

TESIS DE GRADO

ELABORACIÓN ARTESANAL DE
MERMELADAS
DE TRES ECOTIPOS DE TUNA
(*OPUNTIA FICUS INDICA F. INERME*)
ROJA, ANARANJADA Y VERDE.



Tesista: Brom. Liliana Eugenia Tonini

Directora: Lic. Adriana Giménez

Co-directora: Lic. Nancy Ventrera

2015

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

Datos del Autor

TESISTA: Liliana Eugenia Tonini

PROFESIÓN: Bromatóloga

PROYECTO: tesis de grado

TEMA: Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde.

PALABRAS CLAVES: Tuna, mermelada artesanal, ecotipos, evaluación sensorial.

DIRECTOR: Lic. Adriana Giménez

CODIRECTOR: Lic. Nancy Ventreña

LUGAR DE REALIZACIÓN: Laboratorio de la UCCuyo, Facultad Don Bosco, Rodeo del Medio, Maipú. Mendoza.

Agradecimientos

Muchos de los pasos dados en mi vida, y especialmente la realización de este trabajo, no hubieran sido posible, sin la ayuda de Dios y de varias personas:

A mi sobrina del alma, Alejandra Pannochia, diseñadora industrial, por su desinteresada e inmensa ayuda.

A mi amiga y colega María Belén Giménez, por su ayuda incondicional y acompañamiento en este trabajo, como así también, el constante aliento de mis colegas y amigas Lílana Squartini y Roxana Campos.

A mi querida y eterna amiga, Silvana Enrico por su precisa y desinteresada ayuda.

A la Bioquímica Mariángeles Ávila Maniero, excelente persona, la cual puso a disposición horas de su trabajo para ayudarme.

A mi amiga Alejandra Meloni, por ser intermediaria y contactarme con gente de su otro ámbito laboral para la realización de la degustación.

A nuestro amigo Carlos Manassero por su incondicional y gran ayuda.

A la Lic. Alejandra Grosso por su permanente disposición.

A mi Directora de Tesis, Lic. Adriana Giménez y a mi codirectora, Lic. Nancy Ventrera, por sus tiempos y paciencia.

A la Cátedra de Bromatología por permitirme hacer la degustación.

Al Dr. Rubén Fernández por orientarme y guiarme.

A mis compañeros de Trabajo, Marcela Molina y Eduardo Cangialosi.

Por último en mencionar, pero PREEMINENTEMENTE, mi reconocimiento e inmensa gratitud a mi FAMILIA, Guille, Anto y Augusto, los que me enseñaron a creer en los sueños y a perseverar para lograrlos. Me acompañaron e incentivaron especial y permanentemente en la realización de la tesis, fueron y son mis pilares!!!. Gracias por estar junto a mí, bajo el sol cosechando, pinchándonos con los penepes y muchas otras cosas más.

A TODOS MUCHAS GRACIAS y que DIOS los bendiga. !!!!!

Índice:

	<i>Página</i>
<i>Resumen</i>	6
<i>Capítulo I. Marco teórico</i>	7
1. <i>Introducción</i>	7
2. <i>El nopal y su fruto, la tuna</i>	8
2.1. <i>Origen y distribución geográfica</i>	8
2.2. <i>Clasificación taxonómica</i>	9
2.3. <i>Características generales de la planta y de la tuna</i>	10
2.4. <i>Valor nutricional de la tuna</i>	14
2.5. <i>Las variedades y el cultivo en la Argentina</i>	15
2.6. <i>El Mercado mundial</i>	16
3. <i>Mermelada de fruta</i>	16
3.1. <i>Revisión histórica</i>	16
3.2. <i>Aspectos legales de la elaboración de mermeladas</i>	17
3.3. <i>Determinaciones físicoquímicas</i>	18
3.4. <i>Defectos y alteraciones</i>	24
4. <i>Objetivos e Hipótesis</i>	26
<i>Capítulo II. Marco experimental</i>	27
1. <i>Material y Método</i>	27
1.1. <i>Diagrama de Flujo del proceso.</i>	27
1.1.1 <i>Diccionario del diagrama de flujo.</i>	30
1.1.2 <i>Desarrollo del proceso de elaboración.</i>	32

1.2. <i>Análisis</i>	35
1.2.1. <i>Análisis físicoquímicos</i>	35
1.2.2. <i>Análisis microbiológico</i>	36
1.2.3. <i>Análisis sensorial</i>	37
2. <i>Resultados</i>	42
2.1. <i>Formulación</i>	42
2.2. <i>Análisis</i>	44
2.2.1. <i>Análisis físico-químico en la pulpa de tuna</i>	44
2.2.2. <i>Análisis del producto final</i>	46
2.2.2.1. <i>Composición centesimal</i>	46
2.2.2.2. <i>Contenido energético</i>	48
2.2.2.3. <i>Análisis físicoquímicos</i>	48
2.2.2.4. <i>Etiquetado</i>	50
2.2.2.5. <i>Análisis microbiológicos</i>	51
2.2.2.6. <i>Análisis sensorial</i>	53
3. <i>Conclusiones</i>	70
<i>Bibliografía</i>	71
<i>Anexo</i>	75
<i>-Anexo 1: Datos de análisis físicoquímicos de la pulpa de tuna</i>	75
<i>-Anexo 2: Datos de análisis del producto terminado.</i>	77
<i>Anexo 3: Análisis microbiológicos</i>	81
<i>Anexo-4: Datos obtenidos de la evaluación sensorial de los Consumidores.</i>	82

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

<i>Anexo 5: Datos obtenidos de la evaluación sensorial de Jueces entrenados.</i>	85
<i>Anexo 6: Derivados y usos del Nopal y la Tuna.</i>	88
<i>Anexo 7: Fotos.</i>	89

RESUMEN:

La tuna es una fruta presente principalmente en zonas áridas y semiáridas. Su aporte nutricional podría aprovecharse consumiéndola en forma directa, como así también a través de productos elaborados en forma artesanal. Dichos productos podrían incorporarse a la economía del mercado de consumo interno y eventualmente externo. Por tal motivo, se evalúa la posibilidad de desarrollar mermeladas con tres ecotipos de tuna de la misma variedad, considerando la aceptación del producto.

Se trabajó con tunas (*Opuntia ficus indica f. inermis*), cultivadas en el Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CRICYT) ubicado en el Parque General San Martín, Capital, Mendoza.

El objetivo general del trabajo estuvo dirigido a la elaboración de mermeladas de tres ecotipos de tuna: Tuna roja o morada, tuna anaranjada o amarilla y tuna verde o blanca acorde a la legislación vigente. Los ítems específicos estuvieron conducidos hacia el desarrollo de una mermelada utilizando una fruta no convencional, para determinar el valor nutricional del mismo, y sus características fisicoquímicas, ampliar la producción de subproductos de tuna en la región árida y semiárida, para así finalmente evaluar el grado de aceptabilidad sensorial y comercial del producto.

Se caracterizaron los tres ecotipos de tuna y sus respectivas mermeladas mediante determinaciones fisicoquímicas, se verificó el contenido nutricional y se realizaron los análisis microbiológicos de cada una de ellas. Dentro de las determinaciones fisicoquímicas de las mermeladas se incluyó K, P, Ca y vitamina C, teniendo en cuenta que se parte de una materia prima con buenas cantidades de estos minerales y vitamina C con respecto a otras frutas.

Se llevaron a cabo pruebas de evaluación sensorial del producto terminado y se consultó el precio que estarían dispuestos a pagar los potenciales consumidores. Los jueces entrenados contribuyeron al diseño de un perfil sensorial para cada una de las mermeladas y evaluaron en forma global al producto obtenido.

Los resultados obtenidos en cuanto a la caracterización de la materia prima arrojan un buen contenido en sólidos solubles, vitamina C y en minerales como el fósforo, calcio, potasio y un contenido bajo en sodio con respecto a otras frutas que se consumen habitualmente.

Los análisis microbiológicos realizados para evaluar la conservación permiten expresar que se trata de un producto de bajo riesgo microbiológico, bajo las condiciones de conservación que se obtuvieron.

En base a lo expuesto, se puede concluir que es técnicamente posible elaborar artesanalmente mermeladas de tres ecotipos de tuna, las cuales poseen un buen aporte nutricional, son aptas para el consumo humano desde el punto de vista bromatológico y aceptadas sensorialmente por los consumidores.

Palabras claves: *Tuna, mermelada artesanal, ecotipos, evaluación sensorial.*

CAPITULO I. MARCO TEÓRICO

1. INTRODUCCIÓN:

Las cactáceas pueden ser consideradas plantas multipropósito ya que no sólo proporcionan forraje para el ganado y alimento para el hombre sino que también son de uso medicinal. Estas especies vegetales han desarrollado una adaptación fenológica, fisiológica y estructural favorable para su crecimiento en zonas áridas y semiáridas donde el agua es el principal factor limitante para la mayoría de las plantas. (Nazareno, et al., 2012).

Opuntia ficus indica es originaria del Golfo de México y el Caribe pero divulgada en todos los países de clima templado o tropical seco. Es la especie de cactus de mayor importancia económica en el mundo, es cultivada en toda la Argentina, salvo en la Patagonia, por sus frutos comestibles y también como forrajera de emergencia en las provincias secas. Las plantaciones y producciones más importantes se registran en las regiones áridas y semiáridas cálidas, en el centro – norte del país, encontrándose en menor escala en zonas con mayores precipitaciones y de menores temperaturas. Generalmente se encuentran cultivadas alrededor a la vivienda rural o urbano- rural, teniendo en general de 3 a 50 plantas. En Mendoza existen 30 especies de cactus nativos; en Argentina el número se eleva a 210 y en el mundo a 2.500. (Kiesling, 1998).

Se conocen casi 300 especies del género *Opuntia*. Sin embargo hay sólo 10 a 12 especies hasta ahora utilizadas por el hombre. Entre ellas se encuentran como especie cultivada para la producción de fruta: *Opuntia ficus-indica* (Berger y Sáenz, 2006).

La tuna posee cantidades significativas de ácido ascórbico que puede llegar a valores de 40 mg/100g; tal contenido es mayor que el encontrado en manzana, pera, uva o banana. La tuna posee un buen contenido en calcio y fósforo (15,4 a 32,8 mg/100g; 12,8 a 27,6 mg/100g, respectivamente) y también en potasio (217mg/100g), no así en el contenido de sodio que es relativamente bajo (0,6 a 1,19mg/100g). El cantidad total de aminoácidos libres (257,24 mg/10g) es mayor que el promedio encontrado en otros frutos, un valor muy cercano se encuentra en los cítricos. (Sáenz, C. 2006).

Históricamente, los marinos, en sus sucesivos viajes, acarrearon estas plantas como sustituto de las verduras. De esta manera intentaban o lograban combatir el escorbuto -causado por falta de vitamina C-, dicho mal los aquejaba debido a los largos períodos de navegación sin alimentos frescos (Kiesling, 1998).

Numerosas investigaciones han revelado que las cactáceas poseen un alto contenido de diversos compuestos químicos que pueden ser considerados fitoterapéuticos naturales y que le otorgan un valor agregado a sus productos. Estas plantas pueden ser aprovechadas en forma integral dado que las frutas, los cladodios, las semillas y las flores se pueden usar como fuente de fitoquímicos activos. Fibras, hidrocoloides, pigmentos, minerales y vitaminas son algunos de los componentes encontrados en cladodios y frutas de cactus. (Nazareno, et al., 2012).

En general, el aumento en el consumo de frutas y verduras está asociado con la prevención de varias enfermedades humanas. Algunos estudios han demostrado científicamente que el consumo regular de tuna produce efectos beneficiosos para la salud, disminuye el estrés oxidativo en humanos saludables afectando positivamente el equilibrio redox y disminuyendo el daño oxidativo de los lípidos. (Tesoriere et al., 2005).

Los antioxidantes naturales pueden ser usados en la industria alimentaria. Esta demanda condujo al concepto de alimentos funcionales, es decir, aquellos que no sólo son fuente de nutrientes sino también productos benéficos para la salud. Las propiedades de las especies de cactáceas se corresponden con este concepto. Numerosos productos de alto valor agregado tales como alimentos saludables pueden ser elaborados a partir de la planta de cactus, tales como jugos, mermeladas, dulces, caramelos, licores y jarabes. (Nazareno, et al., 2012).

La idea de realizar mermeladas con distintos ecotipos de tuna, surgió a partir de bibliografías y a trabajos realizados en la Facultad de Ciencias Agrarias, sobre la elaboración de productos no convencionales, usando como materia prima la tuna, (Bauzá, M.; Vignoni, L. 2001-2002).

En base a lo expuesto, se pensó en la posibilidad de elaborar mermeladas artesanales sin conservantes, colorantes, esencias, saborizantes, haciendo uso de la fruta mencionada, con características organolépticas deseables y aceptables. Además, se tuvo en cuenta que la materia prima proviene de una planta que se adapta bien a las condiciones restringidas que presentan las regiones áridas y semiáridas como nuestra región cuyana.

Una de las finalidades de este trabajo es que la población en general, y en especial la de bajo poder adquisitivo, conozca y aproveche en su totalidad el potencial de la tuna.

2. EL NOPAL y su fruto, LA TUNA.

2.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Su origen e historia están íntimamente relacionados con las antiguas civilizaciones mesoamericanas, en particular con la cultura azteca. Existen evidencias arqueológicas que permiten afirmar que fueron las poblaciones indígenas asentadas en las zonas semiáridas de Mesoamérica las que iniciaron su cultivo de modo formal (Pimienta, 1990).

La tuna pertenece a la familia Cactáceas, siendo éstas endémicas del continente americano y se desarrollan principalmente en las regiones áridas y semiáridas, en forma cultivada o silvestre. (Flores et al., 1995). El centro primitivo de diferenciación de las cactáceas fue el Golfo de México y el Caribe, desde donde emigraron para constituir las dos zonas geográficas actuales: América del Norte y América del Sur.

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

Esta fruta se encuentra distribuida en muchos países del mundo y muchos de ellos son productores de tuna: México, Bolivia, Perú, norte de África (Túnez, Marruecos, Eritrea, Etiopía), Argentina, Italia, Sudáfrica, Chile, Israel, India, España, Australia, Brasil y EE.UU (Álvarez, 2007). Básicamente su propagación se debió a los navegantes, que lo llevaban como verdura fresca por su alto contenido en vitamina C.

El mejoramiento genético que ha sufrido esta especie se remonta a la época prehispánica: los cronistas de Indias relatan sobre estos frutos, habiéndose llevado plantas a España en 1492, en su regreso del primer viaje de Colón a América. Los moros las llevaron desde España a África a fines de 1500. (M.J.Ochoa, D. Corvalán, M. Nazareno, 2010). De acuerdo a Bravo (1991) su domesticación comenzó hace 8 mil años. Varios estudios demuestran que la *Opuntia megacantha* es la forma silvestre (con espinas) de la que se obtuvo *Opuntia ficus indica*, forma hortícola (sin espinas).

2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

La clasificación taxonómica de esta fruta es compleja, uno de los motivos es que los fenotipos presentan gran variabilidad según las condiciones ambientales, también porque se encuentran casos de poliploidía, ya que se reproducen en forma sexual o asexual y existen numerosos híbridos interespecíficos, lo que complica más su clasificación (Sáenz, 2006).

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Dialipetalas

Orden: Opuntiales

Familia: Cactaceae

Subfamilia: Opuntioideae

Tribu: Opuntiae

Género: *Opuntia*

Especie: *ficus-indica*

Nombre binomial: *O. ficus-indica* (L.) 1768 Miller

Las tunas reciben distintos nombres según su origen y distribución:

El nombre tuna es de origen caribeño (Bravo, 1991), tomado por los primeros españoles que conocieron estas plantas. Con éste término se designa mayormente a los frutos, aunque también se utiliza para la parte vegetativa de las especies de *Opuntia*.

Nopal es un término mexicano derivado del Náhuatl "Nopalli" (Bravo, 1991; Moringo: 424), con el que se designa a varias especies. Los españoles rebautizaron al nopal con el nombre de chumbera y la fruta como higo de las Indias (hoy higo chumbo). Otro nombre, es "Tuna de Castilla" o Nopal de Castilla. (Andalucía, según Le Houérou, 1996). En Italia se le conoce como fico d'India, en Francia le llaman figue de Barbarie; en EE.UU. y Sudáfrica: prickly pear, (nombre que está evolucionando a cactus pear), en Israel se conoce como sabras, que significa "espinoso por fuera, pero dulce por dentro". En Brasil la llaman palma forrajera, ya que se cultiva principalmente para la producción de forraje (Sáenz, 2006).

2.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PLANTA Y DE LA TUNA

Es una planta arbustiva o arbórea, con tronco leñoso y puede alcanzar hasta 5 metros de alto y 4 metros de diámetro. El sistema radical de las tunas es muy extenso y superficial, alcanzando una profundidad cercana a los 80 cm, pero se extiende horizontalmente por varios metros. Es un sistema densamente ramificado, rico en raíces finas absorbentes y superficiales (Sudzuki et al., 1993; Sudzuki, 1999; Sáenz, 2006).

El nopal presenta numerosos tallos modificados denominados cladodios (conocidos vulgarmente como "paletas" o "pencas"). Estos son suculentos, permitiéndole acumular gran cantidad de agua (Comisión Nacional de Zonas Áridas 1981), tienen forma ovoide, elíptica u oblonga, similar a una raqueta de tenis; alcanzan una longitud de 33-60 cm y 18-25 cm de ancho; son aplanados, con un grosor de 1.8-2.3 cm; color verde pálido a oscuro, con o sin espinas dependiendo de la variedad. Sobre ambas caras del cladodio hay yemas, llamadas "areolas", que tienen la capacidad de desarrollar nuevos cladodios, flores y raíces dependiendo de las condiciones ambientales. Las areolas presentan en su cavidad espinas de dos tipos: unas pequeñas, agrupadas en gran número (conocidas como "gloquidios"), y otras grandes que son hojas modificadas. Los cladodios desarrollados tienen 52-69 areolas por cada cara. La epidermis de la tuna está cubierta por una gruesa cutícula que la protege de una amplia gama de insectos y patógenos y evita la deshidratación provocada por las altas temperaturas. Es así como puede tolerar temperaturas de hasta 60°C. Los tallos se lignifican con el tiempo y pueden llegar a transformarse en verdaderos tallos leñosos, agrietados, de color ocre blanuzco a grisáceo (Sudzuki et al., 1993; Granados y Castañeda, 1996; Reyes-Agüero et al., 2005; Sáenz, 2006; Álvarez, 2007).

Las flores son hermafroditas, solitarias y sésiles. Presentan una longitud de 6 a 8 cm y se desarrollan preferentemente en la parte apical del margen superior del cladodio, son amarillas hasta alcanzar un color anaranjado. (Comisión Nacional de Zonas Áridas e Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, México, 1981). En la mayor parte del mundo la tuna florece una vez al año, en nuestra provincia se produce en setiembre. Sin embargo, bajo ciertas condiciones ambientales y con suministro de agua en verano, se presenta una segunda floración en marzo, que da origen a la llamada fruta "inverniza", fenómeno que sucede naturalmente en Chile (Pimienta, 1990; Sudzuki et al., 1993; Reyes-Agüero et al., 2005; Sáenz, 2006; Álvarez, 2007).

El fruto es una falsa baya con ovario ínfero, uniloculado y carnosos, en que la cáscara corresponde a la envoltura del ovario y no se diferencia del epicarpio, mesocarpio y endocarpio. Es posible observar en la epidermis la presencia de aréolas con finas espinas, de 2 a 3 mm de longitud, llamadas penepes. La pulpa corresponde al lóculo desarrollado, con numerosas semillas. La forma y tamaño de los frutos son variables (los hay ovoides, redondos, elípticos y oblongos, con los extremos aplanados, cóncavos o convexos) aunque en promedio presentan 7-9 cm de largo, 5-6 cm de diámetro y 8-14 g de peso. Los colores de los frutos también son diversos: cáscaras de colores rojos, anaranjados, púrpuras, amarillos y verdes con pulpas, en general, de los mismos colores. (Chessa y Nieddu, 1997; Scheinvar, 1999; Mondragón-Jacobo et al., 2001; Ochoa, 2003; Sáenz, 2006; Álvarez, 2007). Es necesario tener en cuenta que son frutos no climatéricos, por lo que es fundamental cosecharlos con madurez de consumo (Cantwell, 1999).

Al evaluar la calidad de la fruta se tienen en cuenta el tamaño, color de la cáscara, frescura, consistencia, contenido de semillas y espinas, relación pulpa/cáscara y concentración de sólidos solubles. (Fusa Sudzuki, 1985). En cuanto al tamaño, el parámetro más importante es el diámetro ecuatorial, que debe ser superior a 4 cm pero también se tiene en cuenta la relación con el contenido de semillas que es variable según el cultivo. Por ejemplo, los frutos chilenos presentan una mayor proporción de parte comestible (frutos de pulpa verde). (Barbera et al., 1994). La tuna debe ser fresca, de consistencia firme y durante la cosecha los rangos de sólidos solubles fluctúan entre 10-17 °Brix, siendo el óptimo 13-15 °Brix. Las semillas son de forma discoidal, se encuentran de 100 a más de 400 semillas por fruto, con diámetro de 3 a 4 mm (Cerezal y Duarte, 2005). Se han encontrado correlaciones positivas entre el contenido de semillas (número y peso) y el peso total de la fruta, indicando que el mayor tamaño de la fruta está relacionado con el mayor número de semillas (Barbera et al., 1994). Con respecto al porcentaje de pulpa los valores aceptados son del 60 al 75 % de pulpa en relación con el peso del fruto. (Nobel, 1994). La proporción de pulpa para exportar debe ser mayor del 55 al 60%. ([http:// www.mercosur.com.ar](http://www.mercosur.com.ar)).

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde



Figura N°1: Tunales, *Opuntia ficus indica f. inermis*

Fuente: Foto tomada del Predio del Cricyt, con autorización del Ing. J.C.Guevara.



Figura N°2: *Opuntia ficus indica f. inermis* (ecotipo roja)

Fuente: Foto tomada del Predio del Cricyt, con autorización del Ing. J.C.Guevara.

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde



Figura N°3: *Opuntia ficus indica f. inermis* (ecotipo anaranjada)

Fuente: Foto tomada del Predio del Cricyt, con autorización del Ing. J.C.Guevara.



Figura N°4: *Opuntia ficus indica f. inermis* (ecotipo verde)

Fuente: Foto tomada del Predio del Cricyt, con autorización del Ing. J.C.Guevara.

2.4. VALOR NUTRITIVO DE LA TUNA

De acuerdo a lo señalado por Sáenz (1999, 2000) la tuna tiene un valor nutritivo similar al de otros frutos aunque cabe destacar que el contenido de sólidos solubles es mayor que en el durazno, la manzana, la ciruela, el damasco, la cereza y el melón, frutos de consumo masivo. (Pimienta, 1990; Schmidt-Hebbel et al., 1990; Sepúlveda y Sáenz, 1990).

Esta característica hace que la tuna sea un fruto apto para ser sometido a procesos de transformación tales como la concentración y la deshidratación, que aprovechan la disminución de la actividad del agua y el aumento del contenido de azúcares como un medio de preservación. La mayoría de los azúcares presentes en el fruto son del tipo reductor, con cerca del 53 por ciento de glucosa y el resto de fructosa (Russel y Felker, 1987; Sawaya et al., 1983; Sepúlveda y Sáenz, 1990; Kuti y Galloway, 1994; Rodríguez et al., 1996).

Cabe señalar que la glucosa es el único metabolito energético de las células cerebrales y nerviosas y que en la tuna está presente como azúcar libre por lo que es directamente absorbido por el cuerpo. Los contenidos de proteína (0,21-1,6 g/100 g), grasa (0,09-0,7 g/100 g), fibra (0,02 - 3,15 g/100 g) y ceniza (0,4-1,0 g/100 g) son similares a los de otros frutos (Askar y El Samahy, 1981; Pimienta, 1990; Sawaya et al., 1983; Sepúlveda y Sáenz, 1990; Rodríguez et al., 1996; Muñoz de Chávez et al., 1995).

El valor calórico de su pulpa varía entre 31-50 kcal/100 g (Sawaya et al., 1983; Muñoz de Chávez et al., 1995; Schmidt-Hebbel et al., 1990), comparable con el de otros frutos como la pera, la manzana, el durazno y la naranja.

El contenido total de aminoácidos libres (257,24 mg/100 g) es mayor que el promedio de otros frutos; de hecho un valor cercano se encuentra solo en los cítricos y la uva. Una característica del fruto de tuna es el alto contenido relativo de serina, ácido α -aminobutírico, glutamina, prolina, arginina e histidina y la presencia de metionina (Askar y El-Samahy, 1981). En un estudio efectuado por Stintzing et al. (1999) se informa sobre la presencia de un alto contenido de taurina en frutos de *Opuntia ficus-indica* cultivada en México y Sudáfrica con un rango de 323,6 a 572,1 mg/l; este aminoácido, cuya presencia no es común en una gran cantidad de plantas, es importante por su influencia en el desarrollo de la retina y en la síntesis de ácidos biliares, a lo que se suma la baja capacidad del ser humano para sintetizarlo.

La tuna presenta un alto nivel de ácido ascórbico que puede llegar a valores de 40 mg/100 g; tal contenido es mayor que el encontrado en la manzana, la pera, la uva y la banana. El contenido de sodio y potasio de la tuna indica que es una buena fuente de este último (217 mg/100 g) y que presenta un bajo contenido de sodio (0,6 a 1,19 mg/100 g) lo que es una ventaja para ser consumido por personas con problemas renales o de hipertensión (Sepúlveda y Sáenz, 1990; Rodríguez et al., 1996). La tuna presenta un buen contenido en calcio y fósforo, 15,4 a 32,8 mg/100 g y 12,8 a 27,6 mg/100 g respectivamente (Sawaya et al., 1983; Sepúlveda et al., 1990).

A continuación se presentan dos cuadros con algunas determinaciones químicas de los tres tipos de tuna según algunos autores:

Cuadro 1: Composición mineral de pulpa de tuna (mg 100)

Mineral	Tuna verde	Tuna púrpura	tuna anaranjada
Calcio	12,8	13,2	35,8
Sodio	0,6	0,5	0,9
Potasio	217	19,6	117,7
Fósforo	32,8	4,9	8,5

Fuente: Sáenz y Sepúlveda (2001 a); Sáenz et al., (1995 a); Sepúlveda y Sáenz (1990)

Cuadro 2: Composición química de la pulpa de tuna (% parte comestible)

DETERMINACIONES	Tuna verde	Tuna púrpura	Tuna anaranjada
Humedad	83,8	85,98	85,1
Proteína	0,82	0,38	0,82
Grasa	0,09	0,02	
Fibra	0,23	0,05	
Vitamina C	20,33	20	24,1

Fuente: Sáenz y Sepúlveda (2001 a); Sáenz et al., (1995 a); Sepúlveda y Sáenz (1990)

2.5. LAS VARIEDADES DE TUNA Y EL CULTIVO EN LA ARGENTINA:

El género *Opuntia* presenta numerosas especies comestibles, pero la más cultivada es *Opuntia ficus-indica*, la cual presenta muchas variedades y subvariedades según la zona de cultivo.

La producción de tuna en Argentina se concentra desde mediados de enero a mediados de febrero, permitiendo el ingreso de sus frutos al mercado mundial antes que Chile.

Los consumidores argentinos prefieren las variedades amarilla con pulpa verde, sin espinas, que representan el 80 % de los biotipos disponibles; sin embargo, se exportan los tipos rojos y anaranjados (Ochoa, 2003). Existen en el país algunas variedades: morada, rosada, anaranjada, que extienden el período de cosecha hasta los primeros días de junio. (Agro Visión NOA, 1996).

Según Ochoa (1997), en Argentina, el cultivo de la tuna se extendió principalmente en la región del noroeste argentino, tradicionalmente en pequeñas plantaciones. En nuestro país, *Opuntia ficus-indica* es cultivada por sus frutos comestibles y también como forrajera de emergencia, y en los últimos años se han desarrollado cultivos más o menos extensos en Santiago del Estero, Catamarca, Córdoba, etc., con el objetivo de producir fruta tanto para ser consumida en el país como para exportar. En el Valle de Lerma (Salta) se implantaron pequeños cultivos de tuna como forrajera, y en menor medida como fruta para consumo familiar (Kiesling et al., 2011). Se presentan cultivos también en la zona de los valles Calchaquíes y en la Puna entre los 0 a los 2.500 m.s.n.m. (Instituto de Botánica, 1997-2011).

2.6. EL MERCADO MUNDIAL

La tuna se ha producido en 32 países, siendo en la mayoría de ellos un producto secundario de la producción de forraje o de su uso en la conservación de suelos, o corresponden a plantaciones en superficies pequeñas, por lo que los frutos son consumidos localmente y no participan en el mercado mundial de exportación. Entre los países productores destacan México, Túnez, Argentina, Italia, Sudáfrica, Chile, Israel y EE.UU (Álvarez, 2007).

El mercado internacional de la tuna está restringido a nichos de consumidores con características sociales y culturales bien definidas, son los que muestran una gran lealtad hacia los productos tradicionales de sus países de origen. Particularmente, en los Estados Unidos (en las ciudades de San Antonio, Chicago, Los Ángeles, Miami y Nueva York) y Canadá (en Montreal, Toronto, Edmonton y Vancouver), la demanda de productos típicos o tradicionales, como la tuna, se focaliza en los consumidores mexicanos, latinoamericanos y europeos de origen latino. A pesar de que México es el primer productor mundial de tuna, no ha podido acceder al mercado de otros países, como lo han hecho Italia, Israel, Sudáfrica y Chile, los cuales no cuentan con la diversidad ni con la calidad de las tunas mexicanas; incluso, la presencia de México en el mercado internacional está amenazada por el ingreso de productos provenientes de esos países y de otros, como Colombia, Ecuador y China, cuya ventaja radica en que acceden al mercado internacional en el invierno del hemisferio norte. (Méndez Gallegos y García Herrera, 2006).

3. MERMELADA

3.1 REVISIÓN HISTÓRICA

El origen de lo que hoy conocemos como mermelada tuvo lugar en la época de los romanos. En aquellos años se comenzó a conservar la fruta añadiéndose su peso en miel (primer edulcorante natural) y haciéndola hervir hasta que tuviera la consistencia deseada. Tuvieron que pasar varios siglos para que, con la llegada de los árabes a la península ibérica, se introdujeran en Europa el azúcar de caña y el algarrobo con cuya semilla se realizó una harina que ayudaba a espesar. Los árabes añadían a la fruta su mismo peso en azúcar y una pizca de algarrobo y la mantenían en el fuego hasta que obtenían la densidad deseada.

En la Edad Media, la mermelada se convirtió en un manjar de Reyes y el secreto artesanal del producto se desplazó con ellos allá donde fueran, con lo que este producto español se comenzó a conocer en el resto de Europa, reyes como Carlos V, que lo introdujo a Alemania y Países Bajos.

El nombre mermelada tiene en la actualidad orígenes dudosos; unos dicen que procede de las palabras miel y manzana, mientras que otros aseguran que el origen es la palabra portuguesa mamele, que significa membrillo. Por su parte, los franceses lo denominaron confitura del verbo confitar y los ingleses desde la época de Isabel I, marmalade (Barona Solarte, A. et al., 2007).

3.2. ASPECTOS LEGALES DE LA ELABORACIÓN DE MERMELADAS.

El aspecto legal de la elaboración de las mermeladas se define en el Código Alimentario Argentino, **Artículo 810-** (Res. MSyAS N° 1027/81) *Con la denominación genérica de Mermelada, se entiende la confitura elaborada por cocción de frutas u hortalizas (enteras, en trozos, pulpa tamizada, jugo y pulpa normal o concentrada), con uno o más de los edulcorantes mencionados en el Artículo 807.*

Deberá cumplimentar las siguientes condiciones:

a) El producto terminado tendrá consistencia untable y se presentará como una mezcla ínfima de componentes de frutas enteras o en trozos.

b) Dicho producto tendrá sabor y aroma propios, sin olores ni sabores extraños.

c) La proporción de frutas y hortalizas no será inferior a 40,0 partes % del producto terminado.

d) Cuando la naturaleza de la materia prima lo exigiere, se admitirá la presencia de piel y/o semillas en la proporción en que naturalmente se encuentren en la fruta fresca (tomates, frutillas, frambuesas y semejantes) y en la parte proporcional que corresponde de acuerdo a la cantidad de fruta empleada.

e) El producto terminado deberá contener una cantidad de sólidos solubles no menor de 65,0% (determinados por refractometría según la Escala Internacional para sacarosa)

Este producto se rotulará: Mermelada de ..., llenando el espacio en blanco con el nombre de la fruta y hortaliza con caracteres de igual tamaño, realce y visibilidad.

Cuando se elabora con mezcla de frutas u hortalizas, deberán declararse sus componentes en valor decreciente de sus proporciones. En el rótulo se consignará el peso neto del producto envasado.

3.3. DETERMINACIONES FISICOQUIMICAS.

1) Acidez titulable*

La acidez libre (acidez titulable) representa a los ácidos orgánicos presentes que se encuentran libres y se mide neutralizando los jugos o extractos de frutas con una base fuerte; el pH aumenta durante la neutralización y la acidez titulable se calcula a partir de la cantidad de base necesaria para alcanzar el pH del punto final de la prueba. En la práctica se toma como punto final pH = 8.5 usando fenolftaleína como indicador. Para reportar la acidez, se considera el ácido orgánico más abundante del producto vegetal, el cual varía dependiendo de la especie de que se trate, por lo que el resultado se expresa en términos de la cantidad del ácido dominante.

Es importante para controlar la calidad y prevenir alguna alteración o defecto.

*(Guía de trabajos prácticos de Análisis de los Alimentos- Cátedra de Química Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias; UNCuyo).

2) Acidez potencial (Método Potenciométrico)*

La determinación del pH es una determinación electrométrica que evalúa la concentración de iones hidrógeno en una muestra. Su determinación y control es de gran importancia en las industrias de alimentos: en la utilización y control de microorganismos y enzimas; en la clarificación y estabilización de jugos de frutas y vegetales y de productos fermentados de frutas y cereales; en la producción de mermeladas, jaleas, cuya textura está determinada por la concentración del ion hidrógeno del gel pectina-azúcar- ácido; en el color y retención del "flavor" de productos de frutas. También es importante en la rigurosidad del tratamiento térmico (tiempo y temperatura de procesamiento).

El pH se determina utilizando un peachímetro o potenciómetro, el cual se calibra con solución tampón, antes de realizar las mediciones.

*(Guía de trabajos prácticos de Análisis de los Alimentos- Cátedra de Química Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias; UNCuyo).

3) Sólidos solubles (Método físico por Refractometría)**

La determinación de sólidos solubles es fundamental para el control de un punto crítico del proceso, asegurando la aptitud de conservación del producto final. La actividad de agua disminuye por cocción, lo que implica el impedimento del desarrollo de mohos y levaduras superficiales. El resultado debe ser no menor a 65° Brix utilizando el refractómetro.

Se basa en la variación del índice de refracción con la concentración de azúcar, que permite apreciar sin gran dificultad diferencias del orden de 0,5%. La lectura se realiza en la escala azucarina y se expresa en grados °Brix, que corresponde al porcentaje de sacarosa. En la medición, aparte de los azúcares, influye todo aquello que modifique la refracción, como por ejemplo los ácidos orgánicos, pero dado que la mayor concentración de sólidos solubles en los jugos de frutas son los azúcares, se considera que todo lo que marca el refractómetro son azúcares.

** Tomo II, Recopilación técnica. Centro de Investigación Tecnológica de Frutas y Hortalizas del sistema INTI.

4) Humedad: (Método de estufa a 105°C)**

La determinación de humedad es necesaria para realizar el cálculo de hidratos de carbono, proteger al producto de agentes extraños y definir las condiciones de conservación.

El método de determinación se fundamenta en secar la muestra a 100-105°C y presión atmosférica hasta peso constante. Es largo y puede requerir 5 ó más horas. Se acelera usando estufas de aire forzado y agregando piedra pómez o arena para aumentar la superficie de evaporación y evitar formación de costras de azúcares o de proteínas coaguladas. Conviene revolver periódicamente con una varilla.

** Tomo II, Recopilación técnica. Centro de Investigación Tecnológica de Frutas y Hortalizas del sistema INTI.

5) Cenizas Totales (Método mineralización oxidativa por vía seca a 500°C – 550°C.)*

Es parte del análisis general y guarda relación con el contenido de minerales del producto, como K, P, Ca, Na, etc.

La determinación de Cenizas totales se basa en la destrucción de la materia orgánica por combustión. La muestra pesada se somete primero a una incineración sobre mechero y tela metálica; luego a fuego directo sobre triángulo de pipa y finalmente se lleva a mufla a 500-550°C hasta conseguir las cenizas blancas. Se pesa la muestra calcinada y por diferencia de pesadas se obtiene el contenido de minerales. No se debe dejar pasar de esa temperatura porque se podrían descomponer los carbonatos presentes y se volatilizarían otras sustancias como los compuestos de fósforo produciendo resultados erróneos.

*(Guía de trabajos prácticos de Análisis de los Alimentos- Cátedra de Química Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias; UNCuyo).

6) Proteínas totales (Método Kjeldahl)*

Determinación de menor importancia en productos derivados de frutas, ya que éstas no se caracterizan por un alto valor proteico. Se realiza para determinar la composición centesimal.

El método Kjeldahl se basa en la destrucción oxidativa de la materia orgánica por medio de ácido sulfúrico concentrado y en caliente. El carbono se oxida a dióxido de carbono, el hidrógeno pasa a formar agua y el nitrógeno pasa a amoníaco, el cual en medio sulfúrico, queda retenido como sulfato de amonio. La acción del ácido sulfúrico es extremadamente lenta, por ello es necesario acelerarla mediante catalizadores como cobre, selenio y una sal de sulfato de potasio o sulfato de sodio que eleva el punto de ebullición del ácido. Esta primera etapa denominada "digestión", debe prolongarse hasta que no queden restos orgánicos ni carbono, lo que se reconoce porque el líquido que al principio de la operación es oscuro, queda totalmente incoloro. Esta etapa dura aproximadamente 1 o 2 horas.

La segunda etapa es la "destilación" del amoníaco fijado como sulfato de amonio en la digestión. Para ello, el ácido debe ser neutralizado mediante un álcali como el hidróxido de sodio y alcalinizado finalmente con un exceso del mismo, liberándose el amoníaco.

En la tercera etapa se realiza la "titulación" y el amoníaco se valora como álcalis. Previamente se recoge el destilado en una solución de ácido bórico. Este es un ácido débil que no alcanza a producir viraje en ciertos indicadores, pero en cambio puede retener el amoníaco hasta

cierto grado. Con una mezcla de indicadores puede valorarse directamente el amoníaco recogido con el ácido clorhídrico 0,1 N hasta lograr el punto final de la reacción.

*(Guía de trabajos prácticos de Análisis de los Alimentos- Cátedra de Química Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias; UNCuyo).

7) Grasas totales (Método de destilación por Soxlet) *.

En esta determinación las sustancias grasas se extraen por medio del solvente orgánico éter y del extractor soxlet. La extracción se realiza en forma discontinua y las grasas se cuantifican gravimétricamente. Se toma la muestra homogeneizada y seca, pesada o medida, se coloca en cartucho de celulosa y se introduce dentro del extractor. El disolvente se vierte en el extractor sobre la muestra, permaneciendo así por 24 horas para lograr la disolución de las sustancias liposolubles. Luego se adiciona más éter hasta sifonar, se enciende la lámpara dejando funcionar el equipo hasta completar la extracción. Terminada esta operación, el éter se recupera y el balón de extractor soxlet (previamente secado y tarado) que contiene las sustancias grasas, se lleva una vez frío a estufa a 100°C y cuando se encuentra totalmente seco y frío se pesa para cuantificar.

*(Guía de trabajos prácticos de Análisis de los Alimentos- Cátedra de Química Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias; UNCuyo).

8) Fibra Bruta: (Método estandarizado “Hidrólisis ácida – alcalina controlada”) *

La determinación del contenido en fibras se realiza porque es un componente fundamental a nivel nutricional dado que la misma es un constituyente importante en los nutrientes y se haya presente en cantidades elevadas en algunas frutas. La tuna contiene un porcentaje importante de fibras solubles en cáscara y semillas, sin embargo, se va a determinar la fibra insoluble.

Sobre la muestra convenientemente deshidratada y desengrasada se realiza en forma sucesiva, una hidrólisis ácida y alcalina, en condiciones estandarizada. En este procedimiento desaparecen los hidratos de carbono más lábiles y quedan los más resistentes que son los que se encuentran en mayor proporción en la pared celular. Los principales constituyentes de este rubro son la celulosa, la hemicelulosa y la lignina.

Este método se basa en colocar en estufa a 105°C-110°C un pesafiltro con dos papeles de poro grueso libre de cenizas. Al cabo de 30 minutos se saca de la estufa y se enfría en desecador. Se coloca el residuo del cartucho Soxlet en un vaso de 500 ml y se agrega 200 ml de la solución de ácido sulfúrico 1, 25%. Se mantiene en ebullición suave para evitar derrame de espuma. Es conveniente marcar en el vaso el nivel originario de manera tal de mantenerlo mediante agregados sucesivos de agua hirviente, hasta que se completen exactamente 30 minutos. Se vuelve el material con su papel al vaso y se le agrega 200 ml de la solución de NaOH al 3,52% hirviente, en suave ebullición durante 30 minutos a nivel constante. Se filtra empleando el otro papel tarado y se lava con agua caliente hasta eliminación de la alcalinidad.

Se transfiere el material con sus papeles de filtro en una cápsula previamente tarada y se incinera, a fin de descontar las sustancias minerales incrustantes.

Se enfría en desecador y se pesa.

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

El cálculo para determinar fibra es:

Fibra= residuo total – papeles – minerales (cenizas).

Fibra (%)= peso fibra x $\frac{100}{\text{Peso muestra tomada}}$

*(Guía de trabajos prácticos de Análisis de los Alimentos- Cátedra de Química Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias; UNCuyo).

9) Hidratos de Carbono*

Es una determinación importante ya que por el alto contenido en sólidos solubles alcanzados, son los constituyentes principales del producto.

En general se calcula por diferencia. Se determinan los valores de humedad, cenizas, proteínas, grasas totales y fibra, expresados en gramos. Al peso total de la muestra declarada en gramos, se le resta los gramos calculados de la suma anterior y se obtiene el total de carbohidratos de la muestra declarada.

*(Guía de trabajos prácticos de Análisis de los Alimentos- Cátedra de Química Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias; UNCuyo).

10) Valor energético:

Para calcular la energía de un sólido o líquido se multiplican los gramos del mismo por un factor denominado "Atwater". Estos factores se dan en kcal/g y son: 4 para proteínas y carbohidratos y 9 para lípidos. Los resultados de estas multiplicaciones se suman y dan la energía.

11) Determinación de Vitamina C (Método del Iodo)*

La tuna al ser una fruta con buen contenido en ácido ascórbico, con respecto a otras frutas, según algunos autores (Sáenz C., 2006), se consideró importante realizar esta determinación.

La vitamina C es un potente reductor (antioxidante). Por el contrario, el yodo molecular es un fuerte oxidante. Cuando se ponen en contacto, la vitamina C le cede electrones al yodo, convirtiéndolo en yoduro, incoloro en solución. Para la determinación se coloca 40 gr de muestra en un vaso de plástico o mortero y se le agrega 40ml de ácido Oxálico 2%, se muele y filtra en la oscuridad. Luego se toma 20 ml del filtrado en erlenmeyer de 250 ml y agregar 1ml de almidón. Finalmente se titula con yodo 0,01N hasta coloración azul.

El cálculo para determinar los miligramos de vitamina C en 100 gramos de muestra es:

Título del colorante es 1ml I₂ _____ 0,88 mg Vit.C
Volumen total de la muestra= ml pulpa + ml oxálico (80 ml)
Volumen titulado= 20ml filtrado (pipeteado)

Entonces:

Título del colorante 1 ml I₂ _____ 0,88 mg Vit.C
Gasto del colorante _____ = X₁ mg Vit.C

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

Volumen total de la muestra 80 ml _____ 40 gr muestra
Volumen titulado 20ml _____ = X_2 gr muestra

X_2 gr muestra _____ X_1 mg Vit.C
100 gr muestra _____ = X mg Vit.C % de parte comestible

*(Guía de trabajos prácticos de Análisis de los Alimentos- Cátedra de Química Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias; UNCuyo).

11) Sodio (Método de Espectroscopía de Absorción Atómica)*

Su determinación cuantitativa es importante y obligatorio en la declaración del contenido nutricional del producto terminado.

La muestra se debe introducir en la fuente de excitación necesariamente disuelta, por lo general en agua. Con frecuencia, para algunas muestras se requiere un tratamiento previo laborioso para obtener una disolución adecuada del analito para la atomización.

Se pesa una cantidad apropiada de muestra, 10 g de alimentos sólidos o semisólidos en este caso. Para su descomposición y disolución se agrega agua y luego se añade 5 ml de ácido clorhídrico 1:1(v/v). Se lleva a placa calefactora 100-105°C, tapado con vidrio reloj 2 hs. Se agita ocasionalmente y se filtra la solución al matraz. Se añade KCl para que quede una concentración final de 0,1%(en la solución a medir) y finalmente se lleva a volumen con agua desmineralizada y se realiza la lectura.

Se debe preparar periódicamente una curva de calibración que cubra el intervalo de concentraciones que se encuentran en la muestra.

*** (Análisis Instrumental- Capítulo IV Espectroscopía Atómica - Cátedra de Química Analítica, Facultad de Ciencias Agrarias; UNCuyo).

12) Calcio (Método volumétrico por complexometría).*

La tuna se caracteriza por ser rica en minerales como el fósforo, calcio, potasio en comparación con otras frutas comunes como la manzana, naranja y uva. (Sáenz C., 2006)

La determinación cuantitativa de estos minerales en las mermeladas de tuna roja, anaranjada y verde, se realiza por este motivo.

Para cuantificar el calcio se utiliza un método volumétrico por complexometría, con EDTA y en medio alcalino (pH 12 para calcio y pH 10 para magnesio). Como en las muestras vegetales y en general de alimentos contienen metales que interfieren en la determinación de Ca y Mg, como primer paso se eliminan estas interferencias (metales y ortofosfatos). Para ello, al extracto clorhídrico se le agrega indicador verde de bromocresol, oxicloruro de zirconio y solución de NH_4 . Se lleva a matraz, se enrasa y filtra.

Del filtrado se toman alícuotas de 20 ml:

- 1) Para calcio, a la alícuota se le agrega murexida más OHK al 10 % y se titula con EDTA 0,02N
- 2) Para magnesio (si se determina este mineral), a la alícuota se le agrega negro de eriocromo más solución buffer y se titula con EDTA 0,02 N

*(Guía de trabajos prácticos de Análisis de los Alimentos- Cátedra de Química Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias; UNCuyo).

13) Fósforo total (Método colorimétrico del nitro- vanado molíbdico).*

La determinación de fósforo se realiza por colorimetría del nitro-vanado molíbdico, utilizando un Espectrofotómetro UV-visible.

La determinación se realiza sobre una alícuota del extracto clorhídrico ajustando el pH en 0,4-1,4. Se elimina el color de la muestra con carbón activado y luego se filtra. Luego se desarrolla el color de la muestra: el anión fosfato en medio ácido, desarrolla un complejo amarillo en presencia de los iones molibdato y vanadato cuya intensidad responde a la Ley de Lambert y Beer. El método se adapta bien a las concentraciones que normalmente presentan los tejidos vegetales. El color que desarrolla la reacción se mide a una longitud de onda comprendida entre 400 y 490 nm, según la sensibilidad requerida, ya que esta varía hasta 10 veces en el intervalo señalado y se emplea una curva de calibración obtenida con diluciones de la solución patrón fosfato ácido de potasio.

*(Apuntes de Análisis de los Alimentos- Cátedra de Química Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias; UNCuyo).

14) Potasio (Método de Fotometría de llama o Espectroscopía de Emisión Atómica)***

La muestra al ingresar al fotómetro de llama, se nebuliza y somete a la acción de la llama de gas acetileno del equipo. En estas condiciones, se logra que los átomos de la muestra sean excitados y emitan radiación de 767 nm de longitud de onda. Cuando las soluciones son suficientemente diluidas, la intensidad de la emisión es función de la concentración de potasio en la muestra, así dicho elemento se determina cuantitativamente a través de la lectura del extracto por el instrumental.

*** (Análisis Instrumental- Capítulo IV Espectroscopía Atómica - Cátedra de Química Analítica, Facultad de Ciencias Agrarias; UNCuyo).

3.4. DEFECTOS Y ALTERACIONES EN LAS MERMELADAS.*

En la elaboración de dulces y mermeladas, se producen muchas veces, una serie de reacciones no deseadas como defectos y alteraciones, ya que éstas surgen durante la elaboración, debido a un mal control del proceso. Para evitar características indeseables y el deterioro del producto se debe controlar los factores importantes como son la incidencia de luz, calor y oxígeno.

Los DEFECTOS afectan la calidad del producto final:

Color oscuro: Pardeamiento enzimático, demasiada exposición de la fruta al aire, exceso de cocción, sabor a quemado, uso de azúcar de mala calidad. Contaminación de metales, el estaño, el hierro y sus sales.

Cristalización: Se manifiesta después del almacenamiento, observándose cristales de azúcar en la superficie o gránulos de sacarosa en profundidad. Se aprecia también cierta textura cristalina en el interior del producto debido a la dextrosa cristalizada, percibiéndose sensación de arenosidad. Las causas son: el exceso de sacarosa en relación a la escasa acidez presente; excesiva cocción en un medio con alta acidez provocando una inversión superior al 50% formándose dextrosa.

Deficiencia de sabor y olor: Los sabores y olores inarmónicos indican el uso de materias primas alteradas por fermentación o presencia de mohos. El sabor a caramelo se debe a la caramelización del azúcar. Puede deberse también al uso de pailas muy grandes y esto se evita agregando los azúcares en distintas etapas y efectuando la concentración en el menor tiempo posible. Se puede también percibir gusto a anhídrido sulfuroso cuando se utilizan pulpas conservadas con este aditivo.

Mermelada floja o poco firme: se produce porque la cocción ha sido prolongada y origina hidrólisis de la pectina, acidez demasiado elevada que rompe la estructura de formación, acidez demasiado baja que impide la gelificación, carencia de pectina natural de la fruta o elevada cantidad de azúcar en relación a la cantidad de pectina. También por excesivo enfriamiento que origina la ruptura del gel durante el envasado.

Tapa oxidada: Acción del ácido de la fruta.

Desarrollo de mohos y de levaduras osmófilas: este desarrollo se observa generalmente en la superficie debida a una actividad de agua elevada, por baja concentración de sólidos solubles, por envasar a una temperatura menor a 85 ° C o bien por contaminación previa al cierre del envase. También por falta de esterilización o hermeticidad en el envase, sinéresis en la mermelada.

Sustancias extrañas: presencia de restos de pedúnculo, cáscara, carozo, etc.

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

Las ALTERACIONES hacen referencia a todo aquello que impide el consumo de una conserva. En general derivan de falta de higiene, mal lavado de la fruta o utensilios, escaso tiempo de esterilización, mal tapado, falta de corrección de la acidez. Se manifiestan con cambios de color, burbujas, salpicado, depósitos blanquecinos en el fondo, sabores y olores extraños o a vinagre. Principalmente se producen las siguientes alteraciones en las mermeladas:

Fermentación: Se observa tapa hinchada, frascos salpicados, burbujas en el interior cuando el frasco está quieto, al abrir y dejar destapado unos minutos se sube y se vuelca la conserva. Esta alteración se produce por pérdida de la hermeticidad, contaminación microbiana interna por falta de tiempo de esterilización o cuando no se ha logrado la concentración de grados Brix requeridos.

Sabores extraños: Al destapar la mermelada se sienten olores y/o sabores extraños, generalmente avinagrados lo que también se observa en la consistencia demasiado floja.

*Manual de Conservas Caseras. Ing. C. Contardi EEA Mendoza INTA, Actualizado a junio 2008

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

4-OBJETIVOS E HIPÓTESIS

Objetivos:

a) Objetivo general:

- Elaborar mermeladas de tres ecotipos de tuna roja, anaranjada y verde acorde a la legislación vigente.

b) Objetivos específicos:

b.1-Desarrollar un producto utilizando una fruta no convencional como materia prima.

b.2- Determinar el valor nutricional y caracterizar las variables fisicoquímicas del producto.

b.3- Evaluar el grado de aceptabilidad sensorial y aptitud comercial.

b.4-Difundir las ventajas del consumo de estas mermeladas en relación con sus afines para la población en general.

Hipótesis

- 1- Es posible elaborar artesanalmente mermeladas utilizando como materia prima tres ecotipos de una fruta no convencional como la tuna y aprovechar su valor nutricional.
- 2- Las mermeladas de los tres ecotipos de tunas son aceptadas sensorial y comercialmente.

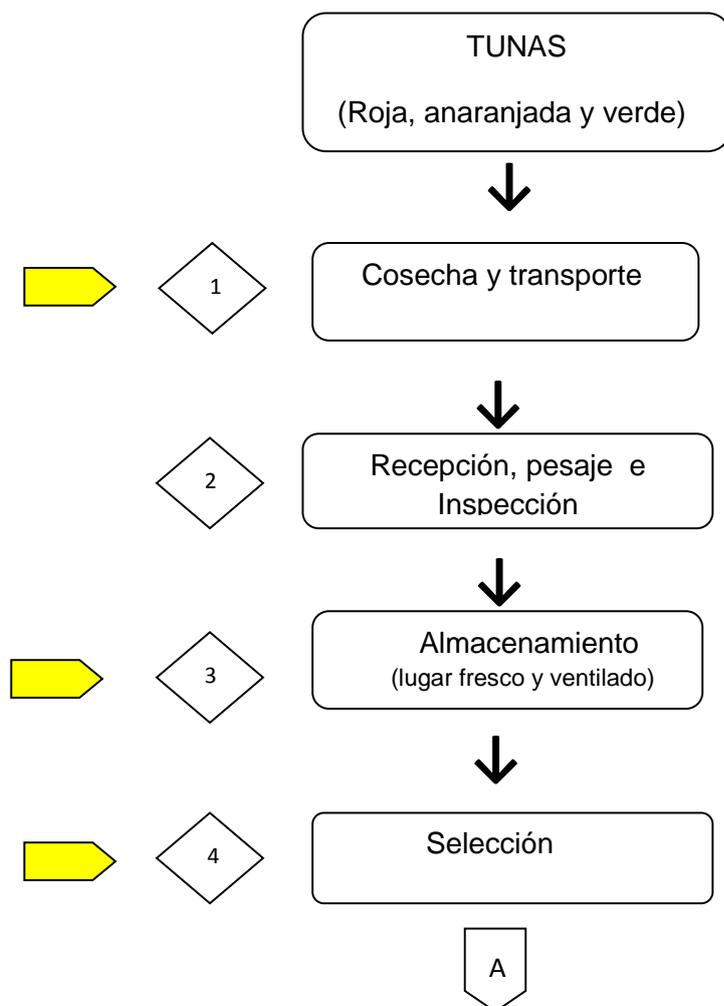
CAPITULO II. MARCO EXPERIMENTAL

1. MATERIAL Y MÉTODO:

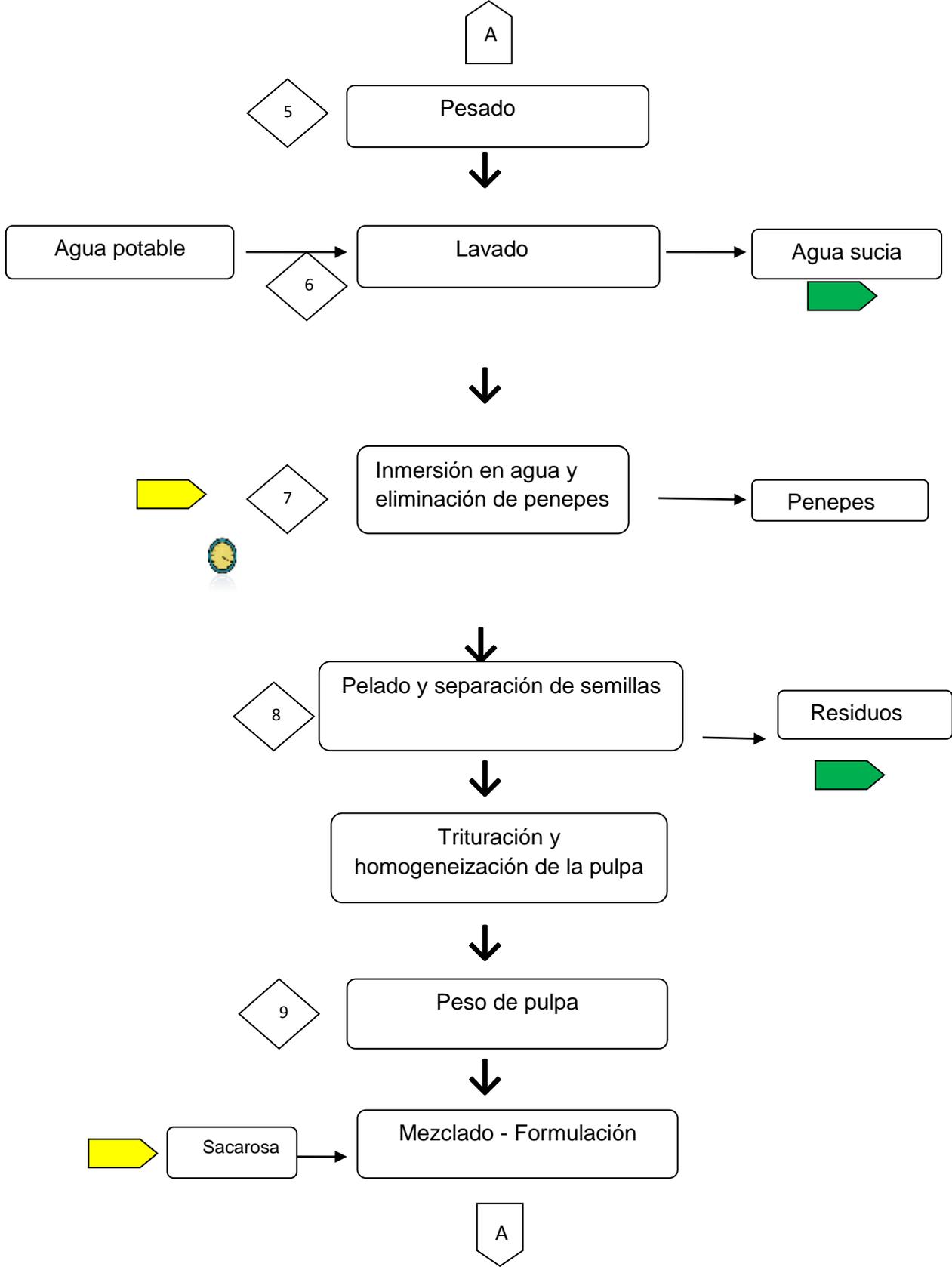
El trabajo se realizó utilizando como materia prima tres ecotipos cultivadas de frutos comestibles del nopal, *Opuntia ficus- indica forma inermis*: tuna de pulpa roja o púrpura, de pulpa anaranjada o amarilla y de pulpa verde o blanca. Fueron provistas por el Ingeniero Juan Carlos Guevara, procedentes del predio experimental del Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CRICYT), ubicado en el Parque General San Martín, Capital, Mendoza.

1.1. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de Mermelada de tuna

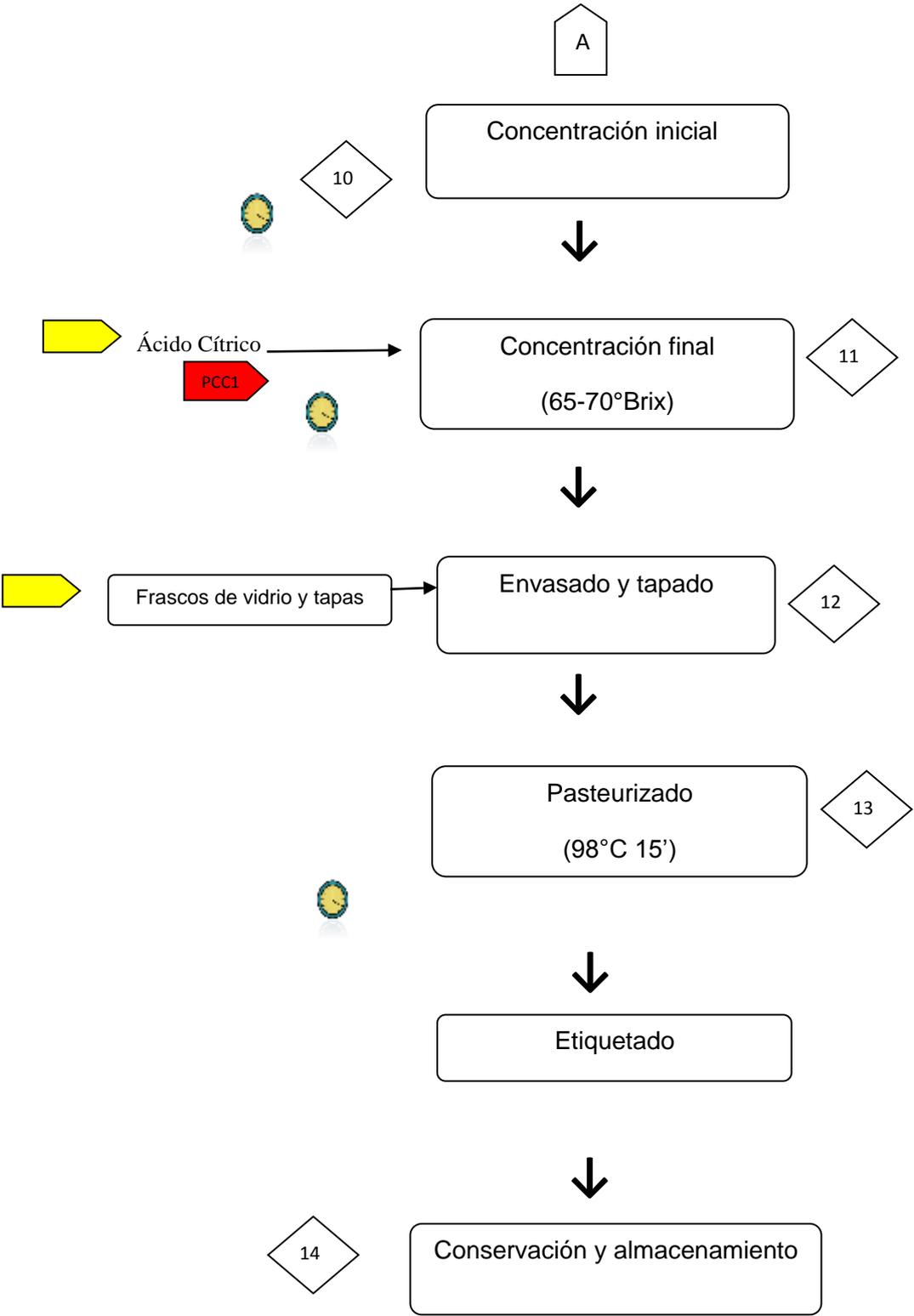
A continuación a través de un diagrama de flujo, se presenta el proceso y las etapas de elaboración de las mermeladas de los tres ecotipos de tuna, los controles necesarios y los Puntos Críticos de Control identificados.



Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

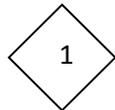


Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde



1.1.1. Diccionario del Diagrama de Flujo

Controles en la elaboración:

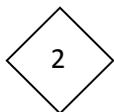


Momento oportuno de cosecha

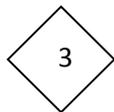
Uso de guantes especiales para proteger la piel de los penepes

Cosecha y transporte en horas tempranas de la mañana.

Transportada en recipientes plásticos.

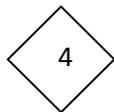


Control de peso, porcentaje de sólidos solubles y pH iniciales
Estado higiénico sanitario



Lugar fresco y bien ventilado.

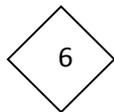
Control de temperatura a 6°C y humedad 90-95% de humedad relativa
(conservación de la fruta hasta 4 semanas)



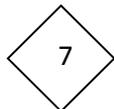
Porcentaje de frutos con mohos y descarte



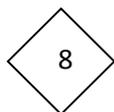
Peso inicial de la materia prima.



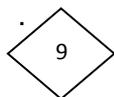
Agua potable de red



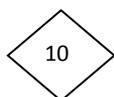
Temperatura y tiempo inmersión en agua 70°C y 3´.



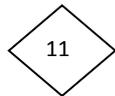
Porcentaje de pulpa que se remueve al sacar la piel y de semillas que se retiran
manualmente. Porcentaje de residuos.



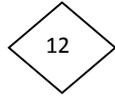
Peso final de la pulpa



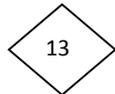
Tiempo de cocción



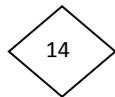
Tiempo de cocción y sólidos solubles



Eficacia de la operación de envasado, temperatura, asepsia y calidad de envases y tapas.



Tiempo 15' y temperatura de pasteurización 98°C.



Temperatura, tiempo y estado higiénico sanitario del lugar de conservación. Control de las características del producto terminado: análisis fisicoquímicos, sensoriales y microbiológicos de aptitud para el consumo.



Puntos de Control de Calidad para el producto.

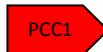
- La cosecha se debe realizar en horas tempranas de la mañana.
- Almacenamiento en lugar fresco y con buena ventilación: importante para mantener en buenas condiciones a la materia prima que no se va a utilizar en el momento o dentro de las 24 horas.
- Selección: es un punto de control visual importante para evitar que lleguen al procesado, frutos en malas condiciones y obtener luego un producto con características físico químico y organolépticas no deseables.
- Inmersión en agua caliente: control de la temperatura a 70°C y el tiempo 3 minutos.
- Mezclado – Formulación: es importante controlar que se agreguen las proporciones correctas de cada ingrediente y el orden.
- Agregado de ácido cítrico: controlar el momento y la cantidad del ácido a agregar y la variación de pH.
- En el envasado: dosificación correcta en el envase por el peso neto y la temperatura.



Puntos de control ambiental

- Tener en cuenta residuos y efluentes. Mantener las condiciones higiénicas sanitarias óptimas del lugar.

Puntos críticos de control

 **PCC1** Concentración final: Debe ser superior a 65° Brix, para asegurar la conservación del producto, ya que la actividad del agua proporcionada por esta concentración evita desarrollo de microorganismo que produce deterioro.

1.1.2. Desarrollo del proceso de elaboración:

1.1.2.1 Materia prima- Variedades:

Se utilizó como materia prima tres ecotipos de tunas de *Opuntia ficus-indica* forma inermis: de pulpa roja o púrpura, de pulpa anaranjada o amarilla y de pulpa verde o blanca. Fueron cosechadas en el predio experimental del Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CRICYT), ubicado en el Parque General San Martín, Capital, Mendoza.

1.1.2.2 Cosecha y transporte:

La recolección de la fruta se realizó en febrero, en horas tempranas de la mañana para evitar las altas temperaturas. La cosecha se llevó a cabo manualmente utilizando guantes para proteger la piel de los penepes y sólo aquellas que presentaban madurez óptima de cosecha, firme al tacto. Se dispusieron en recipientes plásticos y se transportaron rápidamente.

1.1.2.3 Recepción e inspección:

Se observó a la materia prima en cuanto a su calidad, madurez, características fitosanitarias, etc. Se realizó control de peso de cada variedad y % de sólidos solubles y pH iniciales. Luego se caracterizó la materia prima mediante análisis físico-químicos y nutricionales.

1.1.2.4 Almacenamiento

Los frutos no procesados al momento y dentro de las 24 a 48 horas de cosechados, se almacenaron en un lugar fresco con buena ventilación hasta no más de cinco días.

1.1.2.5 Selección

Se eliminó las frutas magulladas, con hongos y heridas

1.1.2.6 Pesado:

Se realizó el control de peso de cada variedad. El peso de tuna roja, anaranjada y verde fueron de 9 kilos cada una, en total sumaron 27 kg de tuna.

1.1.2.7. Lavado

Se realizó un lavado por inmersión con la finalidad de remover suciedad, tierra, eliminar cualquier tipo de partículas extrañas. Luego se enjuagó con agua, siempre utilizando guantes especiales.

1.1.2.8. Inmersión en agua caliente y eliminación de penepes

Se realizó la inmersión en agua caliente con una temperatura de 70° durante 3 minutos, con la finalidad de ablandar la piel para facilitar el pelado y la eliminación de los penepes. Luego se cepillaron muy suavemente para eliminar los penepes que hubieran quedado.

1.1.2.9. Pelado y separación de semillas.

Se pelaron manualmente las tunas, tratando de evitar la pérdida de pulpa y se separó la piel lo más delgada posible, con cuchillos de acero inoxidable de buen filo. Para esto último, se realizó tres cortes en cada una de las frutas, dos de ellos para la eliminación de los extremos (polos), cuidando no incluir pulpa, y un tercero de "polo a polo" para cortar el epicarpio (piel), introduciendo una parte del cuchillo sin dañar el mesocarpio o pulpa de la fruta y se procedió a retirar la piel completamente. Luego las tunas peladas se colocaron en solución de mantenimiento compuesta por 300 ppm de ácido ascórbico como antioxidante.

Luego se partieron las tunas por la mitad y se separaron las semillas de la pulpa con ayuda de una cucharita de metal, quedando un porcentaje muy pequeñas de ellas, junto a la pulpa.

Se tamizaron las semillas restantes, obteniendo más pulpa.

1.1.2.10 Trituración y homogeneización de la pulpa obtenida.

Se trituró la pulpa utilizando una licuadora manual a velocidad baja, controlando de no romper semillas para evitar sabores amargos.

1.1.2.11. Control de peso de pulpa:

Se pesó la pulpa triturada junto con la obtenida de la tamización de las semillas para calcular el resto de los insumos. De pulpa roja se obtuvo 5 kg, de pulpa anaranjada se obtuvo 6 kg y de pulpa verde se obtuvo 6 kg.

La cantidad de pulpa de tuna roja que se obtuvo fue menor, porque se removió un porcentaje importante de la misma al sacar la piel y la que acompañó a las semillas, que se retiraron manualmente. Hubo mayor porcentaje de residuos.

1.1.2.12. Mezclado – Formulación:

El mezclado se llevó a cabo en una paila de acero inoxidable de 6 litros de capacidad.

La formulación de la mermelada de tuna roja fue la siguiente: a 5 kg de pulpa se le adicionó 40,3% de sacarosa y 0,5% de ácido cítrico.

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

Las correspondientes a las mermeladas de tuna anaranjada y verde fueron las siguientes: a 6 kg de pulpa se le adicionó 40,3% de sacarosa y 0,5% de ácido cítrico.

1.1.2.13. Concentración inicial:

Se procedió a cargar la pulpa de tuna en la paila, se coció suavemente durante 10 minutos hasta añadir la primera mitad del azúcar, con el objetivo de ablandar los tejidos y poder extraer toda la pectina. Se agitó suave y constantemente.

1.1.2.14. Concentración final:

Se procedió a añadir la mitad del azúcar restante, removiendo constantemente para favorecer la evaporación y disolución completa del azúcar. Cuando la masa llegó a 52° Brix, se incorporó el ácido cítrico. Finalmente se llevó al producto hasta 65-70° Brix y se controló la concentración mediante un refractómetro.

1.1.2.15. Envasado y tapado:

El envasado se realizó en caliente, a una temperatura aproximada de 95°C, utilizando para esta operación una jarra con pico de acero inoxidable, para facilitar el llenado de los envases hasta dejar un espacio del cabeza de un 10 % del total. Inmediatamente se taparon y se invirtieron los frascos durante 10 minutos para esterilizar las tapas y formar el vacío correspondiente.

Se empleó frascos de vidrio de una capacidad de 180 ml. El peso neto de mermelada por frasco obtenida fue de 200 gr.

El tapado se realizó manualmente, con tapas axiales de 63 mm de diámetro (twist off), previamente esterilizadas, provistas de junta de P.V.C., recubiertas con barniz sanitario de color dorado.

1.1.2.16. Pasteurizado:

Se empleó una olla de 10 litros de capacidad y la pasteurización se hizo a Baño María a 95°C durante 15 minutos.

1.1.2.17. Etiquetado

Las etiquetas se confeccionaron según las especificaciones de la Reglamentación del Código Alimentario Argentino.

1.2. Análisis:

1.2.1 Análisis fisicoquímicos

1.2.1.1. Determinaciones fisicoquímicas para caracterizar a la materia prima.

Para realizar los análisis de la materia prima, se efectuó un muestreo aleatorio, tomando 10 unidades a partir de una población de 80 de cada ecotipo de tuna. Se le asignó a cada tuna de la población un número, de 01 a 80 y se utilizó la tabla de números aleatorio para obtener las 10 unidades que conformaron la muestra.

Se realizaron por triplicado las siguientes determinaciones fisicoquímicas: **firmeza** de los frutos utilizando el presiómetro, **sólidos solubles** por refractometría, **acidez titulable** por método volumétrico empleando hidróxido de sodio 0,1N y fenoftaleína como indicador, **acidez potencial** con potenciómetro y **vitamina C** por el Método de yodo. Los resultados de las repeticiones se presentan en el Anexo 1 (PP75 y 76).

También se llevaron a cabo pero realizando una sola repetición por el alto costo de los mismos, los siguientes análisis: **fibra bruta** utilizando el método estandarizado “Hidrólisis ácida – alcalina controlada”, **determinación de sodio** por método de Espectroscopía de Absorción Atómica, **determinación de calcio** por Complejometría (EDTA), **determinación de fósforo** por método Colorimétrico del nitró–vanado molibdeno, **determinación de potasio** por Fotometría de llama y finalmente por observación directa el **aspecto general**.

1.2.1.2. Determinaciones fisicoquímicas y composición nutricional del producto final

Se realizaron en laboratorio los análisis fisicoquímicos para determinar las características principales y composición nutricional de las mermeladas de cada uno de los tres ecotipos de tuna.

Se llevaron a cabo por triplicado las determinaciones de **sólidos solubles** (°Brix) por refractometría, **acidez titulable** por titulación con hidróxido de sodio 0,1N y **acidez potencial** expresada en unidades de pH por Potenciometría. Los resultados de las repeticiones se muestran en el Anexo 2 (pág. N° 80).

Siguiendo el esquema Weende se determinó la composición centesimal de las mermeladas. Los análisis se realizaron por duplicado excepto las determinaciones de calcio, sodio, potasio y fósforo que se realizó una repetición por el alto costo de los mismos. Estos minerales se determinaron teniendo en cuenta, según algunos autores (Sepúlveda y Sáenz, 1990; Rodríguez et al., 1996), (Sawaya et al., 1983; Sepúlveda et al., 1990), que la tuna posee un buen contenido en calcio, potasio, fósforo y vitamina C, y un contenido bajo en sodio en comparación con otros frutos que se consumen habitualmente

Las determinaciones y métodos empleados fueron los siguientes: **humedad** por método de estufa a 105°C hasta peso constante, **cenizas totales** por método mineralización oxidativa por vía seca a 500°C – 550°C, **proteínas totales** por el método Kjeldahl, **grasas totales** por método de Soxhlet con éter etílico, **grasas saturadas** por cromatografía GC, **grasas trans** por cromatografía GC, **fibra bruta** Método estandarizado “Hidrólisis ácida- alcalina controlada”, **hidratos de carbono** por el cálculo por diferencia de 100 – resto, **determinación de ácido**

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

ascórbico por Método de Yodo, **determinación de calcio** por Complexometría (EDTA), **determinación de sodio** por método de Espectroscopía de Absorción Atómica, **determinación de fósforo** por método Colorimétrico del nitro- vanado molibdico, **determinación de potasio** por Fotometría de llama y **aspecto general** por observación directa. Los resultados de las repeticiones se presentan en el Anexo 2 (PP77 y 78).

A partir de la composición centesimal de las mermeladas, se calculó el contenido energético empleando el factor ATWATER correspondiente, como se muestra en el Anexo 2 (pág. 79).

El método estadístico del análisis de los resultados fisicoquímicos y nutricionales es descriptivo utilizando la media aritmética y la desviación típica.

1.2.2. Análisis microbiológicos

Para determinar la aptitud bromatológica de cada una de las mermeladas, se realizaron los análisis microbiológicos de tres repeticiones de cada una, a partir de la muestra homogeneizada. Anexo 3 (pág. N° 81)

Los análisis que se realizaron fueron los siguientes:

- Bacterias aerobias mesófilas por el método filtración por membrana.
- Recuento de Hongos y levaduras por el método filtración por membrana.
- Recuento de bacterias coliformes totales el método filtración por membrana.



Figura N°5: Determinación microbiológica en las mermeladas de tuna

Fuente: foto tomada por la Lic. Ivana García en la Fábrica Cordón de Plata, Pedriel

1.2.3. Análisis Sensorial

1.2.3.1. Evaluación sensorial de consumidores

La degustación con consumidores se realizó en la Cátedra de Bromatología, Facultad de Ciencias Agrarias U N Cuyo, Luján y en el Cens N°3-417, Maipú, en el horario de 10 a 11:30 hs y 19 a 20:30, respectivamente. Se trabajó con un grupo de 80 personas.

Cada persona recibió las planillas de degustación para cada ecotipo y se les entregaron las muestras de una por una por vez. Las mismas se presentaron sobre galletas de agua sin sal, junto con un vaso de agua para enjuagar la boca.

Se utilizó una Prueba de Escala hedónica donde se evaluó el grado de aceptación de las características individuales (atributos sensoriales): aspecto, olor, color, sabor, textura y consistencia de los tres tipos de mermeladas. Los resultados obtenidos recibieron un análisis estadístico descriptivo a través del análisis frecuencial.

Se consultó a los consumidores si consumirían o no mermelada de tuna roja, anaranjada y verde y se diferenció para el análisis, según sexo. Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente mediante Chi-cuadrado.

Se indagó el precio que estarían dispuestos los consumidores a pagar por cada mermelada de tuna de 454 gr. con el objeto de evaluar la factibilidad comercial de las mismas. Se utilizó el test de Friedman, para analizar los resultados obtenidos. Se consideró significación estadística, valor de $p \leq 0,05$.*

(*Se utilizó el Módulo de tabla SPSS, versión 11.5, para desarrollar los test de Chi-cuadrado y Friedman)

Las variables en estudio fueron las siguientes:

- Grado de aceptación de los atributos sensoriales, variable cualitativa.
- Preferencia consumo, SI/ NO variable cualitativa.
- Sexo (femenino/ masculino), variable cualitativa.
- Precio que estaría dispuesto a pagar, variable cuantitativa.

La planilla de evaluación sensorial de mermelada de tuna roja, anaranjada y verde diseñada para consumidores es la siguiente:

Evaluación sensorial de mermelada de tuna (*Opuntia ficus indica*)

Fecha: Hora: Sexo: Edad:

- 1- A continuación se le presenta unas muestras de **MERMELADA DE TUNA ROJA, ANARANJADA Y VERDE**, por favor luego de observarlas, se lo invita a degustar y marcar con una cruz su grado de aceptación según corresponda para cada una de las mermeladas.

	Aspecto			Color			Olor			Sabor			Textura			Consistencia		
	R	A	V	R	A	V	R	A	V	R	A	V	R	A	V	R	A	V
Me gusta mucho																		
Me gusta																		
Ni me gusta , ni me disgusta																		
Me disgusta																		
Me disgusta mucho																		
Por qué (comentarios)																		

Referencias:

- R: mermelada roja
A: mermelada anaranjada
V: mermelada verde

- 2- ¿ Consumiría habitualmente este producto? (Marcar con una X)

	Mermelada de tuna ROJA	Mermelada de tuna ANARANJADA	Mermelada de tuna VERDE
SI			
NO			

- 3- ¿Qué precio estaría dispuesto a pagar por 454 gr de esta mermelada, teniendo en cuenta que el valor de una de durazno de 454 gr. es de aproximadamente \$ 10 y el de una mermelada / gourmet /delicatessen como la de arándanos de 400 gr cuesta unos \$ 29 aproximados?

Mermelada de tuna ROJA:.....
Mermelada de tuna ANARANJADA:.....
Mermelada de tuna VERDE:.....

Muchas Gracias por su colaboración!!!!

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde



Figura N°6: Preparación de la evaluación sensorial de mermeladas de tuna roja, anaranjada y verde

Fuente: foto tomada por Liliana Tonini en el Cens de Maipú



Figura N°7: Evaluación sensorial de las mermeladas de tuna roja, anaranjada y verde

Fuente: foto tomada por Liliana Tonini

1.2.3.2. Evaluación sensorial de jueces entrenados

Para confeccionar la planilla de evaluación sensorial, el panel de cata se conformó por 6 personas entrenadas, pertenecientes a la cátedra de Bromatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNCuyo.

Por consenso, entre los miembros del panel de cata, se eligieron 9 atributos que describían a las muestras, escogiendo los descriptores que más se ajustaban a los atributos de las mermeladas.

Para la evaluación se colocó en platos de postre de coloración blanca a una temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$; además, se colocaron galletas de agua sin sal como vehículo para la evaluación de las características del sabor.

Se determinó el perfil sensorial de los productos y la evaluación global de los mismos.

La variable en estudio es cualitativa y corresponde a características sensoriales del producto.

Para el perfil sensorial se utilizó el método de escala no estructurada de seis puntos en la cual, cada juez debió marcar con una cruz la intensidad o magnitud, que a su criterio le correspondía a los atributos del alimento. Se evaluó impurezas, brillantez, consistencia, presencia de semillas, homogeneidad, color, olor, sabor y textura, estableciendo referencias que indican a qué correspondía los puntos extremos de la escala y aspecto general. A partir de los valores de la mediana, se diseñó el perfil sensorial para los atributos de las mermeladas. Se representó mediante un gráfico de tipo radial o de telaraña, útil para obtener una visión global de las características del producto. Se utilizó el test de Friedman con el objeto de comparar los tres tipos de mermelada por característica.

Para la evaluación global de las mermeladas se utilizó la prueba de calificación con escalas por grados o categorías, valorando las muestras de acuerdo a una escala de calidad que va desde excelente a malo. El análisis de los resultados es meramente descriptivo, utilizándose en este caso particular la moda.

La planilla de evaluación sensorial diseñada para Jueces entrenados es la siguiente: (es la misma para los tres tipos de mermeladas de tuna roja, anaranjada y verde).

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

Evaluación sensorial (jueces entrenados)

Fecha:..... Hora:..... Sexo:.....
 Rango de edad: Menor de 25 años Entre 25 y 45 años Mayor de 45 años

MERMELADA DE TUNA ROJA

1- Por favor, observe y deguste la siguiente muestra que se le entrega y evalúe cada una de las características que se detallan con una cruz sobre la escala correspondiente:

Impurezas
 si no

Brillantez
 no apropiado apropiado

No apropiado Apropiado
 opaco brillo de confitura
 muy brillante

Consistencia
 no apropiado apropiado

No apropiado Apropiado
 fluido untuoso
 sólido gomoso

Presencia de semillas
 excesiva normal

Normal: no más de 3 o 4 semillas por cucharadita

Homogeneidad
 (en frasco) no homogéneo homogéneo

Color
 amarillo ámbar
 verdoso rojizo

Olor
 no típico típico

No típico Típico
 herbáceo frutado
 caramelo maduro
 quemado higo
 fermentado melón
 zapallo

comentarios: _____

Intensidad
 (en frasco) no intenso muy intenso

Sabor
Dulzor
 no apropiado apropiado

No apropiado Apropiado
 no dulce dulce
 muy dulce

Comentario(no apropiado): _____

Tipicidad
 no típico típico

No típico Típico
 herbáceo frutado
 caramelo maduro
 quemado higo
 fermentado zapallo
 melón

Persistencia
 No persistente persistente

Textura:
 no apropiado apropiado

No apropiado Apropiado
 gomoso con trozos de pulpa
 pegajoso suave
 cristalizado

2- En base a la evaluación realizada anteriormente, marque con una cruz la opinión que le merece el ASPECTO GENERAL de la mermelada de tuna roja:

Mala Regular Buena Muy buena Excelente

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

2. RESULTADOS

2.1. FORMULACIÓN

El detalle de la formulación para cada “pailada”, es el siguiente:

Tabla N°1: Composición centesimal de la mermelada de Tuna Roja.

Ingredientes	g	g%
Pulpa de tuna roja	5,000 kg	59,2%
Sacarosa	3,400 kg	40,3%
Ácido cítrico*	0,04 kg	0,5%
Total	8,440 kg	100%

*0,8% ácido cítrico (valor obtenido para alcanzar el pH óptimo de las mermeladas).

Tabla N°2: Composición centesimal de la mermelada de Tuna Anaranjada.

Ingredientes	g	g%
Pulpa de tuna anaranjada	6,000 kg	59,2%
Sacarosa	4,080 kg	40,3%
Ácido cítrico*	0,048 kg	0,5%
Total	10,128 kg	100%

*0,8% ácido cítrico (valor obtenido para alcanzar el pH óptimo de las mermeladas).

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

Tabla N°3: Composición centesimal de la mermelada de Tuna Verde.

Ingredientes	g	g%
Pulpa de tuna verde	6,000 kg	59,2
Sacarosa	4,080 kg	40,3
Ácido cítrico*	0,048 kg	0,5%
Total	10,128 kg	100%

*0,8% ácido cítrico (valor obtenido para alcanzar el pH óptimo de las mermeladas).

Los resultados fueron obtenidos partiendo de una mezcla de 100: 68 de relación entre pulpa de tuna y azúcar.

Para la mermelada de tuna roja se utilizó 5 kg de pulpa de la fruta adicionándole un 40,3% (3,4kg) de sacarosa y 0,5 % (0,04 kg) de ácido cítrico. Para la mermelada de tuna anaranjada y verde se utilizó 6 kg de pulpa de las respectivas frutas agregándoles a cada una un 40,3%(4,08 kg) de sacarosa y 0,5% (0,048kg) de ácido cítrico.

2.2. ANÁLISIS

2.2.1. Análisis fisicoquímicos en pulpa (materia prima).

Los análisis de firmeza (en el fruto), sólidos solubles, acidez titulable, acidez potencial y vitamina C, se realizaron por triplicado y una determinación para fibra alimentaria, sodio, fósforo, calcio y potasio. Anexo 1 (PP 75-76)

A continuación se presentan los resultados obtenidos para cada análisis:

Tabla N°4: Resultados de la caracterización fisicoquímica de la pulpa de Tuna Roja.

DETERMINACIONES FISICOQUÍMICOS	PULPA TUNA ROJA
Firmeza(kg/ cm ²)	1,6
Sólidos solubles (°Brix)	15,46
Acidez titulable (g% g ac.cít)	0,102
Acidez potencial	5,10
Vitamina C (mg/100g)	20
Fibra bruta(g/100g)	1,86
Sodio (mg/100g)	4
Calcio (mg/100g)	20,5
Fósforo (mg/100g)	10
Potasio (mg/100g)	101,3

Tabla N°5: Resultados de la caracterización fisicoquímica de la pulpa de Tuna Anaranjada.

DETERMINACIONES FISICOQUÍMICOS	PULPA TUNA ANARANJADA
Firmeza(kg/ cm ²)	1,6
Sólidos solubles (°Brix)	16,8
Acidez titulable (g% g ac.cít)	0,093
Acidez potencial	5,36
Vitamina C (mg/100g)	22,16
Fibra bruta(g/100g)	2,2
Sodio (mg/100g)	5
Calcio (mg/100g)	20,35
Fósforo (mg/100g)	8
Potasio (mg/100g)	110

Tabla N°6: Resultados de la caracterización fisicoquímica en pulpa de Tuna Verde.

DETERMINACIONES FISICOQUÍMICAS	PULPA TUNA VERDE
Firmeza (kg/cm ²)	1,53
Sólidos solubles (°Brix)	17
Acidez titulable (g% g ac.cít)	0,087
Acidez potencial	5,68
Vitamina C (mg/100g)	21,16
Fibra bruta (g/100g)	1,7
Sodio (mg/100g)	5
Calcio (mg/100g)	19
Fósforo (mg/100g)	10
Potasio (mg/100g)	121

En las tablas N° 4, 5 y 6 se observaron muy pocas variaciones de los valores entre las determinaciones fisicoquímicas de los tres ecotipos de pulpas de tuna. En la de tuna anaranjada fue un poco mayor el contenido en vitamina C y fibra. En la de tuna verde el valor de sólidos solubles y potasio fue un poco más elevado y el de firmeza un poco menor que las otras dos pulpas. En cuanto a la acidez titulable guardan relación con el pH determinado para las pulpas. También éstas, por los sólidos solubles, indican una buena madurez de la materia prima usada en el proceso ya que generalmente frutos sobremaduros presentan valores deficientes de acidez.

Los resultados obtenidos se encuentran dentro de los intervalos de valores de referencias de algunos autores (Sáenz y Sepúlveda, 2001; Sáenz et al., 1995; Sepúlveda y Sáenz, 1990; Pimienta, 1990), a excepción del contenido de sodio determinado, el cual resultó relativamente mayor.

Con respecto a análisis fisicoquímicos realizados por los mismos autores, mencionados anteriormente, sobre cada una de los ecotipos de tuna, se han observado pequeñas variaciones entre los resultados obtenidos. (Ver Cuadro 1 y 2, pág. 15)

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

2.2.2. Análisis del producto final.

2.2.2.1. Composición centesimal de cada una las mermeladas

TablaN°7: Composición centesimal de la mermelada de Tuna Roja

COMPONENTES	Cantidad por 100g	Cantidad por 20 g
PROTEINAS (g)	0,3	0,06
GRASAS TOTALES (g)	0,19	0,038
GRASAS SATURADAS (g)	0	0
GRASAS TRANS (g)	0	0
FIBRA (g)	1,1	0,22 g
CARBOHIDRATOS (g)	67,92	13,6
HUMEDAD (%)	29,79	5,95
CENIZAS (g)	0,7	0,14
VITAMINA C (mg)	17,6	3,2
Sodio (mg)	7	1,4
Calcio(mg)	160	32
Potasio(mg)	140	28
Fósforo (ppm)	8	1,6

TablaN°8: Composición centesimal de la mermelada de Tuna Anaranjada

COMPONENTES	Cantidad por 100g	Cantidad por 20 g
PROTEINAS (g)	0,29	0,06
GRASAS TOTALES (g)	0,2	0,04
GRASAS SATURADAS(g)	0	0
GRASAS TRANS(g)	0	0
FIBRA (g)	1,2	0,24
CARBOHIDRATOS (g)	66,9	13,38
HUMEDAD (%)	30,69	6,14
CENIZAS (g)	0,72	0,144
VITAMINA C (mg)	14,08	2,81
Sodio (mg)	7	1,4
Calcio(mg)	180	36
Potasio (mg)	150	30
Fósforo (ppm)	7	1,4

Tabla N°9: Composición centesimal de la mermelada de Tuna Verde

COMPONENTES	Cantidad por 100g	Cantidad por 20 g
PROTEINAS (g)	0,7	0,14
GRASAS TOTALES (g)	0,18	0,036
GRASAS SATURADAS (g)	0	0
GRASAS TRANS (g)	0	0
FIBRA (g)	0,61	0,122
CARBOHIDRATOS (g)	68	13,6
HUMEDAD (%)	29,89	5,97
CENIZAS (g)	0,63	0,126
VITAMINA C (mg)	17,6	3,2
Sodio (mg)	8,5	1,7
Calcio (mg)	120	24
Potasio (mg)	146,34	29,26
Fósforo (ppm)	9,45	1,89

En las tablas N° 7, 8 y 9 se presentan la composición nutricional de las mermeladas según el esquema Weende.

En la mermelada de tuna anaranjada el contenido en hidrato de carbono (66,9 g/100g) y vitamina C (14,08 mg/100g) resultaron uno de los más bajos y el contenido en calcio (180 mg/100g) el más alto de las tres mermeladas.

En la mermelada de tuna verde el contenido proteico (0,7 g/100g) es mucho mayor que el de las otras dos mermeladas, el contenido de fibra (0,61 g/100g) mucho más bajo y el de calcio (120 mg/100g) un poco menor.

En el resto de las determinaciones no hay mucha variabilidad de los valores entre las tres mermeladas.

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

2.2.2.2 Contenido energético:

En base al contenido de proteínas, lípidos, hidratos de carbono y fibras presentes en las tablas anteriores, se realizó el cálculo del contenido calórico de la mermelada de tuna roja, anaranjada y verde para 100 g y por porción de 20 g. Anexo 2 (pág. 79)

Tabla N°10: Contenido calórico de la mermelada de Tuna Roja, Anaranjada y Verde para 100 g y para una porción de 20 g.

CONTENIDO CALORICO Kcal / KJ	MERMELADA DE TUNA ROJA	MERMELADA DE TUNA ANARANJADA	MERMELADA DE TUNA VERDE
En 100 g	274,54 KJ/1 KJ	270,56 Kcal/ 1130,94 KJ	276,42 Kcal/1155,43KJ
Por porción de 20 g	54,82 Kcal/229,55 KJ	54,11 Kcal/ 226,18KJ	55,28 Kcal/231,07KJ

En la tabla N° 10 se observaron mínimas variaciones entre el contenido energético de las tres mermeladas y sus valores son similares a la de las mermeladas de frutas de consumo convencional como la de durazno, naranja y damasco.

2.2.2.3. Análisis fisicoquímicos

Tabla N°11: Determinaciones fisicoquímicas de la Mermelada de tuna roja.

Determinaciones	Mermelada de tuna roja
Sólidos solubles (°Brix)	69,5
Acidez titulable (g% g ac. cít)	2,15
Acidez potencial	3,9

Tabla N°12: Determinaciones fisicoquímicas de la Mermelada de tuna anaranjada.

Determinaciones	Mermelada de tuna anaranjada
Sólidos solubles (°Brix)	68
Acidez titulable (g% g ác. cít)	2,35
Acidez potencial	3,8

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

Tabla N°13: Determinaciones fisicoquímicos de la Mermelada de tuna verde.

Determinaciones	Mermelada de tuna verde
Sólidos solubles (°Brix)	69
Acidez titulable (g% g ác.cít)	2,2
Acidez potencial	3,85

Anexo 2 (pág.80)

Los valores de sólidos solubles, acidez titulable y acidez potencial de las tablas N° 11, 12 y 13 se encuentran dentro de los valores normales de las mermeladas de frutas. (Norma del codex para las confituras, jaleas y mermeladas. Codex Stan 296-2009).

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

2.2.2.4. Etiquetado

A continuación se presentan las etiquetas

INFORMACIÓN NUTRICIONAL			
Porción: 20g (1 cucharada sopera) porciones por envase: aprox. 12			
	Cont. por 100g	Cont. por porción	Neto por porción (%)
Valor Energético	276,00 kcal (1154,00 kJ)	55,20 kcal (230,80 kJ)	2,7
Carbohidratos	66,8 g	13,36 g	4,46
Proteínas	0,39 g	0,08 g	0,08
Grasas Totales	0,2 g	0,04 g	0,07
Grasas saturadas	0	0	0
Grasas trans	0	0	0
Fibra Alimentaria	1,2g	0,24g	0,96
Sodio	7 mg	1,4 mg	0,06
Calcio	180 mg	36mg	3,6
Potasio	550 mg	110 mg	0,85
Fósforo	7 mg	1,4 mg	0,2
Vitamina C	14,08 mg	2,8 mg	6

*Valores diarios con base a una dieta de 2000 kcal o 8000 kJ diarias. Los valores diarios pueden ser menores o mayores dependiendo de las necesidades energéticas.

mermelada de TUNA anaranjada

Contenido Neto: 200 g

RNE
RNRA

INGREDIENTES:
Pulpa de tuna roja
Sacarosa
Acido cítrico

Conservar en lugar seco y fresco.
Una vez abierto: conservar refrigerado.
Entre 2°C y 8°C

Envasado: febrero de 2014
Lapso de aptitud: 2 años

Elaborado por: Brom.Liliana Tonini
Alem 1250 Godoy Cruz -Mendoza- Argentina

INFORMACIÓN NUTRICIONAL			
Porción: 20g (1 cucharada sopera) porciones por envase: aprox. 12			
	Cont. por 100g	Cont. por porción	Neto por porción (%)
Valor Energético	276,00 kcal (1154,00 kJ)	55,20 kcal (230,80 kJ)	2,76
Carbohidratos	66g	13,2 g	4,53
Proteínas	0,3g	0,06 g	0,18
Grasas Totales	0,18 g	0,036 g	0,065
Grasas saturadas	0	0	0
Grasas trans	0	0	0
Fibra Alimentaria	0,63g	0,127 g	0,48
Sodio	6,5 mg	1,3 mg	0,07
Calcio	170 mg	34 mg	2,4
Potasio	546,36 mg	109,27 mg	0,836
Fósforo	6,45 mg	1,29 mg	0,55
Vitamina C	17,6 mg	3,52 mg	6

*Valores diarios con base a una dieta de 2000 kcal o 8000 kJ diarias. Los valores diarios pueden ser menores o mayores dependiendo de las necesidades energéticas.

mermelada de TUNA verde

Contenido Neto: 200g

RNE
RNRA

INGREDIENTES:
Pulpa de tuna roja
Sacarosa
Acido cítrico

Conservar en lugar seco y fresco.
Una vez abierto: conservar refrigerado.
Entre 2°C y 8°C

Envasado: febrero de 2014
Lapso de aptitud: 2 años

Elaborado por: Brom.Liliana Tonini
Alem 1250 Godoy Cruz -Mendoza- Argentina

INFORMACIÓN NUTRICIONAL			
Porción: 20g (1 cucharada sopera) porciones por envase: aprox. 12			
	Cont. por 100g	Cont. por porción	Neto por porción (%)
Valor Energético	276,00 kcal (1154,00 kJ)	55,20 kcal (230,80 kJ)	2,76
Carbohidratos	67,92 g	13,6 g	4,53
Proteínas	0,3 g	0,06 g	0,08
Grasas Totales	0,19 g	0,038 g	0,07
Grasas saturadas	0	0	0
Grasas trans	0	0	0
Fibra Alimentaria	1,1g	0,22g	0,88
Sodio	7 mg	1,4 mg	0,06
Calcio	145 mg	29 mg	2,8
Potasio	500 mg	100 mg	0,8
Fósforo	8mg	1,6mg	0,23
Vitamina C	17,6 mg	3,52 mg	6

*Valores diarios con base a una dieta de 2000 kcal o 8000 kJ diarias. Los valores diarios pueden ser menores o mayores dependiendo de las necesidades energéticas.

mermelada de TUNA roja

Contenido Neto: 200g

RNE
RNRA

INGREDIENTES:
Pulpa de tuna roja
Sacarosa
Acido cítrico

Conservar en lugar seco y fresco.
Una vez abierto: conservar refrigerado.
Entre 2°C y 8°C

Envasado: febrero de 2014
Lapso de aptitud: 2 años

Elaborado por: Brom.Liliana Tonini
Alem 1250 Godoy Cruz -Mendoza- Argentina

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

2.2.2.5. Análisis microbiológicos

Mermelada de Tuna Roja

Tabla N°14: Resultados del recuento microbiológico en la mermelada de Tuna Roja al mes de elaboración.

Análisis microbiológicos	Mermelada de tuna roja
Recuento de bacterias Mesófilas ufc/g	NEGATIVO
Recuentos de bacterias coliformes totales NMP/3g	NEGATIVO
Recuento de hongos y levaduras	AUSENCIA

Mermelada de Tuna Anaranjada

Tabla n°15: Resultados del recuento microbiológico en la mermelada de Tuna Anaranjada al mes de elaboración.

Análisis microbiológicos	Mermelada de tuna anaranjada
Recuento de bacterias Mesófilas ufc/g	NEGATIVO
Recuentos de bacterias coliformes totales NMP/3g	NEGATIVO
Recuento de hongos y levaduras	AUSENCIA

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

Mermelada de Tuna Verde

Tabla N°16: Resultados del recuento microbiológico en la mermelada de Tuna Verde al mes de elaboración.

Análisis microbiológicos	Mermelada de tuna verde
Recuento de bacterias Mesófilas ufc/g	NEGATIVO
Recuentos de bacterias coliformes totales NMP/3g	NEGATIVO
Recuento de hongos y levaduras	AUSENCIA

Si bien el Código Alimentario Argentino no exige análisis microbiológico a mermeladas, es decir no hay especificaciones microbiológicas, podemos decir según los datos expuestos que hay ausencia de bacterias mesófilas, coliformes totales, mohos y levaduras.

2.2.2.6. Análisis Sensorial

2.2.2.6.1. Evaluación sensorial de los consumidores

2.2.2.6.1.1. **Grado de aceptación de las características individuales para las mermeladas de tuna roja, anaranjada y verde.**

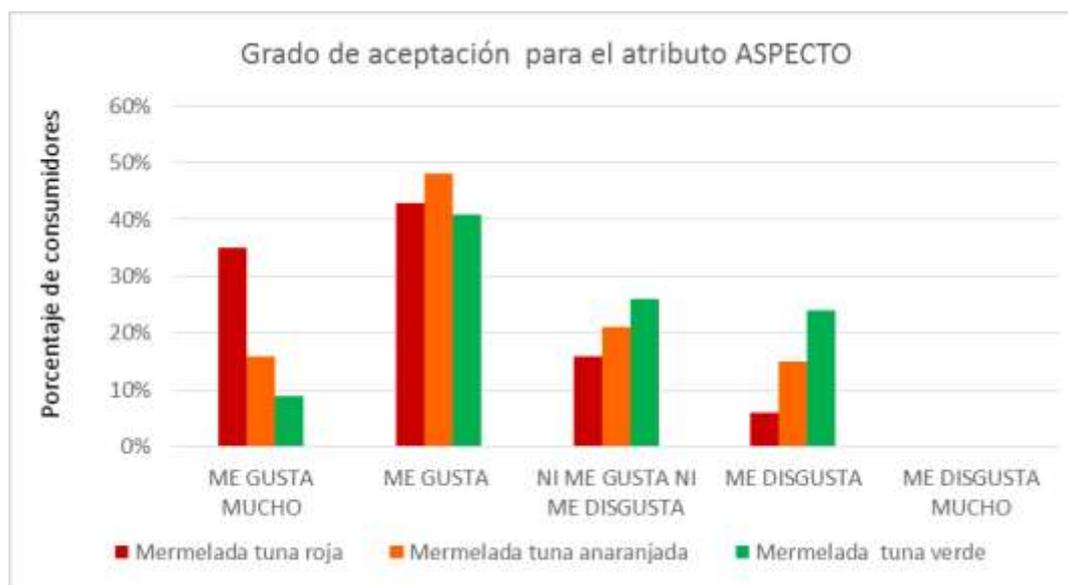


Gráfico N°1: Comparación del grado de aceptación de las tres mermeladas de tuna según el ASPECTO.

El análisis frecuencial indicó que los mayores porcentajes correspondieron a la categoría *me gusta* para las tres mermeladas.

Al acumular los porcentajes para las dos categorías: *Me gusta mucho/Me gusta*, resultó una evaluación muy favorable para la mermelada roja (78%), menos para la anaranjada (64%) y más desfavorable para la mermelada de tuna verde (50%). El porcentaje acumulado para las categorías: *Me disgusta mucho/Me disgusta*, mostró nuevamente que el aspecto del producto que menos disgustó fue el de la roja (6%) y el más desfavorable fue el de la verde (24%).

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

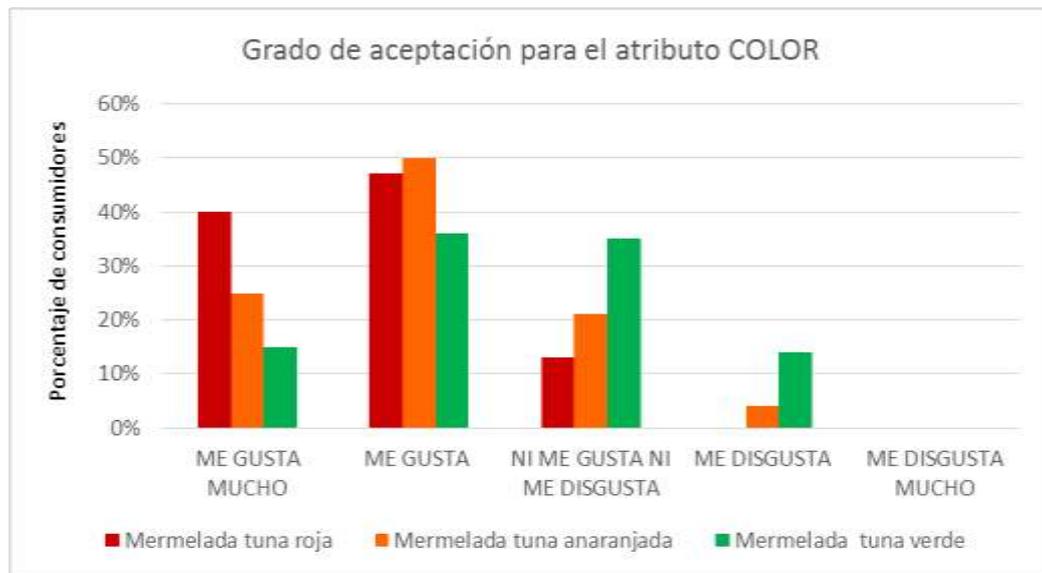


Gráfico N°2: Comparación del grado de aceptación de las tres mermeladas de tuna según el COLOR.

El análisis frecuencial indicó que los mayores porcentajes correspondieron a la categoría *me gusta* para las tres mermeladas.

Al acumular los porcentajes para las dos categorías: *Me gusta mucho/Me gusta*, resultó una evaluación muy favorable para la mermelada de tuna roja (87%), menos para la anaranjada (75%) y más adversa para la verde (51%).

El porcentaje acumulado para las categorías: *Me disgusta mucho/Me disgusta*, mostró nuevamente que el color del producto que no disgustó en absoluto fue el de la roja (0%), seguido de la mermelada anaranjada (4%) y desfavorable para la verde con un 14%.

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

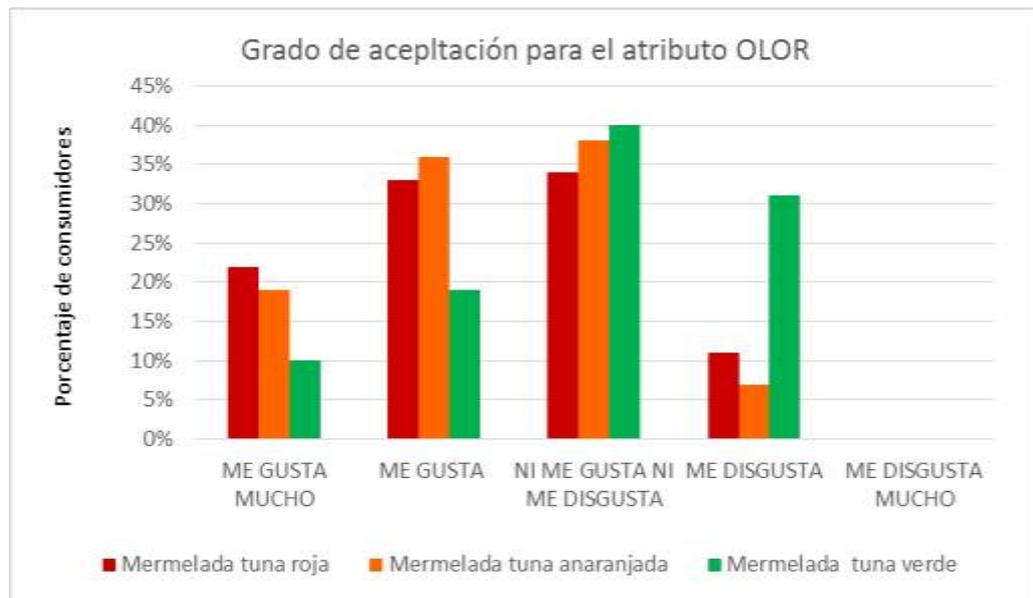


Gráfico N°3: Comparación del grado de aceptación de las tres mermeladas de tuna según el OLOR

El análisis frecuencial indicó que los mayores porcentajes correspondieron a la categoría *ni me gusta ni me disgusta* para las tres mermeladas.

Al acumular los porcentajes para las dos categorías: *Me gusta mucho/Me gusta*, resultó una evaluación favorable para la mermelada roja y anaranjada (ambas con 55%) y menos para la verde (29%).

El porcentaje acumulado para las categorías: *Me disgusta mucho/Me disgusta* resultó una evaluación más desfavorable para la mermelada de tuna verde (31%), luego para la roja (11%) y finalmente para la anaranjada (7%).

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

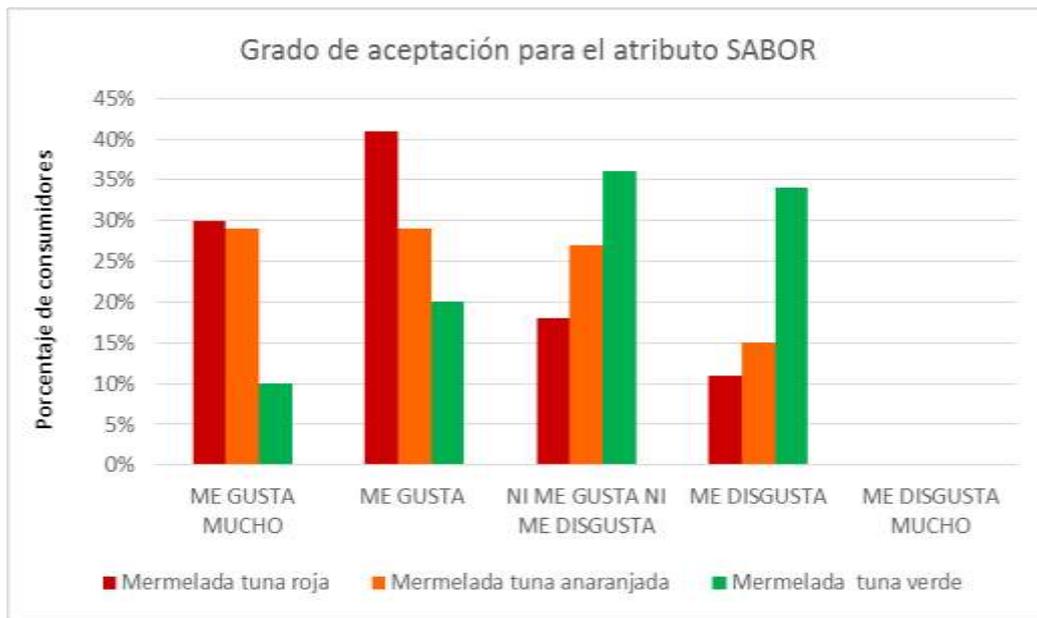


Gráfico N°4: Comparación del grado de aceptación de las tres mermeladas de tuna según el SABOR

El análisis frecuencial indicó que los mayores porcentajes correspondieron a la categoría *Me gusta* para las mermeladas roja y anaranjada y a la categoría *Ni me gusta ni me disgusta* para la mermelada verde.

Al acumular los porcentajes para las dos categorías: *Me gusta mucho/Me gusta*, resultó una evaluación muy favorable para la mermelada roja (71%), un poco menos para la anaranjada (58%) y mucho menos para la verde (30%).

El porcentaje acumulado para las categorías: *Me disgusta mucho/Me disgusta* arrojó un resultado muy desfavorable para la mermelada de tuna verde (34%).

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

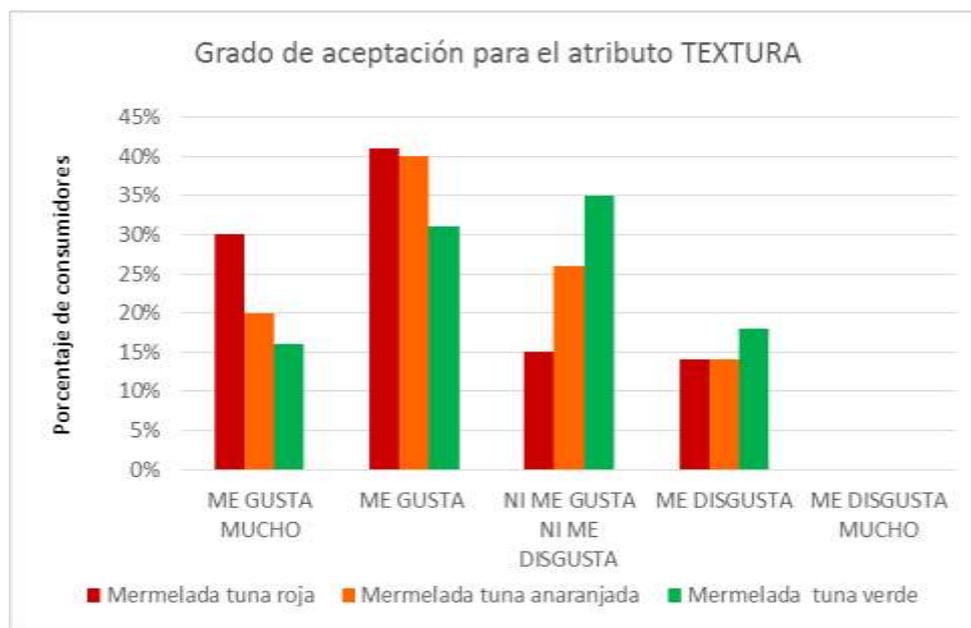


Gráfico N°5: Comparación del grado de aceptación de las tres mermeladas de tuna según la TEXTURA.

El análisis frecuencial indicó que los mayores porcentajes correspondieron a la categoría *Me gusta* para las mermeladas roja y anaranjada y a la categoría *Ni me gusta ni me disgusta* para la mermelada verde.

Al acumular los porcentajes para las dos categorías: *Me gusta mucho/Me gusta*, resultó una evaluación muy favorable para la mermelada roja (71%), favorable para la anaranjada (60%) y menos favorable para la verde (47%).

El porcentaje acumulado para las categorías: *Me disgusta mucho/Me disgusta* arrojó un resultado más desfavorable para el producto elaborado con tuna verde (18%).

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde



Gráfico N°6: Comparación del grado de aceptación de las tres mermeladas de tuna según la CONSISTENCIA.

El análisis frecuencial indicó que los mayores porcentajes correspondieron a la categoría *Me gusta* para las tres mermeladas.

Al acumular los porcentajes para las dos categorías: *Me gusta mucho/Me gusta*, resultó una evaluación muy favorable para la mermelada roja (78%), algo menos para la verde (60%) y la anaranjada (59%).

El porcentaje acumulado para las categorías: *Me disgusta mucho/Me disgusta* arrojó un resultado más desfavorable para el producto elaborado con tuna anaranjada (10%), luego para la verde (6%) y finalmente para la roja (4%).

Interpretación:

Las características Aspecto, Color y Consistencia de las tres mermeladas de tuna presentaron una buena aceptación por los consumidores.

La misma consideración para las características de Sabor y Textura con las mermeladas de tuna Roja y tuna Anaranjada.

Para el atributo Olor, la aceptación fue indiferente para las tres mermeladas. Igual para el Sabor y la Textura de la mermelada de tuna Verde.

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

2.2.2.6.1.2. Consumo o no de las tres mermeladas de tuna.

Tabla N°17: Distribución de consumidores que estarían dispuestos a consumir mermelada de tuna roja, anaranjada y verde.

Consumiría	Tuna Roja	Tuna Anaranjada	Tuna Verde
Si	51 (63,75%)	48 (60%)	27 (33,75%)
No	29 (36,26%)	32 (40%)	53 (66,25%)

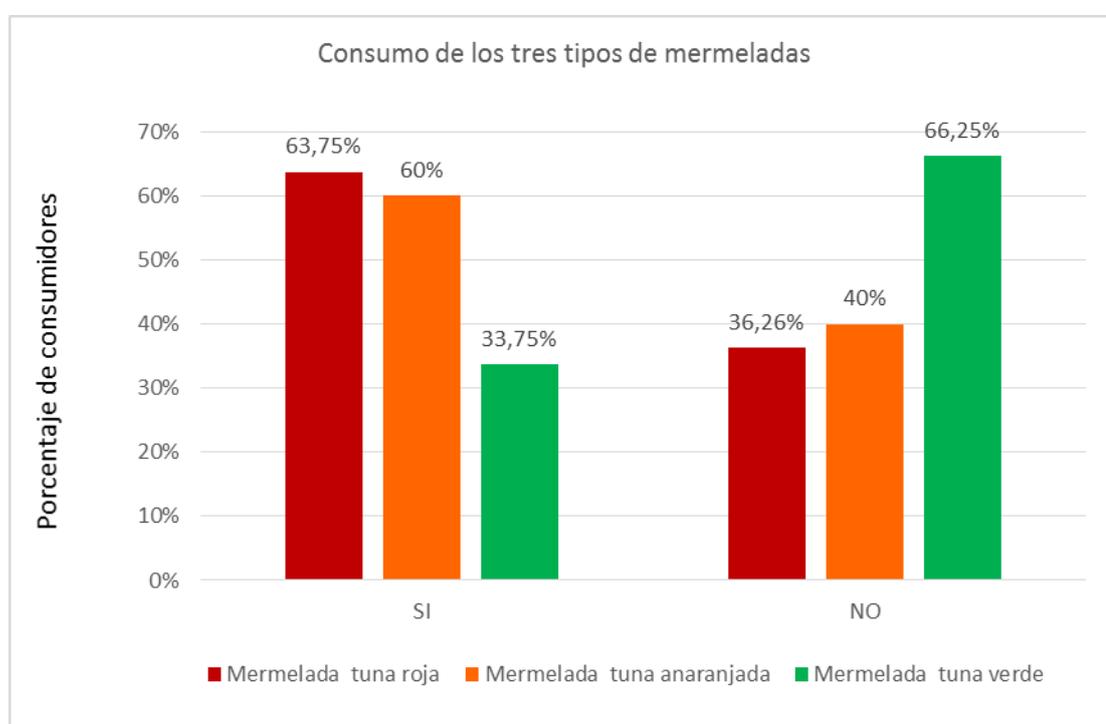


Gráfico N°7: Distribución de consumidores según la aceptación de la mermelada.

Interpretación:

Se puede observar en el gráfico que un gran porcentaje de los encuestados sí consumiría mermelada de tuna roja y anaranjada, a pesar de estar consumiendo en la actualidad un producto similar derivado de otras frutas.

2.2.2.6.1.3. Consumo de los tres tipos de mermeladas de tuna según el sexo.

Tabla N°18: Asociación entre sexo Femenino / Masculino y probabilidad de consumo de los tres tipos de mermeladas.

Mermelada	Consumo	SEXO		χ^2	p
		Femenino (n = 48)	Masculino (n = 32)		
Tuna Roja	No	17 (35,4%)	12 (37,5%)	0,036 gl 1	0,849
	Si	31 (64,5%)	20 (62,5%)		
Tuna Anaranjada	No	22 (45,8%)	10 (31,2%)	1,701 gl 1	0,192
	Si	26 (54,2%)	22 (68,7%)		
Tuna Verde	No	38 (79,1%)	15 (46,8%)	8,954 gl 1	0,003
	Si	10 (20,8%)	17 (53,1%)		

Anexo 4 (PP. 82 y 83)

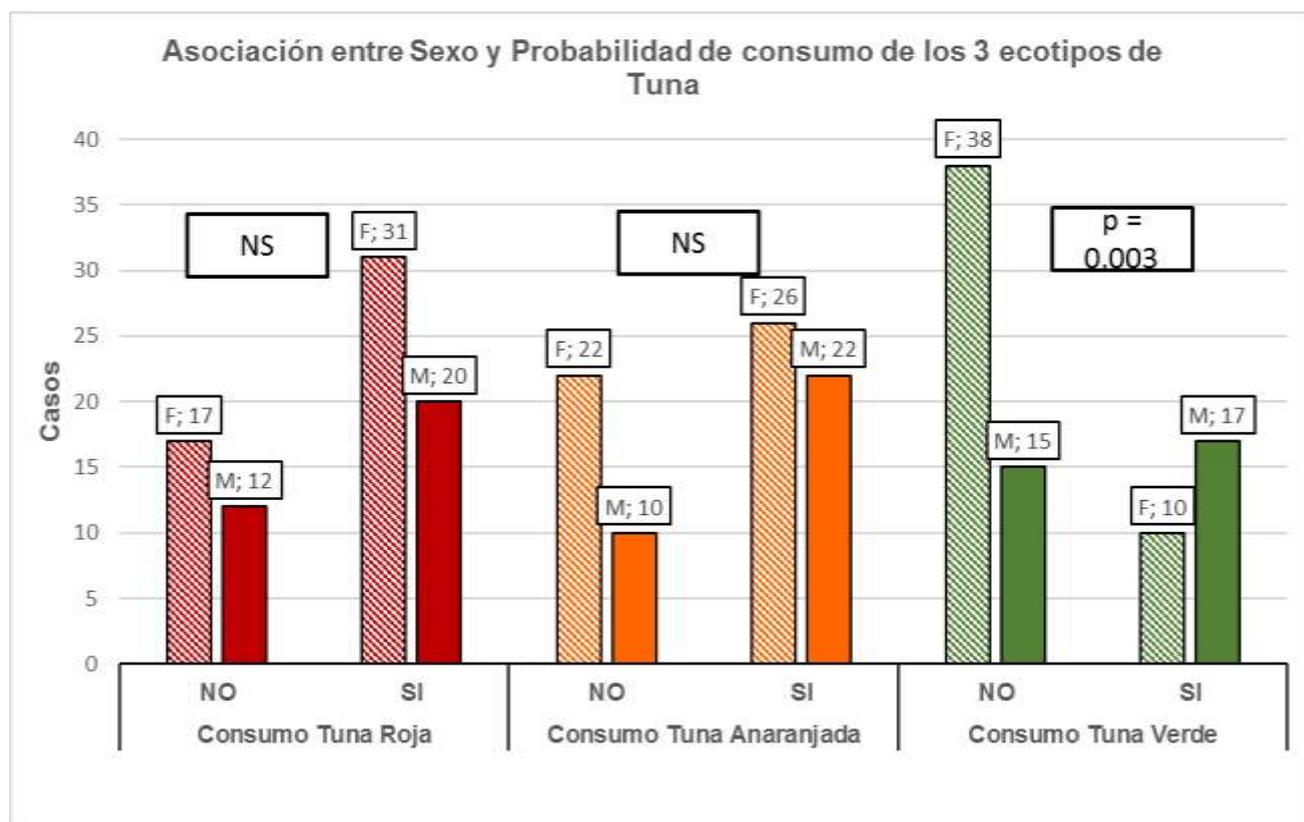


Gráfico N° 8: Relación entre el sexo y probabilidad de consumo de los tres tipos de mermeladas de tuna.

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

Interpretación:

De acuerdo al análisis estadístico, Chi cuadrado y la representación gráfica de la comparación puede observarse que sólo existe una asociación entre sexo y probabilidad de consumo de mermelada, para el ecotipo de tuna Verde, siendo en este significativamente mayor el porcentaje de consumidores de sexo femenino que no estarían dispuestos a consumirlo, (79,1% de las mujeres); $p= 0,003$.

2.2.2.6.1.4. Precio que estarían dispuestos a pagar los consumidores por cada tipo de mermelada de tuna.

Prueba de hipótesis:

Hipótesis nula: no hay diferencia en el precio que estarían dispuesto a pagar por las tres mermeladas.

Hipótesis alternativa: hay diferencia en el precio que estarían dispuesto a pagar por lo menos en algunas de las tres mermeladas.

Tabla N°19: Comparación de rangos de precios que los consumidores estarían dispuestos a pagar por las distintas mermeladas.

	Media (n = 80)	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Tuna Roja (\$)	21,6	7,7	10,0	39,0
Tuna anaranjada (\$)	20,2	7,0	10,0	39,0
Tuna verde (\$)	16,6	5,2	10,0	26,0

Anexo 4 (pág. N°84)

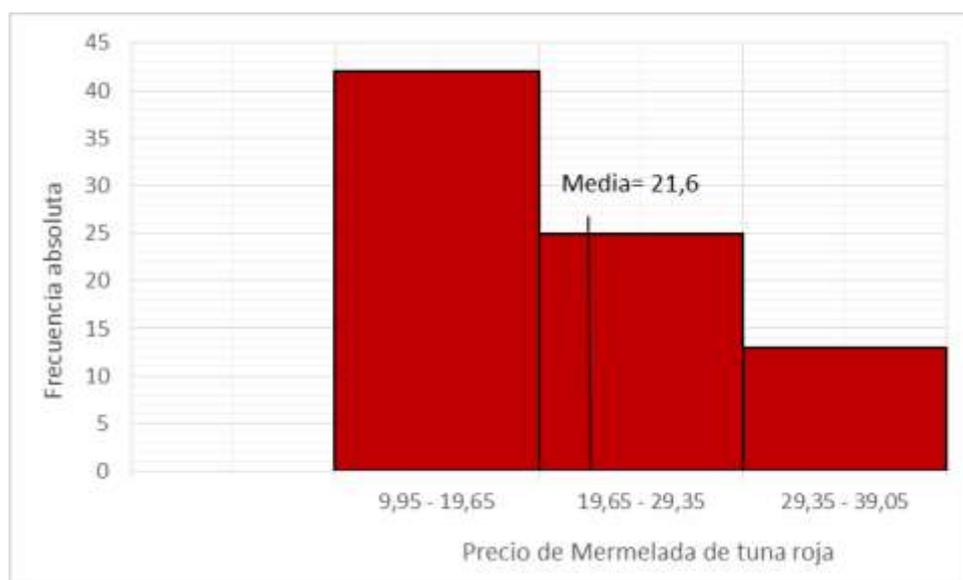


Gráfico N° 9: Histograma para precios que estarían dispuesto los consumidores a pagar por 454 grs. de mermelada de Tuna Roja.

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

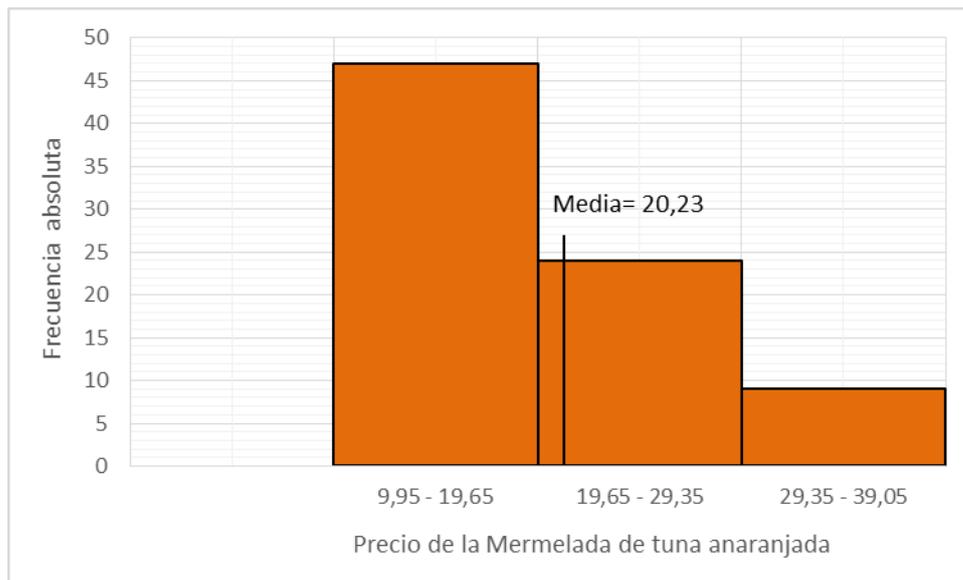


Gráfico N°10: Histograma para precios que estarían dispuesto los consumidores a pagar por 454 grs. de mermelada de Tuna Anaranjada.

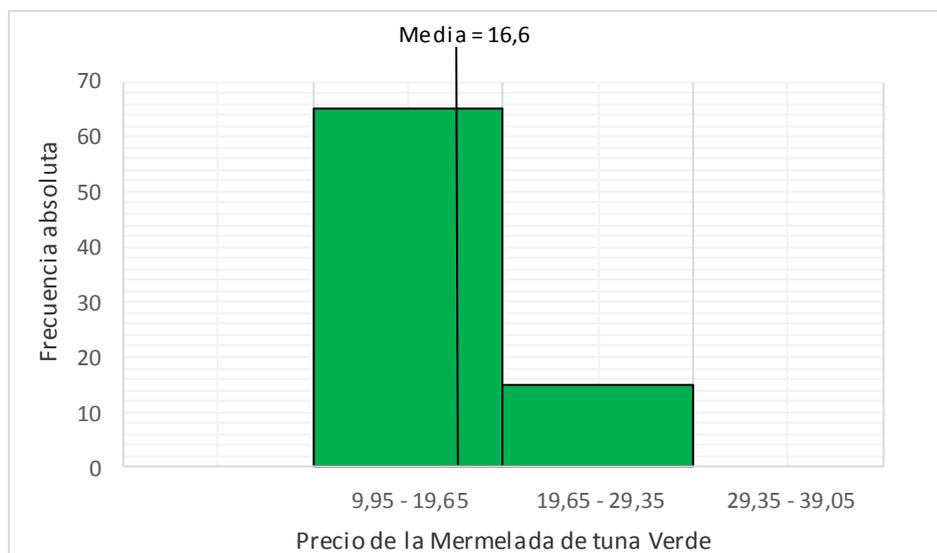


Gráfico N°11: Histograma para precios que estarían dispuesto los consumidores a pagar por 454 grs. de mermelada de Tuna Verde.

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

Los resultados se analizaron estadísticamente utilizando el Test de Friedman:

Tabla Nº 20: Rango promedio

	Rango promedio
Precio Mermelada de tuna Roja	2,26
Precio Mermelada de tuna Anaranjada	2,12
Precio Mermelada de tuna Verde	1,63

Tabla Nº 21: Test de Friedman para rangos de montos que los consumidores estarían dispuestos a pagar por las distintas mermeladas

N	80
Chi-cuadrado	21,052
gl	2
Sig. asintót.	,000

Interpretación:

De acuerdo al análisis estadístico Test de Friedman y la representación gráfica, puede verse que los consumidores estarían dispuestos a pagar, por 454 grs. de mermelada de Tuna Roja o Anaranjada, dentro del mismo rango de precios; mientras que para la mermelada Verde el valor sería significativamente menor. Es decir, hay diferencia significativa entre el rango de precios de la mermelada de tuna verde con respecto a los rangos de las otras dos mermeladas.

Los valores más frecuentes de lo que estarían dispuesto a pagar para las tres mermeladas se encuentran entre 9,95 y 19,65 (intervalo modal).

2.2.2.6.2. Perfil sensorial de las mermeladas por los jueces entrenados

MERMELADA DE TUNA ROJA:

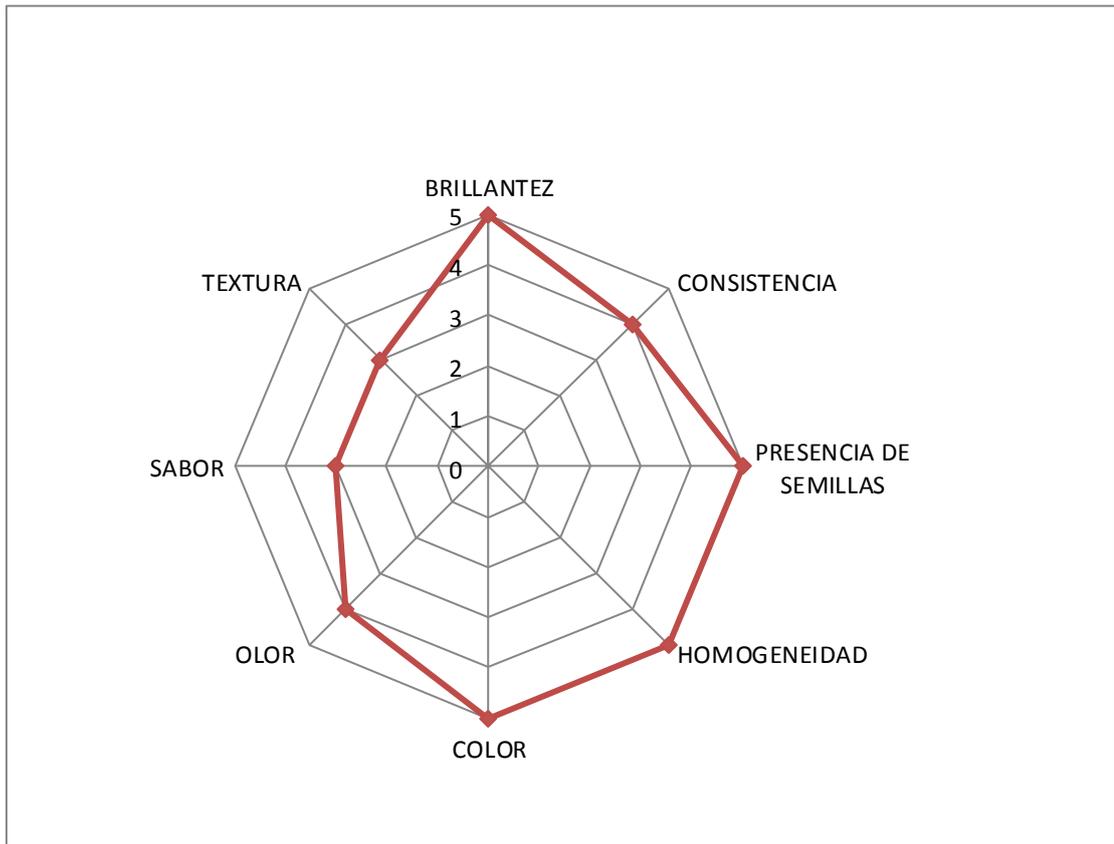


Gráfico N°15: Perfil descriptivo, en base a medianas, de la mermelada de Tuna Roja.

Anexo 5 (pág. 85)

La mermelada de Tuna Roja se destaca por la brillantez (brillo de confitura apropiado), escasa presencia de semillas (normal, 3 o 4 semillas por cucharadita), homogeneidad, color (ámbar rojizo característico) y por último la intensidad del olor.

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

MERMELADA DE TUNA ANARANJADA:

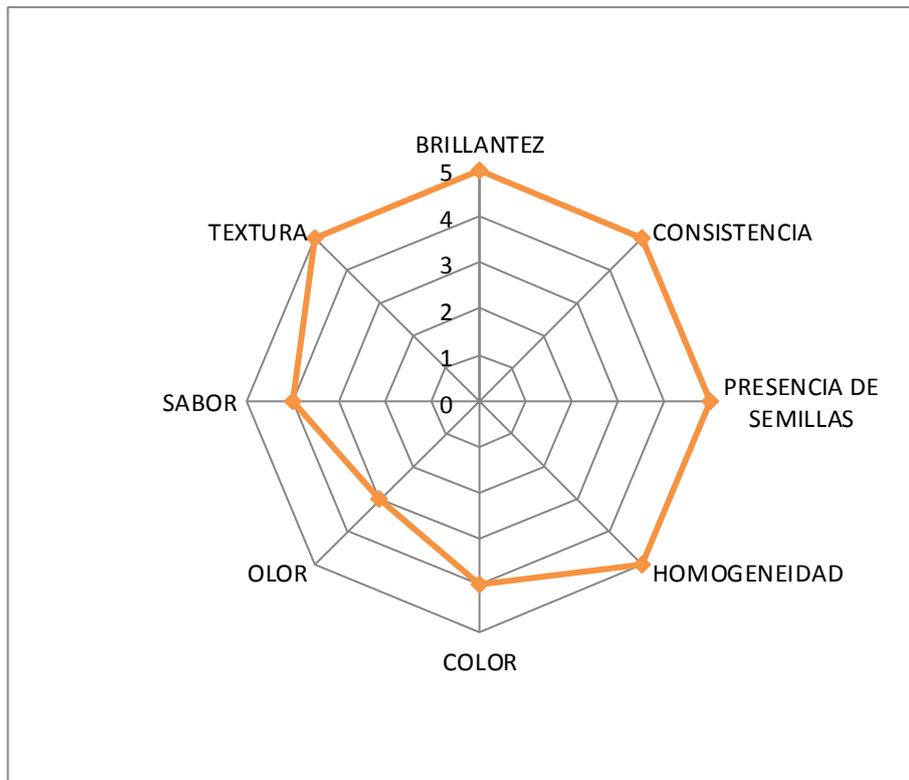


Gráfico N°16: Perfil descriptivo, en base a medianas, de la mermelada de Tuna Anaranjada.

Anexo 5 (pág. 86)

La mermelada de Tuna Anaranjada se destaca por la brillantez (brillo de confitura apropiado), consistencia, escasa presencia de semillas (normal, 3 o 4 semillas por cucharadita), homogeneidad, textura con trozos de pulpa suaves y por último el color y el sabor.

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

MERMELADA DE TUNA VERDE:

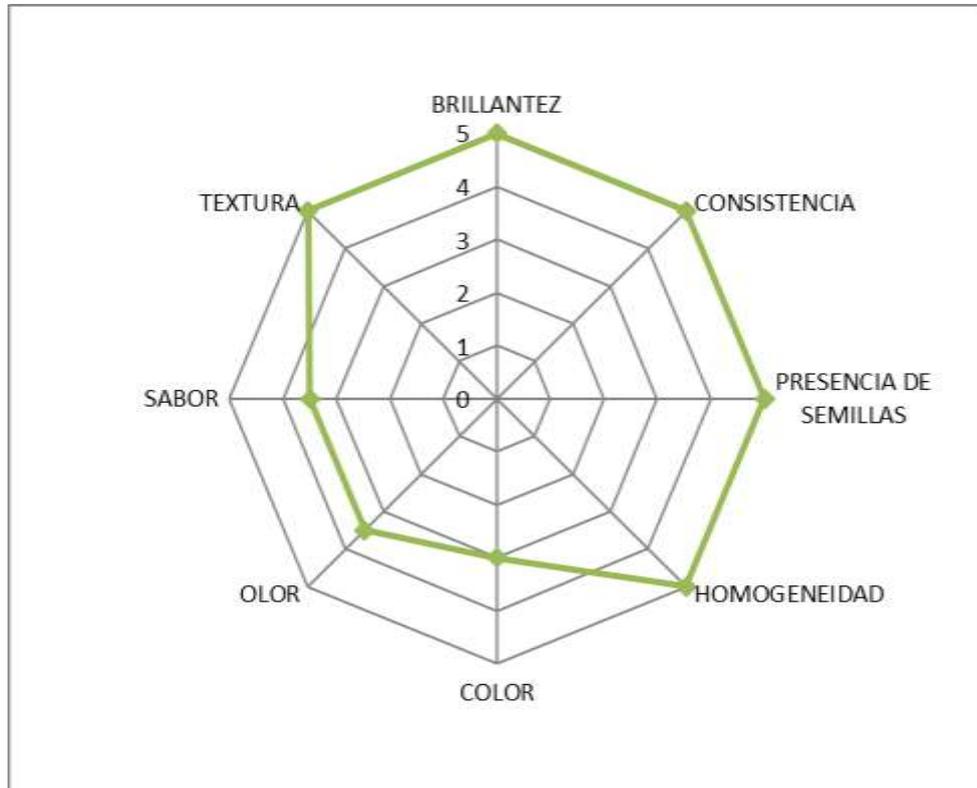


Gráfico N°17: Perfil descriptivo, en base a medianas, de la mermelada de Tuna Verde.

Anexo 5 (pág. 87)

La mermelada de Tuna Verde se destaca por la brillantez (brillo de confitura apropiado), consistencia, escasa presencia de semillas (normal 3 o 4 semillas por cucharadita), homogénea en frasco y textura, con trozos de pulpa suaves.

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

Los resultados de las características de las tres mermeladas de tuna se analizaron estadísticamente aplicando el Test de Friedman.

Tabla N° 22: Valores de rangos medios y coeficientes de Friedman para las características estudiadas

Característica	Mermelada			Estadístico de Friedman	Significación Asintótica (p)
	Roja	Naranja	Verde		
	Rango promedio	Rango promedio	Rango promedio		
Color	2,83	2,17	1,00	11,273	0,004
Olor	2,00	2,00	2,00	0,000	1,000
Sabor	1,25	2,25	2,50	6,300	0,043
Textura	1,17	2,42	2,42	10,000	0,007
Semillas	1,75	2,08	2,17	1,273	0,529
Homogeneidad	1,83	2,08	2,08	2,000	0,368
Consistencia	1,58	2,42	2,00	5,000	0,082
Brillantez	2,00	2,00	2,00	0,000	1,000

Interpretación:

De acuerdo al puntaje otorgado por el panel de jueces entrenados y el análisis estadístico, Test de Friedman puede observarse los rangos promedios obtenidos de cada una de las características sensoriales.

La mermelada Roja presenta mayor rango promedio en Color, posee mayor puntuación en esa característica.

La mermelada anaranjada se destaca significativamente en el sabor, en la textura y la consistencia.

La mermelada Verde posee los mejores puntajes en la intensidad del sabor, presencia normal de semillas y textura.

En cuanto a la intensidad del olor y brillantez, fueron puntuadas con el máximo puntaje las tres mermeladas, presentando un buen brillo de confitura.

2.2.2.6.3. Evaluación global de las mermeladas por los jueces entrenados

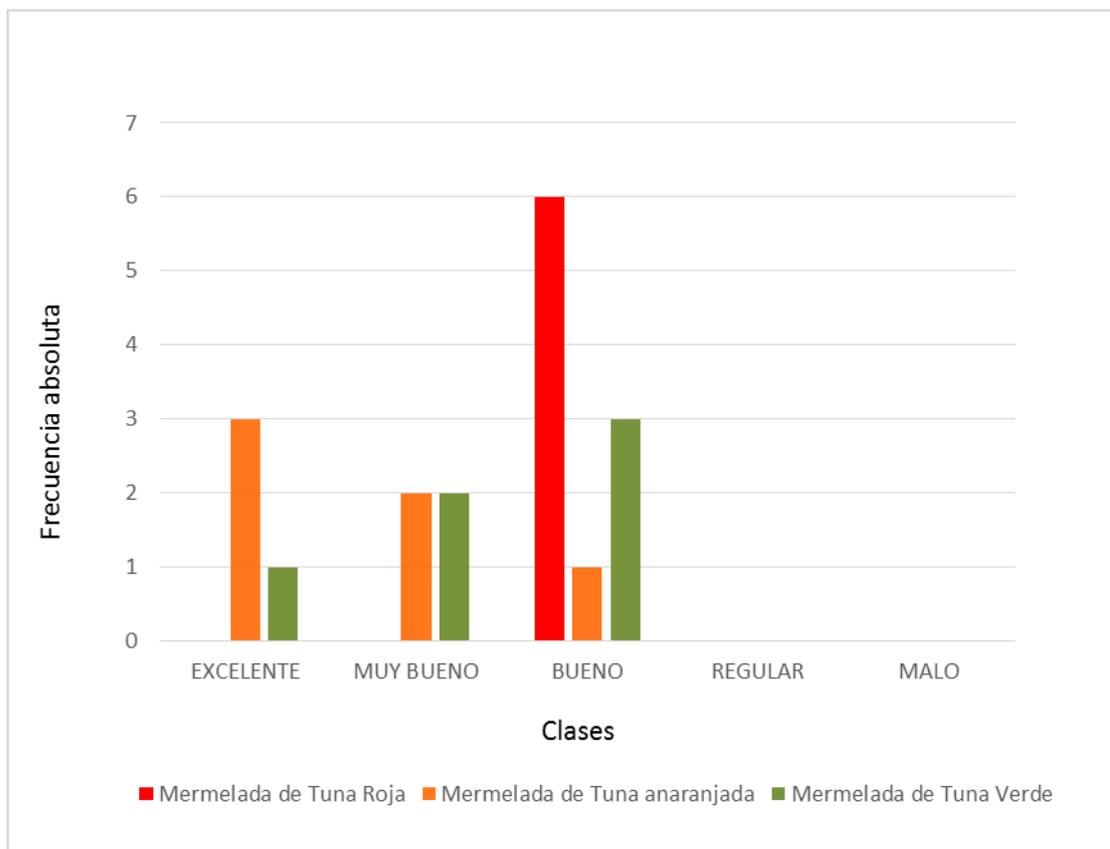


Gráfico N°18: Evaluación global de la Mermelada de tuna roja, anaranjada y verde.

Anexo 5 (PP85, 86 y 87)

Interpretación:

En la mermelada de Tuna Roja la clase modal Buena, es la medida descriptiva que mejor habla de los datos presentados. La aceptabilidad es buena, positiva a favor de esta mermelada.

En la mermelada de Tuna Anaranjada la clase modal Excelente, es la medida descriptiva que mejor habla de los datos presentados. La aceptabilidad es excelente, muy positiva a favor de esta mermelada.

En la mermelada de Tuna Verde la clase modal Buena, es la medida descriptiva que mejor habla de los datos presentados. La aceptabilidad es buena, positiva a favor de esta mermelada.

3. Conclusiones

Es técnicamente posible elaborar artesanalmente mermelada de tuna roja, anaranjada y verde y que cumplan con la reglamentación del Artículo 810 del C.A.A.

En general los tres tipos de mermeladas poseen un contenido nutricional con valores similares entre ellas. Los resultados de las determinaciones se encuentran dentro de los valores medios que se describen en la tabla de Composición química de Alimentos del Centro de Endocrinología Experimental y Aplicada, Cenexa, La Plata 1995. Considerando que de algunas determinaciones como vitamina C, calcio y potasio se obtuvieron valores más elevados.

Desde el punto de vista microbiológico, el producto es apto para consumo bajo las condiciones de elaboración y conservación especificadas en este trabajo.

En cuanto a la evaluación sensorial del producto, la mermelada de tuna anaranjada resultó ser la mejor aceptada sensorialmente por los jueces. Con respecto al grado de aceptación por los consumidores fue mayor para la mermelada de tuna roja en la mayoría de las características sensoriales seguida de la mermelada de tuna anaranjada.

Un alto porcentaje, más del 60% de los panelistas comunes, consumiría mermelada de tuna roja y anaranjada, a pesar de estar consumiendo en la actualidad un producto similar derivado de otras frutas. No así para la mermelada de tuna verde, para la cual el mayor porcentaje de consumidores que no estarían dispuestos a consumirla correspondería al sexo femenino.

Los consumidores pagarían por una mermelada de tuna roja o de tuna anaranjada de 454 gramos, un valor dentro del mismo rango de precios. Para la mermelada de tuna verde el valor sería menor.

En base a este trabajo, se logra diversificar la presentación del producto y darle valor agregado.

La comercialización de la tuna por sus propiedades funcionales y nutricionales puede generar ventajas competitivas que pueden traducirse en oportunidades de negocio y de desarrollo de nuevos productos. Esta estrategia de valorización implica profundizar el mejoramiento de la calidad de la tuna durante toda la cadena productiva y establecer prácticas agrícolas sustentables, sostenibles y competitivas que permitan el aprovechamiento integral de la misma.

Bibliografía

- 1) Agro Visión NOA. El cultivo de la tuna, 1996. N°16: 19-22.
- 2) Anzaldúa Morales, A 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Ed. Acribia, España. 192p.
- 3) Badui Dergal, S. 1993, Química de los alimentos. Editorial Longman de México.
- 4) Bauzá, M.; Vignoni, L. Trabajos preliminares en laboratorio y planta piloto para el aprovechamiento industrial de la tuna. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo.(2001-2002).
- 5) Cánovas, L., Herrera, M.c. y Bauzá, M., Análisis sensorial de productos Gourmets con ajo. En : IX Curso / Taller sobre Producción, Comercialización e Industrialización de Ajo(9, 2005, Mendoza). INTA EEA La Consulta.
- 6) Canavos, G. 1995. Probabilidad y estadística. Aplicaciones y métodos. Ed. Mac Graw Hill, España.
- 7) Cheftel, J.C y Cheftel. H 1980 Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los alimentos. Ed. Acribia S. A. Zaragoza. España.
- 8) CITEF. 1987 Recopilación técnica. Identificación y calidad de los alimentos frutihortícolas industrializados. Tomo I y II. INTI. Argentina.
- 9) CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO. art. 6 inc. 6, art. 6 bis, art. 151, art. 317, art. 1280, art. 1340 y Resolución GMC N° 069/93. Guía de Interpretación de Resultados Microbiológicos de Alimentos, ANMAT/INAL.
- 10) CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO, 1999. Texto actualizado Marzocchi Ediciones. Capital Federal.
- 11) CORONADO TRINIDAD, Myriam; HIDALGO ROSALES, Roaldo."Elaboración de mermeladas. Procedimiento de alimentos para pequeñas y microempresas agroindustriales." CIED (Centro de Investigación, Educación y Desarrollo). Lima, Perú.2001.
- 12) Felker, P.; Rodriguez, S.C.; Casoliba, R.M.; Filippini, R.; Medina, D.; Zapata, R. (2005): Comparison of *Opuntia ficus indica* varieties of Mexican and Argentine origin for fruit yield and quality in Argentina. Journal of Arid Environments 60 (3): 405 – 422.

- 13) GASCÓN, Alejandro D. "Tecnología y elaboración industrial de confituras y confitados: dulces, jaleas, mermeladas y confitados". Chacras de Coria, Facultad de Ciencias Agrarias, U.N.Cuyo. 2001.
- 14) Inglese, P.; Barbera, G.; La Mantia, T. (1995). Research strategies and improvement of Cactus pear (*Opuntia ficus indica*) fruit quality and production. *Journal of Arid Environment* 29 (4): 455 – 468.
- 15) Kiesling, R. (1999). "Origen, Domesticación y Distribución de *Opuntia ficus-indica* (Cactaceae)". *Journal of the Professional Association for Cactus Development* 3: 50–60.
- 16) Kuti J.O. Antioxidant compounds from four *Opuntia* cactus pear fruit varieties *Food Chem.* 2004, 85, 527-533.
- 17) López O., Melva; Mercado F., Juan; Martínez S, Gerardo; Magaña R., José Luis. 2011 Formulación de una mermelada a partir de pulpa y cáscara de tuna (*Opuntia* spp.) elaborada a nivel de planta piloto.

- 18) Mobhammer, M.R.; Stintzing, F.C. and Carle, R. Cactus pear fruits(*Opuntia* spp.): a review a processing technologies and current uses. *J. Profess. Assoc.. Cactus Develop* 2006. 8,1-25.
- 19) Montero, J 2001. Alimentos y alimentación en la prehistoria y los pueblos antiguos. Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Medicina. Mendoza, Argentina.
- 20) Nazareno, Mónica, 2012. "Cactus como fuente de sustancias promotoras de la salud". *Cactusnet Newsletter. Special Issue 13 January 2013. Actas de la Segunda Reunión para el Aprovechamiento Integral de la tuna y otras cactáceas y I Reunión Sudamericana Cactusnet FAO ICARDA.*

- 21) Ochoa, M.J., 1995 "La tuna: una alternativa ecológica productiva para las zonas áridas y Semiáridas". *Avance Agroindustrial* p5-7.
- 22) Ochoa, M.J., 2006. "Manejo de los tunales hacia un sistema de aprovechamiento integral. Aprovechamiento integral de la tuna". *Cactusnet. Número Especial N° 10, 66-72.*

- 23) RAUCH George.H. "Fabricación de mermeladas". Zaragoza. Editorial Acribia. 1987.
- 24) Raymon Chang, Química, Editorial Mc Graw Hill, Sexta edición 1999.

- 25) Sáenz C. 1992. "Extracción y composición química del mucílago de tuna" p 93-96.

- 26) Sáenz, C. (2004). Compuestos funcionales y alimentos derivados de *Opuntia* spp. In: Esparza, G., Valdez, R. y Méndez, S. eds. *El Nopal, Tópicos de actualidad.* Universidad Autónoma de Chapingo, México. p. 211-222.

- 27) Sáenz, C. (2006). Características y composición química de los nopales. R. Cadmo (Ed.), *Utilización Agroindustrial del Nopal*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma. (p. 7-22).
- 28) Sancho, J y otros. 1999. *Introducción al análisis sensorial de alimentos*. Editions Universitat de Barcelona.
- 29) Sáenz, Carmen; Sepúlveda, Elena; Matsuhira, Beti. La goma del nopal: alternativa industrial para una especie de zonas áridas. Facultad de Ciencias Agronómicas, Dto. De Agroindustria y Enología. Universidad de Santiago de Chile. Facultad de Química y Biología, Universidad de Santiago de Chile. *Revista La Alimentación Latinoamericana*, N° 246.2003.
- 30) Sáenz, C y Sepúlveda, E. 1993. Alternativas de industrialización de la tuna (*Opuntia ficus indica*). *Alimentos* 18: 29-32.
- 31) Sánchez, Jéssica. 2004 "Elaboración de Bombones de tuna y membrillo". Tesis de Licenciatura en Bromatología UNCuyo.
- 32) Sepúlveda, E.; Sáenz, C. 1990: Características químicas y físicas de pulpa de tuna (*Opuntia ficus indica*). *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos* 30 (4): 551 – 555.
- 33) Tesoriere, L., Butera, D.L., Allegra, M., Fazzari, M. and Livrea, M.A. Distribution of betalain pigments in red blood cells after consumption of cactus pear fruits and increased resistance of the cells to ex vivo induced oxidative hemolysis in humans. *J. Agric. Food Chem.* 2005, 53, 1266–1270.

PÁGINAS DE INTERNET

- 1) http://www.anmat.gov.ar/alimentos/Guia_de_interpretacion_resultados_microbiologicos.pdf (junio 2013).
- 2) <http://www.fitness.com.mx/alimenta130.htm>. El nopal sabrosamente alto en fibra. (agosto 2013).
- 3) <http://www.cactusnet.org/documents/ProceedingsSouthAmericaWsfinals-smallsize.pdf> Cactusnet Newsletter. Special Issue 13 January 2013. Actas de la Segunda Reunión para el Aprovechamiento Integral de la tuna y otras cactáceas y I Reunión Sudamericana Cactusnet FAO-ICARDA (febrero 2013).
- 4) jguevara@mendoza-conicet.gob.ar (Febrero 2013) Conicet. Mendoza Arg. . Información sobre tuna
- 5) <http://www.rlc.fao.org/redes7sisag/arboles/Arg-opu1.htm> FAO. 1998. Especies Arbóreas y Arbustivas para la zona árida y semiárida de América Latina: Opuntia ficus-indica. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Sistemas Agroforestales. (febrero 2013).
- 6) http://www.elcomercio.com/agromar/tuna-variedades-producen-pais_0_572342895.html

(agosto2013).

- 7) <http://www.fagro.edu.uy/~nutrical/Documentos/Practico%20calorimetria.pdf> FACULTAD DE AGRONOMÍA. GD NUTRICIÓN Y CALIDAD DE ALIMENTOS. Docente Ana Ramos. CALORIMETRÍA (setiembre 2013).
- 8) www.produccioncatamarca.gov.ar/publicaciones/contador.asp?id=24 (setiembre 2013).
- 9) www.nutrinfo.com/archivos/ebooks/platos_tipicos.pdf (setiembre 2013).
- 10) www.cecytebc.edu.mx/HD/archivos/antologias/ctsyv_3.pdf (octubre2013)
- 11) http://www.anmat.gov.ar/webanmat/BoletinesBromatologicos/Boletin_Inal_11.pdf(mayo 2013).
- 12) <http://www.unicordoba.edu.co/revistas/rta/documentos/12-1/121-4.pdf> (marzo 2014).
- 13) <http://www.analizacalidad.com/arm2004-4.pdf> INAL (Instituto Nacional de Alimentos).2004. Guía de Interpretación de Resultados Microbiológicos de Alimentos ANMAT. Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. (marzo 2014).
- 14) <http://www.horticulturaar.com.ar> Lozano, L. 2011. Ecofisiología de la tuna (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.). Horticultura Argentina 30(72): 37-52. (marzo 2014).

ANEXO:

Anexo 1. Datos de análisis fisicoquímicos de la pulpa de los tres ecotipos de tuna.

1.1. Tabla de resultados de características fisicoquímico de tres muestras (repeticiones) de materia prima (Tuna Roja).

Determinaciones fisicoquímico	M1	M2	M3	Media Aritmética	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Firmeza(kg/ cm ²)	1,5	1,7	1,6	1,6	0,1	6,25
Sólidos solubles (°Brix)	15,2	15,4	15,8	15,46	0,3	2
Acidez titulable (g% g ác.cít)	0,102	0,093	0,112	0,102	0,0095	9,32
Acidez potencial	5,2	5	5,1	5,1	0,1	1,96
Vitamina C (mg/100g)	20	19	21	20	1	5

Referencias: M1: muestra 1, M2: muestra2 y M3: muestra 3 (repeticiones)

1.2. Tabla de resultados de características físico-químico de tres muestras (repeticiones) de materia prima (Tuna Anaranjada).

Determinaciones físico-químico	M1	M2	M3	Media Aritmética	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Firmeza(kg/ cm ²)	1,6	1,5	1,7	1,6	0,1	6,25
Sólidos solubles (°Brix)	16,2	17,2	17	16,8	0,58	3,47
Acidez titulable (g% g ác.cít)	0,096	0,093	0,099	0,093	0,0051	5,54
Acidez potencial	5,4	5,4	5,3	5,36	0,06	1,08
Vitamina C (mg/100g)	22,1	22,5	21,9	22,16	0,3	1,38

Referencias: M1: muestra 1, M2: muestra2 y M3: muestra 3 (repeticiones)

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

1.3. Tabla de resultados de características físico-químico de tres muestras (repeticiones) de materia prima (Tuna Verde).

Determinaciones físico-químico	M1	M2	M3	Media Aritmética	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Firmeza(kg/ cm ²)	1,6	1,5	1,5	1,53	0,057	3,78
Sólidos solubles (°Brix)	17,5	17	16,5	17	0,5	2,94
Acidez titulable (g% g ác.cít)	0,08	0,086	0,096	0,087	0,008	9,3
Acidez potencial	5,72	5,74	5,6	5,68	0,076	1,34
Vitamina C (mg/100g)	20,7	21,8	21	21,16	0,57	2,68

Referencias: M1: muestra 1, M2: muestra2 y M3: muestra 3 (repeticiones)

Anexo 2. Datos de análisis del producto terminado

2.1. Composición centesimal

2.1.1. Tabla de composición centesimal de la mermelada de tuna roja.

Componentes	M1 %	M2 %	Media Aritmética	Desviación Estándar	Coficiente de variación
Humedad	29,68	29,9	29,79	0,155	0,52
Cenizas	0,69	0,71	0,7	0,01	1,42
Proteínas	0,29	0,28	0,3	0,014	4,82
Grasas totales	0,2	0,18	0,19	0,014	7,44
Grasas saturadas	0	0	0	0	0
Grasas trans	0	0	0	0	0
Fibra alimentaria	1,1	1,1	1,1	0	0
Hidratos de Carbono	68,1	67,7	67,92	0,2	0,29

Referencias: M1: muestra 1 y M2: muestra2 (repeticiones)

2.1.2. Tabla de composición centesimal de la mermelada de tuna anaranjada.

Componentes	M1 %	M2 %	Media Aritmética	Desviación Estándar	Coficiente de variación
Humedad	30,9	30,45	30,69	0,31	1,03
Cenizas	0,7	0,74	0,72	0,028	3,92
Proteínas	0,29	0,29	0,29	0	0
Grasas totales	0,19	0,21	0,2	0,014	7,07
Grasas saturadas	0	0	0	0	0
Grasas trans	0	0	0	0	0
Fibra alimentaria	1,1	1,3	1,2	0,1	8,33
Hidratos de Carbono	66,7	67,1	66,9	0,2	0,29

Referencias: M1: muestra 1 y M2: muestra2 (repeticiones)

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

2.1.3 Tabla de composición centesimal de la mermelada de tuna verde.

Componentes	M1 %	M2 %	Media Aritmética	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Humedad	29,75	30,04	29,89	0,205	0.686
Cenizas	0,65	0,61	0,63	0,028	4,48
Proteínas	0,71	0,69	0,7	0,01	1,42
Grasas totales	0,17	0,19	0,18	0,014	7.85
Grasas saturadas	0	0	0	0	0
Grasas trans	0	0	0	0	0
Fibra alimentaria	0,62	0,6	0,61	0,014	2,31
Hidratos de Carbono	68,12	67,88	68	0,16	0,25

Referencias: M1: muestra 1 y M2: muestra2 (repeticiones)

2.2. Cálculo del contenido energético de las Mermeladas.

2.2.1. Tabla del cálculo del contenido energético de la mermelada de tuna roja.

COMPOSICION	Contenido g%	Factor ATTAWER	Kcal
PROTEINAS	0,3	4	1,2
GRASAS	0,19	9	1,71
HIDRATOS DE CARBONO	67,92	4	271,68
TOTAL			274,59 Kcal

2.2.2. Tabla del cálculo del contenido energético de la mermelada de tuna anaranjada.

COMPOSICION	Contenido g%	Factor ATTAWER	Kcal
PROTEINAS	0,29	4	1,16
GRASAS	0,2	9	1,8
HIDRATOS DE CARBONO	66,9	4	267,6
TOTAL			270,56 Kcal

2.2.3. Tabla del cálculo del contenido energético de la mermelada de tuna verde.

COMPOSICION	Contenido g%	Factor ATTAWER	Kcal
PROTEINAS	0,7	4	2,8
GRASAS	0,18	9	1,62
HIDRATOS DE CARBONO	68	4	272
TOTAL			276,42

2.3. Análisis fisicoquímicos

2.3.1. Tabla de resultados de los análisis fisicoquímicos de la mermelada de tuna roja.

Determinaciones	M1	M2	M3	Media Aritmética	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Sólidos solubles (°Brix)	69	70	69,5	69,5	0,5	0,71
Acidez titulable (g% g ac.Cít)	2,2	2,10	2,15	2,15	0,05	2,32
Acidez potencial	3,9	4,1	3,8	3,9	0,158	4,05

Referencias: M1: muestra 1, M2: muestra2 y M3: muestra 3 (repeticiones)

2.3.2. Tabla de resultados de los análisis fisicoquímicos de la mermelada de tuna anaranjada.

Determinaciones	M1	M2	M3	Media Aritmética	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Sólidos solubles (°Brix)	67	69	68	68	1	1,47
Acidez titulable (g% g ac.Cít)	2,4	2,3	2,35	2,35	0,05	2,12
Acidez potencial	4	3,9	3,5	3,8	0,26	6.96

Referencias: M1: muestra 1, M2: muestra2 y M3: muestra 3 (repeticiones)

2.3.3. Tabla de resultados de los análisis fisicoquímicos de la mermelada de tuna verde.

Determinaciones	M1	M2	M3	Media Aritmética	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Sólidos solubles (°Brix)	69	68,5	69,5	69	0,5	0,72
Acidez titulable (g% g ac.Cít)	2,25	2,15	2,2	2,2	0,05	2,27
Acidez potencial	3,8	4	3,75	3,85	0,132	3,43

Referencias: M1: muestra 1, M2: muestra2 y M3: muestra 3 (repeticiones)

Anexo 3: Análisis microbiológicos

Los materiales que se usaron fueron:

- Equipo de filtración por vacío.
- Kitasato de vidrio.
- Monitores para filtración por membrana.
- Medios de cultivo para recuento de bacterias aerobias mesófilas de 2 ml (Bioplas).
- Medios de cultivo para hongos y levaduras de 2 ml (Bioplas).
- Medios de cultivo para determinación de presencia o ausencia de coliformes totales de 2 ml (Bioplas).

Procedimiento:

- 1- Encender el flujo laminar y la luz ultravioleta para que el ambiente comience a esterilizarse, esto se realiza durante 20 minutos. Mantener la sala de microbiología cerrada y las superficies y manos del operador limpias. Luego apagar la luz UV, encender la bomba de vacío y conectar el equipo de filtración.
- 2- Colocar los monitores estériles descartables con membrana cuadrada de 0.45 micrones. En el monitor se colocan 100 ml de muestra y se filtra aplicando vacío.
- 3- Luego verter el contenido de una ampolla del medio correspondiente a hongos y levaduras, recuento total y coliformes totales según corresponda.
- 4- Filtrar sin dejar secar la membrana. Con cuidado retirar el vaso del monitor y tapar la placa.
- 5- Rotular e incubar la placa en estufa a $30^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$, durante 96 horas para hongos y levaduras y recuento total y a $35^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 48 horas para coliformes totales.

Anexo 4: Datos obtenidos de la evaluación sensorial de los consumidores

4.1. Consumo de las mermeladas según el sexo de los consumidores.

4.1.1 Tabla de contingencia de la Mermelada de tuna roja

		Sexo	
		F	M
		Recuento	Recuento
Cons*	NO	17	12
	SI	31	20

(*) consumo

4.1.2. Tabla de Prueba de chi-cuadrado de Pearson para la mermelada de tuna roja

		Sexo
Cons*	Chi-cuadrado	,036
	gl	1
	Sig.	,849

(*) consumo

4.1.3. Tabla de contingencia de la Mermelada de tuna anaranjada.

		Sexo	
		F	M
		Recuento	Recuento
Cons*	NO	22	10
	SI	26	22

(*) consumo

4.1.4. Tabla de Prueba de chi-cuadrado de Pearson para la mermelada de tuna anaranjada

		Sexo
Cons*	Chi-cuadrado	1,701
	gl	1
	Sig.	,192

(*) consumo

4.1.5. Tabla de contingencia de la Mermelada de tuna verde.

		Sexo	
		F	M
		Recuento	Recuento
Cons*	NO	38	15
	SI	10	17

(*) consumo

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

4.1.6. Tabla de Prueba de chi-cuadrado de Pearson para la mermelada de tuna verde.

		Sexo
Cons*	Chi-cuadrado	8,954
	gl	1
	Sig.	,003(*)

* consumo

(*) El estadístico de chi-cuadrado es significativo en el nivel 0.05.

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

4.2. Precio que estarían dispuestos a pagar los consumidores por cada tipo de mermelada de tuna.

4.2.1. Análisis

Números de consumidores (n° de mediciones)= 80

n° de intervalos (n)=3

Rango o Amplitud muestral $Am = XM - Xm = 29$

Rango o Amplitud muestral de trabajo $Am_t = Ct.n = 29,1$ $Ct = 29/3 = 9,66 = 9,7$

Límite superior de trabajo (XM)= $39 + 0,05 = 39,05$

Límite mínimo de trabajo (Xm)= $10 - 0,05 = 9,95$

4.2.2. Tabla de frecuencia de la mermelada de tuna roja

Clases	Intervalo de Clase	Frecuencia (Ni) Mermelada tuna Roja
1	9,95 - 19,65	42
2	19,65 - 29,35	25
3	29,35 - 39,05	13

4.2.3. Tabla de frecuencia de la mermelada de tuna anaranjada

Clases	Intervalo de Clase	Frecuencia (Ni) Mermelada tuna Anaranjada
1	9,95 - 19,65	47
2	19,65 - 29,35	24
3	29,35 - 39,05	9

4.2.4. Tabla de frecuencia de la mermelada de tuna verde

Clases	Intervalo de Clase	Frecuencia (Ni) Mermelada de tuna Verde
1	9,95 - 19,65	65
2	19,65 - 29,35	15
3	29,35 - 39,05	0

Anexo 5: Datos obtenidos de la evaluación sensorial de los jueces entrenados

5.1. Mermelada de tuna roja

5.1.1. Tabla de valoración de atributos sensoriales de mermelada de TUNA ROJA mediante escala estructurada de cinco puntos.

JUEZ ENTRENADO	BRILLANTEZ	CONSISTENCIA	PRESENCIA DE SEMILLAS	HOMOGENEIDAD	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
1	5	1	1	4	5	1	1	1
2	5	3	1	5	5	4	1	1
3	5	3	5	5	5	4	3	3
4	5	5	5	5	5	4	3	3
5	5	5	5	5	5	5	3	4
6	5	5	5	5	5	5	3	5
mediana	5	4	5	5	5	4	3	3

5.1.2. Tabla de evaluación global de la mermelada de TUNA ROJA.

CLASES	FRECUENCIA
EXCELENTE	0
MUY BUENO	0
BUENO	6
REGULAR	0
MALO	0
TOTAL	6

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

5.2. Mermelada de tuna anaranjada

5.2.1. Tabla de valoración de atributos sensoriales de mermelada de TUNA ANARANJADA mediante escala estructurada de cinco puntos.

JUEZ ENTRENADO	BRILLANTEZ	CONSISTENCIA	PRESENCIA DE SEMILLAS	HOMOGENEIDAD	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
1	5	5	3	5	4	3	1	5
2	5	5	3	5	4	3	1	5
3	5	5	5	5	4	3	4	5
4	5	5	5	5	4	3	4	5
5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	5	5	5	5	5	5	5	5
Mediana	5	5	5	5	4	3	4	5

5.2.2. Tabla de evaluación global de la mermelada de TUNA ANARANJADA

CLASES	FRECUENCIA
EXCELENTE	3
MUY BUENO	2
BUENO	1
REGULAR	0
MALO	0
TOTAL	6

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

5.3. Mermelada de tuna verde

5.3.1. Tabla de valoración de atributos sensoriales de mermelada de TUNA VERDE mediante escala estructurada de cinco puntos.

JUEZ ENTRENADO	BRILLANTEZ	CONSISTENCIA	PRESENCIA DE SEMILLAS	HOMOGENEIDAD	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
1	5	3	4	5	2	2	3	5
2	5	3	5	5	2	3	3	5
3	5	5	5	5	3	3	3	5
4	5	5	5	5	3	4	4	5
5	5	5	5	5	3	5	4	5
6	5	5	5	5	3	5	5	5
Mediana	5	5	5	5	3	3,5	3,5	5

5.3.2. Tabla de evaluación global de la mermelada de TUNA VERDE.

CLASES	FRECUENCIA
EXCELENTE	1
MUY BUENO	2
BUENO	3
REGULAR	0
MALO	0
TOTAL	6

Anexo 6: DERIVADOS Y USOS DEL NOPAL Y LA TUNA:

A continuación se mencionan una serie de sectores industriales que pueden obtener y/o beneficiarse con productos obtenidos a partir de los nopales:

- ❖ Agroindustria de alimentos y bebidas para consumo humano (mermeladas, arropes, jaleas, fruta enlatada, fruta y pulpa congelada y deshidratada, aceite de semillas, aditivos edulcorantes por la fructosa bebidas alcohólicas, y analcohólicas de tuna y nopalitos).
- ❖ Agroindustria alimentos para animales (suplementos y piensos de cladodios y de desechos de la industria procesadora de tuna, como las cáscaras y semillas).
- ❖ Industria farmacéutica (protectores gástricos de extractos de mucílagos; cápsulas y tabletas de polvo de nopal, la flor (como diurético), la penca (como descongestionante, antidiabético y jarabe para la tos).
- ❖ Industria cosmética (cremas, champús, lociones de cladodios).
- ❖ Industria de suplementos alimenticios (fibra y harinas de cladodios).
- ❖ Industria productora de aditivos naturales (gomas de cladodios; colorantes de la fruta).
- ❖ Sector de la construcción (el mucílago se usa como adherente, mezclado con cal sirve para el blanqueo de las habitaciones de las casas de adobe).
- ❖ Sector energético (producción de biogás a partir de las pencas).
- ❖ Sector productor de insumos para la agricultura (productos del nopal como mejoradores del drenaje de suelos).
- ❖ Sector turismo (artesanías en base a cladodios lignificados).
- ❖ Industria textil (uso de colorantes: Betanina (fruto), Acido cármico (obtenido del cultivo de la cochinilla cuyo soporte es la tuna).
- ❖ En viveros, como plantas ornamentales y usadas como cortina en producciones hortícolas.

(Fuentes Sáenz (2000); Corrales y Flores (2003).)

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde

Anexo 7: Fotos



Figura N° 8: Tunales

Fuente: fotos tomadas por Liliana Tonini en el predio experimental Cricyt, autorizados por el Ing. J.C. Guevara



Figura N° 9: Recolección de frutos

Fuente: fotos tomadas por Antonella Campolongo en el predio experimental Cricyt, autorizados por el Ing. J.C. Guevara

Elaboración artesanal de mermeladas de tres ecotipos de tuna (*Opuntia ficus indica f. inermis*) roja, anaranjada y verde



Figura N° 10: Recolección de frutos

Fuente: fotos tomadas por Antonella Campolongo en el predio experimental Cricyt, autorizados por el Ing. J.C. Guevara



Figura N°11: Mermeladas de Tuna Roja, Tuna Anaranjada y Tuna Verde.

Fuente: foto tomada por Liliana Tonini