

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS



DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES DE PRETRATAMIENTOS PARA EL
PROCESO DE SECADO DE LA PULPA DE YACA O JACA (*Artocarpus
heterophyllus*)

POR:

BRENDA NAYETXI LUNA JIMÉNEZ

TESIS

Presentada Como Requisito Parcial Para Obtener El Título De:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Saltillo, Coahuila, México

Octubre del 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES DE PRETRATAMIENTOS PARA EL
PROCESO DE SECADO DE LA PULPA DE YACA O JACA (*Artocarpus
heterophyllus*)

Por:

BRENDA NAYETXI LUNA JIMÉNEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

La cual fue revisada y aprobada por:

COMITÉ ASESOR


Dra. Xochitl Ruelas Chacón
Asesor Principal


Dra. Lluvia de Abril Alexandra Soriano Melgar
Coasesor


M.C. Oscar Noé Reboloso Padilla


Dr. José Dueñez Alanís
Coordinador de la División de Ciencia Animal



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES DE PRETRATAMIENTOS PARA EL
PROCESO DE SECADO DE LA PULPA DE YACA O JACA (*Artocarpus
heterophyllus*)

Por:

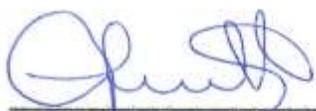
BRENDA NAYETXI LUNA JIMÉNEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

JURADO CALIFICADOR



Dra. Xochitl Ruelas Chacón
Presidente



Dra. Lluvia de Abril Alexandra Soriano Melgar
Vocal



M.C. Oscar Noé Reboloso Padilla

Vocal



Dr. Antonio Francisco Aguilera Carbó

Vocal Suplente

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a **Dios** por haberme dado las fuerzas necesarias para seguir adelante, la capacidad y la sabiduría para entender las cosas más difíciles, por no abandonarme en los momentos que más lo necesite.

Agradezco también a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro mi "**Alma Terra Mater**" mi segundo hogar, por haberme brindado la oportunidad de ser parte de ella abriéndome las puertas de su seno científico forjándome como profesional, así como también a los diferentes docentes que me brindaron sus conocimientos, apoyo y sobre todo su motivación para seguir adelante día a día sin mirar atrás.

A mi **familia**, por confiar en mí, por su apoyo, AMOR, cariño y esperanza, gracias por brindarme la fuerza necesaria para seguir adelante y luchar por mis sueños gracias por eso y más. Ustedes fueron mi motor para no dejarme vencer en los momentos más difíciles gracias.

Agradezco a mi asesora la **Dra. Xóchitl Ruelas chacón** por permitirme trabajar con ella, brindándome su valioso tiempo, confianza, pero sobre todo su paciencia, gracias por transmitirnos sus conocimientos.

Agradezco a los colaboradores **MC. Oscar Noé Rebollosa Padilla, Dr. Antonio Francisco Aguilera Carbó** y a la **Dra. Lluvia de Abril Alexandra Soriano Melgar** por su tiempo prestado, la disponibilidad para ayudarme a resolver cualquier duda, sus apreciables consejos constructivos, y conocimientos brindados, gracias por el apoyo, por su colaboración y por formar parte de este proyecto.

Y para finalizar, también agradezco a mis compañeros de clases y amigos que se convirtieron en hermanos durante toda la carrera ya que, gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral, me alentaron con sus ánimos y criterios a seguir adelante en mi carrera profesional. "BUITRES" de corazón.

DEDICATORIAS

A **Dios** por darme salud, bienestar y por permitirme seguir con todos ustedes brindándome las fuerzas necesarias para concluir esta etapa.

A mi **madre**, porque con su ejemplo, trabajo, y esfuerzo, me motivo a seguir mi sueño, pero sobre todo con ese anhelo, deseo e ilusión que tenía por verme forjada como profesionalista, por haberme enseñado lo difícil que es la vida, me has enseñado a crecer como persona motivándome y ayudándome a salir adelante.

Me condujiste por el camino de la vida con amor y paciencia, hoy ves forjado un sueño hecho realidad gracias por confiar en mí te amo mamá dios te bendiga siempre.

A mis **hermanos** (Roberto Manuel y Marco Antonio) por confiar en mí y estar siempre que los necesitaba por compartir momentos únicos e inolvidables a mi lado, mi logro es suyo los Amo.

A **Jhonatan Moreno Solano** porque desde que llegaste a mi vida me has cuidado y protegido ante todo, me diste amor y cariño cuando más lo necesite gracias por estar siempre para mí en los momentos más difíciles, eres la persona que logro entrar a mi corazón para dejar huella y quedarse para siempre TE AMO.

A **Roberto Gómez Pérez** por compartirme la existencia de nuestra "**Alma Terra Mater**", gracias por su apoyo, cariño y amistad, gracias a usted ahora soy orgullosamente **BUTRE** de corazón, sin usted no estaría finalizando esta etapa tan importante de mi vida.

A mis **amigos, compañeros y hermanos** por estar siempre a mi lado por darme ánimos, consejos y críticas, gracias por haber formado parte mi vida, Rosa, Reyna, Mimí, Iván, Brenda, Beatriz, Magali, Ofelia, Yair, Sandra, Liliana, Diana y muchos más.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. JUSTIFICACIÓN	3
1.2. OBJETIVOS.....	3
1.2.1 Objetivo general.....	3
1.1.2 Objetivos específicos.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Historia de la jaca.....	4
2.1.1 La jaca (<i>Artocarpus heterophyllus</i>)	5
2.2 Clasificación Taxonómica.....	6
2.2.1 Contenido nutritivo.....	7
2.2.2 Variedades.	7
2.3 Escaldado	8
2.4 Deshidratación	9
2.4.1 El secado.....	9
2.4.2 Factores que afectan al proceso de secado	10
2.4.3 Efectos de la deshidratación en los alimentos	10
2.4.4 Secado por aire caliente	10
2.5 Análisis fisicoquímicos	11
2.5.2 Carotenoides	11
2.5.3 Vitamina C.....	12
2.6 Evaluación de propiedades.....	13
2.6.1 Color	13

2.6.2	Rehidratación.....	13
2.6.3	Reducción de tamaño.....	14
2.6.4	Firmeza.....	14
2.6.5	Microestructura.....	14
2.7	Evaluación sensorial	15
2.7.1	Definición (IFT)	15
2.7.2	Las propiedades organolépticas y los sentidos del ser humano.....	15
2.7.3	Factores que influyen en la evaluación sensorial	17
2.7.4	Tipo de jueces	18
2.7.5	Pruebas sensoriales	19
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
3.1	Muestra	20
3.2	Materiales utilizados.....	20
3.2.2	Materiales de laboratorio	20
3.2.3	Material utilizado para la prueba de evaluación sensorial	21
3.2.4	Reactivos.....	21
3.2.5	Equipo utilizado	22
3.3	Aplicación de pretratamientos a la jaca (<i>Artocarpus heterophyllus</i>).....	22
3.4	Análisis fisicoquímicos de la Jaca	23
3.4.1	Determinación de carotenoides	23
3.4.2	Determinación de Vitamina C	25
3.5	Evaluación de Propiedades.....	26
3.5.1	Determinación de Color	26
3.5.2	Reducción de tamaño.....	27
3.5.3	Firmeza.....	28
3.5.4	Microestructura.....	28
3.6	Análisis Sensorial.....	29
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1	Análisis Fisicoquímicos	30
4.1.2	Carotenoides	30
4.1.3	Vitamina C.....	31

4.2	Evaluación de Propiedades.....	33
4.2.1	Color.....	33
4.2.2	Rehidratación.....	35
4.2.3	Reducción de Tamaño.....	36
4.2.4	Firmeza.....	37
4.2.5	Microestructura.....	38
4.3	Evaluación Sensorial.....	39
4.3.1	Aceptación global.....	39
4.3.2	Apariencia.....	39
4.3.3	Olor.....	40
4.3.4	Textura.....	40
4.3.5	Sabor.....	40
5.	CONCLUSIONES.....	41
	RECOMENDACIONES.....	41
	REFERENCIAS.....	42
	ANEXOS.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Lugar de origen de la jaca (<i>Artocarpus heterophyllus</i>).....	4
Figura 2. Métodos de deshidratado (jaca).....	23
Figura 3. Determinación de carotenoides.....	25
Figura 4. Determinación de vitamina C	26
Figura 5. Determinación de color	26
Figura 6. Rehidratación.	27
Figura 7. Reducción de tamaño.	28
Figura 8. Evaluación sensorial.	29
Figura 9. Carotenoides obtenidos en jaca deshidratada por dos métodos.....	30
Figura 10. Vitamina C obtenida en jaca deshidratada por dos métodos	32
Figura 11. Color obtenido en jaca fresca y seca por dos métodos.....	33
Figura 12. Capacidad de rehidratación	35
Figura 13. Comparación de tamaño en seco y fresco por dos métodos en el fruto.	36
Figura 14. Reducción de tamaño.	37
Figura 15. Análisis de firmeza.	38
Figura 16. Análisis de microestructura.	38
Figura 17. Evaluación de atributos sensoriales.....	39

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de <i>Artocarpus heterophyllus</i>	6
Cuadro 2. Contenido nutritivo por cada 100g de pulpa de <i>Artocarpus heterophyllus</i> fresca.	7
Cuadro 3. Principales variedades de <i>Artocarpus heterophyllus</i> introducidas a Australia.	8

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza de carotenoides.....	50
Anexo 2. Análisis de varianza para vitamina C.	50
Anexo 3. Análisis de varianza para Color en fresco y seco.....	50
Anexo 4. Análisis de varianza para reducción de tamaño.....	53
Anexo 5. Análisis de varianza para reducción de tamaño comparación del antes y el después.....	55
Anexo 6. Firmeza.....	57
Anexo 7. Aceptación global.....	59
Anexo 8. Apariencia.....	59
Anexo 9. Olor.....	59
Anexo 10. Textura.....	60
Anexo 11. Sabor.....	60

RESUMEN

En la presente investigación se evaluaron las condiciones de pretratamientos para el proceso de secado de la pulpa de yaca o jaca (*Artocarpus heterophyllus*), analizando dos métodos de deshidratado. El objetivo general fue establecer las condiciones de pretratamientos para el secado de pulpa de jaca (*Artocarpus heterophyllus*).

Se analizaron las siguientes características fisicoquímicas de la pulpa de jaca deshidratada: color, tamaño, vitamina C, carotenoides, firmeza, microestructura y rehidratación, los cuales se presenta diferencia significativa en el contenido de vitamina C, rehidratación, firmeza, microestructura y tamaño, esto se debe al método utilizado para el secado de la pulpa, ya que el tiempo y la velocidad de secado influye de manera considerable en la pérdida de propiedades, así mismo, otro factor muy importante es la temperatura usada, los demás parámetros analizados se encuentran en el rango aceptable.

La evaluación sensorial se realizó con 12 panelistas entrenados de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, los cuales evaluaron las siguientes características: aceptación global, apariencia, olor, textura y sabor, aplicando una prueba hedónica utilizando una escala hedónica de 9 puntos donde: (1=extremadamente desagradable / extremadamente suave y 9=extremadamente agradable / extremadamente firme). Los resultados indican que no existe diferencia significativa en ninguno de los parámetros analizados, es decir, los atributos son aceptados por el consumidor.

Palabras claves: yaca o jaca (*Artocarpus heterophyllus*), pretratamientos, secado y evaluación sensorial.

1. INTRODUCCIÓN

Como alimento, las frutas realizan aportes a la dieta que son de suma importancia para la salud humana. En general, son ricas en vitaminas, minerales y antioxidantes, pero también desde tiempos inmemoriales y en todas las culturas del mundo, las plantas y sus frutos además de ser utilizadas como alimento, se les ha atribuido propiedades que permiten su uso con carácter medicinal, empleándoseles con fines curativos y proporcionando una rica fuente de energía (Herrera, 2015).

La jaca (*Artocarpus heterophyllus*) es un fruto climatérico perteneciente a la familia Moráceas, la cual es un árbol tropical de copa irregular, que alcanza hasta 20 m de alto, de hoja perenne y nativo de la India. Se cultiva en tierras bajas de los trópicos en ambos hemisferios. Comúnmente es cultivada en Birmania, **Malasia** y una extensión considerable de **Brasil**. Además de ser común en Filipinas, donde fue cultivada y naturalizada. Crece en una extensión limitada de Queensland, Australia y Mauritania (Montes, 2012). Además, se cultiva ampliamente en el sur de Asia, Indonesia, y otras regiones tropicales (Che Man y Taufik, 1995; Rahman *et al.*, 1995). Cabe mencionar que esta fruta es originaria de Tahití, se la ha llevado a Jamaica y a otros países como la India, México y Ecuador (Aguilar, 2011).

El fruto de la jaca generalmente alcanza de 10-25 kg de peso y está formado por 3 partes principales: (a) los bulbos, (b) las semillas (envueltas en los bulbos) y (c) la piel, corteza, corazón y partes florales no fertilizadas. El fruto de la jaca se aprecia por lo sabroso y aromático de sus bulbos dulces, los cuales representan en promedio el 30 % del peso total (Jacob y Narasimham, 1993). Los bulbos de la jaca son ricos en azúcares y proporcionan altos niveles de proteína, lípidos, almidón, calcio, carotenos y tiamina (Selvaraj y Pal, 1989; Burkill, 1997)

El fruto de la jaca, también llamado *Jackfruit* o árbol de pan, es una especie que crece rápidamente en condiciones favorables dependiendo del nivel del mar en el que se cultive, su floración principal se produce durante los meses de lluvia, su fruto tarda aproximadamente 20 semanas en alcanzar su madurez, si el árbol es

producto de la semilla fértil, tarda entre 6 y 10 años en producir su floración y dar sus primeros frutos y si el árbol es cultivado por medio de injertos generalmente dará origen a su primera floración en aproximadamente 3 o 6 años (Aguilar, 2011). La especie es conocida por varios nombres comunes, tales como: pan del pobre, pan de palo, fruta de pan, también como la fruta de los 7 sabores (banano, mango, durazno, melón, piña, naranja y kiwi), entre otros. La característica distintiva de esta planta es el enorme fruto que cuelga de sus troncos, el cual posee diversos beneficios y propiedades (Herrera-Canto, 2015). En México, los estados de Quintana Roo, Colima, Jalisco, Michoacán, Nayarit y Veracruz, se dedican al cultivo de jaca, figurando Nayarit como principal productor del fruto, debido posiblemente a que fue el primero en incluir la siembra de *Artocarpus heterophyllus* y a las condiciones climáticas del estado (Montes, 2012).

Actualmente, Nayarit es de los pocos estados de la República Mexicana que produce jaca, fruto considerado como exótico, que actualmente se exporta, para ampliar las fronteras de la comercialización. Sin embargo, de este fruto es necesario incrementar su vida útil (Núñez-Pastrana *et al*, 2006).

Debido a lo mencionado anteriormente, se presenta la siguiente investigación, de tal manera que este fruto sea más común para la población, ya que aporta grandes beneficios nutritivos a la salud. Por lo que, en este trabajo se evaluaron las condiciones de los pretratamientos utilizados para la transformación del fruto, de tal manera que el producto pueda ser exportado y distribuido no solo en el país si no en el diversos lugares del mundo y así poder llevar al mercado un producto nuevo que aporte grandes beneficios a nuestro organismo. En esta investigación se evaluaron las siguientes propiedades y características de la muestra proporcionada: color, tamaño, vitamina C, carotenoides y rehidratación, además de la evaluación sensorial realizada por un panel de jueces entrenados y semientrenados de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro del Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos.

1.1. JUSTIFICACIÓN

La jaca es un fruto que aporta los nutrientes necesarios para combatir una gran problemática mundial, como lo es la hambruna, miles de personas mueren a consecuencia de ello, en el mundo existen alimentos que ayudan a combatir este problema, ya que aportan ciertos beneficios a la salud humana, desafortunadamente no contamos con ellos todo el año, por lo que resulta necesario la aplicación de métodos de procesamiento económicos y simples que ayuden al aprovechamiento de dicho recurso para su transformación (Ulloa, 2007). Es por ello que se realiza la siguiente investigación con el fin de evaluar las condiciones de los pretratamientos, así como, analizar sus propiedades y características fisicoquímicas para determinar si se mantienen ciertos beneficios después de pasar por el proceso de deshidratación, de tal manera que se le pueda dar la debida importancia y valor agregado.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Establecer las condiciones de pretratamientos para el secado de pulpa de jaca (*Artocarpus heterophyllus*).

1.1.2 Objetivos específicos

- 1.** Obtener la pulpa de la jaca.
- 2.** Determinar y aplicar pretratamientos de escaldado a la misma madurez comercial (concentración 30 °brix) por un tiempo determinado (4-6 min a 85°C) y una solución de un compuesto antioxidante (1.5% ácido cítrico, 1.5% ácido ascórbico) por un tiempo definido (1-2 min).
- 3.** Evaluar propiedades de color y tamaño en pulpa de jaca fresca y deshidratada.
- 4.** Realizar análisis fisicoquímicos de la pulpa de jaca deshidratada: vitamina C y carotenoides.
- 5.** Analizar la rehidratación, firmeza y microestructura de la pulpa deshidratada.
- 6.** Analizar las características sensoriales: aceptación global, apariencia, olor, textura y sabor.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Historia de la jaca

La llegada de la jaca a América (Rojas, 2009).

1. En el primer intento, el barco inglés Bounty navegó desde Inglaterra a la isla de Tahití, donde colectó los árboles jóvenes. A su regreso a Inglaterra se produjo un motín, y los árboles fueron arrojados al mar.
2. En el segundo intento, el gobierno inglés envió el barco Providencia con escolta militar; al llegar a Tahití permaneció en la isla hasta conseguir los árboles. El cual salió de Tahití y llegó a las Antillas americanas.
3. Desembarcó 333 arbolitos en la isla de San Vicente y 348, en Jamaica.
4. Estos hechos ocurrieron entre 1787 y 1793. Es originaria de Asia del sur oriental como se muestra en la Figura 1.



(Rojas, 2009)

Figura 1. Lugar de origen de la jaca (*Artocarpus heterophyllus*).

2.1.1 La jaca (*Artocarpus heterophyllus*)

El *heterophyllus* Lam de *Artocarpus* (nombre científico de la jaca) es un árbol frutal multipropósito, ya que son muchas sus aplicaciones. Ahora crece extensamente en las zonas tropicales y pertenece a la familia Moráceas.

El *jackfruit* (como se conoce en inglés) es uno de los árboles frutales más populares de Asia, ocupando el tercer lugar después del mango y plátano en área total de cultivo y producción.

Se adapta a los climas tropicales y cercano-tropicales húmedos. Los árboles maduros pueden soportar temperaturas de alrededor de 27° F (-3° C). Los demás tipos de árboles jóvenes pueden probablemente secarse o morir en temperaturas por debajo de los 32° F (0° C).

La calidad de la fruta depende del tamaño, forma y color .El bulbo y la corteza tienen un olor aromático dulce (Rojas, 2009).

Es un excelente ejemplo de un alimento apreciado en algunas zonas del mundo y desperdiciado en otras. Barrett escribió en 1930: "Los jaks... Son frutos tan grandes e interesantes, y los árboles se comportan tan bien que es difícil explicar la falta general de conocimiento sobre ellos."

Aunque fue plantado en Hawai antes de 1888, todavía es raro allí y en las otras islas de Pacífico, así como lo es en la mayoría de la América tropical y las Antillas. Se introdujo en el norte de Brasil a mediados del siglo 19 y tanto aquí como en Surinam es más popular que en otros lugares en el Nuevo Mundo. En Ceilán hay más de 11,000 acres (26,000 hectáreas) sembradas de jaca principalmente por su madera. En el sur de la India, la jaca en su producción anual es un fruto tan popular como el mango y el plátano. Hay más de 100,000 árboles en los patios y sembrados para sombra de las plantaciones de nuez de betel o de areca, café, cardamomo y pimienta, además a lo largo de la carretera y vías fluviales para incrementar las fuentes de alimentación. La superficie total sembrada con jaca en toda la India se calcula en 14,826 acres (26,000 hectáreas).

El *Jackfruit* contiene muchas vitaminas entre muchos otros nutrientes (Ochse *et al.*, Soule, Dijkman, Wehlburg, 1965). Dentro de una sola fruta puede contener de 100 a 500 semillas aproximadamente, cuando madura, sin abrir, la jaca emite un fuerte olor desagradable, mientras que la pulpa de la fruta abierta huele a piña y plátano. Pueden servirse fritos y se vende como chips de jaca (Falcao *et al.*, 2010). El producto en conserva es más atractivo que la pulpa fresca y a veces se llama "carne vegetal" (Crane y Balerdi, 2000).

En esta fruta “los bulbos maduros, cortados en rebanadas y envasados en jarabes con adición de ácido cítrico y congelados, mantienen buen color, sabor y textura por un año. Los bulbos maduros, fermentados y destilados, producen un potente licor.” (Barrett, 1930). En Ecuador, en los lugares donde se encuentra esta fruta es en Esmeralda, Santo Domingo y Manabí. La superficie total sembrada con jaca en Ecuador se calcula en 6,000 hectáreas (Ramos, 2013).

2.2 Clasificación Taxonómica.

De la jaca existen infinidad de especies distribuidas principalmente en los países orientales, donde se les encuentra en forma silvestre, siendo una de las de mayor importancia *Artocarpus heterophyllus*, cuya clasificación taxonómica de acuerdo con (Rodríguez, 1985) se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de *Artocarpus heterophyllus*.

Reino	Vegetal
Subreino	Embriophyta
División	Antophyta
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Dicotiledoneas
Orden	Urticales
Familia	Moraceae
Género	Artocarpus
Especie	Heterophyllus

(Rodríguez *et al.*, 1985)

2.2.1 Contenido nutritivo

El contenido nutritivo de *Artocarpus heterophyllus* es importante, ya que contiene una gran parte de energía, proteína, carbohidratos y grasa, principalmente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Contenido nutritivo por cada 100g de pulpa de *Artocarpus heterophyllus* fresca.

CONCEPTO	CANTIDAD (g)
Energía	90.00 kc.
Contenido de agua	71.54
Proteínas	1.3
Grasa	0.3
Hidratos de carbono	24.8
Fibra	1.0
Ceniza	1.0
Calcio	0.022
Fósforo	0.038
Tiamina	0.03 mg
Riboflavina	0.06 mg
Niacinamida	0.04 mg
Ácido ascórbico	8.0 mg

(Weston ,1986).

2.2.2 Variedades.

La jaca tiene el fruto de árbol más grande en el mundo, pero algunas de las mejores variedades son de frutos pequeños, carnosos más finos y rizados; por ejemplo, hay una variedad pequeña rizada de solamente 20 a 25 cm. de largo con un buen sabor y con una gran parte comestible. Algunos frutos tienen la pulpa anaranjada brillante o rosada. Existe una gran cantidad de variedades, con frutos dulces, jugosos y aromáticos de las mejores formas, o bien con frutos casi secos, acidulosos provenientes de las plantas de semillas silvestres. Numerosas

variedades se han introducido a Australia y tienen frutos comestibles, agrupando los miembros que están estrechamente relacionados con los nombres científicos y comunes, así como su distribución en el mundo dentro de los cuales se han llevado a cabo la selección de nueve variedades, considerando las características en cada una de ellos (Biswas y Hossaein 1984) Cuadro 3.

Cuadro 3. Principales variedades de *Artocarpus heterophyllus* introducidas a Australia.

VARIEDAD	PESO TOTAL g.	Nº. DE SEM/FRUT A	PESO SEM. G	PESO COM. G	% COMID A FRUTA	FORMA	COLOR FRUTA	COLOR PULPA COM.
Sing	1900	140	3.6	500	26	Redonda	Café	Amarillo claro
Comings	2500	14	3.6	900	36	Ovalada	Verde	Amarillo más claro
Adelaide Park	5600	180	7.8	1400	25	Ovalada	Verde	Amarillo más claro
Bosworth	3200	140	3.3	1100	34	Redonda	Café	Amarillo claro
Mackay Seminar	2600	19	6.3	700	27	Deforme	Verde	Amarillo claro
Cummins	1200	61	3.3	260	22	Ovalada	Verde	Semi-amarillo
Musumeci	4300	288	5.6	600	14	Ovalada	Verde	Amarillo fuerte
Musumeci	3200	74	6.8	1500	47	Ovalada	Verde	Amarillo brillante claro
Spear	4000	184	4.3	1800	45	Ovalada	Verde	Amarillo pálido

(Biswas y Hossaein, 1984).

2.3 Escaldado

El escaldado se aplica antes del procesado para destruir la actividad enzimática de frutas y verduras. Esta manipulación no constituye en sí misma, un método de conservación, sino tan sólo un pre-tratamiento normalmente aplicado en las manipulaciones de preparación de la materia prima o previa a otras operaciones de conservación (en especial la esterilización por el calor) (Tandon, 1998).

Además, durante el pre tratamiento de la fruta, deberá ser bañada en ácido cítrico y luego ser escurrida. El ácido cítrico, es un conservante y antioxidante natural que se añade en el envasado de muchos alimentos o como parte de los procesos de pre tratamiento de diferentes frutas para otros procesos como la deshidratación (Kader, 2002).

El ácido cítrico es un conservante natural que mantiene la calidad de conservación de los productos, regula el pH y elimina contaminantes, siendo fundamental para garantizar la inocuidad de los productos (Popenoe, 1974).

2.4 Deshidratación

2.4.1 El secado

La deshidratación es una de las técnicas más antiguamente utilizada para la conservación de alimentos. El secado al sol de frutas, granos, vegetales, carnes y pescado ha sido ampliamente utilizado desde los albores de la humanidad proporcionando al hombre una posibilidad de subsistencia en épocas de carencia. Hoy en día la industria de alimentos deshidratados constituye un sector muy importante dentro de la industria alimentaria extendido por todo el mundo (Carrasco-Quishpe, 2010).

La remoción de humedad previene la reproducción y crecimiento de microorganismos, minimiza reacciones de deterioro, reduce el peso y volumen facilitando el empaque y transporte. Sin embargo, este proceso debe ser bien controlado, ya que puede alterar las propiedades físico-químicas del producto y llevar a pérdidas de nutrientes, especialmente la vitamina C, en el caso de las frutas (Carlos *et al.*, 2003).

Sin embargo, en este proceso se aplica calor al alimento y puede ocasionar volatilización o pérdida de componentes del alimento, tales como: las vitaminas A y C y para materiales fácilmente oxidables, se puede acelerar el proceso de oxidación catalizado por el calor, lo cual puede producir sustancias que deterioran el almacenamiento del producto (Aurand *et al.*, 1987).

2.4.2 Factores que afectan al proceso de secado

Factores muy importantes en el secado de partículas son el tamaño y geometría de la partícula. Según estudios realizados por Downing (1989) esta relación se presenta de la siguiente forma: “la velocidad de secado de una partícula húmeda delgada y el grueso de la misma es expresada de la siguiente manera; la velocidad de secado de un pedazo de la partícula es inversamente proporcional al cuadrado del grueso de la pieza”.

En lo que corresponde a la cámara de secado, encontramos factores, tales como: la temperatura, la humedad, la velocidad del aire y la presión.

Cuando el proceso comienza, la temperatura del gas es alta, dado que es en este punto en que mayor humedad debe removerse, conforme el proceso se lleva a cabo. La temperatura se ve reducida como medida para evitar dañar estructuralmente la partícula (Carrasco-Quishpe, 2010).

2.4.3 Efectos de la deshidratación en los alimentos

El secado de alimentos no sólo afecta el contenido en agua del producto, sino que también altera otras propiedades físicas, químicas y biológicas, tales como: la actividad enzimática, el deterioro microbiano, la textura, la viscosidad, la dureza, el aroma, el gusto y el sabor de los alimentos (Barbosa y Vega, 2000).

2.4.4 Secado por aire caliente

Hoy en día la mayor parte de los productos deshidratados, especialmente frutas y hortalizas, se obtiene por medio de esta técnica, es más sencilla y económica.

Este tipo de secado se efectúa en el interior de una cámara cerrada a temperatura y humedad controlada, se hace pasar por el medio de secado, aire caliente a una temperatura y humedad controlada sobre el producto, colocado en bandejas abiertas. Se les conoce como secadores directos o por convección (Casp y abril, 2003).

2.4.5. Deshidratado con Aire Caliente Forzado

El deshidratado con aire caliente forzado es el método más común para secar productos alimenticios (Doymaz, 2007). En este método, el aire caliente remueve el agua en estado libre de la superficie de los productos (Schiffmann *et al*, 1995). El incremento en la velocidad del aire y la turbulencia generada alrededor del alimento provoca una reducción de la tensión en la capa de difusión, causando una deshidratación eficiente (Cárcel *et al.*, 2007).

La deshidratación mediante este método depende de la velocidad y temperatura del aire empleado (Mulet *et al.*, 1999). Doymaz (2007) encontró que al incrementar la temperatura del aire forzado de 55 a 70 °C el tiempo de deshidratación disminuía de 35,5 a 24 h, respectivamente. La disminución de la velocidad del aire caliente (60 °C) de 1.5 a 0.13 m/s incrementó el tiempo de deshidratación de 28 a 65 h (Tsamo *et al.*, 2006; Doymaz, 2007). En general, en este método de deshidratación es común el uso de altas temperaturas, lo cual representa su principal desventaja (Sharma y Prasad *et al*, 2001), puesto que causa cambios drásticos en el sabor, color, contenido de nutrientes, componentes aromáticos, densidad, capacidad de absorción de agua y concentración de solutos (Maskan, 2001).

El flujo del aire caliente puede ser a contracorriente o en paralelo. Generalmente, la deshidratación con aire caliente a contracorriente es más eficiente que la que se logra con el flujo de aire en paralelo (Unadi *et al*, 2002).

2.5 Análisis fisicoquímicos

2.5.2 Carotenoides

De los diversos tipos de pigmentos naturales existentes en los alimentos, los carotenoides se encuentran entre los más abundantes e importantes, provenientes de frutas, verduras, raíces, aves, ciertos peces, crustáceos y algunos microorganismos, siendo algunos de ellos precursores de vitamina A, lo que les atribuye diversas y relevantes funciones (Rodríguez *et al.*, 2004).

El β -caroteno es uno de los compuestos más importantes en el contexto de la nutrición, confiere a muchos frutos y hortalizas su pigmentación amarillenta y desempeña un importante papel fisiológico, siendo convertido en vitamina A (retinol) y ácido retinoico en el organismo humano.

Con respecto a las jacas deshidratadas en diferentes temperaturas, los valores de carotenoides totales variaron de 243,89 a 1008,28 $\mu\text{g} / 100\text{g}$, β -caroteno de 42,29 a 165,65 $\mu\text{g} / 100\text{g}$, esta variación puede ser atribuida a las diferencias de tratos culturales, suelo, clima y de estadio de maduración, pues como la jaca es un fruto climatérico, presenta alta tasa de respiración ocasionando cambios bioquímicos muy rápidos (Chitarra, 2001).

Es interesante resaltar que el consumo de jaca deshidratada podrá ser recomendado por presentar una mayor biodisponibilidad de carotenoides (Granado *et al.*, 1992; khachik *et al.*, 1992; Lessin, Catigani y Schwartz *et al.*, 1997). El procesamiento, como el tratamiento térmico, tiene el potencial de elevar la biodisponibilidad de carotenoides provenientes de vegetales (Rock *et al.*, 1998).

2.5.3 Vitamina C

El ácido ascórbico o vitamina C, es una sustancia blanca, soluble en agua y muy sensible a la oxidación. Esta sustancia se encuentra en alimentos, tales como: las frutas cítricas, brócoli, repollo, papa, tomate, coliflor, etc. Sin embargo, para frutas y hortalizas, el contenido de vitamina C depende de varios factores, tales como: la época de cosecha, el proceso de transformación y las condiciones de almacenamiento (Aurand *et al.*, 1987).

De acuerdo a Potter y Hotchkiss (1995) y Badui (1993), la vitamina C es una sustancia altamente termosensible, fácilmente destruida por oxidación especialmente a altas temperaturas, presentando alguna facilidad de pérdida durante procesos de transformación, almacenamiento y cocido. Además, el contenido de vitamina C en un alimento es afectada por su pH, concentración de iones de metal, presencia de oxígeno, materiales de empaque, disponibilidad de oxígeno, actividad acuosa y radiaciones electromagnéticas (Badui 1993; Richardson y Finley, 1985).

2.6 Evaluación de propiedades

2.6.1 Color

Los bulbos del fruto de la jaca en el estado de madurez comestible presentan una coloración atractiva que varía desde un amarillo claro hasta un anaranjado intenso, dependiendo de la variedad de la fruta (Punan *et al.*, 2000). Dicha coloración se debe principalmente a la presencia de carotenoides (Burkill, 1997), por lo que su estabilidad resulta indispensable para mantener una apariencia y calidad deseables en los productos procesados durante su almacenamiento. El color contribuye de manera esencial a la apariencia atractiva de las frutas (Cornwell y Wrolstad, 1981; Jayaraman *et al.*, 1999; Soliva *et al.*, 2002).

El color se mide tomando en cuenta los siguientes parámetros de L^* , a^* y b^* .

- ✓ El parámetro a^* (cromatismo verde-rojo) toma valores positivos para colores rojizos y valores negativos para colores verdosos.
- ✓ El parámetro b^* (cromatismo azul-amarillo) toma valores positivos para colores amarillentos y valores negativos para colores azulados.
- ✓ El parámetro L^* es una medición aproximada de luminosidad, la cual es una propiedad mediante la que cada color puede ser considerado como el equivalente a un punto de la escala gris, entre el negro y el blanco, incluyendo valores en el rango de 0-100 (Meléndez-Martínez, 2003).

2.6.2 Rehidratación

La rehidratación se puede considerar como un método para poder evaluar la influencia del proceso previo de deshidratación al que se someten los alimentos con el objetivo de conservarlo. El proceso de rehidratación permite evaluar indirectamente el daño ocurrido en el alimento durante la deshidratación, considerándose como un complejo proceso que ayuda a restaurar las propiedades del alimento fresco, anteriormente deshidratado sin o con pretratamientos al secado (Vázquez *et al.*, 2007).

2.6.3 Reducción de tamaño

La reducción de tamaño en sólidos convierte partículas grandes en otra más pequeñas. Los requerimientos de tamaño varían para cada tipo de alimento. Al reducir el tamaño de un alimento es imposible que el tamaño resultante tenga en su totalidad un tamaño igual o uniforme.

Se obtiene un producto cuya dimensión no sobrepase una dimensión previamente establecida, pero dicho producto va tener una gama de tamaños entre dicha extensión máxima y una infinitamente pequeña (Colina, 2010).

2.6.4 Firmeza

La firmeza es un atributo textural importante en frutas y hortalizas, que se utiliza en relación al establecimiento del momento óptimo de la recolección a la evaluación de la calidad durante el almacenamiento, a la comercialización en fresco o al procesado inicial de los productos

La firmeza es particularmente importante para tener una fruta crujiente, y que de buena resistencia a la mordida. La firmeza se ve afectada por:

- Temperatura. Altas temperaturas estimulan una estructura celular suelta.
- Gestión del cultivo. Un aclareo excesivo podrá resultar en un número más alto de células por fruto, aumentando la firmeza en el resto del cultivo.
- Nutrición mineral. Calcio, nitrógeno y fósforo. Todos juegan un papel importante para mejorar la firmeza del fruto.

Los penetrómetros electrónicos se suministran con diferentes puntales de penetración. De este modo se pueden inspeccionar frutos de muy diferentes tamaños y durezas (Barreiro, 1996).

2.6.5 Microestructura

La deshidratación trae como consecuencia cambios estructurales debido a la pérdida de agua dependiendo de la temperatura, la velocidad de calentamiento y el tiempo de exposición. Las alteraciones físicas incluyen encogimiento, aumento

de porosidad, disminución de la capacidad de absorber agua y daños en la estructura microscópica (Witrowa-Rajchert y Rzaça, 2009).

2.7 Evaluación sensorial

El análisis sensorial o evaluación sensorial es el análisis de los alimentos u otros materiales a través de los sentidos. El análisis de las propiedades sensoriales, se refiere a la medición y cuantificación de los productos alimenticios o materias primas evaluados por medio de los cinco sentidos. La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que significa sentido. La evaluación sensorial se encarga de la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del catador o consumidor, de acuerdo a las sensaciones experimentadas desde el mismo momento que lo observa y después que lo consume (Hernández *et al*, 2005).

2.7.1 Definición (IFT)

El Instituto de Tecnólogos de Alimentos de EEUU (IFT), define la evaluación sensorial como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído” (Hernández *et al*, 2005).

2.7.2 Las propiedades organolépticas y los sentidos del ser humano

Los sentidos son los medios con los que el ser humano percibe y detecta el mundo que lo rodea, como lo es la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído (Espinosa, 2007).

- ♣ El sabor y el sentido del gusto.

El sabor se percibe mediante el sentido del gusto, el cual posee la función de identificar las diferentes sustancias químicas que se encuentran en los alimentos. El gusto se define como las sensaciones percibidas por los receptores de la boca,

específicamente concentrados en la lengua, aunque también se presentan en el velo del paladar, mucosa de la epiglotis, en la faringe, laringe y en la garganta.

♣ El olor y el sentido del olfato

El olor de los alimentos se origina por las sustancias volátiles que cuando se desprenden de ellos pasan por las ventanas de la nariz y son percibidos por los receptores olfatorios. El sentido del olfato funciona mediante todo el sistema nasal.

♣ El color y el sentido de la vista

La importancia del color en la evaluación sensorial se debe fundamentalmente a la asociación que el consumidor realiza entre este y otras propiedades de los alimentos, por ejemplo, el color rojo se asocia al sabor fresa, el verde a la menta, etc., demostrándose además que en ocasiones solo por la apariencia y color del alimento un consumidor puede aceptarlo o rechazarlo.

La evaluación del color en los alimentos es de vital importancia, tan es así que, en la mayoría de las evaluaciones de un producto, el consumidor asocia el sabor de este con un color determinado.

♣ La textura y su relación con los sentidos.

De lo anterior se deriva que en la evaluación de la textura además del sentido del tacto intervienen otros sentidos como son el auditivo y la vista, de ahí que sea una propiedad difícil de medir e interpretar. La textura se compone de tres tipos de características. Estas son:

♣ Características mecánicas:

- ❖ Dureza. En la boca esto se percibe por la compresión del producto entre los molares (sólidos) o entre la lengua y el paladar (semi-sólidos).
- ❖ Viscosidad. fuerza requerida para aspirar un líquido desde una cuchara sobre la lengua.
- ❖ Cohesividad. fuerza necesaria para romper un producto en migajas o piezas.

- ❖ Elasticidad. fuerza de deformación y del grado al cual un material deformado retorna a su condición original cuando cesa la fuerza deformadora. Se define un producto como elástico, maleable etc.
 - ❖ Masticabilidad. tiempo necesario y el número de masticaciones requeridas para dejar un producto sido listo para ser tragado.
 - ❖ Fragilidad. fuerza necesaria para romper un producto en migajas o pedazos
 - ❖ Gomosidad. Se relaciona con el esfuerzo requerido para desintegrar a un estado adecuado para la deglución.
 - ❖ Adhesividad. Fuerza requerida para remover un producto que se adhiere al paladar.
- ♣ Características geométricas: principalmente se manifiestan en la apariencia de este, por lo que en ocasiones se confunde con el aspecto. Se relacionan con los atributos: granuloso, grumoso, perlado, arenoso, áspero, fibroso, cristalino, esponjoso, celular, entre otros.
 - ♣ Características de superficies: Se consideran dentro de este grupo, los atributos que guardan relación con el contenido de humedad y grasa de un producto (Espinosa, 2007).
 - ♣ Apariencia: Atributo en que basamos la decisión de compra o consumo. Incluye: color, tamaño, forma y textura de la superficie (Hernández *et al.*, 2005).

2.7.3 Factores que influyen en la evaluación sensorial

De la gran variedad de factores que ejercen influencia sobre la evaluación sensorial debemos considerar los siguientes (Wittig, 2001):

- 1. Factores de personalidad o actitud:** Influyen en gran medida en experiencias sobre aceptación o preferencia de consumidores.
- 2. Factores relacionados con la motivación:** Influyen sobre los resultados al trabajar con concentraciones umbrales y supraumbrales.
- 3. Errores psicológicos de los juicios:** Se deben distinguir varios tipos de errores psicológicos, como son los de tendencia central, de posición y tiempo, de

contraste. También deben considerarse la memoria, concentración y las instrucciones minuciosas, ya que pueden ser importantes.

4. Factores que dependen de la relación entre estímulo y percepción, y

5. Adaptación: Es un factor de importancia que debe ser considerado siempre.

2.7.4 Tipo de jueces

Existen cuatro tipos de jueces: experto, entrenado, semientrenado y el juez consumidor (Mendoza, 2007).

♣ Juez Experto

Es una persona que tiene gran experiencia en probar un determinado tipo de alimento, posee una gran sensibilidad para percibir las diferencias entre muestras y para distinguir y evaluar las características del alimento.

♣ Juez Entrenado

Es una persona que posee bastante habilidad para la detección de alguna propiedad sensorial, o algún sabor o textura en particular, que ha recibido cierta enseñanza teórica y práctica acerca de la evaluación sensorial y que sabe exactamente lo que se desea medir en una prueba.

♣ Juez semientrenado

Personas que han recibido un entrenamiento teórico similar al de los jueces entrenados, que realizan pruebas sensoriales con frecuencia y posee suficiente habilidad, pero que generalmente participan en pruebas discriminativas sencillas, las cuales no requieren de una definición muy precisa de términos o escalas.

♣ Juez consumidor

Se trata de una persona que no tiene nada que ver con las pruebas, ni trabajan con alimentos como los investigadores o empleados de fábricas procesadoras de alimentos, ni han efectuado evaluaciones sensoriales periódicas. Por lo general son tomadas al azar.

2.7.5 Pruebas sensoriales

Las pruebas miden la preferencia de estos hacia un producto buscando la aceptación del mismo en el mercado. La aceptación se define como “consumo con placer” (González *et al.*, 2014).

✓ Pruebas discriminativas

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

Esta prueba se lleva a cabo en ambiente de laboratorio, en el que se usan grupos de 12 a 20 personas calificadas. Los métodos de pruebas discriminativas más frecuentemente usados son la diferencia apareada, las pruebas triangulares, las dúo-trío y; las pruebas 2-elección alternativa forzada (2-EAF) y 3-elección alternativa forzada (3-EAF), entre las más comunes (De la Rosa, 2009).

✓ Pruebas descriptivas

Estas pruebas permiten conocer las características del producto alimenticio y las exigencias del consumidor. A través de las pruebas descriptivas se realizan los cambios necesarios en las formulaciones hasta que el producto contenga los atributos para que el producto tenga mayor aceptación del consumidor (Hernández *et al.*, 2005).

En esta prueba se describen propiedades sensoriales de los productos y mide las intensidades percibidas. Generalmente el número de sujetos es de 6 a 12 personas. Los métodos más comunes son: el perfil del sabor, el perfil de textura, el análisis cuantitativo (ADC) y el método Spectrum (De la Rosa, 2009).

✓ Pruebas afectivas

Las pruebas afectivas, son pruebas en donde el panelista expresa el nivel de agrado, aceptación y preferencia de un producto alimenticio, puede ser frente a otro. Se utilizan escalas de calificación de las muestras. Para estas pruebas se requiere de un grupo bastante numeroso de panelistas los cuales no necesariamente tienen que ser entrenados (Hernández *et al.*, 2005).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El siguiente trabajo se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizada en Saltillo, Coahuila de Zaragoza. Los análisis fueron realizados en el laboratorio 1 del Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la misma institución.

3.1 Muestra

La muestra utilizada, jaca (*Artocarpus heterophyllus*) fue adquirida en el comercio local, de aproximadamente 4 kg, la cantidad de jaca adquirida fue utilizada para realizar varios análisis, posteriormente se aplicaron los tratamientos planteados para realizar los análisis pertinentes.

3.2 Materiales utilizados

Por consiguiente, se mencionan los materiales utilizados en dicha investigación.

3.2.2 Materiales de laboratorio

- ✓ Mortero con mano
- ✓ Vasos de precipitado de diferente volumen
- ✓ Embudo de separación
- ✓ Gasa
- ✓ Celdillas para espectrofotómetro UV/VIS
- ✓ Probetas
- ✓ Matraz de aforación
- ✓ Matraz Erlenmeyer
- ✓ Piseta
- ✓ Embudo de filtración
- ✓ Gradilla
- ✓ Soporte universal
- ✓ Papel aluminio
- ✓ Tablas para cortar
- ✓ Cuchillos
- ✓ Guantes de látex

- ✓ Espátula
- ✓ Bureta
- ✓ Agitadores magnéticos
- ✓ Vernier
- ✓ Termómetro
- ✓ Placa de oro-paladio

3.2.3 Material utilizado para la prueba de evaluación sensorial

- ✓ Muestras de orejones (jaca)
- ✓ Mesa
- ✓ Charolas de plástico
- ✓ Vasos de 2 Oz
- ✓ Hojas de evaluación
- ✓ Vasos de unicel y plástico
- ✓ Lapicero
- ✓ Marcador permanente
- ✓ Servilletas
- ✓ Popote
- ✓ Incentivos (dulces)

3.2.4 Reactivos

- ✓ Agua destilada
- ✓ Éter de petróleo I
- ✓ Acetona al 85% (v/v)
- ✓ Fenolftaleína al 1%
- ✓ Hidróxido de sodio al 40%
- ✓ Sulfato de sodio al 10%
- ✓ Reactivo de Thielmann
- ✓ Hidróxido de sodio 0.1N
- ✓ Solución de sacarosa (30°Brix)

- ✓ Ácido cítrico
- ✓ Ácido ascórbico

3.2.5 Equipo utilizado

- ✓ Balanza analítica Ohaus
- ✓ Estufa de laboratorio Quincy
- ✓ Colorímetro CR-400 Minolta
- ✓ Parrilla con agitación y calentamiento Labcompanion
- ✓ Refractómetro Atago Pal-3
- ✓ Refrigerador Maytag
- ✓ Espectrofotómetro Genesys 10 UV/VIS
- ✓ Horno Tostador Black & Decker
- ✓ Texturómetro SMS modelo TA-XTplus.
- ✓ Disco de compresión de 75mm
- ✓ Spotter SDC-050
- ✓ Microscopio electrónico de barrido

3.3 Aplicación de pretratamientos a la jaca (*Artocarpus heterophyllus*)

La aplicación de estos tratamientos fue realizada en el laboratorio 2 del Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos.

- I. Para la preparación de muestras se requirió desinfectar el fruto, posteriormente se realiza la obtención de los bulbos y adecuación a ciertas longitudes, pasando a la aplicación de los tratamientos.
- II. Para la aplicación de los tratamientos se prepararon las siguientes soluciones (sacarosa 30°brix a 80°C), (ác. cítrico 1.5% + ác. ascórbico 1.5%) 500 mL para ambas soluciones.
- III. Las muestras se dejaron reposar en la solución de sacarosa 30°Brix a 80°C por un tiempo de 5-7 min inmediatamente se pasaron a la siguiente solución.

- IV. Se sumergieron las muestras en la solución de ác. cítrico 1.5% + ác. ascórbico 1.5% a temperatura ambiente por 1 min. Se escurrieron y pasaron al secado.
- V. Se evaluaron dos métodos de secado, (estufa de laboratorio y horno tostador Black & Decker), las muestras fueron introducidas en estos dos métodos ambos a 60 °C, hasta que se obtuvo una textura deseada como las características que se muestran en la Figura 2.



Figura 2. Métodos de deshidratado (jaca)

3.4 Análisis fisicoquímicos de la Jaca

3.4.1 Determinación de carotenoides

Las mediciones se realizan por medio de un espectrofotómetro (Figura 3). La ventaja principal de los métodos espectrofotométricos consiste en que se pueda determinar con mayor exactitud y de una manera simple, trazas de sustancias (Valls, 2010). Este análisis se realizó mediante la técnica de espectrofotometría.

Procedimiento

1. Pesar 10 g de muestra finamente picada y colocarlos en un vaso de precipitado de 250 mL.

2. Agregar acetona hasta cubrir la muestra.
3. Tapar con papel aluminio y dejar reposar por 24 h en refrigeración.
4. Transferir a un mortero y triturar.
5. Transferir el líquido filtrando a través de una gasa a un embudo de separación.
6. Lavar la muestra con 20 mL de acetona 4 veces más y recuperar el líquido en el embudo de separación, filtrando a través de la gasa.
7. Agregar 20 mL de éter de petróleo y mezclar suavemente.
8. Agregar 100 mL de agua destilada, mezclar suavemente y dejar reposar hasta que se separen dos capas.
9. Separar las 2 capas, desechar la capa inferior y conservar el extracto con carotenoides.
10. Repetir los pasos 7, 8, 9 dos veces más.
11. Añadir 10 mL de NaOH al 40 % y mezclar suavemente.
12. Lavar con porciones de 50 mL de agua destilada hasta eliminar completamente el NaOH al 40 %, utilizando como indicador fenolftaleína.
13. Agregar 20 mL de sulfato de sodio al 10 %, mezclar suavemente, dejar reposar y desechar la capa inferior.
14. Repetir el paso 13, dos veces más.
15. Filtrar a través de una gasa que contenga sulfato de sodio anhidro, recuperar el líquido en una probeta de 100 mL (que esté completamente seca) y anotar el volumen.
16. Colocar un volumen aproximado de 3 mL de la muestra en una celdilla para espectrofotómetro y leer la absorbancia a una longitud de onda de 454 nm, utilizando como blanco éter de petróleo.
17. Calcular el contenido de carotenoides totales mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{mg}{100g} = \frac{Abs_{454} * 3.857 * V * 100}{P} \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde: Abs= Absorbancia a una longitud de onda de 454 nm; V = Volumen medido en la probeta en mL; P= Peso de la muestra en g.



Figura 3. Determinación de carotenoides

3.4.2 Determinación de Vitamina C

Este análisis se realizó mediante la técnica de titulación volumétrica (Figura 4). Este método está basado en la cuantificación del exceso de 2,6 dicloroindofenol, el cual disminuye la intensidad de su color debido al ácido ascórbico presente.

1. Pesar 20 g de muestra y colocarlos en un mortero.
2. Agregar 10 mL de HCl al 2 % y triturar cuidadosamente (hasta obtener una consistencia de papilla de bebe).
3. Agregar 100 mL de agua destilada y homogenizar.
4. Filtrar el contenido del mortero del mortero a través de una gasa, recibir el filtrado en un matraz Erlenmeyer de 250 mL y medir el volumen exacto.
5. Tomar una alícuota de 10 mL del filtrado y colocarlos en un matraz Erlenmeyer de 125 mL.
6. En una bureta medir un volumen conocido de reactivo de Thielmann.
7. Titular la alícuota hasta la aparición de una coloración rosa que no desaparezca durante 30 segundos y anotar el volumen que se utilizó.
8. Calcular el contenido de vitamina "C" presente en la muestra, mediante la siguiente ecuación.

$$\frac{mg}{100mg} \text{ de vitamina C} = \frac{VRT * 0.088 * VT * 100}{VA * P} \quad \text{Ecuación 2}$$

Dónde: VRT= volumen gastado en mL del reactivo de Thielmann; 0.088 = miligramos de ácido ascórbico equivalentes a 1 mL de reactivo de Thielmann; VT = Volumen total en mL del filtrado de vitamina C en HCl; VA = Volumen en mL de la alícuota valorada; P = Peso de muestra en gramos.

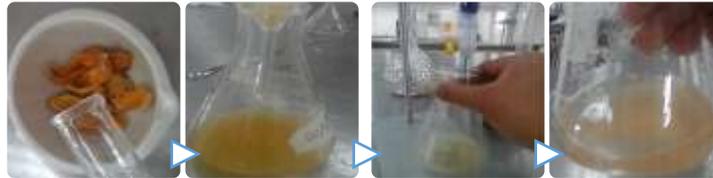


Figura 4. Determinación de vitamina C

3.5 Evaluación de Propiedades

3.5.1 Determinación de Color

Se determinó el parámetro de color mediante un colorímetro modelo CR-400 el cual es empleado en la industria de alimentos para medir el color en los alimentos.

Las mediciones que se evaluaron fueron L^* , a^* , b^* .

- El parámetro a^* (cromatismo verde-rojo).
- El parámetro b^* (cromatismo azul-amarillo).
- El parámetro L^* es una medición aproximada de luminosidad.

Lo primero que se hizo fue calibrar el equipo utilizando un blanco, después se realizaron las mediciones en 5 partes distribuidas del fruto tomadas al azar como se muestra en la Figura 5.



Figura 5. Determinación de color

Esta técnica se realizó mediante el procedimiento según Ranganna, (1986). Para esta determinación se pesaron 5 g de muestras seca y se sumergieron en 100 mL de agua a 80°C por 30 min. Pasado el tiempo establecido se colocó sobre un papel filtro para que se extrajera el exceso de agua no retenido, se registró el peso de la muestra rehidratada (Figura 6) y la relación de rehidratación se calculó utilizando la siguiente ecuación:

$$Rr = \frac{Wf}{Wo}$$

Ecuación 3

Dónde: Rr= rehidratación (contenido de agua retenida); Wf=peso de la muestra rehidratada; Wo=peso de la muestra seca.



Figura 6. Rehidratación.

3.5.2 Reducción de tamaño

Para la realización de esta técnica se analizaron las siguientes dimensiones:

- ♣ Largo
- ♣ Ancho
- ♣ Grosor

Para la determinación de reducción de tamaño se utilizó un vernier como se muestra en la Figura 7, instrumento para medir longitudes que permite lecturas más exactas.



Figura 7. Reducción de tamaño.

3.5.3 Firmeza

Para la medición de textura se utilizó un texturómetro SMS Modelo TA-XTplus. La caracterización de las muestras se realizó mediante una prueba de Análisis de Perfil de Textura (TPA), utilizando el disco de compresión de 75 mm; la distancia de ingreso a la muestra para la prueba fue de 5 mm con una velocidad de penetración de 5 mm/s y con un puntal de 2 mm. Se hicieron 5 réplicas para cada muestra evaluada (Moreno, 2012).

3.5.4 Microestructura

- Recubrimiento

La metalización fue realizada en un sputter SDC-050 de Marca Balzers, en condiciones de prevacío ($<10^{-1}$ torr) con argón como gas de ataque (plasma) sobre una placa (ánodo) de oro-paladio (8:2), la película fue depositada sobre las muestras (cátodo) a corriente de descarga de ± 50 mA y el espesor típico es de ± 200 nm.

- Toma de datos

Se utilizó el microscopio electrónico de barrido FEI QUANTA 200 tomando las micrografías mediante el programa XT microscope control versión 2.01 observaciones de la pulpa (Moreno, 2012).

3.6 Análisis Sensorial

Para realizar el análisis sensorial se evaluaron los siguientes parámetros: aceptación global, apariencia, olor, textura y sabor. Se aplicó el análisis afectivo dentro del cual existen 3 pruebas de evaluación (aceptación, preferencia y nivel de agrado o hedónica), de las cuales se optó por aplicar la prueba hedónica.

El procedimiento aplicado fue el siguiente: primero se establecieron los códigos de dichos tratamientos aplicados para así poder identificar las muestras, en seguida se agregaron las muestras en vasos de 2 Oz, los cuales se colocaron en charolas y fueron llevados a los cubículos de evaluación junto con la hoja de evaluación y materiales a utilizar, por ende se solicitó a 12 jueces entrenados, estudiantes de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro a los cuales se les proporcionó una pequeña explicación para que evaluaran los parámetros ya mencionados en la hoja de evaluación, utilizando una escala hedónica de 9 puntos donde: (1=extremadamente desagradable / extremadamente suave y 9=extremadamente agradable / extremadamente firme), como se muestra en la Figura 8.

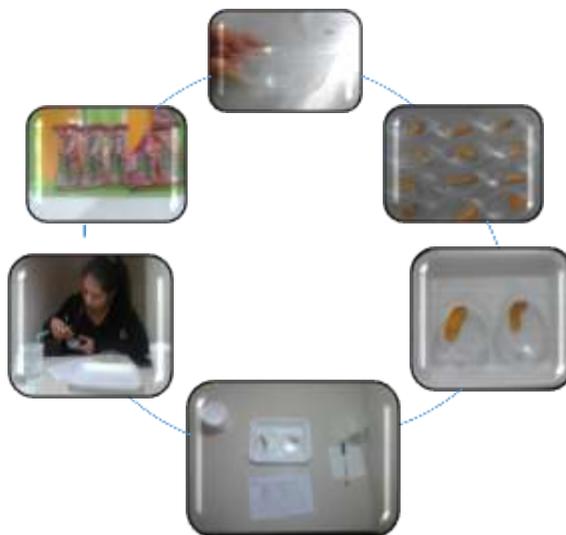


Figura 8. Evaluación sensorial.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron análisis de varianza ANOVA y pruebas de media Tukey para observar los resultados obtenidos y comparar si existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre muestras, evaluando los siguientes parámetros: carotenoides, vitamina C, color, rehidratación, reducción de tamaño, firmeza, microestructura y análisis de evaluación sensorial. Se utilizó un paquete estadístico InfoStat-Statistical, 2012.

4.1 Análisis Físicoquímicos

4.1.2 Carotenoides

El resultado obtenido de carotenoides presentes en jaca después de ser sometidos a dichos métodos nos muestra que no se obtuvo diferencia significativa (ver anexo 1), como se observa en la figura 9 tenemos un rango de 1449.24 - 1484.23 mg/100g de carotenoides presentes. La literatura nos menciona que existe variabilidad de los carotenoides presentes en la jaca deshidratada. Según Rodríguez *et al.*, 2004, estas diferencias cualitativas y cuantitativas se llaman variabilidad natural, que debe ser conocida y no debe ser confundida con errores analíticos.

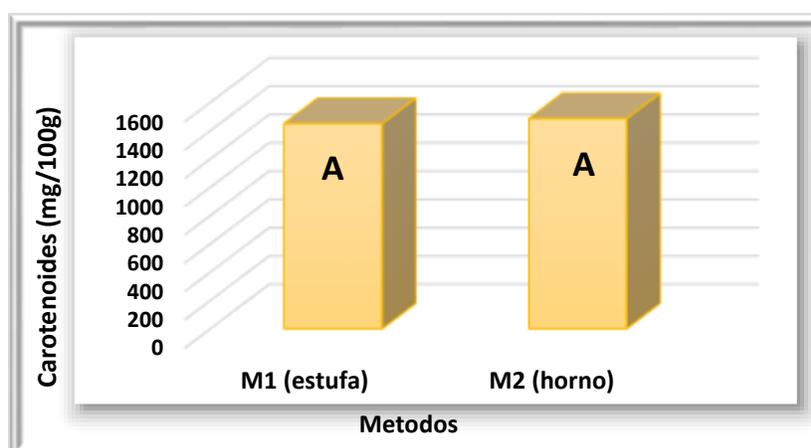


Figura 9. Carotenoides obtenidos en jaca deshidratada por dos métodos

Por otro lado, Chandrika, Jansz y Warnasuriya *et al.*, (2009) analizaron la composición de carotenoides en jaca, la cual mostró resultados diferentes.

Agadeesh *et al.*, (2007) también observó gran variación en los contenidos de carotenoides de jacas provenientes de la India.

Estos autores todavía observaron que la intensidad de color revelada visualmente, fue directamente proporcional a la cantidad de carotenoides encontrados en cada tipo de jaca. Con respecto a las jacas deshidratadas, los valores de carotenoides totales variaron de 243,89 a 1008,28 $\mu\text{g} / 100\text{g}$, β -caroteno de 42,29 a 165,65 $\mu\text{g} / 100 \text{g}$, esta variación puede ser atribuida a las diferencias de tratos culturales, suelo, clima y de estadio de maduración, pues como la jaca es un fruto climatérico, presenta alta tasa de respiración ocasionando cambios bioquímicos muy rápidos (Chitarra, 2001).

Es interesante resaltar que el consumo de jaca deshidratada podrá ser recomendado por presentar una mayor biodisponibilidad de carotenoides. El procesamiento, como el tratamiento térmico, tiene el potencial de elevar la biodisponibilidad de carotenoides provenientes de vegetales.

Como ya se menciona en la literatura la cantidad de carotenoides presentes en las jacas es variable en cada uno de los frutos, esto se debe a los factores ya mencionados anteriormente. Por lo tanto, nuestro rango obtenido es aceptable, es decir, cualquiera de los dos métodos utilizados puede ser aplicado para la deshidratación de dicho fruto sin tener pérdida de esta propiedad.

4.1.3 Vitamina C

Los resultados obtenidos de vitamina C presentes en jaca después de ser sometidos a dichos métodos, nos muestra que se obtuvo diferencia significativa (ver anexo 2). Como se observa en la Figura 10, tenemos un rango de 101.11 - 106.34 mg/100g de vitamina C presente, por lo que el contenido de vitamina C aumentó para el método número 2 (horno).

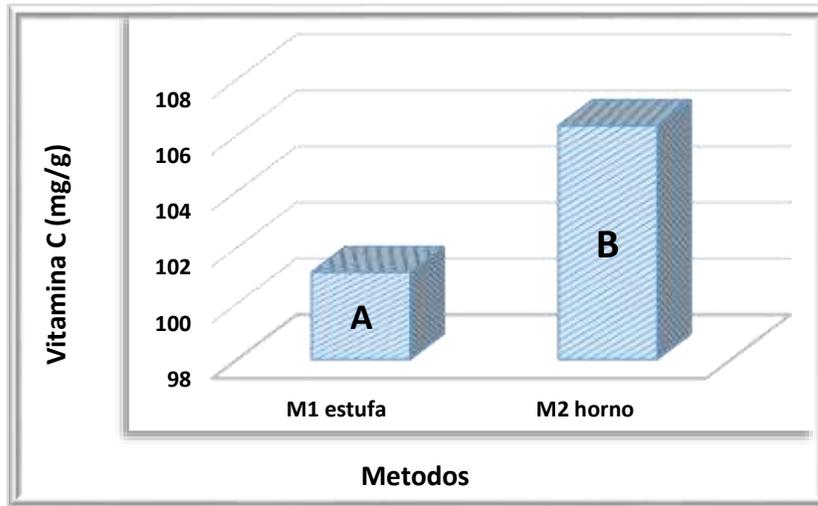


Figura 10. Vitamina C obtenida en jaca deshidratada por dos métodos

Smirnoff y Wheeler (2000) explican que este incremento puede estar asociado con el papel del ascorbato como agente protector, ya que la cantidad de luz durante el crecimiento de la planta influirá en el nivel de ácido ascórbico del fruto (lee y kader, 2000). Si exponemos nuestro vegetal a mayor cantidad de horas frente a luz, esto podría explicar el aumento en el contenido de ácido ascórbico de la jaca, es decir, el aumento de contenido de vitamina C con la maduración.

Goula y Adamopoulos (2006) observaron que la velocidad de reacción disminuyó con la reducción del contenido de humedad, el mecanismo por el cual se explica este fenómeno es que a medida que el contenido de humedad disminuye, el ácido ascórbico en la muestra se vuelve más concentrado, la velocidad disminuye debido al incremento de la viscosidad de la fase acuosa o debido a la precipitación de los reactantes.

Por otro lado, otros reportes en la literatura han establecido que la humedad y la temperatura son variables que juegan un papel importante en la degradación del ácido ascórbico, las cuales han sido estudiadas en diversas condiciones (Frías y Oliveira, 2001; Uddin *et al.* 2001; Vieira *et al.*, 2000). Como se menciona anteriormente, la composición química del *jaca* depende sobre todo de su grado de maduración.

4.2 Evaluación de Propiedades

4.2.1 Color

Los resultados que se obtuvieron en el color presente en jaca después de haberseles aplicado dichos métodos nos muestra que no se obtuvo diferencia significativa (ver anexo 3). Como se observa en la figura 11.

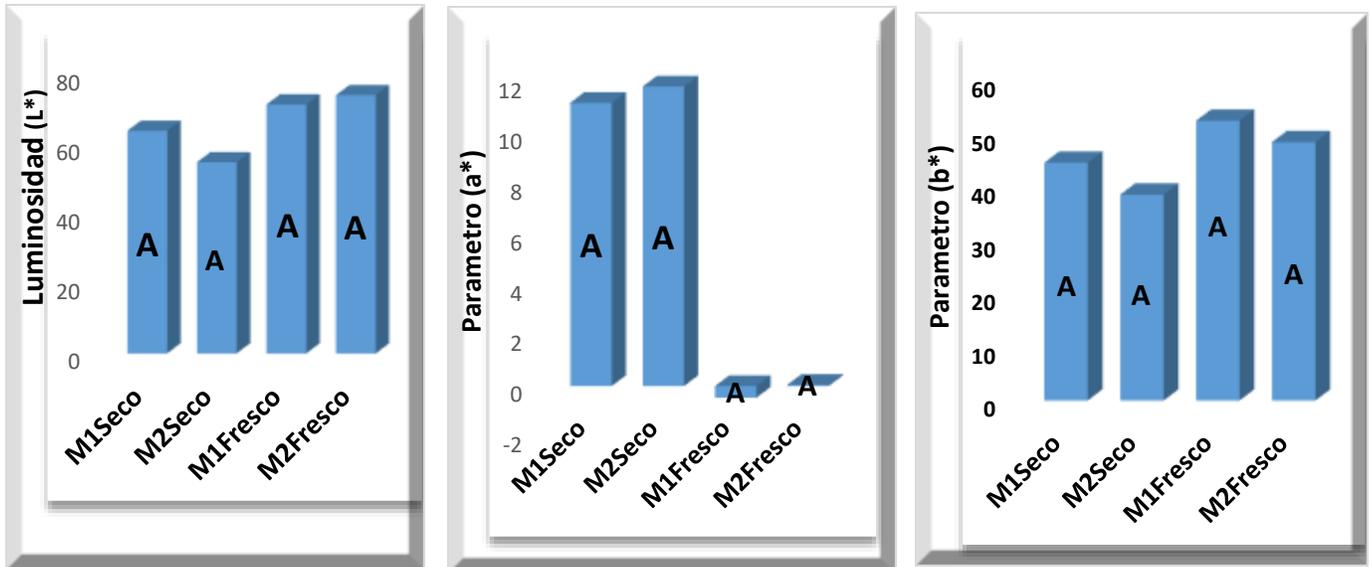


Figura 11. Color obtenido en jaca fresca y seca por dos métodos

La literatura dice que las impresiones más importantes de los alimentos son provocadas por el color, sin embargo, las altas temperaturas lo degradan (Martínez, 2016). Como se muestra en la figura 11, nuestros resultados obtenidos no muestran diferencia significativa en el color entre los métodos utilizados ya que manejamos temperaturas controladas y no muy elevadas, por lo cual los resultados obtenidos de cada método para cada parámetro nos dice que para:

✓ Luminosidad:

- Método 1 y 2 en fresco, la reflexión es muy buena, es decir, presenta una buena transmisión de luz debido a que los valores obtenidos fueron positivos y se encuentran en un valor muy cercano al 100 (reflexión total blanco) de acuerdo al sistema CIELab.

- Método 1 y 2 en seco, en este caso la reflexión también es buena aun cuando el fruto fue sometido a dos diferentes métodos de secado y, como ya lo menciona la literatura, el color es degradado debido a la aplicación de calor alta, pero en nuestros resultados no existe diferencia significativa en los métodos utilizados pues estos se encuentran en el rango positivo, es decir, los dos métodos de secado aplicados demuestran que el fruto presenta buena transmisión de luz.

En cuanto a la diferencia del color en el fruto fresco y seco, tampoco tenemos diferencia significativa pues los resultados presentan buena reflexión de luz antes y después de ser sometidos a los métodos de secado, pues según el sistema CIELab se encuentran en el rango positivo.

✓ Parámetro a*:

- Métodos 1 y 2 en fresco los resultados obtenidos en el método 1 fueron negativos, es decir, se encuentran en rango color verde. Esto puede ser debido a la maduración del fruto y con forme pasa el tiempo de maduración el parámetro aumenta como se muestra en el método 2 pasando de valores bajos (amarillos) a valores más altos (rojos).
- Métodos 1 y 2 en seco los resultados obtenidos fueron positivos por lo cual se encuentra en el rango color rojo esto sucede debido a que se sometieron a métodos de secado pues su color fue cambiando de tonalidad de amarillo a rojo. Esto puede ser debido al aumento progresivo de la concentración de carotenos (Gómez y pardo-González, 1996).

✓ Parámetro b*:

- Métodos 1 y 2 en fresco y seco, los resultados fueron positivos, es decir, se encuentran en el rango amarillo. Esto es debido a que el fruto es rico en su contenido de carotenos aun después de ser sometido a dichos tratamientos sigue siendo rico en carotenos.

4.2.2 Rehidratación

Los resultados que se obtuvieron en la rehidratación en jaca después de haberseles aplicados dichos métodos nos muestra que se obtuvo diferencia significativa, como se observa en la Figura 12, por lo tanto, podemos observar que el método que retiene mayor cantidad de agua es el método 1 (estufa), es decir, este daña el tejido un poco más que el método dos.

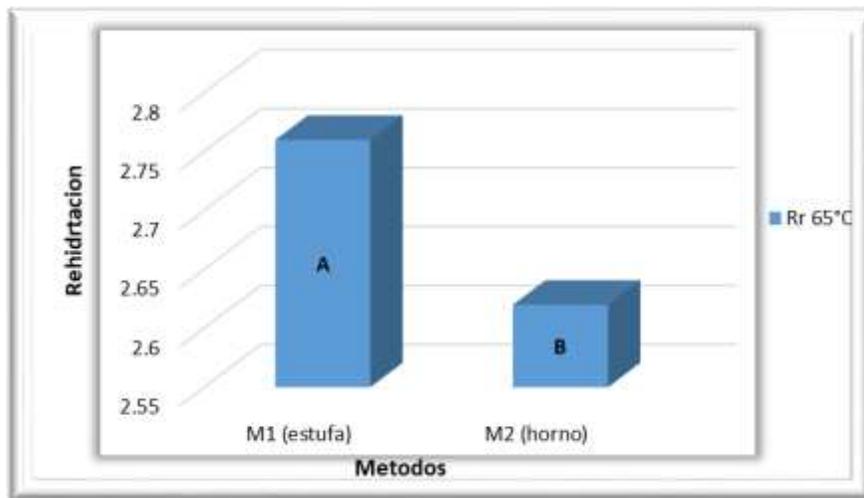


Figura 12. Capacidad de rehidratación

La capacidad de retención de agua (CRA) demuestra que a medida que aumenta la temperatura de secado se produce el mayor daño de los tejidos vegetales (membrana y pared celular), lo que implica en una mayor capacidad de rehidratación y una menor capacidad de retención de agua, es decir, que los tejidos al estar más dañados son capaces de absorber más agua, pero no pueden retenerla.

Los productos de frutas y verduras deshidratadas también podrían ser procesados o consumidos después de la rehidratación. Con aire caliente de los bulbos de jaca mostraron menor proporción de rehidratación debido a su estructura compacta de tejido formado tras el secado.

Las características de calidad de un alimento deshidratado que ha sido rehidratado pueden mejorarse aplicando pretratamientos antes del proceso de secado, por ejemplo, inmersión en soluciones azucaradas, salinas (NaCl) o ácidas (ácido cítrico y/o ascórbico), escaldado, deshidratación osmótica, microondas, entre otros (Lewicki, 1998).

4.2.3 Reducción de Tamaño

Los resultados que se obtuvieron en jaca antes y después de haberseles aplicados dichos métodos nos muestra que no se obtuvo diferencia significativa (ver anexo 4) entre los métodos utilizados, por lo tanto, podemos observar que el método 1 y 2 de secado son aptos para su utilización.

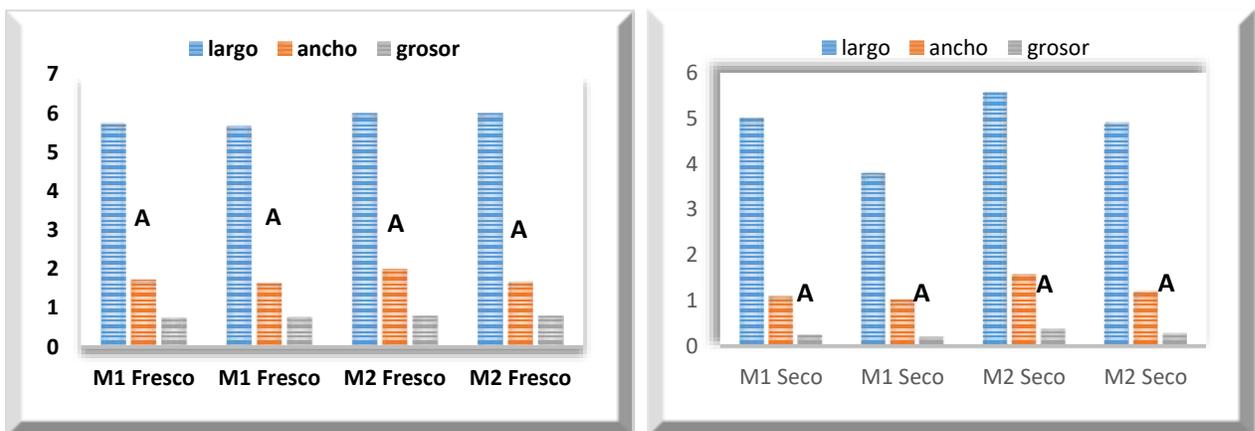


Figura 13. Comparación de tamaño en seco y fresco por dos métodos en el fruto.

Como se muestra en la Figura 13, las dimensiones para antes de someter a los métodos de secado no nos proporciona diferencia significativa en ninguna muestra, de igual manera, después de someter secado no tenemos diferencia significativa entre los métodos utilizados, los dos nos proporcionan dimensiones muy similares.

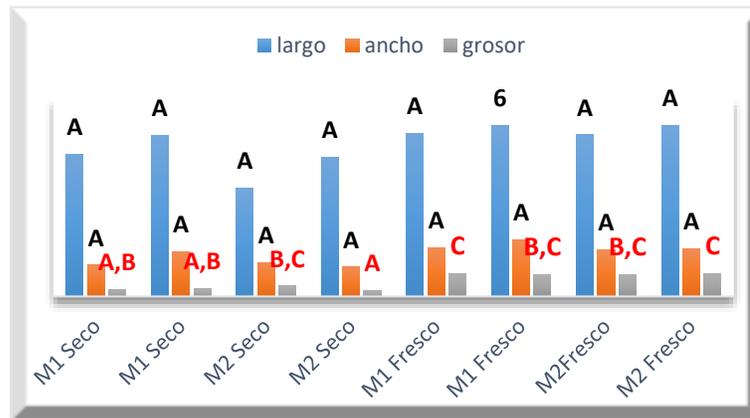


Figura 14. Reducción de tamaño.

Los resultados que se obtuvieron en la reducción de tamaño en jaca diferenciando el antes y después de habérseles aplicados dichos métodos nos muestra que solo se obtuvo diferencia significativa en el grosor, es decir, este redujo debido a la pérdida de agua que hubo (ver anexo 5). En cuanto el largo y ancho, no se muestra diferencia significativa después del secado como se muestra en la Figura 14, en el caso de los métodos utilizados no encontramos diferencia significativa, por lo tanto, podemos concluir que cualquiera de los métodos utilizados es eficaz para el secado del fruto en cuanto reducción de tamaño.

4.2.4 Firmeza

Los resultados obtenidos para el análisis de firmeza muestran que existe diferencia significativa en las muestras para los dos métodos (ver Figura 15), esto se debe a que la dureza es seriamente afectada al secar con aire caliente debido a los efectos del tratamiento térmico sobre la estructura de la superficie (Askari *et al.*, 2009), esto se puede explicar debido a que el producto entre más pierde agua va adquiriendo una estructura más frágil adquiriendo fracturabilidad, pero al llegar a cierto punto la estructura comienza a formar una costra alrededor de la muestra impidiendo la salida de agua, por lo cual la estructura pase de ser fracturable a gomosa (Gobbi, 2009).

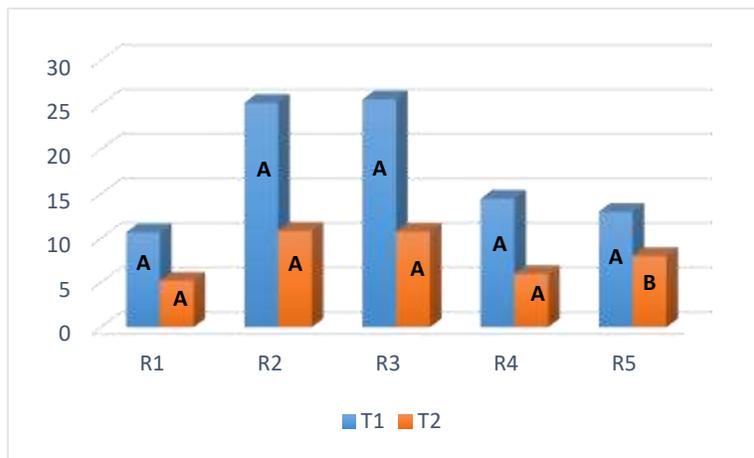


Figura 15. Análisis de firmeza.

4.2.5 Microestructura

Los resultados obtenidos en este análisis se pueden observar en la Figura 16, identificando los daños y las diferencias que causa cada uno de los métodos evaluados, se puede identificar en el método 1 (estufa), pliegues más fuertes indicando un endurecimiento que hace más facturable la estructura al utilizar este método de secado. Sin embargo, al utilizar el método 2 (horno) se diferencia claramente pliegues más suaves lo cual indica que no tenemos daño estructural lo cual se debe a diversos factores como lo pueden ser la velocidad de secado, el tamaño del equipo utilizado en el tiempo de secado (Moreno, 2012).

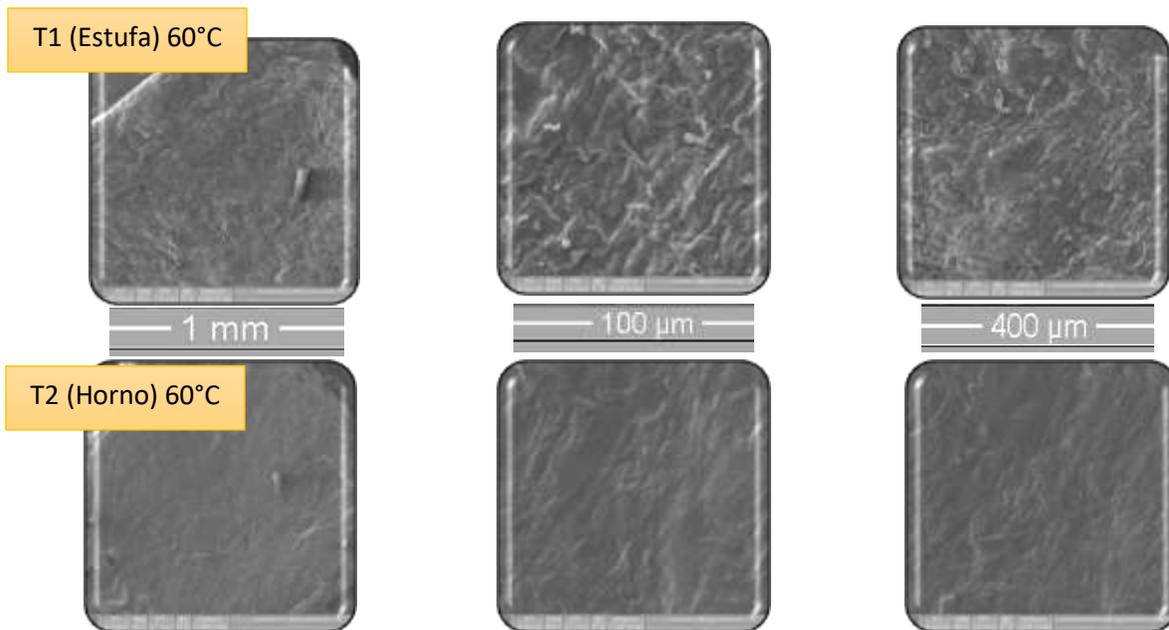


Figura 16. Análisis de microestructura.

4.3 Evaluación Sensorial

Los resultados obtenidos en el análisis de la evaluación sensorial nos muestran que no existe diferencia significativa en los parámetros evaluados, es decir, los métodos utilizados para el secado no afectan a las características sensoriales que el consumidor toma en cuenta (Figura 17).

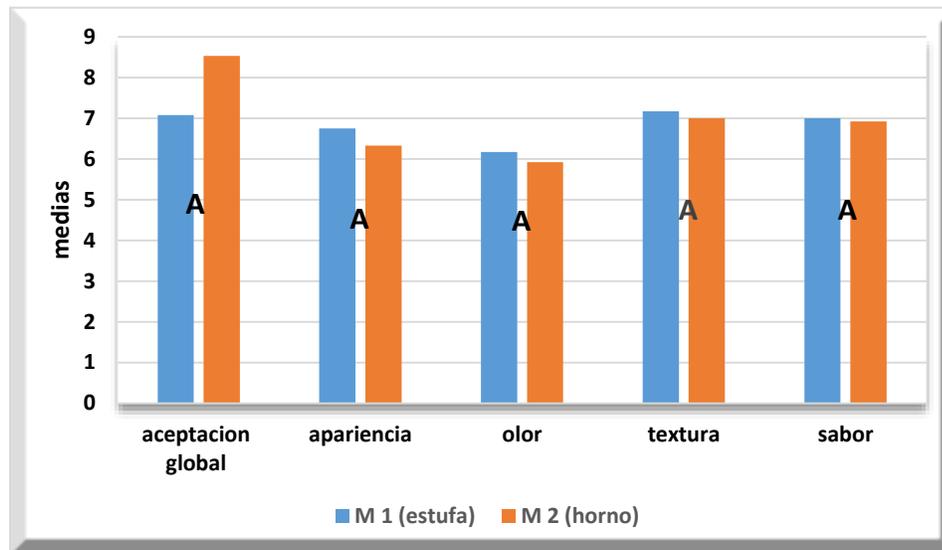


Figura 17. Evaluación de atributos sensoriales.

4.3.1 Aceptación global

Los resultados obtenidos para el análisis de aceptación global nos muestran que no existe diferencia significativa para este atributo (ver anexo 7), es decir, las dos muestras les son agradables al consumidor, por lo tanto, cualesquiera de los dos métodos de secado son aptos para someter el producto, esto se debe a que en este atributo lo único que se hace es observar. Por otro lado, algunos jueces mencionan que prefieren la muestra sometida el método 2 (horno), ya que este mantiene cualidades más atractivas.

4.3.2 Apariencia

En este análisis como en los demás (ver anexo 8) observamos que no se muestra diferencia significativa en las muestras, de igual manera que en la aceptación global solo se observan sus características como aspecto y presentación, por ello

no tenemos diferencia significativa ya que a los jueces le parecen atractivas las dos muestras por el exterior.

4.3.3 Olor

De igual manera no tenemos diferencia significativa entre las muestras (ver anexo 9) según el análisis realizado, pero algunos de los jueces comentan que prefieren la muestra sometida el tratamiento numero 1 debido a que su olor es más intenso que la muestra sometida al método 2. Los olores del banano, mango, durazno, melón, piña, naranja y kiwi son identificados en la jaca fresca, pero en este caso se comenta que prevalece el olor del banano y mango únicamente

4.3.4 Textura

Este análisis tampoco nos muestra diferencia significativa (ver anexo 10) entre las muestras evaluadas.

En los productos deshidratados la textura es uno de los atributos más importantes ya que si estos no son deshidratados adecuadamente, su textura podría ser dura y adhesiva, sería desagradable para el consumidor. En nuestros casos, algunos jueces mencionan que prefieren la muestra sometida el método 2, ya que en esta la muestra presenta una textura más firme, en cambio, en la que fue sometida al método 1 su textura es un poco adhesiva, esto se debe a que su deshidratado no terminó por completo.

4.3.5 Sabor

Este análisis de igual manera no nos muestra diferencia significativa (ver anexo 11) en las muestras evaluadas.

La jaca fresca presenta los sabores del banano, mango, durazno, melón, piña, naranja y kiwi, pero una vez que pasa por el proceso de deshidratación este pierde sus sabores, aunque no todos. Los jueces comentaron que en las muestras prevalecen aun los sabores del banano y el mango, también se menciona que la muestra sometida al método 1 mantiene un sabor y olor más intenso que la sometida al método 2, pues en esta su sabor y olor es más suave.

5. CONCLUSIONES

Las condiciones utilizadas para el secado de la pulpa de yaca son óptimas para la transformación del fruto ya que los pretratamientos aplicados ayudaron que este mantuviera la mayoría de sus propiedades físicas y químicas.

- ✓ Se obtuvo la pulpa de la jaca sin dificultad alguna, en buenas condiciones y apta para los análisis planteados.
- ✓ Se aplicaron los pretratamientos establecidos, sometiendo las muestras a dos métodos de deshidratado diferentes en los cuales se determinó si existía diferencia significativa entre ellos.
- ✓ Se evaluaron análisis fisicoquímicos de dos muestras sometidas a métodos de deshidratado diferente, de los cuales no se observó diferencia significativa en el contenido de carotenoides y el color de estas, sin embargo, se presentó diferencia significativa para los análisis de firmeza, microestructura, vitamina C, reducción de tamaño y rehidratación.
- ✓ En la evaluación sensorial no se obtuvo diferencia significativa en los parámetros analizados, es decir, los métodos utilizados mantuvieron dichas características aceptadas por el consumidor.
- ✓ El método más apto para la deshidratación del fruto es el método 2 (horno).

RECOMENDACIONES

- Evaluar las propiedades fisicoquímicas (humedad, A_w , pH) con el fin de disminuir el crecimiento de hongos y levaduras.
- Evaluar la vida de anaquel del producto terminado.
- Realizar análisis microbiológico al producto terminado para asegurar la inocuidad de éste.
- Analizar el contenido de carbohidratos para poder ofrecer un rango aceptable y un alimento de calidad.
- Realzar análisis de microestructura en fresco para poder determinar el impacto del daño por el calor.

REFERENCIAS

Aguilar, Osorio. M.V. 2011. "Estudio De La Temperatura Y Concentración De Azúcar En La Deshidratación Osmótica De Jackfruit (Artocarpus Heterophyllus Lam.)". Tesis Licenciatura. Universidad Técnica De Ambato A, Facultad De Ciencia E Ingeniería En Alimentos.

Askari, G; Emam-Djomeh; Tahmasbi M. 2009. Effect of Various Drying Methods on Texture and Color of Tomato Halves. Journal Of Texture Studies. University of Antioquia. Medellin Colombia. Network of Scientific Journals from Latin America, the Caribbean, Spain and Portugal.

Aurand, L.W; Woods, A.E; Wells, R.M. 1987. Food Composition And Analysis. New York: Avi. P. National University of Colombia, Headquarters Medellín. Faculty of agricultural sciences.

Badui D.S. 1993. Evaluación De La Capacidad Antioxidante Del Pimiento Morrón En Fresco Y Sometido A Dos Tratamientos Térmicos. Química De Los Alimentos. Tesis De Licenciatura. México: Longman.

Barrett, O. W. 1930. Los Cultivos Tropicales. Habana: Habana, Cultural.

Barbosa, J: Vega D. 2000. Deshidratación De Frutas Y Hortalizas. Evaluación De La Capacidad Antioxidante Del Pimiento Morrón En Fresco Y Sometido A Dos Tratamientos Térmicos. Tesis De Licenciatura. Editorial Acribia.S.A.Zaragoza-España.

Barreiro, P. 1996. Propiedades Mecánicas Y Calidad De Frutos. Definiciones Y Medidas Instrumentales. ETSIA. Dpto. Ingeniería Rural. Madrid.

Biswas, M.M; Hossaein A.K. 1984. Successful Methods of Vegetative Propagation of Jack Fruit. Bangladesh.

Burkill, H. M. 1997. The Useful Plants of West Tropical Africa. Vol. 4, 2nd. Edition. Color Behavior In Jack Fruit (*Artocarpus heterophyllus*) Bulbs Self-Stabilized In Glass Jars By Hurdle Technology. Science y Technologic Alimentary. Royal Botanic Gardens, Kew, Pp.

Carrasco-Quishpe, Y.A. 2010. "Elaboración Y Evaluación Nutritiva De La Harina De Fruta De Pan (*Artocarpus atilis*) Obtenida Por Proceso De Deshidratación". Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Tesis de Grado. Riobamba-Ecuador.

Cárcel, J.A; García-Pérez J.V; Riera, E; Mulet, A. 2007. Influence Of High Intensity Ultrasound On Drying Kinetics Of Persimmon. Drying Technology.

Carlos, J.M; Héctor, J.C; Benjamín, A.R. 2003. Efecto De Un Proceso De Deshidratación Con Aire Forzado En La Composición Química Y Nutricional De La Mora De Castilla (*Rubus Glaucus*). Universidad Nacional De Colombia, Sede Medellín.

Casp A y April J. 2003. Procesos De Conservación De Alimento, Secado Y Deshidratación De Alimentos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. Tesis De Licenciatura. Asociación Iberoamericana De Tecnología Postcosecha, S.C. México.

Chandrika, U. G; Jansz, E. R; Warnasuriya, N. D.2009. Analysis Of Carotenoids In Ripe Jackfruit (*Artocarpus Heterophyllus*) Kernel And Study Of Their Bioconversion In Rats. Food Chemistry.

Che Man, Y. B; Taufik. 1995. Development And Stability Of Jack Fruit Leather. Thesis of Degree. Tropical Science. Journal of the Chinese Agriculture Chemical Society (Taiwan).

Chitarra. F.2001. Post-Cosecha De Frutas Y Hortalizas: Fisiología Y Manejo. 2ª Edición, Lavras: Centro De Tecnología. Departamento De Ingeniería Química. Programa De Posgrado En Ingeniería Química. Universidad Federal Del Ceará

Colina I, L. 2010. Reducción De Tamaño De Alimentos. Ingeniería En Alimentos III.

Cornwell, C. J; Wrolstad, R. E. 1981. Causes Of Browning In Pear Juice Concentrate During Storage. COLOR BEHAVIOR IN JACK FRUIT (*Artocarpus heterophyllus*) BULBS SELF STABILIZED IN GLASS JARS BY HURDLE TECHNOLOGY. Science Y Technologic Alimentary. Journal of Food Science.

Crane, J. H.; Balerdi, C. F. 2000. La Jaca (*Artocarpus Heterophyllus* Lam.) Departamento De Ciencias Hortícolas, Servicio de Extensión Cooperativa de la Florida. Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas. Universidad de Florida.

De La Rosa M.A. M. 2009. "Análisis Sensorial Del Yogurt Adicionado Con Leche de Soya". Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Doymaz, I. 2007. Air-Drying Characteristics Of Tomatoes. Journal of Food Engineering. Hawassa University, School Of Nutrition, Food Science And Technology, Hawassa, Ethiopia.

Espinosa M, J. 2007. Evaluación Sensorial De Los Alimentos. Ministerio De Educación Superior. Universidad De La Habana. Cuba. Editorial Universitaria. Isbn.

Falcao, M; Chavez F; Santiago, F. F; Gómez, J.B. M .2010. Fenología Y La Productividad De La Fruta-Pao (*Artocarpus Altilis*) Y Jaca (*A. Heterophyllus*) En La Amazonia Central. Brasil: Acta Amazonica.

Frías. J; Oliveira J. 2001. Kinetics Models of Ascorbic Acid Thermal Degradation during Hot Air Drying Of Maltodextrin Solutions. J. Food Eng IV International Congress of Food Science and Technology, Córdoba, Argentina.

Gomez Ladron De Guevara R; Pardo-Gonzales J.E. 1996. Evolution Reopening of Selected Varieties of Paprika Pepper (*Capsicum Annum* L). Journal Agric.Food Chem.

González R.V; Rodeiro M.C; Sanmartín F.C; Vila P.S.2014. Introducción Al Análisis Sensorial. Estudio Hedónico Del Pan.IV Concurso Incubadora De Sondaxes E Experimentos. Sgapeio.

Goula A; Adamopoulos Gk. 2006. Retention Of Ascorbic Acid During Drying Of Tomato Halves And Tomato Pulp. Drying Technology. IV International Congress of Food Science and Technology, Córdoba, Argentina.

Gobbi, S. 2009. Osmo-Air-Drying To Obtain Dried Crispy Fruits: Optimization And Modelling Of Processing And Product Shelf Life, In Food Science And Technology. University Of Milan: Milan

Granado, F; Olmedilla, B; Blanco, I; Rojas, E. 1992. Carotenoid Composition In Raw And Cooked Spanish Vegetables. J. Agric. Food Chem.

Hernandez A, E. 2005. Evaluacion Sensorial. Universidad Nacional Abierta Y Adistancia – Unad. Facultad De Ciencias Basicas E Ingenieria

Herrera-Canto, E.E. 2015. La Yaca (*Artocarpus Heterophyllus* Lam.), Una Fruta Muy Singular Y Sus Usos Tradicionales. Herbario Cicy. Centro De Investigación Científica De Yucatán, A.C. Posgrado En Ciencias Biológicas, Unidad De Recursos Naturales

Jacob John, P; Narasimham, P. 1993. Processing and Evaluation of Carbonated Beverage from Jackfruit Waste (*Artocarpus Heterophyllus*). Journal Of Processing And Preservation.

Jayaraman, K. S; Vibhakara, H. S; Ramanuja, M. N. 1999. Browning And Carotenoid Oxidation In Some High Moisture Fruit Slices Prepared By Hurdle Technique As Compared With Intermediate Moisture Fruits During Storage. Journal Of Food Science And Technology. Mexican Society of Nutrition and Food Technology.

Kader, A.A. 2002. Jack Fruit. Department Of Pomology. Univesity of California Division of Agriculture and Natural Resources, California.

Lee K, Kader A.A. 2000. Preharvest and Postharvest Factors Influencing Vitamin C Content of Horticultural Crops. Postharvest Biology and Technology. Department Of Pomology.El Sevier. University Of California, Davis, USA.

Lewicki P.P.1998. Rehidratación de alimentos secos. Revistas de ingeniería de alimentos. XI Congreso Internacional De Ingeniería De Proyectos. Universidad De Santiago De Compostela. Departamento De ingeniería Química. Sociedad Chilena De Nutrición, Bromatología Y Toxicología Santiago, Chile-Facultad De Ciencias. Revista Chilena De Nutrición.

Martínez Rivas Sarita.2016. Evaluación De La Viscosidad Y El Color. Tesis De Licenciatura. Universidad Nacional José María Arguedas, Facultad De Ingeniería De Perú.

Maskan, M. 2001. Drying, Shrinkage and Rehydration Characteristics of Kiwifruits during Hot Air and Microwave Drying. Journal Of Food Engineering. Mexican Society of Nutrition and Food Technology.

Meléndez-Martínez, A. J; Vicario, I. S.; Heredia, F. J. 2003. Application of Colorimetry to Estimate the Carotenoids Content in Unfrozen Orange Juices. Journal of Agricultural and Food Chemistry.

Mendoza, E.E.A. 2007. El Análisis Sensorial. Curso Superior de Degustación De Vinos. Inta.

Montes, Mata. M.M. 2012.La Jaca Un Fruto Con Futuro. Congreso Internacional De Ingeniería Bioquímica.18º Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica 10as Reunión Científica de Biomedicina y Biología Molecular. Instituto Tec De Tepic. México.

Moreno, Guarín. D.C. 2012. Evaluación Y Estandarización De Las Condiciones Del Proceso De Deshidratación De Tomate. Universidad Nacional De Colombia. Facultad De Ciencias. Posgrado En Ciencia Y Tecnología De Alimentos. Bogotá, Colombia.

Mulet, A; Sanjuán, N; Bon. J; Simal, S. 1999. Modelo de secado para cuerpos hemisféricos altamente porosos. Investigación y Tecnología Europea de Alimentos. Asociación Iberoamericana De Tecnología Postcosecha, S.C. México.

Núñez-Pastrana, R.; Calderón-Santoyo, M.; Ragazzo-Sánchez J.A.2006. Acción Del 1-Metilciclopropeno Sobre El Perfil Aromático Del Fruto De Jaca (Artocarpus Heterophyllus Lam). IV Congreso Internacional XV Congreso Nacional.

Ochse, J, J; Soule, M, J; Dijkman, M, J; Wehlburg, C.1965. Cultivo Y Mejoramiento De Plantas Tropicales Y Subtropicales. México: Limusa.

Popenoe, W. 1974. Manual De Frutas Tropicales Y Subtropicales. Nueva York: Hafner Press. Facultad De Ciencias De La Ingeniería Carrera De Ingeniería De Alimentos. Universidad Tecnológica Equinoccial.

Potter, N.M; Hotchkiss, J.H.1995. Ciencia de los Alimentos. 5ed. Nueva York: Chapman y Hall. Revista De La Facultad De Ciencias Básicas. Universidad De Pamplona Colombia.

Punan, M.S; Rahman, A. S. A.; Nor, L. M.; Muda, P.; Sapii, A. R.; Yon, R. M.; Som, F. M. 2000. Establishment Of A Quality Assurance System For Minimally Processed Jackfruit. Quality Assurance In Agricultural Produce. Aciar Proceedings 100, Australia.

Rahman A. K. M. M.; Huq, E.; Mian, A. J.; Chesson, A. 1995. Cambios microscópicos y químicos que ocurren durante la maduración de dos formas de Jackfruit (Artocarpus Heterophyllus). Química de Alimentos. Sociedad Mexicana De Nutrición Y Tecnología De Alimentos

Ramos-Salvatierra F.E.2013. "Estudio De Factibilidad Para La Implementacion De Una Planta Procesadora De Jugo De Jackfruit O Jaca".Tesis Licenciatura. Universidad De Guayaquil Facultad De Ingenieria Industrial.

Rojas, Uribe Y.A.2009. Cultivo De Yaca. Tecnológica Fitec Bucaramanga.

Rock, C. L.; Lovalvo, J.L.; Emenhiser, C.; Ruffin, M.T.; Flatt, S. W. & Schwartz, S.J.1998. Bioavailability Of β -Carotene Is Lower In Raw Than In Processed Carrots And Spinach In Women. J. Nutr., V.

Rodriguez-Amaya, D. B. 2004. Avances en la investigación de carotenoides en alimentos: contribuciones de un laboratorio brasileño. Rev. Inst. Adolfo Lutz. Departamento de Ciencia de Alimentos. UNICAMP

Rodríguez C. B; Porras M. 1985. Botánica Sistemática. Ed. Imprenta Universidad De La Uach, septiembre.

Selvaraj, Y.; Pal, D. K. 1989. Cambios bioquímicos durante la maduración de Jackfruit (*Artocarpus Heterophylus* L.). Revista de Ciencia y Tecnología de Alimentos.

Schiffmann, R. F. 1995. Microwave And Dielectric Drying. En Handbook of Industrial Drying. A.S. Mujumdar (Ed.). Ministerio De Educacin Superior. University Of California, Davis, USA.

Sharma, G.P. Y Prasad, S. 2001.Secado de clavos de ajo (*Allium sativum*) por combinación de aire caliente y microondas. Revista de Ingeniería de Alimentos. Sociedad Mexicana De Nutrición Y Tecnología De Alimentos.

Soliva-Fortuny, R. C.; Elez-Martínez, P.; Sebastián-Calderó, M.; Martín-Belloso, O. 2002. Cinética de la inhibición de la actividad polifenol oxidasa y el pardeamiento del puré de aguacate conservado mediante métodos combinados. Revista de Ingeniería de Alimentos.

Tandon, P. 1998. Manejo de plagas de insectos en cultivos de frutas tropicales. Nueva Delhi: Ipagri.

Tsamo, C.V.P., Bilame, A.F., Ndjouenkeu, R. 2006. Comportamiento de secado con aire de rodajas de cebolla frescas y osmóticamente deshidratadas (*Allium Cepa*) y frutas de tomate (*Lycopersicon esculentum*). Revista Internacional de Propiedades de Alimentos. Universidad de California, Davis, EE. UU.

Uddin Ms, Hawlader Mna, Zhou L. 2001. Cinética de la degradación del ácido ascórbico en kiwi seco durante el almacenamiento. Seco. Tech. IV Congreso Internacional De Ciencia Y Tecnología De Los Alimento, Córdoba, Argentina.

Ulloa, J, A; Ulloa, R P; Flores J R; Ulloa-Rangel B, E & Escalona H. 2007. Comportamiento Del Color En Bulbos Del Fruto De La Jaca (*Artocarpus heterophyllus*) Auto Estabilizados En Frascos De Vidrio Por La Tecnología De Obstáculos. Ciencia Y Tecnología Alimentaria. Sociedad Mexicana De Nutrición Y Tecnología De Alimentos México

Unadi, A., Fuller, R.J. Y Macmillan, R.H. 2002. Estrategias para el secado de tomates en un deshidratador de túnel. Tecnología de secado. Universidad de sonora. Revista de ciencias biológicas de la salud.

Vázquez-Vila, M, J; F. Chenlo Romero; Moreira Martínez P; Riva López. 2007. Rehidratación De Zanahorias Previamente Secadas Con Aire Y Deshidratadas Osmóticamente. Xi Congreso Internacional De Ingeniería De Proyectos.

Vieira Mc, Teixeira, Aa, Y Silva Clm. 2000. Mathematical Modeling of the Thermal Degradation of Total Vitamin C in Cuapagú (*Theobroma grandiflorum*) Nectar. J.Food Eng.

Witrowa-Rajchert, D. & Rzaça, M. 2009. Efecto del método de secado en la microestructura y las propiedades físicas de las manzanas secas. Tecnología de secado. Grupo de Investigación de Agroindustria de Frutas Tropicales. Universidad Quindío.

Wittig, P, E.2001. Evaluación Sensorial. Una Metodología Actual Para Tecnología De Alimentos [En Línea] [Http://Mazinger.Sisib.Uchile.Cl/Repocitorio/Lb/Ciencias_Quimicas_Y_Farmaceuticas/Wittinge01/](http://Mazinger.Sisib.Uchile.Cl/Repocitorio/Lb/Ciencias_Quimicas_Y_Farmaceuticas/Wittinge01/).

Weston R. 1986. Boletín Del Consejo de Frutas Raras de Australia, Inc. Australia Post. Pub.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza de carotenoides.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1835.71	1	1835.71	1.09	0.3547
Tratamientos	1835.71	1	1835.71	1.09	0.3547
Error	6712.97	4	1678.24		
Total	8548.68	5			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=92.86939

Error: 1678.2417 gl: 4

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T1	1449.24	3	23.65 A
T2	1484.23	3	23.65 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 2. Análisis de varianza para vitamina C.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	40.98	1	40.98	16.20	0.0158
Tratamientos	40.98	1	40.98	16.20	0.0158
Error	10.12	4	2.53		
Total	51.10	5			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.60556

Error: 2.5296 gl: 4

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T1	101.11	3	0.92 A
T2	106.34	3	0.92 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 3. Análisis de varianza para Color en fresco y seco.

➤ Análisis de la varianza en fresco

b

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	40.48	1	40.48	5.27	0.0509
Tratamientos	40.48	1	40.48	5.27	0.0509
Error	61.50	8	7.69		
Total	101.98	9			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.04365

Error: 7.6872 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.
CT2F	48.40	5	1.24 A
CT1F	52.42	5	1.24 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

a

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.67	1	0.67	0.12	0.7365
Tratamientos	0.67	1	0.67	0.12	0.7365
Error	44.20	8	5.53		
Total	44.87	9			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.42818

Error: 5.5252 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.
CT1F	0.46	5	1.05 A
CT2F	0.05	5	1.05 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

L

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	17.74	1	17.74	1.16	0.3136
Tratamientos	17.74	1	17.74	1.16	0.3136
Error	122.78	8	15.35		
Total	140.52	9			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=5.71356

Error: 15.3474 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.
CT1F	71.15	5	1.75 A
CT2F	73.82	5	1.75 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

➤ Análisis de la varianza en seco

b

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	88.92	1	88.92	2.75	0.1358
Tratamientos	88.92	1	88.92	2.75	0.1358
Error	258.61	8	32.33		
Total	347.53	9			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=8.29211

Error: 32.3259 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.
CT2S	38.57	5	2.54 A
CT1S	44.54	5	2.54 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

a

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

_F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.02	1	1.02	0.10	0.7595
Tratamientos	1.02	1	1.02	0.10	0.7595
Error	81.14	8	10.14		
Total	82.16	9			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.64474

Error: 10.1425 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.
CT1S	11.19	5	1.42 A
CT2S	11.83	5	1.42 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

L

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	202.14	1	202.14	2.74	0.1367
Tratamientos	202.14	1	202.14	2.74	0.1367
Error	590.95	8	73.87		
Total	793.09	9			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=12.53486

Error: 73.8685 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.
CT2S	54.66	5	3.84 A
CT1S	63.65	5	3.84 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 4. Análisis de varianza para reducción de tamaño.

➤ Fresco

Grosor

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4.3E-03	3	1.4E-03	0.04	0.9865
tratamientos	4.3E-03	3	1.4E-03	0.04	0.9865
Error	0.20	6	0.03		
Total	0.20	9			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.63965

Error: 0.0328 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.
LT1F	0.75	4	0.09 A
LT2F	0.77	3	0.10 A
L T2F	0.80	2	0.13 A
L T1F	0.80	1	0.18 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Largo

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.19	3	0.06	0.18	0.9045
Tratamientos	0.19	3	0.06	0.18	0.9045
Error	2.13	6	0.36		
Total	2.33	9			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.10714

Error: 0.3557 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.
LT2F	5.67	3	0.34 A
LT1F	5.73	4	0.30 A
L T2F	6.00	2	0.42 A
L T1F	6.00	1	0.60 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Ancho

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

_F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.10	3	0.03	0.39	0.7661
Tratamientos	0.10	3	0.03	0.39	0.7661
Error	0.50	6	0.08		
Total	0.60	9			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.01907

Error: 0.0832 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.
L T2F	1.65	2	0.20 A
LT2F	1.67	3	0.17 A
LT1F	1.73	4	0.14 A
L T1F	2.00	1	0.29 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

➤ Seco

Largo

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.32	3	0.77	1.48	0.3113
Tratamientos	2.32	3	0.77	1.48	0.3113
Error	3.13	6	0.52		
Total	5.44	9			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.54979

Error: 0.5208 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.
LT2S	3.80	1	0.72 A
L T2S	4.90	4	0.36 A
LT1S	5.00	3	0.42 A
L T1S	5.65	2	0.51 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Ancho

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.54	3	0.18	2.50	0.1569
Tratamientos	0.54	3	0.18	2.50	0.1569
Error	0.43	6	0.07		
Total	0.98	9			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.95040

Error: 0.0724 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.
L T2S	1.03	4	0.13 A
L T1S	1.10	2	0.19 A
LT2S	1.20	1	0.27 A
LT1S	1.57	3	0.16 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Grosor

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.03	3	0.01	1.52	0.3019
Tratamientos	0.03	3	0.01	1.52	0.3019
Error	0.04	6	0.01		
Total	0.07	9			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.28546

Error: 0.0065 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.
LT2S	0.20	1	0.08 A
L T1S	0.25	2	0.06 A
L T2S	0.28	4	0.04 A
LT1S	0.37	3	0.05 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 5. Análisis de varianza para reducción de tamaño comparación del antes y el después.

Largo

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5.87	7	0.84	1.91	0.1542
Tratamientos	5.87	7	0.84	1.91	0.1542
Error	5.26	12	0.44		
Total	11.13	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.44553

Error: 0.4383 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
LT2S	3.80	1	0.66 A
L T2S	4.90	4	0.33 A
LT1S	5.00	3	0.38 A
L T1S	5.65	2	0.47 A
LT2F	5.67	3	0.38 A
LT1F	5.73	4	0.33 A
L T1F	6.00	1	0.66 A
L T2F	6.00	2	0.47 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Ancho

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.89	7	0.27	3.47	0.0285
Tratamientos	1.89	7	0.27	3.47	0.0285
Error	0.93	12	0.08		
Total	2.82	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.03023

Error: 0.0778 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
L T2S	1.03	4	0.14 A
L T1S	1.10	2	0.20 A
LT2S	1.20	1	0.28 A
LT1S	1.57	3	0.16 A
L T2F	1.65	2	0.20 A
LT2F	1.67	3	0.16 A
LT1F	1.73	4	0.14 A
L T1F	2.00	1	0.28 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Grosor

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.19	7	0.17	8.62	0.0007
Tratamientos	1.19	7	0.17	8.62	0.0007
Error	0.24	12	0.02		
Total	1.42	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.51787

Error: 0.0197 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
LT2S	0.20	1	0.14 A
L T1S	0.25	2	0.10 A B
L T2S	0.28	4	0.07 A B
LT1S	0.37	3	0.08 A B C
LT1F	0.75	4	0.07 B C
LT2F	0.77	3	0.08 B C
L T2F	0.80	2	0.10 C
L T1F	0.80	1	0.14 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 6. Firmeza.

Análisis de la varianza

R1

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	88.60	1	88.60	2.34	0.1570
tratamientos	88.60	1	88.60	2.34	0.1570
Error	378.36	10	37.84		
Total	466.96	11			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=7.91289

Error: 37.8361 gl: 10

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T2	5.23	6	2.51 A
T1	10.66	6	2.51 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

R2

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	620.86	1	620.86	2.54	0.1420
tratamientos	620.86	1	620.86	2.54	0.1420
Error	2443.81	10	244.38		
Total	3064.67	11			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=20.11016

Error: 244.3812 gl: 10

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T2	10.81	6	6.38 A
T1	25.20	6	6.38 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

R3

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	664.18	1	664.18	3.83	0.0789
tratamientos	664.18	1	664.18	3.83	0.0789
Error	1734.75	10	173.48		
Total	2398.94	11			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=16.94341

Error: 173.4755 gl: 10

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T2	10.70	6	5.38 A
T1	25.58	6	5.38 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

R4

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	215.07	1	215.07	2.30	0.1601
tratamientos	215.07	1	215.07	2.30	0.1601
Error	933.93	10	93.39		
Total	1149.00	11			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=12.43196

Error: 93.3934 gl: 10

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T2	5.98	6	3.95 A
T1	14.44	6	3.95 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

R5

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	74.39	1	74.39	6.14	0.0326
tratamientos	74.39	1	74.39	6.14	0.0326
Error	121.11	10	12.11		
Total	195.49	11			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.47678

Error: 12.1107 gl: 10

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T1	7.98	6	1.42 A
T2	12.96	6	1.42 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 7. Aceptación global.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.04	1	1.04	0.90	0.3542
Muestras	1.04	1	1.04	0.90	0.3542
Error	25.58	22	1.16		
Total	26.63	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.91301

Error: 1.1629 gl: 22

Muestras	Media	n	E.E.
720.00	6.67	12	0.31 A
853.00	7.08	12	0.31 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 8. Apariencia.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.04	1	1.04	0.85	0.3662
Muestras	1.04	1	1.04	0.85	0.3662
Error	26.92	22	1.22		
Total	27.96	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.93650

Error: 1.2235 gl: 22

Muestras	Medias	n	E.E.
720.00	6.33	12	0.32 A
853.00	6.75	12	0.32 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 9. Olor.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.38	1	0.38	0.09	0.7681
Muestras	0.38	1	0.38	0.09	0.7681
Error	92.58	22	4.21		
Total	92.96	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.73685

Error: 4.2083 gl: 22

Muestras	Medias	n	E.E.
720.00	5.92	12	0.59 A
853.00	6.17	12	0.59 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 10. Textura.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.17	1	0.17	0.07	0.7924
Muestras	0.17	1	0.17	0.07	0.7924
Error	51.67	22	2.35		
Total	51.83	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.29748

Error: 2.3485 gl: 22

Muestras	Medias	n	E.E.
853.00	7.00	12	0.44 A
720.00	7.17	12	0.44 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 11. Sabor.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.04	1	0.04	0.04	0.8361
Muestras	0.04	1	0.04	0.04	0.8361
Error	20.92	22	0.95		
Total	20.96	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.82555

Error: 0.9508 gl: 22

Muestras	Medias	n	E.E.
853.00	6.92	12	0.28 A
720.00	7.00	12	0.28 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)