciar una gran conservación y buenas propiedades nutricionales en el producto final.
- El producto final mantiene elevadas características referentes al sabor, color y aroma. También, si es tratada por periodos de tiempo prudentes llega a ser constante a temperatura ambiente (18 °C) por lo que provoca interés en la industria de alimentos.
- Al ser el jarabe concentrado de poca actividad de H₂O, dificulta el crecimiento de microorganismos que afectarían deteriorativamente a las frutas en condiciones ambientales.
- El precio del secado osmótico es más barato en referencia al secado con aire caliente o al vacío, pero a diferencia del liofilizado viene a ser mucho menos caro. No obstante, los frutos deshidratados por vacío u osmosis mantienen mejor el sabor en relación al producto liofilizado (Rodríguez, 2015).

1.3. DESHIDRATACIÓN

El secado es probablemente uno de los métodos más antiguos de conservación de alimentos. Aunque la influencia del secado con aire caliente en la calidad de los alimentos es bien reconocida. La evaporación del agua a una temperatura elevada causa cambios químicos, físicos y biológicos en los alimentos, que pueden proceder de forma simultánea.

La evaporación del agua deseca la matriz sólida del material y aumenta la concentración de los solubles en la solución restante. Los cambios en el pH, el potencial redox y la solubilidad pueden afectar la estructura y la funcionalidad de los biopolímeros. En las etapas finales del secado pueden

tener lugar las transiciones de fase. El aumento de la concentración de los solubles puede promover reacciones químicas y enzimáticas debido a la mayor concentración de reactivos y catalizadores (Barboza y Vega, 2000).

La reducción de la actividad del H₂O es una forma de estabilizar los alimentos y así mismo se consigue frenar el proceso de deterioro enzimático, al que es impulsado un alimento si no se le aplica algún proceso, así como también brindarles estabilidad microbiana. Consiste en extraer artificialmente la mayor parte de la humedad natural, tratando de conservar en la medida de lo posible su color, aroma y sabor original, y su calidad alimentaria. Durante el proceso de deshidratación se obtienen alimentos sólidos por debajo del 15 % de humedad.

Las deficiencias más evidentes de los productos secos son las distorsiones por encogimiento y forma, la decoloración del color natural o la decoloración, el sabor disminuido y la textura poco apetitosa. Además, la pobre capacidad de rehidratación y la calidad nutricional reducida también evidencian una influencia desventajosa del secado en alimentos (Barboza y Vega, 2000).

1.3.1. MECANISMOS DE DESHIDRATACIÓN

Los procesos de deshidratación son habituales por la pérdida de H₂O, No obstante, este perjuicio se realiza mediante diferentes mecanismos:

a) Mecanismo de deshidratación por aire caliente

Este mecanismo consiste en colocar el alimento bajo un medio, que generalmente es aire seco, para obtener como resultado la pérdida de agua “retirar agua del alimento”. El medio utilizado tiene que ser renovable para conseguir una adecuada deshidratación. Cuando el aire resulta más seco en cuanto la temperatura sea mayor, considerando una humedad equilibrada, el deshidratado por arrastre conlleva que se requiera cierta cantidad de aire candente. Este procedimiento posee una cantidad energética aproximada de unas 600 Kcal kg⁻¹ de H₂O condensada. Esta energía es

contribuida por el agente de arrastre “aire seco y caliente normalmente”, durante el secado por arrastre, el cual transfiere su energía sensible al mismo tiempo que se empapa de humedad. Se le llama secado adiabático al proceso mediante el cual un agente de secado proporciona toda la energía necesaria para la condensación (Barboza y Vega, 2000).

b) Mecanismo de deshidratación o secado por vaporización

Este mecanismo reside su principio en excitar al alimento a tal grado que obtenga su punto de ebullición y se retire en forma de vapor de agua del alimento. Conociendo que el agua se evapora a 100°C a 1 atmosfera, la expulsión del H₂O ligada, requerida para alcanzar una deshidratación óptima, generalmente necesita del uso de altas temperaturas. En cuyo caso la necesidad energética en la evaporación es de alrededor de 500 Kcal kg⁻¹ en el caso del calor latente de H₂O condensada (Barboza y Vega, 2000).

c) Mecanismo de deshidratación por liofilización

La liofilización es un método mediante el cual la eliminación de agua se realiza por sublimación, en el cual el alimento es llevado a condiciones de temperatura y presión que alcanzan el punto triple. Sus características principales son ser cara y también lenta, así mismo necesita una atmósfera de vacío, mientras que su beneficio es conseguir alimentos con calidad excelente que obtienen la rehidratación fácilmente, puesto que son separados del aire y condicionadas a temperaturas muy frías. Este proceso necesita de unos 700 Kcal kg⁻¹ aproximadamente de H₂O (Barboza y Vega, 2000).

1.3.2. Curvas fundamentales de secado

El concepto de cinética de secado viene representado mediante la relación entre la (humedad del producto) e (intensidad de evaporación) sobre el tiempo o diferentes variables que se relacionan con él, tales como la humedad del alimento así como también la capacidad del equipo.

La intensidad de condensación se obtiene mediante la velocidad de secado, el cual viene a ser una variación de humedad (base seca) en referencia al tiempo.

Mediante las curvas de cinética de secado “ x vs t , dx/dt vs x ”, las cuales son adquiridas a nivel de laboratorio, de la cual se aprecia la magnitud del tiempo de secado, el gasto de energía, del método de eliminación de humedad, de los parámetros dominantes de la transferencia de calor y masa así como la predominancia que posee en la velocidad de secado las variables del operación como es el caso de la temperatura, velocidad del aire, humedad de entrada, etc.

La determinación de las curvas de secado constituye uno de los objetivos fundamentales de un trabajo de investigación, tal es así que con los datos que se obtiene a partir de la evaluación del secado referente a la eliminación de la humedad con el tiempo, se obtiene un gráfico de capacidad de humedad en función del tiempo. El cual será de importancia para obtener directamente el tiempo necesario para el secado discontinuo de enormes partidas sobre iguales condiciones de secado (Barboza y Vega, 2000).

Para obtener información acerca de la cinética de secado, esta se obtiene mediante un experimento normalizado que se menciona seguidamente, el cual satisface algunas condiciones:

- Inicia de conocer una o varias partículas de sólido “masa inicial conocida, m_0 ”, del cual también se sabe su contenido de humedad inicial, así mismo sus datos de equilibrio. Siempre es una pequeña cantidad.

- Son expuestos a una corriente de aire de características que se conocen: “velocidad G, humedad ϕ y temperatura T”.
- El flujo de gas es bastante grande de tal manera que su existencia no varíe las propiedades del flujo de aire. “No es difícil porque se pone poco sólido”.
- Cuando se esté realizando el secado se evalúa el peso del sólido a intervalos constantes, de tal manera que tengamos cifras de masa m en relación al tiempo t (Barboza y Vega, 2000).

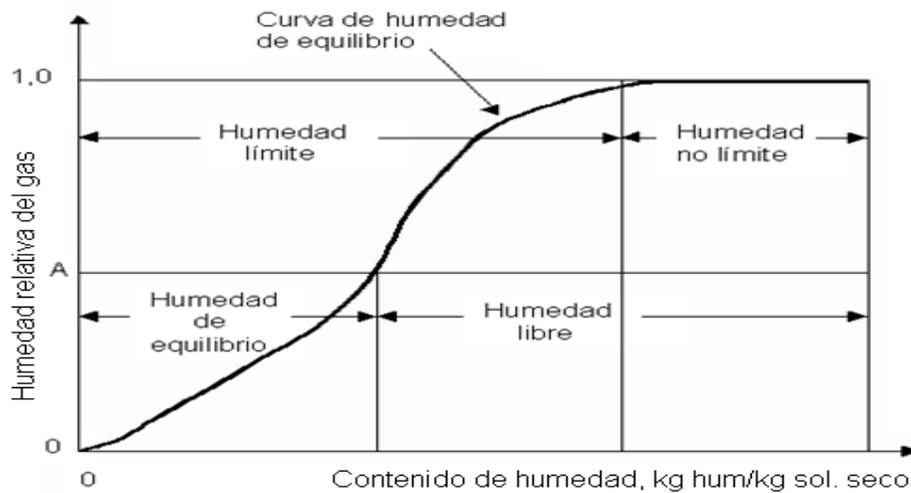


Figura 6. Curva de velocidad de secado frente a la humedad.

Además, tenemos suficiente información si las cifras se expresan en función al secado, manifestados como N “lb de humedad evaporada/ h · pie²”, el cual es representado en un gráfico en relación al contenido de humedad. Este procedimiento puede realizarse calculando las pendientes y las tangentes proyectadas a la curva de humedad versus tiempo, o en su defecto mediante la determinación en base a la curva, de livianos cambios Dx en el contenido de humedad para las pertinentes modificaciones en el tiempo Dt y evaluar el sistema de secado mediante:

$$N = \frac{-Ls \cdot Dx}{A \cdot Dt}$$

Siendo en la ecuación:

L_s : “Peso del sólido seco” y,

A : “Superficie húmeda sobre la que sopla el gas y a través de la cual se lleva a cabo la evaporación en el caso del secado con circulación cruzada de aire”.

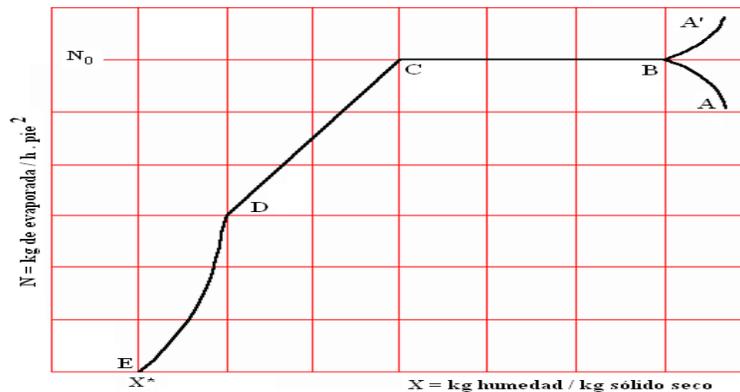


Figura 7. Curva de velocidad de secado frente a la humedad.

Principalmente se observan dos fragmentos visibles de la curva en el régimen de secado: una etapa de régimen constante y una etapa descenso, sin embargo, hipotéticamente vienen a ser tres etapas que coexisten en el período de secado (Barboza y Vega, 2000).

1.4. LA METODOLOGIA DE SUPERFICIE DE RESPUESTA (MSR)

Vienen a ser un conjunto de estrategias matemáticas y estadísticas que son usadas para modelar y analizar cuestiones donde una variable de utilidad es influenciada por otras con el objetivo de mejorar las variables de utilidad (Myers y Montgomery, 1995). Así mismo es precisada como un modelo estadístico el cual se utiliza de tres maneras: a) “Describir cómo las variables a probar afectan la respuesta”. b) “Determinar las interrelaciones entre las variables a probar”. c) “Describir el efecto combinado de todas las variables a probar en la respuesta o variable control”. Por otra parte, en la actualidad es la técnica de optimización más utilizada en estudio de los Alimentos, en

consecuencia, a su efectividad que radica en que su fundamento teórico no es complejo (Arteaga, 2010).

El estudio a través de la superficie de respuesta ayuda al investigador de alimentos disminuir costos, efectivizar ganancias, ahorrar la utilización de ingredientes o preservantes caros, maximizar las propiedades deseables del alimento, haciéndolo también inocuo en el proceso del desarrollo de un producto nuevo (Floros y Chinnan, 1988).

La Superficie de Respuesta Estimada en función es la formulación geométrica del tipo matemático que se obtiene gracias principalmente a tres consideraciones, A) “A la omisión de un cierto número de las variables”. B) “Conocimiento inexacto de las variables de proceso”. C) “A la necesaria simplificación del modelo debido a las complejidades matemáticas”. Así mismo para estudiar un proceso hace falta elegir una apropiada metodología, en la cual aparecen tres etapas primordiales: “Screening, Escalamiento y Optimización Final” (Ayala y Pardo, 1995).

En el Screening, la idea principal es establecer aquellas variables que influyan de manera significativa la eficiencia de un proceso. En un principio la lista de variables que pueden afectar el proceso son demasiadas. En la etapa de escalamiento ya se puede evidenciar una región óptima que se aleja de los ensayos iniciales (Screening), mientras que en la optimización final las consecuencias en el área de segundo orden son ascendentes en valor absoluto a las consecuencias producidas en el de primer orden, lo cual nos muestra que dicha área puede manifestarse adecuadamente por modelos matemáticos de segundo orden. Concluyendo que aquellos diseños experimentales que mayormente se utilizan son el diseño rotatable, así como el diseño compuesto (Ayala y Pardo, 1995).

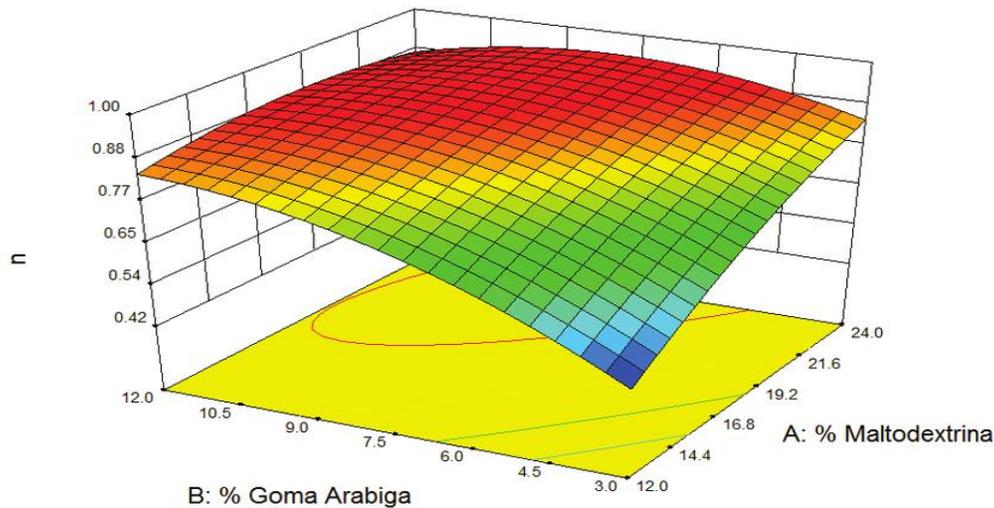


Figura 9. Superficie de respuesta tridimensional.

1.4.1. Diseño compuesto central rotacional (DCCR)

Para elegir la mejor programación esta obedecerá al número de variables independientes implicadas en la investigación como son: existencia de la materia prima, la cantidad de pruebas que se pueden realizar y el precio de la investigación. Si bien es cierto existe una cantidad mínima de ensayos que deben hacerse en concordancia a los factores estudiados, puesto que no se comprometan los factores como: “la discusión, los resultados y la interpretación”, bajo esta visión, las planificaciones factoriales completas, así como las segmentadas deberían utilizar tácticas secuenciales con el objeto de lograr resultados que queremos (Rodríguez, 2005)

La cantidad de planeamientos experimentales está relacionada directamente al número de variables independientes las cuales serán motivo de estudio desde un inicio. Un diseño compuesto central rotacional o factorial completo está constituido por modelos con condiciones axiales, factoriales, y centrales (repeticiones) (Rodríguez, 2005).

Al usar un diseño compuesto central rotacional se obtienen diferentes ventajas a mencionar:

- Consigue diagnosticas efectos provechosos y perjudiciales de las variables independientes en las variables respuestas.
- Menores formulaciones en opuesto a diferentes métodos tradicionales “Ejemplo: Un factor a la vez, combinación de factores”.
- Optimización de procesos y productos.
- Menor precio y menor tiempo. (Rodríguez, 2005)

a) Etapas para la optimización de un proceso.

- a.1)** Determinar exactamente aquellos objetivos que se pretenden conseguir con los experimentos: “Realizar reuniones para analizar profundamente el proceso en estudio, verificar las restricciones del proceso, definir las variables independientes del estudio y respuestas de interés a ser analizadas”.
- a.2)** Realizar una técnica que considera a las variables independientes descritas. “Cuando el número de variables independientes es igual a 2 o 3, un factorial completo debe ser aplicado”.
- a.3)** Elaborar técnicas experimentales para conseguir las respuestas.
- a.4)** Analizar las consecuencias de las variables, prevenir los errores y examinar estadísticamente.
- a.5)** Producir modelos que permitan predecir los resultados en función a las variables independientes.
- a.6)** Elaborar el cuadro ANOVA para permita comprobar la calidad de adaptación al modelo. “Calcular las respuestas a través del modelo ajustado y los desvíos entre la respuesta experimental y la estimada por el modelo”.

- a.7) Generar superficies de respuestas y curvas de contorno para su estudio y descripción de intervalos óptimos operacionales en cada variable del proceso.
- a.8) Ratificar en la practicas los resultados experimentando la técnica condiciones que sea optimas (Rodríguez, 2005)

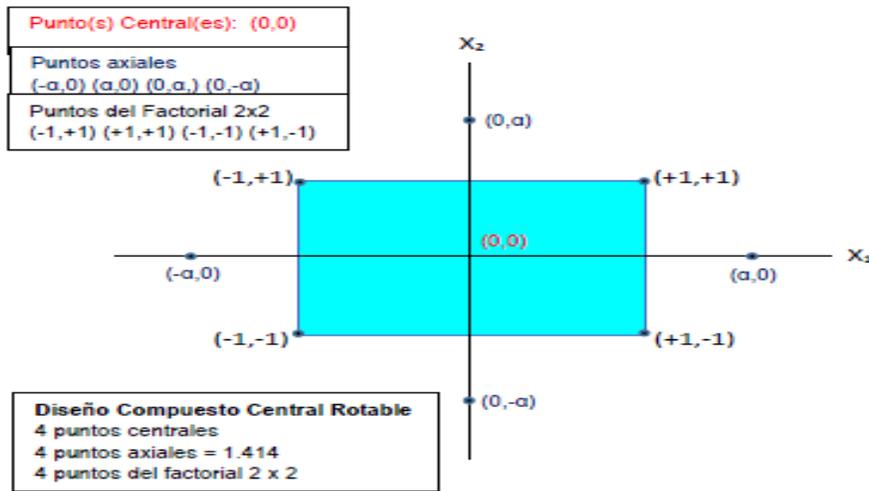


Figura 10. Representación esquemática de un DCCR

El diseño compuesto central rotacional se convierte en rotable por medio de la a través de la elección de α , la cual se determina con la formula en mención:

$$\alpha = (nf)^{1/4}$$

En la cual podemos disgregar que:

f: “Número de puntos en la porción factorial del diseño”.

La presente ecuación tiene utilidad para poder aumentar teniendo como origen un diseño 2^k de primer grado, sumando puntos axiales y también ciertos puntos centrales. El diseño se realiza de forma ortogonal con la elección del “número de puntos centrales” (n), pudiendo convertirse, en uno de exactitud coincidente (Corzo, 2003).

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. LUGAR Y FECHA DE EJECUCIÓN

El estudio se desarrolló en los centros de investigación la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia la cual pertenece a la prestigiosa Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.

- Laboratorio de análisis de alimentos.
- Planta piloto de jugos y conservas.
- Laboratorio de operaciones unitarias.
- Laboratorio de biología.

El periodo en que se realizó la investigación fue entre febrero del 2019 a diciembre del 2019.

2.2. MATERIA PRIMA

Se empleó como materia prima la carambola variedad Golden Star, en estado fresco de color amarillo con una madurez comercial, proveniente del de distrito de Ayna, provincia de La Mar de la región de Ayacucho.



Figura 11. Carambola variedad Golden Star.

2.3. INSUMOS

Se utilizó como agente edulcorante la sacarosa (azúcar blanca) para la solución osmótica, el cual es el producto sólido derivado de la caña de azúcar, constituido esencialmente por cristales sueltos de sacarosa.

2.4. ENVASES

Se utilizó envases de polipropileno (PP) para la conservación de la carambola osmodeshidratada. El polipropileno, permiten mantener por más tiempo los alimentos en buenas condiciones.

2.5. REACTIVOS, MATERIALES Y EQUIPOS

2.5.1. Reactivos

- Ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4).
- Hidróxido de sodio (NaOH) 1,25 %.
- 2-6 Diclorofenolindofenol
- Ácido Cítrico
- Ácido bórico.

- Solución de “hidróxido de sodio” (NaOH) al 40 %.
- Catalizador “sulfato de potasio (15 g) + sulfato de cobre (0,5g)”.
- Solución de ácido clorhídrico (HCl) 0,1 N.
- Solución de indicador rojo de metilo 0,1 %:
- Ácido sulfúrico (H₂SO₄) 1,25 %.
- Ácido clorhídrico concentrado
- Indicador de fenolftaleína
- n-hexano

2.5.2. Materiales de laboratorio

- Termómetro graduado con rango (-10 -110°C)
- Espátula
- Capsulas de porcelana.
- Desecador con desecante silicagel.
- Papel filtro Whatman N° 4.
- Matraz de 100 mL y 250 mL
- Fiolas de 100 mL, 1000 mL
- Probeta de 10 mL, 100 mL y 1000 mL
- Vaso de precipitado 50 ml, 100 ml, 250 ml
- Embudos
- Placas petri
- Pinzas
- Pilon y mortero
- Sellador de plástico eléctrico TOUCH-N-SEAL. ModelM-300. Japón.

- Balones de digestión.
- Bureta de 50 mL
- Pipeta graduada de 2,5 mL, 5,0 mL y 10 mL.
- Pissetas con agua destilada.

2.5.3. Equipos

- Balanza analítica con capacidad de 202 g marca OHAUS, modelo AS200, sensibilidad 0,001 g.
- Estufa marca BIONET modelo ESTBN20 que alcanza temperatura aproximadas de 300 °C.
- Equipo digestor KJELDAHL de proteínas, LABCONCO, serie N°0456941.
- Equipo de destilación KJELDAHL de proteínas, LABCONCO, modelo 600II, serie N°242044.
- Espectrofotómetro SPECTROSCAN 50 V. Power AC220-10 VA, 50-60 Hertz.
- Equipo medidor de colorimetría CR-400 MINOLTA
- Equipo de extracción de aceites Soxhlet LABCONCO RAPAD.
- Equipo para digestión de fibra cruda.
- pH Meter JENWAY BIONET S.A. Rango de frecuencia 50/60 Hertz.
- Determinador de Humedad marca METTLER modelo MJ33.
- Centrifuga HW, KESSEL S.A. serie N°155544, RPM 0 -10000.

2.6. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

La metodología empleada se describe a continuación.

2.6.1. Esquema experimental

Esta investigación se realizó bajo el esquema experimental que se resumen en la Figura 12.

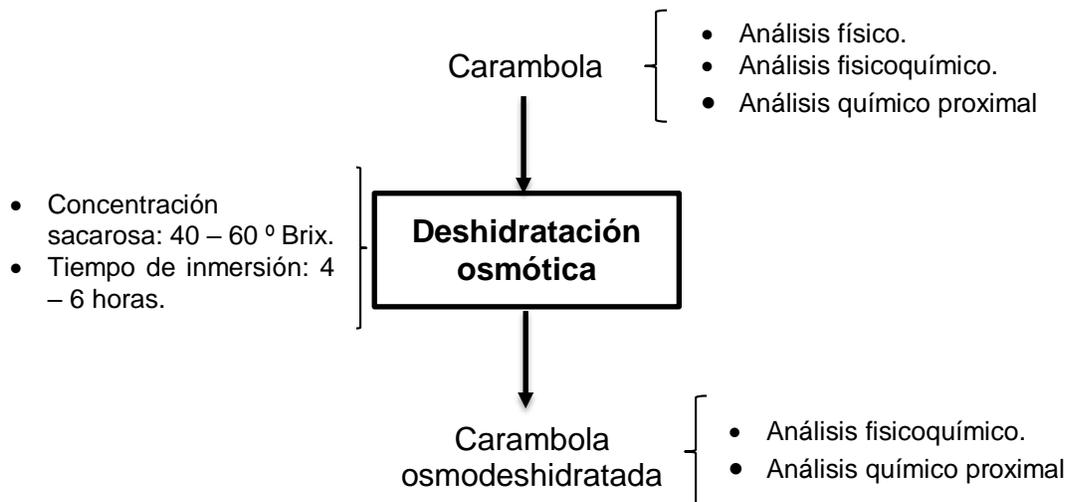


Figura 12. Esquema experimental de la osmodeshidratación de la carambola.

2.6.2. Caracterización de la materia prima

a) Análisis físico

Las características físicas como la masa de la fruta se evaluaron por medio de una balanza digital y las dimensiones se determinó con el empleo de un vernier, considerando el promedio de diez mediciones, es decir se tomó como muestra, en forma aleatoria, 20 frutos de carambola, reportándose el resultado promedio. Las características biométricas determinadas en los frutos de la carambola fueron: tamaño (longitud y diámetro), peso, color externo y color interno.

b) Análisis fisicoquímico

Se describió la constitución fisicoquímica de los frutos de la carambola a través de los mencionados análisis:

- **pH:** “Por potenciometría de lectura directa, según el método de la AOAC (2000)”.

- **Sólidos solubles:** “Se determinó por refractometría de lectura directa en ° Brix según el método de la AOAC (2000)”.
- **Acidez titulable:** “Por titulación visual, según el método de la AOAC (2000)”.
- **Índice de madurez:** Perfil de madurez que resulta de la relación de los Sólidos solubles entre la acidez titulable”.
- **Ácido ascórbico:** “Por espectrofotometría con 2,6 Diclorofenolindofenol según el método de la AOAC (2000)”.

c) Análisis químico proximal

El análisis químico proximal de la carambola en su forma natural y de la carambola osmodeshidratada se realizó utilizando la siguiente metodología:

- **Humedad,** por secado de 100 a 105 °C por 6 horas según el método de la AOAC (2000).
- **Grasa,** por el método de extracción Soxhlet según el método de la AOAC (2000).
- **Fibra cruda,** por métodos gravimétricos, Se basa en el tratamiento secuencial con ácidos y álcalis en condiciones estandarizadas según el método de la AOAC (2000).
- **Proteína,** por el método microkjeldahl, según el método de la AOAC (2000).
- **Cenizas totales,** por cremación directa, según el método de la AOAC (2000).
- **Carbohidratos,** restando de 100 los porcentajes de humedad, proteína, grasa cruda, cenizas totales y fibra cruda, método de la AOAC (2000).

2.6.3. Estudio del efecto de las variables

Se determinó las variables óptimas utilizando el método de superficie de respuesta. El nivel óptimo de cada factor fue aquel que maximiza la retención de ácido ascórbico (%RAA) y que minimiza la variación del color (ΔC) en la carambola osmodeshidratada, utilizando como edulcorante sacarosa. Para el estudio de la optimización se procedió en primer lugar a realizar la

osmodeshidratación de los frutos de carambola, según los tratamientos indicados en la tabla N°5, posteriormente se determinó el efecto de las variables estudiadas en el contenido de ácido ascórbico (mg de ácido ascórbico/100 g de muestra) y la variación del color (ΔC) como dos indicadores de calidad del producto que se comercializaría y finalmente se evaluó el análisis sensorial del sabor y color de los tratamientos óptimos para determinar cuál es el mejor.

a. Variables en estudio

Variable dependiente

(Y) : Máxima retención de ácido ascórbico y mínima variación del color en frutos de carambola osmodeshidratada.

Variables independientes:

(X₁) : Concentración de sacarosa (40-60 °Brix).

(X₂) : Tiempo de inmersión (4-6 horas)

Variables respuesta

Y : f (X₁, X₂)

Tabla 5

Niveles de las variables independientes en el estudio.

Niveles codificados	Niveles sin codificar	
	°Brix	Tiempo (min)
-1,41	40,0	180,0
-1,00	42,9	197,6
0,00	50,0	240,0
1,00	57,1	282,4
1,41	60,0	300,0

b. Tratamientos en estudio

A partir de las dos variables independientes: °Brix de la solución osmótica de sacarosa y tiempo de osmodeshidratación, se generan 13 tratamientos. En la tabla 5, se resume los tratamientos

generados en el trabajo de investigación de acuerdo al modelo estadístico y al diseño experimental, así como las operaciones a realizar según el flujo grama de operaciones.

Tabla 6

Niveles de las variables independientes en el estudio.

Tratamientos	Variables independientes	
	°Brix	Tiempo (min)
1	60,0	240,0
2	50,0	384,853
3	358,579	300,0
4	50,0	300,0
5	50,0	300,0
6	50,0	215,147
7	40,0	360,0
8	60,0	360,0
9	50,0	300,0
10	50,0	300,0
11	50,0	300,0
12	641,421	300,0
13	40,0	240,0

c. Descripción del flujo de operaciones

La investigación realizada se desarrolló de acuerdo al diagrama de flujo que se muestra en la figura 13, en el cual se detallan las operaciones que se llevarán a cabo en la presente investigación. Las operaciones se describen a continuación:

- **Pesado**

Se procedió a pesar la fruta a fin de determinar el rendimiento.

- **Selección y clasificación**

En esta operación se descartaron aquellos frutos cuyo aspecto no era conveniente para su manufactura (trozado, pulpeado, etc.), por lo que se separó los pequeños, magullados, que muestran signos de deterioro físico o microbiano, etc. Esta operación se realizó en forma manual y visual, alcanzando una pérdida del 5%.

- **Lavado**

El lavado se llevó a cabo en forma manual, con agua potable, con el fin de eliminar los residuos de tierra existentes. Los frutos de carambola, fueron lavados por aspersión, con el fin de eliminar impurezas, partículas extrañas que quedan adheridas al fruto, así como residuos de sustancias químicas.

- **Desinfectado**

Se realizó con el fin de reducir la carga microbiana, para ello se sumerge las carambolas en una disolución de hipoclorito de sodio a 70 ppm (70 mg/L), empleando una relación 2 agua: 1 fruta.

- **Cortado y despepitado**

El fruto de carambola se seccionó y se retiró las pepitas utilizando cuchillos de material acero inoxidable con el solo uso de las manos. Las rebanadas logradas tenían un espesor de 0.8 cm, seguidamente se procedió a lavar y eliminar algunas partículas que hayan quedado impregnadas.

- **Osmodeshidratado**

Los trozos de carambola despepitados fueron sometidos a un proceso de osmodeshidratado para lo cual se sumergieron en soluciones de sacarosa, en un rango de 40 - 60°Brix, y en rango de tiempo de 4 a 6 horas, con el objeto de verificar el mejor comportamiento. Además, se empleó una relación fruta: jarabe fue 1:2.

- **Enjuagado**

Los trozos de carambola fueron enjuagados con agua caliente que se encontraba a una temperatura alrededor de 80° C por un lapso de 15 segundos con la finalidad de quitar a película de jarabe formada en la fruta, para después ser escurridas.

- **Oreado**

Se realiza con la finalidad de eliminar el exceso de soluto que se adhiere a la superficie de la fruta procesada, para luego proceder a su enjuague y medición de información.

- **Envasado**

Se realizó de manera manual, se envasará en bolsas de polipropileno de alta densidad, la capacidad de cada bolsita es de 20 g.

- **Almacenamiento**

El producto envasado se almaceno a temperatura ambiente (20°C) en un ambiente ventilado y bajo sombra.

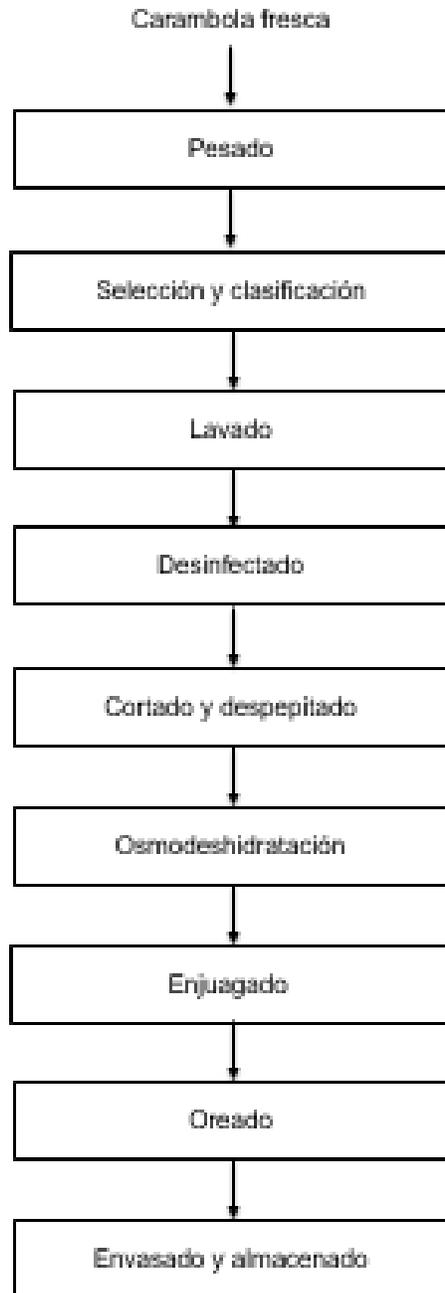


Figura 13. Diagrama de bloques experimental para la osmodeshidratación de carambola.

2.6.4. MEDICIONES EXPERIMENTALES

En el presente trabajo de investigación se evalúa el contenido de ácido ascórbico y la variación del color en deshidratación osmótica del fruto de carambola, así como también en la materia prima

(carambola fresca). El estudio en mención se fundamentó en deshidratar osmóticamente la carambola a diferentes concentraciones de 40, 50 y 60 °Brix, teniendo en cuenta las referencias bibliográficas que se tienen en consideración en los ensayos preliminares para la determinación de los valores altos y bajos; y en un tiempo de 4, 5 y 6 horas, debido a que esos tiempos se obtienen un producto final, con las características organolépticas aceptadas.

a. Determinación del color mediante el colorímetro Minolta

Se estudiaron las variables “L (luminosidad), a (enrojecimiento) y b (amarillamiento)” con el colorímetro Minolta “modelo CR-400, Japón”. La variable “L” fluctúa desde 100 para un blanco inigualable a 0 en caso del negro; “a” simboliza al color rojo si es esta adquiere valores positivos, gris relaciona a 0 y verde indica a valores negativos. La variable “b” relaciona al color amarillo al tomar valores positivos, en el caso de gris indica que es 0 y azul en relación a los valores negativos. Para realizar el calibrado se empleó el patrón blanco que viene con el equipo “Y=93,2; x=0,3133; y=0,3192”, donde se aplicó la escala Hunter. El equipo se colorímetro se proyectó de tal manera que cada destello fue un destello y las muestras se ubicaron de tal manera que ocupen toda la pantalla del colorímetro.

La variación de color al cabo de la deshidratación mediante método combinado “DO+UPV” fue evaluado acorde a la siguiente ecuación (Chen & Ramaswamy, 2002).

$$\Delta C = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

En la cual:

ΔC : “Es la variación total del color; las variaciones de ΔL ; Δa y Δb fueron calculadas con respecto a los valores iniciales de las muestras, es decir, en el fruto fresco (L_0 ; a_0 ; b_0)”.

b. Determinación del ácido ascórbico

Se realizó con la finalidad de determinar la cantidad de ácido ascórbico-vitamina C “por espectrofotometría” en los trozos de carambola osmodeshidratada del tratamiento optimo, considerado como el principal componente de la carambola.

Se calculó la cantidad de ácido ascórbico después de haber sido sometido la carambola a los tratamientos de osmodeshidratado, por espectrofotometría. La proporción retenida de ácido ascórbico se calculó mediante la siguiente relación, recomendado por (Chen & Ramaswamy, 2002):

$$\%_{rc} = \frac{[Compuesto_{muestra OD}]}{[Compuesto_{muestra SOD}]} \times 100$$

Donde;

$\%_{raa}$: “Porcentaje de retención del compuesto”.

$[Compuesto_{MOD}]$: “Concentración del compuesto en la muestra osmodeshidratada”.

$[Compuesto_{MSOD}]$: “Concentración del compuesto en la muestra sin osmodeshidratado”.

c. Evaluación sensorial

La carambola deshidratada osmóticamente que es producto de un proceso adecuado y la carambola presentada en su forma natural, fueron analizados sensorialmente por medio de la prueba afectiva para evaluar el grado de preferencia, en la cual se usa un intervalo de puntuaciones estructuradas de 7 alternativas, que se ubican en los extremos como: "7 - Me gustó muchísimo" y "1 - Me disgusta muchísimo".

2.7. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental se realizó de acorde al modelamiento de superficie de respuesta con dos factores independientes de estudio, para lo cual se estableció los rangos mínimos y máximos de las variables de estudio en la osmodeshidratación de la carambola mostradas en la tabla 7.

Se diseñó el experimento utilizando el software estadístico STATGRAPHICS CENTURION, este diseño determinara el resultado de las variables: “Concentración de sacarosa, 40 - 60 °Brix” y “Tiempo de inmersión, 4 - 6 horas” para optimizar el proceso en el estudio.

El análisis estadístico para el diseño experimental, se adecua a un Diseño Compuesto Central Rotable (DCCR), con el objetivo de maximizar el % de retención de ácido ascórbico y la variación del color (ΔC) en los tratamientos.

El modelamiento que describe el ajuste datos bajo la siguiente ecuación polinomial de segundo grado.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2$$

Así mismo se tuvo de referencia la variación que ejercen factores significativos ($p < 0,05$).

Y: “Representa la respuesta experimental o variable dependiente”.

Y_1 = “Variación del color (ΔC), Y_2 = % Retención de ácido ascórbico”.

X: “Representa las variables independientes codificadas”

X_1 = “Concentración de solución de sacarosa (°Brix) y X_2 = tiempo de inmersión (horas)”.

B_0 : “Representa la razón o el valor de la respuesta ajustado en el punto central”.

B_i : “Representa el coeficiente de regresión lineal”.

B_{ii} : “Representan los coeficientes de regresión cuadrático” y

B_{ij} : “Representan los coeficientes de regresión de las interacciones”.

La optimización mediante superficie de respuesta “ $p < 0,05$ ” se realizó utilizando el arreglo factorial $2^k + 2k + C$, (con tres repeticiones con un total de 13 tratamientos), donde k es la cantidad de circunstancias perjudican significativamente la maximización de la retención de ácido ascórbico y apariencia general. Las pruebas se hicieron por triplicado, reportándose el promedio, siendo evaluados con el análisis de variancia para un nivel de significancia de 5 % ($\alpha = 0,05$) (Ayala y Pardo, 1995).

Tabla 7

Factores experimentales.

Factores	Bajo	Alto	Unidades
Concentración de jarabe	40	60	°Brix
Tiempo	4	6	Horas

Tabla 8

Numero de respuestas.

Respuestas	Unidad
Variación de color	No tiene unidad
Contenido de ácido ascórbico	mg AA/100 mL

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

3.1.1. Análisis físico de la carambola

En la tabla 9, se muestra el resultado obtenido para la evaluación física del fruto de carambola utilizada como materia prima en el proceso de osmodeshidratación.

Tabla 9

Análisis físico del fruto de la carambola.

VARIABLES	UNIDADES	PROMEDIO	DS
Longitud (L)	Cm	9,26	±0,5415
Peso (w)	G	89,13	±14,2806
Diámetro (D)	Cm	5,47	±0,3417
Color externo (CE)	L*	69,55	±5,8429
	a*	1,63	±0,2203
	b*	62,30	±8,5559
Color interno (CI)	L*	64,78	±3,0461
	a*	3,73	±0,7853
	b*	59,08	±7,4410

En la tabla 9, se muestran los resultados de su longitud promedio (9,26 cm), peso promedio (89,13 g) y diámetro promedio (5,47 cm) del fruto de carambola procedente de la localidad de San Francisco-VRAEM.

Estos valores obtenidos resultaron superiores en longitud (7,54 cm) y en diámetro (4,57 cm) al compararlos con frutos de carambola procedentes de Colombia. (González et al, 2001). Asimismo, estos resultados son inferiores a los obtenidos por (Alfaro y Muñoz, 2013), quienes encontraron valores superiores en el diámetro (5,58 cm) y en el peso (106,79 g) de frutos de carambola de procedencia nacional, sin embargo, estas características son propias e inherentes a las labores culturales de la carambola, especialmente el suelo, clima, riego y fertilización.

En cuanto a la desviación estándar la variable peso es alta, debido a la variabilidad de tamaños y formas que exhiben los frutos de carambola. (González et al, 2001).

En cuanto a los resultados el color tanto externo como interno, los valores obtenidos son inferiores al valor L*(92,73) y b*(10,65) obtenido por (Castillo –Zamudio, 2016).

3.1.2. Análisis organoléptico de la carambola

Dentro de las características organolépticas principales alcanzadas por las carambolas evaluadas procedentes de la localidad de San Francisco -VRAEM fueron las siguientes:

Tabla 10

Características organolépticas de la carambola.

Color	Amarillo oscuro dorado
Olor	Aromático característico
Sabor	Ácido característico

Estas características organolépticas están dentro de las características que se debe cumplir por el producto de carambola osmodeshidratado, clasificándolo como calidad Primera y de calibre A, tal como lo indica la ficha técnica para este tipo de productos, ver Anexo 02.

3.1.3. Análisis fisicoquímico

En la tabla 11, se pueden observar los resultados obtenidos del análisis físico químico del fruto de carambola, estos resultados se obtuvieron del promedio de 3 repeticiones realizadas para cada análisis de cada uno de los componentes estudiados.

Tabla 11

Análisis físico químico de la carambola.

Componente	Unidades	Valores	DS
pH		2,13	±0,0252
Sólidos solubles	°Brix	7,60	±0,2000
% Acidez	mg AA /100 g	0,69	±0,0208
Índice de Madurez	°Brix/Acidez	11,07	±0,0976
Ácido ascórbico	mg AA /100 g	43,12	±1,0252

En la tabla 11, apreciamos los resultados obtenidos en pH, sólidos solubles, % de acidez, los cuales resultaron inferiores a los obtenidos por (Mendoza y Muñoz, 2013), e inferior al valor de ácido ascórbico obtenido de carambolas procedentes de la localidad Satipo.

El valor del índice de madurez (IM) encontrado (11,07), resultado muy inferior al valor (40,38) encontrado por (Solís, 2010) en frutos de carambola procedentes de la localidad de Madre De Dios, también se hace mención a que la alteración del índice de madurez se ve diferenciado acorde al trabajo agrícola que se le haya impuesto “abono, suelo, clima riego, etc.”

Así mismo, la acidez total titulable (ATI) reduce en el crecimiento del fruto de carambola de forma inversamente proporcional al pH, donde podemos observar cantidades entre 1,72 y 2,7; generalmente los valores de pH durante la última etapa de madurez se encuentran alrededor 1,52 y 2,01. Además, la conducta de la acidez total titulable es resultado de la degeneración de los ácidos oxálico, succínico y málico, ya que los ácidos orgánicos son valorados como fuente energética y respiratoria en el proceso de maduración de la fruta (González, 2000).

3.1.4. Análisis químico proximal de la carambola

El valor del análisis químico proximal de la carambola, empleada durante el estudio, se puede apreciar en la tabla 12

Tabla 12

Composición químico proximal de la carambola en base a 100 g de parte comestible.

Componente	Unidades	Valores	DS
Humedad	g	89,19	±0,5008
Proteínas	g	0,43	±0,0100
Grasa	g	0,19	±0,0100
Ceniza	g	0,21	±0,0265
Carbohidratos	g	8,32	±0,0306
Fibra	g	1,67	±0,0503

En la tabla 12, se puede apreciar que la composición química proximal de la carambola, siendo la humedad y los carbohidratos los mayores componentes del fruto de carambola; sin embargo, al compararlo con otras investigaciones los valores de humedad, proteína, grasa y ceniza son mayores que las obtenidas por (Solís, 2010).

Debido a su naturaleza las frutas contienen buena proporción de jugo, esto relacionado a su elevado contenido de agua, los cuales llegan a igualar porcentajes considerados entre 75% y 90%, asimismo en referencia a las proteínas se menciona que las frutas poseen considerables cantidades

para el crecimiento y vitalidad de la planta, el cual no constituye una cantidad suficiente para cubrir las necesidades que tiene el cuerpo humano a diario.

3.2. ESTUDIO DE LA OPTIMIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.2.1. Evaluación de la retención del ácido ascórbico

La tabla 13, muestra los resultados de la cuantificación de ácido ascórbico en la osmodeshidratación de la carambola. Se puede apreciar que el contenido de ácido ascórbico se reduce significativamente en comparación a la muestra fresca (43,12 AA mg/100 g), esta reducción se debe a los procesos sometidos para la obtención de carambola osmodeshidratada.

De los resultados obtenidos en las pruebas experimentales, se puede indicar que el tratamiento que alcanzo mayor pérdida de ácido ascórbico fue el tratamiento 12 cuyo valor fue de 22,37 mg y el tratamiento que alcanzo menor perdida de ácido ascórbico fue el tratamiento 2 cuyo valor fue de 27,51 mg alcanzando una retención respecto al ácido ascórbico de 63,8 %.

Tabla 13

Porcentaje de retención del ácido ascórbico según el DCCR, empleados en el experimento.

Tratamientos	Variables independientes		Variables dependientes
	°Brix	Tiempo (min)	Ácido ascórbico (mg)
1	50,0	300,0	26,55
2	40,0	240,0	27,51
3	50,0	215,15	26,51
4	35,86	300,0	25,75
5	50,0	384,85	26,51
6	50,0	300,0	26,53
7	50,0	300,0	26,51
8	64,14	300,0	25,75
9	60,0	240,0	27,27
10	50,0	300,0	26,51
11	40,0	360,0	25,35
12	60,0	360,0	22,37
13	50,0	300,0	26,53

a) Análisis de varianza

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Ácido Ascórbico en piezas separadas para cada uno de los efectos. El cual prueba la significancia estadística de cada efecto relacionando su cuadrado medio versus un estimado del error experimental. En este caso, 0 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

Tabla 14

ANVA para la retención de ácido ascórbico de las variables en estudio, según el DCCR.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Csa	1.29605	1	1.29605	1.13	0.3233
B:Tiempo	6.23044	1	6.23044	5.43	0.0527
AA	1.83968	1	1.83968	1.6	0.2461
AB	1.8769	1	1.8769	1.63	0.2418
BB	0.125376	1	0.125376	0.11	0.7507
Error total	8.03768	7	1.14824		
<i>Total (corregido)</i>	19.3127	12			

Del cuadro ANVA se puede indicar que el estadístico R-Cuadrada resulta en un porcentaje de 58.3813%, Así mismo el error estándar del estimado muestra una desviación estándar de los residuos en 1.07156. De acuerdo a los resultados se puede observar que ninguna variable tiene un efecto significativo en la retención de ácido ascórbico, así como no se ha encontrado interacción significativa.

Para todos los términos cruzados y sus respectivas interacciones no se encontró ninguna interacción significativa, en consecuencia, uno de los factores en estudio pudo actuar de manera

independiente. La significación en falta de ajuste, significa que al 95% de nivel de confianza hay falta de ajuste estadísticamente, esto indica que se podría considerar otros modelos estadísticos.

b) Carta estandarizada de Pareto

En la figura 13, se aprecia el diagrama de Pareto el cual muestra el análisis de varianza y la influencia de los agentes en el contenido de ácido ascórbico, la ubicación de la línea vertical que atraviesa la gráfica depende del intervalo de confianza del diseño que ara nuestro caso es del 95,0%, el factor que supere esta línea perjudicara de sobre manera el contenido de ácido ascórbico.

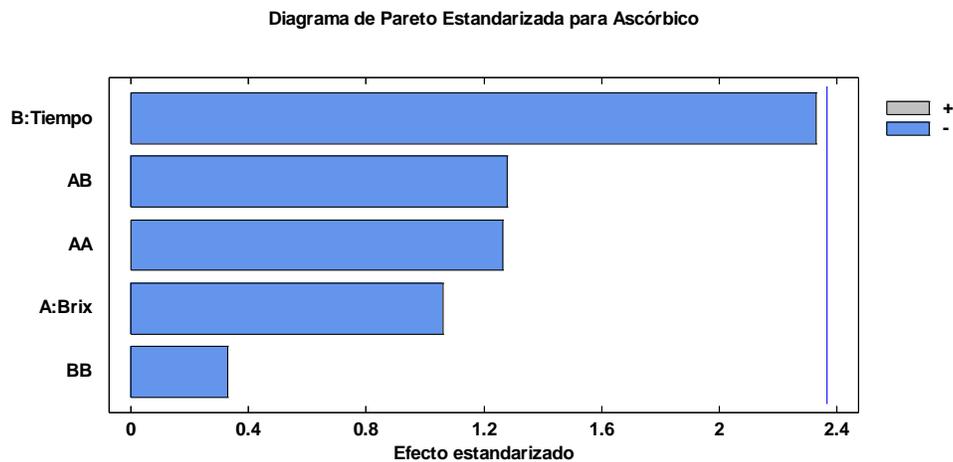


Figura 13. Diagrama de Pareto de los factores sobre la retención del ácido ascórbico en la carambola deshidratada osmóticamente.

De acuerdo a estos resultados podemos indicar que el factor tiempo en la osmodeshidratación es el que origina mínima retención del ácido ascórbico al mismo tiempo que se incrementa su valor, esto debido a que se genera mayor contacto entre los trozos de fruta que contiene ácido ascórbico y la solución acuosa (solución osmodeshidratante), generando mayores pérdidas de la vitamina, esto es corroborado por (Limaymanta, 2015), quien manifiesta que la rapidez con la que ocurre la

reacción degradativa del ácido L-ascórbico “no oxidativa y oxidativa” aumenta con la actividad del agua y el tiempo.

En el caso de la consecuencia en la concentración de sacarosa, la retención de ácido ascórbico se incrementa a medida que aumenta la concentración de la sacarosa hasta cierto valor para luego perder su efecto, este resultado se fortalece con lo indicado por (Limaymanta, 2015), quien manifiesta que hay que tomar en consideración que el incremento de azúcares se manifiesta como una disminución de la actividad de agua, el incremento de viscosidad y que por ende baja la solubilidad, así como la solubilidad de reactivos como el oxígeno.

c) Gráfico de efectos

En la figura 14 mostramos los efectos que desempeñan los factores estudiados acerca de la retención de ácido ascórbico determinándose que el factor (Concentración de sacarosa) es aquella variable que al elevar su efecto maximiza la retención de ácido ascórbico (RAA) conservándolo hasta cierto grado de concentración, y que a medida que el factor (tiempo) se incrementa afecta a la retención de ácido ascórbico.

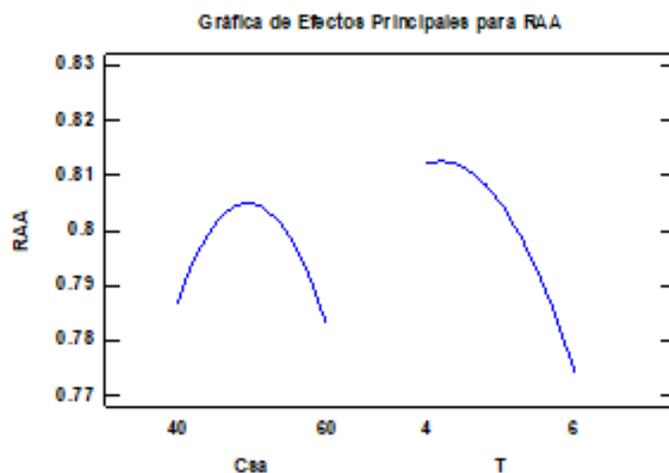


Figura 14. Efecto de los factores en la retención del ácido ascórbico en la carambola deshidratada osmóticamente.

Existe un punto óptimo en la concentración de sacarosa en el cual el ácido ascórbico se mantiene constante y es el punto que se desea averiguar en la investigación, lo que se respalda en lo mencionado por (Giraldo *et al.*, 2004) quien manifiesta que es un inconveniente común, cuando se quieren alcanzar niveles altos de deshidratación, el incremento de la concentración de soluto es casi igual en gran medida a la ganancia de sólidos, por lo que no siempre es adecuado, puesto que se modifican extremadamente las propiedades organolépticas del alimento, lo que conlleva a que sea difícil eliminar la humedad sobrante, cuando se da la situación en que el soluto queda como una capa en la superficie y forma un caparazón.

La retención de ácido ascórbico se ve desfavorecida a mayor tiempo de contacto, puesto que la mayor parte de la transferencia de agua se produce en las primeras horas llevado este tiempo se produce la ganancia de sólidos. La cantidad de energía que se necesita en la deshidratación por osmosis es mínima en comparación con otros procesos de deshidratación, ya que en la osmodeshidratación no conlleva al cambio de estado en referencia al agua, por consiguiente, al tiempo que el producto pierde humedad, este tiene la propiedad de captar sustancias que son de interés para el proceso tales como; suplementos nutritivos, conservantes o mejoradores de propiedades sensoriales. Por último, se menciona que la gran parte de transferencia de agua se manifiesta en las 02 primeras horas de iniciada la osmodeshidratación (Giraldo *et al.*, 2004)

d) Grafica de interacción

La figura 15 muestra la interacción entre las variables tiempo y concentración de sacarosa en relación con la retención de ácido ascórbico, mostrando que para un tiempo de 240 minutos se maximiza a razón de que se incrementa la concentración de sacarosa, mientras que para un tiempo de 360 minutos la retención de ácido ascórbico disminuye drásticamente a medida que la concentración de sacarosa se incrementa.

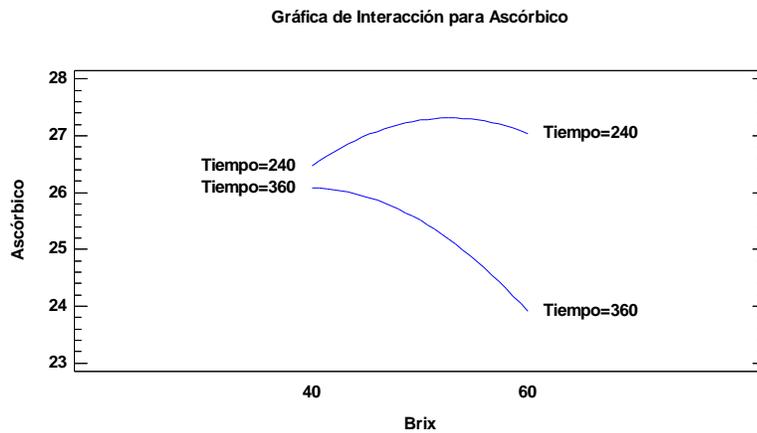


Figura 15. Interacción entre la variable tiempo y concentración de sacarosa

La investigación muestra que el tratamiento de 240 minutos presenta mejores resultados referente a la retención de ácido ascórbico, lo que se asemeja a lo manifestado por (Acevedo et al., 2014), acerca de la variación más representativa en el perjuicio de agua se manifiesta en las 04 primeras horas de la osmodeshidratación, para la mayor temperatura de proceso (50°C) y de cinco horas, para la menor (30°C) alcanzando porcentajes de pérdida de agua de 52,8, 52,9, y 53,5% para concentraciones de sacarosa de 30, 40 y 50% respectivamente, en pulpa de tamarindo.

e) Coeficiente de regresión

La tabla 15 muestra las estimaciones de los coeficientes de regresión del modelo poblacional marcado para las respuestas de ácido ascórbico.

Tabla 15

Coefficiente de regresión para el modelo de determinación de ácido ascórbico.

Coefficiente	Estimado
Constante	-0,386532
A: Brix	0,816503
B: Tiempo	0,0647498
AA	-0,00514253
AB	-0,00114167
BB	-0,0000372912

Un valor positivo indica que el efecto de incrementar la variable incrementa la respuesta y, por el contrario, un valor negativo indica que el incremento del valor de la variable da como resultado una disminución en la respuesta. Se observa que el coeficiente A = 0,816503 del factor concentración de sacarosa (Brix) tiene signo positivo, el signo positivo indica que por cada unidad de cambio que incremente este factor, la respuesta de ácido ascórbico aumenta en 0,816503 unidades.

A continuación, se establece la ecuación polinomial codificada que permite conocer las estimaciones de los coeficientes de regresión del modelo poblacional mostrado para las respuestas de ácido ascórbico que determina con exactitud la combinación de variables para alcanzar la respuesta óptima.

$$\text{Ácido Ascórbico} = -0.386532 + 0.816503*\text{Brix} + 0.0647498*\text{Tiempo} - 0.00514253*\text{Brix}^2 - 0.00114167*\text{Brix}*\text{Tiempo} - 0.0000372912*\text{Tiempo}^2$$

Como se estableció en la metodología, para ubicar los óptimos niveles en los dos factores que minimicen las pérdidas de ácido ascórbico, se realizó la modelación polinomial, referente a cada una de las variables “factores”, obteniendo un sistema de ecuaciones que se muestra líneas arriba.

f) Superficie de respuesta estimada

De lo expuesto en la tabla 13, se procedió a graficar el modelamiento de la superficie de respuesta, en ella se observa que al incrementar la concentración de sacarosa (CSa) las curvas de nivel o contornos de superficie, se prolonga hasta cierto nivel, esto debido a que la sacarosa se desempeña como un agente protector del ácido ascórbico, retardando el pardeamiento no enzimático, tal como lo indica (Fenemma, 2010), este mismo comportamiento es similar en el tiempo de osmodeshidratado.

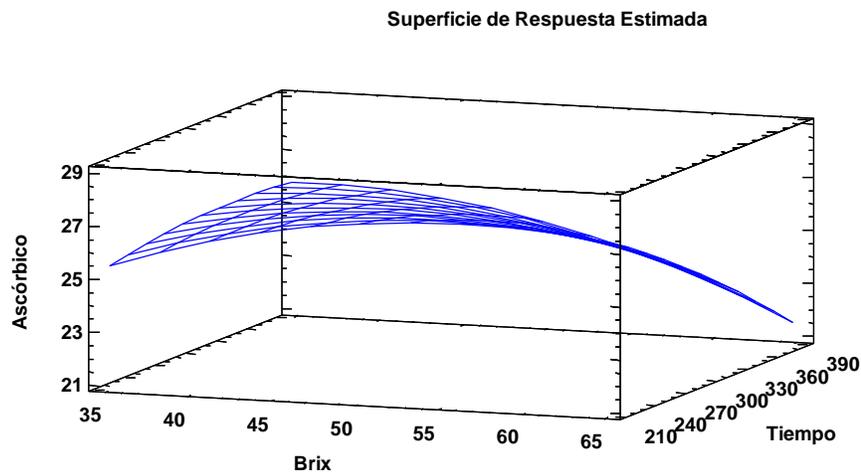


Figura 16. Superficie de respuesta, de la retención de ácido ascórbico (%RAA) en la carambola osmodeshidratada.

Esto se confirma con el diagrama de contornos de la superficie de respuesta para el ácido ascórbico.

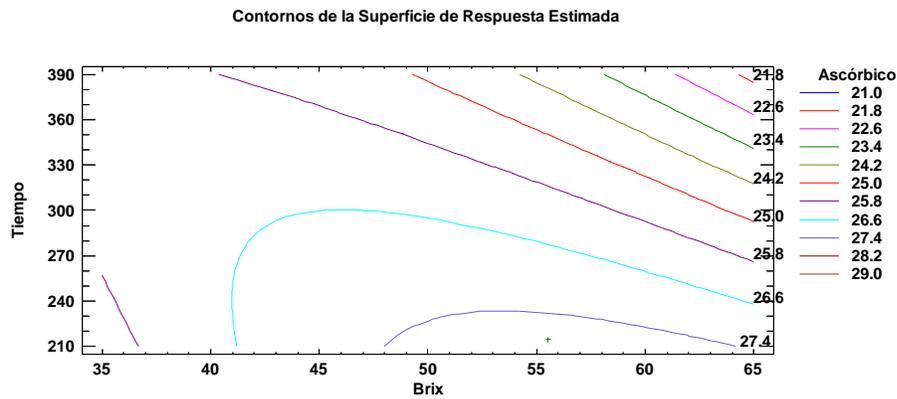


Figura 17. Gráfico de contornos de la retención de ácido ascórbico (%RAA) en la carambola osmodeshidratada.

g) Optimización de la respuesta

Haciendo el uso de la ecuación se determina que el máximo de retención de ácido ascórbico que se alcanza, la cual se muestra a continuación:

Tabla 16

Valores óptimos para la maximización de la retención de ácido ascórbico en carambola osmodeshidratada.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Concentración de sacarosa (°Brix)	358,579	641,421	555,092
Tiempo de osmodeshidratado (min)	215,147	384,853	215,147
Valor optimo (mg ácido ascórbico)		276,614	

En la tabla 16 se observa que el osmodeshidratado de carambola debe contar con una concentración de solución de sacarosa de 55,51 °Brix y un tiempo de 215,15 minutos, para obtener un valor óptimo de ácido ascórbico de 27,66 mg AA/100 g

Para obtener resultados de la optimización en la retención de ácido ascórbico por el método de superficie de respuesta, se procesaron las retenciones porcentuales de ácido ascórbico y se

obtuvieron las variables optimizadas, este valor nos muestra una pérdida de ácido ascórbico del 35,85%, el cual está por debajo de las pérdidas de ácido ascórbico de 36,26% encontradas en tratamientos de pre cocción de la carambola (Chire et al, 2014), así como se encuentra por encima del 12,5% de pérdidas encontradas en carambolas refrigeradas (Rodríguez, 2015).

3.2.2. Evaluación de la variación de color

La carambola osmodeshidratada posee una variación del color en los tratamientos experimentales realizados, tal es así que los resultados obtenidos se muestran en la tabla 17, en ella se puede observar la influencia de la variable en estudio.

Tabla 17

Variación del color según el DCCR, empleados en el experimento.

Tratamientos	Variables independientes		Variable dependiente
	°Brix	Tiempo (min)	Variación de color (ΔC)
1	50,0	300,0	3,48
2	40,0	240,0	3,66
3	50,0	215,15	3,45
4	35,86	300,0	3,52
5	50,0	384,85	3,46
6	50,0	300,0	3,47
7	50,0	300,0	3,47
8	64,14	300,0	4,39
9	60,0	240,0	3,69
10	50,0	300,0	3,47
11	40,0	360,0	3,67
12	60,0	360,0	3,71
13	50,0	300,0	3,47

De los datos obtenidos en la tabla 17 podemos afirmar que los tratamientos que alcanzaron los mayores valores de variación de color estuvieron entre 3.71 a 4.39, mientras que los valores menores estuvieron entre 3,45 a 3.46.

a) Análisis de varianza

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Ácido Ascórbico en piezas separadas para cada uno de los efectos. El cual prueba la significancia estadística de cada efecto relacionando su cuadrado medio versus un estimado del error experimental. En este caso, 2 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

Tabla 18

ANVA de la variación del color, según el DCCR.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Brix	0.209913	1	0.209913	8.87	0.0206
B:Tiempo	0.00026894	1	0.00026894	0.01	0.9181
AA	0.386753	1	0.386753	16.35	0.0049
AB	0.000049	1	0.000049	0	0.965
BB	0.00116893	1	0.00116893	0.05	0.8305
Error total	0.165628	7	0.0236611		
<i>Total (corregido)</i>	<i>0.776137</i>	<i>12</i>			

Del cuadro ANVA se puede indicar que el estadístico R-Cuadrada resulta en un porcentaje de 78,66%, Así mismo el error estándar del estimado muestra una desviación estándar de los residuos en 0,153822.

b) Carta estandarizada de Pareto

La figura 18 muestra gráficamente que hay significancia en la variable concentración de sacarosa y su respectiva interacción los cuales generan efectos significativos en el color de la carambola osmodeshidratada, Lo que no ocurre con la variable tiempo y sus demás interacciones.

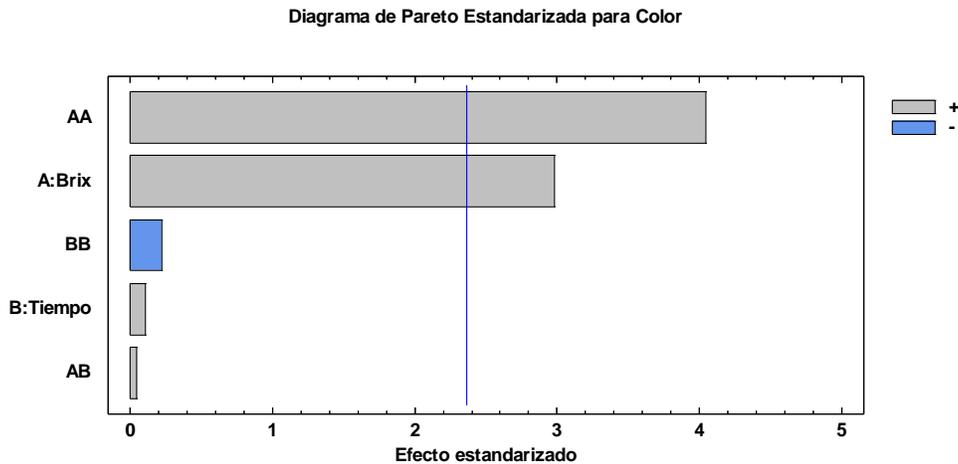


Figura 18. Diagrama de Pareto de los factores sobre la variación del color en la carambola osmodeshidratado.

La concentración de un agente osmótico produce cambios en el color de la fruta sometida a osmodeshidratación tal como menciona en su tesis (Yanqui y Maquera, 2010) precisando que la osmodeshidratación es un mecanismo de contra-difusión que ocurre al mismo tiempo entre el agua y solutos donde se presenta una transferencia de masa en paralelo y a contracorriente: flujo de agua del producto a la disolución, intercambio de soluto de la solución al producto y evacuación de solutos del producto hacia la solución “azúcares, ácidos orgánicos, minerales y vitaminas que forman parte del sabor, el color y el olor”, en cuanto la ósmosis suceda a temperaturas inferiores, se produce una alteración del sabor y color ínfima.

c) **Grafica de efectos**

Los efectos que ejercen los factores estudiados sobre la variación de color (ΔC), se muestran en la figura 19, determinándose que el factor (concentración de sacarosa) afecta en mayor grado a la variación del color (ΔC) y el factor (tiempo) afecta en menor grado en la variación del color, tal como indica (Limaymanta, 2015), el procesamiento, almacenamiento y vida poscosecha influyen

en el parámetro color siendo una de las propiedades superficiales con mayor transcendencia al momento de valorar su calidad.

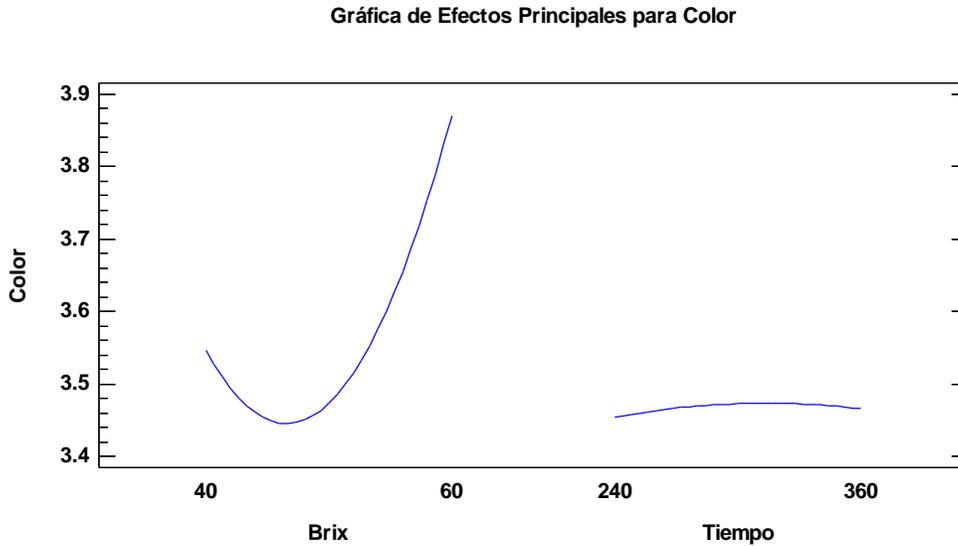


Figura 19. Efectos principales de los factores acerca de la variación del color (ΔC) en la carambola deshidratada mediante osmosis.

En aquellas frutas como el mango y la uchuva que tiene una superficie porosa se ven desfavorecidas, en lo referente al color, cuando son tratadas mediante un método de combinado como es la osmodeshidratación. aquellas frutas que no poseen espacios intercelulares en su composición, tal es el caso de la mora, el color no representa un problema al ser sometido a deshidratación osmótica (Duque et al., 2007)

d) Coeficiente de regresión

La tabla 19 muestra las estimaciones de los coeficientes de regresión del modelo poblacional fijado para las respuestas de color.

Tabla 19

Coefficiente de regresión para el color.

Coeficiente	Estimado
Constante	829,202
A: Brix	-0,22134
B: Tiempo	0,00196542
AA	0,00235788
AB	0,00000583333
BB	-0,00000360076

A continuación, se despliega la representación de regresión que ha sido ajustado a los datos. La ecuación del modelamiento viene a ser:

$$\text{Color} = 8.29202 - 0.22134*\text{Brix} + 0.00196542*\text{Tiempo} + 0.00235788*\text{Brix}^2 + 0.00000583333*\text{Brix}*\text{Tiempo} - 0.00000360076*\text{Tiempo}^2$$

Como se estableció en la metodología, para ubicar los estándares óptimos de los 02 factores que minimicen las pérdidas de ácido ascórbico, se convino a derivar el modelo polinomial, en función a cada uno de las variables (factores), obteniendo un sistema de ecuaciones, las cuales fueron llevadas de valores codificados a valores reales.

e) Superficie de respuesta estimada

Evaluando los resultados de la tabla 16, se graficó el modelo de superficie de respuesta, en ella se observa que al incrementar la concentración de sacarosa (CSa) se prolonga las curvas de nivel o contornos de la superficie hasta cierto nivel, esto debido a que a medida que se incrementa la concentración de sacarosa el color mejora, sin embargo a mayor concentración el color tiende a adquirir tonos más oscuros debido al incremento de la concentración de sacarosa en la fruta, así

como por el pardeamiento no enzimático que se genera en la fruta, incrementando la variación de color, reduciendo su calidad, estos resultados se fundamentan en lo indicado por (Fenemma, 2010).

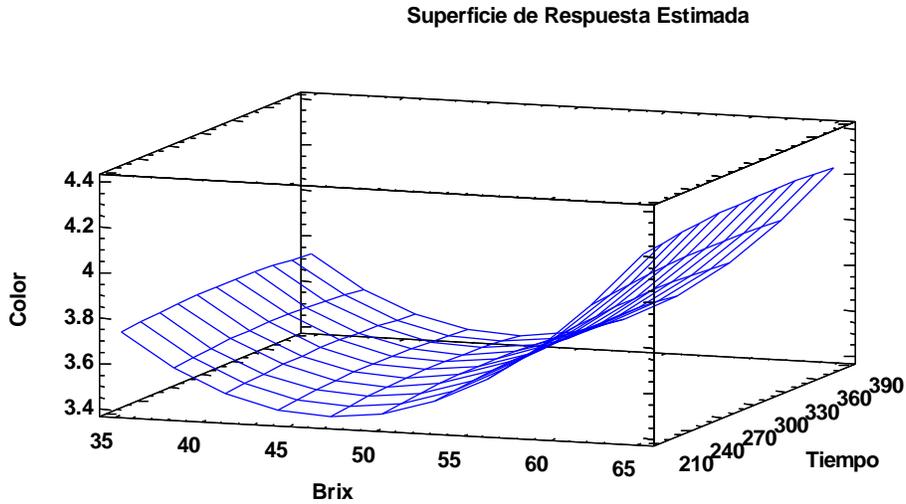


Figura 20. Superficie de respuesta, de la variación del color (ΔC) en la carambola osmodeshidratada.

Todo lo mencionado anteriormente se confirma con la figura 21 que es el diagrama de contornos de la superficie de respuesta para el color.

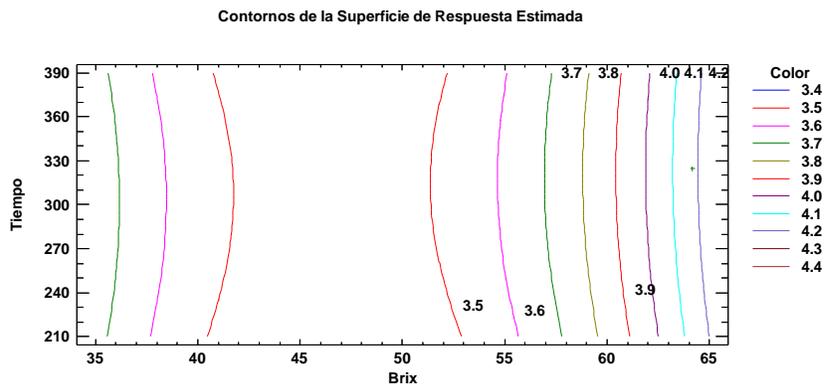


Figura 21. Efecto de los factores sobre la variación de color en la carambola osmodeshidratada.

f) Optimización de la respuesta

Tabla 20

Valores óptimos para la variación del color en carambola osmodeshidratada.

<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
Concentración de sacarosa (°Brix)	35.8579	64.1421	64.1421
Tiempo de osmodeshidratado (min)	215.147	384.853	324.859
Valor optimo		417,568	

Para obtener resultados de la optimización para minimizar la variación del color en la carambola osmodeshidratada por el método de superficie de respuesta, se procesaron los valores de variaciones de color y se obtuvieron las variables optimizadas para el factor CSa de 64,1421° Brix y para el factor tiempo fue de 324,859 minutos; con las cantidades en su punto óptimo se obtienen una variación del color estimada de 4,18; este resultado concuerda con los resultados obtenidos por (Duque et al, 2007) en mangos osmodeshidratados, quienes obtuvieron variaciones de color en un rango (ΔC) de 3-5.

3.2.3. Evaluación de la variación del sabor

La carambola osmodeshidratada presenta influencia en la variación del sabor en los tratamientos experimentales realizados, tal es así que los resultados obtenidos se muestran en la tabla 21, en ella se puede observar la influencia de las variables en estudio.

Tabla 21

Variación del sabor según el DCCR, empleados en el experimento.

Tratamientos	Variables independientes		Variable dependiente
	°Brix	Tiempo (min)	Variación de sabor (ΔS)
1	50,0	300,0	5
2	40,0	240,0	5
3	50,0	215,15	6
4	35,86	300,0	6
5	50,0	384,85	4
6	50,0	300,0	5
7	50,0	300,0	5
8	64,14	300,0	3
9	60,0	240,0	5
10	50,0	300,0	5
11	40,0	360,0	5
12	60,0	360,0	3
13	50,0	300,0	5

Para el análisis del sabor se empleó un grupo de 20 panelistas semi entrenados elegidos al azar, con rango de edades entre 20 y 30 años.

En la evaluación del atributo sabor de la carambola osmodeshidratada, los resultados muestran que los tratamientos (Csa 50,0%; T 215,15 min y Csa 35,86%; T 300 min) son los que resultan ser los mejores.

g) Análisis de varianza

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Ácido Ascórbico en piezas separadas para cada uno de los efectos. El cual prueba la significancia estadística de cada efecto relacionando su cuadrado medio versus un estimado del error experimental. En este caso, 4 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

Tabla 22

ANVA de la variación del color, según el DCCR.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Brix	487,132	1	487,132	40,62	0,0004
B:Tiempo	291,421	1	291,421	24,30	0,0017
AA	0,679349	1	0,679349	5,66	0,0489
AB	1,0	1	1,0	8,34	0,0234
BB	0,0271733	1	0,0271733	0,23	0,6486
Error total	0,839468	7	0,119924		
<i>Total (corregido)</i>	103,077	12			

Del cuadro ANVA se puede indicar que el estadístico R-Cuadrada resulta en un porcentaje de 91.8559%, Así mismo el error estándar del estimado muestra una desviación estándar de los residuos en 0,3463.

h) Carta estandarizada de Pareto

La figura 22 muestra el diagrama de Pareto que grafica el análisis de varianza y la trascendencia de los factores sobre el sabor en la carambola osmodeshidratada, se aprecia una línea vertical que atraviesa la gráfica, la posición de la línea indica el intervalo de confianza del diseño, que para esta situación es del 95,0%, aquella variable o factor que pase la línea perjudicara de manera significativa el sabor. En este sentido se observa que tanto la concentración de sacarosa, tiempo y su interacción presentan efectos negativos en el atributo del sabor.

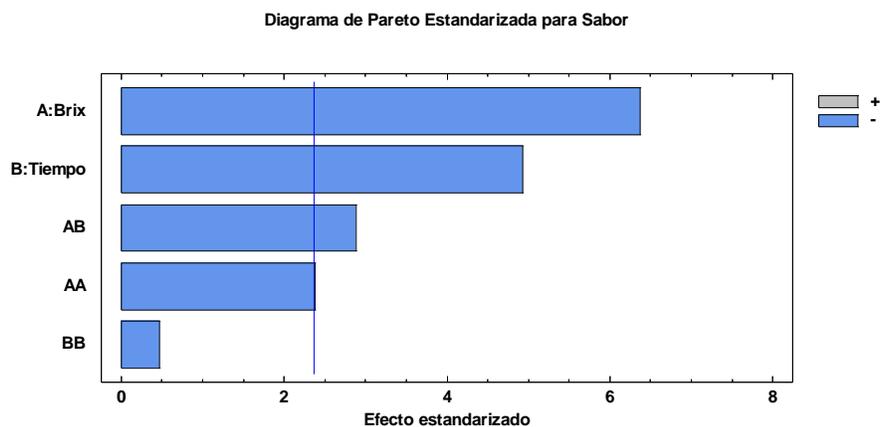


Figura 22. Diagrama de Pareto para el factor color en la carambola deshidratada por osmosis.

De acuerdo al comportamiento de los tratamientos optimizados, podemos afirmar que cuando aumenta la concentración de sacarosa este factor influye en el sabor de la carambola osmodeshidratada, esto se fundamenta en que el sabor dulce además de ser producido por gran cantidad de compuestos, principalmente azúcares (fructosa, sacarosa, lactosa, glicoles, alcoholes, aminos, esterios, aldehídos, entre otros), este se acentúa a medida que se incrementa su concentración (Faurion, 2000). Además, estos resultados concuerdan con lo obtenido por (Arauz, 2009) en piñas osmodeshidratadas.

i) Gráfica de interacción

Los efectos que ejercen los factores en estudio sobre la variación de sabor, se presentan en la figura 23, concluyendo que ambos factores disminuyen drásticamente al mismo tiempo que se incrementa la concentración de sacarosa y el tiempo.

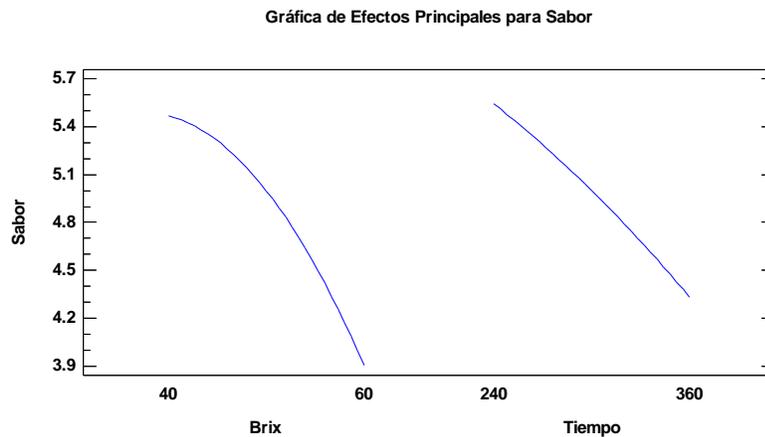


Figura 23. Efectos principales de los factores sobre el atributo sabor en la carambola osmodeshidratada.

Adel A. Kader (2008), afirma que al utilizar el refractómetro para determinar la cantidad de sólidos solubles, estos últimos comprenden azúcares, antocianinas, ácidos orgánicos, pectinas solubles, y otros componentes fenólicos además del ácido ascórbico. Por lo que, la relación entre sólidos solubles y sabor dulce no es confiable en todas las situaciones, esto justifica lo obtenido en la presente investigación donde el sabor es influenciado negativamente a medida que se incrementa la concentración de sacarosa y los mismo ocurre con el tiempo, así mismo menciona que los dos factores que más afectan el sabor son la variedad y el estado de desarrollo y estado de maduración en el momento de cosecha; también afectan el sabor los procedimientos para obtener productos de IV gama (mínimamente procesados) o industrializados.

j) Coeficiente de regresión

La tabla 23 muestra las estimaciones de los coeficientes de regresión del modelo poblacional fijado para las respuestas de sabor.

Tabla 23

Coefficiente de regresión para el sabor.

Coefficiente	Estimado
Constante	-99,556
A: Brix	0,484468
B: Tiempo	0,042024
AA	-0,00312502
AB	-0,000833333
BB	-0,0000173609

A continuación, se despliega la ecuación de regresión que ha sido adaptada a los datos. El modelamiento ajustado viene a ser:

$$\text{Sabor} = -9.9556 + 0.484468 \cdot \text{Brix} + 0.042024 \cdot \text{Tiempo} - 0.00312502 \cdot \text{Brix}^2 - 0.000833333 \cdot \text{Brix} \cdot \text{Tiempo} - 0.0000173609 \cdot \text{Tiempo}^2$$

De la ecuación se observa que las variables independientes tienen un efecto cuadrático sobre el atributo sabor.

El R2 ajustado es 86.0387% lo que indica ese porcentaje de variación del atributo sabor, que es explicada por las variables predictoras concentración de sacarosa y tiempo.

k) Superficie de respuesta estimada

De los datos obtenidos en la Tabla 21, se graficó el modelo de superficie de respuesta, en ella se observa que al incrementar la concentración de sacarosa (CSa) se prolonga las curvas de nivel o contornos de la superficie hasta cierto punto, esto debido a que a medida que se incrementa la concentración de sacarosa el sabor mejora.

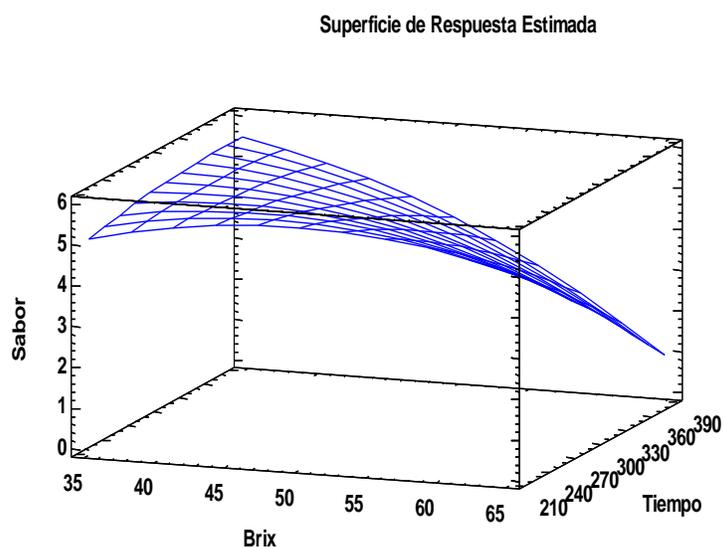


Figura 24. Superficie de respuesta, de la variación del sabor en la carambola osmodeshidratada.

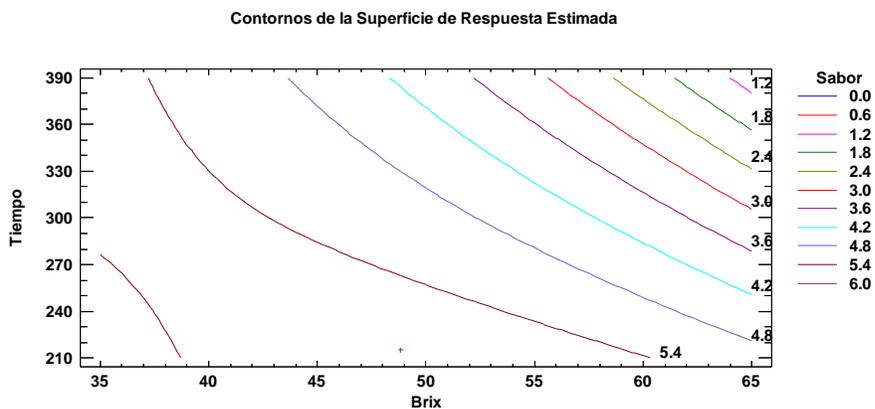


Figura 25. Efecto de los factores sobre la variación del sabor en la carambola osmodeshidratado.

l) Optimización de la respuesta

La Tabla 24, muestra el conjunto de niveles de los factores, la cual maximiza el sabor sobre el área indicada.

Tabla 24

Valores óptimos para la variación del sabor en carambola osmodeshidratada.

<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
Concentración de sacarosa (°Brix)	35.8579	64.1421	48.8286
Tiempo de osmodeshidratado (min)	215.147	384.853	215.147
Valor optimo		573,284	

Para obtener resultados de la optimización para minimizar la variación del sabor en la carambola osmodeshidratada por el método de superficie de respuesta, se procesaron los valores de sabor y se obtuvieron las variables optimizadas para el factor CSa de 48,83 y para el factor tiempo fue de 215,15 minutos; con estos se obtienen un valor optimo del sabor estimado de 5,73; este resultado concuerda con los resultados obtenidos por (Duque et al, 2007) en mangos osmodeshidratados, quienes obtuvieron variaciones de sabor en un rango (ΔC) de 3-5.

3.2.4. Evaluación de la aceptabilidad

Al adquirir un producto se tiene presente muchos aspectos tales como como la apariencia, el color, sabor, olor, textura y estos significan una importante ayuda al momento de tomar la decisión de compra, puesto que ellos se definen la calidad y aceptabilidad de los productos (Grillo et al., 2014). Por lo mencionado, resulta de vital importancia realizar análisis de aceptabilidad sensorial, mediante el cual se pretende conocer las desigualdades que pueden existir entre los productos en cuanto se refiere a la aceptabilidad de parte del consumidor. Por lo general, se usan escalas hedónicas o en su defecto sus semejantes (Ramírez, 2014).

La evaluación de la aceptabilidad en la carambola osmodeshidratada se muestra en la tabla 25, en ella se puede observar la influencia de las variables en estudio.

Tabla 25

Aceptabilidad según el DCCR, empleados en el experimento.

Tratamientos	Variables independientes		Variable dependiente
	°Brix	Tiempo (min)	Aceptabilidad
1	50,0	300,0	4
2	40,0	240,0	5
3	50,0	215,15	6
4	35,86	300,0	5
5	50,0	384,85	3
6	50,0	300,0	4
7	50,0	300,0	4
8	64,14	300,0	3
9	60,0	240,0	3
10	50,0	300,0	4
11	40,0	360,0	4
12	60,0	360,0	3
13	50,0	300,0	4

De los resultados obtenidos de la tabla 25 se puede concluir que los tratamientos que alcanzaron los mayores valores de aceptabilidad estuvieron entre 5 a 6, mientras que los valores menores estuvieron entre 3 a 4.

m) Análisis de varianza

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Aceptación en piezas separadas para cada uno de los efectos. Entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 2 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

Tabla 26

ANVA de la variación de la aceptabilidad, según el DCCR.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Brix	424,632	1	424,632	16,35	0,0049
B:Tiempo	343,566	1	343,566	13,23	0,0083
AA	0,108696	1	0,108696	0,42	0,5383
AB	0,25	1	0,25	0,96	0,3592
BB	0,108697	1	0,108697	0,42	0,5383
Error total	181,801	7	0,259716		
<i>Total (corregido)</i>	10,0	12			

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 81.8199% de la variabilidad en Aceptación. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 68.8341%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0.509623.

n) Carta estandarizada de Pareto

La figura 26 muestra el diagrama de Pareto que describe el análisis de varianza y la influencia de los factores sobre la aceptabilidad de la carambola osmodeshidratada, se observa una línea vertical que cruza la gráfica, la ubicación de esta depende del intervalo de confianza del diseño, que en este caso es del 95,0%, aquel factor que sobrepase esta línea afectará de forma significativa la aceptabilidad.

El diagrama de Pareto, confirman que tanto el factor concentración de sacarosa (Csa) y el factor (Tiempo) tienen un efecto negativo en la aceptabilidad, mientras que las interacciones de ambos factores presentan un efecto positivo en la aceptabilidad en la osmodeshidratación de carambola.

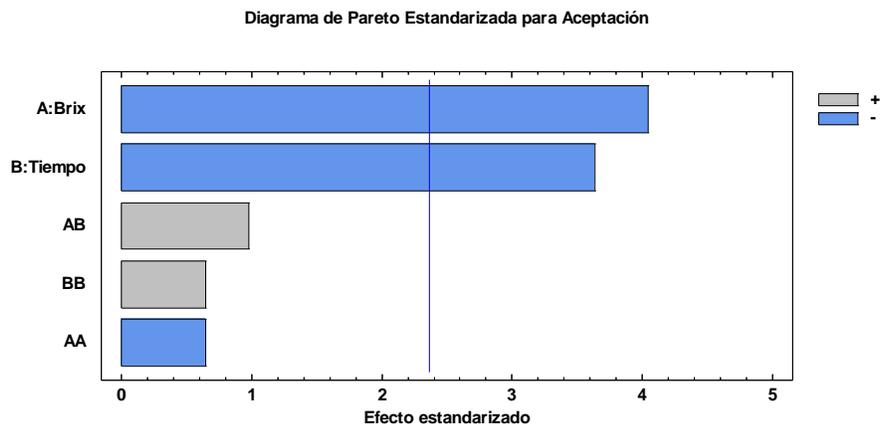


Figura 26. Diagrama de Pareto de los factores sobre la aceptabilidad de la carambola osmodeshidratada.

El método posee la ventaja de que no necesita describir las propiedades sensoriales del producto como son: “textura, color, olor, etc.”, lo único que requiere es establecer la aceptación general. Aunque posee el inconveniente de que la puntuación es asignada por el panelista de quien no podemos definir su criterio de evaluación, por lo que hay un grado de desconfianza en las calificaciones (Andalzúa y Morales, 1994).

o) Grafica de interacción

Los efectos que ejercen los factores estudiados en la aceptabilidad, se muestran en la Figura 27, determinándose que ambos factores tienen un efecto significativo a medida que aumentan, es decir a medida que la concentración de sacarosa aumenta la aceptabilidad de la carambola osmodeshidratada disminuye, la tendencia es la misma cuando aumentamos el tiempo de osmodeshidratación.

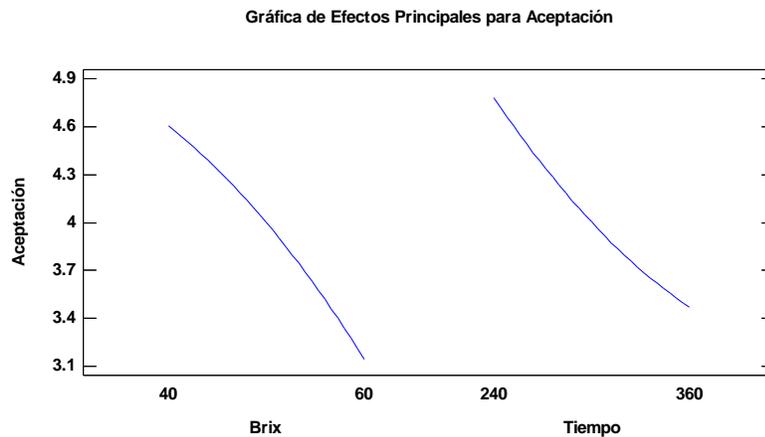


Figura 27. Efectos principales de los factores sobre la variación del color (ΔC) en la carambola osmodeshidratado.

En lo que se refiere a la aceptabilidad, en su investigación realizada en aguaymanto (Dino Rosiia *et al*, 2012) se encontró que las soluciones con mayor parte de sacarosa sobresalen frente a la sacarina. Así mismo se puede afirmar que en referencia al aspecto, la cual se entrega de una forma más considerable en los tratamientos que tienen un mayor contenido de sacarosa.

p) Coeficiente de regresión

La Tabla 27, muestra las estimaciones de los coeficientes de regresión del modelo poblacional fijado para las respuestas de aceptabilidad.

Tabla 27

Coeficiente de regresión para la aceptabilidad.

Coeficiente	Estimado
Constante	171,694
A: Brix	-0,0728545
B: Tiempo	-0,0525889
AA	-0,00125001
AB	0,000416667

A continuación, se despliega la ecuación de regresión que se ha ajustado a los datos. La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Aceptación} = 17.1694 - 0.0728545*\text{Brix} - 0.0525889*\text{Tiempo} - 0.00125001*\text{Brix}^2 + 0.000416667*\text{Brix}*\text{Tiempo} + 0.0000347223*\text{Tiempo}^2$$

De la ecuación se observa que las variables independientes tienen un efecto cuadrático sobre el atributo aceptabilidad.

El R2 ajustado es 68.8341 % lo que indica ese porcentaje de variación del atributo aceptabilidad, que es explicada por las variables predictoras concentración de sacarosa y tiempo.

q) Superficie de respuesta estimada

De los resultados de la Tabla 25, se graficó el modelo de superficie de respuesta, en ella se observa que al incrementar la concentración de sacarosa (CSa) se prolonga las curvas de nivel o contornos de la superficie hasta cierto nivel, esto debido a que a medida que se incrementa la concentración de sacarosa mejora la aceptabilidad, sin embargo a mayor tiempo la aceptabilidad disminuye, puesto que hay transferencia de compuesto aromáticos de la fruta a la solución lo que hace menos aceptable cuanto más tiempo es osmodeshidratada la fruta, estos resultados se fundamentan en lo indicado por (Fenemma, 2010).

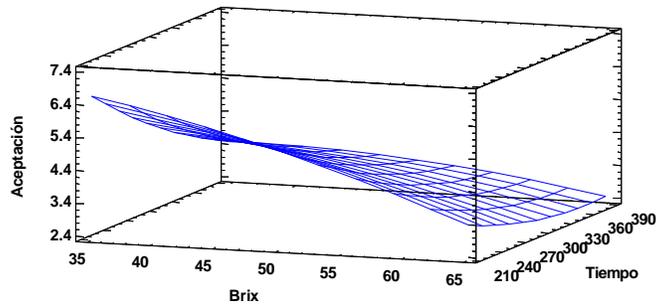


Figura 28. Superficie de respuesta, de la aceptabilidad en la carambola osmodeshidratada.

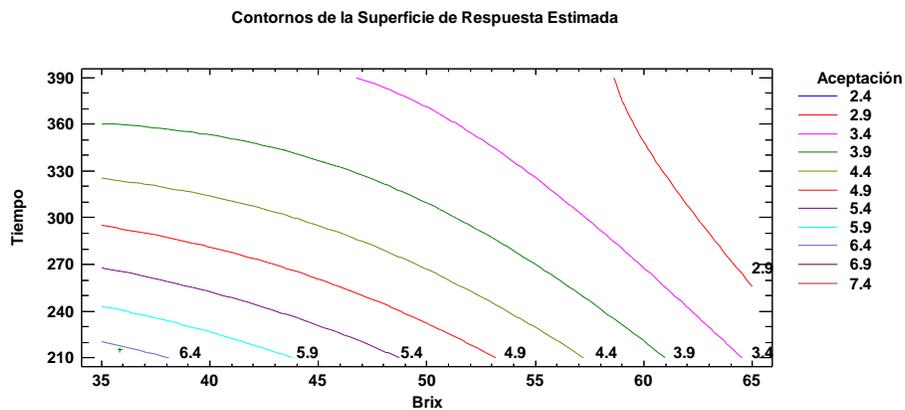


Figura 29. Efecto de los factores sobre la variación de color en la carambola osmodeshidratada.

r) Optimización de la respuesta

La tabla 28, muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza la aceptabilidad sobre la región indicada.

Tabla 28

Valores óptimos para la variación del color en carambola osmodeshidratada.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Concentración de sacarosa (°Brix)	35.8579	64.1421	35.8579
Tiempo de osmodeshidratado (min)	215.147	384.853	215.147
Valor optimo		645,711	

Al optimizar Para obtener resultados de la optimización para minimizar la variación del color en la carambola osmodeshidratada por el método de superficie de respuesta, se procesaron los valores de variaciones de color y se obtuvieron las variables optimizadas para el factor CSa de 35,86° Brix y para el factor tiempo fue de 215,15 minutos; con estos valores óptimos para la aceptabilidad estimada de 6,46; este resultado concuerda con los resultados obtenidos por (Duque et al, 2007) en mangos osmodeshidratados.

3.3. EVALUACION DE LA CARAMBOLA OSMODESHIDRATADA

3.3.1 Composición química proximal

En la Tabla 29, se muestra los resultados de la composición química proximal de la carambola deshidratada, estos datos son del proceso optimo encontrado en la investigación.

Tabla 29

Composición química proximal de la carambola osmodeshidratada por 100 g de producto.

<i>Componentes</i>	<i>Unidades</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>DS</i>
Humedad	g	15,92	±0,5008
Proteínas	g	3,55	±0,0100
Grasa	g	1,93	±0,0100
Ceniza	g	2,76	±0,0265
Fibra	g	3,65	±0,0306
Carbohidratos	g	72,19	±0,0503

El producto osmodeshidratado presento una humedad del 15,92% permitiéndonos de esta manera la estabilidad adecuada para la conservación y otros manejos tecnológicos, lo cual está enmarcado dentro de la Norma Técnica Peruana 209.144, revisada el (2017) – Dirección de Normalización – INACAL donde manifiesta que los frutos deshidratados deben tener un contenido de humedad de

25% como máximo. El contenido de proteína y fibra es significativo en comparación al fruto fresco.

El contenido de carbohidrato fue de 72,19 estos valores son atribuidos a las condiciones particulares de la materia prima y al aumento en la concentración por la osmodeshidratación de la carambola.

3.3.2 Análisis físico químico de la carambola osmodeshidratada

En la tabla 30, se presenta los resultados del análisis físico químico de la carambola osmodeshidratada.

Tabla 30

Análisis físico químico de la carambola osmodeshidratada.

Componente	Unidades	Valores	DS
pH		4,08	±0,0252
Sólidos solubles	°Brix	10,45	±0,2000
% Acidez	Mg AA/100 g	0,42	±0,0208
Ácido ascórbico	mg AA /100 g	24,65	±1,0252

De la tabla se observa un incremento considerable en el porcentaje de sólidos solubles, así como en la acidez respecto al producto fresco, mostrando un valor de 10,45, todo esto debido al aumento en la concentración de soluto y disminución de la humedad residual.

El contenido de ácido ascórbico disminuyó, presentando un valor de 24,65 mg por 100 g de carambola osmodeshidratada, esta disminución es producida por el proceso de osmodeshidratación.

El ácido ascórbico es afectado en este proceso debido a que es altamente sensible al calor, luz y oxidación (Badui, 2012)

CONCLUSIONES

A continuación, se mencionan las conclusiones a las cuales se llegó en el trabajo de investigación:

1. Se determinó la composición química proximal de la carambola, determinándose que los componentes de mayor proporción es la humedad (89,19 g) y los carbohidratos (8,32 g), resultando estos valores menores a los reportados por Collazos et al. (1996) y Novillo (2009). En cuanto a las características físico químicas se determinó pH (2,13), °Brix (7,60), % de acidez (0,69 mg ácido cítrico/100 g), ácido ascórbico (43,12 mg ácido ascórbico/100 g).
2. En el estudio de optimización de las variables concentración de sacarosa (Csa) y tiempo de inmersión (T), se determinó que la variable respuesta óptima de retención para el ácido ascórbico fue de RAA=27,66 mg, y a la vez las variables óptimas determinadas fueron: Concentración de sacarosa Csa: 55,51°Brix y Tiempo de osmodeshidratado T: 215,15 minutos. Para el caso de la variable respuesta variación del color (ΔC) se obtuvo una variación del color óptima de $\Delta C=4,18$, resultando sus variables óptimas las siguientes: Concentración de sacarosa Csa: 64,14°Brix, Tiempo de osmodeshidratado T: 324,86 minutos. Para el caso de la variable respuesta sabor se obtuvo el valor óptimo de 5,73, resultando ser sus variables óptimas siguientes: Concentración de sacarosa Csa: 48,83 y Tiempo de osmodeshidratado T: 215,15. Para el caso de la variable respuesta Aceptabilidad se obtuvo el valor óptimo de 6,46, resultando ser sus variables óptimas siguientes: Concentración de sacarosa Csa: 35,86 y Tiempo de osmodeshidratado: 215,15
3. En cuanto a la variación de la composición físico química de la carambola osmodeshidratada, podemos mencionar que el pH se incrementa (2,13 a 4,51), al igual que los sólidos solubles (7,60 a 10,45), mientras que la acidez se redujo (0,69 a 0,42), al igual que el contenido de ácido ascórbico (33,14 a 24,65 mg).

RECOMENDACIONES

1. Diseñar estudios utilizando la deshidratación por osmosis en carambola utilizando otras variables de estudio como temperatura, presión (normal y al vacío), y geometrías del producto (cubos, esferas, etc.).
2. Impulsar la instalación de centros de procesamiento de la carambola en las zonas productoras.
3. Incentivar y ampliar la investigación de los recursos naturales propios a fin de darles valor agregado y contribuir al desarrollo local y regional impulsando así la descentralización del país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, D., Tirado, D., & Guzmán, L. 2014. Deshidratación Osmótica de Pulpa de Tamarindo (*Tamarindus indica L.*): Influencia de la Temperatura y la Concentración. Revista U.D.C.A. Actualidad y Divulgación Científica. 123-130.
- Adel A. Kader (2008). La calidad del sabor de frutas y hortalizas. Revista Journal of the Science of Food and Agriculture.
- Alfaro M. A., Muñoz N.M. (2013). Evaluación de la pulpa concentrada de carambola (*Averrhoa carambola L.*) a tres concentraciones de azúcar y dos temperaturas para la elaboración del yogurt frutado. Tesis para obtener el título profesional de: Ingeniero en Ciencias Agrarias, especialidad: Ingeniería en Industrias Alimentarias. UNC. Satipo Perú. 81 págs.
- Anzaldúa y Morales, A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Arauz, Á., & Elvis, E. (2009). Efecto del tipo de edulcorante y el tiempo de inmersión en la deshidratación osmótica y por convección de piña (*Ananas comosus*) (Bachelor's thesis, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2012).
- Arteaga, H.; Siche, R.; Pagador S. 2010. Efecto de la temperatura y tiempo de transesterificación en el rendimiento y poder calórico de biodiesel a partir de grasa refinada de pollo. Scientia Agropecuaria 1(1): 27- 35.
- Ayala, J.; Pardo, R. 1995. Optimización por Diseños Experimentales con Aplicaciones en Ingeniería. CONCYTEC. Lima - Perú.
- Badui S.D. 2012. Química de los Alimentos. D.F. México, México. Editorial Pearson. 648 pág.
- Barbosa-Canovas G., Vega Mercado, H. (2000). Deshidratación de los alimentos. Acribia. Zaragoza España. 314 págs.

- Bernal, J.A., Tamayo, A., Londoño, M., Hincapie, M. (2001). Frutales de clima cálido. CORPOICA SENA. Centro de Investigación "La Selva". Rio Negro. Antioquia. Pág 7.
- Calzada, B. (1980). "143 Frutales Nativos". Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú. Ed. Agraria.
- Castillo-Zamudio R., Vidaña-Reyes T., Ávalos de la Cruz D., Cabal-Prieto A., Salgado-Cervantes M., Ozuna López C. (2016). Uso combinado de tecnologías de secado asistidas por ultrasonidos de potencia para la conservación de carambola (*Averrhoa carambola* L.). Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Vol. 3 (2018) 270-276.
- Ciurzyńska A., Lenart A., 2010. Structural impact of osmotically pretreated freeze-dried strawberries on their mechanical properties. *Int. J. Food Prop.* 13(5), 1134-1149.
- Collazos, C., White, P., White, H., Viñas, E., Alvistur, E., Urquieta, R., Vásquez, G., Días, T., Quiroz, A., Roca, A., Hegsted, D., Bradfield, R., Herrera, N., Faching, A., Robles, N., Hernández, F., Arias, M. (1996). Tablas peruanas de composición de alimentos. 7 ed. Perú, Ministerio de Salud.
- Corzo, O.; Centeno, A. (2003). Superficies de respuesta de la transferencia de masa durante la deshidratación osmótica del melón (*Cucumis melo*, variedad Edisto). *Rev. Facultad de Farmacia* 45(1): 54-60.
- Cubillos C., Izasa H. (1999). Obtención de un producto glaseado y un producto osmodeshidratado de carambola (*Averrhoa carambola* L.) en el piedemonte caqueteño. Tesis (Pregrado). Facultad de Ingeniería de los Alimentos. –universidad La Salle. Instituto Amazónico de Investigaciones Científico SINCHI. Bogotá. 75 págs.
- Chen, C., & Ramaswamy, H. (2002). color and texture change kinetics in ripening bananas. *Lebensm wiss-u technology* 415-419.

- Chenlo F., Chaguri L., Santos F., Moreira R., (2006). Osmotic dehydration/impregnation kinetics of padrón pepper (*Capsicum annum L. Longum*) with sodium chloride solutions: process modelling and colour analysis. *Food Sci. Technol. Int.* 12(3), 221-227.
- Chire T., Dávila R., Ríos E. (2014). Evaluación del contenido de vitamina C, taninos condensados y capacidad antioxidante después de un tratamiento a tres temperaturas de los frutos de carambola (*Averrhoa carambola L.*). *Anales Científicos*, 75 (2): 370-379 (2014).
- Della R.P. (2010). Secado de alimentos por métodos combinados: Deshidratación Osmótica y secado por microondas y aire caliente. Ciudad Autónoma de Buenos Aires 2010.
- Derossi A., De Pilli T., Severini C., Mccarthy M.J., (2008). Mass transfer during osmotic dehydration of apples. *J. Food Eng.* 86, 519-528.
- Dino Rossia, Rober Fuentes, Franks Pardo, Diego Reyes, Raúl Tirado, Eli Urbina, John Vega. 2012. Efecto de la temperatura y sinergismo de sacarosa, sacarina y sugar light en la deshidratación osmótica de aguaymanto (*Physalis peruviana*). *Agroindustrial Science*. Trujillo, Perú.
- Duque, A. L., Giraldo, G. A., & Mejía, C. M. (2007). Variación del color en mango, mora y uchuva en diferentes tratamientos de deshidratación osmótica. *Revista de Investigaciones Universidad del Quindío*.
- FAO, (2014). *Productos frescos de frutas*. IICA. Costa Rica. 79 págs.
- Faurion A.(2000). *Physiologie de la gustation*. En: *Encyclopédie Médico-Chirurgicale*. Paris. Elsevier. 20-490-C-10, 185 págs.
- Fenemma, O. 2010. *Química de Alimentos*. Zaragoza. España. Editorial Acribia S.A. 1166 pag.
- Fito, P., Chiralt, J., Barat, J., Salvatori, J y Andrés, A. (1998). Some advances in osmotic dehydration of fruti. *Food science and technology international*. 4: 329-338.

- Floros, J.; Chinnan M. 1988. Seven factor response surface optimization of a doublestage lye(NaOH) peeling process of pimiento peppers. *Journal of Food Science*. 53: 631-638.
- Galán M. (2001) *Composición química de la pulpa de carambola* Edición: Zaragoza: Acribia.
- Galán S.,V. (1999). *Carambola cultivation*. FAO Plant Production and Protection Paper No. 108. FAO, Geneva, Switzerland. 74 p.
- García-Noguera J., Oliveira F.I., Weller C.L., Rodrigues S., Fernandes F.A., (2012). Effect of ultrasonic and osmotic dehydration pre-treatments on the colour of freeze dried strawberries. *J. Food Sci. Technol.* DOI 10.1007/s13197-012-0724-x.
- Garrote R., Bertone R. (1989). Osmotic concentration at low temperature of frozen strawberry halves. Effect of glycerol, glucose and sucrose solutions on exudate loss during thawing. *Levensm. Wiss Technol* 22:264-267
- Giraldo, D; Arango, L y Marquez, C., 2004. *Osmodeshidratación de Mora de Castilla (Rubus glaucus Benth) con Tres Agentes Edulcorantes*. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Medellin – Colombia.
- González, D., Hernández, M., Herrera, A., Barrera, J., Martínez O., y Paez D. (2001). Desarrollo del fruto e índices de cosecha de la carambola (*Averrhoa carambola L.*) producida en el piedemonte amazónico colombiano. *Agronomía Colombiana*, 2001. 18 (1-2): 7-13
- González, D.V. (2000). *Análisis del desarrollo de la fase reproductiva y determinación de parámetros de recolección de la carambola (Averrhoa carambola L.) variedad ácida, producida en el piedemonte amazónico colombiano*. Tesis (pregrado). Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas ‘SINCHI’. Bogotá.

- Green, J. G. (1987). Carambola production in Malaysia and Taiwan. Proc. Fla. State Hort. Soc. 100: 275-278
- Grillo, O. et al (2014), Use of Image Analysis to Evaluate the Shelf Life of Bakery Products. Food Research International.
- INACAL. 2017. Norma Técnica Peruana 209.144, revisada el (2017). Dirección de Normalización.
- Kowalski S.J., Mierzwa D., (2013). Influence of osmotic pretreatment on kinetics of convective drying and quality of apples. Drying Techn. 31(15), 1849-1855.
- Lazarides H., Fito, P., Chiralt, A., Gekas, V. y Andrzej L. (1999). Advances in osmotic dehydration. En: Processing food. CRC press. London. Pp 175-199
- Lazarides H.N. (2004). Osmotic preconcentration: Developments and prospects. En: Minimal Processing of foods and process optimization. Ed (es): R.P. Singh y f.A. Oliveira. CRS Press
- Le Maguer, M. (1988). Osmotic Dehydration: Review and Future Directions. In: Proceedings of the International Symposium on Progress in Food Preservation Processes (pp. 283-309), Ceria, Brussels, Belgium.
- Le Maguer, M.; Shi, J. Fernandez, C. (2003) Mass transfer behavior of plant tissues during osmotic dehydration. En: Food Science and Technology International. Vol. 9, No. 3 (2003); p. 187-192.
- Lerici, C. R, (1988). Osmotic dehydration of fruits: Influence of osmotic agents on drying behavior and product quality. Journal Food Science, Oxford, v.50, p.1217-1226

- Limaymanta Sulca, C. P., Párraga Melgarejo, N., Salas Rojas, A. P., & Porras Puente, E. R. (2015). Osmodeshidratación del plátano isla (*platanus x hispánica*) en cámara tecnificada con energías limpias.
- Marcotte, M. (1988). Mass transport phenomena in osmotic processes; experimental measurements and theoretical considerations. Tesis de maestría, The University of Alberta, Department of Food Science, Edmonton, Alberta.
- Mata, M. (1992). Aportación al desarrollo de un proceso de deshidratación osmótica al vacío para alimentos. Tesis Dr. Ingeniero Industrial. Universidad politécnica de Valencia. Departamento de tecnología en alimentos. 260p.
- Matuska M., Lenart A., Lazarides H.N., (2006). On the use of edible coatings to monitor osmotic dehydration kinetics for minimal solids uptake. *J. Food Eng.* 72(1), 85-91.
- MINAGRI, (2017). Anuario estadístico de la producción agrícola 2017. Lima Perú. 371 págs.
- Moreira R., Chenlo F., Torres M.D., Vázquez G., (2007). Effect of stirring in the osmotic dehydration of chestnut using glycerol solutions. *LWT – Food Sci. Technol.* 40(9), 1507-1514.
- Murillo E. (2002) Actividad antioxidante de bebidas de frutas y de Té comercializadas en Costa Rica. Universidad de Panamá/Instituto de Alimentación y Nutrición (IANUT).
- Mya, K., Weibiao Z., Shi Y.Y. (2006). Mass Transfer in the Osmotic dehydration of Coated Apple Cubes by Using maltodextrin as the Coating Material and their Textura! Properties Food Science and Technology Programme, Department of Chemistry, National University of Singapore, 3 Science Orive 3.
- Myers, R.; Montgomery, D. 1995. Response surface methodology: Process and product optimization using designed experiments. New York: John Willey & Sons INC.

- Nakasone, H. Y.; Paull, R. E. (1999). Carambola, pp 132-148. In: Tropical Fruits. Atherton, J.; Rees, A. (eds.). CAB International New York, N. Y., USA.
- Novillo, G. (2009). Desarrollo y Evaluación Física, Química y Sensorial de Jugo de dos variedades de carambola (*Averrhoa carambola*). Proyecto de graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana "Zamorano", Honduras. 26p.
- Nsonzi, F., Ramaswamy, S. 1988. Osmotic dehydration kinetics of bluberries. Dryng tech. 16 (3/5): 725-741.
- Pucuhuayla E.R., Valdivieso M.N. (2018). Efecto del osmodeshidratado y secado por aire caliente sobre la capacidad antioxidante, β -carotenos, cinética y rehidratación en el liofilizado de carambola. Tesis de grado. UNC. Huancayo. Perú. 116 págs.
- Ramírez-Navas, J.S. y Castro, V. (2014). Análisis de Aceptación y Preferencia del Manjar Blanco del Valle, Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial.
- Rodríguez M.C. (2015) "Efecto del tipo de recubrimiento y el tiempo de almacenamiento en la calidad de la carambola (*Averrhoa carambola L.*) almacenada en refrigeración". Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial. UNSCH. 136 págs.
- Rodríguez, M & Lemma, A. (2005). Planeamiento de Experimentos y optimización de procesos. Campañas-Brasil. Editorial Casa del Pan. pp. 10-15
- Sharma, S. Mulvaney S., Rizvi, S. (2003). Ingeniería de Alimentos (Operaciones Unitarias y Practica de Laboratorio), Capitulo 14. Edit Limusa S.A. México D.F.
- Solís M.C. (2010). Modelamiento matemático de la transferencia de sacarosa en la deshidratación osmótica del fruto de la carambola (*Averrhoa carambola L.*).Tesis para optar el Título

- Profesional de: Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. 127 págs.
- Wei, Chen, Yan, Lin, Y Zhou (2014). Identification of antioxidant components and fatty acid profiles of the leaves and fruits from *Averrhoa carambola*. *LWT - Food Science and Technology*, 55, 278-285.
- Yadav A.K., Singh SV., 2012. Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a review. *J. Food Technol.* DOI 10.1007/s13197-012-0659-2.
- Yanqui, P y Maquera, V. 2010. Efecto del Estado de Madurez, Concentración y Temperatura en la Difusión Efectiva de Sacarosa en Papaya (*Carica papaya L.*) en el Módulo de Osmodeshidratacion. Facultad de Ciencias Agrarias. Puno – Perú. 7 – 12.

ANEXOS

ANEXO 01. Formato para la evaluación sensorial de la carambola osmodeshidratada

Nombres y apellidos:.....

Fecha:

A continuación, se presenta la carambola osmodeshidratada en solución de sacarosa,

Marca la escala que usted crea conveniente en los atributos sabor y color.

Valor	Atributo Sabor	T1(432)	T2(874)
7	Me gusta muchísimo, excelente		
6	Me gusta mucho, muy bueno		
5	Me gusta, bueno		
4	Me gusta regularmente		
3	Ni me gusta ni me disgusta		
2	Me gusta poco		
1	No me gusta totalmente		

Valor	Atributo Sabor	T1(432)	T2(874)
5	Excelente característico atractivo		
4	Característico atractivo		
3	Ligeramente atractivo		
2	Ligeramente rosado		
1	Ligeramente pálido		

Observaciones:

ANEXO 02: NORMA TECNICA PERUANA NTP 209.144 1980 (revisada el 2017)

FRUTAS DESHIDRATADAS. Uvas secas o pasas.

1. NORMAS A CONSULTAR

NTP 011.001. FRUTAS. Generalidades

NTP 011.012. UVA DE MESA. Requisitos

2. OBJETO

La presente Norma Técnica Peruana establece los requisitos que deben cumplir las uvas secas o pasas.

3. DEFINICIONES

3.1 frutas deshidratadas: Son frutas, en un estado apropiado de maduración, que han sido sometidas a un proceso de secado natural o artificial para eliminar así, la mayor parte de su contenido de agua de tal forma de aumentar su tiempo de conservación.

3.2 uvas secas o pasas: Es el producto elaborado con uvas provenientes de las diferentes variedades de la especie *Vitis vinifera* L., fitosanitariamente sanas, limpias, convenientemente maduras y libres de cualquier residuo de pesticidas, a las cuales se las ha deshidratado.

3.3 pedicelo: Pequeño tallo leñoso de longitud superior a 3 mm que une la uva a la rama del racimo.

3.4 uvas secas o pasas, no maduras o subdesarrolladas: Es el producto que tiene poco peso y cuya falta de tejidos con contenido de azúcar indica un desarrollo incompleto; además, están duras, arrugadas y carecen completamente de pulpa.

3.5 uvas secas o pasas dañadas: Es el producto afectado por quemaduras de sol, cortes en la piel, daños mecánicos, u otros defectos similares que afectan gravemente el aspecto.

3.6 uvas secas o pasas azucaradas: Es el producto con cristales de azúcar en la parte extrema afectando seriamente el aspecto.

4. CLASIFICACIÓN

4.1 Las uvas secas o pasas se clasificarán según su contenido o no de semillas en los siguientes grupos:

4.1.1 **Sin semillas:** Serán las uvas secas o pasas preparadas con uvas que carecen naturalmente de semillas o éstas han sido totalmente eliminadas.

4.1.2 **Con semillas:** Serán las uvas secas o pasas preparadas con uvas que contienen semillas y no han sido eliminadas.

4.2 Las uvas secas o pasas, se clasificarán según su color en los siguientes grupos:

4.2.1 **Blancas:** Cuando provienen de variedades de uvas de color blanco y presentan tal color.

4.2.2 **Negras:** Cuando provienen de variedades de uvas de color negro y presentan tal color.

5. **CONDICIONES GENERALES**

5.1 Las uvas empleadas en la elaboración de uvas secas o pasas deberán ser cuidadosamente lavadas, libre de toda sustancia extraña como insecticidas y fungicidas.

5.2 Las uvas empleadas en la elaboración de uvas secas o pasas deberán ser lavadas con agua acidulada a la temperatura de 20 °C cuando provengan de plantas rociadas con productos arsenicales.

5.3 Las uvas empleadas en la elaboración de uvas secas o pasas deberán cosecharse a 21° Brix aproximadamente.

5.4 El producto podrá mejorarse eliminando los hongos, empleando una solución alcalina al 1 % como máximo y aceite como auxiliar del secado, pero sin que llegue a blanquearlo en dosis máxima de 5 g por cada kilogramo del producto.

5.5 El producto podrá sulfurarse con el objeto de conservar el color y sabor naturales del fruto, prolongar su conservación y retardar la pérdida de las vitaminas A y C.

5.5.1 La sulfuración podrá realizarse con los siguientes productos: solución diluida de bisulfito de sodio, vapores de azufre o dióxido de azufre entre el 1,5 % al 2 % en volumen.

5.6 Al producto podrá agregársele aceite de semilla de uva u otros aceites vegetales comestibles que permitan que las uvas secas o pasas no se adhieran entre sí.

6. **REQUISITOS**

6.1 **Requisitos generales.**

6.1.1 El contenido de humedad será de 25 % como máximo.

6.1.2 No deberá presentar impurezas minerales provenientes de piedras u otros materiales objetables.

6.1.3 No deberá presentar hojas o pedazos de ellas y otros elementos vegetales extraños con excepción de pedicelos, los que se permiten un total de 25 g en 500 g de pasas, adheridas a las pasas o no.

6.1.4 La cantidad de pasas provenientes de uvas no maduras o subdesarrolladas será de 4 % en peso como máximo.

6.1.5 La cantidad de pasas dañadas será de 5 % en peso como máximo.

6.1.6 La cantidad de pasas azucaradas será de 5 % en peso como máximo.

6.1.7 La cantidad de semillas en las formas de presentación libre de ellas será de 20 g en 500 g.

6.2 La suma de los pesos de las pasas con los defectos anotados en los apartados 6.1.4, 6.1.5 y 6.1.6 no deberá exceder del 5 %.

6.3 Requisitos organolépticos

6.3.1 Aspecto: Frutas desecadas, enteras, con o sin semillas.

6.3.2 Color: Propio.

6.3.3 Olor: Propio.

6.3.4 Sabor: Propio.

6.4 Requisitos microbiológicos

6.4.1 El producto estará libre de microorganismos patógenos y de los causantes de la descomposición, así como de las sustancias producidas por ellos.

7. INSPECCIÓN Y RECEPCIÓN

La inspección y recepción de uvas secas o pasas se hará de conformidad con la Norma Técnica correspondiente.

8. MÉTODOS DE ENSAYO

Los ensayos se efectúan de conformidad con las Normas Técnicas correspondientes.

9. ROTULADO, ENVASE Y EMBALAJE

9.1 **Rotulado:** El rotulado deberá cumplir con lo establecido en la NTP 209.038.

9.1.1 **Designación:** El producto se designará tal como el ejemplo siguiente: Pasas o uvas secas blancas sin semillas.

9.2 **Envase:** Los envases deberán ser de un material tal que protejan al producto del medio ambiente externo, así como ser inerte a la acción del producto.

9.2.1 Los recipientes deberán estar tan llenos como sea posible sin perjuicio de la calidad y se ajustarán a la declaración correspondiente del contenido.

9.2.2 El contenido neto deberá declararse en peso en unidades del Sistema Internacional de Unidades.

10. ANTECEDENTES

10.1 CODEX ALIMENTARIUS CAC/RS 67 – 1974. Norma Internacional Recomendada para las uvas pasas. Publicado por la Secretaría del Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Roma.

10.2 CHRISTENSEN G. Algunos ejemplos de la aplicación del SECADO POR ATOMIZACIÓN EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS. A/SNIRO. COPENHAGEN.

10.3 HUARCAYA GALVEZ SERAPIO. Consideraciones Generales sobre la Producción de Uvas Secas en el Valle de Ica. Tesis para optar el Título de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria.

ANEXO 03: FICHA TÉCNICA APROBADA DEL FRUTO DE CARAMBOLA

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL BIEN

Denominación del bien	: CARAMBOLA
Denominación técnica	: CARAMBOLA
Grupo/clase/familia	: Alimentos, bebidas y productos de tabaco/Frutas frescas/Frutas dominantes/Caimito
Nombre del Bien en el Catálogo del SEACE	: CARAMBOLA
Código	: A5030703600134385
Unidad de medida	: KILOGRAMOS
Descripción General	: La carambola es el fruto proveniente del género Averrhoa, de la familia Oxalidaceae.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL BIEN

Características Físico - Organolépticas

Forma	: La fruta es una baya de forma ovoide a elipsoidal variada, de mucha carne.
Color y sabor	: Color variable de amarillo verdoso a pardo naranja, con un jugo agrí dulce agradable y refrescante, de color naranja amarillento.
Tamaño	: Puede medir desde 7 cm hasta 15 cm de largo y al cortarla en forma transversal forma una estrella de 5 aristas, de ahí que también se le conoce como fruta estrella.
Peso	: El peso de la carambola se define en el siguiente cuadro:

Código de calibre	Peso (g.)
A	80 -129
B	130 -190
C	>190

Requisitos mínimos de calidad

La carambola de acuerdo a sus características de sanidad y aspecto se clasificará en las siguientes categorías:

- a) Categoría “Extra”.
- b) Categoría Primera.
- c) Categoría Segunda.

En todas las categorías, a reserva de las disposiciones especiales para cada categoría y las tolerancias permitidas, la carambola deberá estar:

- Estar enteras;
- Estar sanas, deberán excluirse los productos afectados por podredumbre o deterioro que hagan que no sean aptos para el consumo;
- Estar limpias, y prácticamente exentas de cualquier materia extraña visible;
- Estar prácticamente exentas de daños causados por plagas;
- Estar exentas de humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica;
- Estar exentas de cualquier olor y/o sabor extraño;
- Ser de consistencia firme;
- Estar exentas de daños causados por bajas temperaturas;
- Estar exentas de manchas pronunciadas;
- Estar suficientemente desarrolladas y presentar un grado de madurez satisfactorio según la naturaleza del producto.

Grados de Calidad

La carambola se clasifica en tres categorías, según se definen a continuación:

- a) **Categoría “Extra”:** Las carambolas de esta categoría deberán ser de calidades superiores y características de la variedad, bien formadas y exentas de manchas. Podrán permitirse defectos muy leves de la piel y nervaduras debidos a rozaduras y magulladuras, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase.
- b) **Categoría Primera:** Las carambolas de esta categoría deberán ser de buena calidad y características de la variedad, estar suficientemente bien formadas y suficientemente exentas de manchas. Podrán permitirse, sin embargo, defectos leves en la piel y nervaduras debidos a rozaduras y magulladuras, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase. La superficie total afectada no deberá superar el 5%.
- c) **Categoría Segunda:** Esta categoría comprende las carambolas que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero satisfacen los requisitos mínimos. Deberán estar razonablemente bien formadas y razonablemente exentas de manchas. Podrán permitirse, sin embargo, defectos leves en la piel y nervaduras debidos a rozaduras y magulladuras, siempre y cuando las carambolas conserven sus características esenciales en lo que respecta a su calidad, estado de conservación y presentación. La superficie total afectada no deberá superar el 10%.

Requisitos de sanidad, aspectos y tolerancias respectivas para la carambola

Los lotes de carambola deberán cumplir con los requisitos de tolerancia que se especifican en la siguiente tabla:

Nomenclatura	Características
Extra	El 5%, en número o en peso, de las carambolas que no satisfagan los requisitos de esta categoría, pero satisfagan los de la Categoría I o, excepcionalmente, que no superen las tolerancias establecidas para esta última.
Categoría I	El 10%, en número o en peso, de las carambolas que no satisfagan los requisitos de esta categoría, pero satisfagan los de la Categoría II o, excepcionalmente, que no superen las tolerancias establecidas para esta última.
Categoría II	El 10%, en número o en peso, de las carambolas que no satisfagan los requisitos de esta categoría ni los requisitos mínimos, con excepción de los productos afectados por podredumbre o cualquier otro tipo de deterioro que haga que no sean aptos para el consumo.

Requisitos microbiológicos (expresados en ufc/g)

La carambola deberá cumplir con los requisitos microbiológicos siguientes:

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Escherichia coli	5	3	5	2	10 ²	10 ³
Salmonella sp.	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----

- n: Es el número de unidades de muestra que deben ser examinados de un lote de alimentos, para satisfacer los requerimientos de un plan de muestreo particular
- m: Es un criterio microbiológico, el cual, en un plan de muestreo de dos clases separa buena calidad de calidad defectuosa; o en otro plan de muestreo de tres clases, separa buena calidad de calidad marginalmente aceptable. En general “m” presenta un nivel aceptable y valores sobre el mismo que son marginalmente aceptables o inaceptables.
- M: Es un criterio microbiológico que, en un plan de muestreo de tres clases, separa calidad marginalmente aceptable de calidad defectuosa. Valores mayores a “M” son inaceptables.
- c: Es el número máximo permitido de unidades de muestra defectuosa. Cuando se encuentra cantidades mayores de este número el lote es rechazado.

Contaminantes

Para las tres categorías de la carambola se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- a) **Metales Pesados:** La carambola deberá cumplir con los niveles máximos para metales pesados establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius.

Plomo (Pb): Nivel Máximo (NM) 0.2 mg/kg

- b) **Residuos de plaguicidas:** La carambola deberá cumplir con los niveles máximos para residuos de plaguicidas establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius.

2,4-D Límite Máximo de Residuo (LMR) 0.1 mg/kg

Boscalid Límite Máximo de Residuo (LMR) 10 mg/kg

Carbendazim Límite Máximo de Residuo (LMR) 1 mg/kg

Cipermetrin Límite Máximo de Residuo (LMR) 0.5 mg/kg

Fenvalerato Límite Máximo de Residuo (LMR) 1 mg/kg

Glufosinato-amonio Límite Máximo de Residuo (LMR) 0.1 mg/kg

Paraquat	Límite Máximo de Residuo (LMR) 0.01 undef
Pirimicarb	Límite Máximo de Residuo (LMR) 1 undef
Thiacloprid	Límite Máximo de Residuo (LMR) 1 mg/kg

CERTIFICACION

Opcional

OTRAS ESPECIFICACIONES

Presentación

La carambola se envasará para el expendio al por mayor en cajas de madera o jabas de 10 a 15 Kg.

Rotulado

Para el etiquetado se permite el uso de materiales, en particular papel o sellos, con indicaciones comerciales, siempre y cuando estén impresos con tinta o pegamento no tóxico. Asimismo el etiquetado contendrá como mínimo lo siguiente:

- Nombre o marca del producto cuando corresponda.
- Designación del producto según la calidad y tamaño.
- Peso neto en kilogramos.

Transporte

El medio de transporte empleado no deberá transmitir a carambola, características indeseables que impidan su consumo.

Vida útil

Consumo en fresco.

ANEXO 04: Fotos de la investigación de la carambola osmodeshidratada.

FOTO N° 01: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (ALTURA)



FOTO N° 02: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (ANCHO)



FOTO N° 03: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (PESO)



FOTO N° 04: ENSAYOS CON PELADO QUÍMICO RESULTARON INEFICIENTES



FOTO N° 05: ENSAYOS PREELIMINARES DE OSMODESHIDRATACIÓN CON 6 TRATAMIENTOS Y CORTE LONGITUDINAL



FOTO N° 06: CONTROL DE ENSAYOS PREELIMINARES DE OSMODESHIDRATACIÓN CON 6 TRATAMIENTOS Y CORTE LONGITUDINAL



FOTO N° 07: CONTROL DE PERDIDA DE PESO EN ENSAYOS PREELIMINARES DE OSMODESHIDRATACIÓN CON 6 TRATAMIENTOS Y CORTE LONGITUDINAL



FOTO N° 08: SECADO EN ENSAYOS PREELIMINARES DE OSMODESHIDRATACIÓN CON 6 TRATAMIENTOS Y CORTE LONGITUDINAL



FOTO N° 09: ENVASADO DE ENSAYOS PREELIMINARES DE OSMODESHIDRATACIÓN CON 6 TRATAMIENTOS Y CORTE LONGITUDINAL



FOTO N° 10: ENVASADO DE ENSAYOS PREELIMINARES DE OSMODESHIDRATACIÓN CON 6 TRATAMIENTOS Y CORTE LONGITUDINAL



FOTO N° 11: PESADO DE CARAMBOLA



FOTO N° 12: LAVADO DE CARAMBOLA



FOTO N° 13: DESINFECTADO DE CARAMBOLA



FOTO N° 14: ESCALDADO DE CARAMBOLA



FOTO N° 15: PREPARACIÓN DE SOLUCIONES OSMÓTICAS



FOTO N° 14: TROZADO TRANSVERSAL DE CARAMBOLA



FOTO N° 15: INMERSIÓN EN SOLUCIONES OSMÓTICAS DE CARAMBOLA



FOTO N° 16: SECADO DE CARAMBOLA OSMODESHIDRATADA



**FOTO N° 17: CARAMBOLA OSMODESHIDRATADA CON SACAROSA INVERTIDA
POR UN TIEMPO DE 8 HORAS**



**FOTO N° 18: CARAMBOLA OSMODESHIDRATADA CON SACAROSA INVERTIDA
POR UN TIEMPO DE 16 HORAS**



**FOTO N° 19: CARAMBOLA OSMODESHIDRATADA CON SACAROSA INVERTIDA
POR UN TIEMPO DE 24 HORAS**



**FOTO N° 20: CARAMBOLA OSMODESHIDRATADA CON GLUCOSA POR UN
TIEMPO DE 8 HORAS**



FOTO N° 21: CARAMBOLA OSMODESHIDRATADA CON GLUCOSA POR UN TIEMPO DE 16 HORAS



FOTO N° 22: CARAMBOLA OSMODESHIDRATADA CON GLUCOSA POR UN TIEMPO DE 24 HORAS



FOTO N° 23: PREPARACIÓN DE MATERIALES PARA DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE ÁCIDO ASCÓRBICO



FOTO N° 24: PREPARACIÓN DE MUESTRAS (MATERIA PRIMA Y OSMODESHIDRATADOS) PARA DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE ÁCIDO ASCÓRBICO



FOTO N° 25: FILTRACIÓN DE MUESTRAS (MATERIA PRIMA Y OSMODESHIDRATADOS) PARA DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE ÁCIDO ASCÓRBICO



FOTO N° 26: PREPARACIÓN DE SOLUCIONES PATRÓN PARA DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE ÁCIDO ASCÓRBICO



FOTO N° 27: LECTURA DE ESPECTROFOTÓMETRO (MATERIA PRIMA Y OSMODESHIDRATADOS) PARA DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE ÁCIDO ASCÓRBICO



FOTO N° 28: LLENADO DE FICHAS DE EVALUACIÓN SENSORIAL



FOTO N° 29: EVALUACIÓN SENSORIAL



ACTA DE CONFORMIDAD

Los suscritos miembros del jurado designados para el acto público de sustentación de tesis titulado “EFECTO DEL EDULCORANTE Y EL TIEMPO DE INMERSION EN LA DESHIDRATAACION OSMOTICA EN LA CARAMBOLA (*Averrhoa carambola* L.)” presentado por el Bach. Wilmer Alfredo Ventura Cepida, en merito a la Resolución Decanal N°122-2021-UNSCH-FIQM/D, damos la conformidad al trabajo final corregido, aceptando la publicación final de la mencionada tesis y declaramos el documento APTO, para que pueda iniciar sus gestiones administrativas que conduzca a la expedición y entrega del título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias.

MIEMBROS DEL JURADO	DNI	FIRMA
Mtro. Antonio Jesús MATOS ALEJANDRO	08440442	
Dr. Alberto Luis HUAMANI HUAMANI	06161943	
Mg. Wuelde Cesar DIAZ MALDONADO	28227229	



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El Director de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, hace CONSTAR:

Que, el Sr. Wilmer Alfredo VENTURA CEPIDA, egresado de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias ha remitido, con el aval y por intermedio de su asesor el Ing. Juan Carlos Ponce Ramírez, la Tesis: *“Efecto del edulcorante y el tiempo de inmersión en la deshidratación osmótica en la carambola (Averrhoa carambola L.)”*; y se precisa con el Informe de Originalidad de Turnitin, que el índice de similitud del trabajo es de 15% y que se ha generado el Recibo digital que confirma el Depósito que el trabajo ha sido recibido por Turnitin con fecha setiembre 13 de 2022 e Identificador de la Entrega N° 1899128891.

Se expide la presente, para los fines pertinentes.

Ayacucho, setiembre 30 de 2022.



Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga
Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia
E.P. Ingeniería Industrias Alimentarias

Dr. Alberto Luis HUAMANI HUAMANI
DIRECTOR

c.c. : Archivo digital.
Constancia N° 113



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Wilmer Alfredo Ventura Cépida
Título del ejercicio: TESIS
Título de la entrega: "EFECTO DEL EDULCORANTE Y EL TIEMPO DE INMERSIÓN EN...
Nombre del archivo: TESIS_VENTURA_CEPIDA.pdf
Tamaño del archivo: 1.44M
Total páginas: 88
Total de palabras: 18,255
Total de caracteres: 93,361
Fecha de entrega: 13-sept.-2022 04:41p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega... 1899128891



Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga
Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia
E.P. Ingeniería Industrias Alimentarias

Dr. Alberto Luis HUAMANI HUAMANI
DIRECTOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



"EFECTO DEL EDULCORANTE Y EL TIEMPO DE
INMERSIÓN EN LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA EN LA
CARAMBOLA (*Averrhoa carambola L.*)"

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS

PRESENTADO POR EL:

Bach. VENTURA CÉPIDA, Wilmer Alfredo

AYACUCHO - PERÚ

2021

“EFECTO DEL EDULCORANTE Y EL TIEMPO DE INMERSIÓN EN LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA EN LA CARAMBOLA (*Averrhoa carambola* L.)”

por Wilmer Alfredo Ventura Cépida

Fecha de entrega: 13-sep-2022 04:41p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1899128891

Nombre del archivo: TESIS_VENTURA_CEPIDA.pdf (1.44M)

Total de palabras: 18255

Total de caracteres: 93361

“EFECTO DEL EDULCORANTE Y EL TIEMPO DE INMERSIÓN EN LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA EN LA CARAMBOLA (Averrhoa carambola L.)”

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.unamad.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	sites.google.com Fuente de Internet	1%

9	bibliotecadigital.univalle.edu.co Fuente de Internet	1 %
10	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.unajma.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	documents.mx Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.uchile.cl Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
15	www.scielo.org.co Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to Escuela Superior Politécnica del Litoral Trabajo del estudiante	<1 %
17	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
18	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
19	Diofanor Acevedo, Diego Tirado, Luis Guzmán. "Deshidratación osmótica de pulpa de tamarindo (<i>Tamarindus indica</i> L.): influencia de la temperatura y la	<1 %

concentración", Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, 2014

Publicación

20

m.monografias.com

Fuente de Internet

<1 %

21

repositorio.unas.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

22

sedici.unlp.edu.ar

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo