



**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE
HUATUSCO**

**DETERMINACIÓN MICROBIOLÓGICA,
FISICOQUÍMICA Y ANÁLISIS SENSORIAL EN PULPA
DE TAMARINDO (*Tamarindus indica L.*)**

OPCION I

TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

PRESENTA:

ANA PELAYO HUERTA

DIRECTOR DE TESIS:

ING. ESTEBAN GUTIÉRREZ PEÑA

CO-DIRECTOR DE TESIS:

DR. ADÁN CABAL PRIETO

HUATUSCO, VER.

JUNIO DE 2018

Huatusco, Ver., a 01 de Junio de 2018.

C. ANA PELAYO HUERTA
PASANTE DE LA CARRERA DE
ING. EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
PRESENTE.

En relación a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación que después de haber sido analizado exhaustivamente la Tesis (opción I) titulado:

**"DETERMINACIÓN MICROBIOLÓGICA, FISICOQUÍMICA Y ANALISIS SENSORIAL EN PULPA
DE TAMARINDO (*Tamarindus indica* L).**

Se le notifica que a mi juicio este cumple con los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes de Tesis (opción I), por lo que se autoriza su impresión.

ATENTAMENTE.



ING. DAVID GERARDO VELASCO GONZÁLEZ
DIRECTOR DEL ITSH.



Avenida 25 poniente num. 100 Col. Reserva Territorial
Huatusco, Veracruz, México. C.P. 94100
Tel. (01 273-734-40-00). e-mail: ite_huatusco@hotmail.com
www.itshuatusco.edu.mx





DEDICATORIA

A DIOS

Agradezco a Dios y mi virgencita de Guadalupe

Por todas las bendiciones que siempre me han dado pero sobre todo por darme la oportunidad de culminar mi carrera profesional, por darme la maravillosa familia que tengo y por poner en mi camino a personas muy importantes.

A MIS PADRES

Gil Pelayo Coria y M. Clara Irene Huerta

Por enseñarme que con esfuerzo y dedicación todo es posible, por estar conmigo en los momentos más difíciles e importantes de mi vida, por educarme y convertirme en la persona que con orgullo soy ahora.

A MIS HERMANOS

Alejandro, Jesús e Ismael

Por el apoyo económico pero sobre todo por depositar su confianza en mí, y a mis demás hermanos por todo su apoyo y por sus valiosas palabras que siempre me motivaron a seguir adelante

A MIS HERMANAS

Lupita, Lidia y Nelly

Por sus palabras, apoyo, cariño y comprensión que siempre me han brindado incondicionalmente.

A Edgar Vásquez, mi novio que hasta el final de mi carrera profesional ha estado a mi lado apoyándome siempre y en todo momento.



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos por estar en cada momento, por ayudarme y apoyarme cuando más lo necesite, por ser tan especiales al enseñarme cada uno de ustedes que el culminar mis estudios era mi meta y que la tenía que alcanzar...

Por darme fuerza y fortaleza, cuando parecía que no encontraría el final.

También agradezco al Ingeniero José Luis Cancino Franklin por haberme dado la oportunidad de formar parte de la empresa Frutos de la Tierra y del Mar S.A de C.V. Durante mi residencia profesional. Pero sobre todo por brindarme su apoyo moral y económico para concluir mi residencia profesional, por darme su confianza para formar parte de su equipo de trabajo, lo que para mí fue muy importante porque el aprender de cada uno de ellos, me ha hecho una persona preparada y con experiencia para el ámbito laboral.

Agradezco al Ingeniero Esteban Gutiérrez Peña al Ingeniero Adán Cabal Prieto y a la maestra Leticia Rendón por sus enseñanzas y dedicación pero sobre todo por su paciencia y a todos mis profesores porque han sido muy importantes e indispensables en mi formación académica.

A todos y a cada uno de ustedes muchas gracias!!



INDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	10
2. JUSTIFICACIÓN	12
CAPITULO I GENERALIDADES.....	13
3. MARCO TEÓRICO.....	13
3.1 DESCRIPCIÓN DEL TAMARINDO.....	13
3.2 GENERALIDADES Y DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	15
3.3 BACTERIAS, MOHOS Y LEVADURAS QUE SE DESARROLLAN EN EL TAMARINDO	15
3.4 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL TAMARINDO	17
3.5 IMPORTANCIA DEL CULTIVO.....	17
Mundial.....	17
NACIONAL	18
3.6 INFESTACIÓN EN LA PULPA DE TAMARINDO	18
3.7 USOS DEL TAMARINDO	19
Comestibles.....	19
Medicinales	19
3.8 ESTABILIDAD Y CONTENIDO DEL TAMARINDO.....	20
3.9 COMPOSICIÓN NUTRIMENTAL DEL TAMARINDO.....	21
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	22
5. HIPÓTESIS	23
6. OBJETIVOS.....	23
6.1 OBJETIVO GENERAL.....	23
6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
CAPITULO II APLICACIÓN DE METODOLOGIAS	24
7. MATERIALES.....	24
7.1 INSUMOS	24
7.2 EQUIPOS	26
8. MÉTODOS.....	27
8.1 ELABORACIÓN DE PULPA DE TAMARINDO CON SUS FORMULACIONES DIFERENTES.....	27
8.2 TAMARINDO CON ARÁNDANOS.....	29
8.3 TAMARINDO CON PASAS	29
8.4 TAMARINDO CON CHILE GUAJILLO	29
8.5 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	29
8.6 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS	31
8.6.1 °Brix.....	31
8.6.2 pH.....	31
8.6.3 Porcentaje de humedad	32
8.7 DETERMINACIÓN PARA ANÁLISIS SENSORIAL HEDÓNICO	34



9. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	35
10. PRODUCTOS ELABORADOS A PARTIR DE PULPA DE TAMARINDO	38
10.2 PROPIEDADES REOLÓGICAS DE LA PULPA EDULCORADA DE TAMARINDO.....	39
CAPITULO III ANALISIS DE RESULTADOS	41
11. PULPAS COMBINADAS	41
13. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.....	42
14. ANÁLISIS FISICOQUÍMICO	45
15. ANÁLISIS SENSORIAL	50
Datos obtenidos de la prueba sensorial.....	56
CONCLUSIONES	58
GLOSARIO	59
ANEXOS	61
IMÁGENES DE PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DE PULPA DE TAMARINDO	62
IMÁGENES DE PROCESO DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO	66
IMÁGENES DE ANÁLISIS SENSORIAL.....	70
BIBLIOGRAFÍA	71



INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Principales componentes del tamarindo.	14
Tabla 2: Composición química del tamarindo por c/ 100 gr de porción comestible	21
Tabla 3: Porcentaje de material en la elaboración de pulpa de tamarindo con chile (arándanos)	25
Tabla 4: Porcentaje de material utilizado en la pulpa de tamarindo con chile (pasas).....	25
Tabla 5: Porcentaje de material utilizado en la pulpa de tamarindo con chile (pasas).....	25
Tabla 6: Equipo utilizado para la elaboración de las pulpas de tamarindo.....	26
Tabla 7: Equipo utilizado para los analisis microbiológicos	26
Tabla 8: Equipo utilizado para analisis fisicoquímico.....	27
Tabla 9: Equipo utilizado para analisis sensorial	27
Tabla 10: Resultado de analisis microbiológicos en los productos elaborados.....	42
Tabla 11: Determinación de analisis fisicoquimico.	45
Tabla 12: Determinación, resultados, referencia y discusión. (Pulpa de tamarindo con chile guajillo).	47
Tabla 13: Resultados de determinación de analisis fisicoquímico de pulpa de tamarindo con arándanos.	49
Tabla 14: Calificaciones asignadas por los catadores.	56
Tabla 15: Escala hedónica.....	57



INDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Diagrama de flujo.....	37
Ilustración 2: Resumen de discusión de análisis microbiológicos.....	44
Ilustración 3: Formato de análisis físicoquímico a_w	62
Ilustración 5: Pesado de pulpa de tamarindo.....	63
Ilustración 4: Pesado de pulpa de tamarindo.....	63
Ilustración 6: Pesado de aditivos.....	63
Ilustración 7: Cocción del tamarindo.....	63
Ilustración 11: Homogenización de pulpa.....	64
Ilustración 14: Selladora de envases.....	65
Ilustración 15: Acomodo de envases.....	65
Ilustración 16: Pulpa envasada.....	66
Ilustración 18: Refractómetro.....	66
Ilustración 17: Potenciómetro.....	66
Ilustración 20: Plato de aluminio.....	67
Ilustración 19: Termo-balanza.....	67
Ilustración 22: Bolsa pouch.....	67
Ilustración 21: Pesado de bolsa pouch.....	67
Ilustración 24: Adición de agua destilada.....	68
Ilustración 23: Pesado de pulpa.....	68
Ilustración 26: Agitación de agua destilada c/ pulpa de tamarindo.....	68
Ilustración 25: Adición de muestra de tamarindo para análisis de aerobios y anaerobios.....	68
Ilustración 28: Aplicación de muestra de tamarindo, determinación Mohos y levaduras.....	69
Ilustración 27: Aplicación de muestra de tamarindo, determinación <i>E.coli</i> y coliformes.....	69
Ilustración 30: Incubadora para análisis microbiológicos.....	69
Ilustración 29: Recuento de microorganismos.....	69
Ilustración 31: Muestras para análisis sensorial.....	70
Ilustración 32: Degustación.....	70
Ilustración 33: Llenado de formatos en resultados de análisis sensorial.....	70



INDICE DE GRAFICAS

Grafica 1: Evolución de rendimientos en formulaciones diferentes.	41
Grafica 2: Determinación en pH.....	46
Grafica 3: Determinación en grados Brix.....	48
Grafica 4: Determinación de humedad.....	49
Grafica 5: Análisis comparativo respecto al color.	50
Gráfica 9: Gráfico comparativo con respecto a la acidez.	55



1. INTRODUCCIÓN

En México, el tamarindo se cultiva principalmente en los estados de la región del Pacífico, donde se cuenta con cerca de 3,000 ha de tamarindo que producen más de 4,600 ton de fruta por año. En los últimos años, se ha incrementado el interés hacia este frutal y actualmente representa una alternativa económicamente rentable para los productores mexicanos (**Orozco, 2005; González, 2009; SAGARPA, 2010**). Industrialmente la pulpa extraída del tamarindo se utiliza para la preparación de concentrados, licores, néctares y jugos. La fibra y la cáscara son subproductos en estas industrias y representan aproximadamente el 22.4% del peso de la fruta. Estos subproductos se desaprovechan debido a que no se cuenta con ninguna tecnología para su aprovechamiento (**Askar et al., 1987; Gunasena y Hughes, 2000; Pino et al., 2004; Shehla et al., 2007; González-Palomares, 2009**).

En este trabajo se desarrolló el método para el aprovechamiento de la fibra de tamarindo mediante la elaboración de pulpa sensorialmente aceptables y con un valor agregado al producto de desecho. El trabajo experimental tiene un alcance importante desde el punto de vista industrial y económico, considerando que se apoya al aprovechamiento integral del fruto de tamarindo (**Alatríste y Rosas, 2009**). Por lo anterior se hizo una evaluación para conocer la aceptación sensorial de la pulpa elaboradas y evaluar la estabilidad de tres formulaciones diferentes mediante el análisis de características fisicoquímicas y microbiológicas con la finalidad de explicar con antecedentes y fundamentos químicos el comportamiento de las muestras en el producto obtenido.



En el sector agropecuario, con frecuencia la información generada en los procesos de innovación en las empresas no ha sido sistematizada, clasificada o valorizada, por lo que se considera importante realizar este trabajo de elaboración de pulpa de tamarindo, como una responsabilidad de sistematizar información que aporte elementos de análisis sobre los factores que hacen un caso exitoso basado en la innovación dentro de la industria de los alimentos (**Castañeda V. Diciembre 2010**).

Aproximadamente el 20% de las frutas y verduras recolectadas se pierden por deterioro microbiano producido por alguna de las 250 enfermedades de mercado, los agentes causantes de deterioro siendo bacterias y hongos los más importantes **Pineda, Y.M. (Septiembre 20, 2013)**.

Según (**Barbeiros, et al 1995**) con el deterioro de los alimentos se reflejan los defectos de aspectos como modificaciones químicas (valor nutritivo, caracteres organolépticos, dificultades de contaminación) así como la problemática sanitaria: patógena, alérgeno y toxica.

Los agentes causantes de deterioro pueden ser bacterias, mohos y levaduras; siendo bacterias y mohos lo más importantes. **Pisabarro Antonio G. (2007)**.

Los encargados de verificar la seguridad e higiene son: El supervisor o el integrante de la comisión mixta de seguridad e higiene tiene la responsabilidad del área de producción en caso de que surja un accidente o incidente en la elaboración de pulpa de tamarindo el cual la persona asignada será aplicada una sanción. **Sagarpa. (2001)**.



2. JUSTIFICACIÓN

Las enfermedades transmitidas por alimentos (E T A 's) se deben en su mayoría a la ingestión de alimentos y/o agua contaminada en cantidades suficientes para afectar la salud del consumidor. La contaminación bacteriana suele ser la de mayor frecuencia, seguida por parásitos, virus y hongos; estos microorganismos pueden estar presentes en una gran variedad de alimentos, conocidos como de alto y bajo riesgo clasificados así según su contenido de proteínas y carbohidratos (**OMS/FAO, 2008**).

Se pretende que al elaborar y hacer una combinación con arándanos o algún otro fruto, que sea factible en combinación con el tamarindo, obtener un mayor rendimiento el cual favorezca en la producción y sea factible para la empresa.

El control y análisis "físicoquímicos como microbiológicos de pulpa de tamarindo" tienen la finalidad de eliminar riesgos de contaminación o crecimiento microbiano en la obtención del producto final ofreciendo un producto libre de microorganismos que puedan dañar la salud del consumidor.

Así mismo llevar a cabo un análisis sensorial hedónico discriminativo para obtener el mejor producto según los catadores.

Proporcionando técnicas y métodos experimentales adecuados para el análisis proximal y funcional para la pulpa de tamarindo, que permitan tener actitudes de prevención y control en los procesos de producción generándose con esto la optimización de los recursos y la aplicación de los estándares de calidad. Proporcionar las herramientas analíticas y poder identificar si las muestras obtenidas son funcionales desde el punto de vista químico, microbiológico y sensorial.



En esta metodología se trabajará con algunos tipos de frutos que favorezcas la combinación de pulpa de tamarindo, pretendiendo aprovechar al máximo la recolección de traspatio y disminuir perdidas en la región central del estado de Veracruz. Obtener un producto fuera de lo común dentro del mercado de la confitería y a su vez ofrecer al consumidor un producto altamente nutritivo y que disminuye algunas enfermedades como cáncer, colitis, y funciona como antioxidante. **Ocampo, R.A. 1994.**

Con la aplicación proporcionada a este proyecto de investigación se pretende que la empresa sea más competitiva, por lo tanto se realizará la pulpa de tamarindo combinada con arándanos, de alta calidad con la finalidad de que dicha empresa extienda su gama de productos elaborados a base de frutos para abrir nuevos mercados nacionales e internacionales.

En Frutos de la Tierra y del Mar S. A de C.V. tienen el compromiso de asegurar la calidad del producto al cliente así como el dar valor agregado a los productos agrícolas de la región. Y que se cuente con un registro de sistema de calidad, generando la garantía de ser una empresa altamente competitiva.

CAPITULO I GENERALIDADES

3. Marco teórico

3.1 Descripción del tamarindo

Es una vaina de color café canela de forma alargada semicurva de 6 a 20 cm de longitud y de 3 a 4 cm de ancho, en periodo de maduración las vainas se tornan de un ligero color pardo con epicarpio quebradizo, conteniendo varias semillas (usualmente de 3 a 10) envueltas por una pulpa fibrosa de color café oscuro, los



estrechamientos parciales de la vaina muestran el número de semillas contenidas en cada fruto (**Salunkhe y Desai, 1984**).

La pulpa obtenida del tamarindo es un producto agroindustrial que representa un considerable valor económico en muchas partes del mundo de ahí la importancia de conocer las características de sus productos derivados para poder efectuar procesos de conservación y poder trasladarlos a muchas partes del mundo (**Osawa, 1994**).

La pulpa del tamarindo se emplea en la elaboración de jugos, néctares y salsas. Por sus propiedades laxativas se emplea en el estreñimiento habitual y hepático biliar (**Osawa, 1994**) En la tabla 1 se describen los principales componentes del tamarindo, los cuales son de suma importancia que aportan nutrimentos esenciales al consumidor.

Tabla 1: Principales componentes del tamarindo.

Acido tartárico
Azucares
Vitamina B
Hierro
Calcio



3.2 Generalidades y descripción botánica

Nombres comunes en México: *Tamarindo* (Rep. Mex.); *Pachuhuk*, *Pachuhul*, *Pah'ch'uhuk* (Yuc)

Nombre científico: *Tamarindus indica* L.

Familia: *Leguminosae* (*Fabaceae*)

Subfamilia: *Caesalpinioideas*

Estatus: *Introducida* al Nuevo Mundo entre los años 1700 y 1800, probablemente llevado con los primeros embarques de esclavos del oeste de África. En México Se llega a encontrar en Forma *Silvestre* en las costas del Pacífico, principalmente en los estados de Jalisco, Colima y Guerrero. Especie ampliamente Cultivada en la mayoría de las regiones tropicales (**Orozco Santos M., 2001.**)

Hábitat: Se encuentra en los lugares de clima cálido semiseco, aunque puede prosperar también en climas cálido húmedos. Su rango de precipitación va desde 800 a 1,400 mm por año crece a orillas de caminos y es común alrededor de las casas. Prospera bien en terrenos profundos con buen drenaje, textura de migajón-arcillo arenoso y un pH de 6.5 a 7.5, puede sin embargo vegetar en suelos ligeramente ácidos, relativamente pobres o crecer en terrenos calcáreos siempre y cuando se le dé una buena fertilización y se cuente con agua para riegos en períodos secos (**Orozco Santos M., 2001.**)

3.3 Bacterias, mohos y levaduras que se desarrollan en el tamarindo

El tamarindo a emplear fue adquirido en la central de abastos de la ciudad de Puebla, se llevó al laboratorio del Departamento de Bioquímica-Alimentos, de la



Facultad de Ciencias Químicas de la BUAP, se descascarilló separando la cáscara, el hueso y la pulpa. Para la cáscara y el hueso se utilizó una molienda en molino Willey empleando la malla del No. 20. La pulpa se dejó reposar en la mínima cantidad posible de agua destilada estéril durante una noche (**Hernández, H. 1986.**)

El resultado no mostró actividad antimicrobiana. Se buscó entonces otro componente (no hidrosoluble) de cada porción extrayendo los aceites de la cáscara, hueso y pulpa con éter etílico anhidro; el aceite obtenido se diluyó 1:1 en caldo Soya-tripticasa, por otra parte se realizó un vertido en placa agregando el aceite en concentraciones 10-1, 10-2, y 10-3 al medio de cultivo. Se emplearon en esta ocasión como microorganismos de prueba a *Staphylococcus aureus*, *Escherichia Coli* y *Pseudónimas Sp.* (Las cepas fueron proporcionadas por el Laboratorio de Microbiología Infecciosa de la Facultad de Ciencias Químicas de la BUAP).

La selección de las cepas antes mencionadas se realizó con la intención de tener representantes de los grupos Gram (+) y Gram (-) de las bacterias. (**Hernández, H. 1986.**)

El tamarindo (*Tamarindus indica*) presenta actividad antimicrobiana contra bacterias, específicamente *Escherichia Coli*. El efecto antimicrobiano se presenta particularmente en la fracción liposoluble a partir de la pulpa. De acuerdo con los resultados obtenidos, el efecto antimicrobiano se debe a una acción contra la pared microbiana. La molécula más probablemente involucrada en la acción antes mencionada tiene características de aldehído (**Orozco y Hernández 2011**)



3.4 Origen y distribución del tamarindo

El cultivo del tamarindo es originario de las sabanas secas de África tropical, cultivado también en otros países tropicales donde con frecuencia se ha asilvestrado. Los árboles maduros pueden alcanzar hasta una altura de 25 m, con diámetros en la parte basal 1.50m (**García, C.J 2011**).

Actualmente los mercados principales para la venta de tamarindo son: México, D.F., Guadalajara y Monterrey. El producto llega a esos mercados por los canales ya establecidos por los intermediarios del fruto (**Carranco, A. 2010**).

Sin embargo hay un mayor conocimiento del comportamiento del mercado al conocer proyecciones de volumen de producción de otros estados e intercambio de información de precios, lo que les permite realizar mejores negociaciones al momento de fijar precios a su fruto **Moreno, v. (2010)**.

3.5 Importancia del cultivo

Mundial.

Las estadísticas de superficie y producción de tamarindo a escala mundial son escasas; la India es el país más importante, con una producción anual de 250 mil toneladas de fruta, que equivalen a 29,880 toneladas de pulpa. Este país exporta anualmente 3,000 toneladas de fruta; se estima que existen alrededor de 50 mil hectáreas plantadas de tamarindo. Tan solo en el estado de Tamil Nadu al sur de la India se cultivan cerca de 10,000 hectáreas. Otros países con plantaciones comerciales son Filipinas, Vietnam, Pakistán, México, Brasil, Belice, Guatemala y Costa Rica. **Escudero J.C. (2008)**.



Nacional

En la República Mexicana se cultivan 5,901 hectáreas de tamarindo; el 72.4% se desarrolla bajo condiciones de temporal y el 27.6% restante bajo riego. La producción total de fruta en el país es de 29,419 toneladas anuales, con un valor de 80.9 millones de pesos (**Orozco Santos, M. 2001**). El principal productor de tamarindo en México es Colima, con una superficie de 2,075 hectáreas establecidas (53% de riego), lo cual representa el 35% de la superficie total nacional. En segundo lugar se encuentra Guerrero con 1,929 hectáreas, Oaxaca con 513, Michoacán con 330, Chiapas con 298, Jalisco con 265 y Veracruz con 205 hectáreas. **Escudero J.C. (2008)**.

3.6 Infestación en la pulpa de tamarindo

La infestación inicial ocurre en campo al ovipositar sobre las vainas de tamarindo adheridas a los árboles, justo en el momento de cesar su crecimiento cuando la pulpa inicia a cambiar de color verde a café (noviembre y diciembre). La larva se desarrolla en el interior del fruto y la presencia de adultos aparece en el almacén (**Sagarpa Junio 19, 2014**). Los huevos se depositan de manera aislada sobre la superficie de las vainas, los cuales están pegados a la cáscara con una sustancia adhesiva.

Las principales plagas en el árbol de tamarindo así como en sus vainas, son *C. serratus* es originario de África, donde se reproduce en la fruta de algunas especies de árboles de la familia Caesalpinaceae: *Bauhinia rufescens* Lam., *Cassia sieberiana* D.C., *C. arereh* Del., *Piliostigma thonningii* Schum y *T. indica* L (**Robert 1985**).



Otros hospederos corresponden a los géneros Acacia, Albizia, Caesalpinia, Pongamia, Prosopis, y Senna. También se ha reportado como una plaga importante del cacahuete (*Arachis hypogaea L.*) en el continente Africano Sin embargo, en México sólo se ha consignado como un problema en tamarindo (*Sagarpa, Junio 19, 2014*).

3.7 Usos del tamarindo

Comestibles

El fruto tierno de sabor agrio se utiliza como condimento para alimentos como el arroz, pescado y carnes rojas.

La fruta fresca completamente madura puede ser consumida directamente como golosina tanto por niños como por adultos. La cáscara de los frutos maduros se desprende fácilmente de la pulpa y las fibras longitudinales son removidas al agarrar con una mano el tallo o pedúnculo y con la otra deslizar la pulpa hacia abajo. Con el fruto descascarado o "pelado", la pulpa puede ser preparada en una gran variedad de productos (*Orozco Santos, M. (2001, Diciembre)*).

La pulpa de tamarindo azucarada es frecuentemente preparada como una confitura, utilizando frutos frescos, maduros y sin deshidratar.

Durante mucho tiempo el tamarindo ha sido una bebida popular en los trópicos; en la actualidad es preparada en forma natural o como gaseosa en México, Guatemala, Puerto Rico y otras partes del mundo (*Orozco, S. Diciembre 2001*).

Medicinales

El tamarindo es de las frutas tropicales con los niveles más bajos de agua y probablemente como consecuencia tienen los niveles más altos de proteína, carbohidratos y minerales que ninguna otra fruta.



El fruto del tamarindo, árbol conocido científicamente como *Tamarindus indica*, tiene propiedades diuréticas, esto se debe a que posee una gran cantidad de potasio. Esta propiedad genera un aumento de la diuresis, por lo cual sirve para el tratamiento y la prevención de los cálculos renales e infecciones urinarias. Una de las mejores formas de aprovechar esta propiedad es consumiendo zumos de tamarindo o ingiriendo su fruto **Bortuano L.M. (2016)**.

Ayuda a eliminar toxinas presentes en nuestro organismo. Comer de manera regular el fruto de este árbol o consumir zumos de tamarindo ayudará a que nuestro cuerpo esté más sano. Sólo o en combinación con jugo de lima, miel, leche, dátil, saborizantes o alcanfor, la pulpa es considerada efectiva como un tratamiento digestivo y como remedio para el mal humor, desordenes biliares y antiescorbútico. **Orozco, S. (Diciembre 2001)**.

3.8 Estabilidad y contenido del tamarindo

La vitamina C se puede usar como un índice de la retención de nutrientes durante el tratamiento térmico, ya que se considera como la más reactiva y hábil de las vitaminas, ésta resiste el procesamiento térmico y el almacenamiento, los demás nutrientes se verán poco afectados. **Priestley RJ (1979)**.

La pérdida de vitamina C en los alimentos genera en muchas de las ocasiones oscurecimiento, debido a la oxidación que presenta este compuesto a la temperatura, luz, pH, la disponibilidad de oxígeno, presencia de metales y ciertas sales, la presencia de otras vitaminas como la riovflavina así como a ciertas enzimas específicas entre las que podemos citar a la fenolasa, peroxidasa, ácido ascórbico oxidasa, además compuestos tales como los términos y fenoles (que se presentan cantidades considerables en el fruto) pueden inducir la oxidación de la vitamina. **Moser, U., and Bendich, A., (1991)**.



3.9 Composición nutrimental del tamarindo

La composición de las frutas también depende de la localidad (Tabla 2). Tamarindo tiene un bajo contenido de agua y un alto nivel de proteínas, carbohidratos (60-72%) y minerales el contenido de sólidos solubles varía de 54 69,9q Brix (**Benereo et al., 1974**) han informado. Que la pulpa de una procedencia Nigeriana era pobre en proteínas (87,9 g / kg) y Aceite (25,3 g / kg) Soloviev et al. (2004) analizaron la composición de los frutos, en relación con los azúcares estables totales, la acidez libre total y el contenido de agua en uno de genotipos en

Senegal. Estos caracteres químicos varían ampliamente, pero menos que los biométricos relacionados con la caracterización morfológica. Tales estudios son útiles en la selección de genotipos adecuados para domesticación.

Tabla 2: Composición química del tamarindo por c/ 100 gr de porción comestible.

Componente		Tamarindo	Pulpa de tamarindo
Agua (%)		12.6-34.2	28-42
Proteína (%)		1.4-3.3	1.0-1.5
Lípidos (%)		0.6-1	0.4-0.8
Carbohidratos (%)		59.7-71.8	27-48
Cenizas (%)		1.5-4.5	1.0-3.5
Fibra (%)	Pectina	3-5	2-2.6
	Celulosa	3-4	2-4

Fuente: National Academy of Sciences (1979).



4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La vida útil de anaquel de los alimentos, está determinada por el crecimiento de la actividad microbiana, que mediante condiciones adecuadas ciertos microorganismos; realizan un proceso de descomposición de la materia orgánica, ante dicha situación, el control del proceso de control de calidad permitirán la inhibición de bacterias analizándolo fisicoquímicamente y sensorial, por tanto estos análisis permitirán estudiar la pulpa y alargar la vida útil obteniendo un producto inocuo.

Además de apoyar a los agricultores y generar ganancias económicas a quiénes tengan árboles de tamarindo a tras patio, dándole un valor agregado para que no se desperdicie y sea aprovechado por la industria de los alimentos.

Por lo que se pretende elaborar una pulpa, adicionándole algún otro fruto para mejorar su sabor y ofrecer mayor calidad a los consumidores proporcionándoles un producto de novedad y que les favorezca contrarrestando algunas enfermedades y no perjudicarlos al consumir el producto, como lo hacen otros productos “chatarra” y se determinará mediante un análisis físico-químico, microbiológico, sensorial de forma hedónica discriminatoria de nueve puntos se compararán rendimientos para que a la empresa le sea viable la elaboración de este producto.



5. HIPÓTESIS

Las formulaciones realizadas a base de pulpa de tamarindo que determinarán los resultados de los análisis como el control físico-químico, microbiológico y sensorial que optimizando la estandarización del proceso y la inhibición microbiana, permitiendo un producto libre de cualquier tipo de contaminación. Con la finalidad de dar a conocer y aprovechar la materia prima las cuáles permitirán la obtención de un nuevo producto brindando un producto de calidad.

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo general

Elaborar y evaluar de pulpa de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) mediante las combinaciones de arándanos, pasas y chile guajillo, con la finalidad de asegurar la calidad, mediante los análisis físicoquímicos y microbiológicos en la empresa

Frutos de la Tierra y Del Mar S.A de C.V determinando mediante una prueba sensorial hedónica discriminativa los atributos organolépticos en el producto.

6.2 Objetivos específicos

1. Recopilar información y documentar para la implementación del análisis de pulpa de tamarindo.
2. Determinar análisis microbiológicos (E. Coli, Aerobios, Anaerobios, Mohos, Levaduras) y análisis físicoquímicos (pH, A_w y Brix.)



3. Realizar un análisis sensorial a la pulpa de tamarindo.

CAPITULO II APLICACIÓN DE METODOLOGIAS

7. Materiales

7.1 Insumos

Materia prima

Se utilizó la pulpa de tamarindo adicionado con, arándano, pasas, chile guajillo. Las pasas junto con el tamarindo, fue comprado en la central de abastos de la ciudad de Córdoba Veracruz, el cual fue extraído del estado de Guerrero, el arándano fue traído de la central de abastos y almidón modificado de innovación proactiva comercial S.A de C.V de la ciudad de Puebla, Puebla.

El presente trabajo se realizó en frutos de la tierra y del mar S.A de C.V. (LA CONSENTIDA) y otra parte de análisis en el laboratorio de microbiología en Cafés tostados de exportación (LOS PORTALES) en san Román y el análisis fisicoquímico en laboratorios ubicados en Córdoba Veracruz.



Tabla 3: Porcentaje de material en la elaboración de pulpa de tamarindo con chile (arándanos)

Cantidad	Materias primas e insumos	%
350 g	Tamarindo (Indica L.)	100%
350 g	Arándanos (<i>Vaccinium macrocarpon</i> Ait)	100%
40 g	Chile guajillo	11.42%

Tabla 4: Porcentaje de material utilizado en la pulpa de tamarindo con chile (pasas)

Cantidad	Materias primas e insumos	%
350 g	Tamarindo (Indica L.)	100%
350 g	Pasas	100%
25 g	Chile guajillo	7.14%

Tabla 5: Porcentaje de material utilizado en la pulpa de tamarindo con (chile guajillo)

Cantidad	Materias primas e insumos	%
350 g	Tamarindo (variedad)	100%
20%	Almidón modificado	5.71%
25%	Chile guajillo	7.14%



7.2 Equipos

En la tabla 6, Se muestran el equipo utilizado para la elaboración de pulpa de tamarindo en general para cada una de sus formulaciones.

Tabla 6: Equipo utilizado para la elaboración de las pulpas de tamarindo.

Marmita	
Estufa	
Balanza granataría	
Termómetro	
Bacula	
Colador industrial acero inoxidable	
Sellador industrial	
Cucharas	
Cubos de plástico c/ capacidad de 4 kg.	

Tabla 7: Equipo utilizado para los análisis microbiológicos

Equipo	
Mechero	
Agua esterilizada	Bolsas petrefilm
Toallas zanitizadas	Matraz Erlenmeyer
Alcohol	Incubadora
Pipeta	Jeringas
Matraz Erlenmeyer	Cerillos



Tabla 8: Equipo utilizado para análisis fisicoquímico.

Equipos
Balanza para determinar la humedad
Platillo de aluminio
Frasco lavador
Peseta
Vaso de precipitado
Potenciómetro
Papel de laboratorio
Refractómetro digital

Tabla 9: Equipo utilizado para análisis sensorial.

Equipos	
Formatos	Cucharas
Vasos	Servilletas
Agua	Bolígrafos

8. MÉTODOS

8.1 Elaboración de pulpa de tamarindo con sus formulaciones diferentes

El objetivo de este trabajo fue seleccionar la fruta, la pulpa o el concentrado de tamarindo (*Tamarindus indica L.*), según sus características fisicoquímicas más adecuadas para la producción de pulpa de tamarindo con chile. Utilizando diversas técnicas y herramientas para estandarizar el proceso.



La técnica de despulpado y filtración, conducen a la producción de pulpa; la cual se puede concentrar utilizando el diferencial de temperatura o humedad relativa / aw, la técnica a baja temperatura y baja humedad relativa se utiliza para conservar alimentos permitiendo la pérdida de agua por equilibrado, preservando compuestos volátiles y proteínas, vitaminas solubles en agua (**Schwartzberg 1990**).

1. Identificación y selección adecuada de las materias primas que caracterizan la pulpa de tamarindo, así como el tratamiento preferente. (Tratamiento térmico)
2. Posteriormente se realiza una comparación de las diversas fuentes para la elaboración del producto
3. Estandarización del método y la técnica apropiada para la elaboración de pulpa de tamarindo con chile.
4. Elaborar porcentajes de los ingredientes que se usarán (conservadores, aditivos y materia prima).
5. Pesar y tarar el recipiente que se utilizara durante la extracción de pulpa (Ver figura 3).
6. Pesar insumos (aditivos) (Ver figura 4)
7. Eliminación de la cáscara de los tamarindos, enjuague al chorro con agua, escurrirlos para su cocción, alcanzar la temperaturas de 95° se añaden los tamarindos sumergiéndolas totalmente, hasta llegar a los 100° en un lapso de diez minutos (Ver figura 6).
8. El proceso de cocción se mantendrá durante 10 min a una temperatura de 85°C (Ver figura 7).
9. Drenar agua de los tamarindos mediante un proceso de cernimiento, posteriormente triturar la pulpa para separar de las semillas (Ver figura 8).
10. Pesar la pulpa obtenida (Ver figura 12).



8.2 Tamarindo con arándanos

Se elaboró la de pulpa de tamarindo con la finalidad de mejorar el producto ya existente en el mercado obteniendo un producto nutritivo y de calidad, adicionándole un 30% de arándanos, realizando una mezcla homogénea, como se muestra, llevando a cabo un Reporte de análisis microbiológicos, fisicoquímicos y de rendimiento (Ver tabla 3).

8.3 Tamarindo con pasas

Se experimentó con pasas, para analizar las características físicas y organolépticas que resultaban al sustituir los arándanos, con la finalidad de obtener un producto de sabor natural pero con menor costo, a esta mezcla le se agregó el 30% de pasas, llevando a cabo el mismo procedimiento que se utilizó para la mezcla con los arándanos. En la (Tabla 4) se describen los porcentajes de cada una de las materias primas e insumos utilizados.

8.4 Tamarindo con chile guajillo

A esta fórmula no se le adiciono ningún fruto para no alterar sus características organolépticas, aprovechar el sabor natural y original que nos proporciona el tamarindo, solo con un 10% de chile guajillo en polvo para darle un poco de picor a la pulpa (Ver tabla 5).

8.5 Metodología para la determinación de análisis microbiológico

Los microorganismos alteran los constituyentes de los alimentos de forma que los desestabilizan permitiendo su menor duración y proporcionan compuestos que confieren sabores característicos a los alimentos que son producidos por ellos.



Esta faceta se complementa con la acción de microorganismos alterantes de los alimentos y responsables de su deterioro de forma que se hagan inaceptables por los consumidores. Desde el punto de vista sanitario, los alimentos son vehículos de infecciones (ingestión de microorganismos patógenos) o de intoxicaciones (ingestión de toxinas producidas por microorganismos) graves **Fraire, W. & Whestoff D.C. (1993).**

1. Rotular la bolsa de polietileno para identificarla con el número de lote (Ver figura 20).
2. Colocar 1 gramo de cada muestra de una forma aséptica en una bolsa de polietileno estéril (Ver figura 22).
3. Adicionar 10-9 mililitros de agua esterilizada con la ayuda de una pipeta estéril, como diluyente (Ver figura 23).
4. Agitar la dilución durante 2 minutos para lograr homogenizarlo (Ver figura 26)
5. Extraer con una jeringa un mililitro de cada muestra (Ver figura 25)
6. Verter la muestra en el centro de la plaqueta para (***E. Coli, Coliformes, aerobios, mohos y levaduras***) (Ver figura 25)
7. Para determinación de E.coli y Coliformes se coloca la plaqueta en la incubadora durante 24 horas. (Ver figura 29)
8. En el caso de aerobios mohos y levaduras se debe dejar incubar durante 48 horas.
9. **Interpretación de Resultados:** Colonias de salmón a rojo indican presencia de coliformes totales y colonias de azul oscuro a violeta indican presencia de coliformes fecales (Ver figura 30)



8.6 Metodología para la determinación de análisis fisicoquímicos

8.6.1 °Brix

Miden el cociente total de la sacarosa disuelta en un líquido los Brix en las frutas deben de estar de 68 a 70 Brix (**Godoy, R. 2002**) Con el apoyo de refractómetro xxx digital se tomas 3 gramos y se ubica el lector óptico del equipo para posteriormente tomará las lectura.

Se limpia perfectamente con papel para laboratorio y agua destilada el refractómetro marca ATAGO SMART- 1, y con ayuda de una cuchara se pone 3 gramos de concentrado de pulpa de tamarindo con chile en el lente, se deja durante 2 segundos y automáticamente arroja el resultado en la pantalla para tomar lectura (Ver figura 16).

Fundamento:

Los grados Brix (° BX) sirven para determinar el total de azucares presentes disueltas en un alimento. A este parámetro también se le llama concentración de solidos solubles.

Reactivos:



Muestra representativa



Agua destilada

8.6.2 pH

El pH (potencial de hidrogeno) es una medida de acidez o alcalinidad de unas solución. El pH indica la concentración de iones de hidrogeno [H³ O⁺] presentes.



En determinadas sustancias se mide mediante una escala que va de 0 a 14.

López, K. & Zambrano. (2012)

✚ Se realiza una solución de pulpa de tamarindo con chile y agua destilada en una agitación constante durante 2 minutos se deja en reposo por 3 minutos y posterior mente con la ayuda del potenciómetro marca (HANNA) se toma lectura del resultado. (Ver figura 17).

Fundamento:

Este método se basa en la medición electromagnética de la actividad de los iones hidrogeno presentes en la muestra del producto mediante un potenciómetro.

Reactivos:

- ✚ Solución buffer de pH 4.00 y 7.00 o 10.00
- ✚ Agua destilada

8.6.3 Porcentaje de humedad

La medición de actividad de agua es importante para cumplir con los requerimientos HACCP y también cumplir con las regulaciones del gobierno.

✚ Con una estufa marca MB45 OHAUS se determinó la humedad poniendo en el plato de aluminio 3.5 gramos de concentrado de pulpa de tamarindo con chile, dejándolo reposar durante 20 minutos a una temperatura de 120° C.



Una vez transcurrido el tiempo de espera se tomó lectura del resultado del análisis correspondiente. (Ver figura 18)

Fundamento

Es la cantidad de Humedad presente en un alimento. El método se basa en evaporar de manera continua el agua de la muestra y el registro continuo de la pérdida de peso, hasta que la muestra se situó a peso constante. El error de pesada en este método se minimiza cuando la muestra no se expone constantemente al ambiente.

Reactivos



Muestra a analizar

Es necesario realizar un análisis de alimentos para asegurar que sean aptos para el consumo y para asegurar que cumplen con las características que se espera de ellos. **Dr. Amia. (1992).**

La preparación que se llevó a cabo para la prueba sensorial fue de la siguiente manera.

- ✓ Se tomó una muestra de cada lote de las que ya estaban analizadas microbiológicamente.
- ✓ Cada una de las muestras estaba señaladas con códigos estos correspondían a (002 tamarindo con betabel, 003 tamarindo con arándano y 006 tamarindo con pasas)
- ✓ A cada uno de los participantes se les proporciono tres muestras de cada una (tamarindo con pasas, tamarindo con arándano y tamarindo con betabel).



- ✓ Se les brindo a cada participante un vaso con agua esto para enjuagar el paladar.
- ✓ Se les dio un formato y una pluma para plasmar sus observaciones y asignar calificación a cada una de las muestras.

8.7 Determinación para análisis sensorial Hedónico

La preparación que se llevó a cabo para la prueba sensorial fue de la siguiente manera.

- ✓ Se tomó una muestra de cada lote de las que ya estaban analizadas microbiológicamente.
- ✓ Cada una de las muestras estaba señaladas con códigos estos correspondían a (002 tamarindo con betabel, 003 tamarindo con arándano y 006 tamarindo con pasas) (Ver figura 31).
- ✓ A cada uno de los participantes se les proporciono tres muestras de cada una (tamarindo con pasas, tamarindo con arándano y tamarindo con betabel) (Ver figura 32).
- ✓ Se les brindo a cada participante un vaso con agua esto para enjuagar el paladar.
- ✓ Se les dio un formato y una pluma para plasmar sus observaciones y asignar calificación a cada una de las muestras. (Ver figura 33).



Desarrollo del análisis sensorial escala hedónica

En la tabla 16, (Ver pág. 61) donde se describe el análisis realizado el cual Consiste en una lista ordenada de posibles respuestas correspondientes a distintos grados de satisfacción equilibradas alrededor de un punto neutro. El consumidor marca la respuesta que mejor refleja su opinión sobre el producto. Estas respuestas pueden ser números enteros, etiquetas verbales o figuras (para estudios con niños). Las que utilizan números enteros están cayendo en desuso pues se tiene observado que introducen sesgo ya que los consumidores parecen tener preferencia por ciertos números (**Giovani y Pangborn, 1983**). La escala más utilizada es la escala hedónica de 9 puntos que produce datos discretos.

Esta escala fue desarrollada por Peryam y Girardot a mediados del siglo XX. Para tratar los datos obtenidos, cada frase se sustituye por números enteros consecutivos, lo que permite la comparación entre categorías. Es necesario tener mucho cuidado en las frases utilizadas que deben ser graduales y muy claras.

9. Diseño experimental

Un experimento diseñado es una prueba o serie de pruebas en las cuales se inducen cambios deliberado en las variables de entrada de un proceso o sistema, de manera que sea posible observar e identificar las causas de los cambios en la respuesta de salida (**Montgomery, Douglas 1991**). El diseño experimental es un medio de importancia en la ingeniería para mejorar el rendimiento de un proceso de manufactura, así como el desarrollo de nuevos productos.

Su aplicación es una fase temprana de la evaluación de un proceso puede dar como resultado (**Montgomery Douglas 1991**).



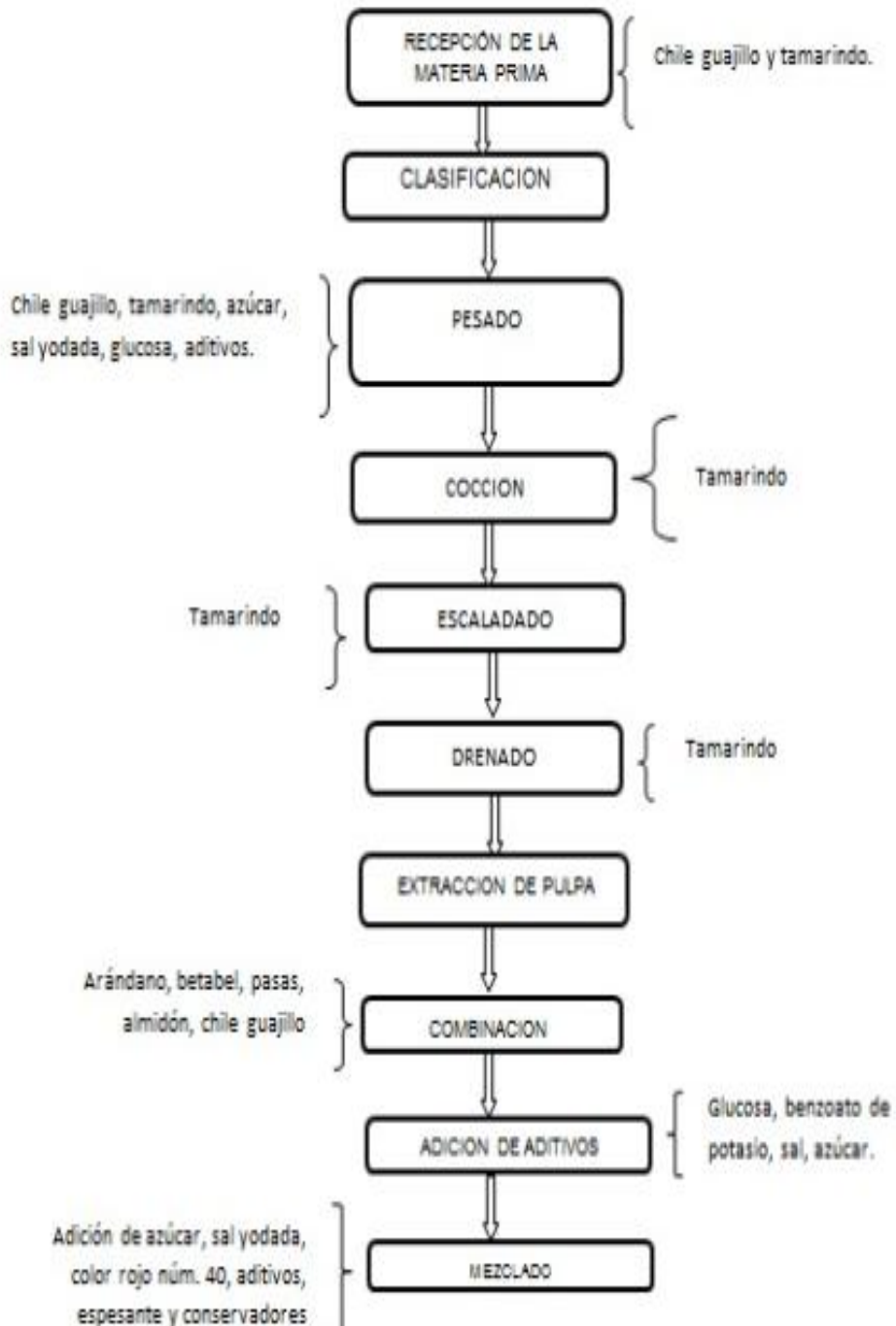
- Reducción de la variabilidad y aumento del apego a especificaciones o valor objetivo
- Menor tiempo de desarrollo
- Minimización de costos

El diseño factorial 2 se estudia el efecto de dos factores considerando dos niveles cada uno. Cada replica de este diseño consiste en $2 \times 2 = 4$ combinaciones o tratamientos que se pueden denotar de diferentes maneras.

Es importante medir los parámetros de a_w y pH en las salsas, aderezos son factores que dependen de las composiciones, temperaturas y el contenido de concentración de sólidos, fue por eso que estos factores intrínsecos se ocupan como variables de respuesta en el diseño experimental (**Balanta, C.E (Sep.10, 2014).**

El diagrama de flujo del trabajo experimental para el proceso de pulpa de tamarindo combinado (Ver figura 1).

Ilustración 1: Diagrama de flujo





10. Productos elaborados a partir de pulpa de tamarindo

10.1 Galletas de tamarindo (*Tamarindus indica L.*)

Materiales y métodos

(Hernández y Palomares 2010) han reportado que el trabajo se realizó en el laboratorio de ciencias de los alimentos y en la sala de catadores que forman parte de la unidad de ciencias de los alimentos del Instituto Tecnológico Superior de La Huerta (ITSH).

Método

Para la obtención del residuo fibroso, se utilizó un lote de 1 kg de bagazo residual de la pulpa de tamarindo, después de haberle extraído el jugo. La fibra fue procedente de la Región Costa Sur del estado de Jalisco.

La fibra de tamarindo se colocó en charolas y se deshidrató en un horno de secado CEMLAB a 60 °C por 10 horas. Posteriormente, las fibras deshidratadas se molieron en un molino manual estrella, se envasaron en recipientes de plástico al vacío y se almacenaron a temperatura ambiente. El proceso para la elaboración de galletas incluyó una serie de operaciones unitarias en cada una de las etapas principales, tal como se explica a continuación.

Variables evaluadas, análisis sensorial y análisis estadístico

Se evaluó la adición de las cinco cantidades diferentes de fibra con base en las características sensoriales de la galleta (producto final).



En la evaluación sensorial participaron 119 panelistas no entrenados ($n = 119$) y se aplicó una prueba hedónica discriminatoria de nueve puntos para observar la aceptación de las muestras. En esta prueba se evaluaron las características sensoriales de color, olor, textura, sabor y aceptabilidad general. Los resultados de esta prueba se evaluaron en el Sistema de Análisis Estadístico (SAS), a través de un análisis de varianza (ANOVA) y las comparaciones de medias de Diferencia Mínima Significativa (DMS de Duncan con $P < 0.05$), (SAS, 1999).

10.2 Propiedades reológicas de la pulpa edulcorada de tamarindo

Materiales y métodos

(Acebedo, & Guzmán 2014) Elaboración de la pulpa. Se obtuvieron frutos de tamarindo (*T. indica L.*) en estado de madurez comercial, sanos, libres del ataque de hongos y gorgojos, a los cuales, se retiró la cáscara y la semilla. En un recipiente, se colocaron 4Kg de semillas y se le agregaron 7Kg de agua potable, se mezcló vigorosamente con un agitador y se dejó en reposo durante 3 horas. Se eliminó el agua de lavado y, a la parte sólida, se le realizó despulpado, con una malla de 0,06 pulgadas. La pulpa obtenida con 10°Brix, se mezcló en una relación 6:4 y 7:3 de pulpa a azúcar, respectivamente. La pulpa, se empacó y se selló en bolsas de polietileno de alta densidad; antes de sellar, se eliminó el aire atrapado dentro de la bolsa y se dejó un borde libre de 1,5cm, aproximadamente.



Análisis fisicoquímico.

El contenido proximal a la pulpa se efectuó, según los métodos de la A.O.A.C. (2005); la humedad, se determinó, según método 925.09b: desecación a 105°C, hasta peso constante; la proteína, según método 960.52: Kjeldahl, tratamiento con ácido sulfúrico concentrado; la grasa, según método 920.39: Soxhlet, con

extracción discontinua con éter de petróleo y, luego de la evaporación del solvente, se registró el peso del extracto etéreo (grasa bruta); las cenizas, según método 923.03: Por calcinación a 550°C, hasta la obtención de cenizas blancas; fibra dietaría total, según 991.43: Método enzimático-gravimétrico, con amilasas, proteasa y amilogluco-sidasa, se determina la fibra dietaría, como el residuo indigerible por los sucesivos tratamientos enzimáticos y, finalmente, los carbohidratos se determinaron por diferencia (se resta de 100 la suma de todos los macronutrientes, incluida la fibra dietaría y la humedad).

Análisis microbiológico.

Para la determinación de la calidad microbiológica, se siguió lo indicado por la Normas Técnicas Colombiana (NTC) 5468, propuesta por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), para establecer los requisitos y los métodos de ensayo que deben cumplir los jugos (zumos), las pulpas, los néctares de frutas y sus concentrados, para consumo directo o elaboración posterior. La determinación de microorganismos mesófilos, se realizaron según NTC 4519; coliformes totales y fecales, según NTC 4458; esporas del *Clostridium* spp. y bacterias sulfito reductoras, según NTC 4834 y, hongos y levaduras, según NTC 4132. Las pruebas se realizaron por triplicado.



CAPITULO III ANALISIS DE RESULTADOS

El presente trabajo reporta por vez primera los resultados de la característica físicoquímica, microbiológica y sensorial así como resultados generales en la combinación de pulpa de tamarindo denominado *Tamarindus indica* L. Cultivado en México.

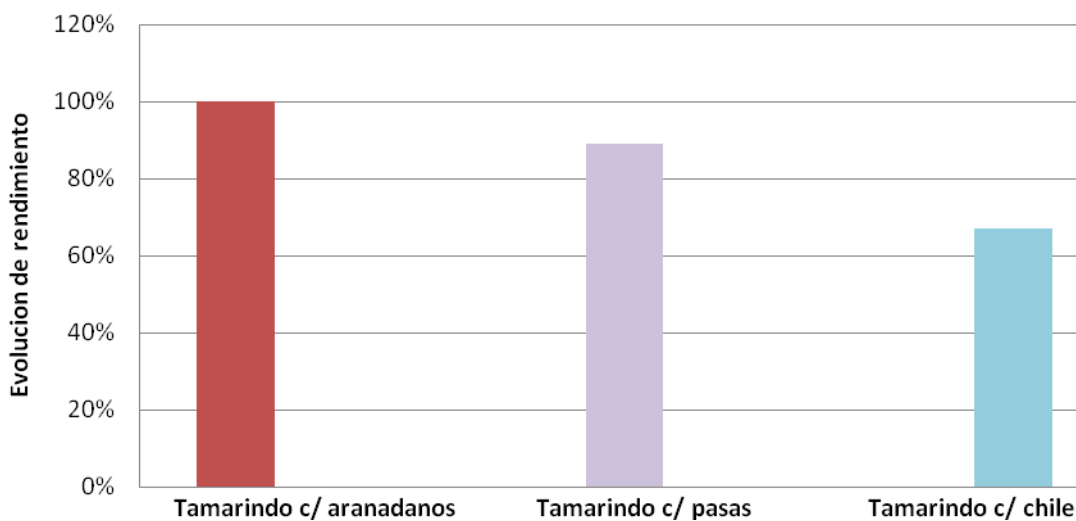
Actualmente no existe en la literatura disponible para pulpa de tamarindo combinado con algún otro fruto ningún estudio con la misma magnitud.

Resultados y discusión

11. Pulpas combinadas

Obtención en la evolución de rendimientos de acuerdo a las diferentes formulaciones, que se llevaron a cabo con la pulpa de tamarindo (Ver grafica 1).

Grafica 1: Evolución de rendimientos en formulaciones diferentes.





En el rendimiento de tamarindo combinado con arándanos según los datos obtenidos representan 1.130 kg (un kilo punto ciento treinta gramos), para el tamarindo con pasas representa 1.010 kg (un kilo punto diez gramos mientras que el tamarindo con chile su representación gráfica es de 760 gr. (setecientos sesenta gramos).

El mayor rendimiento derivado de la densidad de los productos es la pulpa de tamarindo con arándanos mientras que la pulpa tamarindos con pasas disminuye un 11% y en relación al primer producto, la prueba de tamarindo con chile disminuye un 33%. Estos resultados benefician parcialmente a la productividad.

Con respecto a la pulpa de tamarindo con arándanos, generando más ganancia en rendimiento y en mayor degustación por los catadores según resultados, mientras que la pulpa de tamarindo con pasas representa un valor económico menor en materia prima y en rendimiento en comparación al primer producto., con respecto a la prueba de tamarindo con chile guajillo el costo es menor, así como rendimiento durante la productividad el cual no favoreció ni en la degustación de los catadores.

13. Análisis microbiológicos

Tabla 10: Resultado de análisis microbiológicos en los productos elaborados.

Lote	Producto	E.coli	Coliformes	Aerobios	Mohos	Levaduras
001	Tamarindo con chile guajillo	Negativo	Negativo	0<10ufc	0<10ufc	0<10ufc
003	Tamarindo con Arándano	Negativo	Negativo	0<10ufc	0<10ufc	0<10ufc
006	Tamarindo con pasitas	Negativo	Negativo	0<10ufc	0<10ufc	0<10ufc

Fuente: NOM-SSA-093



Ejemplo de los ***E. Coli*** en la (tabla 10) se acatan los criterios especificados en la NOM-000-SSA1-1995 en los resultados de las cinco unidades de muestra analizadas son satisfactorios al ser comparados con los valores establecidos (NEGATIVO). Que dan como resultado por una adecuada manipulación en el área de producción, mediante la aplicación de las buenas prácticas de manufactura.

Coliformes: Los resultados obtenidos cumplen el criterio establecido en la NOM-113-SSA1-1994 al ser 50 UFC/g siendo negativo derivado del control adecuado de las temperaturas en los procesos de cocción y pasteurización.

Aerobios: Se acata el criterio, pues no fue detectado este microorganismo. La ausencia de este, Refleja la calidad sanitaria del producto analizado, indicando además de las condiciones higiénicas de la materia prima y la forma como fueron manipulados durante su elaboración.

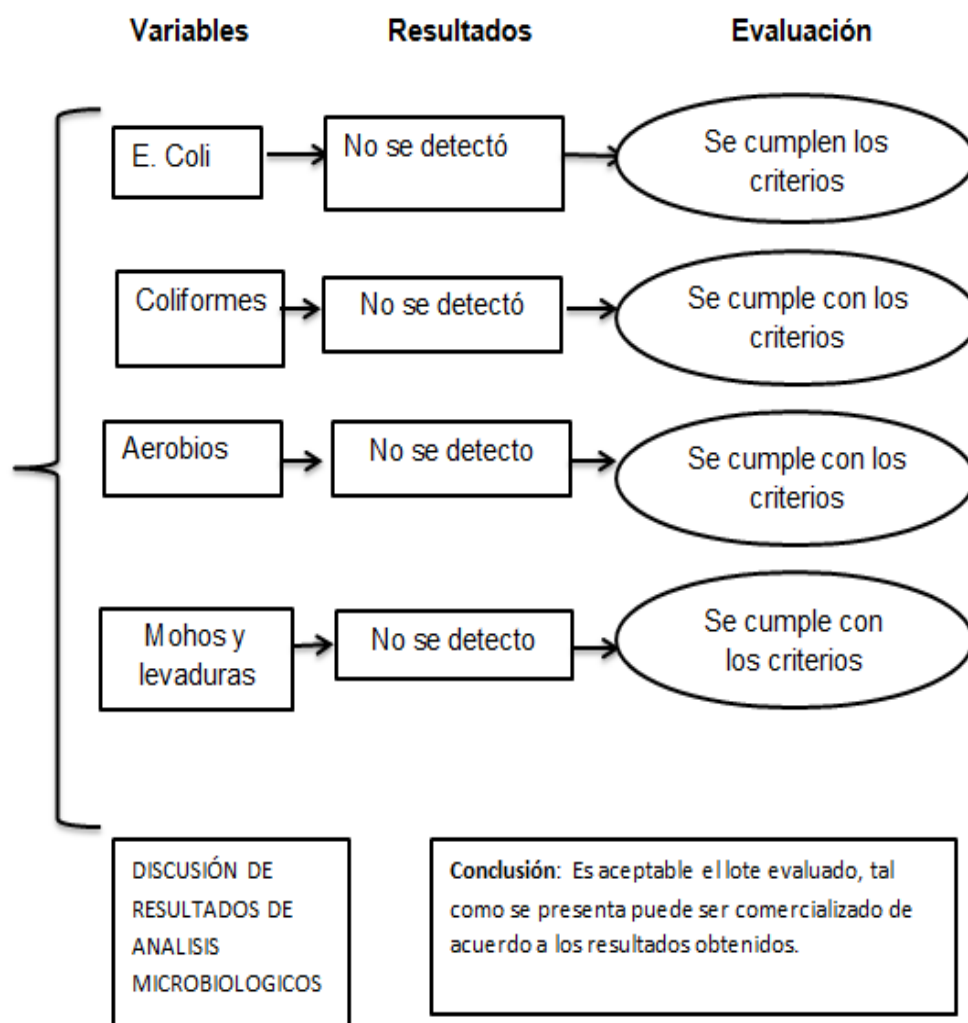
Mohos y levaduras: Los recuentos de este grupo de microorganismos cumplen marginalmente el criterio pautado en las NOM-111-SSA1-1994 para mohos y la NOM-111-SSA1-1994 para levaduras. Ya que para la mayoría de levaduras la a_w mínima de crecimiento oscila entre 0.88 y 0.94 siendo que para la pulpa de tamarindo con arándanos el resultado es de 0.873 lo que beneficia a la pulpa analizada que el crecimiento sea nulo.

Los resultados analíticos conllevan a aceptar el lote del producto evaluado, por lo tanto, estos recuentos reflejan éxito en el cumplimiento de las Buenas prácticas de Manufactura, que no solo inciden en la calidad del producto sino también en un buen manejo sanitario.

La interpretación de los resultados de los análisis microbiológicos practicados a muestras de alimentos se hace comparando los mismos con los criterios establecidos en la Norma correspondiente.

De ello se derivara que el lote de un alimento evaluado sea rechazado, aceptado o marginalmente aceptado para su comercialización. Esta última categoría será tomada como una llamada de atención, e implicara que debe procederse a revisar de una forma integral las etapas de producción, para que sean corregidas aquellas anomalías que estén afectados la calidad microbiológica del alimento (*I.C.M.S.F, 2004.*)

Ilustración 2: Resumen de discusión de analisis microbiológicos



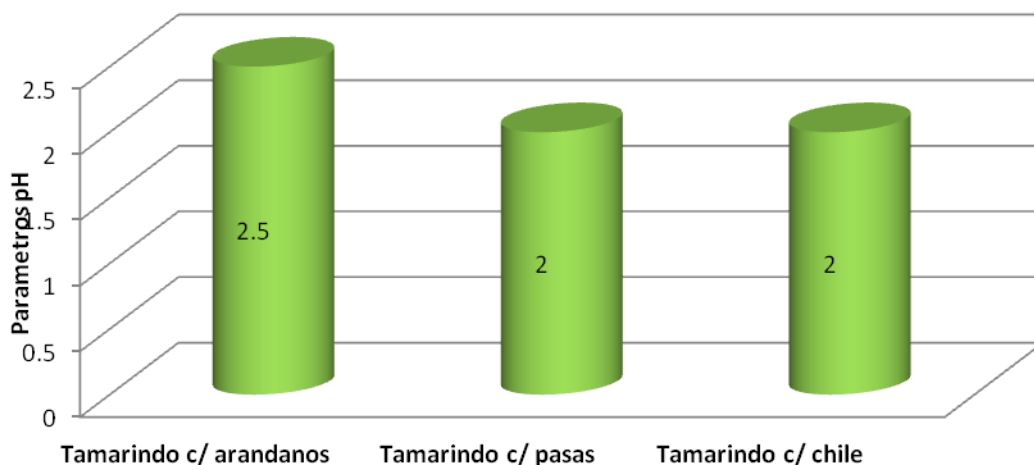


14. Análisis fisicoquímico

En la Tabla 11: Se presentan los resultados y discusión que especifica la determinación de cada una de las muestras que consiste en el análisis fisicoquímicos de la pulpa de tamarindo adicionado con: tamarindo y chile guajillo, arándanos o pasas.

Tabla 11: Determinación de análisis fisicoquímico.

Determinacion	Resultados	Referencia – Discusión
pH	2.5	NMX-F-317-NORMEX-2013 El resultado idóneo para la pulpa de tamarindo con chile guajillo, es apropiado ya que las condiciones de acidez son adecuadas para el consumo e inhibición bacteriana
° Brix	65.1	La obtención del resultado no fue satisfactoria ya que debe estar entre los 68 a 70 grados Brix.
Humedad	19.5%	De acuerdo a la humedad relativa en los alimentos confitados este resultado no es adecuado para el producto.

Grafica 2: Determinación en pH.

En la gráfica 2, se puede observar los resultados obtenidos del análisis de pH, en la prueba de tamarindo con pasas y tamarindo con arándanos su pH fue de 2.00 en ambas, el de tamarindo con chile guajillo 2.05. Su grado de acidez el cual nos indica que puede ser menor susceptible para los microorganismos.

El valor del pH del medio puede favorecer a un tipo de microorganismo en especial y la acción selectiva ejercida por el pH constituye el factor determinante del grupo particular de organismos de descomposición de un alimento. En todos los alimentos, el valor bajo de pH ayuda en la conservación inhibiendo el crecimiento bacteriano.

La acidificación de los alimentos es un proceso que consiste en reducir el pH del alimento para impedir el desarrollo de los microorganismos patógenos. Este método puede llevarse a cabo de manera natural o artificial. En productos como el pescado se puede utilizar el ácido cítrico y láctico, dos compuestos con propiedades antimicrobianas y antioxidantes capaces de mejorar la conservación de alimentos perecederos. Entre los principales correctores del pH destaca el carbonato de sodio, el potasio y el magnesio.



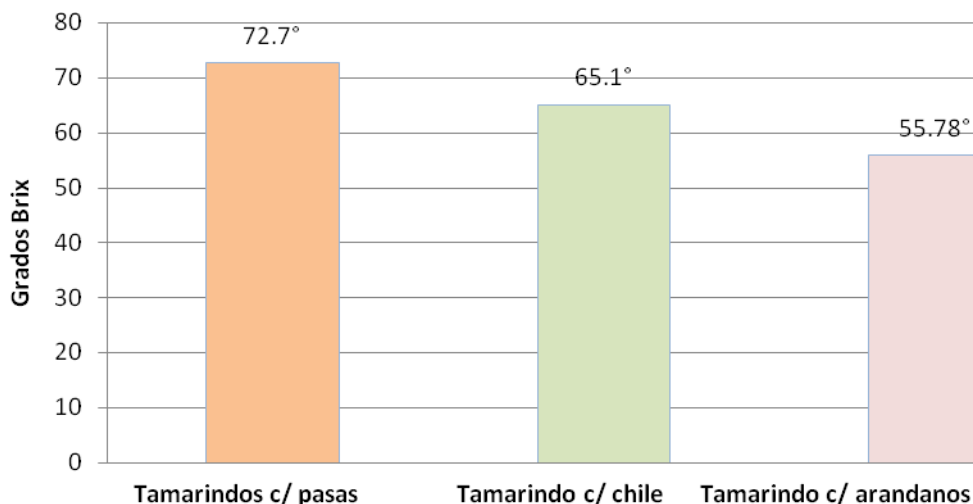
La acidificación constituye, pues, una manera de conservación de los alimentos que controla la proliferación de bacterias y mantienen la calidad del alimento. Algunos ejemplos de correctores de la acidez de los alimentos permitidos en la Unión Europea son, según EUFIC, el ácido cítrico, el acetato cálcico y el ácido fumárico.

Tabla 12: Determinación, resultados, referencia y discusión (pulpa de tamarindo con chile guajillo).

Determinaciones	Resultados	Referencia-Discusión
pH	2.00	NMX-F-317-NORMEX-2013 Los resultados obtenidos no reúne las condiciones necesarias.
° Brix	55.78	NMX-F-103-1982 Los grados Brix son bajos de acuerdo a la combinación realizada con arándanos lo que puede ocasionar
Humedad	16.91 %	NMX-F-428-1982 Los grados de humedad no fueron los apropiados ya que son muy bajos lo que permitirá una probable población de m.o.

En la siguiente grafica se pueden observar los resultados comparativos para los grados Brix.

Grafica 3: Determinación en grados Brix.



En la gráfica 3, se muestra el comportamiento de azúcares para cada una de las muestras, se puede observar que para la prueba de tamarindo con pasas muestra una concentración de 72.7 %, para el tamarindo con arándanos un 65.1% obteniendo un resultado del tamarindo con chile guajillo de un 55.78 %.

De los cuales de acuerdo a los panelistas se obtuvo como mejor resultado la prueba de arándano con tamarindo.

Los grados Brix indica el porcentaje de sólidos solubles que comprende azúcares, ácidos y sales (**AOAC, 1984**).

Los altos grados de azúcares ayudan a prevenir la inhibición de los microorganismos en la pulpa de fruta.

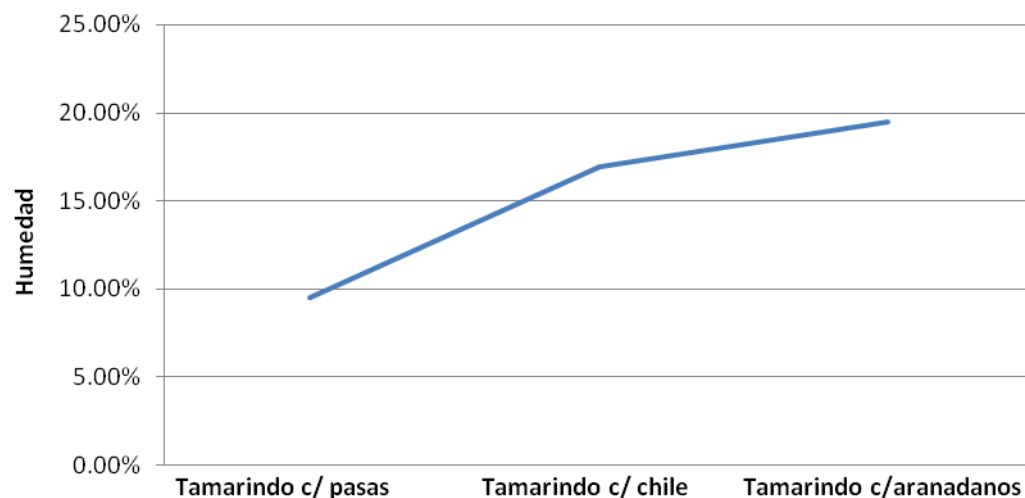


Tabla 13: Resultados de determinación de análisis físicoquímico de pulpa de tamarindo con arándanos.

Determinación	Resultados	Referencia-Discusión
pH	2.00	NMX-F-317-NORMEX-2013 El resultado no es satisfactorio, es un pH muy bajo.
Brix	72.70	NMX-F-103-1982 De acuerdo a los grados Brix establecidos este es el que más se aproxima a los estándares permitidos.
Humedad	9.52 %	NMX-F-428-1982 Para las pulpas de fruta este es un resultado bajo aunque no alcanza su límite máximo.

Como resultado de los análisis de humedad se presenta una gráfica comparativa en la que se pueden discutir cada una de las muestras según datos obtenidos.

Grafica 4: Determinación de humedad.





Se observa que el contenido de humedad disminuye conforme el tiempo de tratamiento térmico esto es debido a que a mayor tiempo de tratamiento térmico a una temperatura de 85°C; ocurre mayor pérdida de agua del alimento.

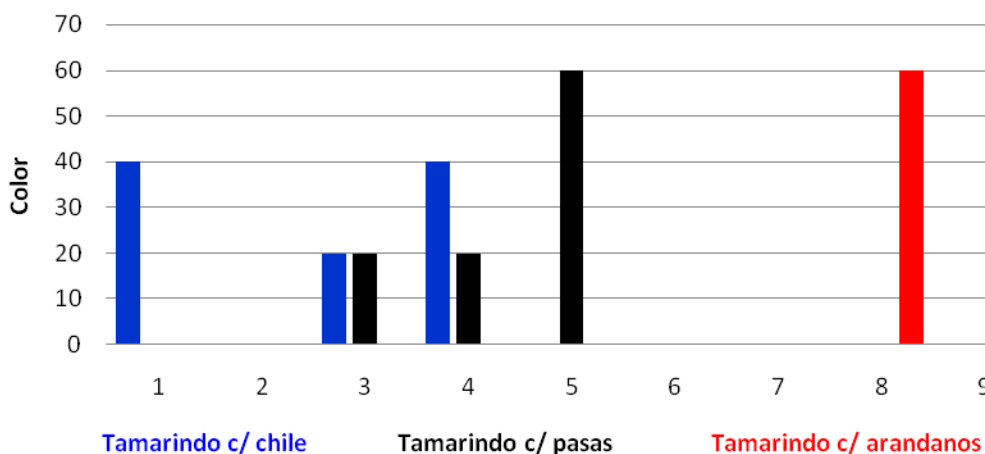
Con respecto a la temperatura no se observó un efecto claro sobre la pérdida de humedad del alimento.

El contenido de agua muestra si un producto que se pretende comercializar y producir tiene propiedades estándares como aptitud para almacenamiento, estabilidad microbiológica, propiedades de flujo, viscosidad, peso en seco, concentración o pureza, grado comercial (cumplimiento de los acuerdos de calidad), valor nutricional del producto entre otros.

Es por ello que entre más humedad contenga el producto tendera a desarrollar algún tipo de microorganismo, en el caso de la pulpa de tamarindo con chile tiene menor humedad lo que hace que el producto inhiba algún m.o que altere sus características fisicoquímicas y organolépticas

15. Análisis sensorial

Grafica 5: Análisis comparativo respecto al color.





Los resultados de estos análisis significan que la pulpa de tamarindo con arándanos tiene la aceptación respecto al color con un 40% en el punto 9 y con un porcentaje del 60% en el punto 8 los cuales deducen que la preferencia fue en gusta extremadamente.

En el tamarindo con pasas tiene un 60% de aceptabilidad en el punto 5 representando según la escala que no les es indiferente el sabor pero tampoco la aceptan en una totalidad extrema, y con un 20% en el punto 3 y 4 disgustando extremadamente.

Para el tamarindo con chile guajillo con un 40% para el punto 1 y 4 y 20% en el punto 3 lo que indica que disgusta extremadamente según la calificación de los catadores. En otras palabras, esto indica que la pulpa de tamarindo con arándanos elaborada en este trabajo tiene la oportunidad de competir con otros productos similares que ya existen en el mercado, además de contar con los beneficios que la fruta natural como el tamarindo y arándanos proporciona. Esto considerando que durante muchos años, la pulpa de tamarindo se ha comercializado sin ser fusionado aun con otro fruto. Actualmente se busca que la población incremente el

consumo de alimentos naturales y reduzca hábitos alimenticios basados en grasas y azúcares.

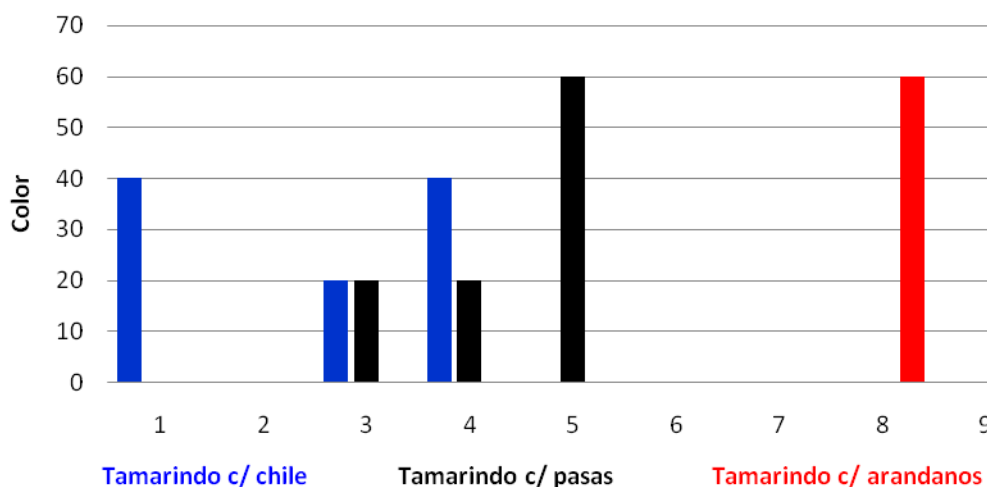
Respecto a la escala utilizada en la prueba hedónica, la formulación con 30% de arándanos adicionados al tamarindo, los valores en cuanto al color, sabor, olor y textura son aceptados por el consumidor, por lo tanto se determina que es la que más agradó al paladar.

Otra finalidad de realizar el análisis sensorial hedónico es para llevar acabo el Control del proceso de elaboración: la evaluación sensorial es importante en la producción, ya sea debido al cambio de algún componente del alimento o por que se varié la formulación; a la modificación de alguna variable del proceso o, Control

durante la elaboración del producto alimenticio: el análisis sensorial se debe realizar a cada una de las materias primas que entran al proceso, al producto intermedio o en proceso, al producto terminado

Esto permite hacer un seguimiento al producto evitando o previniendo algunos inconvenientes que puedan alterar las características del producto en cada etapa del proceso principalmente en los PC y PCC.

Grafica 6: Grafico comparativo con respecto al sabor.

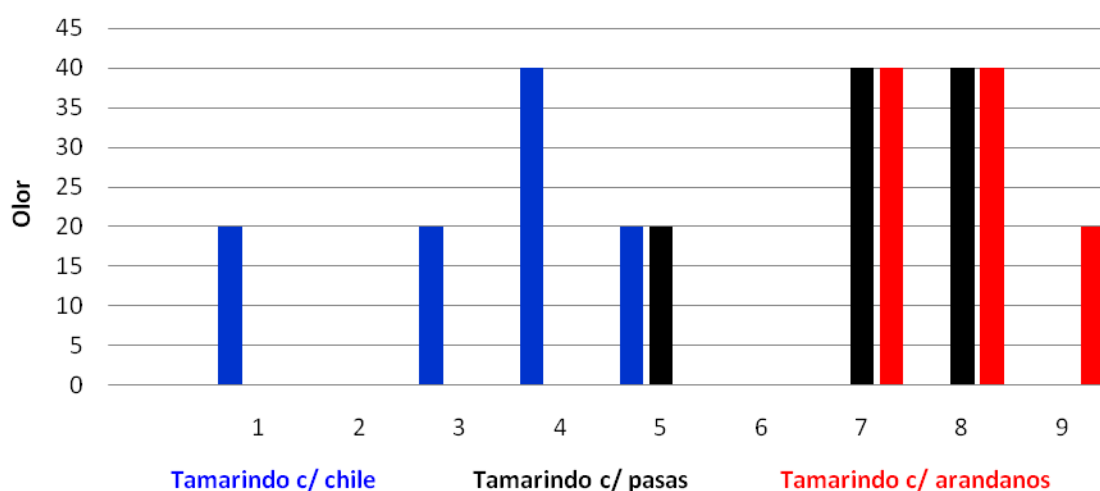


El producto tamarindo con arándanos da un resultado del 80% en el punto 9 y con porcentaje del 20% para el punto 8. Lo que da por resultado que la mayoría de los panelistas optan por la pulpa número 3, con el resultado según escala reducida en gusta extremadamente para los catadores en su calificación asignada

Para el producto tamarindo con pasas el resultado fue de 40% en los puntos 3 y 4 y con un 20% en el punto N° 2. Lo cual indica que según la calificación obtenida da como resultado que disgusta extremadamente.

En la pulpa número 1 (tamarindo con chile guajillo) tiene un porcentaje de 20% en los puntos 1, 2 y 4 y un 40% en el punto 3 dando como resultado disgusta extremadamente.

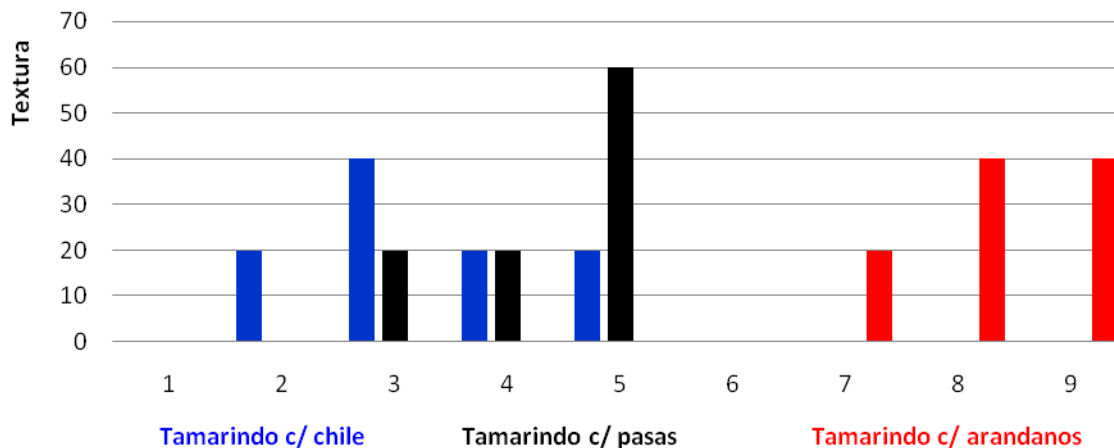
Grafica N °7: Grafico comparativo con respecto al olor.



Los resultados obtenidos para el tamarindo con arándanos un 40% en el punto 7 y 8 de la escala hedónica, y en un 20% para el punto 9 que da como resultado; que gusta extremadamente.

Para la pulpa de tamarindo con pasas, nos da un resultado según los puntos de la escala hedónica que gusta extremadamente, los porcentajes de los resultados obtenidos lo indican con un 40% en 7 y 8. En un 20% en el punto N°5, no gusta ni disgusta.

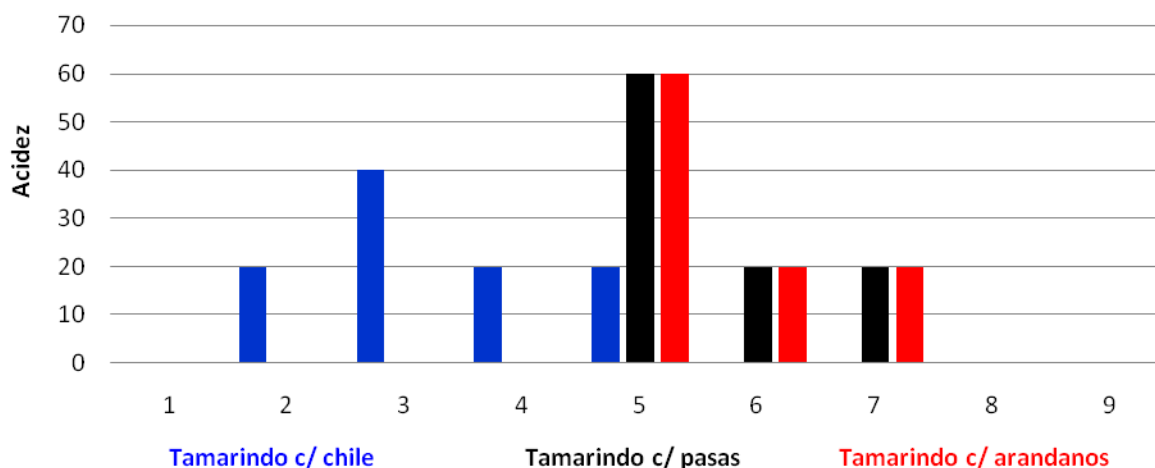
En el punto 1 y 3 con un 20% y el 40% en el punto 4; indicando que disgusta extremadamente con un voto a favor en el punto 5 con un 20% indicando que no gusta ni disgusta.

Grafica N°8: Grafico comparativo con respecto a la textura

Con relación a la textura de acuerdo a la gráfica N°8, indica que la pulpa de tamarindo es la más aceptada con el porcentaje del 20% en la escala número 7 y 40% para el punto 8 y 9 los cuales se encuentran en el rango de gusto extremo según el resultado de los catadores.

El 20% para el punto 3 y 4, deduciendo que disgusta extremadamente para el tamarindo con pasas, con el 60% en el numero 5 indicando que no tienen un sabor preferido en lo particular, y el 40% para el punto 1 y 4 con en 20% concluyendo que disgusta extremadamente en el caso de la pulpa de tamarindo con chile guajillo según resultados obtenidos.

Gráfica 6: Gráfico comparativo con respecto a la acidez.



En la prueba de pulpa de tamarindo con arándanos hay una aceptabilidad del 40% en el punto 8 y 9 en el que se deduce que gusta extremadamente, y en el punto 7 con un 60% también denominado según la tabla hedónica que gusta extremadamente.

Para la prueba de pulpa con pasas los resultados son semejantes a los de pulpa de tamarindo con arándanos ya que los resultados arrojan un 60% para el punto 5 y el 20% para el punto 6 y 7.

Y en la prueba de pulpa de tamarindo con chile guajillo se obtuvo un 40% en el punto 3 y un 20% para el punto 2, 4 y 5 lo que indica según resultados que disgusta extremadamente.



15.1 Datos obtenidos de la prueba sensorial

En la siguiente tabla se indica la obtención de los resultados durante la prueba hedónica con la participación de 5 catadores, mostrando la calificación proporcionada por catador, presentando el promedio.

Tabla 14: Calificaciones asignadas por los catadores.

Panelistas total	Productos	Propiedades a evaluar					PROMEDIO
		Color	Sabor	Olor	Textura	Acidez	
Panelista 1	Tamarindo con chile guajillo	1	1	1	1	2	1.2
	Tamarindo con pasas	3	2	5	3	5	3.6
	Tamarindo con arándanos	8	8	7	7	5	7
Panelista 2	Tamarindo con chile guajillo	1	2	3	3	3	2.4
	Tamarindo con pasas	4	2	7	4	5	4.4
	Tamarindo con arándanos	8	9	7	8	5	7.4
Panelista 3	Tamarindo con chile guajillo	3	3	4	4	3	3.4
	Tamarindo con pasas	5	4	7	5	5	5.2
	Tamarindo con arándanos	8	9	8	8	5	7.6
Panelista 4	Tamarindo con chile guajillo	4	3	4	5	4	4
	Tamarindo con pasas	5	4	8	5	6	5.6
	Tamarindo con arándanos	9	9	9	9	6	8.4
Panelista 5	Tamarindo con chile guajillo	4	4	5	3	5	4.2
	Tamarindo con pasas	5	3	8	5	5	5.2
	Tamarindo con arándanos	9	9	9	9	7	8.5
Promedio color		5.133					
Promedio sabor			4.8				
Promedio textura				6.13			
Promedio acidez					5.26		
Promedio						4.73	



Resultados, comparación y discusión en prueba hedónica discriminatoria de nueve puntos para observar la aceptación de las muestras utilizada para el análisis sensorial reducida en tres puntos para un análisis crítico. En esta prueba se evaluaron las características sensoriales de color, olor, textura, sabor y aceptabilidad general (Ver Tabla 13).

Tabla 15: Escala hedónica

Escala hedónica	
Me disgusta extremadamente	1 Me disgusta extremadamente
Me disgusta extremadamente	2 Me disgusta mucho
Me disgusta extremadamente	3 Me disgusta moderadamente
Me disgusta extremadamente	4 Me disgusta levemente
Les da lo mismo uno que el otro	5 No me gusta ni me disgusta
Me gusta extremadamente	6 Me gusta levemente
Me gusta extremadamente	7 Me gusta moderadamente
Me gusta extremadamente	8 Me gusta mucho
Me gusta extremadamente	9 Me gusta extremadamente



CONCLUSIONES

- ✚ Se llegó a conocer las diversas fases del proceso de la elaboración de pulpa de tamarindo con chile.
- ✚ La importancia de llevar un control en la elaboración de un producto es fundamental poniendo en práctica al aplicar las NOM de seguridad alimentaria y de esta manera aseguramos a los consumidores un alimento limpio y libre de cualquier material extraño, ofreciéndoles confianza para su aceptabilidad en dicho producto.
- ✚ Los alimentos difieren mucho en su susceptibilidad a la descomposición por microorganismos. Esto se debe, sobre todo, a sus diferencias en lo que atañe a los factores intrínsecos (A_w , pH, potencial O-R, contenido de nutrientes, sustancias antimicrobianas y estructuras de protección). Un alimento con A_w más baja (~ 0.90) c un pH menor (~ 5.3).
- ✚ Se conoció la función y el uso oportuno de cada insumo utilizado durante la elaboración, además del uso del equipo dentro del laboratorio de fisicoquímica y microbiología.
- ✚ De acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir que nuestro producto se aproxima a cumplir con las características de una buena pulpa de tamarindo, debiendo corregir las imperfecciones que se han observado durante el proceso.



GLOSARIO

RMP: En la recepción de materia prima se reúnen todos los materiales para la elaboración del producto.

CC: Control de calidad.

PCC: Puntos críticos de control.

SELECCIÓN: Se debe clasificar la fruta que se encuentra en buen estado

PESADO: Se pesan todas las materias primas de acuerdo al porcentaje de cada una.

COCCIÓN: En una olla se pone el tamarindo a hervir con agua durante 5 minutos a fuego lento.

ESCALDADO: Tratamiento térmico que se llevó acabo de 95°-100° C que dura varios minutos que tiene como fin destruir los enzimas es uno más de los múltiples objetivos del escaldado que constituye un tratamiento previo al secad, la alergización o congelación.

DRENADO: Hacer salir el líquido acumulado.

EXTRACCION DE PULPA: Consiste en el producto líquido obtenido al exprimir la fruta o diluir, concentrar ni fermentar.

COMBINADO: Unión de dos o más.

ADICION DE ADITIVOS: Incorporación de sustancias a los productos alimenticios.

MEZCLA: Se agrega la cocción, azúcar, sal, chile en polvo y aditivos en un recipiente limpio y seco y revolver durante 5 minutos.

RIESGO: algo que pueda causar un perjuicio al consumidor



PULPA:

Es el producto carnosos y comestible de la fruta sin fermentar pero susceptible de fermentación, obtenido por procesos tecnológicos adecuados por ejemplo, entre otros: tamizando, triturando o desmenuzando, conforme a buenas prácticas de manufactura; a partir de la parte comestible y sin eliminar el jugo, de frutas enteras o peladas en buen estado, debidamente maduras o, a partir de frutas conservadas por medios físicos.



ANEXOS



Ilustración 3: Formato de analisis fisicoquímico a_w

bufete de ingeniería y desarrollo industrial

Mr Jose Luis Cancino F
FRUTOS DE LA TIERRA Y DEL MAR S.A. DE C.V.
Km 341.8 s/n Boulevard Cordoba-Peñuela ,Zona Industrial, CORDOBA, VER. C.P. 94690

September 4, 2015

At'NSrIng Jose Luis CancinoFrankling

Report of results on water activity for following products, produced by your company, given to our lab on September, 1st, 2015.

PRODUCT	WaterActivity (Aw)*
1.-Jarabe de Horchata de Avena(Muestra 11, 21/08/15)	0.925
2.-Concentrado de Pulpa de Tamarindo con Arándano Muestra 3, 13/08/2015 Lote 003	0.873
3.-Deshidratado de Mango con chile Guajillo Muestra 1, 31/07/15	0.724
4.-Deshidratado de Mango con azúcar glass Muestra 1, 31/07/15	0.784
5.-Deshidratado de Manzana con chile Muestra 2, 07/08/15	0.618
6.-Deshidratado deManzana con azúcar glass Muestra 2, 07/08/15	0.705
7.-Deshidratado deManzana concon azúcar estandar Muestra 2, 07/08/15	0.681

* Average of three determinations. Method used; Official Methods of Analysis of the AOAC Water Activity Determination No: 32.004-32.009. AOAC, 13th Edition, 1980.

Equipment Used: Beckman Hygroline Moisture Meter; Nova Sina/Rotronic Moisture-Humidity Meters : Aqualab series 4TEV.

SINCERELY

DR VICTOR MANUEL HUERTA ESPINOSA, FOOD PROCESSING CONSULTANT

Chapulco 4-101 col. la Paz Puebla. Pue.

Tel. (222) 251 00 99

cel. 2221 88 78 51

Imágenes de procedimiento de elaboración de pulpa de tamarindo

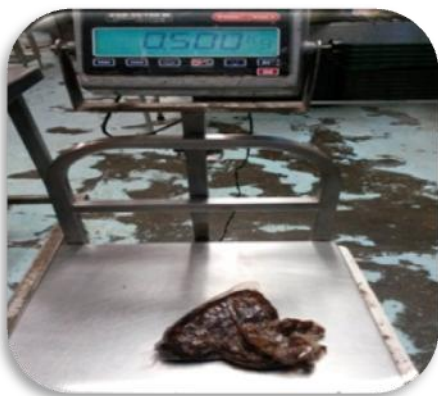


Ilustración 5: Pesado de pulpa de tamarindo



Ilustración 4: Pesado de pulpa de tamarindo



Ilustración 6: Cocción del tamarindo



Ilustración 7: Pesado de aditivos



Ilustración 8: Medición de temperatura



Ilustración 9: Drenado de tamarindo



Ilustración 10: Molienda para la extracción de pulpa



Ilustración 8: Homogenización de pulpa



Ilustración 12: Llenado de envases

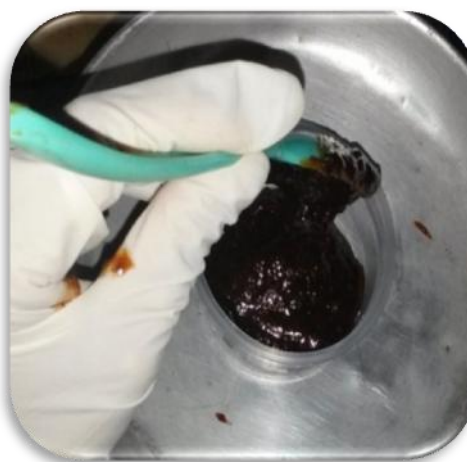


Ilustración 13: Pesado de pulpa



Ilustración 9: Selladora de envases



Ilustración 10: Acomodo de envases



Ilustración 11: Pulpa envasada

Imágenes de proceso de análisis fisicoquímico



Ilustración 12: Potenciómetro



Ilustración 13: Refractómetro



Ilustración 15: Termo-balanza



Ilustración 14: Plato de aluminio

Imágenes de análisis microbiológico



Ilustración 17: Pesado de bolsa pouch



Ilustración 16: Bolsa pouch



Ilustración 19: Pesado de pulpa



Ilustración 18: Adición de agua destilada



Ilustración 20: Agitación de agua destilada c/ pulpa de tamarindo

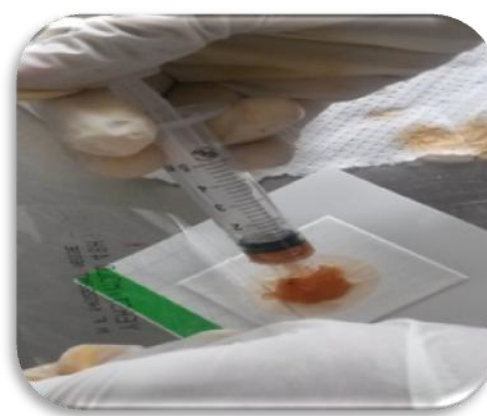


Ilustración 21: Adición de muestra de tamarindo para analisis de aerobios y anaerobios



Ilustración 22: Aplicación de muestra de tamarindo, determinación *E. coli* y coliformes



Ilustración 23: Aplicación de muestra de tamarindo, determinación Mohos y levaduras



Ilustración 25: Incubadora para análisis microbiológicos



Ilustración 24: Recuento de microorganismos

Imágenes de análisis sensorial



Ilustración 27: Muestras para análisis sensorial



Ilustración 26: Degustación



Ilustración 28: Llenado de formatos en resultados de análisis sensorial



BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Bourgeois, C. M. (1994-1995.). Microbiología alimentaria. Zaragoza: Acribia.
- 2.- Pisabarro Antonio G. (2007). Microbiología general. Zaragoza España: Acribia.
- 3.- Celaya V. (Diciembre, 2002). Evaluación de la alianza para el campo 2001. México: SAGARPA.
- 4.- Comité ejecutivo del Codex alimentarius. (Junio 28, 2006). Comisión del Codex alimentarius. Ginebra, suiza: FAO.
- 5.- Lory Peresson (Enero, 2007). Sistemas de gestión de la calidad con enfoque al cliente. Enclave formation: Uva.
- 6.- Salunkhe y Desai. 1984. Procesado de fruta. En Biotecnología pos cosecha de frutos (2, 634/046) Boca Raton, Fla: Bibliotecas Australia. (Parra, 1976).
- 7.- Osawa. (1994). *Tamarindus indica*. Tecoman, Colima, México: IICA
- 8.- Orozco santos M., (2001, Diciembre). El cultivo de tamarindo. México: Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícola y pecuario.
- 9.- Orozco & Hernández H. (Diciembre 2001). Estudios Bioquímicos y Fisiológicos en Pre y post cosecha de la Fruta del Tamarindo. México D.F UNAM
- 10.- Escudero J.C. (2008). *Tamarindos Indica* L. Ecuador: Universidad Tecnológica Equinoccial.
- 11.- Orozco Santos M., 2001, El cultivo del tamarindo (*Tamarindus indica*), campo experimental Tecomán, Colima, México. Folleto técnico Num.1
- 12.- Al-Fatimi et al., 2007; Komutarin et al., 2004 y Ushanandini et al., 2006).



- 13.- Viveros, J.C, Figueroa, A., Gallardo, F., Ruiz, O., & Hernández, F. (Diciembre, 2012). Sistemas de manejo y comercialización de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) en tres municipios de Veracruz*. SciELO, 3, 6.
- 14.- Benero et Al., 1974; Baragano de Mosqueda, 1980). Ishola et al. (1990) (*Analytical Chemistry*, 1982).
- 15.- Benavides, M.A (Enero, 2010). Tratado de Botánica Económica Moderna. Buena vista, Saltillo, Coach. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- 16.- AOAC, 1984. Official methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist. E.U.A. 14 Ed. Washington, D.C.
- 17.-Peryam y Pilgrim. (1957). Método de escala hedónica para medir las preferencias alimentarias. Food Technology, 11, 14.
- 18.- González, V., Carlos., Rodeiro M., Sanmartín, C., Fero S., & Vila P. (Junio 2014).
19. - Geneva, World Health Organization, 1999.
20. - Morris, C.R. (May 11, 1988).
- 21.- Mamani, P. Guidi, A. & Es. (2007). plan de producción y costos. Cochamba, Bolivia: PROINPA.
- 22.- Montgomery Douglas. Diseño y Análisis de Experimentos. Ed. Iberoamericana. México 1991. Pág. 2.
- 23.- SAGARPA. (Junio 19,2014). BIOLOGÍA Y MANEJO INTEGRADO DEL BARRENADOR DEL FRUTO (*Caryedon serratus* OLIVER) EN EL CULTIVO DE TAMARINDO. INIFAP, 1, 38. www.siap.sagarpa.gob.mx.
24. - www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/22-legum52.pdf



25.- (Alex, T. October 21, 2012). Buenas prácticas de Laboratorio. Febrero 23, 2017. De Ciencia Sitio web: <https://www.clubensayos.com/Ciencia/Buenas-Practicas-De-Laboratorio/364887.html>.

26.- Bortuano L.M. (2016). Comercializadora de frutas tropicales y otros productos agropecuarios. Coagrosan, 2, 1p.

27.- ([Http//gestión-y-calidad.Blogspot.com/2007/08/bpl-buenas-practicas-de-laboratorio.html](http://gestión-y-calidad.Blogspot.com/2007/08/bpl-buenas-practicas-de-laboratorio.html).) M. C. YENISSEI M. HERNÁNDEZ CASTAÑEDA. (Mayo 2010). *Buenas prácticas de laboratorio. Metepec, México: Tec, Toluca*

28.- (Castillo, Yorling Andino & Flavia Febrero 2010)

<http://es.slideshare.net>

29.- C.Catania, S. Avagnina. (2007). El Análisis sensorial. Mendoza: INTA

<http://dotacioncasa.blogspot.com/2008/08/analisis-fisico-quimico-de-alimentos.html>