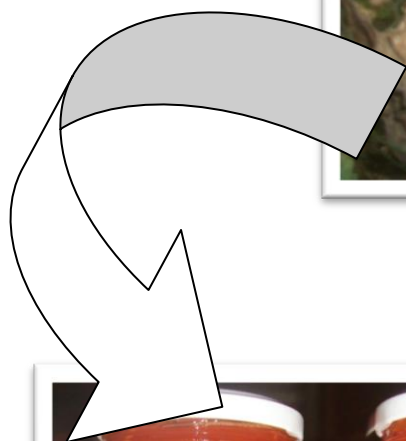


**Tesis de grado para  
obtener el título de:  
LICENCIADO EN BROMATOLOGÍA**

**2015**

**Mermelada de tomates anaranjados,  
un nuevo producto saludable**



**Brom. Peppi, Claudio Darío  
Facultad de Ciencias Agrarias  
Universidad Nacional de Cuyo  
Mendoza**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
LICENCIATURA EN BROMATOLOGÍA**



# **Mermelada de tomates anaranjados, un nuevo producto saludable**

---

**Tesis de grado para obtener el título de:  
LICENCIADO EN BROMATOLOGÍA**

**Tesista:**

**Brom. Claudio Darío Peppi.**

**Directora:**

Dra. Maria Mirta Sance.

**Codirectora:**

Dra. Iris Edith Peralta

**Comité evaluador**

**Presidente:**

MSc. Ing. Laura Cánovas.

**Vocales:**

Lic. Brom. Mónica Mirábile.  
Lic. Brom. Sandra Rodriguez.

**Suplente:**

Lic. Brom. Nancy Ventrera

**Mendoza, Diciembre 2015**

## AGRADECIMIENTOS

*Durante el recorrido de este largo camino, uno siempre piensa que este momento nunca va a llegar. En este instante se me vienen a la cabeza todos los momentos que he pasado hasta llegar aquí, todas las horas de trabajo, los dolores de cabeza, la angustia de no poder avanzar, las veces que me desperté a mitad de la noche pensando cómo solucionar eso que me tenía tan preocupado, la alegría de poder solucionarlo, persiguiendo un objetivo que por fin está viendo la luz. Es en este momento, cuando siento la necesidad de ser agradecido con esas personas que han sido pilares fundamentales en el desarrollo de esta tesis, así como de mi carrera universitaria y en mi crecimiento personal.*

*En primer lugar me gustaría agradecerle a MI FAMILIA, porque son ellos los que me han apoyado en todo momento. Agradecer a mi madre por ser mi ángel de la guarda, por estar siempre pendiente de lo que necesito, por sus consejos, sus valores, por motivarme constantemente y sobre todo por su amor incondicional. A mi padre por enseñarme el valor del esfuerzo para salir adelante, por trabajar de sol a sol para darnos todo lo que tenemos y por enseñarme a cuidarlo, a mis hermanos porque a pesar de las diferencias siempre estamos juntos; y especialmente a mi abuela que me ha dado y me da tanto cariño.*

*A mis compañeros de curso, porque con ellos compartí grandes momentos, esos momentos que nunca se olvidan y que siempre están presentes en cada encuentro. Compartimos infinitas horas de estudio, viajes, trabajos prácticos de laboratorios que nunca terminaban bien (sé que cuando lean esto van a sonreír como yo lo estoy haciendo al escribir estas líneas). Gracias por ser parte de mi crecimiento como profesional, por celebrar mis logros y por ayudarme a conseguirlos.*

*Agradecer a la directora de esta Tesis, a la Dra. María Sance y a la codirectora Dra. Iris Peralta; por las enseñanzas transmitidas, por su confianza, paciencia, buena predisposición y motivación que han hecho posible sacar adelante esta Tesis.*

*A los profesores que dispusieron de su tiempo, esfuerzo y dedicación, brindándome su ayuda: al Profesor Pablo Aspreli, por su ayuda en el análisis estadístico, a las Profesoras Emilia Raimondo y Analía Valdez por su colaboración en el análisis de composición centesimal nutricional. Al Dr. Ramón Asis, Jefe del Dpto. de Bioquímica Clínica de la Facultad de Ciencias Químicas U.N.C. y a su equipo de trabajo por los conocimientos transmitidos y por la ayuda recibida, que sin duda fueron claves para el desarrollo de este trabajo.*

*Finalmente quiero cerrar este apartado agradeciendo a la persona que durante todo este camino y que desde hace muchos años no ha dejado de apoyarme. Por su paciencia, por escucharme y saber lo que me pasa tan solo con una mirada, por estar presente en cada momento, por ser el motor que me impulsa en la búsqueda de nuevos desafíos. Gracias **Leonela** por tu inmenso amor, gracias por ser la persona que calma mi alma...*

**... GRACIAS TOTALES !!!**

## **RESUMEN**

### Mermelada de Tomates Anaranjados, un Nuevo Producto Saludable.

La demanda actual de los consumidores se orienta hacia productos que además de un buen contenido nutricional, presenten características beneficiosas para la salud. Considerando esta tendencia, este trabajo se ha enfocado en generar un nuevo producto procesado de tomate, diferenciado por sus propiedades nutricionales, sensoriales y saludables. Se seleccionaron frutos de dos variedades tipo perita de tomates anaranjados, de crecimiento determinado e indeterminado, generados por un proyecto de mejoramiento de tomate de la Facultad de Ciencias Agrarias (06/A605 SECTyP – UNCuyo). Los frutos frescos de las dos variedades fueron analizados por el contenido de polifenoles totales, licopenos y  $\beta$ -carotenos y por su actividad antioxidante. Se seleccionó la variedad indeterminada de frutos anaranjados para la elaboración de la mermelada de tomate, ya que los frutos presentaron un mejor perfil de compuestos antioxidantes. La variedad seleccionada para la elaboración fue caracterizada previamente por su composición físico-química. En el producto elaborado se determinó la composición nutricional centesimal, su aporte en compuestos fitoquímicos (polifenoles totales, licopenos y  $\beta$ -carotenos) y su actividad antioxidante. Se evaluó la aceptación de la mermelada por parte de los consumidores potenciales, a través del análisis sensorial. Este nuevo producto tuvo una elevada aceptación por sus características sensoriales, que sumado al contenido de antioxidantes, hace que la mermelada de tomates anaranjados sea una opción saludable para incorporar en la alimentación.

**Palabras claves:** Mermelada. Tomate. Alimento saludable. Fitoquímicos. Antioxidantes.

## INDICE

	Página
Agradecimientos.....	ii
Resumen.....	iii
Índice.....	iv
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES</b>	<b>6</b>
1. Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	7
1.1. Tomate para industria – consideraciones generales.....	7
1.2. El tomate y la salud.....	8
1.2.1. Carotenoides: $\beta$ -Caroteno y Licopeno.....	8
1.2.1.1. Biodisponibilidad de los carotenoides.....	9
1.2.2. Compuestos fenólicos.....	10
1.2.2.1. Biodisponibilidad de los compuestos fenólicos.....	11
2. Alimentos funcionales.....	12
2.1. Antecedentes.....	12
3. Mermelada.....	14
3.1. Factores a tener en cuenta en la elaboración de una mermelada.....	15
3.2. Elaboración industrial de mermelada de tomate.....	17
4. Análisis Sensorial.....	22
5. Objetivo general y particulares.....	24
5.1. Objetivo General.....	24
5.2. Objetivos particulares.....	24
6. Hipótesis.....	24
7. Viabilidad.....	24
<b>CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>25</b>
1. Introducción.....	26
2. Material vegetal.....	26
2.1. Descripción de las variedades de tomates.....	26
3. Análisis de la materia prima.....	27
3.1. Perfil de los compuestos fitoquímicos.....	27
3.1.1. Muestreo y acondicionamiento.....	27
3.1.2. Cuantificación de compuestos fitoquímicos.....	27
3.1.3. Medición de la actividad antioxidante.....	28
3.1.4. Análisis estadístico.....	28
3.2. Parámetros físico-químicos.....	29
3.2.1. Muestreo y acondicionamiento.....	29
3.2.2. Cuantificación de compuestos fisicoquímicos.....	29
4. Elaboración de la mermelada.....	29
4.1. Proceso de elaboración a escala experimental.....	30
5. Muestreo de los frascos de mermelada.....	34
6. Análisis de la mermelada.....	34
6.1. Cuantificación de compuestos fitoquímicos.....	34
6.2. Medición de actividad antioxidante.....	34
6.3. Análisis de la composición centesimal nutricional.....	34
6.4. Análisis sensorial.....	35

<b>CAPÍTULO III:</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>37</b>
1.	Análisis de la materia prima.....	38
1.1.	Cuantificación de compuestos fitoquímicos.....	38
1.2.	Actividad antioxidante.....	39
1.3.	Parámetros fisicoquímicos.....	39
2.	Rendimiento del proceso.....	40
3.	Análisis de la mermelada.....	41
3.1.	Cuantificación de compuestos fitoquímicos.....	41
3.2.	Actividad antioxidante.....	42
3.3.	Análisis de la composición centesimal nutricional.....	43
3.4.	Análisis sensorial de la mermelada de tomate.....	44
3.4.1.	Distribución de la muestra poblacional de consumidores potenciales...	44
3.4.2.	Prueba de aceptación.....	45
3.4.3.	Otros datos obtenidos.....	49
<b>CAPÍTULO IV:</b>	<b>CONCLUSIÓN FINAL</b>	<b>51</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		<b>53</b>
<b>ANEXOS</b>		
Nº 1:	Técnicas analíticas para la medición de los parámetros físico-químicos de la materia prima .....	57
Nº 2:	Protocolos para la determinación de los compuestos fitoquímicos.....	59
Nº 3:	Técnicas analíticas para la determinación de la composición centesimal nutricional de la mermelada.....	63
Nº 4:	Modelo de planilla para el análisis sensorial de mermelada.....	67
Nº 5:	Salida del programa estadístico Infostat 2008.....	68
Nº 6:	Tablas de distribución de frecuencia y frecuencia porcentual del grado de satisfacción experimentado por los consumidores potenciales al degustar la mermelada, por género y grupos etarios.....	69

**CAPÍTULO I**  
**INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES**

## **1. Tomate (*Solanum lycopersicum* L.).**

Es un especie nativa del oeste de América del Sur y actualmente distribuida en todo el mundo. Sin embargo, se discute si esta especie existió alguna vez en ambientes naturales o posiblemente derivó de selecciones realizadas por humanos de *Solanum pimpinellifolium* L., una especie muy emparentada también nativa del oeste de América del Sur (Peralta et al. 2008). Se consideran dos hipótesis acerca del lugar original de domesticación del tomate cultivado, una propone el origen en Perú (Candolle 1889) y la otra en México (Jenkins 1948). Peralta y Spooner (2006) consideraron que la domesticación pudo ocurrir inicialmente en Sudamérica y posteriormente en México, idea que ha sido corroborada por un trabajo reciente basado en datos moleculares que indican el área de Ecuador como origen de la domesticación. En México tuvo lugar una segunda fase de selección y domesticación del tomate por parte de pueblos mesoamericanos, los aztecas lo cultivaban en islas flotantes (chillampas) antes de la llegada de los conquistadores, y lo denominaban “tumatle”, vocablo de la lengua Nahuatl, de donde ha derivado su nombre común (Peralta et al 2008). El tomate cultivado fue introducido por primera vez en Europa a mediados del siglo XVI. En 1544 el botánico Pietro Mathioli describe a los tomates por primera vez, e indica que eran consumidos en Italia (Peralta et al. 2008). Posteriormente su cultivo se extendió a otros países de la Cuenca Mediterránea y de Europa, donde mucho tiempo se los consideró como plantas ornamentales, pero luego fue adoptado en la alimentación. Desde entonces ha experimentado un considerable desarrollo, se cultiva en casi todos los países del mundo, y se han generado diversos cultivares orientados a diferentes propósitos tanto para consumo en fresco como para la elaboración de productos industrializados (Argerich, 1995; Tirilly et al., 2002).

### **1.1. Tomate para industria – consideraciones generales.**

El tomate es la principal hortaliza de fruto en el mundo y de alto consumo como producto en fresco o procesado, ya sea en pasta, jugo, deshidratado, entre otros (Farjas Abadia, 2003). Según los datos que ha elaborado Hortoinfo (2015) procedentes de Faostat, el organismo de estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), correspondientes al año 2013, último del que la citada oficina de estadística dispone de datos a nivel mundial, el volumen total de tomate producido a nivel mundial en el año 2013 se eleva a la cifra de 163.963 millones de kilos.

China encabeza la lista de productores de esta hortaliza, llegando en 2013 a los 50.664 millones de kilos. India y Estados Unidos se mantienen en segunda y tercera posición respectivamente, aunque ambos bajan su producción. El volumen de tomate producido por India ha sido de 18.227 millones de kilos, un 2,28 por ciento menos que en 2012, mientras que Estados Unidos ha producido 12.574 millones de kilos, bajando su producción en un 4,79 por ciento con respecto al año anterior. Seguidos por Turquía y Egipto en cuarto y quinto lugar respectivamente (Hortoinfo, 2015).

Argentina ocupa el puesto 13 del ranking mundial y participa en promedio con el 1% del total de la producción mundial. El consumo es de 16 kilos por persona y por año y existe una tendencia a incrementarse (IDR, 2014).

La producción de tomates con destino industrial en Argentina en la temporada 2014-2015 alcanzó las 535.000 t en 7.790 ha cultivadas. Estas cifras significan un aumento del 36,8% en la producción y un aumento del 7,7% en la superficie cultivada con respecto a la temporada anterior, siendo el rendimiento nacional de 68,7 t.ha<sup>-1</sup>, un 27% superior al año pasado. Este importante aumento de la producción y rendimiento se debió a que principalmente en Cuyo, tanto en Mendoza como en San Juan, se complementó una mejor aplicación de tecnología sin incidencia grave de lluvias en cosecha. La incidencia de la producción Cuyana a nivel nacional, se mantiene muy alta, este año se mantuvo en un 71,6% casi igual a la temporada anterior. En Mendoza y San Juan se cultivaron 5.114 ha con una producción de 383.000 t, este volumen fue alrededor de 100.000 t más que en la



temporada pasada, con un rendimiento de 74,9 t.ha<sup>-1</sup> siendo un 27,8% superior a la anterior (Asociación de Tomates 2000, 2015). En Mendoza se producen normalmente entre 3.000 y 3.500 ha de tomates, y sus rendimientos fluctúan entre 45 y 65 toneladas por ha (IDR, 2014). En el caso de Mendoza los rendimientos de la temporada 2014-2015 aumentaron un 32% (Asociación de Tomates 2000, 2015).

El tomate para mercado en fresco en la provincia de Mendoza es abastecido por dos tipos comerciales: el tomate redondo tipo Platense y el tomate tipo perita. Mendoza dispone aproximadamente de unas 800 ha de tomate para fresco (redondo y perita), con rendimientos medios de 60 toneladas por hectárea (IDR, 2014).

## **1.2. El tomate y la salud.**

En la actualidad, con el término “compuestos bioactivos” o “fitoquímicos” se hace referencia a compuestos de origen vegetal con acción benéfica para la salud; englobando aquellos nutrientes o no nutrientes capaces de actuar sobre algunos mecanismos fisiológicos del cuerpo humano (Fernandez-Ruiz *et al.*, 2007). Estas sustancias pueden tener diferentes formas de acción entre los que se incluyen: la modulación de enzimas detoxificantes, la síntesis del colesterol y del metabolismo hormonal, estimulan el sistema inmune, reducen la agregación plaquetaria y la presión sanguínea, entre otros (Quiñones *et al.*, 2012, Wargovich, 1999). Esto denota la importancia de estos compuestos en la prevención de diversos tipos de patologías crónicas, como ciertos tipos de cáncer y enfermedades cardiovasculares (infarto agudo de miocardio y enfermedad cerebro vascular) que, debido al estilo de vida actual, tienen un gran impacto en la mortalidad humana (Martinez, 2011; Story *et al.*, 2010,).

Los tomates y sus derivados son una buena fuente de estas moléculas bioactivas, especialmente carotenoides y polifenoles, que les confieren no sólo un alto valor nutricional sino también propiedades beneficiosas para la salud. Los efectos protectores del tomate se deben principalmente al poder antioxidante de estos compuestos (Fernandez-Ruiz *et al.*, 2007). El principal mecanismo por el cual los carotenoides actúan como antioxidantes se debe a la capacidad de secuestrar especies activas de oxígeno, destacando entre todos ellos el licopeno por ser el que presenta una mayor capacidad de secuestrar radicales libres (Periago *et al.*, 2001).

Respecto a los mecanismos protectores de enfermedades cardiovasculares se ha observado que el tomate ejerce actividad antioxidante, antiplaquetaria, protectora del endotelio y antiaterogénica. Por su parte, entre los mecanismos por los cuales puede prevenir el cáncer, se han descrito las siguientes actividades: antioxidante, activación de apoptosis, disminución de la proliferación celular y disminución de la angiogenesis y metástasis (Palomo, Moore-Carrasco, Carrasco, Villalobos, Guzmán, 2010).

Otro efecto protector del tomate es su actividad hipolipemiante. Estudios en humanos muestran que el consumo de derivados del tomate puede reducir el nivel de colesterol total, el nivel de LDL y aumentar el nivel de HDL, con menor efecto sobre los triglicéridos (Palomo, Fuentes, Carrasco, González, Moore-Carrasco, 2010).

### **1.2.1. Carotenoides: $\beta$ -Caroteno y Licopeno.**

La principal función biológica de los carotenoides en el vegetal es la de servir como pigmentos (rojos, naranjas y amarillos) accesorios en la captación de la luz durante el proceso fotosintético, y como sustancias fotoprotectoras, inhibiendo la propagación de especies reactivas de oxígeno y otros radicales libres, impidiendo de esta forma la acción nociva de éstos a nivel celular; lo que le otorga propiedades funcionales diversas e importantes para el buen funcionamiento del organismo (Vershinin, 1999).

La estructura básica de los carotenoides es un tetraterpeno simétrico y lineal, de 40 átomos de carbono, formado a partir de 8 unidades de isopreno (Vershinin, 1999). Debido a la presencia de dobles enlaces, los carotenoides se presentan en distintas formas geométricas (isomería cis/trans o "Z/E"), que se pueden interconvertir por acción de la luz, energía térmica o química. Recientemente, el interés en las formas "cis" se debe a que estos isómeros se encuentran en mayor concentración en los órganos o tejidos donde ejercen su función protectora (Alonso *et al.*, 2001).

El  **$\beta$ -caroteno** (Figura 1) es uno de los carotenoides más importantes presentes en el tomate ya que el organismo fácilmente lo transforma en retinol, por lo que presenta actividad provitamina A. La estructura química necesaria para dicha actividad implica la presencia de un anillo de  $\beta$ -ionona no sustituido unido a un polieno de 7-15 carbonos intacto (Alonso *et al.*, 2001). Posee un efecto protector contra diferentes tipos de cáncer. Su carencia puede producir xeroftalmia, ceguera y muerte prematura (Mayne, 1996). Este compuesto es sintetizado en la planta a partir del licopeno y su concentración depende, al igual que otros carotenoides, de las condiciones de cultivo, estado de madurez, tratamientos post-cosecha, almacenamiento, etc. (Maiani *et al.*, 2009).

El **licopeno** es un carotenoide acíclico insaturado que contiene 11 dobles enlaces conjugados en la parte central de la molécula y 2 dobles enlaces no conjugados en cada extremo (Figura 1). Debido a la presencia de estos dobles enlaces conjugados, el licopeno muestra una importante actividad antioxidante, siendo dos veces superior a la de  $\beta$ -caroteno y 10 veces superior a la del  $\alpha$ -tocoferol. (Cantrell *et al.*, 2003). El **licopeno** juega un papel importante en la reducción del riesgo de cáncer (especialmente de próstata, pulmón y tracto digestivo) y enfermedades vasculares (Urango Marchena *et al.*, 2009).

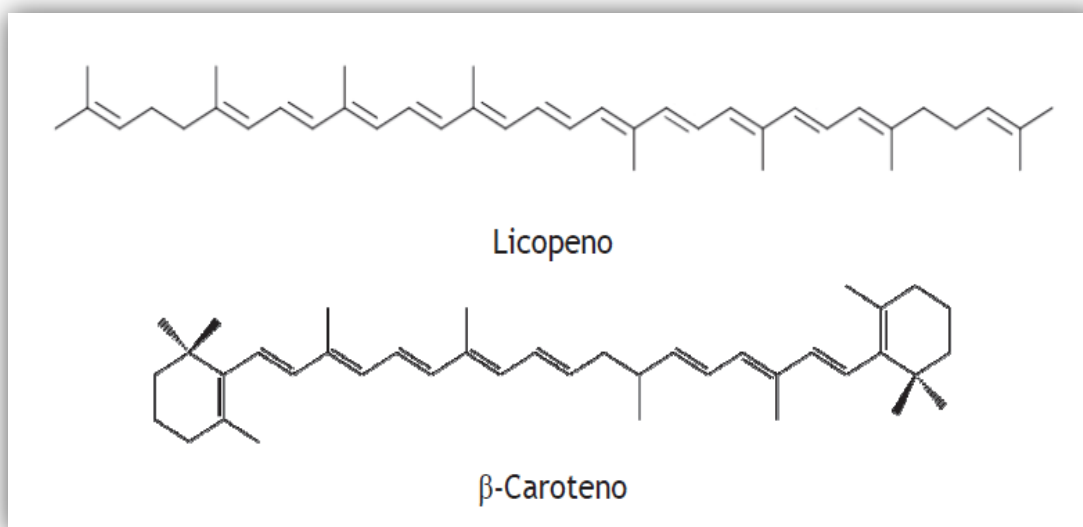


Figura N°1: Estructura química del Licopeno y  $\beta$ -caroteno.

#### 1.2.1.1. Biodisponibilidad de los carotenoides.

La biodisponibilidad es definida como la parte del nutriente que el cuerpo digiere, absorbe y utiliza en sus funciones fisiológicas. En el caso de los carotenoides es altamente variable ya que se ve influenciada por las especies y estructuras de los carotenoides presentes en el alimento, por la composición y liberación de la matriz del alimento, cantidad consumida y absorción en el tracto intestinal, transporte junto con la fracción lipoproteica y su deposición en tejidos específicos, al igual que por el estado nutricional de cada individuo (Bravo-Lozar, 2012).

En cuanto a la estructura: el perfil y la proporción de isómeros “cis/trans” varía en tejidos. El  **$\beta$ -caroteno** se encuentra principalmente en forma “trans” en sangre (90-95%), mientras que una mayor proporción de isómeros “cis” se detecta en tejidos periféricos (10-40%). De igual modo, ocurre para el **licopeno**, la forma “cis”, se encuentra en cantidades de 3-5 veces mayores que las formas “trans” en los tejidos. Esto sugiere que debido a su estructura química los isómeros cis pudieran incorporarse de mejor manera en las lipoproteínas donde pueden ser transportados fácilmente a los tejidos como la próstata y otros (Alonso *et al.*, 2001).

Otro de los factores que afecta la biodisponibilidad de los carotenoides es su liberación de la matriz física (alimento) en la cual son ingeridos y su disolución en la fase lipídica. El tratamiento térmico de hortalizas y verduras parece mejorar la biodisponibilidad de los carotenoides en muchos alimentos al promover la rotura de paredes celulares, además mejora sus propiedades antioxidantes y anticancerígenas. El tomate procesado presenta mejor absorción (cerca de cuatro veces más) que los tomates frescos, de ahí la importancia de su consumo como producto procesado (Ordóñez *et al.*, 2009).

En el tomate, el **licopeno** se encuentra ligado a la matriz en su forma trans, lo que impide su liberación completa y lo hace menos susceptible para la digestión y absorción en el aparato digestivo humano. El procesamiento mediante el calor, rompe las paredes celulares, debilitando las fuerzas de enlace entre el licopeno y la matriz del tejido, lo que aumenta el área superficial disponible para la digestión y debido a que el tratamiento térmico de la cocción transforma las formas isoméricas trans del licopeno a cis (5-cis, 9-cis, 13-cis y 15-cis) y mejora su biodisponibilidad (Bojórquez *et al.*, 2013). Los carotenoides se absorben mejor a través de las grasas y aceites por su liposolubilidad.

Existe gran controversia en cuanto a la cantidad de licopeno necesaria para beneficiarse de sus propiedades funcionales, ya que los diferentes estudios presentan grandes diferencias en sus resultados, lo que dificulta la comparación, la generalización y el establecimiento de recomendaciones para asegurar su consumo. Esta falta de concordancia entre los resultados de estudios epidemiológicos, así como su falta de actividad provitamina A, pueden ser aspectos por los que el **licopeno** no sea considerado como un nutriente “esencial” y por lo tanto no se establezca la ingesta diaria recomendada (IDR) de manera oficial por los comités de expertos y los organismos internacionales. Según algunos autores consumir 10 mg de **licopeno** por día es suficiente para obtener los beneficios de este nutriente (Bojorquez *et al.*, 2013). Se hace hincapié en que esta dosis se sugiere para la población sana, ya que la necesidad de este antioxidante se incrementa con algunas enfermedades (Moritzi y Tramonte, 2006).

La actividad biológica de la vitamina A se expresa en equivalentes de retinol (ER). Un ER es igual a 1  $\mu$ g de retinol o 6  $\mu$ g de  **$\beta$ -Caroteno**. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda el consumo diario de 300 ER para los niños y 750 ER para los adultos (4.5 mg/ día). Se debe tener en cuenta que estas cifras se basan en dietas mixtas que contienen vitamina A y caroteno. Cuando la dieta es en su totalidad de origen vegetal, se sugieren cantidades mayores de caroteno (FAO, 2002).

### **1.2.2. Compuestos fenólicos.**

Los compuestos fenólicos constituyen un amplio grupo de sustancias químicas, considerados metabolitos secundarios de las plantas, con diferentes estructuras químicas y actividad. Pueden englobarse como un importante grupo de fitoquímicos bioactivos no nutricionales. En las plantas desempeñan funciones relacionadas con el crecimiento y reproducción, y en procesos defensivos frente a patógenos, depredadores o radiación ultravioleta (Bravo-Lozar, 2012).

## Mermelada de Tomates Anaranjados, un Nuevo Producto Saludable.

Los principales componentes fenólicos en el tomate son quercetina, naringenina, rutina, ácido clorogénico, ácido cumárico y ácido cafeico (Figura N°2) (Martínez-Valverde *et al.*, 2002). Desde el punto de vista de su actividad biológica muchos polifenoles tienen propiedades captadoras de radicales libres, lo que les confiere actividad antioxidante, que está relacionada con la prevención de enfermedades cardiovasculares ya que poseen efectos vasodilatadores, antitrombóticos, antiinflamatorios y participan en la prevención de algunos tipos de cáncer por intervenir en los sistemas de detoxificación celular (Quiñones *et al.*, 2012; Tomas, 2003). Los efectos beneficiosos dependen de la cantidad consumida y de su biodisponibilidad (Bravo-Lozar, 2012).

Según la literatura el contenido de compuestos fenólicos totales puede oscilar 259,15 a 498,60 mg kg<sup>-1</sup> de peso fresco (Martínez-Valverde *et al.*, 2002; Podsedek *et al.*, 2003; Zhou y Yu, 2006). Estos valores varían según la época del año, el tipo de muestra, la variedad de tomate y la forma de cultivo (Bravo-Lozar, 2012).

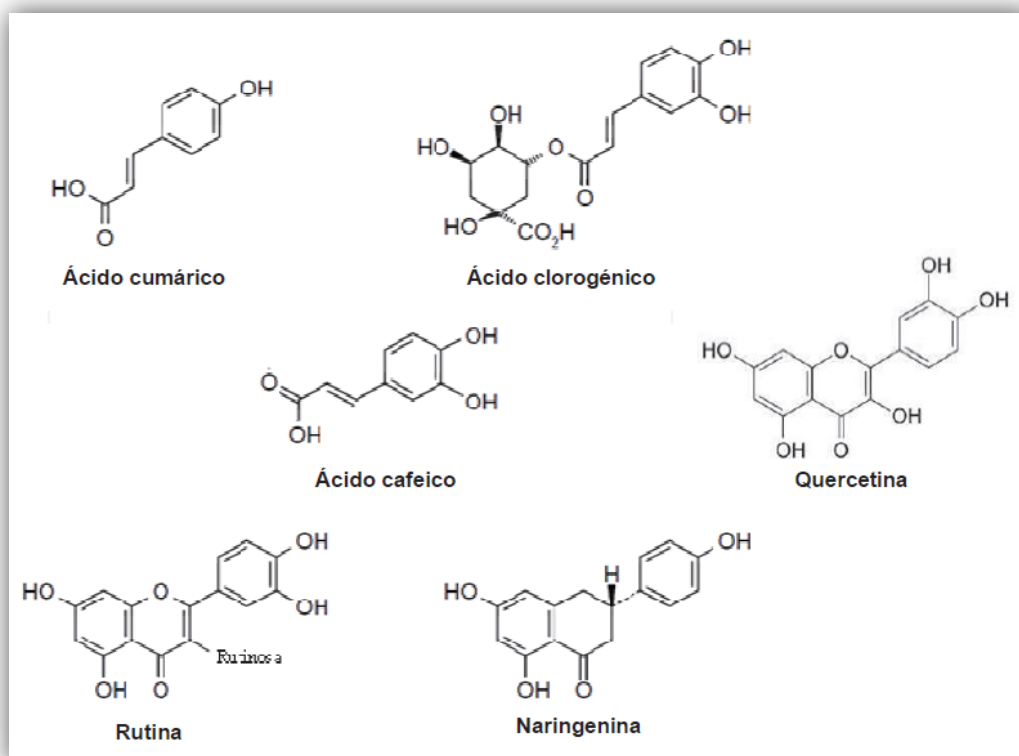


Figura N°2: Estructura química de los principales compuestos fenólicos en tomate.

### 1.2.2.1. Biodisponibilidad de los compuestos fenólicos.

La estructura química de los compuestos fenólicos y la forma en la que se ingieren determinan el tipo y alcance de la absorción intestinal. La mayoría de los compuestos fenólicos se encuentran en la naturaleza en forma de polímeros, ésteres, glicósidos que no se pueden absorber en su forma original y previamente tiene que ser hidrolizados por las enzimas intestinales o por la microflora del colon. Antes de pasar al torrente sanguíneo, estos compuestos sufren modificaciones estructurales que tienen lugar en el intestino delgado y principalmente en el hígado (García-Valverde, 2014).

Los compuestos fenólicos se encuentran principalmente en aquellos órganos donde fueron metabolizados, pero también pueden acumularse en tejidos específicos como el tejido pulmonar, el pancreático, el cerebral y el cardíaco (García-Valverde, 2014).

En la bibliografía existen resultados contradictorios con respecto al efecto del procesado en los compuestos fenólicos de los tomates. Existen estudios que afirman que el procesado industrial de los tomates puede suponer, tanto una disminución como un incremento del contenido en compuestos beneficiosos para la salud humana con respecto a los tomates en fresco dependiendo del tipo de tratamiento térmico. Algunos autores proponen que el procesamiento provoca la rotura de la estructura celular, lo que permite una mejor extracción de los compuestos de la matriz del alimento (Bravo-Lozar, 2012)

Por lo expuesto anteriormente la utilización de vegetales, como el tomate, brinda la posibilidad de incorporar compuestos fitoquímicos beneficiosos a la dieta cotidiana, contribuyendo al bienestar y a la salud de los consumidores.

Conocer las fuentes naturales de compuestos con efectos benéficos para la salud de importancia económica para nuestra provincia constituye el punto de partida para la elaboración de alimentos con alto contenido en fitoquímicos. Esto representa un desafío para los nutricionistas e investigadores de la salud y de la ciencia de los alimentos, en el campo de desarrollo de productos que posibiliten innovar en el mercado de este tipo de alimentos, generando posicionamiento y rentabilidad a partir de la experiencia y conocimiento específico en este tipo de productos.

## **2. Alimentos funcionales.**

La evolución de los hábitos nutricionales ha sido muy variable a través del tiempo, pero siempre con el criterio básico de mantener la salud (Cortés *et al.*, 2005). Actualmente se presta una mayor atención a la potencialidad de ciertos alimentos para promover la salud, mejorar el bienestar físico y reducir el riesgo de contraer enfermedades, en cuyo ámbito aparecen los alimentos funcionales (Silvera Rodríguez *et al.*, 2003). Los consumidores actuales muestran mayor interés en alimentos saludables, se conoce más sobre las fuentes beneficiosas en la dieta y existe un advenimiento de nuevas tecnologías a nivel industrial. Todas estas causas han motivado el desarrollo de este tipo de alimentos, en los cuales el enriquecimiento con fibra y la incorporación de fitoquímicos (carotenoides, polifenoles, entre otros) han demostrado sus beneficios en la salud humana y apuntan a mejorar el estilo de vida del mundo. La nutrición óptima apunta a maximizar el potencial genético y fisiológico de cada individuo a efectos de asegurar una vida saludable y minimizar la aparición de enfermedades a través de la vida (Roberfroid, 2002).

En general se considera alimento funcional al que, además de sus valores nutritivos intrínsecos, demuestra tener efectos beneficiosos sobre una o más funciones selectivas del organismo, de modo tal que resulte apropiado para mejorar el estado de salud y bienestar, reducir el riesgo de enfermedad, o ambas cosas. No se trata de comprimidos ni cápsulas, sino de productos que forman parte de un régimen normal (Moreno, 2012).

### **2.1. Antecedentes y legislación.**

Los antecedentes disponibles en el tema coinciden en señalar a Japón como el lugar donde se origina este nuevo concepto de alimentos, que se desarrollaron específicamente para mejorar la salud y reducir el riesgo de contraer enfermedades debido al incremento en los costos que estaba representando la cobertura en salud de dicho país en las personas de la tercera edad. El concepto, en su dispersión por el mundo, comienza a evolucionar y es ampliado tanto en Europa como en otros países (Olagnero *et al.*, 2007).

Japón, por ser el precursor de los alimentos funcionales o FOSHU (Foods for Specified Health Use), posee una legislación que data de 1991. El sello FOSHU distingue a aquellos alimentos que se espera que tengan un efecto beneficioso específico sobre la salud. Dicha normativa permite un número limitado de declaraciones de propiedades higiénicas, previa aprobación del Ministerio de Sanidad sobre bases científicas y define a los alimentos

funcionales como “alimentos procesados que contienen ingredientes que ayudan a funciones corporales específicas, además de ser nutritivos” (Olagnero *et al.*, 2007).

La Unión Europea en la década del noventa, a través del ILSI (International Life Science Institute) define un alimento como funcional si contiene un componente alimenticio (sea o no un nutriente) con efecto selectivo sobre una o varias funciones del organismo, cuyos efectos positivos justifican que pueda reivindicarse que es funcional (fisiológico) o incluso saludable. Establece también que deben seguir siendo alimentos y sus efectos deben demostrarse en las cantidades normalmente consumidas en la dieta (Olagnero *et al.*, 2007). Además ha creado una Comisión de Acción Concertada sobre Bromatología Funcional en Europa (Functional Food Science in Europe, FUFOSE) y su objetivo es desarrollar y establecer un enfoque científico sobre las pruebas que se necesitan para respaldar el desarrollo de productos alimenticios con propiedades beneficiosas para la salud (Moreno, 2012).

En cuanto al Codex Alimentarius en la norma “Directrices para el uso de declaraciones nutricionales y saludables” -CAC/GL 23-1997- (enmendada en 2011), establece el ámbito de aplicación de algunas definiciones relativas al tema. Además contiene un anexo que especifica recomendaciones sobre la base científica de las declaraciones de propiedades saludables en este tipo de alimentos (Moreno, 2012).

Respecto a la legislación en América Latina podemos citar a Brasil y Chile como países con antecedentes legislativos sobre alegaciones y mensajes a los consumidores que se aplican a nuevos alimentos. Brasil avanzó en los últimos años en la legislación de estos productos a través de la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (Moreno, 2012); mientras que Chile cuenta con una reglamentación sobre declaración de propiedades saludables de los alimentos que data de 2005 donde todos los alimentos deben contener en su rótulo la declaración de propiedades nutricionales, según lo indica el Reglamento Sanitario de los Alimentos y se prohíben las alegaciones de tipo medicinales (Olagnero *et al.*, 2007).

En nuestro país la Secretaria de Agricultura Ganadería y Pesca define a los alimentos funcionales como “aquellos que además de sus valores nutritivos intrínsecos, demuestran tener efectos beneficiosos sobre una o más funciones selectivas del organismo, de modo tal, que resulta apropiado para mejorar el estado de salud y bienestar o reducir el riesgo de enfermedades, o ambas cosas” (SAGyP, 2005).

Los últimos avances sobre la definición de los alimentos funcionales entre otros aspectos referidos al tema son formalizados por un grupo de trabajo creado en el año 2009 por la Comisión Nacional de Alimentos (CONAL). Entre los objetivos de este grupo de trabajo se encuentra la incorporación del Art. 236 al Capítulo V: Rotulación del CAA, referido a las declaraciones de propiedades saludables. Se considera como “declaración de propiedad saludable” (también conocidas como claims saludables o alegaciones de salud), a cualquier representación que exprese, sugiera o implique la existencia de una relación entre el alimento o un constituyente de dicho alimento y la salud (Moreno, 2012).

En relación a ello, cabe aclarar que actualmente el CAA prohíbe en forma expresa las indicaciones en los rótulos o anuncios, propaganda radial, televisiva, oral o escrita que se refieran a propiedades medicinales, terapéuticas o aconsejar su consumo por razones de estímulo, bienestar o salud. (Artículo 235 del CAA, incorporado por Res. Conj. SPRyRS 149/05 y SAGPyA 683/05).

En definitiva, debe tenerse presente que los alimentos funcionales son un aspecto de la dieta, la que a su vez constituye solo un factor dentro de un estilo de vida que conduce a la buena salud. Sin duda, hábitos tales como actividad física regular, prescindir del consumo de tabaco, mantención de un adecuado peso corporal y reducción del estrés, influyen positivamente sobre la salud. En tal sentido, los alimentos funcionales pueden resultar un

complemento interesante, dentro de una estrategia que promueva una buena salud, pero no cumplen por sí solos el objetivo de preservarla.

Debido a la complejidad del tema, en esta tesis se propone la elaboración de un producto saludable por su aporte en compuestos bioactivos como Licopeno,  $\beta$ -Carotenos y Polifenoles, de los que se conocen sus efectos beneficiosos sobre la salud y han sido mencionados anteriormente. El Centro de Información Internacional de Alimentos (IFIC) define como **alimentos saludables** a aquellos que en su estado natural o procesados tienen compuestos con propiedades beneficiosas para la salud, sin la adición intencional de un compuesto específico para incrementar sus propiedades saludables (Araya et al., 2003).

### **3. Mermelada.**

Según los historiadores gastronómicos, el origen de la mermelada, al igual que el de numerosos alimentos, tiene varias teorías. Una de ellas, relata que la mermelada fue creada por un médico para los mareos que sufría Mary, la reina de Escocia. La receta original era una mezcla de naranjas con azúcar molida. Sin embargo, la mayoría de los historiadores concuerdan en que la palabra mermelada proviene del portugués marmelo (membrillo), fruto que originalmente se utilizaba para la preparación de la mermelada (INTI, 2009).

La elaboración de mermeladas sigue siendo uno de los métodos más populares para la conservación de frutas u hortalizas de la cual se obtiene un alimento con propiedades sensoriales muy atractivas para los consumidores por su sabor, aroma, color, y su estabilidad durante el almacenamiento (Coronado et al., 2001).

El Código Alimentario Argentino da el marco legal para la elaboración de mermeladas:

➤ **Artículo 810 - (Res 1027, 22.10.81)** *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".*

### **3.1. Factores a tener en cuenta en la elaboración de una mermelada.**

Rauch (1987) señala que los principales factores que intervienen en la gelificación para obtener una buena mermelada son:

- Pectinas
- Ácidos
- Azúcar

**Pectinas:** Es uno de los constituyentes básicos en la elaboración de dulces, jaleas y mermeladas. Las pectinas representan un grupo de heteropolisacáridos formados principalmente por polímeros lineales de ácido galacturónico con proporciones variables de grupos carboxilos (-COOH) esterificados con grupos metilos (-CH<sub>3</sub>). Están presentes en los tejidos vegetales, donde funcionan como agentes hidratantes y material cementante de la red de celulosa (Barazarte *et al.*, 2010) Existe un término más amplio para englobar a las pectinas y es el de sustancias pécticas que incluye 3 tipos de sustancias: la protopectina, el ácido pectínico y el ácido péctico.

La protopectina se encuentra en el fruto inmaduro. Es insoluble en agua. No puede formar geles. El ácido pectínico se forma a partir de la protopectina cuando la fruta madura. Los ácidos pectínicos de elevado peso molecular, se conocen como pectinas. Los ácidos pectínicos se dispersan en agua y pueden formar geles. El ácido péctico se forma a medida que las frutas maduran en exceso por acción de enzimas pectinesterasa y la poligalacturonasa que causan la degradación de las pectinas. El ácido péctico es insoluble en agua y no forma gel (Barazarte *et al.*, 2010).

Según el grado de esterificación, las pectinas se clasifican como pectinas de alto metoxilo o de bajo metoxilo. Las pectinas de bajo metoxilo presentan esterificación menor del 50% y ayudan en la gelificación con la sola presencia de iones calcio. Este porcentaje significa que si la cadena de ácido galacturónico tiene por ejemplo 100 grupos carboxílicos y solamente 40 están esterificados se dirá que es de bajo metoxilo. Las pectinas de alto metoxilo grupos carboxilo esterificados en más del 50% (Olarte, 2002). Los dos grupos tienen diferentes propiedades y gelifican bajo condiciones diferentes.

Las pectinas de bajo metoxilo tienen la mayoría de los grupos carboxilo libre. Por lo tanto están disponibles para formar enlaces cruzados con iones divalentes como calcio. Si se forman suficientes enlaces cruzados, se puede obtener una red tridimensional que atrapa líquido, formando un gel sin necesitar azúcar o ácido (Olarte, 2002).

Las pectinas de alto metoxilo tienen una elevada proporción de grupos carboxilos esterificados. Por lo que no están disponibles para formar enlaces cruzados con iones divalentes, por lo que no forman geles de esta manera. Sin embargo, se pueden hacer gelificar con la adición de azúcar y ácido (Olarte, 2002).

**Azúcar:** El azúcar es un ingrediente esencial. Desempeña un papel vital en la gelificación de la mermelada al combinarse con la pectina.

Es importante señalar que la concentración de azúcar en la mermelada debe impedir tanto la fermentación como la cristalización. Resultan bastante estrechos los límites entre la probabilidad de que fermente una mermelada porque contiene poca cantidad de azúcar y aquellos en que puede cristalizar por que contiene demasiada azúcar.



Cuando el azúcar es sometida a cocción en medio ácido, se produce la inversión de la sacarosa, desdoblamiento en dos azúcares (fructosa y glucosa) que retardan o impiden la cristalización de la sacarosa en la mermelada, resultando por ello esencial para la buena conservación del producto el mantener un equilibrio entre la sacarosa y el azúcar invertido. Una baja inversión puede provocar la cristalización de la sacarosa y una elevada o total inversión, la granulación de la dextrosa. Por tanto el porcentaje óptimo de azúcar invertido está comprendido entre el 35 y 40% del azúcar total en la mermelada (Coronado *et al.*, 2001).

**Ácido:** El tercer constituyente fundamental para la formación del gel. Para conseguir una buena gelificación en la elaboración de mermeladas la materia prima empleada debe poseer una acidez que oscile entre 0.7% y 1.4% expresada en ácido cítrico. Es importante no solamente para la gelificación de la mermelada, sino también para conferir brillo al color de la mermelada, mejora el sabor, ayuda a evitar la cristalización del azúcar y prolonga su tiempo de vida útil (Coronado *et al.*, 2001).

**Formación del gel:** En solución acuosa diluida, las macromoléculas pécticas están fuertemente hidratadas y cargadas negativamente a causa de la disociación de las funciones carboxilo. Cuando la carga eléctrica y la hidratación disminuyen, como consecuencia de la intervención de determinados compuestos (adición de azúcares, ácidos, etc.) la repulsión electrostática se atenúa, originándose una asociación molecular que da lugar a una red tridimensional de considerable estabilidad mecánica, en cuya estructura queda retenida la fase líquida en la que se desarrolla el proceso. Las macromoléculas tienden a asociarse estrechamente entre ellas a través de enlaces hidrogeno (Navarro Gracia *et al.*, 1985).

Diversos estudios han demostrado que la formación del gel, en la elaboración de mermeladas, tiene lugar dentro de determinados límites. El valor óptimo de pH es 3. La firmeza del gel cae lentamente, al decrecer y al aumentar rápidamente el valor de pH. Por encima de pH 3.4 ninguna formación de gel ocurre dentro de un límite normal de sólidos solubles. La concentración óptima de azúcar está situada alrededor del 67.5%; sin embargo, es posible elaborar jaleas y mermeladas con un contenido elevado de pectinas y ácidos, comprendiendo menos del 60% de azúcar. Concentraciones demasiado elevadas de azúcar originan mermeladas de consistencia pegajosa. La cantidad de pectina necesaria para formar un gel es del 1%. Concentraciones menores producen un gel grumoso y concentraciones mayores al 1.5% producen un gel muy duro (Rauch, 1987).

La continuidad de la red de pectina y la densidad de sus fibras están determinadas por la concentración de esa sustancia. Una concentración más alta hace más compacta la estructura. La rigidez de la estructura es afectada por la concentración de azúcar y la acidez. A una concentración más alta de azúcar hay menos agua a sostener por la estructura. El ácido endurece las fibras de la red, pero si la acidez es más alta de la debida, afecta su elasticidad y resulta un gel duro o bien destruye la estructura, debido a la descomposición de la pectina. Una acidez baja provoca fibras débiles y da lugar a un gel débil (Rauch, 1987).

La figura 3 muestra los factores que afectan la firmeza de la red.

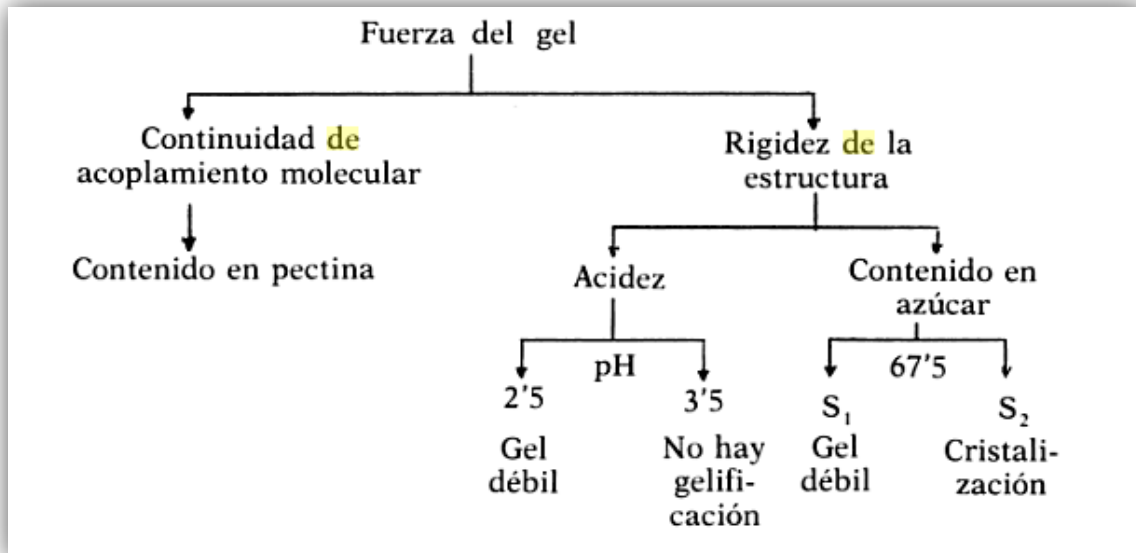


Figura 3: Relación entre los diferentes factores que influyen en la gelificación (Navarro Gracia *et al.*, 1985).

### 3.2. Elaboración industrial de mermelada de tomate.

La elaboración de mermelada es una forma de prolongar la vida útil de frutas u hortalizas; y se realiza con el objetivo de presentar en el mercado nuevos productos transformados que aseguren tener un tiempo prolongado de vida útil.

A continuación se describen las etapas propias del proceso industrial para la elaboración de mermelada. Al final de la descripción de las etapas se expone el diagrama de flujo correspondiente.

**Cosecha:** Al momento de la cosecha se debe considerar el grado o índice de madurez. Se distinguen dos tipos de madurez: la fisiológica y la comercial. La primera se refiere cuando el fruto ha alcanzado el máximo crecimiento y maduración. La segunda es aquella que cumple con las condiciones que requiere el mercado (Perez *et al.*, 2001).

Para la industrialización, el tomate debe madurar completamente en la planta. Para el mercado de consumo fresco, el tomate se cosecha en su etapa verde maduro o pintón, a fin de reducir las pérdidas por cantidad y calidad, ocasionadas por un transporte deficiente y manejo inadecuado (Perez *et al.*, 2001).

La recolección debe ser efectuada cuando está exento de humedad procedente del rocío o de la lluvia porque ella favorece la descomposición y putrefacción. Se recomienda también cosechar en horas frescas y mantener los tomates en lugares sombreados. Esta actividad se debe realizar con gran cuidado para evitar producir daños en los frutos que, aunque no sean notorios visualmente, constituyen el origen de altos porcentajes de pérdidas (Perez *et al.*, 2001).

La cosecha del tomate se puede hacer en forma manual o mecanizada. La mecanizada se utiliza más en los países desarrollados, principalmente para cosechar tomates destinados al procesamiento industrial.

La recolección manual consiste en desprender el fruto del resto del racimo, operación que se puede hacer por fractura del pedúnculo a nivel de la unión con el cáliz o mediante torsión o giro, de forma que el fruto quede libre de éste. También se usan tijeras para cosechar manualmente, con el propósito de evitar daños posteriores en la calidad, debido a

las marcas o huellas dejadas en la superficie por la presión ejercida para separarlas de las plantas.

Una vez cosechados se deben depositar cuidadosamente en baldes u otro tipo de recipientes como cestas o cajas poco profundas y con superficies lisas para evitar daños por abrasión y compresión; luego se vierten sobre bins de 200 kg colocados bajo la sombra de árboles o ramadas construidas para proteger la cosecha de los rayos solares directos; posteriormente se cargan los bins en los camiones de carga. Es necesario dedicar la máxima atención en las operaciones de recolección y trasiegos, ya que éstas son consideradas como las que provocan mayor cantidad de daños internos por magulladuras.

**Transporte:** El transporte del tomate al mercado de destino debe efectuarse tan pronto como sea posible, preferentemente en horas frescas, para evitar que los frutos permanezcan bajo los efectos del sol, viento y temperaturas elevadas. Es importante también que la velocidad del vehículo sea moderada, para evitar daños provocados por la vibración y golpes, como consecuencia de las irregularidades de los caminos rurales (Perez *et al.*, 2001).

**Recepción:** En el momento de la recepción un operario del departamento de control de calidad toma una muestra representativa de la carga con el objetivo de determinar si responde a las variedades correctas para la elaboración y en forma simultánea verificar sus condiciones higiénico-sanitarias y realizar el análisis de laboratorio (Brix, acidez y pH). Además se controla la documentación y habilitación del camión y se registra el peso de la carga.

Los bins se descargan utilizando un autoelevador eléctrico y se colocan en la playa de descarga. En las playas de almacenamiento se maneja el sistema FIFO (first in, first out), lo que primero ingresa al establecimiento es lo primero que debe procesarse.

**Lavado:** Tiene como objetivo separar y eliminar aquellas sustancias extrañas que pudieran estar presentes en la materia prima o en los bins de recolección y transporte, como contaminantes físicos (ramitas, estacas, insectos, arena, tierra, etc.), además de la reducción de carga microbiana.

Los autoelevadores transportan los bins hasta el volcador de cajones, que descarga la materia prima en una tolva de recepción con agua (realizando una función de pre-lavado), a través de una cinta transportadora la materia prima llega a una lavadora de tambor rotatorio.

La lavadora puede aceptar un cierto nivel de agua. Al estar el tambor colgado en el agua, se consigue una manipulación más delicada del producto. Durante el giro, el producto queda recogido en el agua. El principio de lavado consiste en que los productos se restriegan entre sí. Para ello es necesario tener un cierto volumen de producto dentro del tambor. El volumen se controla fácilmente por medio de una compuerta de abertura regulable en la salida del tambor para controlar la cantidad de producto que sale de la lavadora. El equipo posee variadores de velocidad tanto del tambor como del elevador de salida, consiguiendo un lavado óptimo del producto (Martin Maq, 2015).

Cuando el producto sale del tambor es recogido por un elevador donde recibe una ducha de agua potable para el aclarado del producto.

**Selección:** El objetivo es separa las materia primas de mala calidad o que no cumplen con las especificaciones de calidad.

A través de una cinta transportadora la materia prima llega desde la lavadora a la mesa de selección. La misma posee una banda de PVC apta para cualquier tipo de producto frutihortícola, accionada por un motor con variador de velocidad mecánico, para regular la

## *Mermelada de Tomates Anaranjados, un Nuevo Producto Saludable.*

cantidad de producto a inspeccionar. Está diseñada para realizar la selección manual desde ambos lados de la mesa (Martin Maq, 2015).

Operarias entrenadas van separando la materia prima de mala calidad, colocando las mismas en el carril central, destinado a tal fin. Los daños más significativos son podredumbres y mohos que afectan la calidad del producto final.

**Pelado:** El objetivo es la eliminación de la cubierta superficial natural de la materia prima.

**Método:** Pelado termofísico. El fruto es sometido a un calentamiento y luego a una disminución de la presión externa para lograr una evaporación violenta (evaporación flash) del agua contenida en la pulpa de la misma. Los tomates son sometidos a vapor de elevada temperatura que calienta rápidamente la superficie del producto, al producirse una súbita caída de presión se libera vapor bajo la superficie del alimento y la piel se despega. La mayor parte del material salta al liberarse el vapor, precisando una limpieza posterior para eliminar los restos de piel que permanecen adheridos (De Blasi S.A., 2015).

La materia prima llega desde la mesa de selección a una tolva de recepción, través un elevador sin fin, es introducida en un sólido recipiente de sección esférica y sellado herméticamente. Luego es presurizado con vapor vivo logrando el incremento de presión y temperatura deseada mientras gira para homogeneizar la misma en toda la carga. Luego del tiempo de residencia prefijado la presión interna es liberada violentamente mediante una válvula de purga, provocando el descenso brusco de presión necesario para que cause la evaporación flash interna que determinará el desprendimiento de las pieles. La descarga del equipo se produce por gravedad en una tolva que alimenta una lavadora por aspersión de para eliminar el resto de piel que pudiera quedar adherido (De Blasi S.A., 2015).

**Trozado:** Operación donde se produce una reducción de tamaño utilizando fuerzas de cizalla o corte.

El sistema dispone de tres cortes en planos perpendiculares entre sí. El producto ingresa y gira dentro de una carcasa cilíndrica impulsado por las paletas de un rotor que lo desplaza por una cuchilla fija cortándole una rebanada en cada vuelta. Esta es recibida por un tambor de arrastre y una roseta de alimentación que la guían al porta cuchillas circular donde es cortada en bastones. Sigue el porta cuchillas transversal que corta los bastones en cubos (Incalfer, 2015).

Los cubos se reciben en una tolva provista de una cinta transportadora de elevación con aletas que los transportan a la etapa siguiente.

**Formulación:** La formulación requiere del control de peso de la pulpa de tomate, el resto de los ingredientes y los aditivos en determinadas concentraciones según la formulación.

**Concentración:** Durante el proceso se evapora el agua contenida y los tejidos se ablandan. Por este ablandamiento, los tomates absorben azúcar y sueltan pectinas y ácidos que contribuyen a la formación del gel.

Este proceso puede realizarse en pailas al vacío calefaccionadas con vapor o simplemente concentradores o en pailas abiertas. El primero suele tener forma de cilindro vertical con fondo semiesférico. En su interior se aloja algún dispositivo de intercambio térmico tal como un doble fondo para lograr la elevación de la temperatura necesaria para evaporar el agua contenida en la pulpa. Este proceso se realiza bajo vacío a fin de incrementar el rendimiento del proceso y salvaguardar las características organolépticas. Estos equipos esta provistos de un sistema de agitación interno que permite homogeneizar la pulpa (De Blasi S.A., 2014).

## *Mermelada de Tomates Anaranjados, un Nuevo Producto Saludable.*

Una vez cargada la paila con la pulpa, sacarosa y los ácidos, se mezclan calentado la masa hasta una temperatura de 70°C. Cuando la concentración se acerca a los 55 – 60 °B, se interrumpe el vacío y se agregan las pectinas, las esencias y la glucosa, se deja subir la temperatura hasta los 85°C sin interrumpir la agitación del proceso. Al llegar a los 65 ° B se interrumpe la cocción y se envasa en caliente.

Si la concentración se realiza en pailas abiertas, se mezcla la pulpa con los ácidos y una tercera parte de la sacarosa. La mezcla se deja hervir hasta que su volumen se haya reducido a un tercio (aproximadamente al llegar a los 45° B). Luego se agrega de forma gradual la sacarosa restante y la glucosa. Durante el proceso la masa debe ser mezclada. Poco antes de llegar a los 65°B se adicionan las pectina y esencias (Coronado *et al.*, 2001).

**Envasado en caliente:** Para optimizar el proceso, una vez finalizada la concentración, la masa es bombeada a una batea de doble camisa calefaccionada con vapor que posee un agitador horizontal. La función de esta batea no es cocinar, sino por el contrario solo debe mantener el producto a la temperatura adecuada (85 °C aproximadamente), agitando constantemente mientras se efectúa el envasado; por lo que está conectada directamente a la dosificadora-ensadora.

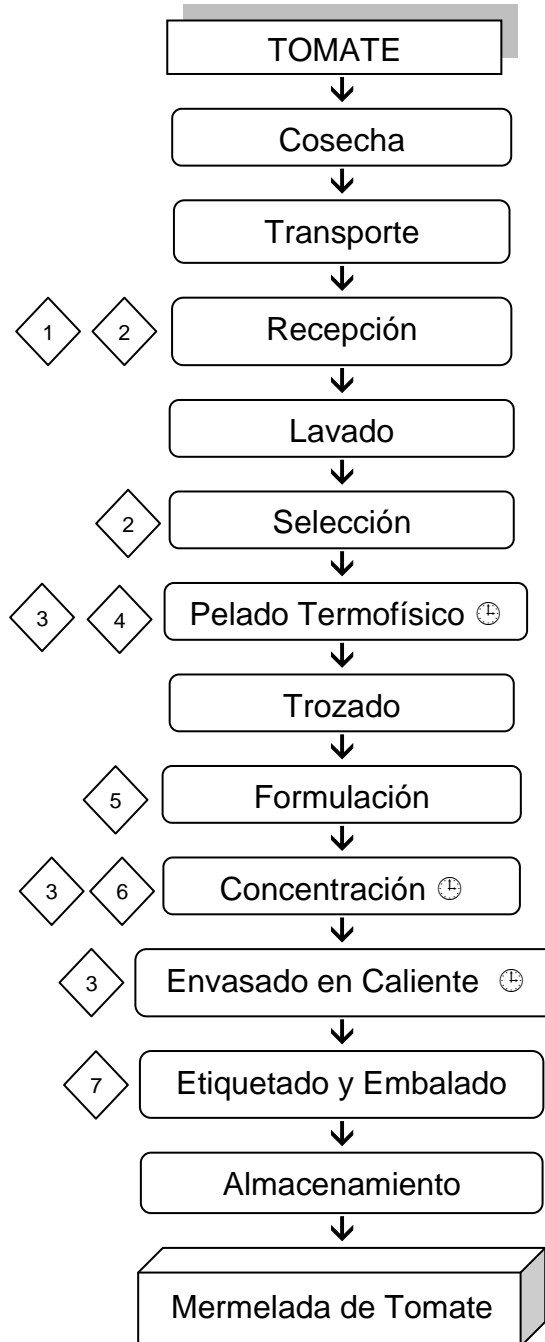
Esta temperatura de envasado mejora la fluidez del producto durante el llenado y a la vez permite la formación de un vacío adecuado dentro del envase por efecto de la concentración de la mermelada una vez que ha enfriado. Se produce el llenado de los frascos dejando un espacio de cabeza de aproximadamente un centímetro y se coloca inmediatamente la tapa. Los frascos son invertidos con la finalidad de esterilizar la tapa, permaneciendo en esta posición aproximadamente por 3 minutos, luego se voltean cuidadosamente por medio de un sistema de cintas transportadoras (Coronado *et al.*, 2001).

**Etiquetado y embalado:** Es importante etiquetar correctamente el producto elaborado ya que esto brinda información y seguridad al consumidor. Es de carácter obligatorio el rotulado de alimentos envasados que vayan a ser comercializados. Dicha exigencia se encuentra en el Capítulo V del Código Alimentario Argentino (CAA), “Normas para la Rotulación y Publicidad de los Alimentos”.

**Almacenamiento:** El producto debe ser almacenado en un lugar fresco, limpio y seco; con suficiente ventilación a fin de garantizar la conservación del producto hasta el momento de su comercialización.

*Mermelada de Tomates Anaranjados, un Nuevo Producto Saludable.*

Algoritmo gráfico N°1: Diagrama de flujo industrial de la elaboración de mermelada de tomate.



Diccionario del diagrama de flujo.

◇ Controles:

- 1- peso de la carga, variedad, °Brix, acidez y pH.
- 2- estado higiénico sanitario,
- 3- temperatura,
- 4- presión,
- 5- pesaje de los ingredientes según formulación,
- 6- ° Brix,
- 7- control de etiquetado

⊕ Procesos que requieren control de tiempo.

#### **4. Análisis Sensorial.**

La evaluación sensorial puede definirse como una disciplina científica, que trabaja con jueces que utilizan sus sentidos como instrumento de medición. Esta definición sencilla puede completarse del siguiente modo: “La evaluación sensorial es la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de los alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído” (Ureña *et al.*, 1999).

En el campo de los alimentos la evaluación sensorial es una técnica de medición tan importante como los métodos químicos, físicos y microbiológicos, constituyéndose en una herramienta de importancia para el desenvolvimiento de las actividades de la industria alimentaria. Tiene numerosas aplicaciones en diferentes áreas como producción, control de calidad, desarrollo de productos y marketing. Las técnicas de evaluación sensorial son tan científicas como la de los otros tipos de análisis y están fundamentadas en la estadística, la fisiología, la psicología y otras ramas de la ciencia (Anzaldúa-Morales, 1994).

Está constituida por dos procesos definidos según su función: el análisis sensorial propiamente dicho y el análisis estadístico. Mediante el primero se obtienen las apreciaciones de los jueces a manera de datos que serán posteriormente transformados y valorados por el segundo, dándoles con ello la objetividad deseada. El análisis sensorial puede ser definido como el método experimental mediante el cual los jueces perciben y califican, caracterizando y/o mensurando las propiedades sensoriales de muestras adecuadamente presentadas, bajo condiciones ambientales preestablecidas y bajo un patrón de evaluación acorde al posterior análisis estadístico. El análisis estadístico, por su parte, está dado por la formulación de supuestos teóricos (hipótesis), con los que se podrá hacer inferencias sobre una población de alimentos o personas, y que serán comprobados a partir de los resultados del tratamiento estadístico de los datos obtenidos del análisis sensorial (Ureña *et al.*, 1999).

El análisis sensorial puede clasificarse según el objetivo de la evaluación sensorial planificada, en análisis orientados al producto, con los que se obtendrán datos que permitirán hacer inferencias sobre las características de la población de alimentos que se analiza y análisis orientados al consumidor, cuya información permitirá estimar la capacidad analítica sensorial de un juez o inferir sobre una población de posibles consumidores del alimento. En esta última clase se incluyen los análisis afectivos, en los cuales el juez (representado por un consumidor habitual o potencial del producto), evalúa la muestra y manifiesta si su apreciación lo induce a aceptarla y/o preferirla sobre otras (Ureña *et al.*, 1999). Existen 3 tipos principales de pruebas: afectivas, discriminativas y descriptiva (Anzaldúa-Morales, 1994).

Para el desarrollo de esta tesis nos centraremos en las pruebas afectivas ya que los consumidores potenciales o consumidores solamente pueden emplearse para este tipo de pruebas y nunca para pruebas discriminativas o descriptivas (Anzaldúa-Morales, 1994).

Las pruebas afectivas son aquellas en las cuales el consumidor expresa su relación subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, o si prefiere a otro. Por lo que pueden clasificarse en tres tipos: pruebas de preferencia, pruebas de grado de satisfacción y pruebas de aceptación (Anzaldúa-Morales, 1994).

En primer lugar es necesario definir y determinar el número de panelistas. Como se mencionó anteriormente se utilizarán consumidores: se trata de sujetos que no responden a ningún criterio en particular, es decir, personas que no están vinculadas a pruebas sensoriales, ni trabajan con alimentos como investigadores o empleados de fábricas procesadoras de alimentos ni han efectuado evaluaciones sensoriales periódicas. Por lo general son personas tomadas al azar ya sea en la calle, en una tienda, en una escuela, etc. (Ibáñez *et al.*, 2001) o bien seleccionados por aspectos concretos: edad, sexo, nivel socio-

económico, hábitos sociales o de consumo (Sancho *et al.*, 2002). Es importante escoger panelistas que sean consumidores habituales del producto a probar, o en caso de productos completamente nuevos que sean consumidores potenciales de dicho alimento (Ibáñez *et al.*, 2001). El número mínimo para que una prueba sea efectiva es 30 personas (Anzaldúa-Morales, 1994). Sin embargo es recomendable trabajar con números de hasta 100 sujetos para que los resultados sean válidos desde el punto de vista estadístico (Ibáñez *et al.*, 2001).

Posteriormente es necesario definir si se evaluará simplemente preferencia o grado de satisfacción, o si también se quiere saber cuál es la aceptación que tiene el producto entre los consumidores.

Las pruebas de preferencia tienen como objeto determinar cuál, de dos o más muestras, es preferida por un gran número de personas (Ibáñez *et al.*, 2001).

Cuando se deben comparar dos muestras a la vez, o cuando se desea obtener mayor información de un producto puede recurrirse a las pruebas de grado de satisfacción. Estas son intentos para manejar más objetivamente datos tan subjetivos como las respuestas de los consumidores a cerca de cuanto les gusta o disgusta un alimento (Anzaldúa-Morales, 1994).

Para llevar a cabo estas pruebas se utilizan escalas hedónicas; éstas permiten medir las sensaciones de placer o desagrado producidas por un alimento a quienes lo prueban. Las escalas hedónicas verbales presentan una descripción verbal de la sensación que les produce la muestra. Deben contener siempre un número impar de puntos, y deben incluir siempre el punto central (ni me gusta ni me disgusta) (Anzaldúa-Morales, 1994).

El que un alimento le guste a alguien no quiere decir que esa persona vaya a comprarlo. El deseo de una persona para adquirir un producto es lo que se llama aceptación, y no sólo depende de la impresión agradable o desagradable al probar un alimento sino también de los aspectos culturales, socioeconómicos, de los hábitos, etc. Para ello se utilizan las pruebas de aceptación (Anzaldúa-Morales, 1994).

Generalmente, en la industria alimentaria el tecnólogo en alimentos investiga si el producto es agradable o no, o si es preferible a otro. Mientras que la determinación de aceptación corresponde a los expertos de mercadotecnia (Ibáñez *et al.*, 2001).

Normalmente estos tipos de ensayos suelen hacerse en ambientes lo más aproximados a la realidad, en ensayos de situación natural, "de campo" (en la calle, en el trabajo o en domicilio) pero en algunos casos puede estar indicados realizarlos en laboratorios y en condiciones más controladas (Sancho *et al.*, 2002).

En nuestra facultad existen antecedentes sobre la elaboración y evaluación sensorial de mermeladas de tomate de color no tradicional. En el trabajo realizado por Vignoni *et al.*, (2003) se estudió la aceptabilidad y la preferencia, por parte de un panel de consumidores, de mermeladas elaboradas con las variedades Victoria FCA (frutos amarillos), Don Armando FCA (frutos anaranjados) y Santa Rosa FCA (frutos rojos). La elaboración se realizó en la planta experimental según la normativa del Código Alimentario Argentino. El análisis de aceptabilidad de dicho trabajo indicó que más del 50 % de los consumidores consideraron individualmente las mermeladas en las categorías más altas: me gusta y me gusta mucho. La mermelada de color amarillo tuvo en general la menor aceptación, mientras que la anaranjada fue la más aceptada. El análisis de los datos de preferencia otorgó el primer lugar a la variedad roja, seguida por la anaranjada y en tercer lugar la amarilla, lo que indicó una actitud conservadora por parte de los evaluadores, inclinándose por las mermeladas de color tradicional anaranjado y rojo. Este trabajo sienta las bases para ampliar los estudios sobre las propiedades saludables de la mermelada, que es uno de los principales propósitos de esta tesis.



## **5. Objetivo general y particulares.**

### **5.1. Objetivo General:**

- ✓ Elaborar una mermelada con buenas características organolépticas y propiedades saludables por su aporte en compuestos fitoquímicos con actividad antioxidante (licopenos,  $\beta$ -carotenos y polifenoles), utilizando tomates de color anaranjado.

### **5.2. Objetivos particulares:**

- ✓ Cuantificar el contenido de polifenoles totales, licopenos y  $\beta$ -carotenos de los frutos frescos de dos variedades de tomate de color anaranjado.
- ✓ Determinar la composición fisicoquímica de la materia prima que se utilizará en la elaboración de la mermelada.
- ✓ Cuantificar el contenido de polifenoles totales, licopenos y  $\beta$ -carotenos en la mermelada.
- ✓ Determinar la composición centesimal nutricional de la mermelada.
- ✓ Medir la aceptabilidad de la mermelada por parte de los consumidores, a través del análisis sensorial.

## **6. Hipótesis.**

- ✓ La utilización de tomates de color anaranjado en la elaboración de mermelada, permitirá obtener un producto con características saludables, debido al contenido de compuestos bioactivos como licopenos,  $\beta$ -carotenos y polifenoles totales.
- ✓ La mermelada tendrá buena aceptación por sus características organolépticas, por lo que constituirá un producto apto para el aporte de compuestos bioactivos saludables.

## **7. Viabilidad.**

Los recursos financieros para llevar a cabo esta investigación han sido obtenidos del Proyecto SECTyP 06/A033 "Alimentos Funcionales: Diferentes elaboraciones a partir de fuentes naturales de alto contenido en compuestos bioactivos" 2013 – 2015.

El materia vegetal fue provisto por el Proyecto SECTyP 06/A605 "Caracterización y utilización de Solanáceas y Cucurbitáceas" 2013 – 2015. El ensayo a campo se realizó en una parcela con malla antigranizo en el Instituto de Horticultura FCA-UNCuyo, Chacras de Coria, Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina (33° 00' S, 68° 52' O, 912 m.s.n.m.).

Las elaboraciones y los análisis físico-químicos, nutricionales y sensoriales, se realizaron en instalaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo.

Los análisis de compuestos bioactivos (licopeno,  $\beta$ -caroteno y polifenoles totales) y la medición de la actividad antioxidante de los tomates y de la mermelada se realizaron en el Laboratorio de Bromatología del Departamento de Bioquímica Clínica de la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba, durante una pasantía solicitada para tal fin.

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

## 1. Introducción:

Se analizaron los frutos de dos variedades de tomates anaranjados, de crecimiento determinado e indeterminado, que han sido seleccionadas y mejoradas en la Facultad de Ciencias Agrarias - UNCuyo en el marco de proyectos de la SECTyP – UNCuyo. Se caracterizaron los frutos frescos de las dos variedades por el contenido de polifenoles totales, licopenos y  $\beta$ -carotenos y por su actividad antioxidante. Se utilizó la variedad de frutos anaranjados que presentó el mejor perfil de compuestos antioxidantes para la elaboración de la mermelada de tomate. Los frutos frescos de la variedad seleccionada se caracterizaron también por su composición físico-química. En el producto elaborado se determinó la composición nutricional centesimal, su aporte en compuestos fitoquímicos (polifenoles totales, licopenos y  $\beta$ -carotenos) junto con su actividad antioxidante. Finalmente se evaluó la aceptabilidad de la mermelada por parte de los consumidores potenciales, a través del análisis sensorial.

## 2. Material vegetal: Tomate (*Solanum lycopersicum* L.).

Se utilizaron dos variedades diferentes de tomates con frutos de color anaranjado. Estas variedades fueron seleccionadas y mejoradas en la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo: variedades de crecimiento determinado e indeterminado.

El ensayo a campo se realizó en una parcela con malla antigranizo en el Instituto de Horticultura FCA-UNCuyo, Chacras de Coria, Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina (33° 00' S, 68° 52' O, 912 m.s.n.m.) (Fig. 4).



Figura 4: Ensayo a campo en la parcela del Instituto de Horticultura FCA-UNCuyo.

### 2.1. Descripción de las variedades de tomates.

#### Variedad de crecimiento determinado:

Se caracteriza por su hábito de crecimiento definido, con 4 o 5 ramificaciones basales, que llevan 3 a 4 inflorescencias cada una. Las inflorescencias no se ramifican (uníparas) y tienen 4 a 7 flores, en general producen 3 o 4 frutos por inflorescencia. Los frutos son piriformes con un pequeño mamelón en el extremo, de 7-8 cm long. por 4-5 cm de ancho, buen color externo e interno, y un grosor del pericarpio entre 5-7 mm. Los pedicelos de los frutos no son articulados (jointless) por eso se desprenden sin el cáliz.

#### Variedad de crecimiento indeterminada:

Se caracteriza por su hábito de crecimiento indefinido, con 3-4 ramificaciones vigorosas, que llevan 3 a 5 inflorescencias cada una. Las inflorescencias no se ramifican (uníparas) y tienen 4 a 7 flores, en general producen 3 o 4 (5) frutos por inflorescencia. Los

## *Mermelada de Tomates Anaranjados, un Nuevo Producto Saludable.*

frutos son ovales u obovados sin mamelón en el extremo, de 6-7 cm long. por 4-5 cm de ancho, buen color externo e interno, anaranjado más intenso que la var. Determinada. Y un grosor del pericarpo entre 6-8 mm. Los pedicelos de los frutos no son articulados (jointless) por eso se desprenden sin el cáliz.

Ambas variedades se adaptan a la cosecha mecánica. El momento oportuno de cosecha coincide con la madurez fisiológica del fruto, es decir, cuando alcanza su máximo crecimiento, presentando una textura firme y coloración uniforme tanto en el pericarpo como en el meso y endocarpo.



Figura 5: Fruto de las variedades determinada e indeterminada de izquierda a derecha respectivamente.

### **3. Análisis de la materia prima.**

#### **3.1. Perfil de los compuestos fitoquímicos**

##### **3.1.1. Muestreo y acondicionamiento.**

Llegado el momento oportuno de cosecha se realizó un muestreo aleatorio simple de los frutos por variedad. Se seleccionaron 30 frutos de cada variedad, los cuales fueron correctamente identificados. De cada variedad se formaron 6 grupos de 5 frutos cada uno.

El acondicionamiento consistió en: lavar y secar los tomates. En cada grupo se tomó un cuarto de cada uno de los 5 frutos que se cortaron en trozos de aproximadamente 1cm por 1cm y se mezclaron homogéneamente en una caja plástica correctamente identificada. La muestra se congeló inmediatamente con nitrógeno líquido para evitar pérdida de compuestos antioxidantes, y se almacenaron en un freezer a  $-80^{\circ}\text{C}$  hasta el momento de su análisis.

##### **3.1.2. Cuantificación de compuestos fitoquímicos.**

La detección y cuantificación de compuestos antioxidantes se realizó sobre los extractos lipofílicos e hidrofílicos, obtenidos según el procedimiento propuesto por Toor y Savage (2005). En el Anexo N° 2 se encuentran los protocolos para la obtención de los extractos lipofílicos e hidrofílicos, junto con las técnicas analíticas para la determinación de los compuestos fitoquímicos y para la medición de la actividad antioxidante. Los análisis se

realizaron en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba.

### **Licopeno y $\beta$ -caroteno.**

El contenido de licopeno y  $\beta$ -caroteno se analizó por espectrofotometría UV-Visible, a partir del extracto lipofílico midiendo la absorbancia a 503 nm y 478 nm respectivamente (Porter y Anderson, 1967). Los resultados se expresaron como mg de licopeno o  $\beta$ -caroteno, según corresponda, % g de muestra. Se utilizó el espectrofotómetro Shimadzu – Modelo Multi Spec 1501.

### **Polifenoles totales.**

El contenido de compuestos fenólicos se analizó por reducción del reactivo de Folin-Ciocalteu en medio básico, que se reducen al oxidar los compuestos fenólicos, originando óxidos azules de wolframio ( $W_8O_{23}$ ) y molibdeno ( $Mo_8O_{23}$ ). La absorbancia del color azul desarrollado se mide por espectrofotometría UV-Visible a 765 nm (Singleton y Rossi, 1965), a partir del extracto hidrofílico. Se utilizó el espectrofotómetro Shimadzu – Modelo Multi Spec 1501. Los resultados se expresaron en mg de ácido gálico por 100 g de muestra.

#### **3.1.3. Medición de la actividad antioxidante.**

La actividad antioxidante se evaluó en los extractos lipofílicos e hidrofílicos obtenidos de acuerdo a la metodología indicada en el punto anterior.

#### **Capacidad Antioxidante Equivalente al Trolox (TEAC).**

Esta técnica permite medir la capacidad de un compuesto para captar el radical coloreado ABTS (2,2'-azino-bis(3etilbenzotiazolin-6-sulfónico) en un medio acuoso convirtiendo el mismo en un producto decolorado a 734 nm (Cano et al., 1998). Los resultados se expresan en relación a la actividad antioxidante del Trolox (análogo hidrosoluble de la vitamina E).

El TEAC lipofílico mide la actividad antioxidante de los compuestos liposolubles (Licopeno y  $\beta$ -Caroteno); por el contrario el TEAC hidrofílico mide la actividad antioxidante de los compuestos hidrosolubles (polifenoles).

#### **Poder Antioxidante de Reducción del Ión Férrico (FRAP).**

Se siguió el procedimiento descrito por Benzie y Strain (1996). El método mide la capacidad que presentan los compuestos antioxidantes para reducir el ión férrico, presente en el complejo orgánico Tripyridyltriazine (TPTZ). Cuando el hierro del complejo es reducido a la forma ferrosa toma un color azul que presenta un máximo de absorción a 593 nm y cuya intensidad de color es proporcional a la capacidad reductora de los compuestos ensayados (Benzie y Strain 1996). Los resultados se expresan en relación a la actividad antioxidante del Trolox (análogo hidrosoluble de la vitamina E). El FRAP mide la actividad antioxidante de los compuestos hidrosolubles (polifenoles).

#### **3.1.4. Análisis estadístico.**

Para determinar si existían diferencias estadísticamente significativas, para un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$ , en el perfil de los compuestos fitoquímicos de los frutos frescos de las dos variedades de tomate (crecimiento determinado e indeterminado), se analizaron los datos a través de la prueba t de Student utilizando el programa estadístico Infostat (2008).

### 3.2. Parámetros físicoquímicos.

La caracterización de cada parámetro físicoquímico se realizó sobre la variedad de tomate de crecimiento indeterminado, ya que fue la variedad que presentó el mejor perfil de compuestos fitoquímicos (Capítulo III, puntos: 1.1 y 1.2).

#### 3.2.1. Muestreo y acondicionamiento.

Con el mismo criterio que en el punto 3.1.1, se seleccionaron 32 frutos formando 8 grupos de 4 frutos cada uno. Para generar la muestra se trituraron los cuatro frutos de cada grupo utilizando una licuadora, la pulpa obtenida se colocó en tubos falcón de 50 cm<sup>3</sup> correctamente identificados que posteriormente se almacenaron en un freezer a -20 °C hasta el momento de su análisis. Cada medición se realizó por duplicado.

#### 3.2.2. Cuantificación de compuestos físicoquímicos.

Los métodos empleados para la determinación de los parámetros físico-químicos se presentan en la tabla N° 1. Los datos se analizaron por estadística descriptiva utilizando el programa Microsoft Office Excel 2007.

En el Anexo N° 1 se encuentran las técnicas analíticas para la determinación de los parámetros físico-químicos, con sus respectivos fundamentos técnicos y procedimientos.

Los ensayos de cuantificación físico-química se realizaron en la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo.

Tabla N°1: Métodos empleados para la determinación de los parámetros físico-químicos.

Parámetros	Métodos
Acidez potencial o pH	Potenciométrico. Potenciómetro (con escala para medir pH) debidamente calibrado con soluciones "buffer" de pH 4 y 7 (CITEF, 1987).
Acidez titulable	Neutralización de la acidez de la muestra con OHNa 0,1N en presencia de fenolftaleína como indicador (CITEF, 1987).
Sólidos solubles	Refractométrico. El método se basa en la variación de índice de refracción con la concentración de azúcar. La lectura se efectúa en escala azucarina y se expresa en grados Brix, que corresponde a porcentaje de sacarosa que posee la muestra. (CITEF, 1987).
Humedad y Sólidos Totales	Por desecación a presión atmosférica se utilizan estufas de temperatura regulable a 105 °C hasta peso constante (CITEF, 1987). El contenido de Sólidos Totales (ST) se determina por diferencia de peso entre la muestra húmeda y la muestra seca $\rightarrow ST = Ph - Ps$ .

### 4. Elaboración de la mermelada.

Para la elaboración de la mermelada, a los fines del presente ensayo se llevó a cabo un proceso con modificaciones respecto al propuesto a nivel industrial, estas modificaciones responden a que el proceso se realizó a pequeña escala. Durante el transcurso de la elaboración, se efectuó el pesaje de las cantidades de ingreso y egreso de materia prima en las etapas de pelado, trozado y concentración. Los valores obtenidos permitieron calcular y

conocer los rendimientos prácticos logrados bajo la metodología aplicada en el ensayo. Se elaboró a partir de la variedad de tomate de color anaranjado de crecimiento indeterminado.

#### **4.1. Proceso de elaboración a escala experimental.**

A continuación se describe detalladamente el proceso realizado. Al final de la descripción de las etapas se expone el diagrama de flujo correspondiente.

La **cosecha** se efectuó en el punto adecuado de madurez fisiológica, el que corresponde en forma bastante aproximada al de consumo en fresco, cuando los frutos estaban completamente anaranjados (Fig. 6). Se realizó en forma manual y cuidadosa, evitando dañar la materia prima. Para el **transporte** se utilizaron canastos poco profundos y con superficies lisas para evitar daños por abrasión y compresión. Al momento de la **recepción** se controló el peso, pH y °Brix de la materia prima. Los tomates fueron procesados el mismo día que se efectuó la cosecha.



Figura Nº 6: Frutos anaranjados de la variedad de tomate de crecimiento indeterminado.

Se realizó un **lavado** por inmersión utilizando agua potable. El objetivo de esta etapa fue eliminar impurezas adheridas tales como tierra, hojas y para lograr una reducción de la carga microbiana. Finalmente se realizó un enjuague y escurrido final (Fig. 7).



Figura Nº 7: Lavado de los tomates.

## *Mermelada de Tomates Anaranjados, un Nuevo Producto Saludable.*

Los tomates fueron cuidadosamente **seleccionados**, descartando aquellos que no presentaron características adecuadas, tales como los afectados por granizo, hongos, insectos, o con un grado de madurez inadecuado. Con el objeto de lograr un producto de buena calidad, y adecuadas características organolépticas.

El pelado termo-físico consistió en un **escaldado** a temperatura de ebullición durante 30 segundos aproximadamente, con el objetivo de ablandar la pulpa superficial para facilitar la separación y desprendimiento de la piel. Para evitar la sobrecocción se realizó el **enfriado** de los tomates a través de un baño de inmersión en agua fría. Finalmente se concluyó el **pelado** al desprender la piel en forma manual (Fig. 8).



Figura N° 8: Tomates pelados.

Una vez pelados los tomates, se **trozaron** en forma manual utilizando un cuchillo con filo adecuado para evitar una excesiva manipulación de los mismos.

Previo a la etapa de concentración, se controló el peso de los trozos y se completó la etapa de **formulación** al preparar el resto de los ingredientes, utilizando una balanza adecuada para tal fin. Esta etapa es importante para mantener la calidad constante del producto.

Para la formulación se utilizaron los siguientes ingredientes, en sus respectivas dosis, referidas a los tomates ya acondicionados (pelados y trozados):

- sacarosa: 80 %;
- glucosa: 10%;
- saborizante vainillin: 0.03%;
- acidulante: (ISN 330) Ácido Cítrico 0.25%;

Durante la **concentración** se realizó un primer calentamiento de la materia prima ya acondicionada, para lograr una primera evaporación del agua contenida en los tomates, y el ablandamiento de los tejidos, luego se mezcló con una tercer parte del total de la sacarosa y los ácidos. La masa se dejó concentrar hasta aproximadamente 45°Brix. En este punto se adicionó gradualmente el resto de la sacarosa y la glucosa (Fig. 9). Poco antes de llegar a los 65°Brix se agregó la esencia. Durante todo el proceso la masa fue mezclada. Al finalizar la concentración se interrumpió el calentamiento y la mezcla se envasó en caliente, aproximadamente a 85°C, para impedir una excesiva inversión de la sacarosa y eliminar el aire contenido en la masa.



*Mermelada de Tomates Anaranjados, un Nuevo Producto Saludable.*



Figura N° 9: Adición de sacarosa.

Previo al envasado los frascos fueron sometidos a un proceso de esterilización. El proceso de **esterilización** consiste en lavar los frascos con agua y detergente, enjuagarlos bien y hacerlos hervir durante media hora. Posteriormente, sin dejarlos enfriar se ponen a secar en el horno (Figura 10), boca abajo, sobre una rejilla (INTI, 2009).



Figura N° 10: Frascos secándose en el horno.

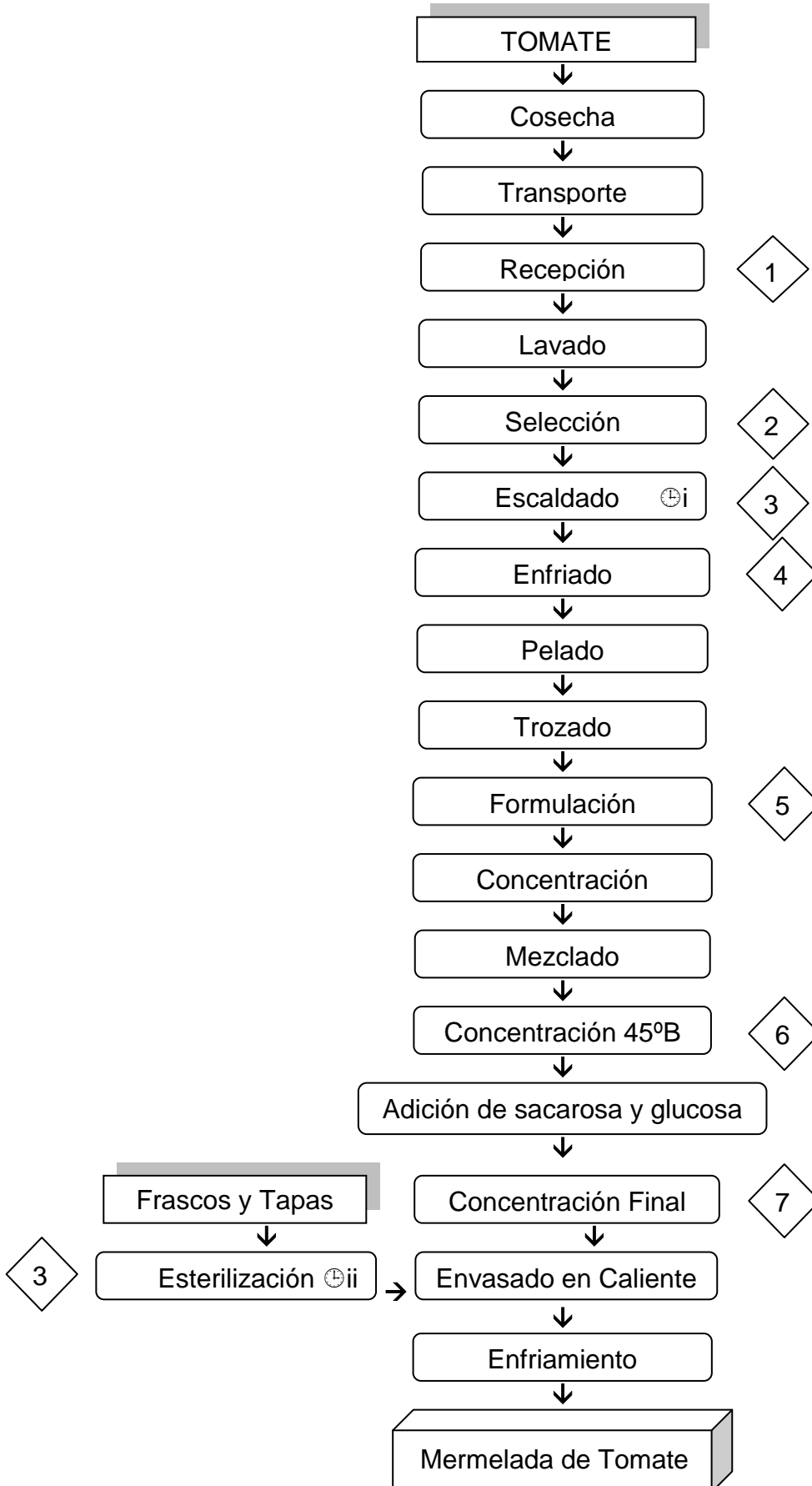
Los frascos previamente secados en el horno suave y aún calientes, se retiraron del mismo y se **envasó** la mermelada en caliente, dejando un espacio libre de aproximadamente 1 cm (espacio de cabeza). Para terminar el proceso de envasado, se vaporizaron las tapas con alcohol etílico al 70% (7 partes de alcohol y 3 partes de agua), se dejaron secar sobre una rejilla y a continuación se taparon los frascos; luego se voltearon los envases con la finalidad de asegurar el vacío dentro del mismo (INTI, 2009) hasta su **enfriamiento** a temperatura ambiente.



Figura N° 11: Producto terminado.

*Mermelada de Tomates Anaranjados, un Nuevo Producto Saludable.*

Algoritmo gráfico N°2: Diagrama de flujo de la elaboración de mermelada de tomate.



Diccionario del diagrama de flujo.

◇ Controles:

- 1- peso, pH, °Brix.
- 2- grado de madurez y estado higiénico sanitario.
- 3- temperatura de ebullición del agua: 98°C.
- 4- temperatura del agua de enfriamiento: máximo 20° C.
- 5- peso de los ingredientes (según formulación).
- 6- ° Brix, (hasta 45°B aproximadamente).
- 7- ° Brix, (mínimo hasta 65°B).

⊕ Procesos que requieren control de tiempo:

- i- Tiempo de escaldado: 30 segundos.
- ii- Tiempo de esterilización: 30 minutos.

## **5. Muestreo de los frascos de mermelada.**

Se realizó un muestreo aleatorio simple de los frascos de mermelada. Se seleccionaron 3 frascos. El contenido de la totalidad de los frascos seleccionados se mezcló en un recipiente y la muestra se dividió por cuarteo para obtener las porciones necesarias para los diferentes análisis. Cada porción se colocó en tubos de 50 cm<sup>3</sup> correctamente identificados.

Las muestras destinadas a evaluar el perfil de compuestos fitoquímicos se almacenaron en freezer a -80°C hasta el momento de su análisis.

Las muestras destinadas al análisis de la composición centesimal se colocaron en heladera a 4°C hasta el momento de su análisis.

## **6. Análisis de la mermelada.**

Los datos del contenido de compuestos fitoquímicos (licopenos, β-carotenos y polifenoles totales) de la mermelada se compararon con el de la variedad de crecimiento indeterminado por estadística descriptiva utilizando el programa Microsoft Office Excel 2007.

### **6.1. Cuantificación de compuestos fitoquímicos.**

El contenido de licopeno y β-caroteno se analizó por espectrofotometría UV-Visible midiendo la absorbancia a 503 nm y 478 nm respectivamente (Porter y Anderson, 1967). El contenido de compuestos fenólicos se analizó por espectrofotometría UV-Visible a 765 nm (Singleton y Rossi, 1965) (Metodologías explicadas en el punto 3.1.2).

### **6.2. Medición de la actividad antioxidante.**

Para la medición de la actividad antioxidante se siguieron los procedimientos descritos por Cano et al. (1998) y por Benzie y Strain (1996), TEAC y FRAP respectivamente (Metodologías explicadas en el punto 3.1.3).

### **6.3. Análisis de la composición centesimal nutricional.**

Los métodos empleados para la determinación de la composición centesimal nutricional se presentan en la siguiente tabla. Los rubros que se determinan químicamente son: humedad, cenizas (contenido mineral), proteínas totales, grasas totales o extracto etéreo y fibra alimentaria.

La caracterización incluyó además, el cálculo del valor energético, el cual se realizó empleando los siguientes factores de conversión:

- Carbohidratos: 4 kcal/g – 17 kJ/g
- Proteínas: 4 kcal/g – 17kJ/g
- Grasas: 9 kcal/g – 37kJ/g

Tabla N°2: Métodos empleados para la determinación de la composición centesimal.

Parámetros	Métodos
Humedad	Por desecación a 105°C, hasta peso constante (Pearson, 1976).
Proteínas	Método de Kjeldhal y multiplicación por factor de corrección 6,25 (AOAC, 1995).
Grasas Totales	Método por extractor Soxhlet en éter etílico (AOAC, 1995).
Fibra dietaria total	Método enzimático – gravimétrico (AOAC, 1995).
Cenizas	Por calcinación a 550°C, hasta cenizas blancas (Pearson, 1976).
Hidrato de carbono	Diferencia entre 100 y la suma total de valores obtenidos en las cuantificaciones analíticas anteriores.
Minerales (ClNa)	Para determinar sodio se utilizó fotometría de llama.

En el Anexo N° 3 se encuentran las técnicas de determinación analítica, con sus respectivos fundamentos técnicos y procedimientos.

#### **6.4. Análisis sensorial.**

Un objetivo del presente ensayo fue evaluar la aceptación de la mermelada midiendo la sensación de agrado o desagrado generado en el consumidor potencial al degustar la mermelada a través de una prueba afectiva de aceptación y en segundo lugar estimar la actitud de compra de la misma frente a la posibilidad de adquirir el producto en el mercado.

La planificación de la prueba comprendió la participación mínima de 100 consumidores potenciales que cumplieran con el criterio de selección, logrando una proporción aproximada de 0,50 para cada género (femenino; masculino) y proporción aproximadamente igual entre cada grupo etario. Estas se consideraron condiciones necesarias para garantizar la selección de una muestra representativa de la población.

Panelistas: Los individuos fueron seleccionados al azar. A todos los participantes se les informó los objetivos y procedimientos de estudio a realizar. Ninguno recibió recompensa económica por su colaboración.

Criterio de selección: Consumir mermeladas en su dieta cotidiana.

Planilla: Se confeccionó una planilla donde se solicitó a los participantes completar los datos de las consignas: fecha, género, edad y frecuencia de consumo de mermelada. El género y la edad son necesarios para conocer la representatividad de la muestra de consumidores participantes; y la frecuencia de consumo de mermeladas para evaluar si el voluntario cumple con el criterio de selección. En el ítem siguiente se los invitó a degustar la mermelada siguiendo las indicaciones de la consigna. Ver planilla en Anexo N° 4.

Presentación de la muestra: al momento de la evaluación cada consumidor recibió una muestra de mermelada. Cada muestra consistió en 20 g de mermelada a temperatura

*Mermelada de Tomates Anaranjados, un Nuevo Producto Saludable.*

ambiente colocada en un vaso de degustación de polipropileno junto con una cuchara plástica blanca y la planilla de evaluación.

Ambiente: La evaluación se realizó en lugares físicos que incluyeron aulas de clase de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo y hogares de familiares y amigos. En cada sitio se escogió un ambiente provisto de mesas, sillas y luz blanca (natural cuando fue posible), lo más neutro posible, higienizado, ventilado y libre de olores de cualquier tipo, acondicionado a una temperatura agradable, exento de ruidos y distracciones y donde cada consumidor pudo evaluar la mermelada de manera independiente y objetiva sin sugerencias y opiniones externas.

Se realizó un análisis estadístico descriptivo utilizando el programa Microsoft Office Excel 2007.

## **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 1. Análisis de la materia prima.

### 1.1. Cuantificación de compuestos fitoquímicos.

La siguiente tabla muestra los valores medios  $\pm$  su desviación estándar, obtenidos en la determinación de los compuestos fitoquímicos de los frutos anaranjados de las dos variedades de tomates. La salida del programa estadístico Infostat 2008, para la prueba t de Student, se encuentra en el Anexo N°:6

Tabla N° 1: Contenido de Licopenos,  $\beta$ -Carotenos y Polifenoles Totales. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre las dos variedades.

Variedad	Licopenos (mg % g muestra)	$\beta$ -Carotenos (mg % g muestra)	Polifenoles Totales (mg de ácido gálico % g muestra)
Crecimiento determinado	0,615 $\pm$ 0,15 <sup>1</sup> a	2,014 $\pm$ 0,23 <sup>1</sup> c	129,527 $\pm$ 16,00 <sup>1</sup> d
Crecimiento indeterminado	0,827 $\pm$ 0,13 <sup>1</sup> b	1,841 $\pm$ 0,26 <sup>1</sup> c	224,332 $\pm$ 73,64 <sup>1</sup> e

1. valores promedios  $\pm$  desviación estándar.

En la literatura científica aparece una gran variabilidad en los datos relacionados con el contenido de estos compuestos presentes en diferentes variedades de tomate de color rojo. Entre los valores de **licopeno** reportados, expresados en mg%g de muestra fresca, se encuentran datos que oscilan entre 0.88 y 4.20 (Periago *et al.*, 2001),  $4.59 \pm 0.704$  (Candelas-Cadillo *et al.*, 2005) y entre 1.8 – 6.5 (Martinez-Valverde *et al.*, 2002). Se puede advertir que el contenido de licopeno encontrado en las variedades estudiadas en el presente trabajo es menor a las reportadas.

La concentración de  **$\beta$ -carotenos** expresada en mg%g de muestra fresca de las variedades estudiadas fue mayor a las reportadas por Candelas-Cadillo *et al.* (2005) de  $0.17 \pm 0.088$ , Zapata *et al.* (2007) de  $0.104 \pm 0.013$ , Minoggio *et al.* (2003) de 1.18 mg%g. Estas diferencias pueden explicarse porque el licopeno es el pigmento que predomina en los tomates de color rojo, mientras que en las variedades estudiadas predominan pigmentos de color anaranjado como el  $\beta$ -Caroteno.

En el trabajo realizado por Toor *et al.* (2006) la concentración de **polifenoles totales** oscila entre 15.7 y 20.14 mg de ácido gálico % g de muestra; estos valores son comparables con los de Zapata *et al.* (2007) reportando valores promedios de  $18.46 \pm 3.47$ . Los cuales son ampliamente superados por la concentración de polifenoles totales de las variedades estudiadas en esta tesis.

Los resultados indican que hay suficiente evidencia al nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , para demostrar que hay diferencias estadísticamente significativas en el contenido de licopenos y polifenoles totales entre las dos variedades. Las medias muestrales sugieren que la variedad de tomate de crecimiento indeterminado posee mayor contenido de licopenos y polifenoles totales que la variedad de crecimiento determinado.

Por otra parte demuestran que no hay suficiente evidencia, al mismo nivel de significancia, para demostrar que hay diferencias estadísticamente significativas en el contenido  $\beta$ -carotenos.

Se concluye que la variedad de tomate de crecimiento indeterminado tiene un mejor perfil de compuestos fitoquímicos ya que posee mayor contenido de Licopeno y Polifenoles Totales que la variedad de crecimiento determinado y no existen diferencias significativas en el contenido de  $\beta$ -Carotenos entre ambas variedades.

## 1.2. Actividad antioxidante.

La siguiente tabla muestra los valores medios  $\pm$  su desviación estándar obtenidos en las determinaciones de actividad antioxidante de los frutos anaranjados de las dos variedades de tomates. La salida del programa estadístico Infostat 2008, para la prueba t de Student, se encuentra en el Anexo N°:6

Tabla N° 2: Actividad antioxidante expresada en miliequivalente (meq) de Trolox % g de muestra. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre las dos variedades.

Variedad	TEAC Lipofílico	TEAC Hidrofílico	FRAP
Crecimiento determinado	0,0388 $\pm$ 0,022 <sup>1</sup> a	0,5090 $\pm$ 0,122 <sup>1</sup> b	0,1016 $\pm$ 0,039 <sup>1</sup> c
Crecimiento indeterminado	0,0501 $\pm$ 0,025 <sup>1</sup> a	0,6095 $\pm$ 0,130 <sup>1</sup> b	0,3913 $\pm$ 0,204 <sup>1</sup> d

1. valores promedios  $\pm$  desviación estándar.

Los resultados indican que no hay suficiente evidencia al nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , para demostrar que hay diferencias estadísticamente significativas en la Capacidad Antioxidante Equivalente al Trolox (TEAC) de los extractos lipofílicos e hidrofílicos entre las dos variedades.

Por otra parte demuestran que hay suficiente evidencia, al mismo nivel de significancia  $\alpha$ , para demostrar que hay diferencias estadísticamente significativas en el Poder Antioxidante de Reducción del Ión Férrico (FRAP). Las medias muestrales sugieren que la variedad de tomate de crecimiento indeterminado posee mayor poder antioxidante de reducción del ión férrico que la variedad de crecimiento determinado.

A pesar de que la variedad de tomate de crecimiento indeterminado posee mayor contenido de licopenos y no hay diferencias significativas en el contenido de  $\beta$ -carotenos con respecto a la variedad de crecimiento determinado, se observa que no existen diferencias significativas en el TEAC lipofílico. Ocurre lo mismo para el contenido de polifenoles totales, es decir, es mayor el contenido en la variedad de crecimiento indeterminado pero no hay diferencias significativas en el TEAC hidrofílico entre ambas variedades, a pesar de esto, la variedad de crecimiento indeterminado posee una mejor actividad antioxidante referida al Poder Antioxidante de Reducción del Ión Férrico, que la variedad de crecimiento determinado en concordancia con su mayor contenido de polifenoles totales.

Estos fenómenos pueden deberse a la naturaleza química de los compuestos presentes. Para poder tener mayor especificidad en el perfil químico de cada uno de los compuestos (licopenos,  $\beta$ -carotenos, y polifenoles) es necesario realizar un análisis por cromatografía líquida de alta performance (HPLC).

Los resultados demuestran que la variedad de tomate crecimiento indeterminado posee mayor contenido de compuestos fitoquímicos: licopenos y polifenoles totales, y un mayor Poder Antioxidante de Reducción del Ión Férrico que la variedad de tomate de crecimiento determinado, por lo que fue seleccionada para la elaboración de la mermelada.

## 1.3. Parámetros fisicoquímicos.

La siguiente tabla muestra los valores obtenidos para cada parámetro físico-químico de la variedad de tomate anaranjado de crecimiento indeterminado.



Tabla N° 3: Resultados de los análisis físico-químicos de la variedad de tomate anaranjado de crecimiento indeterminado (cosecha 2014).

Parámetros Físico-químicos	
Humedad %	93,72% ± 0,01 <sup>1</sup>
°Brix	5,3 ± 0,3 <sup>1</sup>
Acidez (Ácido Cítrico Anhidro g % )	0,44 ± 0,06 <sup>1</sup>
pH	4,28 ± 0,21 <sup>1</sup>
Peso Seco %	6,3% ± 0,008 <sup>1</sup>

1. valores promedios ± desviación estándar.

La importancia de la determinación de los parámetros físico-químicos no solo radica en conocer la composición de la materia prima, sino que permite además tomar decisiones para lograr una buena elaboración de mermelada.

El agua es uno de los componentes más importante de los alimentos; está presente en todos ellos en mayor o menor proporción. Conocer el contenido de agua en la materia prima utilizada en los procesos tecnológicos da un indicio de la energía necesaria para su transformación en los diferentes productos que se puedan obtener a partir de ellas. Mientras mayor es el contenido de agua, mayor será la energía para la obtención de productos deshidratados o durante la concentración de la materia prima para la elaboración de confituras como por ejemplo dulces, jaleas o mermeladas. El porcentaje de humedad de la materia prima oscila alrededor del 94%.

El contenido de sólidos solubles de la materia prima fluctúa alrededor de 5.3 °Brix.

La acidez titulable varía según la especie y aún entre variedades de una misma especie. Constituye un elemento importante en el gusto del producto. Para conseguir una buena gelificación en la elaboración de mermeladas la materia prima empleada debe poseer una acidez que oscile entre 0.7% y 1.4% expresada en ácido cítrico (Coronado *et al.*, 2001). El valor obtenido es inferior al "óptimo" y en correspondencia con este valor, el pH de la materia prima, se encuentra por encima de 3.1 (pH óptimo para conseguir una buena gelificación) por lo que para la elaboración de la mermelada fue necesario incrementar la acidez durante el proceso de elaboración utilizando como acidulante ácido cítrico.

## 2. Rendimiento del proceso de elaboración.

Los valores de peso de "producto" al ingreso y egreso de las etapas de pelado, trozado y cocción (concentración) permitieron calcular y conocer los rendimientos prácticos alcanzados bajo la metodología aplicada en el ensayo, en relación al peso de los tomates. Los mismos se exponen en la tabla a continuación. En la etapa de concentración el rendimiento superó el 100 % por el agregado de sacarosa y glucosa en dicha etapa.

Tabla N° 4: Rendimientos de etapas y proceso de elaboración de la mermelada. Valores expresados en porcentajes.

Etapa	Rendimiento (%)
Pelado	82
Trozado	85
Concentración	137
Proceso	93

### 3. Análisis de la mermelada.

#### 3.1. Cuantificación de compuestos fitoquímicos.

La siguiente tabla muestra los valores obtenidos en la determinación de los compuestos fitoquímicos de la mermelada.

Tabla N° 5: Contenido de Licopenos,  $\beta$ -Carotenos y Polifenoles Totales en 100g de mermelada.

Licopeno (mg % g muestra)	$\beta$ -Caroteno (mg % g muestra)	Polifenoles Totales (mg de ácido gálico % g muestra)
1,2614 $\pm$ 0,1975 <sup>1</sup>	0,9702 $\pm$ 0,0837 <sup>1</sup>	256,29 $\pm$ 15,79 <sup>1</sup>

1. valores promedios  $\pm$  desviación estándar.

Entre las sustancias beneficiosas para la salud, se han analizado principalmente el contenido de Licopeno y  $\beta$ -Caroteno en diferentes productos derivados del tomate (García Valverde, 2014; Periago *et al.*, 2001) que se muestran en la Tabla N°6.

Tabla N°6: Contenido de Licopeno y  $\beta$ -Caroteno en productos procesados de tomates.

Alimento	Contenido de carotenoides (mg % g)	
	Licopeno	$\beta$ -Caroteno
Jugo de tomate	8 – 11	0,4
Ketchup	15,9 – 16,6	0,1 – 0,5
Tomate enlatado	8,5 – 11,8	0,2 – 0,3
Salsa de tomate	15,2	0,3
Puré de tomate	13,2 – 26,1	0,4 – 0,5
Sopa de tomate concentrada	3,99	Sd*
Salsa de pizza enlatada	12,7	Sd*

\*Sd: sin dato.

Al comparar los datos de los diferentes productos con la mermelada elaborada en el presente trabajo, se puede observar que posee una menor cantidad de Licopeno pero duplica y hasta triplica el contenido de  $\beta$ -Carotenos, por ser este pigmento mayoritario presente en la materia prima.

Para comparar los contenidos de compuestos bioactivos entre la materia prima y el producto terminado, los resultados fueron expresados sobre sustancias seca (sss); para esto, en el caso de la mermelada, además de tener en cuenta el contenido de humedad se consideró la cantidad de azúcares agregados. Los mismos pueden visualizarse en los siguientes gráficos.

*Mermelada de Tomates Anaranjados, un Nuevo Producto Saludable.*

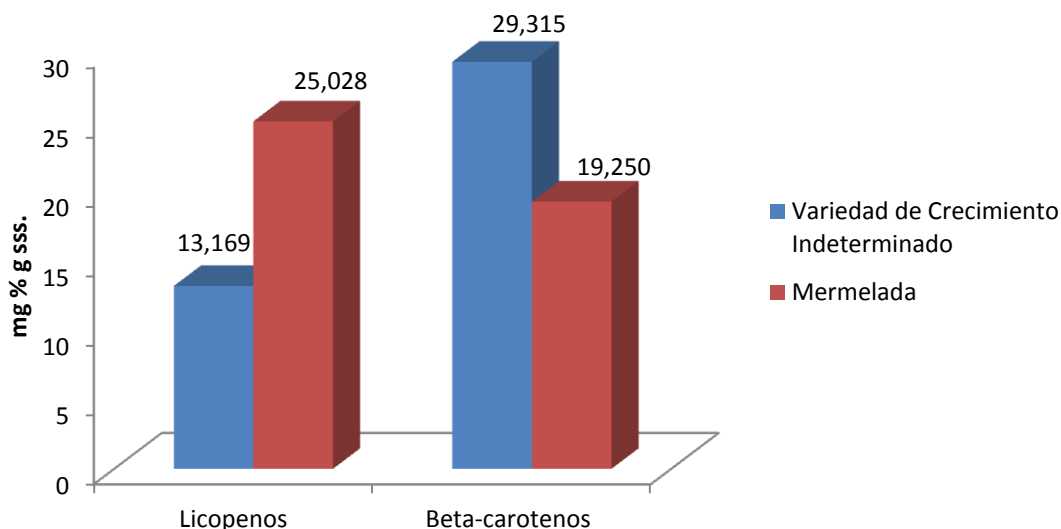


Gráfico N°1: Contenido de Licopenos y β-Carotenos expresados en mg % g sss.

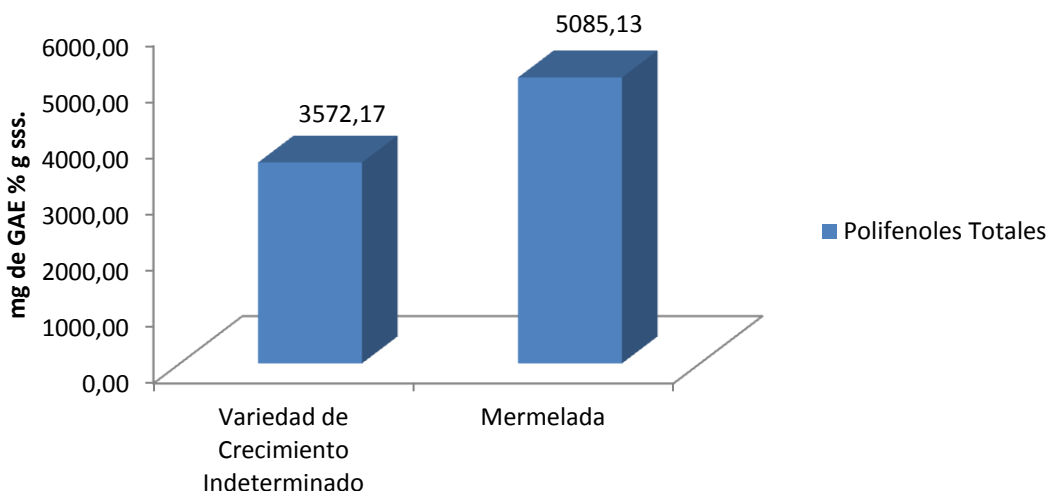


Gráfico N°2: Contenido de Polifenoles Totales expresados en mg GAE % g sss.

De esta forma podemos observar el efecto del procesamiento sobre el contenido de los compuestos fitoquímicos en la materia premia. Durante el proceso de elaboración el único compuesto que sufrió una disminución fue el β-Caroteno. La pérdida de este compuesto fue del 34%. En tanto se observa un incremento, debido a la concentración, en el contenido de Licopenos y Polifenoles Totales de 90 y 42 % respectivamente.

### 3.2. Actividad antioxidante.

La siguiente tabla muestra los valores obtenidos en las determinaciones de actividad antioxidante de la mermelada.

Tabla N° 7: Actividad antioxidante expresada en meq de Trolox % g de muestra.

TEAC		FRAP
Lipofílico	Hidrofílico	
0,0477 ± 0,0038 <sup>1</sup>	0,5642 ± 0,0709 <sup>1</sup>	0,2779 ± 0.0184 <sup>1</sup>

1. valores promedios ± desviación estándar.

## Mermelada de Tomates Anaranjados, un Nuevo Producto Saludable.

Para comparar la actividad antioxidante de los compuestos bioactivos entre la materia prima y el producto terminados los resultados fueron expresados sobre sustancia seca.

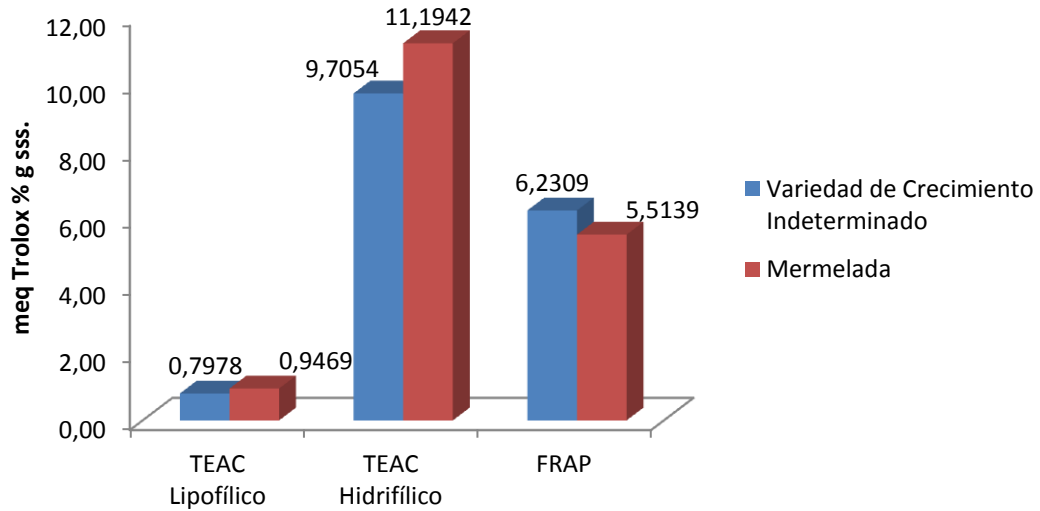


Gráfico N°3: Actividad antioxidante expresada en meq Trolox % g sss.

La Capacidad Antioxidante Equivalente al Trolox (TEAC) de los compuestos lipofílicos (Licopenos y  $\beta$ -Carotenos) se incrementó en un 18%. Este incremento se debe principalmente al aumento de la cantidad de Licopenos ya que la cantidad de  $\beta$ -Caroteno disminuyó después del procesamiento. La actividad antioxidante de los compuestos hidrofílicos (compuestos Fenólicos) manifestó un incremento del 15%.

El Poder Antioxidante de Reducción del Ión Férrico (FRAP) de los compuestos hidrofílicos disminuyó un 12%.

### 3.3. Análisis de la composición centesimal nutricional.

Las siguientes tablas resumen los resultados de las determinaciones de composición nutricional realizadas sobre las muestras de mermelada de tomate obtenidas.

Tabla N° 8: Composición nutricional de la Mermelada de Tomate. (Valores expresados en g%g de sustancia fresca).

Parámetro	Cantidad
Proteínas	0,72 g
Hidratos de Carbono	59,79 g
Grasas totales	0,59 g
Cenizas	0,13 g
Humedad	37,57 g
Fibra alimentaria	1,20 g
Sodio	28 mg
Valor energético	247,35 / 1038,87 Kcal/KJ

Tabla N°9: Información nutricional por porción de la Mermelada de Tomate.

Información nutricional Porción de 20 g. 1 cuchara de sopa.		
Energía/ Nutriente	Cantidad por porción	%VD (*)
Valor energético	49 kcal / 208 kJ	2
Carbohidratos	12 g	4
Sodio	6 mg	2
No contiene cantidades significativas de proteínas, grasas totales, grasas saturadas, grasas trans, ni fibra alimentaria.		
(*) % de Valor Diario con una base de una dieta de 2.000 kcal u 8.400kJ. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades energéticas		

### 3.4. Análisis sensorial de la mermelada de tomate.

#### 3.4.1. Distribución de la muestra de consumidores potenciales.

La evaluación sensorial fue realizada por un total de 131 consumidores.

Los gráficos que se presentan a continuación son una representación de la distribución porcentual por género y grupo etario respecto del total de consumidores que conformaron la muestra.

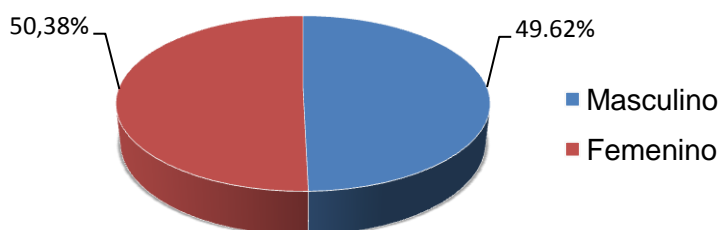


Gráfico N°4: Distribución porcentual por género de los participantes de la evaluación sensorial. Donde n=131.

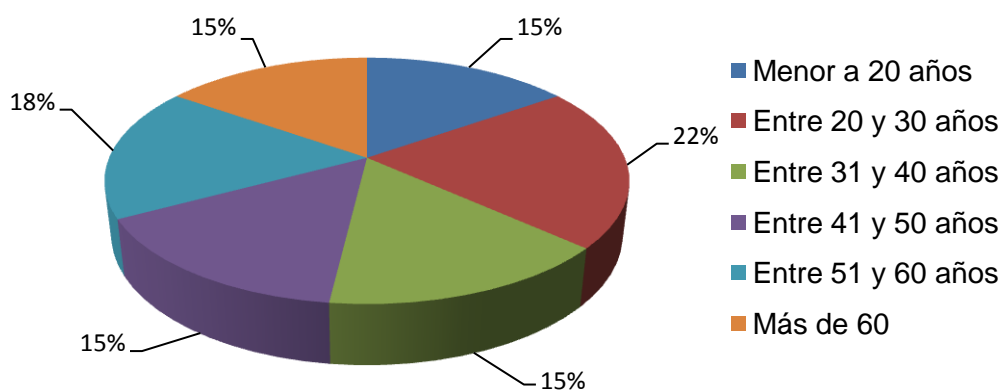


Gráfico N°5: Distribución porcentual por grupo etario de los participantes de la evaluación sensorial. Donde n=131.

### Mermelada de Tomates Anaranjados, un Nuevo Producto Saludable.

La frecuencia porcentual de consumo de mermeladas en la dieta cotidiana de los participantes de la evaluación sensorial se presenta en el siguiente grafico.

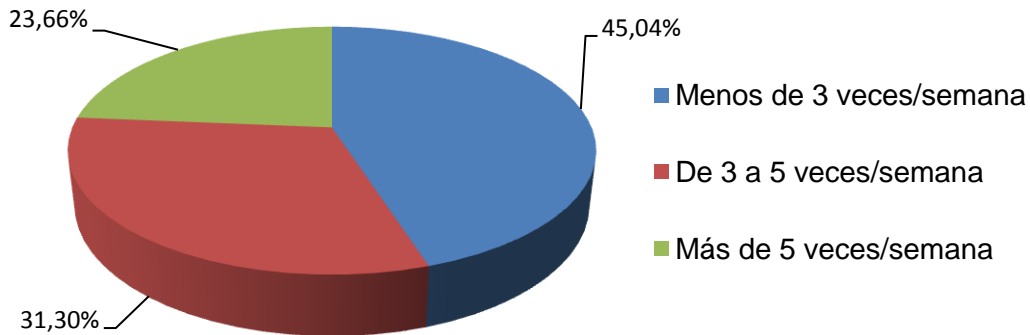


Gráfico N°6: Distribución porcentual de la frecuencia de consumo de mermelada. Donde n=131.

Puede observarse que la mayor frecuencia de consumo es “*menos de 3 veces por semana*”, pero al acumular los porcentajes de las dos categorías restantes podemos ver que el 54.96% consume mermelada de 3 a más de 5 veces por semana.

#### 3.4.2. Prueba de aceptación.

A continuación se presenta la distribución de frecuencia porcentual de la variable: Grado de satisfacción experimentado por el consumidor potencial al degustar la mermelada, correspondiente al conjunto de participantes de la evaluación sensorial.

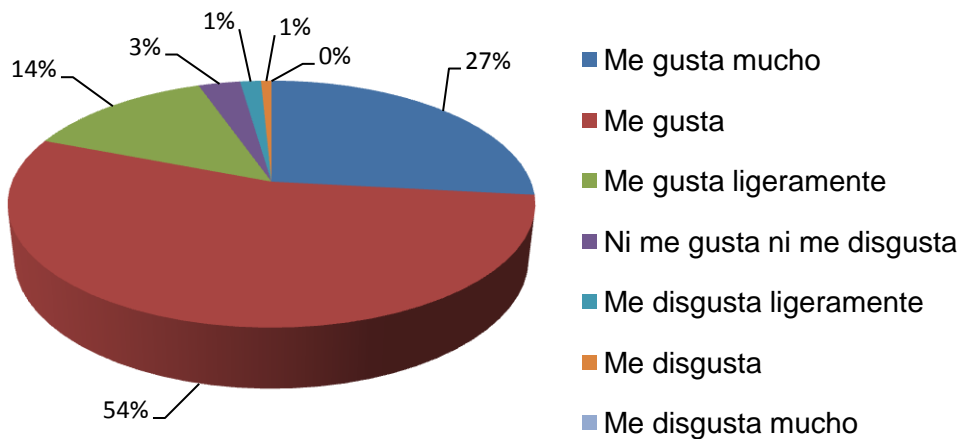


Gráfico N°7: Distribución de frecuencia porcentual del grado de satisfacción experimentado por los participantes de la evaluación sensorial al degustar la mermelada. Donde n = 131.

El análisis frecuencial indicó que la mayor frecuencia corresponde a la categoría Me Gusta, seguido por las categorías Me Gusta Mucho y Me Gusta Ligeramente, al acumular los porcentajes de estas categorías se encuentra el 95% de los datos. Solamente el 2% corresponde a las categorías Me Disgusta y Me Disgusta Ligeramente.

En los gráficos 8 y 9 puede observarse la distribución de frecuencia porcentual de la variable: Grado de satisfacción experimentado por el consumidor potencial al degustar la mermelada; por género masculino y femenino respectivamente.

*Mermelada de Tomates Anaranjados, un Nuevo Producto Saludable.*

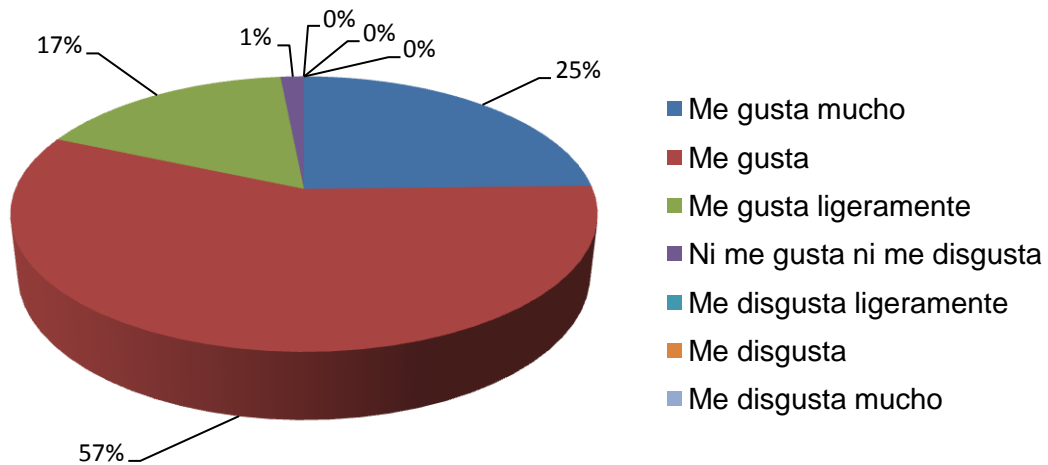


Gráfico N°8: Distribución porcentual del grado de satisfacción experimentado por el género masculino al degustar la mermelada. Donde n = 65.

Puede verse en el gráfico N°8 que el 99% de los datos pertenecen a las tres categorías superiores. El gráfico N° 9 muestra que el 91% de los datos corresponden a las tres categorías superiores, y que solamente el 4% de los datos se encuentran comprendidos en las categorías inferiores (*me disgusta ligeramente* y *me disgusta*). Esto muestra un alto grado de satisfacción generado en ambos géneros, siendo mayor en el público masculino.

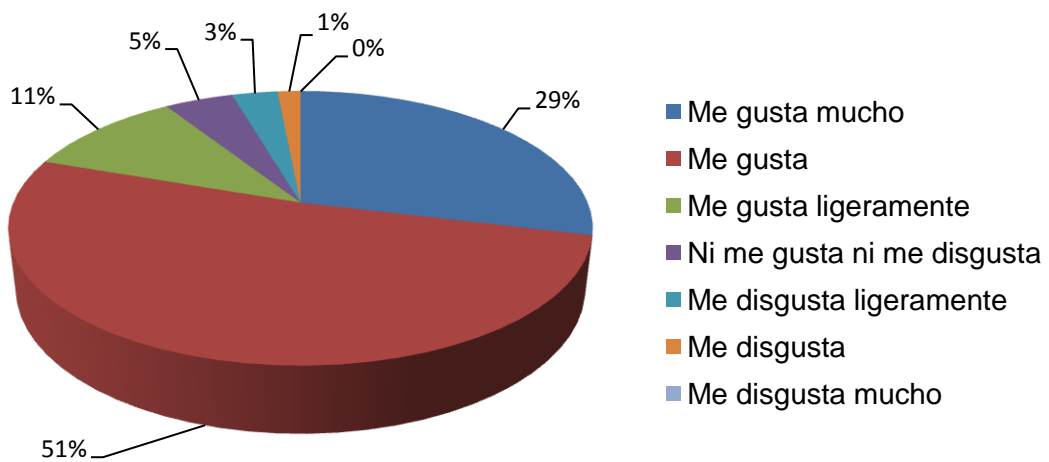


Gráfico N°9: Distribución porcentual del grado de satisfacción experimentado por el género femenino al degustar la mermelada. Donde n = 66.

En el gráfico N°10 se presenta la distribución de frecuencia relativa porcentual de la variable: Grado de satisfacción experimentado por el consumidor potencial al degustar la mermelada, por grupo etarios. Podemos observar que para la mayoría de los grupos etarios la mayor frecuencia relativa porcentual fue para la categoría Me gusta, seguido de la categoría Me gusta mucho y Me gusta ligeramente; al igual que ocurrió con el análisis frecuencial por género.

Podemos ver que para el grupo etario entre 51 y 60 la mayor frecuencia se encuentra en la categoría Me gusta mucho, seguido por la categoría Me gusta y Me gusta ligeramente.

Mermelada de Tomates Anaranjados, un Nuevo Producto Saludable.

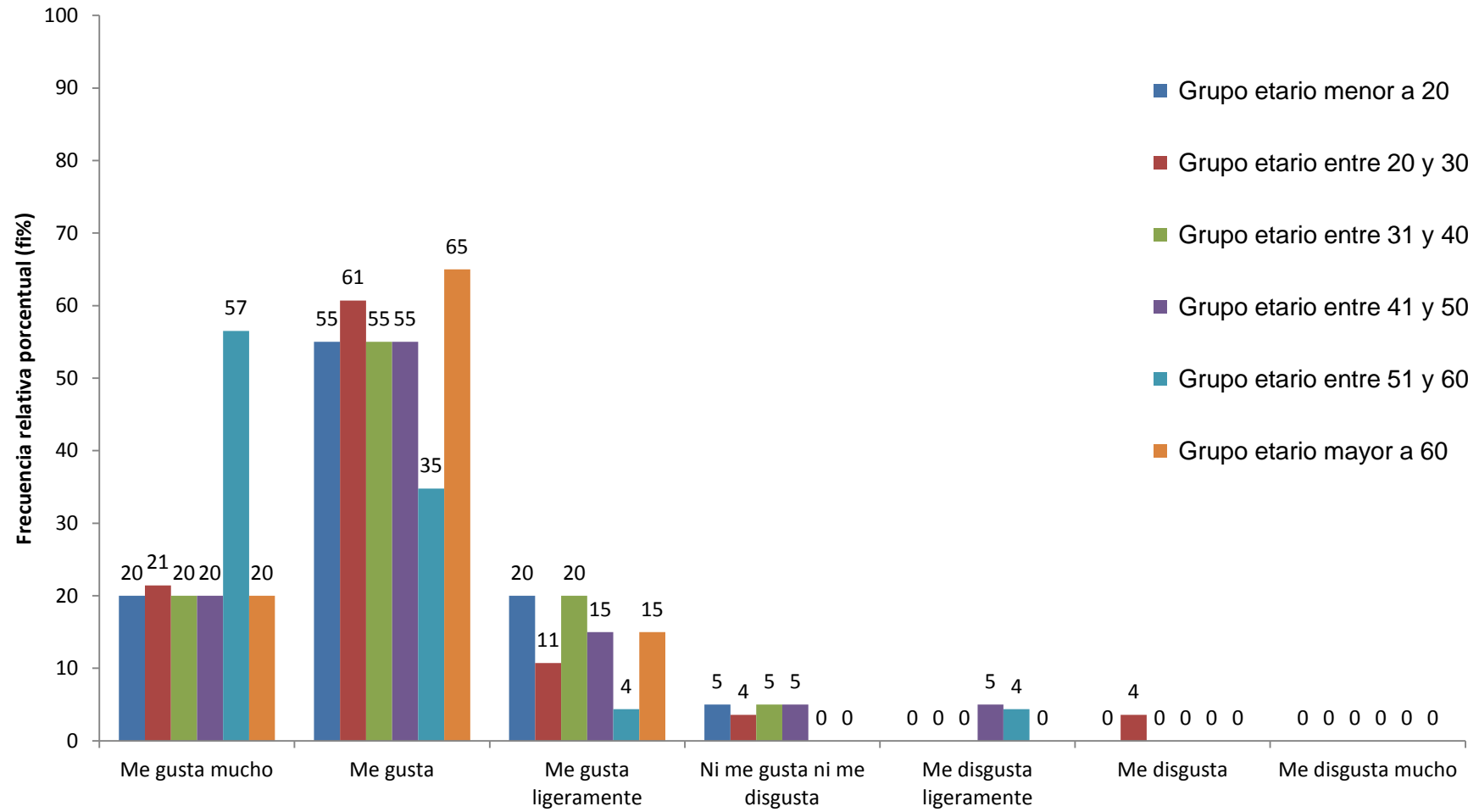


Gráfico N° 10: Distribución de frecuencia porcentual del grado de satisfacción de los diferentes grupos etarios. Donde n=131.



*Mermelada de Tomates Anaranjados, un Nuevo Producto Saludable.*

Las respuestas obtenidas respecto a la intención de compra se muestran en los gráficos a continuación. En los mismos pueden observarse los porcentajes correspondientes a cada respuesta posible (SI ó NO) para el total de los participantes y por géneros.

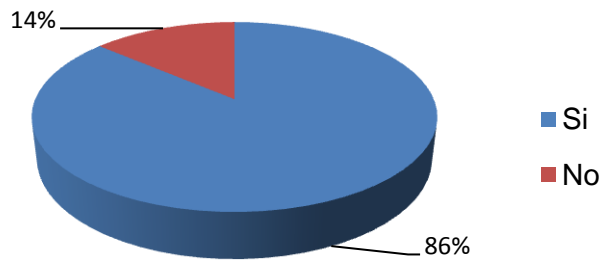


Gráfico N°11: Distribución porcentual de la intención de compra de los participantes de la evaluación sensorial. Donde n=131.

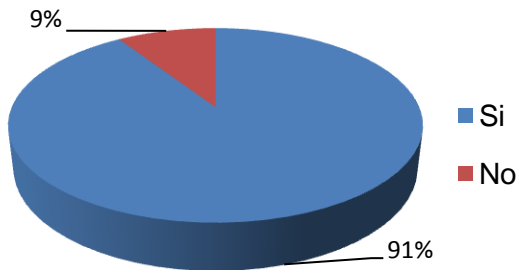


Gráfico N°12: Distribución porcentual de la intención de compra del género masculino. Donde n=65.

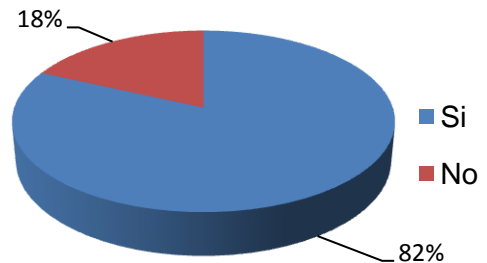


Gráfico N°13: Distribución porcentual de la intención de compra del género femenino. Donde n=66.

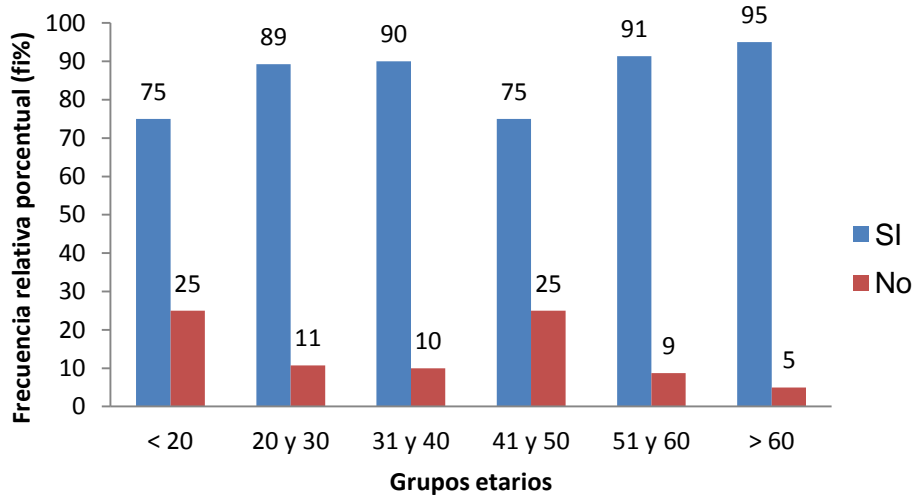


Gráfico N°14: Distribución porcentual de la intención de compra por grupo etario. Donde n=131.

El producto logra una amplia aceptación por parte de los consumidores potenciales tanto para los diferentes géneros como en los diferentes grupos etarios.

Puede verse que el género que logró el mayor nivel de aceptación fue el *masculino* y para el caso de los grupos etarios la mayor aceptación se logró en el grupo: *mayor a 60* seguido por el grupo: *entre 51 y 60*.

### 3.4.3. Otros datos obtenidos.

Para evaluar otros aspectos como la apariencia, el color y olor de la mermelada se incluyó un pequeño cuestionario que arrojó los siguientes datos.

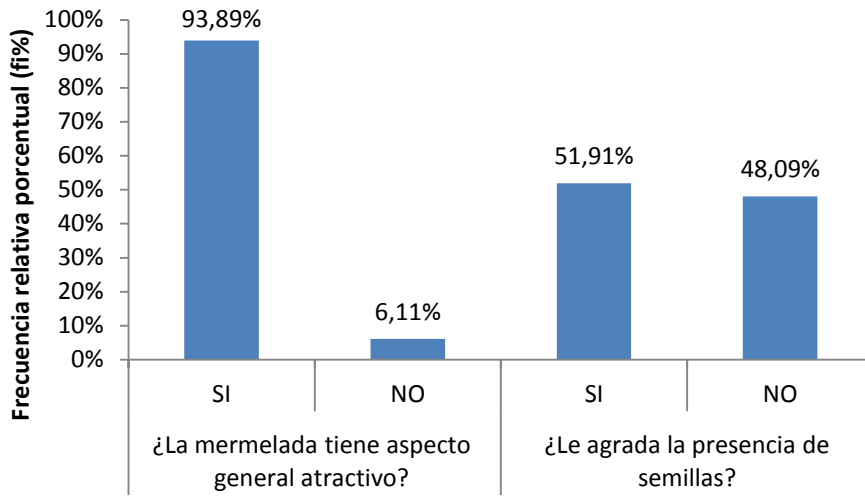


Gráfico N° 15: Distribución de frecuencia porcentual respecto a la apariencia general de la mermelada. Donde n=131.

La mermelada presentó un aspecto general atractivo, donde la presencia de semillas resultó ser agradable para el 52% aproximadamente de los encuestados. Entre las observaciones realizadas por aquellos consumidores que manifestaron su desagrado visual por la presencia de semillas indicaron que las mismas no se perciben al momento de consumir la mermelada por lo que su presencia no representa un aspecto negativo al momento de consumo.

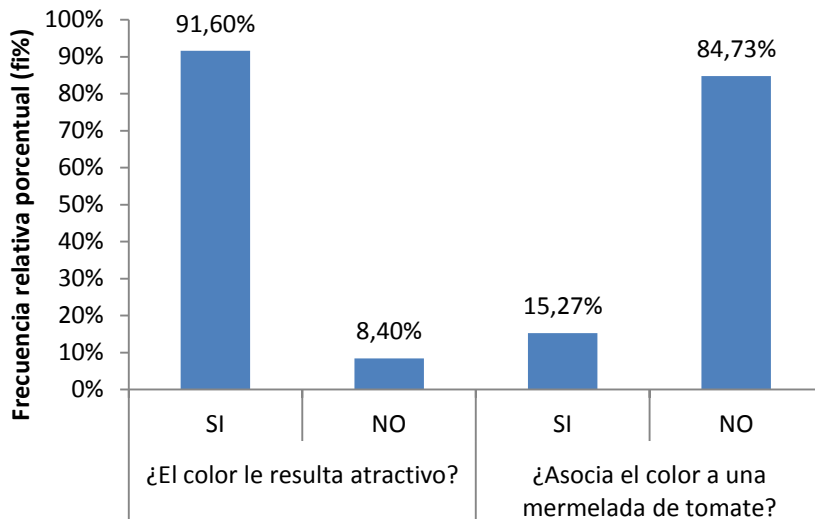


Gráfico N° 16: Distribución de frecuencia porcentual respecto al color de la mermelada. Donde n=131.

El color resultó ser atractivo, pero solamente el 15 % lo asoció a una mermelada de tomates. Entre los comentarios emitidos respecto al color se hace referencia a que es muy atractivo pero que recuerda a mermelada de durazno o damasco y se espera que este producto sea rojo.

*Mermelada de Tomates Anaranjados, un Nuevo Producto Saludable.*

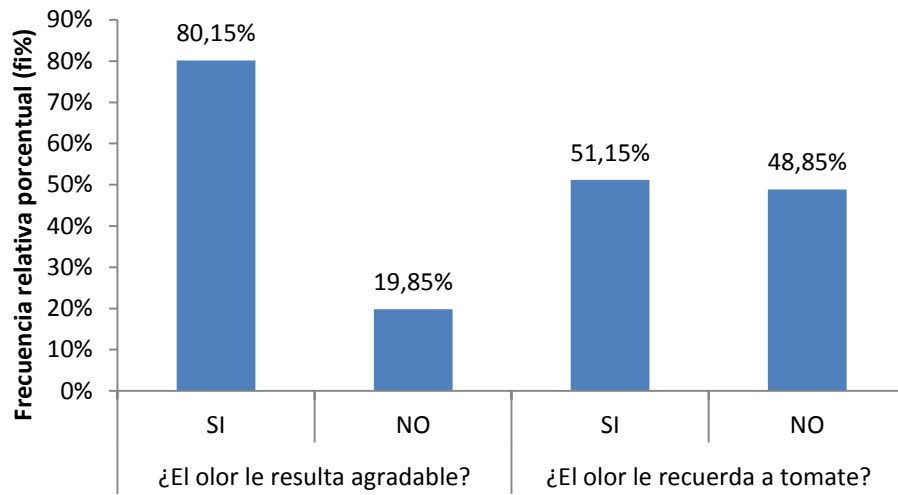


Gráfico N° 17: Distribución de frecuencia porcentual respecto al olor de la mermelada. Donde n=131.

Un comentario recurrente en las encuestas fue que este producto podría utilizarse con éxito en la preparación de salsas o reducciones agridulce para acompañar carnes.

**CAPÍTULO IV**  
**CONCLUSIÓN FINAL**

## *Mermelada de Tomates Anaranjados, un Nuevo Producto Saludable.*

Durante el desarrollo de esta tesis se dio cumplimiento al objetivo general; se elaboró una mermelada con buenas características organolépticas y propiedades saludables por su aporte en compuestos fitoquímicos con actividad antioxidante (**Licopenos,  $\beta$ -Carotenos y Polifenoles**), utilizando la variedad de tomate de color anaranjado de crecimiento indeterminado.

Las variedades estudiadas poseen compuestos bioactivos con actividad antioxidante y características promisorias para la elaboración industrial de mermelada.

La variedad de tomate de crecimiento indeterminado presentó mejor perfil de compuestos fitoquímicos que la variedad de crecimiento determinado.

La mermelada elaborada conservó compuestos con actividad antioxidante, que ejercerían funciones benéficas para la salud. Una porción (20 gramos) aporta 0,252 mg de Licopenos y 0,194 mg de  $\beta$ -Carotenos lo que representa el 2,5 % y 4,3 % de la ingesta diaria recomendada respectivamente para cada compuesto y contiene 51,25 mg de Polifenoles por lo que puede considerarse como un alimento saludable. No posee cantidades significativas de grasas totales, saturadas ni trans y no aporta altos niveles de sodio lo que contribuye a sus características saludables.

El producto elaborado generó un alto nivel de satisfacción en los consumidores potenciales debido a las buenas características organolépticas. Estas permiten la posibilidad de utilizar el producto como mermelada o en la preparación de comidas o reducciones agrídulces.

La caracterización de las nuevas variedades de tomates anaranjados, tanto por su composición físico-química como en su contenido en compuestos fitoquímicos, permite contar con una materia prima, que puede ser de interés para la elaboración de alimentos gourmet con compuestos saludables; siendo la mermelada una buena alternativa para la utilización industrial de estas nuevas variedades de tomates.

Del presente estudio se desprenden algunas ideas que se expresan a continuación como posibles líneas de investigación a futuro:

- Realizar un estudio más detallado de los compuestos fitoquímicos presentes en los frutos frescos de las variedades de tomate y en la mermelada, por HPLC, para obtener un perfil más amplio que permita identificar la naturaleza química de cada compuesto, tanto de los carotenoides como de los polifenoles presentes.
- Estudiar cómo se modifica el contenido de los compuestos bioactivos en una mermelada de bajo valor glucídico, y compararlo con una mermelada tradicional como la elaborada en esta tesis.
- Innovar en el desarrollo de nuevos productos a partir de estas nuevas variedades de tomates.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Alonso, B. O.; Lorencio, F. G. y Blanco-Navarro I. (2001). Carotenoides y la salud humana. [En línea]. Fundación española de la nutrición. Disponible en: <<http://www.fen.org.es/imgPublicaciones/1522007542.pdf>> ISBN: 84-930544-2-9. [Consulta: 20/11/2014]
- Anzaldúa Morales, A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Ed. Acribia. Zaragoza, España. 198 p.
- Araya, H.L.; Lutz, M. R. (2003). Alimentos Funcionales y Saludables. *Rev Chil Nutr Vol. 30, Nº1, pp. 8 – 14.*
- Argerich, C.A.; Gaviola, J.C. (1995). Manual de producción de semillas hortícolas. Tomate. [En línea]. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. Disponible en: <<http://inta.gob.ar/documentos/manual-de-produccion-de-semillas-hortícolas.-tomate/>> [Consulta: 14/10/2014].
- Asociación Tomate 2000. (2015). Programa para el aumento de la competitividad de la industria del tomate. Informe progresos 2014-2015. Ediciones INTA. La Consulta, INTA EEA La Consulta. Edición impresa ISSN 1853-6972. [En línea]. Disponible en: <<http://inta.gob.ar/unidades/512000>> [Consulta: 14/08/2015].
- Barazarte, H.; García, T.; Garrido, E.; Pérez, H.; Terán, Y. (2010). Evaluación de dos métodos colorimétricos para cuantificar sustancias pécticas en parchita (*passiflora edulis*). *Bioagro*, Vol. 22, Nº 2, pp. 163-166.
- Benzie I.F., Strain J.J. (1996). The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of Antioxidant Power: The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*. Vol. 239, pp. 70-76.
- Bojórquez, R. M. C.; Gallego, J. G. y Sánchez-Collado, P. (2013). Propiedades funcionales y beneficios para la salud del licopeno. *Nutr Hosp*. Vol. 28, Nº 1, pp. 6-15.
- Bravo-Lozar, S. (2012). Optimización del contenido y disponibilidad del licopeno y otros compuestos bioactivos en tomate y productos elaborados con tomate. . *Universidad de Murcia*. 221p.
- Candelas-Cadillo, M. G.; Alanís-Guzmán, M. G.; Bautista-Justo, M.; Del Río-Olague F. y García-Díaz C. (2005). Contenido de licopeno en jugo de tomate secado por aspersión. *Revista mexicana de Ingeniería Química*. Vol. 4, pp. 299-307.
- Candolle, A. (1886). *Origin Of Cultivated Plants*, 2da. New York:D. Appleton (1959 reprint; New York: Hafner Publishin Company).
- Cano A, Hernández-Ruiz J, García-Cánovas F, Acosta M, Arnao MB. (1998). An End-point Method for Estimation of the Total Antioxidant Activity in Plant Material. *Phytochem. Anal.* Vol. 9, pp. 196-202.
- Cantrell, A.; McGarvey, D.J.; Truscott, T.G.; Rancan, F. y Boehm, F. (2003). Singlet oxygen quenching by dietary carotenoids in a model membrane environment. *Arch Biochem Biophys*. Vol. 412 pp. 47–54.
- Centro de Investigación Tecnológica de Frutas y Hortalizas del Sistema INTI (CITEF). (1987). *Identidad y calidad de los alimentos frutihortícolas industrializados*. Tomo I y II, Mendoza.
- Código Alimentario Argentino. [En línea]. Disponible en: <[www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas\\_alimentos\\_caa.asp](http://www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas_alimentos_caa.asp)> [Consulta:05/05/2015].
- Coronado, M.; Roaldo, H.R. (2001). Elaboración de mermeladas/ Procesamiento de alimentos para pequeñas y microempresas agroindustriales. Ed. CIED, Lima, Perú, 36 pp.
- Cortés, R.; Chiralt, B.; Puente, D. (2005). Alimentos Funcionales: Una historia con mucho presente y futuro. *Vitae, Revista de la Facultad de Química Farmacéutica*, Vol 12, Nº 1, pp. 5-14.
- De Blasi S.A. [En línea]. Disponible en: <<http://www.deblasi.com.ar/es/maquinaria.html>> [Consulta: 02/12/2014].
- FAO (2002). *Nutrición Humana en el Mundo en Desarrollo*. [En línea].Disponible en: <<http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s00.htm#Contents>> [25/08/2015].
- Farjas Abadia, Pilar. (2003). Sobre los alimentos funcionales. *Rev. Esp. Salud Pública*, Vol.77, Nº 3, pp. 313-316.

- Fernández-Ruiz, V.; Cámara, M.; Quintela, J.C. (2007). Ingredientes bioactivos de tomate: el licopeno. *Nutr Clin Diet Hosp*, Vol.166, Nº3, pp. 36-40.
- Folin, C.; Ciocalteau, V. (1927). Tyrosine and tryptophan determination in proteins. *J. Biol. Chem.* Vol. 73, pp. 627-650.
- García-Valverde, V. (2014). *Estudio del Contenido de Compuestos Bioactivos en Tomate: Evaluación de la Materia Prima, Efectos del Tratamiento Tecnológico y Caracterización del Subproducto*, [Doctor en Biología]. Universidad de Murcia. 126p.
- Hortoinfo (2015). [En línea]. Disponible en: < <http://www.hortoinfo.es/index.php/noticia/4682-prod-mund-tomate-120215>> [Consulta: 16/10/2015]
- Ibáñez, F.C. y Barcina, Y. (2001). Análisis sensorial de alimentos: métodos y aplicaciones. *Taylor & Francis*. 180 p.
- Incalfer. [En línea]. Disponible en:< <http://www.incalfer.com/ESP/index.php>>[Consulta:02/12/2014]
- Instituto de Desarrollo Rural. (2014). Red provincial de precios pagados a productor. Informe por producto. Tomate. Informe de avance 2014. [En línea]. Mendoza. Disponible en: < [http://www.idr.org.ar/wp-content/uploads/2012/08/InformeTomate\\_hasta2012-13\\_docx.pdf](http://www.idr.org.ar/wp-content/uploads/2012/08/InformeTomate_hasta2012-13_docx.pdf)> [Consulta: 14/10/2014].
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI). (2009). Mermeladas, dulces y confitura. Mermelada de Durazno. 2a ed. Buenos Aires: INTI, 29p.
- Jenkins, J.A. (1984). The Origin Of The Cultivated Tomato. *Econ.bot* 2:379-392.
- Maiani, G.; Periago, M.J.; Catasta, G.; Toti, E.; Goñi, I.; Bysted, A.; Granado-Lorencio, F.; Olmedilla-Alonso, B.; Knuthsen, P.; Valoti, M.; Böhm, V.; Mayer-Miebach, E.; Behnlian, D.; Schlemmer, U. (2009). Carotenoids: Actual knowledge on food sources, intakes, stability and bioavailability and their protective role in humans. Mol Nutr Food Res. Vol. 53, pp. 194–218.*
- Martin Maq®. [En línea]. Disponible en:< <http://www.martinmaq.com/web/es/inicio>> [Consulta: 02/12/2014]
- Martínez, A.M. (2011). *Mejora de la calidad nutritiva del tomate: búsqueda de fuentes de variabilidad, estudio de la influencia del ambiente y determinación del control genético*, [Doctor Ingeniero Agrónomo]. Universidad Politécnica de Valencia. 111p.
- Martínez-Valverde, I.; Periago, M.J.; Provan, G.; Chesson, A. (2002). Phenolic compounds, lycopene and antioxidant activity in commercial cultivars of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Journal of the Science and Food agriculture* Vol. 82 pp. 323– 330.
- Mayne, S.T. (1996). Beta-carotene, carotenoids and disease prevention in humans. *FASEB Journal*, Vol 10 Nº 7, pp. 690-701.
- Minoggio, M.; Bramati, L.; Simonetti, P.; Gardana, C.; Iemoli, L.; Santangelo, E.; Mauri, P. L.; Spigno, P.; Soressi, G. P. y Pietta, P. G. (2003). Polyphenol pattern and antioxidant activity of different tomato lines and cultivars. *Annals of Nutrition & Metabolism* Vol. 47,pp. 64-69.
- Moreno, C. (2012). Un tema complejo. Normativa y alimentos funcionales. *Alimentos Argentinos*, Vol. 55, pp. 60-63.
- Moritz, B. y Tramonte, V.L.C. (2006). Biodisponibilidad de licopeno. *Rev. Nutr.* Vol.19, Nº 2, pp. 265-273.
- Navarro García, G.; Navarro García, S. (1985). Sustancias Pécicas, Química y Aplicaciones. [En línea]. Disponible en: < <http://books.google.com.ar>>. [Consulta: 14/03/2015].
- Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists International. 1995. 16ª Edition. Editado por Cunniff, P. United States.
- Olagnero, G.; Genovois, C.; Irei, V.; Marcenado, J.; Bendersky, S. (2007). Alimentos funcionales: Conceptos, Definiciones y Marco Legal Global. *Diaeta (B.Aires)*, Vol.25, Nº119, pp. 33-41.
- Olarte, G. (2002). Procesamiento y conservación de frutas. [En línea]. Disponible en: <<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/teoria/obmerm/p3.htm#3-3>> [Consulta: 14/03/2015].
- Ordóñez, A.L.; Balanza, M.E.; Martín, F.R. y Flores, C.A. (2009). Estabilidad del Carotenoide Licopeno en Tomates en Conserva. *Información Tecnológica*. Vol. 20 Nº 4, pp. 31-37.

- Palomo, Iván G.; Fuentes, Eduardo Q.; Carrasco, Gilda S.; González, Daniel R.; Moore-Carrasco, Rodrigo. (2010). Actividad antioxidante, hipolipemiante y antiplaquetaria del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y el efecto de su procesamiento y almacenaje. *Rev. chil. nutr.* Vol.37, Nº.4, pp. 524-533.
- Palomo, Iván G.; Moore-Carrasco, Rodrigo; Carrasco, Gilda; Villalobos, Pablo; Guzmán, Luis. (2010). El consumo de tomates previene el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y cáncer: antecedentes epidemiológico y mecanismos de acción. *Idesia (Chile)*, Vol.28, Nº.3, pp. 121-129.
- Pearson, D. (1976). *Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos*. Ed. Acribia. Zaragoza. España. pp. 359.
- Peralta I.E., and D.M.Spooner. 2006. History, origin and early cultivation of tomato (*Solanaceae*). In genetic improvement of Solanaceous crops, Vol 2: Tomato ed M.K. Razdan and A.K.Mattoo. 1-27. Enfield: Science Publishers.
- Peralta I.E., Spooner, D.M.; Knapp, S. (2008). Taxonomy of Wild Tomatoes and their Relatives (*Solanum* sect. *Lycopersicoides*, sect. *Junglandifolia*, sect. *Lycopersicon*; *Solanaceae*). Ed Systematic botany monographs Vol 84.
- Pérez, J.; Hurtado, G.; Aparicio, V.; Argueta, Q.; Larín, M.A. (2001). Guía técnica. Cultivo de tomate. [En línea]. Disponible en: < <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Tomate.pdf> > [Consulta: 14/10/2014].
- Periago, M.J.; Martínez-Valverde, I.; Ros, G.; Martínez, C. y Lopez, G. (2001). Chemical and biological properties and nutritional value of lycopene. *An. Vet. (Murcia)* Vol. 17 pp.51-66.
- Podsedek, A., Sosnowska, D., Anders, B. (2003). Antioxidative capacity of tomato products. *European Food Research and Technology*, Vol. 217, pp. 296-300.
- Porter, J.W. y Anderson, D.G. (1967). Biosynthesis of carotenoids. *Annual Review of Plant Physiology*, Vol. 18, pp. 197-228.
- Quiñones, M.; Miguel, M. y Aleixandre, A. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutr Hosp.* Vol. 27, Nº 1, pp. 76-89
- Rauch, G.H. (1987). Fabricación de mermeladas. Editorial ACRIBIA, S.A. 1ª. Reimpresión, Zaragoza (España). 199p.
- Re, R.; Pelegriani, N.; Proteggente, A.; Pannala, A.; Yang, M.; Rilceevans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology & Medicine*, New York, Vol.26, Nº.9-10, pp.1231-1237.
- Roberfroid, M.B. (2002). Functional foods: concepts and application to inulin and oligofructose. *Brit. J. of Nutr.*, Vol 87, Nº 2, pp. 139-143.
- Sancho, J.; Bota, E.; Castro, J.J. (2002). Introducción al Análisis Sensorial de Alimentos. *Alfaomega. Edicions Universitat de Barcelona*. 328 p.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGyP). (2005). [En línea], Un tema complejo, Normativa y Alimentos Funcionales. Disponible en <[http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/revista/ediciones/55/articulos/R55\\_07\\_untemacomplejo.pdf](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/revista/ediciones/55/articulos/R55_07_untemacomplejo.pdf)> [Consulta: Mayo 2014].
- Silvera Rodriguez, M.B.; Monereo, M.S.; Molina Baena, B. (2003). Alimentos funcionales y nutrición óptima. ¿Cerca o Lejos?. *Revista Española de Salud Pública*, Vol 77, pp. 317-331.
- Singleton, V.L. y Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology Viticulture*. Vol. 16, pp. 144-158.
- Story, E.; Kopeck, R.; Schwartz, S. y Harris, G. (2010). An update on the health benefits of tomato lycopene. *Annu. Rev. Food Technol.*, 1:10.1146/annurev.food.102308.124120.
- Tirilly, y.; Bourgeois, C.M. (2002). *Tecnología de las Hortalizas*. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza (España). pp. 591.
- Tomás-Barberán, F.A. (2003). Los polifenoles de los alimentos y la salud. *Alimentación, Nutrición y Salud*, Vol. 10, N.º 2, pp. 41-53. Copyright © 2003 INSTITUTO DANONE.
- Toor, R.K., Savage, G.P., Lister, C.E. (2006). Seasonal variations in the antioxidant composition of greenhouse grown tomatoes. *Journal of Food Composition and Analysis*. Vol. 19, pp. 1-10.



*Mermelada de Tomates Anaranjados, un Nuevo Producto Saludable.*

- Toor, R.K., y Savage, G.P. (2005). Antioxidant activity in different fractions of tomatoes. *Food Research International* Vol. 38, pp. 487-494.
- Urango Marchena, L.A.; Montoya Parra, G.A.; Castaño, E.; Serna López, A.M.; Vanegas C.V.(2009). Efecto de los compuestos bioactivos de algunos alimentos en la salud. *Perspect Nut Hum*, Vol.11, Nº.1, pp. 27-38.
- Ureña, M.; D'Arrigo, M.; Girón, O. (1999). Evaluación sensorial de los alimentos. *Ed. Agraria. Lima. Perú. 200p.*
- Vershinin, A. (1999). *Biological functions of carotenoids-diversity and evolution. Biofactors. Vol. 10, Nº 2, pp. 99-104.*
- Vignoni, L.; Bauzá, M.; Miráble M.; Herrera, M.C.; Bartucciotto, C. (2003). Evaluación sensorial de mermeladas de tomates de color no tradicional. *Rev. FCA UNCuyo. Tomo XXXV, Nº 1, pp. 43-49.*
- Wargovich, MJ. (1999). Nutrition and cáncer: The herbal revolution. *Curr. Opin clin Nutr Metab Care*, Vol. 285, pp. 400-421.
- Zapata, L.M.; Gerard, L.; Davies, C.; Schwab, M.C. (2007). Estudio de los componentes antioxidantes y actividad antioxidante en tomates. *Ciencia, Docencia y Tecnología. Nº 35. Pp. 173-193.*
- Zhou, K., Yu, L. (2006). Total phenolic contents and antioxidant properties of commonly consumed vegetables grown in Colorado. *LWT. Food Science and Technology*, 39: 1155-1162.

## ANEXO N° 1

### Técnicas analíticas para la medición de los parámetros físico-químicos de la materia prima.

#### 1. Acidez potencial o pH.

Es una medida de la acidez o alcalinidad de una sustancia. Este término indica la concentración iones hidrógeno presentes en una sustancia (CITEF, 1987).

Se realizó con un potenciómetro (con escala para medir pH) debidamente calibrado con soluciones "buffer" de pH 4 y 7.

Potenciómetro *UltraBASIC*- Denver Instrument

Procedimiento:

○ Introducir el electrodo en la muestra, y realizar la lectura en el visor cuando este indique que la lectura es estable. Al finalizar cada lectura debe lavarse el electrodo con agua destilada y secar con papel suave.

#### 2. Acidez titulable.

El método consiste en neutralizar la acidez de la muestra con OHNa 0,1N hasta pH 8,1 en presencia de fenolftaleína como indicador (CITEF, 1987).

Procedimiento:

○ Filtrar la muestra, tomar con pipeta de doble aforo 10 ml del filtrado y colocarlo en un erlenmeyer de 250 ml, agregar y 1 o 2 gotas de fenolftaleína y agitar, finalmente titular con una solución de OHNa 0.1 N, hasta leve color rosado. La acidez, expresada en g % de ácido cítrico anhidro, se calcula como sigue:

$$A = \frac{0.0064 \times V}{G} \times 100$$

Donde:

- A: La acidez, expresada en g % de ácido cítrico anhidro,
- V: Volumen de OHNa 0.1 N gastado, en cm<sup>3</sup>,
- G: Cantidad de muestra, en ml,
- 0.0064: Factor de conversión de ácido cítrico anhidro.

#### 3. Sólidos solubles.

El método se basa en la variación de índice de refracción con la concentración de azúcar. La lectura se efectúa en escala azucarina y se expresa en grados Brix, que corresponde a porcentaje de sacarosa que posee la muestra. Hay que considerar que las diversas sustancias disueltas en la muestra hacen efecto de refracción, pero en la práctica se considera poco significativo (CITEF, 1987).

Procedimiento:

○ El primer paso es calibrar el Refractómetro utilizando agua destilada, cuya lectura debe ser cero, de no ser así debe corregirse con el tornillo de ajuste. La determinación consiste en colocar una porción de la muestra en un trozo de muselina, exprimir y desechar las primeras gotas, luego dejar caer 2 ó 3 gotas sobre el prisma,

enfrentar el aparato a una buena fuente de luz y efectuar la lectura con el refractómetro mantenido a 20 °C.

Refractómetro ATAGO (escala azucarina de 0 °Brix a 45 °Brix)

#### **4. Humedad y Sólidos Totales.**

Para determinar humedad a presión atmosférica se utilizan estufas de temperatura regulable generalmente a 105 °C durante 4 hs (la temperatura de trabajo y el tiempo dependen del producto a desecar), hasta peso constante (CITEF, 1987).

La humedad se expresa en porcentaje y se calcula como sigue:

$$H\% = \frac{Ph - Ps}{Ph} \times 100$$

Donde:

- Ph: Peso de la muestra húmeda,
- Ps: Peso de la muestra seca.

Procedimiento:

○ Secar en estufa a 105°C, durante 20 minutos un cristalizador, transferir al desecador y enfriar, luego tarar el mismo en balanza de precisión, agregar 5 gramos de muestra y desecar en estufa a 105 °C durante 4 hs, retirar de la estufa, enfriar en desecador y pesar, volver a colocar en la estufa durante 30 minutos, retirar enfriar en desecador y pesar. Esta operación debe repetirse hasta peso constante.

El contenido de Sólidos Totales (ST) se determina por diferencia de peso entre la muestra húmeda y la muestra seca  $\rightarrow ST = Ph - Ps$  .

## **ANEXO Nº 2**

### **Protocolos para la determinación de los compuestos fitoquímicos.**

#### **1. Protocolo para la obtención de extractos.** Modificado de Toor y Savage (2005).

##### **1.1. Extracto Hidrofílico.**

Moler con nitrógeno líquido la muestra, pesar 500 mg del polvo en un tubo Falcon de 15 mL y agregar 1,5 mL de metanol 75% con BHT al 0,1 % (p/v). Sonicar 15 en baño de agua con hielo. Centrifugar a 6000 rpm durante 15 minutos. Separar el sobrenadante y agregar al pellet 1 mL de metanol 75% con BHT al 0,1 % (p/v) y repetir el procedimiento. A la fracción colectada, ajustarla a un volumen final de 3mL con metanol 75%, para luego realizar las correspondientes mediciones.

##### **1.2. Extracto Lipofílico.**

Moler con nitrógeno líquido la muestra, pesar 500 mg del polvo (o utilizar el pellet del punto anterior) en un tubo Falcon de 15 mL. Agregar 1,5 mL de metanol puro y mezclar en vortex durante 1 minuto. Agregar 1 mL de cloroformo con BHT al 0,1 % (p/v) y sonicar en baño de agua con hielo durante 5 minutos. Adicionar 1 mL de Buffer Tris (pH 7,5 50 mM)/ NaCl 1M. Agitar en vortex 1 minuto y luego centrifugar a 3000 rpm 5 minutos para lograr dos fases. Colectar la fase inferior (clorofórmica). Agregar 2 mL de cloroformo con BHT al 0,1% (p/v) a la fase acuosa y repetir el procedimiento una vez más. Al extracto colectado llevarlo a un volumen final de 4 mL con cloroformo.

#### **2. Protocolo para la determinación de Licopeno y $\beta$ -Caroteno.**

Colocar 0.3 ml del extracto lipofílico en un tubo Falcon de 15 ml y secarlos con nitrógeno gaseoso. Al residuo seco, resuspenderlo con 0,2 ml de hexano, sonicar por un minuto para favorecer la disolución, luego realizar las respectivas mediciones. Cada muestra se analizó por triplicado.

El contenido de licopeno y  $\beta$ -caroteno se determinó mediante espectrofotometría de emisión UV-visible (Potter y Anderson, 1967) para lo cual, se utilizó un espectrofotómetro de emisión Shimadzu modelo MultiSpec – 1501. Con el fin de determinar la longitud de onda a la que los carotenoides presentan la máxima absorbancia, se realizó un barrido desde 450 a 550 nm. Las lecturas de la absorbancia se realizan a 503 y 478 nm para el licopeno y  $\beta$ -caroteno, respectivamente. Dichos valores se utilizaron para calcular la concentración de carotenoides en las muestras.

#### **3. Protocolo para la determinación de polifenoles totales.**

El método espectrofotométrico desarrollado por Folin y Ciocalteu (1927) para la determinación de fenoles totales, se fundamenta en su carácter reductor y es el más empleado. Se utiliza como reactivo una mezcla de ácidos fosfowolfrámico y fosfomolibdico en medio básico, que se reducen al oxidar los compuestos fenólicos, originando óxidos azules de wolframio ( $W_8O_{23}$ ) y molibdeno ( $Mo_8O_{23}$ ). La absorbancia del color azul desarrollado se mide a 765 nm. Los resultados se expresan en mg de ácido gálico por 100 g de pulpa de frutos.

Reactivo Folin Ciocalteu (FC): (Toor y Savage, 2005)

- 100 g de tungstato de sodio ( $Na_2WO_4 \cdot 2H_2O$ ).
- 25 g molibdato de sodio ( $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$ ).
- 700 mL de agua destilada.

### *Mermelada de Tomates Anaranjados, un Nuevo Producto Saludable.*

- 100 mL de HCl concentrado.
- 50 mL ácido fosfórico 85%.
- Hervir a reflujo durante 10 hs.
- 150 g de  $\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  en la solución ligeramente fría.

#### Procedimiento:

A 50 uL de muestra (extracto hidrofílico), agregarle 750 uL de agua destilada. Luego adicionar 50 uL de FC y mezclar con vortex durante 1 minuto. A 50 uL del blanco (metanol 75%) agregarle 750 uL de agua destilada. Luego adicionar 50 uL de FC y mezclar con vortex durante 1 minuto. Para la curva de calibración se utiliza como standard el ácido gálico en por lo menos 5 diluciones. A 50 uL de cada dilución del standard agregarle 750 uL de agua destilada. Luego adicionar 50 uL de FC y mezclar con vortex durante 1 minuto.

A cada preparación agregar 150 uL de carbonato de sodio al 20 %. Mezclar en vortex y leer el color generado a 765 nm después de 2 horas de incubación a temperatura ambiente.

#### **4. Actividad antioxidante.**

Con el fin de valorar la eficacia de los antioxidantes de la dieta, tanto en forma pura como en extracto de los alimentos, se han desarrollado diferentes métodos que se fundamentan en diferentes mecanismos. La mayor parte de los métodos se basan en una reacción de transferencia de un electrón (SET por sus siglas en inglés) o en una reacción de transferencia de un átomo de hidrógeno (HAT por sus siglas en inglés) entre un antioxidante y el radical libre.

Dentro de los métodos que se basan en el mecanismo SET, uno de los más utilizados es el método de FRAP (en el que se valora la capacidad reductora del antioxidante). Un método basado en las reacciones HAT es el TEAC (Capacidad Antioxidante Equivalente al Trolox), el cual mide la capacidad de un compuesto para captar el radical coloreado ABTS.

##### **4.1. Protocolo TEAC (Capacidad Antioxidante Equivalente en Trolox).**

Esta técnica permite medir la capacidad de un compuesto para captar el radical coloreado ABTS (2,2'-azino-bis(3etilbenzotiazolin-6-sulfónico), a 734 nm, en un medio acuoso convirtiendo el mismo en un producto decolorado (Cano *et al.*, 1998).

El método utilizado fue el descrito por Re *et al.*, (1999), el cual fue modificado para adaptar la técnica a un microensayo.

#### Reactivos:

1. Preparar ABTS 7 mM en agua destilada (para 10 mL pesar 38,41 mg).
2. Agregar  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$  (peroxodisulfato de potasio) para generar el radical (6,62 mg para 10 mL de ABTS).
3. Protegerlo de la luz y dejar estabilizar 12 horas.
4. Preparar el reactivo de trabajo diluyendo el radical ABTS con PBS pH= 7,4 o etanol (de acuerdo a la muestra utilizada) hasta una absorbancia de  $0,70 \pm 0,02$  (aproximadamente dilución 1/30).
5. Preparar Trolox (estándar) en concentración 1 mM disuelto en PBS pH=7,4, para realizar la curva de calibración.

La medición de la actividad TEAC en las fracciones lipofílicas e hidrofílicas y en el testigo se llevó a cabo utilizando microplacas de 96 wells o pocillos.

#### **4.1.1. Procedimiento TEAC lipofílico.**

Como la muestra a utilizar corresponde a la fase cloroformica previo al ensayo se realizó una dilución de 100  $\mu\text{L}$  del extracto en 400  $\mu\text{L}$  de etanol, para evitar que se corra a microplaca.

A partir del estándar de concentración 1 mM preparar una dilución de 200  $\mu\text{L}$  de Trolox en 800  $\mu\text{L}$  de etanol para igualar la dilución de la muestra. A partir de esta dilución preparar 5 diluciones sucesivas para realizar la curva de calibración.

En cada well se sembraron 50  $\mu\text{L}$  de cada dilución de Trolox (por duplicado) o de 50  $\mu\text{L}$  del extracto diluido (por triplicado) y para el blanco se siembran 4 pocillos con 50  $\mu\text{L}$  de etanol. Finalmente se adicionó 150  $\mu\text{L}$  de radical coloreado ABTS a cada pocillo. Se coloca la micropaca en la oscuridad durante 10 min y se realiza la lectura a 734 nm en el Lector Multimodo de Microplacas BIOTEK (Dispositivo Multimuestra y Multivolumen take 3).

#### **4.1.2. Procedimiento TEAC hidrofílico.**

La muestra no requiere dilución previa.

A partir de la solución madre del estándar 1mM se hacen las diluciones para la curva en un rango de 1,00 mM hasta 0,03 mM aproximadamente utilizando metanol 75%.

En cada well se sembraron 5  $\mu\text{L}$  de cada dilución de Trolox (por duplicado) o de 5  $\mu\text{L}$  del extracto hidrofílico (por triplicado) y para el blanco se siembran 4 pocillos con 5  $\mu\text{L}$  de metanol 75%. Finalmente se adicionó 200  $\mu\text{L}$  de radical coloreado ABTS a cada pocillo. Se coloca la micropaca en la oscuridad durante 10 min y se realiza la lectura a 734 nm en el Lector Multimodo de Microplacas BIOTEK (Dispositivo Multimuestra y Multivolumen take 3).

( $A_0$ ): promedio de las absorbancia de los blancos

( $A_1$ ): promedio de las lecturas del estándar

Calcular  $\Delta \text{Abs} = A_0 - A_1$

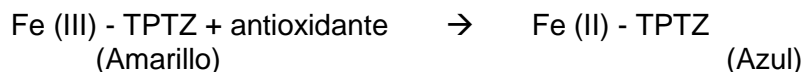
Graficar  $\Delta \text{Abs}$  vs concentración de Trolox y construir la curva de calibración.

Proceder igual para las muestras y extrapolar en la curva.

Los resultados fueron expresados en relación a la actividad antioxidante del Trolox como miliequivalentes de Trolox % g de muestra.

### **5. Protocolo FRAP (poder antioxidante de reducción del ión férrico).**

Se seguirá el procedimiento descrito por Benzie y Strain (1996), con ligeras modificaciones. El método mide la capacidad que presentan los compuestos antioxidantes para donar electrones y reducir el ión férrico, presente en el complejo orgánico Tripyridyltriazine (TPTZ), a ferroso en medio acuoso ácido (Ecuación 1).



Ecuación 1

Cuando el hierro del complejo es reducido a la forma ferrosa toma un color azul que presenta un máximo de absorción a 593 nm y cuya intensidad de color es proporcional a la capacidad reductora de los compuestos ensayados. (Benzie y Strain 1996).

*Mermelada de Tomates Anaranjados, un Nuevo Producto Saludable.*

El reactivo de trabajo consiste en una mezcla de tampón acetato 300 mM (pH= 3,6), TPTZ 10 mM en HCL 40 mM, y tricloruro férrico ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ) 20 mM en una proporción 10:1:1 (v : v : v).

Preparar Trolox (estándar) en concentración 1 mM disuelto en PBS pH=7,4, para realizar la curva de calibración. A partir de la solución madre del estándar se hacen las diluciones para la curva en un rango de 1,00 mM hasta 0,03 mM aproximadamente utilizando metanol 75%.

La medición de la actividad FRAP en la fracción hidrofílica se llevó a cabo utilizando microplacas de 96 wells o pocillos.

En cada well se sembraron 10  $\mu\text{L}$  de cada dilución de Trolox (por duplicado) o de 10  $\mu\text{L}$  del extracto hidrofílico (por triplicado) y para el blanco se siembran 4 pocillos con 10  $\mu\text{L}$  de metanol 75%. Finalmente se adicionó 200  $\mu\text{L}$  del reactivo a cada pocillo. Se coloca la micropaca en la oscuridad durante 6 min y se realiza la lectura a 593 nm en el Lector Multimodo de Microplacas BIOTEK (Dispositivo Multimuestra y Multivolumen take 3). Los resultados se expresan como miequivalentes Trolox % g de muestra.

## ANEXO N° 3

### Técnicas analíticas para la determinación de la composición centesimal nutricional de la mermelada.

#### 1. Determinación de humedad (Pearson, 1976)

##### a) Fundamento:

El porcentaje de agua en la muestra se calcula por la pérdida de peso debida a su evaporación por calentamiento de la muestra bajo condiciones normalizadas.

##### b) Procedimiento:

1. Colocar un pesafiltro en estufa controlada termostáticamente a 105°C durante 20 minutos, retirar, enfriar en desecador y pesar en balanza analítica (tara del pesafiltro).
2. Colocar aproximadamente 10 gramos de muestra homogeneizada, distribuir uniformemente sobre el fondo del pesafiltro y pesar (tara del pesafiltro + peso de muestra húmeda).
3. Llevar a estufa de 105°C y mantener hasta peso constante.
4. Retirar, enfriar en desecador y pesar nuevamente al miligramo (tara del pesafiltro + peso de muestra secada en estufa).

##### c) Cálculos:

$$H\% = \frac{(g \text{ de muestra húmeda}) - (g \text{ de muestra seca})}{g \text{ de muestra húmeda}} \times 100$$

#### 2. Determinación de proteínas totales: Método de Kjeldahl (AOAC, 1995)

##### a) Fundamento:

El método Kjeldahl permite determinar el nitrógeno orgánico presente en la muestra, o sea es un método indirecto para valorar proteínas totales. El dato que se obtiene como contenido de nitrógeno, deberá ser afectado por el factor 6.25 para ser llevado a Proteínas Totales. En alimentos de origen vegetal, dicho factor de conversión proviene de una relación que se efectúa teniendo en cuenta el porcentaje de N que poseen normalmente estas proteínas vegetales (16%).

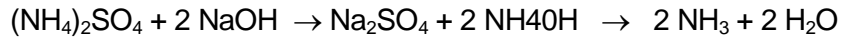
$$100/16 = 6,25$$

El método Kjeldahl se divide en 3 etapas. La primera se basa en la destrucción oxidativa de la materia orgánica por medio de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado y caliente. El C se oxida a CO<sub>2</sub>, el H<sub>2</sub> pasa formar H<sub>2</sub>O y el N, que se encuentra formando el grupo NH<sub>2</sub> principalmente, pasa a formar NH<sub>4</sub>, el cual en medio sulfúrico, queda retenido como (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. La acción del H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> es extremadamente lenta, por ello es necesario acelerarla mediante la "mezcla catalítica", formada por catalizadores como Cu, Se y una sal (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> o Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) la cual eleva el punto de ebullición del ácido. Esta primer etapa denominada "digestión", debe prolongarse hasta que no queden restos orgánicos ni C, lo que se reconoce porque el líquido que al principio de la operación es oscuro, queda totalmente incoloro. En algunos casos puede aparecer una coloración ligeramente azulina o amarillenta indicando el final. Esta etapa dura aprox. 1 a 2 horas.



*Mermelada de Tomates Anaranjados, un Nuevo Producto Saludable.*

La segunda etapa es la "destilación" del  $\text{NH}_4$  fijado como  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  en la digestión. Para ello, el ácido debe ser neutralizado mediante un álcali como el NaOH y alcalinizado finalmente con un exceso del mismo, liberándose el  $\text{NH}_4$  según la ecuación:



El  $\text{NH}_4$  destilado se recoge en un erlenmeyer que contiene ácido bórico más indicadores. El  $\text{H}_3\text{BO}_3$  que es un ácido débil, atrapa o retiene al  $\text{NH}_4$  virando su coloración del rojo vinoso al azul verdoso. En la tercera etapa se realiza la "titulación" y el  $\text{NH}_4$  se valora como álcali con un ácido valorado como el HCl 0.1 N, hasta neutralizarlo totalmente. En este momento aparece la coloración Roja vinoso original del ácido bórico. De este modo se usa un sólo reactivo en lugar de dos, al eliminarse la titulación por retorno.

b) Reactivos:

- $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado, libre de nitrógeno.
- Mezcla Catalítica: triturar y mezclar bien en un mortero 1 g de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  cristalizado con 0,8 g de Se y 100 g de  $\text{K}_2\text{SO}_4$  ó  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anhidro.
- Solución alcalina de NaOH al 40%
- Solución de  $\text{H}_3\text{BO}_3$  al 4% más indicador mixto: Disolver en 1l de agua destilada 40 g de ácido bórico y agregar 5 ml de indicador mixto. Ajustar con HCl diluido hasta que el color azulado cambie levemente al rosado y una destilación en blanco sobre 15 ml hasta completar 110 ml totales, vire al rosado con 1 gota de HCl 0.1 N.
- Aleación Devarda: 45% Al, 50% Cu y 5% Zn. Moler y conservar en recipiente hermético.

c) Procedimiento:

1. Colocar entre 0,5 - 3 g de la muestra de alimento, según riqueza probable de N, envuelta en un papelito tipo multicopia, para evitar pérdidas en el cuello del balón Kjeldahl.
2. Colocar la muestra dentro del balón.
3. Agregar 20 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado y una medida de 2 g de mezcla catalítica.
4. Colocar en el balón un pequeño embudo y calentar suavemente a la llama bajo campana, hasta que el líquido quede totalmente incoloro o bien ligeramente azulino. Retirar la llama y dejar enfriar.
5. Una vez frío, incorporar lentamente y mezclando por rotación 200 ml de agua, agregar gotas de indicador fenoltaleína y una pizca (menos de 0.1 g) de aleación en polvo Devarda (para estimular ebullición).
6. Conectar el balón a un refrigerante cuyo tubo de salida se sumerge en el erlenmeyer de 500 ml que contiene 20 ml de ácido bórico + indicador mixto.
7. Incorporar la solución de NaOH al 40% en exceso (aprox. 70 ml) para neutralizar el ácido y liberar el  $\text{NH}_4$ , evitando posibles pérdidas. Tapar y agitar hasta coloración rojo permanente, en caso contrario incorporar más NaOH.
8. De inmediato calentar a ebullición, destilando no menos de 150 ml para asegurar el paso de la totalidad del amoníaco. El tubo de salida debe mantenerse sumergido en el bórico durante los primeros 10 minutos. Luego de este lapso puede continuarse la destilación con la extremidad del tubo fuera del líquido. Comprobar con papel indicador que no haya más pasaje de  $\text{NH}_4$  al destilado.
9. Titular el destilado recogido con HCl 0,1 N hasta coloración inicial del ácido bórico.

d) Cálculos:

$$N\% = \frac{(ml \text{ gastados} \times 0.0014 \times 100)}{g \text{ muestra}}$$

$$Proteínas \text{ Totales } \% = N\% \times 6.25$$

### 3. Determinación de sustancias grasas o extracto etéreo (AOAC, 1995)

a) Fundamento:

Este rubro está integrado por un conjunto de sustancias (lípidos, pigmentos, resinas, aceites esenciales, vitaminas liposolubles), que son extraídas mediante disolución con un solvente orgánico como el éter etílico o el sulfúrico, por lo que se le denomina también extracto etéreo. Como los lípidos no son extraídos en su totalidad, las otras sustancias compensan la deficiencia dando al método una aceptable exactitud. La extracción que se efectúa es continua, cuantificándose las grasas gravimétricamente. Es condición esencial que la muestra esté totalmente seca antes de iniciarse la determinación.

b) Reactivos:

- Éter etílico libre de humedad: Si es necesario, eliminar la misma agregando Na metálico ó NaOH en lentejas.

c) Procedimiento:

1. Tomar un balón de extractor Soxhlet, secar en estufa y tarar al mg.
2. Colocar la muestra totalmente seca en un cartucho de celulosa y tapar con algodón.
3. Introducir el cartucho con la muestra en el cuerpo del extractor, armar el extractor y por el orificio libre del refrigerante incorporar el éter en cantidad suficiente para humedecer la muestra, cuidando de no alcanzar el nivel de sifonamiento.
4. Dejar en maceración hasta el día siguiente para que el éter penetre íntimamente y disuelva las sustancias liposolubles.
5. Agregar más éter hasta sifonar y luego incorporar un excedente que alcance la mitad de la altura del cartucho filtrante.
6. Encender la lámpara dejando que funcione el aparato hasta completar la extracción. Esta se reconoce porque el solvente queda incoloro y no deja "mancha de grasa" sobre un papel transparente.
7. Recuperar el éter hasta secar el balón, llevarlo a estufa a 100°C durante 2 a 3 horas, enfriar en desecador y pesar. La diferencia de peso corresponde a las sustancias grasas extraídas.

d) Cálculos:

$$\text{Grasa}\% = \frac{[(\text{tara balón} + \text{grasa}) - (\text{tara balón})]}{g \text{ muestra}} \times 100$$

### 4. Determinación de cenizas o sustancias minerales (Pearson, 1976)

a) Fundamento:

La determinación de cenizas permite conocer el total de las sustancias minerales presentes en el alimento. Cenizas es un término analítico equivalente a la porción inorgánica de la muestra. Su determinación implica la destrucción total de la materia orgánica por calentamiento y calcinación de la muestra.

b) Procedimiento:

1. Calentar una cápsula de porcelana, dejar enfriar en desecador y tarar al mg.
2. Colocar en su interior 5 g exactos de muestra y calentar sobre tela metálica evitando desarrollo de llama, hasta carbonizar.
3. Retirar la tela y seguir el calentamiento sobre triángulo de pipa o bien en mufla eléctrica a 500°C, hasta cenizas blancas.

4. Retirar de la mufla, enfriar en desecador y pesar.

c) Cálculos:

$$\text{Cenizas} = (\text{tara cápsula} + \text{cenizas}) - \text{tara}$$

$$\text{Cenizas}\% = \frac{\text{Cenizas}}{\text{g muestra}} \times 100$$

## 5. Determinación de fibra alimentaria: Método enzimático gravimétrico (AOAC, 1995)

a) Fundamento:

Este método determina el contenido de fibra dietaria total (polisacáridos solubles e insolubles) por diferencia entre el valor de polisacáridos cuantificados por HPLC antes y después del tratamiento enzimático, en el cual se emplean enzimas que hidrolizan los polisacáridos que componen la fracción correspondiente a fibra dietaria de la muestra.

b) Procedimiento:

Primera etapa:

1. Colocar la muestra desengrasada y sin exceso de azúcares en Buffer MES TRIS 0,05 M a pH 8,2.
2. Tratar con enzima Alfa amilasa termoestable (baño 100°C-15 min)
3. Enfriar a 60°C
4. Agregar proteasa e incubar a 60°C-30 min.
5. Enfriar. Llevar a pH 4,0-4,7 y digerir con enzima glucoamilasa a 60°C-30 min.
6. Precipitar polisacáridos solubles con agregado de alcohol caliente hasta alcanzar 78 a 80%.
7. Filtrar por crisol filtrante con Celite.
8. Lavar con alcohol de 78%, alcohol de 95% y acetona.
9. Secar, pesar y corregir residuo por contenido de proteínas y cenizas.

Segunda etapa:

10. Filtrar el digerido directamente a través de crisol con Celite.
11. Lavar repetidamente el residuo con agua destilada caliente.
12. Lavar con alcohol 78%, alcohol 95% y acetona.
13. Secar, pesar y corregir residuo por contenido de proteína y cenizas.

Tercera etapa:

14. Juntar y pesar filtrados y lavados.
15. Precipitar polisacáridos solubles por agregado de etanol caliente hasta alcanzar 78 a 80%.
16. Filtrar por crisol filtrante con Celite. Lavar con alcohol 78%, 95% y acetona.
17. Secar, pesar y corregir residuo por contenido de proteína y cenizas.

## 6. Determinación de hidratos de carbono o no nitrogenado

a) Fundamento:

Este rubro está compuesto en su mayor parte, por hidratos de carbono de constitución química relativamente sencilla, de fácil digestibilidad en una apreciable proporción. Su determinación se efectúa matemáticamente por diferencia.

b) Cálculos:

$$\text{Hidratos de carbono}\% =$$

$$100 - (\text{Humedad}\% + \text{Cenizas}\% + \text{Proteínas}\% + \text{Grasas}\% + \text{Fibra}\%)$$

**ANEXO N° 4:**

**Modelo de planilla para el análisis sensorial de mermelada.**

EVALUACIÓN SENSORIAL DE ALIMENTOS

Fecha: \_\_/\_\_/\_\_

Le agradeceríamos que por favor nos proporcione los siguientes datos personales:

Por favor marque con una X según corresponda:

Sexo: M  - F

Edad: Menos de 20  - Entre 31 y 40  - Entre 51 y 60   
Entre 20 y 30  - Entre 41 y 50  - Más de 60

- ¿Consume mermeladas? Si  No
- Si su respuesta fue afirmativa, indique con qué frecuencia consume este tipo de productos:  
Menos de 3 veces por semana   
Entre 3 y 5 veces por semana   
Más de 5 veces por semana

**Mermelada de Tomate**

Ante usted tiene una muestra de Mermelada de Tomate, por favor responda el cuestionario marcando con una X la respuesta que exprese su opinión. Respete el orden establecido.

<b>Apariencia</b>	¿La mermelada tiene aspecto atractivo?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	¿Le agrada la presencia de semillas?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
<b>Color</b>	¿El color le resulta atractivo?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	¿Asocia este color a una mermelada de tomate?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
<b>Olor</b>	¿El olor le resulta agradable?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	¿Le recuerda a tomate?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

Pruebe la Mermelada y marque con un X la respuesta que exprese su opinión.

Me gusta mucho	<input type="checkbox"/>
Me gusta	<input type="checkbox"/>
Me gusta ligeramente	<input type="checkbox"/>
Ni me gusta ni me disgusta	<input type="checkbox"/>
Me disgusta ligeramente	<input type="checkbox"/>
Me disgusta	<input type="checkbox"/>
Me disgusta mucho	<input type="checkbox"/>

¿Consumiría este producto, con cualidades saludables, si lo encuentra en las góndolas de un supermercado a igual precio que una mermelada tradicional?

Si  No

Comentarios:

---

---

Muchas Gracias!!! 😊

**ANEXO N° 5:**

**Salida del programa estadístico Infostat 2008.**

---

**Prueba de T para muestras Independientes.**

Clasificac.	Variable	Grupo (1)	Grupo (2)	n (1)	n (2)	Media (1)	Media (2)	T	p	Prueba
Variedad	Licopenos	Indetermin.	Determin.	6	6	0,83	0,61	2,57	0,0279	Bilateral
Variedad	$\beta$ -Carotenos	Indetermin.	Determin.	6	6	1,84	2,01	-1,21	0,2547	Bilateral
Variedad	Pol Totales	Indetermin.	Determin.	6	6	224,33	129,53	3,08	0,0116	Bilateral
Variedad	TEAC L	Indetermin.	Determin.	6	6	0,05	0,04	0,84	0,4196	Bilateral
Variedad	TEAC H	Indetermin.	Determin.	6	6	0,61	0,51	1,38	0,1965	Bilateral
Variedad	FRAP	Indetermin.	Determin.	6	6	0,39	0,10	3,41	0,0067	Bilateral

**ANEXO N°6:**

**Distribución de frecuencia y frecuencia porcentual del grado de satisfacción experimentado por los consumidores potenciales al degustar la mermelada, por género y grupos etarios.**

Tabla N°1: Distribución de frecuencia y frecuencia porcentual del grado de satisfacción experimentado por los consumidores potenciales al degustar la mermelada.

<b>"Grado de satisfacción experimentado"</b>	<b>Frecuencia (ni)</b>	<b>Frecuencia porcentual (fi %)</b>
Me gusta mucho	35	26,72
Me gusta	71	54,20
Me gusta ligeramente	18	13,74
Ni me gusta ni me disgusta	4	3,05
Me disgusta ligeramente	2	1,53
Me disgusta	1	0,76
Me disgusta mucho	0	0
Total	131	100

Tabla N°2: Distribución de frecuencia y frecuencia porcentual del grado de satisfacción experimentado por los consumidores masculinos al degustar la mermelada.

<b>"Grado de satisfacción experimentado"</b>	<b>Frecuencia (ni)</b>	<b>Frecuencia porcentual (fi %)</b>
Me gusta mucho	16	24,62
Me gusta	37	56,92
Me gusta ligeramente	11	16,92
Ni me gusta ni me disgusta	1	1,54
Me disgusta ligeramente	0	0,00
Me disgusta	0	0,00
Me disgusta mucho	0	0,00
Total	65	100

Tabla N°3: Distribución de frecuencia y frecuencia porcentual del grado de satisfacción experimentado por los consumidores masculinos al degustar la mermelada.

<b>"Grado de satisfacción experimentado"</b>	<b>Frecuencia (ni)</b>	<b>Frecuencia porcentual (fi %)</b>
Me gusta mucho	19	28,79
Me gusta	34	51,52
Me gusta ligeramente	7	10,61
Ni me gusta ni me disgusta	3	4,55
Me disgusta ligeramente	2	3,03
Me disgusta	1	1,52
Me disgusta mucho	0	0,00
Total	66	100

*Mermelada de Tomates Anaranjados, un Nuevo Producto Saludable.*

Tabla N°4: Distribución de frecuencia porcentual por grupo etario del grado de satisfacción experimentado por los consumidores potenciales al degustar la mermelada.

"Grado de satisfacción experimentado"	Frecuencia relativa porcentual (fi%) por grupo etario					
	< 20	20 a 30	31 a 40	41 a 50	51 a 60	> 60
Me gusta mucho	20	21	20	20	57	20
Me gusta	55	61	55	55	35	65
Me gusta ligeramente	20	11	20	15	4	15
Ni me gusta ni me disgusta	5	4	5	5	0	0
Me disgusta ligeramente	0	0	0	5	4	0
Me disgusta	0	4	0	0	0	0
Me disgusta mucho	0	0	0	0	0	0
Total	100	100	100	100	100	100

Tabla N°5: Distribución de frecuencia porcentual por grupo etario de la intención de compra de los consumidores potenciales al degustar la mermelada.

Intención de compra	Frecuencia relativa porcentual (fi%) por grupo etario. (%)					
	< 20	20 a 30	31 a 40	41 a 50	51 a 60	> 60
SI	75	89	90	75	91	95
NO	25	11	10	25	9	5