



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

FACULTAD DE QUÍMICA

**“EVALUACIÓN DE APTITUDES AGROINDUSTRIALES DE
GENOTIPOS DE MANZANA ESTABLECIDOS EN LA
SIERRA DE QUERÉTARO”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO EN ALIMENTOS

PRESENTA

JOHANNA IVONNE MORÁN JIMÉNEZ

DIRIGIDA POR

Dr. RAMÓN ÁLVAR MARTÍNEZ PENICHE

SANTIAGO DE QUERÉTARO, QUERÉTARO, 2014.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

FACULTAD DE QUÍMICA

**"EVALUACIÓN DE APTITUDES
AGROINDUSTRIALES DE GENOTIPOS DE MANZANA
ESTABLECIDOS EN LA SIERRA DE QUERÉTARO"**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO EN ALIMENTOS

PRESENTA

JOHANNA IVONNE MORÁN JIMÉNEZ

DIRIGIDA POR

Dr. RAMÓN ÁLVAR MARTÍNEZ PENICHE

SINODALES

Dr. RAMÓN ÁLVAR MARTÍNEZ PENICHE

DIRECTOR

Dra. MA. ESTELA VÁZQUEZ BARRIOS

SINODAL

M. en C. BEATRIZ LILIANA ÁLVAREZ MAYORGA

SINODAL

Q. A. MARÍA DEL SOCORRO CHÁVARO ORTÍZ

SINODAL

Handwritten signature of Dr. Ramón Álar Martínez Peniche in blue ink, positioned above a horizontal line.

Handwritten signature of Dra. Ma. Estela Vázquez Barrios in blue ink, positioned above a horizontal line.

DEDICATORIAS

A Dios, quién me ha dado las fuerzas para seguir adelante y no dejarme caer en ningún momento.

A mi papá por ser mi máximo ejemplo, mi motivador y consejero, por brindarme día a día su apoyo y por estar conmigo en cada paso que doy, a quien le agradezco su cuidado y esfuerzo para sacarnos adelante a pesar de las circunstancias y las adversidades. Gracias papá.

A mi mamá que con su amor, ternura y comprensión me supo guiar durante 15 años de mi vida, gracias a ella hoy he llegado lejos y seguiré luchando, pues aunque no está físicamente, siempre será mi gran ángel que me impulsa para continuar.

A mi hermano Raúl quien es una de las personas más importantes de mi vida, desde pequeño ha mostrado gran fortaleza y aunque le falta mucho camino por recorrer, hoy puedo afirmar que es un luchador, alguien con una inteligencia nata y una nobleza enorme que lo caracteriza.

A mi familia, por estar al pendiente de nosotros a pesar de la distancia.

Los amo

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Ramón Álar Martínez Peniche por confiarme el proyecto y no dudar de mí hasta el final, por todo su apoyo y su comprensión.

A mis sinodales

Dra. Ma. Estela Vázquez Barrios por su disponibilidad, confianza y apoyo para poder realizar mi trabajo experimental en la planta piloto.

M. en C. Beatriz Liliana Álvarez Mayorga por sus consejos que me ayudaron a continuar de la mejor manera mi trabajo.

Q. A. María del Socorro Chávaro Ortíz por apoyarme en la parte estadística y por mostrar gran interés y disposición en la parte final de mi proceso, aún encontrándose en estancia fuera del país.

A mis amigos Juan Carlos, Karina y Nestor quienes estuvieron durante la mayor parte de mi proceso aconsejándome, apoyándome y haciéndome reír cuando más lo necesitaba.

A Abraham y Lud unas grandes personas con las que tuve oportunidad de trabajar y de quienes aprendí mucho.

A los alumnos de la Facultad de Química quienes mostraron gran disposición al participar como consumidores durante los análisis sensoriales.

A todos ustedes muchas gracias

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	
1. ANTECEDENTES	1
1.1 Importancia del manzano	1
1.1.1 Origen y antecedentes históricos	1
1.1.2 Importancia económica	1
1.1.2.1 Mundial	1
1.1.2.2 Nacional	2
1.1.2.3 Regional	3
1.2 Botánica del manzano	5
1.2.1 Taxonomía	5
1.2.2 Morfología	6
1.2.3 Fisiología	6
1.2.3.1 Ciclo vegetativo	6
1.2.3.2 Ciclo reproductivo	7
1.3 Requerimientos ecológicos del manzano	9
1.3.1 Clima	9
1.3.2 Suelo	10
1.3.3 Requerimientos hídricos	10
1.4 Variedades de manzana	11
1.4.1 Diversidad mundial	11
1.4.2 Diversidad regional	15
1.5 Características nutrimentales	17
1.5.1 Composición	17

1.5.2	Propiedades terapéuticas	18
1.6	Destino de la producción de la manzana en general	19
1.7	Productos procesados derivados de la manzana	20
1.7.1	Bebidas	20
1.7.1.1	Jugo	20
1.7.1.2	Néctar	21
1.7.1.3	Sidra	21
1.7.1.4	Licor	22
1.7.2	Mermelada, ate y papilla	22
1.7.3	Manzana en almíbar y orejones	23
1.8	Análisis sensorial	24
1.8.1	Prueba de diferencia	24
1.8.2	Prueba descriptiva	24
1.8.3	Prueba de aceptación o preferencia	25
1.8.3.1	Prueba de preferencia de Kramer	25
1.8.3.2	Prueba hedónica no estructurada	25
2.	HIPÓTESIS	26
3.	OBJETIVOS	27
3.1	General	27
3.2	Específicos	27
4.	METODOLOGÍA	28
4.1	Materiales	28
4.1.1	Localización del sitio experimental	28
4.1.2	Material biológico	28
4.2	Metodología experimental	29
4.2.1	Elaboración de productos procesados	29
4.2.1.1	Mermelada	29
4.2.1.2	Néctar	30
4.2.1.3	Papilla	30
4.2.2	Análisis químicos de los productos procesados	31

4.2.2.1	Sólidos solubles totales (°Bx)	31
4.2.2.2	Acidez total titulable	31
4.2.2.3	Determinación de pH	32
4.2.3	Análisis sensoriales de los productos elaborados	32
4.2.3.1	Prueba de preferencia o prueba de Kramer	32
4.2.3.2	Prueba hedónica no estructurada	32
4.2.4	Análisis estadístico	33
5.	RESULTADOS	34
5.1	Mermeladas	34
5.1.1	Sólidos solubles totales y pH	34
5.1.2	Análisis sensorial	35
5.1.2.1	Prueba de preferencia o prueba de Kramer	35
5.1.2.2	Prueba hedónica no estructurada	37
5.1.2.3	Análisis de correlación de los distintos aspectos sensoriales	39
5.2	Néctares	39
5.2.1	Características fisicoquímicas de los néctares en función de la variedad de manzana.	39
5.2.2	Análisis sensorial	41
5.2.2.1	Prueba de preferencia o prueba de Kramer	41
5.2.2.2	Prueba hedónica no estructurada	42
5.2.2.3	Análisis de correlación de los distintos aspectos sensoriales	44
5.3	Papillas	45
5.3.1	Características fisicoquímicas de las papillas obtenidas a partir de las variedades de manzana empleadas	45
5.3.2	Análisis sensorial	47
5.3.2.1	Prueba de preferencia o prueba de Kramer	47
5.3.2.2	Prueba hedónica no estructurada	49
5.3.2.3	Análisis de correlación de los distintos aspectos sensoriales	50
6.	DISCUSIÓN	52

7. CONCLUSIONES	62
8. REFERENCIAS	64
ANEXOS	71

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Principales países productores de manzana	2
2	Producción de manzana a nivel nacional	3
3	Producción de manzana en municipios del estado de Querétaro	4
4	Clasificación taxonómica del manzano	5
5	Composición química de pulpa de manzana por cada 100g	18
6	Características de los genotipos empleados en el presente experimento	28
7	Sólidos solubles totales (°Brix) y pH de pulpa de manzana de cuatro variedades, pulpa de manzana adicionada por agua, azúcar y ácido cítrico; y mermeladas obtenidas	34
8	Orden de preferencia general obtenida por 19 jueces consumidores a mermeladas elaboradas con cuatro variedades de manzana	36
9	Límites de confiabilidad ($P \leq 0.05$) para la prueba de Kramer y separación de tratamientos de aceptabilidad general de mermeladas de distintas variedades	36
10	Límites de confiabilidad ($P \leq 0.01$) para la prueba de Kramer y separación de tratamientos de aceptabilidad general de mermeladas de distintas variedades	37
11	Valores de “F”, significancia estadística y pruebas de medias para los aspectos de mermeladas obtenidas con distintas variedades de manzana en el análisis sensorial (Prueba hedónica no estructurada)	38
12	Coeficientes de correlación (r) entre los atributos de mermeladas obtenidas con distintas variedades de manzana	39
13	Sólidos solubles totales (°Brix) y acidez total titulable (ATT) de mostos de manzana inicial y néctares obtenidos.	40

14	Orden de preferencia general obtenida por 19 jueces consumidores a néctares elaborados con cuatro variedades de manzana y un néctar comercial	41
15	Clasificación de genotipos con base en los límites de significancia de Kramer ($P \leq 0.05$)	42
16	Clasificación de genotipos con base en los límites de significancia de Kramer ($P \leq 0.01$)	42
17	Valores de “F”, significancia estadística y pruebas de medias para los aspectos evaluados en el análisis sensorial (prueba hedónica no estructurada) de néctares elaborados con distintos genotipos de manzana y un néctar comercial	43
18	Coeficientes de correlación (r) entre los distintos atributos de néctares producidos con distintas variedades de manzana	44
19	Sólidos solubles totales (°Brix), acidez titulable y pH de pulpa de manzana de cuatro variedades y papillas obtenidas	46
20	Orden de preferencia general obtenida por 19 jueces consumidores a papillas elaboradas con cuatro variedades de manzana y una papilla comercial	47
21	Clasificación de genotipos con base en los límites de significancia de Kramer ($P \leq 0.05$) para aceptabilidad general de distintas papillas	48
22	Clasificación de genotipos con base en los límites de significancia de Kramer ($P \leq 0.01$)	48
23	Valores de “F”, significancia estadística y pruebas de medias para los aspectos evaluados en la prueba hedónica no estructurada de papillas obtenidas con distintas variedades de manzana	49
24	Coeficientes de correlación (r) entre los distintos atributos de papillas producidos con distintas variedades de manzana	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Manzana 'Golden Delicious'	12
2	Manzana 'Red Delicious'	12
3	Manzana 'Gala'	13
4	Manzana 'Fuji'	13
5	Manzana 'Rayada'	13
6	Manzana 'Aguanueva'	14
7	Manzana 'Anna'	14
8	Manzana 424	15
9	Manzana 428	16
10	Manzana 'Joya'	16
11	Manzana 436	16
12	Manzana 'Lourdes'	17
13	Manzana 419	17
14	Mermeladas elaboradas con cuatro variedades de manzana	35
15	Néctares elaborados con cuatro variedades de manzana y un producto comercial	40
16	Papillas elaboradas con cuatro genotipos de manzana y un producto comercial	46

RESUMEN

La manzana producida en la sierra de Querétaro presenta mala calidad debido a factores climatológicos, prácticas de cultivo y técnicas de almacenamiento, generando pérdidas en los huertos. Una alternativa es la elaboración de alimentos procesados que permitan darle un valor agregado. En el presente trabajo se elaboraron mermeladas, néctares y papillas con cuatro genotipos presentes en la región: 'Golden Delicious', 'Red Delicious', 436 ('Anna' x 'Gala') y 419 (Golden 650 x 'Gala'), se determinaron las características de calidad mediante análisis químicos y sensoriales (pruebas de Kramer y hedónica). Para mermeladas se obtuvieron valores de pH de 3.0-3.5 y °Bx entre 65-68; para néctares la ATT fue de 0.35% y 14°Bx; en papillas se tuvieron valores de pH entre 4.1-4.2, 0.32-0.39% ATT y °Bx entre 13.5-14. En el caso de mermeladas, 'Golden Delicious' superó a las otras variedades mostrando en la prueba de Kramer el mayor grado de preferencia (27) y en la prueba hedónica destacó en color (7.40), aroma (5.68) y aceptación general (6.70). Respecto a néctares, 436 superó a las otras variedades en la prueba de Kramer (36) y en la prueba hedónica en color, sabor y aceptación general (7.27, 6.62 y 6.93, respectivamente), seguida de 'Golden Delicious', ambas superaron a la muestra comercial. En papillas, ninguna variedad resultó bien evaluada en comparación con el producto comercial. Se concluye que 'Golden Delicious' presenta cualidades para la elaboración de mermelada y néctar, 436 para néctar; 'Red Delicious' y 419 no presentan cualidades para la elaboración de estos tres productos.

1. ANTECEDENTES

1.1 Importancia del manzano

1.1.1 Origen y antecedentes históricos

La manzana es considerada uno de los frutos más antiguos del mundo. Las referencias históricas datan del siglo III a. C., en Grecia. Sobre su posible origen, algunas investigaciones indican que su consumo data de la edad de piedra en la zona centro de Europa, lo que hoy se conoce como Austria y Suiza (Barreiro, 1997). Es nativo de Asia, de ahí su nombre *Malus asiática* (Fernández, 2003) y aunque se desconoce el origen exacto del manzano, se cree que procede de la hibridación y selección de varias especies silvestres europeas y asiáticas (Zavala, 2005). A partir de entonces, el cultivo de este frutal se ha esparcido hacia los demás continentes, en los que se introdujeron diversas variedades de especies frutícolas de otras latitudes, que afortunadamente lograron adaptarse a la gama de condiciones climáticas que prevalecen principalmente en el continente americano (Barreiro, 1997). El manzano fue introducido a América a principios del Siglo XVII y poco tiempo después a África y a Australia (Ramírez y Cepeda, 1993).

El cultivo de la manzana en casi todos los países del mundo se debe a la gran diversidad del material genético encontrado, así como al desarrollo y mejoramiento biotecnológico que el hombre le ha dado a lo largo del tiempo, lo que ha facilitado la adaptación de distintos genotipos a los diversos ecosistemas existentes (Sánchez, 2001), ya que por proceder de climas fríos, resiste bajas temperaturas, lo que ha permitido cultivarlo a gran escala en todos los países de clima relativamente frescos (Mendoza, 2006).

1.1.2 Importancia económica

1.1.2.1 Mundial

Dentro de los frutos que se cultivan y consumen a nivel mundial, la manzana es sin duda uno de los de mayor importancia, comercializándose importantes

volúmenes año con año (Fernández, 2003). De acuerdo a la FAO (2014), los principales países productores de manzana durante el año 2012 fueron China, seguido de EE.UU., Turquía, Polonia e India (Cuadro 1). Hoy encontramos a China como principal productor, sin embargo, la Unión Europea mantiene la supremacía tanto en la producción como en la comercialización de esta fruta. En América la importancia del cultivo y la producción es tal que hoy, EE.UU. se encuentra entre los principales productores y comercializadores del mundo, sin descartar el papel tan destacado que ha tenido Chile en los últimos años y México que se encuentra entre los primeros 30 productores de manzana más importantes a nivel mundial (Barreiro, 1997).

Cuadro 1. Principales países productores de manzana (Modificado de FAO, 2014).

Posición	País	Producción (Ton)
1	China	37001590
2	Estados Unidos de América	4110046
3	Turquía	2889000
4	Polonia	2877336
5	India	2203400
6	Italia	1991312
7	Irán	1700000
8	Chile	1625000
9	Federación de Rusia	1403000
10	Francia	1382901
30	México	375045

1.1.2.2 Nacional

La manzana en México es uno de los frutales de clima templado de mayor importancia; México cuenta con diversas zonas aptas para su cultivo, principalmente en el Norte del país y en las zonas altas del centro, algunas variedades de manzana como 'Golden Delicious', 'Red Delicious' y 'Rayada', requieren más de 800 horas de frío para brotar, situación que llega a presentarse en estas zonas (Sánchez, 2004). En nuestro país, la manzana ocupa un lugar

importante con una producción de 375,045 toneladas anuales. Se produce en 23 estados, de los cuales cinco concentran más de 90 %: Chihuahua, Durango, Coahuila, Puebla y Veracruz, mientras que Querétaro ocupa el décimo tercer lugar con una producción de alrededor de 999.28 toneladas durante el año 2012 (SAGARPA, 2014a) (Cuadro 2).

La tendencia actual indica que ha disminuido la superficie sembrada, rendimiento y producción nacional, siendo Chihuahua el principal estado afectado. Pese a ser importadores, la producción manzanera de nuestro país tiene la posibilidad de cubrir en un mediano plazo la demanda nacional y con ello reducir la salida de recursos que esto representa. (Barreiro, 1997).

Cuadro 2. Producción de manzana a nivel nacional. (Modificado de SAGARPA, 2014a).

Posición	Estado	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/ha)	Precio (\$/Ton)
1	Chihuahua	26,666.00	25,123.00	207,139.17	8.24	9,235.73
2	Durango	10,889.75	10,602.75	61,136.64	5.77	6,164.04
3	Coahuila	7,028.00	7,018.00	36,751.90	5.24	10,536.04
4	Puebla	8,498.96	8,280.16	34,106.75	4.12	3,289.00
5	Veracruz	876.50	836.50	9,221.49	11.02	4,437.07
13	Querétaro	644.00	619.50	999.28	1.61	4,050.10

1.1.2.3 Regional

La Sierra Gorda del estado de Querétaro cuenta con un clima templado, en ésta se cultivan alrededor de 763 ha de manzana bajo condiciones de temporal en altitudes de 2,200 a 2,600 msnm, con precipitaciones mayores a 800 mm/año y en donde se acumulan alrededor de 600 horas frío durante el invierno. Estas condiciones son propicias para el cultivo del manzano en este lugar (Fernández y col., 2010). Durante el año 2012 se produjeron en el estado un total de 999.28 toneladas de manzana, cultivándose 644 ha en los municipios de San Joaquín, Cadereyta de Montes, Pinal de Amoles y Peñamiller, con un rendimiento total de 1.61 Ton/ha (SAGARPA, 2014b) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Producción de manzana en municipios del estado de Querétaro.
(Modificado de SAGARPA, 2014b).

	Municipio	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/ha)	Precio \$/Ton
1	San Joaquín	376.00	376.00	450.00	1.20	3,500
2	Cadereyta de Montes	153.50	151.50	280.28	1.85	4,081.08
3	Pinal de Amoles	103.00	85.00	255.00	3.00	5,000
4	Peñamiller	11.50	7.00	14.00	2.00	3,810.00
	Total	644.00	619.50	999.28	1.61	4,050.10

En la región, el cultivo de manzana se ve fuertemente limitado por diversos motivos tales como la deficiente aplicación de técnicas en el manejo del cultivo, lo que genera frutos pequeños, con daños severos y frecuentemente enfermos, además de factores climáticos, económicos y sociales que impiden alcanzar la calidad requerida para la comercialización en fresco del producto. Por otro lado, el empleo de técnicas de almacenamiento inadecuadas es la principal causa de pérdidas económicas en poscosecha (Mendoza, 2007).

Lo mencionado anteriormente repercute directamente sobre el rendimiento de los frutos y con ello, la calidad obtenida en su mayoría es inferior a los importados del extranjero o de regiones como Chihuahua y Coahuila lo que genera que el precio de venta anual del fruto regional sea muy bajo oscilando en 20 pesos el kilo, en comparación con el precio de venta de los frutos importados en 35-40 pesos y el de Chihuahua en 25-30 pesos el kilo (SAGARPA, 2014c), debido a esto, a los productores de la región les compran la manzana de mejor calidad desde 50 centavos hasta 7.50 pesos máximo comercializándose el fruto regional de forma deficiente por no cumplir las características requeridas en el mercado, hasta un 55% del producto no alcanza la calidad para consumo en fresco (Comunicación Personal) por lo que ante la imposibilidad de comercializar la manzana como fruto de mesa, los productores queretanos han optado por venderla a la industria de los jugos y pulpas, así como por la obtención de productos procesados a nivel casero tales como licores, ates y recientemente, sidra (Gwendal, 2001; Soto, 2007).

1.2 Botánica del manzano

1.2.1 Taxonomía

El manzano es un árbol de la familia *Rosaceae* (Cuadro 4), únicamente existe dentro del orden de los Rosales cultivado por su fruto apreciado como alimento, del cual en la actualidad existen alrededor de 3,000 especies, muchas de las cuales son bien conocidas y surgen como resultado de diferentes hibridaciones entre diversas especies silvestres (Zavala, 2005).

El género *Malus* contiene al menos 15 especies primarias, aunque aún se debate el número exacto, se ha llegado a proponer que existen hasta treinta y tres especies. Otro grupo de especies de interés incluye las manzanas silvestres, representadas por varias especies (p.ej., *M. baccata*, *M. sargentii*) e híbridos interespecíficos (*M. floribunda*, *M. zumi*, etc.). Linneo fue el primero en llamar *Pyrus malus* a la manzana cultivada, pero esto fue sustituido por *M. communis* y *M. pumila* en los años 1800. Algunos autores todavía usan estos nombres hoy para la manzana cultivada.

En 1984, Korban y Skirvin propusieron el nombre de *Malus domestica* para la manzana cultivada, ya que ésta no existe en el hábitat natural y, por lo tanto, debe ser un híbrido interespecífico, siendo esta denominación la que se ha conservado hasta el momento (UGA, 2003).

Cuadro 4. Clasificación taxonómica del manzano (NCBI, 2014).

Categoría taxonómica	Nombre
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Tracheophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Rosales</i>
Familia	<i>Rosaceae</i>
Subfamilia	<i>Pomoideae</i>
Género	<i>Malus</i>

1.2.2 Morfología

El manzano es un árbol caducifolio de gran vigor, tiene una vida de hasta 80 años, dependiendo del manejo agronómico, está formado principalmente de dos partes: La copa globosa (ramas y hojas) y el sistema radical, alcanza 10-12 m de altura, con un tronco y ramas principales de color grisáceo y de corteza agrietada, con lenticelas, y una copa redondeada y de ramificación abierta, con tendencia a la horizontalidad. Las hojas son simples, ovales, de bordes aserrados, de color verde oscuro en el haz y con el envés de color verde blanquecino y pubescente (Agustí, 2004), alcanzan de 4 a 13 cm de longitud (Mejía, 2006). Las características de flores son similares a las del peral, los pétalos pueden estar manchados de color púrpura (Agustí, 2004), las flores son hermafroditas, se encuentran agrupadas en racimos de entre tres y seis unidades de ramas jóvenes formando corimbos, cáliz de cinco pétalos y estambres amarillos, la flor abierta es globosa y blanca, con estrías color rosa (Mejía, 2006). El fruto es de tamaño y color variable (rojo, verde, amarillo, y mezclas de éstos), estructura firme, con forma entre esférica achatada y troncocónica, de pulpa blanca, jugosa, aromática y de sabor agradable. Semillas pequeñas en el interior del fruto, de cubiertas marrón oscuro y brillantes (Agustí, 2004). La raíz es ramificada, alcanza una longitud vertical de 1.5 a 2 m y horizontal de entre 3 y 6 m (Mejía, 2006).

1.2.3 Fisiología

El manzano es un árbol que responde de diversas maneras a los cambios estacionales, éstos inducen diversas respuestas fisiológicas que le permiten sobrevivir a una estación determinada y prepararse para las variaciones climáticas que se presenten. Comienzan su crecimiento en primavera, lo detienen en otoño y entran en reposo en invierno, esto asegura su supervivencia. En el manzano se distinguen dos ciclos: vegetativo y reproductivo (Mejía, 2006).

1.2.3.1 Ciclo vegetativo

El ciclo vegetativo anual del manzano empieza con la caída de las hojas de mediados de octubre hasta mediados de noviembre y el reposo invernal del árbol

que se prolonga hasta febrero en el hemisferio Norte (Ramírez y Cepeda, 1993). El manzano tiene un crecimiento acelerado durante la primera mitad del verano, después del cual el desarrollo cesa y se forman yemas terminales. Al inicio de este periodo las yemas se encuentran en quiescencia, esto es, en letargo, como resultado de las condiciones externas desfavorables para su crecimiento (Mirani y Barden, 1987); en otoño, la planta entra en la endodormancia, donde las yemas se encuentran en reposo debido a un bloqueo fisiológico interno que previene su desarrollo aún cuando existan condiciones externas ideales, termina en invierno y se requiere de una cantidad determinada de frío para restaurar la capacidad de las yemas para expandirse y desarrollarse, el crecimiento de las yemas ocurrirá en cuanto la temperatura sea favorable. Si la temperatura aumenta durante el invierno, las yemas se tornan activas y pierden mucha de la resistencia que habían ganado durante la endodormancia (Westwood, 1993).

Posteriormente la brotación o desborre ocurre en marzo, cuando se manifiesta la renovación de la actividad vegetativa a principios de abril. De mayo a septiembre, comienza el periodo de máxima vegetación en el que tiene lugar el desarrollo de hojas y frutos, cuando el crecimiento vegetativo cesa, el tejido foliar provee de energía al árbol para el desarrollo del fruto y repone las reservas acumuladas el año anterior. Después, el árbol se prepara para la caída de las hojas (Fernández, 2003).

1.2.3.2 Ciclo reproductivo

a) Diferenciación

Consiste en la evolución de las yemas florales que se transformarán en flores y tal vez en frutos, es decir, las yemas se convierten en primordios florales y, al brotar, en flores (Sánchez, 2001).

b) Floración

Inicia en primavera con la apertura de las hojas, formación del polen y antesis (apertura de los estambres para la liberación del polen) (Mejía, 2006). El inicio de la brotación de la yema floral tiene lugar en los meses de marzo y abril en

el hemisferio Norte, dependiendo de las condiciones climáticas (Sánchez, 2004). La floración y la aparición de las primeras hojas, además del cuajado o amarre del fruto, ocurre a finales de abril (Ramírez y Cepeda, 1993).

Las inflorescencias en manzanos domésticos son determinadas y cuentan con cinco flores. En la base de cada inflorescencia se encuentran varias yemas vegetativas laterales. Las yemas florales se desarrollan en los extremos terminales de los brotes o pequeños vástagos. Al tiempo de la floración, la planta aumenta la resistencia al frío. El número de días de la floración a la cosecha es un buen índice de madurez para el manzano, especialmente cuando se usa a la par con el cambio observado del color de la piel del fruto de verde a blanco-amarillo y en la acumulación de sólidos solubles mínimos en el jugo (Westwood, 1993), en las variedades rojas y bicoloreadas o parcialmente rojas debe de ser de 11% y en las variedades amarillas, amarillas chapeadas y verdes de 12% (NMX-FF-061-SCFI-2003).

c) Fecundación

La fecundación del manzano es el resultado de la difusión de gametos masculinos del grano de polen con las células que conforman al óvulo y, como consecuencia, el ovario fecundado se transforma en fruto. El mecanismo de la fecundación comienza cuando el grano de polen entra en contacto con el estigma; posteriormente el núcleo vegetativo del grano germina y forma el tubo polínico a través del estilo, alcanzando los óvulos situados en el ovario, esta unión de las células reproductoras coincide con la caída de los pétalos de la flor (Calderón, 1987).

d) Desarrollo y maduración del fruto

El fruto se forma del crecimiento de las paredes del ovario, comienza con un periodo de multiplicación celular que dura de cuatro a ocho semanas aproximadamente, en donde el aumento de tamaño del fruto depende del aumento en el número de células. Posteriormente se desarrolla la elongación, en la cual se aumenta el tamaño del fruto como consecuencia del incremento del tamaño de las

células, esta etapa tiene una duración de cinco a 10 semanas (Calderón, 1987). La siguiente etapa es de maduración, en la que ocurren cambios físicos y bioquímicos que determinan la textura y consistencia del fruto, así como el contenido de sustancias químicas que le proporcionan aromas, colores y sabores especiales (Mejía, 2006).

La reproducción sexual y desarrollo de semillas se basa en la polinización, que es la transferencia de polen de las anteras al estigma, alcanzado el estigma, el grano de polen germina y el tubo polínico crece por el estilo y hasta llegar al saco embrionario, donde la fertilización tiene lugar. Cuando la polinización se ha completado y se ha efectuado la fertilización del óvulo, un estímulo hormonal del embrión en desarrollo provoca que el ovario y los tejidos adyacentes crezcan para formar el fruto. Después de la caída de los pétalos, caen también los frutos inmaduros que no se desarrollaron (amarre inicial de frutos), pueden ocurrir dos o tres caídas (mudas) más, entonces el amarre final se establece. Durante el desarrollo de las semillas del fruto, la acumulación de nutrimentos de reserva marcan la madurez de la semilla (Westwood, 1993).

Todos los frutos están provistos de una envoltura que encierra la semilla procedente de las paredes del ovario conocida como pericarpio, el cual ofrece un complejo formado por el epicarpio (actúa de protector del fruto), el endocarpio (encierra la semilla) y el mesocarpio (espacio entre el epicarpio y el endocarpio). En los frutos carnosos el mesocarpio forma un tejido más o menos grueso que recibe el nombre de sarcocarpio (Juscafresa, 1986). Una vez que el fruto alcanza su madurez fisiológica, está listo para la cosecha, que se inicia entre finales de agosto y finales de septiembre (Ramírez y Cepeda, 1993).

1.3 Requerimientos ecológicos del manzano

1.3.1 Clima

El manzano es poco exigente con el clima pero prospera mejor en climas relativamente fríos que en los cálidos y templados. Son los climas de inviernos largos, de veranos calurosos y noches frescas los que dan un fruto de mejor

calidad, tamaño y color (Juscafresa, 1986). Soporta temperaturas inferiores a -10 °C sin que por ello se afecte su corteza, aunque al descender por debajo de los -15 °C pueden perderse algunas yemas florales (Anónimo, 2002). Este fruto se adapta bien a altitudes de 600-1,000 msnm, mejorando la coloración y calidad del fruto en cuanto a firmeza en comparación con zonas de llanura (Agusti, 2004), ya que los frutos obtenidos en lugares bajos tienen mejor sabor, pero menor consistencia y poco tiempo de conservación en frigoríficos que en lugares de mayor altura (Iglesias, 2005).

Por ello el clima apropiado para el manzano corresponde a zonas ecológicas de montes bajos y tropical húmedo, con lluvias de 800 a 1,000 mm anuales y temperaturas entre 12 y 18 °C, bajando en los meses de diciembre, enero y febrero a 0 °C y menos, así como en alturas de 1,600 msnm aproximadamente (Anónimo, 1993; Crisosto, 1994). Padece poco por el frío, por el contrario, requiere de 500 a 700 horas-frío por año (Sánchez, 2004) y no necesita tanta cantidad de calor ni de luz para que maduren sus frutos, es menos sensible a los grandes fríos que a los grandes calores; soporta a veces sin sufrir daño temperaturas invernales, mientras que los golpes de sol ardientes en primavera marchitan los estambres y perjudican la fecundación. (Fábregas, 1964; Iglesias, 2005).

1.3.2 Suelo

El manzano es un árbol que requiere de suelos con textura media (francos o de migajón) a ligera (arenosos), de 60 m de profundidad y bien drenados, debido a que sus raíces solamente respiran en un suelo permeable y no muy húmedo (González y Sáenz, 1999). El pH más favorable para el manzano oscila entre 5.5 y 6.5, aunque puede desarrollarse en terrenos con pH entre 4 y 8.5 (Álvarez, 1988).

1.3.3 Requerimientos hídricos

Sería una temeridad pretender efectuar una plantación de manzanos de relativa importancia sin contar con agua suficiente por los riegos de primavera y verano. El manzano es un árbol ávido de agua debido a la gran evaporación que de ella hacen sus hojas. En tierras de gran fondo, susceptibles de retener agua mucho

tiempo como causa de un mal drenaje, los riegos son restringidos y limitados a sus justas necesidades. (Fábregas, 1964).

Al tratarse de un árbol de abundante y fino follaje en épocas calurosas transpira y evapora más que otros, si sufre una ligera sequía puede provocar la caída de las hojas viejas y prematuras del fruto (Crisosto, 1994). Desde la entrada en vegetación a la de otoño los riegos deben ser abundantes y frecuentes (Bucca, 2007). El árbol adulto de manzano requiere de forma general entre 200 y 300 litros de agua por año para producir un kilo de fruta, siendo julio el mes de máximo consumo (Agustí, 2004).

1.4 Variedades de manzana

1.4.1 Diversidad mundial

Las variedades de manzana se clasifican de acuerdo con el color de su epidermis, y dentro de ella por su precocidad y características de coloración como intensidad y tipo de color, ya sea estriado o liso. Entre las variedades de mayor interés, ya sea por la extensión de su cultivo o por la tendencia de las nuevas plantaciones se encuentran las siguientes (Agustí, 2004):

‘Golden Delicious’: Es una variedad originaria de EE.UU., el árbol es vigoroso, de crecimiento precoz y de gran producción. Madura entre septiembre y octubre, resistiendo cinco meses en frigorífico, se adapta a todos los climas (Juscafresa, 1986; Álvarez, 1988). Presenta un fruto grande, de color amarillo oro, con pulpa blanco-amarillenta, firme, fina, jugosa, perfumada y sabor muy agradable (Agustí, 2004) (Figura 1). Es una manzana que puede utilizarse con muchas finalidades, desde consumo en fresco hasta subproductos como jugos, alimentos culinarios, productos deshidratados y sidras. (Escalante, 2009)

‘Red Delicious’: Originaria de EE.UU. El árbol es de buen porte, vigoroso, bien adaptado a zonas calurosas, productivo, sensible a la caída de frutos. (Álvarez, 1988). Madura a finales de septiembre y resiste cuatro meses en frigorífico, se adapta a todos los climas (Juscafresa, 1986). El fruto es grande, de consumo en fresco, de color rojo púrpura, pulpa azucarada, de calidad gustativa

media-buena (Agustí, 2004), con un punteado amarillo en el interior, jugosa, ligeramente acidulada y muy aromática, (Mendoza, 2007) (Figura 2).



Figura 1. Manzana 'Golden Delicious' (Barnes, 2012).



Figura 2. Manzana 'Red Delicious' (Barnes, 2012).

'Gala': Es una variedad originaria de Nueva Zelanda resultante del cruce de 'Kidd's Orange' con 'Golden Delicious'. El árbol es vigoroso y de amplia producción, madura a mediados de agosto. Los frutos son de buen tamaño, sensible al agrietamiento, de color rojo estriado (Figura 3). La pulpa es ligeramente aromática, crujiente, dulce, poco acidulada y de sabor excelente. Presenta buena conservación por hasta cinco meses, aunque con pérdida ligera de aromas. Su consumo sólo se realiza en fresco (Agustí, 2004).

'Fuji': De origen japonés. Es un árbol vigoroso, muy productivo, resistente a la caída de fruto maduro. Madura a mediados de octubre. Su fruto es de tamaño mediano a grande, forma redondeada, ligeramente regular, aplanada, de color rojo en $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ de su superficie, sobre fondo amarillo estriado, sensible al agrietamiento (Figura 4). Pulpa muy dulce, jugosa y de excelente calidad gustativa caracterizada por su elevado contenido en azúcares y baja concentración de ácidos. Presenta

buena conservación en cámara frigorífica, aunque con sensibilidad al escaldado. Se destina a consumo en fresco (Agustí, 2004).



Figura 3. Manzana 'Gala' (Barnes, 2012).



Figura 4. Manzana 'Fuji' (Barnes, 2012)

'Rayada': Variedad introducida en EE.UU. El árbol es vigoroso, de porte caedizo, las hojas son grandes y de color verde cenizo, de maduración temprana y su fruto se cosecha entre de julio y agosto. El fruto se consume fresco, es de color rojo claro combinado con verde o amarillo (Mendoza y col., 2008), de tamaño mediano a grande, de pulpa firme, crujiente, jugosa y sabor agradable (Martínez, 2014) (Figura 5).



Figura 5. Manzana 'Rayada' (Barnes, 2012).

‘Agua Nueva’: Es originaria de Coahuila, proviene de una mutación de la manzana ‘Golden Delicious’, en Aguanueva, Coahuila (Fernández y col., 2010). El árbol es vigoroso, sus flores son autofértiles, es decir, son capaces de formar fruto por sí mismas, por lo que es altamente productivo (González y Aguilar, 1997). El fruto madura en la segunda semana de junio, tiene forma semialargada, es de tamaño medio, de color amarillo con puntos de color café, chapeado, crujiente, jugoso y de sabor dulce (Fernández y col., 2010) (Figura 6).



Figura 6. Manzana ‘Agua Nueva’ (Anónimo, 2011).

‘Anna’: Originaria de Israel e introducida a EE.UU., proviene de la cruce de ‘Red Hadassiya’ con ‘Golden Delicious’ (Mejía, 2006), es de porte vigoroso, copa abierta, de fructificación precoz y alta productividad (Anónimo, 1999) los frutos maduran a finales de junio y principios de julio (Mendoza, 2007). Su fruto es de color rojo con fondo verde, alargado (Figura 7), la pulpa es amarilla (Anónimo, 1999) y tiene forma similar a ‘Red Delicious’, con sabor de dulce a semiácido (Crocker y col., 2005).

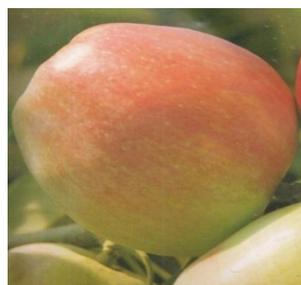


Figura 7. Manzana ‘Anna’ (Anónimo, 2012)

1.4.2 Diversidad regional

Las principales variedades cultivadas en el estado de Querétaro son 'Golden Delicious' y 'Red Delicious'. Existe también un gran número de variedades criollas, entre ellas la 'Rayada'; y otras que no han sido claramente identificadas obtenidas del cruce controlado de progenitores seleccionados, así como de mutaciones de variedades comunes que originan nuevas especies denominadas híbridos (García, 2013). En la región de San Joaquín-Cadereyta se han estudiado y seleccionado localmente algunos genotipos que fueron introducidos a esta región, provenientes de Saltillo, Coahuila, entre los que destacan:

424: Variedad originada de la cruce de 'Anna' con 'Princesa', el árbol es vigoroso, de bajo rendimiento y de copa abierta, con bajo requerimiento de frío, es de maduración temprana y sus frutos son cosechados en julio. El fruto es de color amarillo, de forma similar a "Golden delicious". Se destina a consumo en fresco (Martínez, 2014) (Figura 8).



Figura 8. Manzana 424 (Martínez, 2014)

428: Proveniente de 'Anna' con 'Gala', el árbol es vigoroso, de buen rendimiento, los frutos maduran en julio. Su fruto es grande, de buen tamaño, con forma achatada, presenta bajo potencial de almacenamiento (Figura 9). Es una excelente variedad de mesa, de buena calidad y aceptación sensorial.

'Joya': De origen desconocido, se cree que se originó de 'Anna' con 'Gala', es de porte vigoroso, copa erecta, moderado rendimiento y de maduración temprana. Su fruto es de color rojo estriado, con forma, de tamaño medio, muy aromático, crujiente y jugoso (Martínez, 2014) (Figura 10).



Figura 9. Manzana 428 (Mendoza y col., 2008)



Figura 10. Manzana 'Joya' (Martínez, 2014)

436: Variedad proviene de la cruce de 'Anna' con 'Gala', es un árbol de elevado vigor y gran rendimiento, de copa abierta, su fruto madura entre julio y agosto por lo que es de maduración intermedia. El fruto es achatado, de color rojo, chapeado y estriado (Figura 11), con bajo potencia de almacenamiento, presenta buena calidad al momento de la cosecha, pero mala aceptación sensorial y visual, baja aceptación en sidra y regular aceptación en sidra espumosa (Martínez, 2014).



Figura 11. Manzana 436 (Comunicación Personal)

'Lourdes': De origen desconocido, tamaño de hoja de mediana a grande, el árbol es de elevado vigor y gran rendimiento. El fruto es de mesa, de color chapeado, rojo-verde, pequeño, alargado, madura en septiembre y puede ser almacenado en frío convencional (Martínez, 2014) (Figura 12).



Figura 12. Manzana 'Lourdes' (Martínez, 2014)

419: Ésta variedad se origina de 'Golden 650' x 'Gala', el árbol es vigoroso y productivo, de maduración tardía. El fruto es de color rojo estriado, chapeado (Figura 13), presenta mala aceptación sensorial y potencial de almacenamiento medio (Comunicación Personal),



Figura 13. Manzana 419 (Comunicación Personal)

1.5 Características nutrimentales

1.5.1 Composición

Las cualidades desde el punto de vista dietético de la manzana son extensamente reconocidas, ya que la manzana es ampliamente utilizada en la alimentación, ya sea en fresco, deshidratada o procesada (Sánchez, 2001). De

acuerdo a los datos obtenidos de la USDA (2014), los principales componentes de la manzana se muestran en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Composición química de pulpa de manzana por cada 100g.
UI = Unidades Internacionales. (Modificado de USDA, 2014).

Componente	Unidad	Cantidad
Agua	g	85.56
Proteína	g	0.26
Grasas	g	0.17
Carbohidratos	g	13.81
Fibra	g	2.4
Calcio, Ca	mg	6
Hierro, Fe	mg	0.12
Fósforo, P	mg	11
Potasio, K	mg	107
Sodio, Na	mg	1
Vitamina C	mg	4.6
Vitamina A, IU	UI	54

1.5.2 Propiedades terapéuticas

En función de la composición conocida y la acción fisiológica de los componentes, puede determinarse el uso de la manzana con fines terapéuticos, o bien, para mantener la salud ya que contiene gran cantidad de vitaminas, entre ellas, la vitamina C, que ayuda a retrasar la senectud, la vitamina A que regula el crecimiento, la nutrición de los epitelios, la función óptica y forma parte importante en la defensa del organismo, la vitamina E posee acción antioxidante, interviene en la estabilidad de las células sanguíneas como los glóbulos rojos y en la fertilidad (Sánchez, 2004). Por otra parte, contiene compuestos importantes como el potasio, el cual es necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso, la actividad muscular, e interviene en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula; así como el calcio, que forma parte importante del esqueleto; y los azúcares que brindan valor energético (Mejía, 2006). La manzana ayuda a la eliminación de líquidos corporales, favorece la digestión y reduce la obesidad y enfermedades

reumáticas, limpia los dientes y fortalece las encías, los flavonoides y polifenoles reducen la oxidación y con ello, daño de tejidos, cáncer, problemas cardiovasculares, formación de plaquetas arteriales, coágulos y cataratas. Además, los ácidos orgánicos neutralizan la acidez de la sangre (Gower, 1999).

1.6 Destino de la producción de la manzana en general

Debido a su popularidad, la producción mundial de manzana se destina tanto para su consumo en fresco como para la industria, variando según los países en los cuales se produce y las características propias de cada variedad (Álvarez, 1988). En Alemania se emplea en la producción de sidra, mientras que en Francia para consumo en fresco y es el principal productor de manzana para la industria en Europa. En España cerca de 80 % de la manzana producida va a la industria, ya que las variedades son, por lo general, de maduración tardía, por lo que se genera especial atención a su productividad y resistencia a las enfermedades, se produce manzana sidrera, generando sidra natural, gasificada, champanizada, zumos, mermeladas y dulces. De la manzana producida en EE.UU. aproximadamente 60 % se comercializa en fresco, mientras que 30 % se destina a la industria y el resto se consume en las propias granjas (Álvarez, 1988). Las variedades americanas presentan una mejoría notable en la calidad, por lo que su producción es destinada mayoritariamente al consumo en fresco, pero también se emplean para la elaboración de jugos concentrados, confituras, alcoholes, entre otros. (Álvarez, 1988).

Las manzanas son las frutas más versátiles que existen de todas las frutas caducas, poseen una combinación única de una textura crujiente y un sabor agradable que las hace muy adecuadas para diversos usos tanto en forma fresca como procesada (Agustí, 2004). Antes de 1900, el cultivo y procesamiento de la manzana en Norteamérica era una operación doméstica y de granjas, para 1900 aproximadamente, comenzó la fabricación comercial de rebanada enlatada, a esto siguió la salsa de manzana enlatada en 1925, el jugo de manzana enlatado en 1935 y las rebanadas congeladas en 1938. En 1935 se procesaba el 18 % de la

cosecha de manzana en este país (Desrosier, 1992). Este porcentaje se ha ido incrementado, hasta alrededor de un 45 % en las últimas décadas (Barreiro, 1997).

Las frutas de baja calidad y las variedades de propósito doble, además de una cuantas variedades cultivadas para procesamiento, constituyen la materia prima de una industria de procesamiento que se expande de forma constante (Desrosier, 1992), ya que de acuerdo a la forma de consumo se pueden distinguir tres grupos: manzanas para mesa, para cocinar y para la agroindustria (sidra, jugos, frutas deshidratada, ate, néctar, entre otros), indicando así que se pueden obtener logros importantes principalmente a nivel agroindustrial (Barreiro, 1997).

1.7 Productos procesados derivados de la manzana

La manzana puede ser cultivada como fruta de muy buena calidad para su consumo en fresco, sin embargo, el cultivo es importante a nivel mundial en virtud del volumen de mano de obra que ocupa al igual que de los ingresos que se obtienen, gracias a que parte de su producción se destina a la industrialización, generando una amplia gama de productos elaborados a partir de manzana que tienen la finalidad de preservar la fruta mediante la esterilización y otras tecnologías para evitar su descomposición (Herrero, 1992; Ramírez y Cepeda, 1993). Las materias primas utilizadas pueden ser frutas maduras, frescas, congeladas o previamente conservadas, las cuales han sido debidamente tratadas para eliminar cualquier parte no comestible (Vázquez, 2011 Comunicación personal). Algunos de estos productos se enumeran a continuación (CONAFRUT, 1972; González, 1978):

1.7.1 Bebidas

1.7.1.1 Jugo

Es el producto obtenido de la extracción de la pulpa de la manzana, pueden procesarse inmediatamente después de extraerla obteniéndose jugos claros; jugos turbios, a los cuales se les adiciona pulpa y un pequeño porcentaje de pectina para estabilizar la suspensión; jugos compuestos, a los que se les adiciona 2 a 8 % de

jugo de cítrico, piña o guanábana para mejorar el sabor neutro del jugo de manzana; jugos gaseosos, gasificado para fabricar refresco; jugos concentrados en forma de jarabes o mieles utilizados respectivamente en la industria farmacéutica y en la fabricación de dulces y mermeladas, y jugos deshidratados que se pueden regenerar agregándoles agua (González, 1978).

El jugo fresco contiene gran cantidad de materia coloidal y sólidos gruesos suspendidos, los cuales pueden eliminarse por filtración o centrifugación (Herrero, 1992). El jugo se filtra y se esteriliza a 85 °C durante 15 a 30 segundos, se vacía en recipientes metálicos o de vidrio, se sella, se enfría y se marca (Desrosier, 1992). Un producto de alta calidad se obtiene solamente de materia prima fresca y cumple con 11-14 °Brix, 0.3-0.6% ATT y pH de 3.5-4.0 (NMX-F-045-1982; Meyer, 1987).

1.7.1.2 Néctar

Se entiende por néctar al producto constituido por la pulpa de fruta finamente tamizada con adición de agua potable, azúcar, ácido cítrico, preservante químico y estabilizador si fuera necesario, que cuenta con 30% pulpa, 14 °Bx y 0.35% ATT (Herrero, 1992; Vázquez, 2011 Comunicación Personal). Existen dos aspectos importantes a considerar en la elaboración de néctares: propiciar la destrucción de las levaduras que podrían causar fermentación, así como hongos y bacterias que podrían originar malos sabores y alteraciones; y conservar en el producto el sabor de la fruta y su poder vitamínico (Anónimo, 1997).

Estos productos se pueden elaborar a partir de fruta fresca, pulpas o jugos de frutas, el método más utilizado es tomando la fruta fresca, a la cual se le adiciona agua, azúcar, estabilizantes, antioxidantes, se permite la incorporación de preservativos, saborizantes y también el uso de aromatizantes, envasando en recipientes herméticamente cerrados y sometiendo a un proceso térmico que asegure su conservación (NMX-F-073-S-1980; Suárez, 2005).

1.7.1.3 Sidra

La sidra se define como una bebida ligeramente alcohólica de 4 a 8 °GL, color ámbar, sabor agridulce, obtenida de la fermentación del jugo o mosto de

manzana, la cual, de acuerdo a su contenido de espuma puede dividirse en sidra tranquila o sidra espumosa (Fábregas, 1964). La sidra tranquila contiene poco gas carbónico, el cuál es exclusivamente endógeno. La sidra espumosa puede ser obtenida mediante la inyección de gas carbónico en la botella o mediante una segunda fermentación, también en botella, conocida como sidra tipo Champaña (Soto, 2007). Los jugos pueden utilizarse para la elaboración de sidras, pero es necesario utilizar jugo de manzana con una acidez de 20 % aproximadamente (CONAFRUT, 1972).

1.7.1.4 Licor

Los licores se diferencian de los fermentados porque se elaboran por maceración, para lograr este proceso hay que colocar por periodos adecuados frutas secas en alcohol etílico, el cual disuelve y retiene los aceites aromáticos volátiles, sustancias que proporcionan el aroma. Posteriormente, el extracto alcohólico se diluye con un almíbar denso, después de un reposo de uno a siete días, la mezcla se filtra y se almacena para lograr el equilibrio y obtener un excelente licor (Vázquez, 2011 Comunicación Personal).

Los licores tienen un contenido alcohólico mayor a 15° llegando a superar los 50° y se distinguen de las demás bebidas aguardientes por ser dulces, ya que contienen azúcar o jarabes (CONAFRUT, 1972; Nevero y López, 1990). Con ello se obtiene mayor aroma y un sabor más intenso, así como su coloración característica. Se pueden distinguir cuatro grupos de licores: Los licores de jugos de frutas, los de extracto de frutas, los aromáticos con especias y los de crema. Los licores cremosos se endulzan con un jarabe a base de leche en lugar de almíbar (Vázquez, 2011 Comunicación Personal).

1.7.2 Mermelada, ate, y papilla

La concentración puede ser una forma de conservación. Los niveles de agua en casi todos los alimentos concentrados son tales que no permiten el crecimiento microbiano. Las mermeladas y los ates son una forma de conservación a través de la concentración debido al alto contenido de sólidos (azúcar) y alto contenido de

ácido. Son productos con frutas o jugos de frutas con azúcar añadida para después concentrarse a un punto donde la concentración de sólidos evite la descomposición microbiana (Vázquez, 2011 Comunicación Personal), mientras que a la papilla no se le adiciona azúcar y puede contaminarse fácilmente, por lo que hay que prepararla y almacenarla en un medio aséptico (González, 1978).

La mermelada es un semisólido a temperatura ambiente con una concentración de sólidos solubles de 65-68 °Bx y pH entre 3.0-3.5, un ate es un sólido a temperatura ambiente con una concentración de sólidos de 75 °Bx y pH de 3.0-3.5 y una papilla es un puré a temperatura ambiente con una concentración de sólidos de 13.5-14 °Bx y 0.3-0.5 ATT, los tres se obtienen a partir de la pulpa de la manzana cocida a que cual se le adiciona azúcar para que se conserve, se mezcla hasta que su consistencia se torne espesa y se adiciona ácido cítrico para darle sabor (CONAFRUT, 1972, Vázquez, 2011 Comunicación Personal).

1.7.3 Manzana en almíbar y orejones

Los productos de frutas conservadas en almíbar son aquellos que han sido tratados térmicamente sellados en caliente para formar vacío. El almíbar es una solución de azúcar en agua, estando el azúcar en cantidad suficiente para tener un medio líquido con el sabor dulce requerido de acuerdo a los grados Brix de la fruta y del producto final, se utiliza por varias razones: para transferir el calor necesario para la esterilización del producto, quedando protegida la fruta de un deterioro temprano, además que la mantiene suave y apetitosa, sin que pierdan su estructura, se evita su oxidación protegiéndola del contacto con el oxígeno del medio, evitando así que la fruta cambie de color y pierda sus características sensoriales. Existen tres tipos de almíbares, dependiendo de la proporción de azúcar:agua que se agregue; el ligero mantiene una proporción de 1:3, el mediano de 1:2 y el pesado de 1:1. La concentración más común varía de 30 a 35 % de azúcar. El almíbar también se puede preparar a base del jugo de las propias frutas, al cual se le adiciona azúcar hasta alcanzar el grado de dulzor requerido (Vázquez, 2011 Comunicación Personal). La manzana se cuece en una solución de azúcar y se almacena en recipientes dentro de la solución de almíbar (CONAFRUT, 1972).

Los orejones se obtienen mediante el secado, es un método de conservación antiguo y económico utilizado para la conservación de alimentos. La deshidratación implica el control sobre las condiciones climatológicas dentro de la cámara o el control de un microambiente circulante, es la remoción del agua por métodos mecánicos. Como la actividad enzimática y microbiana puede permanecer en un producto deshidratado, es preferible tratarlos con métodos como el sulfitado antes de someterlos al proceso de secado para evitar el deterioro durante el almacenamiento (Vázquez, 2011 Comunicación personal).

1.8 Análisis sensorial

La evaluación sensorial es una disciplina científica que encarga de la medición, análisis e interpretación de las características de los alimentos y sus componentes, como son percibidos por los sentidos: vista, olfato, gusto, tacto y oído. Las principales características que se evalúan en los alimentos son apariencia, color, olor, gusto, sabor, textura y temperatura. El análisis sensorial se divide en pruebas de diferencia, descriptivas y de aceptación o preferencia (Mejía, 2006).

1.8.1 Prueba de diferencia

Esta prueba tiene por objeto establecer si entre dos o más muestras existe diferencia en alguna característica o en conjunto, se lleva a cabo por jueces semi-entrenados cuando se establezca la prueba sobre el conjunto de las características de un producto o por jueces entrenados para establecer la diferencia de una o varias características particulares (Sancho y col., 2002).

1.8.2 Prueba descriptiva

El objetivo de esta prueba es encontrar un mínimo número de descriptores que brinden un máximo de información sobre las características sensoriales del producto, se basa en la detección y descripción de los aspectos sensoriales del alimento. Se lleva a cabo por jueces experto entrenados (Mejía, 2006).

1.8.3 Prueba de aceptación o preferencia

Son aquellas que se realizan por consumidores (personas no entrenadas) que dan su opinión de acuerdo a sus gustos y preferencias, éstas se dividen en: prueba de preferencia y prueba hedónica (Sancho y col., 2002).

1.8.3.1 Prueba de preferencia de Kramer

Esta prueba se realiza con el objetivos de que a partir de las opiniones de un grupo de personas, se ordene un conjunto de muestras de acuerdo a su apreciación personal en relación una con otra en función de su aceptación general, esto permite seleccionar las mejores muestras de un grupo (Pedrero y Pangborn, 1989). El tratamiento estadístico se hace con un análisis de varianza o mediante las tablas de Kramer para ver si la suma de las puntuaciones asignadas es significativa (Sancho y col., 2002).

1.8.3.2 Prueba hedónica no estructurada

Consiste en identificar el nivel de agrado o desagrado que provoca una muestra, permite detectar pequeñas diferencias en el gusto del consumidor sobre alimentos similares y establecer el nivel de aceptabilidad de un producto. En esta prueba las muestras se presentan en diferente orden para cada persona al que se le pide que las califique sobre una escala de intervalo no estructurado donde se puntualiza el nivel de agrado de acuerdo a una graduación. El tratamiento estadístico se hace mediante un análisis de varianza y mediante la prueba de medias de Student para determinar si las diferencias entre las medias muestrales revelan diferencias entre los valores medios de cada una de las poblaciones, o si las diferencias entre los valores medios de la muestra son más indicativas de una variabilidad de muestreo (Mejía, 2006).

2. HIPÓTESIS

Las variedades de manzano 436 y 419, establecidos en la Sierra de Querétaro, presentan frutos con cualidades comparables a las de 'Golden Delicious' y 'Red Delicious' para ser utilizados como materia prima en la elaboración de mermeladas, papillas y néctares de calidad para su consumo y comercialización.

3. OBJETIVOS

3.1 General

Determinar la capacidad de cuatro genotipos de manzana: 'Golden Delicious', 'Red Delicious', 436 y 419, establecidos en la Sierra Gorda de Querétaro para su uso en la elaboración de mermeladas, néctares y papillas con buena aceptación sensorial.

3.2 Específicos

- Determinar las principales características químicas de las mermeladas, néctares y papillas elaboradas con los distintos genotipos de manzano.
- Evaluar la calidad de los diferentes productos procesados a través de pruebas sensoriales.
- Determinar la correlación entre las características sensoriales de cada producto procesado.

4. METODOLOGÍA

4.1 Materiales

4.1.1 Localización del sitio experimental

El presente trabajo se desarrolló en el laboratorio de Fermentaciones y Fisiología de Frutas y Hortalizas, en la planta piloto de alimentos de la Facultad de Química de la Universidad Autónoma de Querétaro, y en un huerto experimental localizado en El Suspiro, Cadereyta, Querétaro.

4.1.2 Material biológico

Se utilizaron los siguientes genotipos: 'Golden Delicious', 'Red Delicious' y dos híbridos: 419 y 436, todos de maduración intermedia o tardía cultivados en un huerto semicomercial. Las principales características de los genotipos empleados se consignan en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Características de los genotipos empleados en el presente experimento (Modificado de Mendoza, 2007; García, 2013).

Genotipo	Origen genético	Época de maduración	Color de la fruta	Rendimiento (Kg)/ árbol por año	Diámetro (cm)	SST (°Brix)	ATT (g/l)
Golden Delicious	Genotipo comercial	Intermedia (Agosto)	Amarillo	38.0	5.6	12.8	2.7
Red Delicious	Genotipo comercial	Intermedia (Agosto)	Rojo estriado	34.3	6.7	13.7	2.6
436	'Anna' x 'Gala'	Intermedia (Agosto)	Chapeado amarillo	19.5	6.3	14.0	1.8
419	Golden 650 x 'Gala'	Tardía (Septiembre)	Rojo estriado	90.5	5.7	15.1	4.5

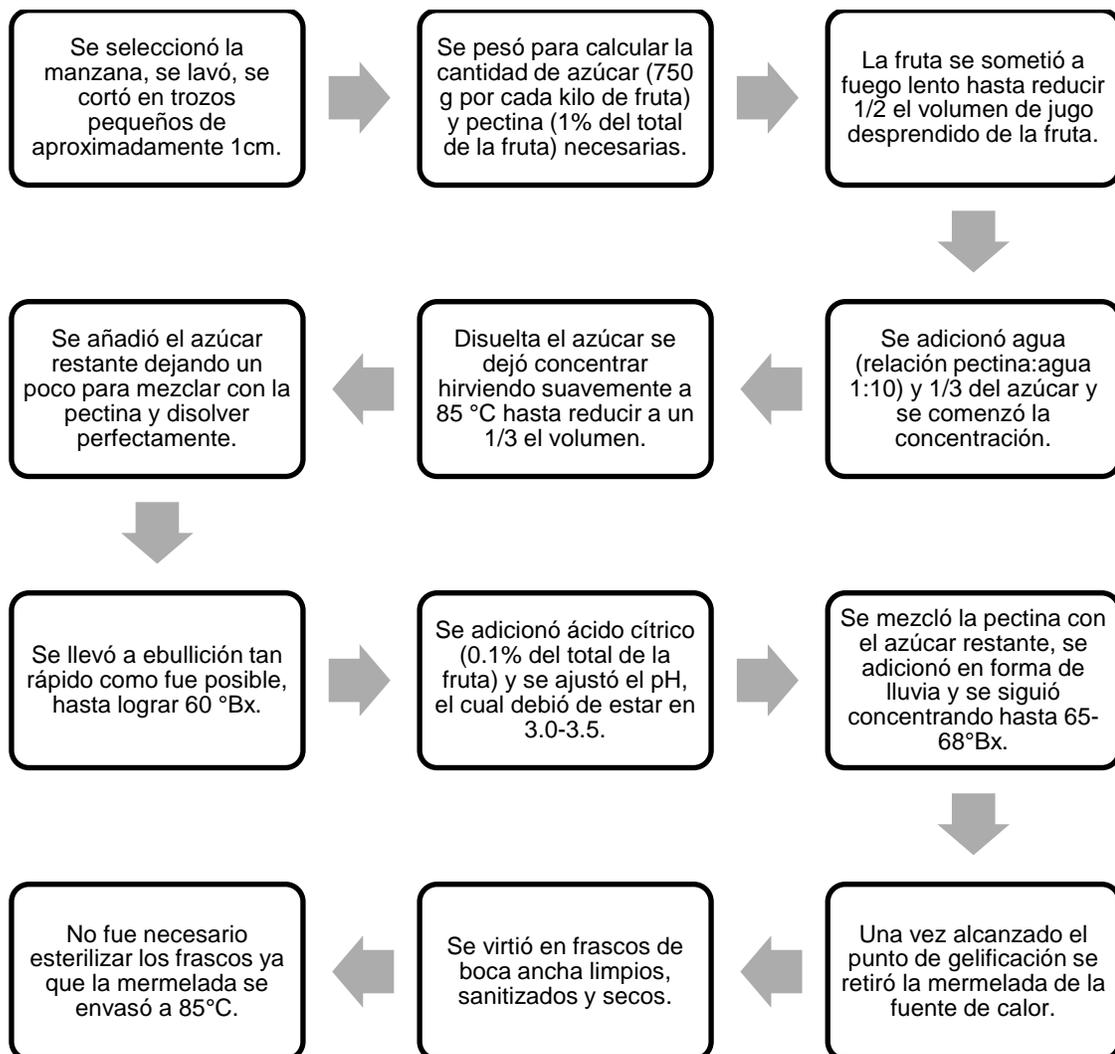
4.2 Metodología experimental

4.2.1 Elaboración de productos procesados

Con los frutos maduros se elaboraron los siguientes productos: mermelada, néctar y papilla.

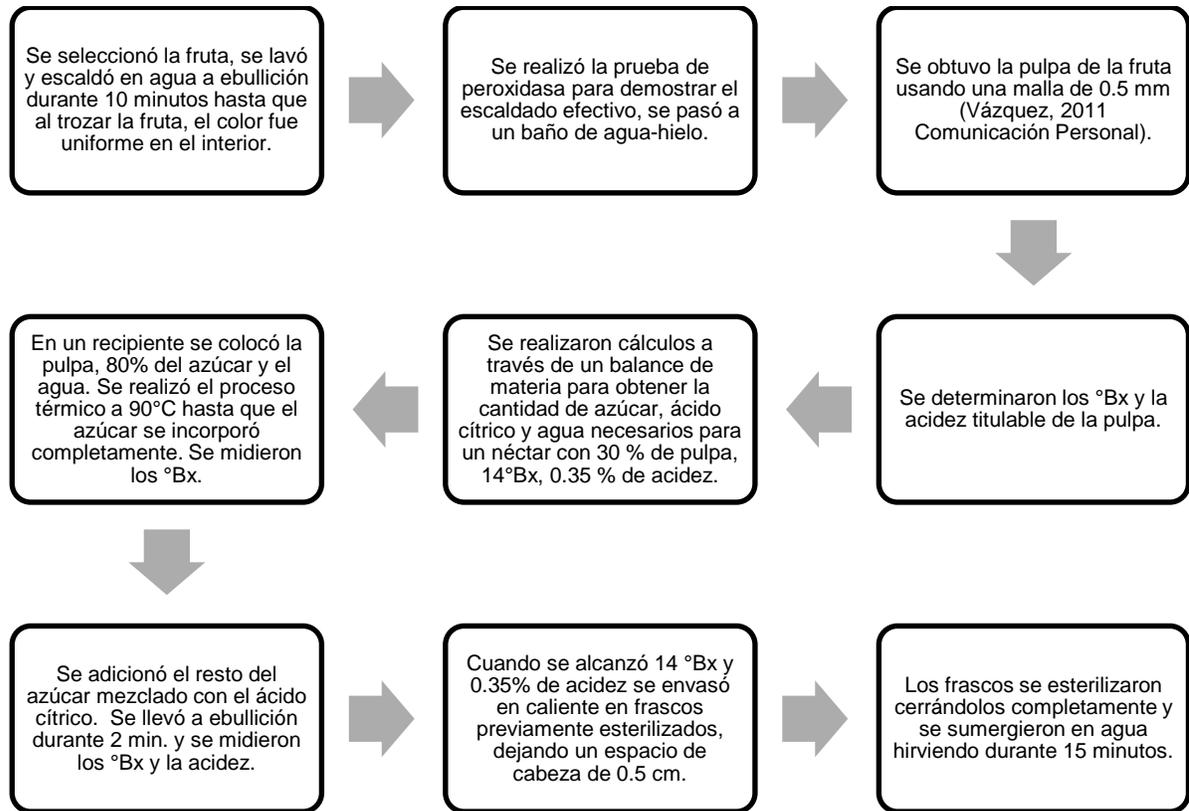
Se determinaron las principales características químicas de los productos obtenidos, tales como sólidos solubles totales, acidez total titulable y pH.

4.2.1.1 Mermelada



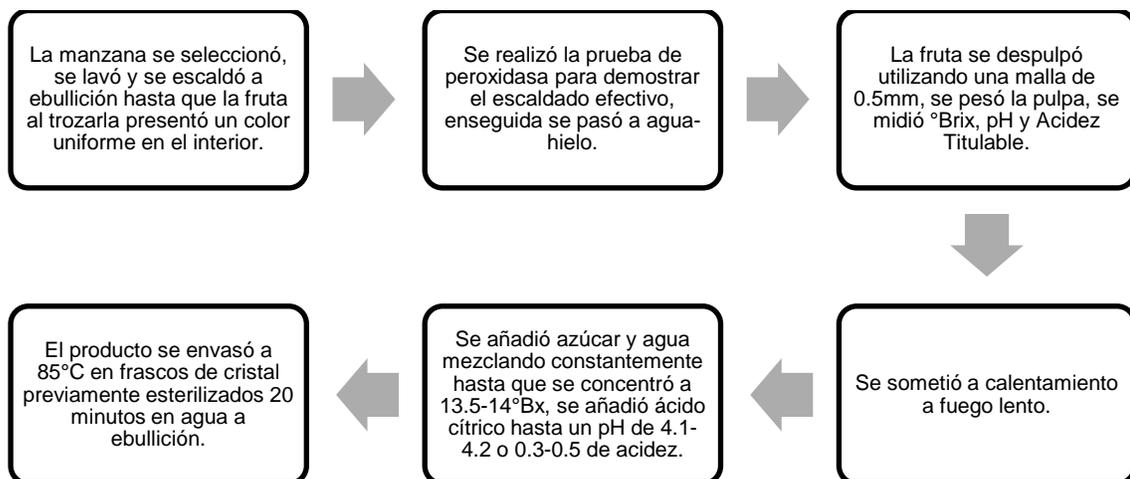
(Rauch, 1987; FAO, 2006; Vázquez, 2011 Comunicación personal)

4.2.1.2 Néctar



(NMX-F-073-S-1980; AAPPA, 2004; Vázquez, 2011 Comunicación Personal)

4.2.1.3 Papilla



(De Benito, 2010)

4.2.2 Análisis químicos de los productos procesados

4.2.2.1 Sólidos solubles totales (°Brix)

Se tomaron alícuotas de 1 ml de la pulpa de manzana y de los productos obtenidos de mermelada, néctar y papilla, se analizaron en un refractómetro digital (ATAGO DR-A1) y los resultados obtenidos se reportaron como °Brix. Esto con el fin de determinar la cantidad de sacarosa presente en 100 g de muestra (Lees, 1994).

4.2.2.2 Acidez total titulable

De la pulpa de manzana utilizadas para las papillas y los néctares, así como de los productos obtenidos de papilla se tomaron tres alícuotas de 2 ml, estas fueron diluidas en 8 ml de agua destilada, se titularon con solución valorada de NaOH 0.1N y fenolftaleína 1 % en etanol como indicador y se calculó la cantidad total de ácido presente en 100 g de muestra, la cual se reportó como el porcentaje de ácido presente, de acuerdo a la siguiente ecuación (Alayón, 2005):

$$\% \text{ acidez titulable} = \frac{(\text{Vol. NaOH}) (\text{N NaOH}) (\text{meq. del ácido})}{(\text{Vol. de la muestra})} * 100 \times \text{FD}$$

$$\text{FD} = \frac{\text{V final}}{\text{V inicial}}$$

Donde:

Vol. NaOH = Cantidad en ml de NaOH gastados en la titulación.

N NaOH = Normalidad de NaOH empleada.

meq. del ácido = 0.067 (ácido málico) para la pulpa, 0.064 (ácido cítrico) para el producto procesado.

Vol. de la muestra = Cantidad de muestra empleada en ml.

FD = Factor de dilución

V final = Volumen final de la alícuota tomada.

V inicial = Volumen inicial de la alícuota tomada.

Para los productos de néctar obtenidos se tomaron alícuotas de 10 ml, por lo tanto para determinar el porcentaje de acidez titulable se utilizó la misma fórmula anterior sin tomar en cuenta el factor de dilución.

4.2.2.3 Determinación de pH

Se tomaron alícuotas de 10 ml de los productos obtenidos de néctar y papilla; y de la pulpa de manzana utilizada para el procesamiento de los mismos, se realizó la medición del pH con un potenciómetro digital (CONDUCTRONIC pH 10) para determinar el grado de acidez o alcalinidad de la muestra en base a los iones hidronio presentes (H_3O^+) (De Benito, 2010).

4.2.3 Análisis sensoriales de los productos elaborados

4.2.3.1 Prueba de preferencia o prueba de Kramer

Para cada uno de los productos elaborados que se mencionan arriba se llevó a cabo una prueba sensorial de rangos con los distintos genotipos utilizados. Se colocaron las muestras sobre una mesa, etiquetadas con una clave; se elaboraron tarjetas rotuladas con el número de la clave interna asignada a cada muestra, estas fueron entregadas al juez (consumidor) y se le pidió que seleccionara las muestras por orden de preferencia decreciente según su aspecto general apoyándose de las tarjetas sin mover las muestras. Así mismo, se le otorgó al juez un formato, donde anotó el orden de su preferencia colocando en el cuadro 1 a la de mayor preferencia general y así sucesivamente hasta el número 5 a la de menor preferencia sin ser sugestionado por una tercera persona. Para la prueba realizada con mermeladas se utilizó el formato sólo con 4 cuadros (véase Anexo 1). Para esta prueba participaron 19 jueces no entrenados (Sancho y col., 2002).

4.2.3.2 Prueba hedónica no estructurada

Cada uno de los productos elaborados con los diferentes genotipos se tomó al azar, se etiquetaron con una clave para no favorecer a ninguno, ni predisponer a nadie, en mesas de fondo plano se colocaron todas las muestras con un vaso de

agua, galletas, cucharas y servilletas, a cada juez se les dio un formato donde evaluaron cuatro variables: color, sabor, aroma y aceptación general, para ello, colocaron una cruz a lo largo de la línea de acuerdo al nivel de agrado de cada muestra en cada uno de los aspectos a evaluar sin hacer ningún comentario, en la prueba de realizada con mermeladas se utilizó el formato sólo con 4 cuadros de muestras (véase Anexo 2), para la evaluación de sabor se les pidió que consumieran agua y galletas, con el fin de que el sabor de una muestra no influyera en la evaluación de la otra. Para esta prueba participaron 30 jueces no entrenados (Pedrero y Pangborn, 1989).

4.2.4 Análisis estadístico

El diseño experimental fue completamente al azar, siendo el factor de estudio para cada producto elaborado, los diferentes genotipos con un número distinto de repeticiones en función de la variable. La unidad experimental estuvo constituida por un producto. Para la prueba de preferencia, los resultados se analizaron basándose en las tablas de Kramer, (véase Anexos 3 y 4). Para la prueba hedónica no estructurada los datos fueron sometidos al análisis de varianza de Fisher y a la prueba de medias de Student (véase Anexo 5) utilizando el programa estadístico Statgraphics Centurion XVI y JMP (Sancho y col., 2002; Pozo, 2000).

5. RESULTADOS

5.1 Mermeladas

5.1.1 Sólidos solubles totales y pH de las mermeladas obtenidas

Cabe recordar que se elaboraron mermeladas con manzanas de cuatro variedades; éstas fueron sometidas a un proceso de elaboración en el cual al adicionar agua y azúcar se incrementaron los sólidos solubles totales (°Brix) y, al añadir ácido cítrico, se vio modificado el pH; finalmente, después de incorporar pectina y azúcar, también se vieron modificados tanto los sólidos solubles totales como el pH. Los valores obtenidos para cada uno de los genotipos utilizados se consignan en el Cuadro 7, en el que se puede observar que después de ser ajustadas durante el procesamiento todas las variedades alcanzan la acidez y la concentración requerida para obtener un producto procesado de calidad apto para consumo y comercialización, las cuatro variedades cuentan con un pH alrededor de 3.0 y 3.5; y °Bx entre 65 y 68, valores de concentración y acidez ideales para la obtención de mermelada.

Cuadro 7. Sólidos solubles totales (°Brix) y pH de pulpa de manzana de cuatro variedades, pulpa de manzana adicionada por agua, azúcar y ácido cítrico; y mermeladas obtenidas

Variedad	SST ¹	pH ¹	SST ²	pH ²	SST ³	pH ³
436	13.4	4.93	60.3	3.55	65.6	3.53
'Golden Delicious'	10.1	3.86	60.6	3.53	66.4	3.52
'Red Delicious'	13.2	4.79	60.8	3.54	66.2	3.52
419	13.6	4.38	60.2	3.47	67.8	3.42

¹Pulpa inicial; ²Después de adicionar agua, azúcar y ácido cítrico, ³Después de agregar pectina + azúcar

Nota: De acuerdo al balance de materia, por cada 1.5 kg de pulpa se adicionó 1125 g de azúcar, 15 g de pectina, 150 g de agua y 1.5 g de ácido cítrico.

En la Figura 8 se aprecia el aspecto de las distintas mermeladas obtenidas a partir de cada una de las variedades de manzana empleadas en este estudio. Se observa que con 436 y 'Golden Delicious' se obtienen productos de color amarillo con características similares de apariencia. El producto obtenido con 'Red Delicious' presenta un color rojo intenso, mientras que 419 presenta un color rojo claro. Se aprecia que las variedades 436, 'Golden Delicious' y 'Red Delicious' muestran una consistencia adecuada comparable a la de una mermelada comercial en contraste con 419 con la que se obtiene un producto final con una consistencia semejante a una jalea.



Figura 14. Mermeladas elaboradas con cuatro variedades de manzana.

5.1.2 Análisis sensorial

5.1.2.1 Prueba de preferencia o prueba de Kramer

En el Cuadro 8 se consigna el orden de preferencia de cuatro mermeladas elaboradas con distintas variedades de manzana analizadas por 19 jueces consumidores. Dado que valores de uno muestran mayor preferencia; a menor valor de la sumatoria sugiere mayor agrado. A notar los bajos valores obtenidos con la mermelada de 'Golden Delicious'. De acuerdo a la tabla de Kramer (véase Anexo 3), el rango de indiferencia para ese número de tratamientos y repeticiones con 95 % de confiabilidad se encuentra entre 39 y 56, por lo que tratamientos que presentan valores inferiores a 39 son considerados mejores y aquellos con valores superiores a 56 no son de buen agrado (disgustaron).

Cuadro 8. Orden de preferencia general dados por 19 jueces consumidores a mermeladas elaboradas con cuatro variedades de manzana

Juez	419	436	'Red Delicious'	'Golden Delicious'
1	1	4	3	2
2	3	2	4	1
3	3	4	2	1
4	2	4	3	1
5	4	3	1	2
6	3	2	4	1
7	3	2	4	1
8	4	2	3	1
9	3	1	4	2
10	4	3	2	1
11	2	1	4	3
12	3	4	2	1
13	3	1	4	2
14	4	2	3	1
15	3	4	2	1
16	4	1	3	2
17	3	2	4	1
18	4	2	3	1
19	4	1	3	2
Sumatoria	60	45	58	27

De acuerdo a lo anterior, la variedad 'Golden Delicious' muestra mayor grado de preferencia, mientras que 436 es indiferente, es decir, no presentan agrado ni desagrado por los jueces y 'Red Delicious' y 419 presentan menor agrado por parte de los jueces (Cuadro 9).

Cuadro 9. Límites de confiabilidad ($P \leq 0.05$) para la prueba de Kramer y separación de tratamientos de aceptabilidad general de mermeladas de distintas variedades

< 39	39 a 56	> 56
'Golden Delicious'	436	'Red Delicious' y 419

En el Cuadro 10 se muestra el orden de preferencia de las cuatro mermeladas elaboradas con distintas variedades de manzana analizadas por 19 jueces con 99 % de confiabilidad, cuyo rango de indiferencia se encuentra entre 36 y 59, por lo que valores menores a 36 son considerados mejores y valores mayores a 59 no son de buen agrado (disgustaron).

De acuerdo a lo anterior, la variedad 'Golden Delicious' nuevamente muestra, ahora con mayor confiabilidad estadística, mayor grado de preferencia, mientras que 436 y 'Red Delicious' esta vez resultan indiferentes, es decir, no presentan agrado ni desagrado por los jueces y 419 presentan menor agrado por parte de los jueces.

Cuadro 10. Límites de confiabilidad ($P \leq 0.01$) para la prueba de Kramer y separación de tratamientos de aceptabilidad general de mermeladas de distintas variedades

< 36	36 a 59	> 59
'Golden Delicious'	436 y 'Red Delicious'	419

5.1.2.2 Prueba hedónica no estructurada

El análisis de varianza muestra diferencia altamente significativa: ($P \leq 0.01$) entre los tratamientos (genotipos) para el color, sabor y aceptación general (" F "=6.76, " F "=5.11 y " F "=3.78, respectivamente). Asimismo, se detectaron diferencias significativas ($P \leq 0.01$) entre bloques para las cuatro variables evaluadas, en este caso los jueces (Cuadro 11).

Color

Se identificaron dos grupos homogéneos en los que no existe una diferencia entre aquellos que comparten una misma letra, por lo tanto 436, 'Red Delicious' y 419 son estadísticamente iguales, presentan igual preferencia en color, mientras 'Golden Delicious' presenta mayor preferencia.

Aroma

El análisis de varianza no detectó diferencias entre genotipos (“F” = 0.85^{NS}). Los valores obtenidos se encuentran entre 4.98 y 5.68 para las cuatro variedades evaluadas.

Sabor

Para mermelada y bajo las condiciones de este estudio se puede observar que existe diferencia entre los genotipos, identificándose dos grupos, uno integrado por tres genotipos: ‘Golden Delicious’, 419 y ‘Red Delicious’ con valores de 6.59, 6.41 y 6.68, respectivamente, contrastando con la muestra 436 (\bar{x} = 4.83).

Aceptación General

El análisis estadístico muestra una diferencia altamente significativa entre los genotipos ($P \leq 0.01$), identificándose dos grupos homogéneos, uno de ellos integrado nuevamente por ‘Golden Delicious’, ‘Red Delicious’ y 419 con valores de 6.70, 6.22, 6.19, respectivamente, y que contrasta con el 436 con menor aceptación general (\bar{x} = 5.23).

Cuadro 11. Valores de “F”, significancia estadística y pruebas de medias para los aspectos de mermeladas obtenidas con distintas variedades de manzana en el análisis sensorial (Prueba hedónica no estructurada)

Origen de la mermelada	Color	Aroma	Sabor	Aceptación General
‘Golden Delicious’	7.40 ¹ a	5.68 ¹ a*	6.59 ¹ a*	6.70 ¹ a*
419	5.52 b*	5.39 a	6.41 a	6.19 a
436	5.25 b	4.98 a	4.83 b	5.23 b
‘Red Delicious’	5.16 b	5.47 a	6.68 a	6.22 a
“F” tratamientos	6.76**	0.85 ^{NS}	5.11**	3.78**
“F” bloques (Jueces)	1.71**	2.88**	1.94**	3.15**
² DMS	1.14	0.89	1.08	0.89

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales Student ($P \leq 0.05$). ¹Medias obtenidas de 30 valores individuales. ²DMS = Diferencia mínima significativa. **Significativo a $P \leq 0.01$. ^{NS}No significativo.

5.1.2.3 Análisis de correlación de los distintos aspectos sensoriales

En el Cuadro 12 se muestran los coeficientes de correlación (r) de las cuatro variables sensoriales analizadas. A observar para el color existe una baja correlación respecto a las otras variables evaluadas (0.6881, 0.3694 y 0.6857 con aroma, sabor y aceptación general, respectivamente). Sin embargo, el aroma correlaciona fuertemente con el sabor y la aceptación general ($r = 0.9252$ y $r = 0.9954$, respectivamente); asimismo, el sabor correlaciona bastante bien con la aceptación general (0.9293).

Cuadro 12. Coeficientes de correlación (r) entre los atributos de mermeladas obtenidas con distintas variedades de manzana

Mermelada	Color	Aroma	Sabor	Aceptación General
Color	1	0.6881	0.3694	0.6857
Aroma		1	0.9252	0.9954
Sabor			1	0.9293
Aceptación General				1

5.2 Néctares

5.2.1 Características de los néctares en función de la variedad de manzana

Las cuatro variedades de manzana fueron sometidas a un proceso de elaboración en el cual, al adicionar agua y azúcar se disminuyen los °Brix y al realizar el proceso térmico y adicionar ácido cítrico se vio modificada la acidez y los SST, obteniéndose productos con acidez y concentración adecuadas para ser considerados de calidad apta para consumo y comercialización. Los valores obtenidos para cada genotipo se consignan en el Cuadro 13. Se observa que todas las variedades alcanzan una acidez de 0.352% y 14.0 °Bx debido al balance de materia que se realiza durante el proceso, mediante el cual, a partir de materias primas diferentes se logran características químicas finales iguales o estándar.

Cuadro 13. Sólidos solubles totales (°Brix) y acidez total titulable (ATT) de mostos de manzana inicial y néctares obtenidos

Variedad	°Bx de la pulpa	ATT	Azúcar ¹ (g)	Ácido cítrico ¹ (g)	Agua ¹ (L)	°Bx final	ATT final
436	13.8	0.167	656.4	20.11	3.98	14.0	0.352
'Golden Delicious'	9.7	0.335	738.4	16.91	3.91	14.1	0.352
'Red Delicious'	13.3	0.235	666.4	18.83	3.97	14.0	0.352
419	13.7	0.268	658.4	17.55	3.98	14.0	0.352

¹Cantidades adicionadas durante el proceso de elaboración.

En la Figura 9 se aprecia el aspecto de los distintos néctares obtenidos a partir de cada una de las variedades de manzana empleadas en este estudio. Se observa que con las variedades 436 y 'Golden Delicious' se obtienen productos de color amarillo, con características similares en cuanto a apariencia, el producto obtenido con la variedad 'Red Delicious' presenta color rojo intenso debido a las características de la epidermis de la manzana, mientras con la variedad 419 el producto es de color rojo muy claro. Los productos procesados con las cuatro variedades de manzana presentan apariencia similar al de un néctar, con aspecto y características agradables.



Figura 15. Néctares elaborados con cuatro variedades de manzana y un producto comercial.

5.2.2 Análisis sensorial

5.2.2.1 Prueba de preferencia o prueba de Kramer

En el Cuadro 14 se muestra la matriz del orden de preferencia dado por 19 jueces no entrenados a cinco diferentes néctares, así como su sumatoria, se advierten diferencias en las sumatorias obtenidas, desde 37 hasta 62. Para cinco variedades y 19 jueces de acuerdo a la tabla de Kramer (véase Anexo 3), el rango de indiferencia se encuentra entre 47 y 67, por lo que los tratamientos con valores menores a 47 son de mayor preferencia y aquellos con valores mayores a 67 no son de buen agrado (disgustaron).

Cuadro 14. Orden de preferencia general dados por 19 jueces consumidores a néctares elaborados con cuatro variedades de manzana y un néctar comercial

Juez	Comercial	419	'Red Delicious'	'Golden Dolicious'	436
1	1	5	4	2	3
2	4	5	3	2	1
3	5	4	3	2	1
4	4	2	1	3	5
5	5	4	2	3	1
6	3	5	4	2	1
7	3	4	5	2	1
8	5	4	1	3	2
9	3	5	4	2	1
10	4	1	2	3	5
11	4	5	3	2	1
12	2	3	5	4	1
13	3	2	4	1	5
14	3	5	4	1	2
15	3	5	2	4	1
16	2	5	1	4	3
17	3	4	5	2	1
18	3	5	4	2	1
19	3	4	5	2	1
Sumatoria	63	77	62	46	37

En el Cuadro 15 se agrupan los néctares en función de los límites de significancia (Kramer, $P \leq 0.05$).

Bajo las condiciones de este estudio se puede observar que las variedades 436 y 'Golden Delicious' muestran mayor aceptación (valores respectivos de 37 y 46), mientras que la variedad 'Red Delicious' y el testigo (néctar comercial) son indiferentes y la variedad 419 mostró desagrado por parte de los jueces.

Cuadro 15. Clasificación de genotipos con base en los límites de significancia de Kramer ($P \leq 0.05$)

< 47	47 a 67	> 67
436, 'Golden Delicious'	Comercial, 'Red Delicious'	419

En el Cuadro 16 se muestra el orden de preferencia de los cinco néctares analizados con 99 % de confiabilidad, con un rango de indiferencia para ese número de tratamientos y repeticiones entre 43 y 71, por lo que valores menores a 43 son considerados mejores y valores mayores a 71 no son de buen agrado (disgustaron). De acuerdo a lo anterior, se puede observar que la variedad 436 presenta mayor agrado de preferencia (37), mientras que la variedad 'Golden Delicious', 'Red Delicious' y el testigo (néctar comercial) son indiferentes (46, 62 y 63, respectivamente) y la variedad 419 mostró desagrado por los jueces (77).

Cuadro 16. Clasificación de genotipos con base en los límites de significancia de Kramer ($P \leq 0.01$)

< 43	43 a 71	> 71
436	'Golden Delicious', Comercial, 'Red Delicious'	419

5.2.2.2 Prueba hedónica no estructurada

En el análisis de varianza se observa diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) para el aspecto olor y el aroma de los distintos néctares analizados (" F "=6.52** y " F "=4.42**, respectivamente) entre los tratamientos (genotipos), mas

no en el sabor ni en la aceptación general (“F”=1.08 y “F”=1.49, respectivamente). Asimismo, se detectan diferencias significativas ($P \leq 0.01$) entre bloques, en este caso los jueces (Cuadro 17).

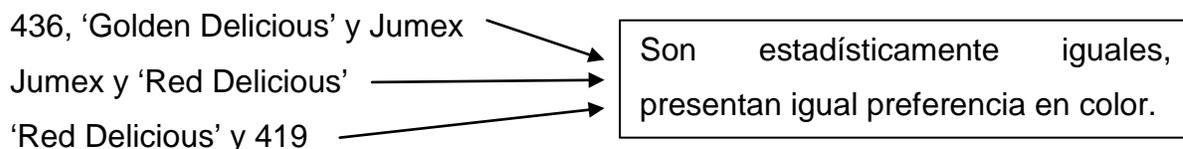
Cuadro 17. Valores de “F”, significancia estadística y pruebas de medias para los aspectos evaluados en el análisis sensorial (prueba hedónica no estructurada) de néctares elaborados con distintos genotipos de manzana y un néctar comercial

Genotipo	Color	Aroma	Sabor	Aceptación General
436	7.27 ¹ a*	4.85 ¹ b*	6.62 ¹ a*	6.93 ¹ a*
‘Golden Delicious’	6.85 a	5.69 b	6.45 a	6.68 ab*
Comercial	6.21 ab*	6.98 a	6.01 a	6.41 ab
‘Red Delicious’	5.55 bc*	5.42 b	5.57 a	5.82 b
419	4.58 c	5.41 b	6.44 a	6.20 ab
“F” tratamientos	6.52**	4.42**	1.08 ^{NS}	1.49 ^{NS}
“F” bloques (Jueces)	1.69**	3.01**	2.17**	1.96**
² DMS	1.17	1.06	1.15	0.99

* Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales (Student, $P \leq 0.05$).
¹Medias obtenidas de 30 valores individuales. ²DMS = Diferencia mínima significativa. ** Significativo a $P \leq 0.01$. ^{NS}No significativo.

Color

En la separación de medias se observa que el mejor néctar es el obtenido con la variedad 436 (7.27), siendo estadísticamente igual a ‘Golden Delicious’ y al néctar comercial (6.85 y 6.21, respectivamente), pero superior a ‘Red Delicious’ y 419 (5.55, 4.58, respectivamente). Esta situación podría ilustrarse como sigue:



436, ‘Golden Delicious’ y Comercial presentan mayor preferencia que 419.

436 y ‘Golden Delicious’ son de mayor preferencia que ‘Red Delicious’ y 419.

Aroma

A diferencia de lo ocurrido con el aspecto visual, el néctar comercial es el que destaca en aroma, con el mayor valor en la escala (6.98) dado por los jueces y que resultó superior a los obtenidos por el resto de los néctares.

Sabor

En cuanto al sabor no hay preferencia hacia ningún genotipo para este aspecto. Los valores obtenidos en la prueba hedónica van de 6.62 para 436 hasta 5.57 para 'Red Delicious'.

Aceptación general

Bajo las condiciones de este estudio se puede observar que 436 obtiene el mayor valor, siendo superior a 'Red Delicious', pero no difiriendo del resto de los genotipos (6.93, 5.82, respectivamente), lo cual se ilustra como sigue:

436, 'Golden', Jumex y 419 →
'Golden', Jumex, 419 y 'Red' →

Son estadísticamente iguales, presentan igual aceptación general.

436 presentan mayor preferencia que 'Red Delicious'.

5.2.2.3 Análisis de correlación de los distintos aspectos sensoriales

Cuadro 18. Coeficientes de correlación (r) entre los distintos atributos de néctares producidos con distintas variedades de manzana

Néctar	Color	Aroma	Sabor	Aceptación General
Color	1	0.0790	0.3517	0.7945
Aroma		1	0.3642	0.1608
Sabor			1	0.8301
Aceptación General				1

En el Cuadro 18 se observa que existe poca correlación entre los atributos evaluados para los néctares producidos, siendo los más bajos los valores del color con el aroma ($r = 0.079$) y del aroma con la aceptación general (0.1608), seguidos por el color y aroma con el sabor ($r = 0.3517$, $r = 0.3642$, respectivamente). Sin embargo se observa una correlación más o menos importante de la aceptabilidad general con el color ($r = 0.7945$) y con el sabor ($r = 0.8301$).

5.3 Papillas

5.3.1 Características generales de las papillas obtenidas a partir de las variedades de manzana empleadas

Las papillas elaboradas con manzanas de cuatro variedades fueron sometidas a un proceso de elaboración en el que inicialmente se determinaron los valores de °Brix, pH y acidez titulable de la pulpa obtenida de cada variedad, posteriormente estos valores se ajustaron a la formulación. Al adicionar azúcar se incrementaron los °Brix y al adicionar ácido cítrico se vio modificado el pH y la acidez titulable.

Los valores obtenidos para cada uno de los genotipos utilizados se consignan en la Cuadro 19. Puede observarse que todas las variedades alcanzan la acidez, el pH y la concentración requerida para obtener un producto procesado de calidad apto para consumo y comercialización, ya que después de ser ajustadas las cuatro variedades cuentan con un pH entre 4.1 y 4.2, un porcentaje de acidez de 0.3 a 0.5 y °Bx entre 13.5 y 14.

En la Figura 10 se aprecia el aspecto de las distintas papillas obtenidas a partir de cada una de las variedades de manzana empleadas en este estudio. Se observa que con todas las variedades se obtienen productos con similar consistencia, con diferentes tonos de amarillo, siendo el más claro el obtenido de la variedad 'Golden Delicious', seguida de la 419, 436 y por último las variedad 'Red Delicious' que presenta un color oscuro, dando apariencia de oxidado debido a las características de la manzana.

Cuadro 19. Sólidos solubles totales (°Brix), acidez titulable y pH de pulpa de manzana de cuatro variedades y papillas obtenidas

Componente o variable	Variedad			
	436	'Golden Delicious'	'Red Delicious'	419
Valores obtenidos en la pulpa sin ajustar				
°Bx de la pulpa	13.2	9.8	13	13.6
Acidez titulable	0.134	0.369	0.201	0.235
pH	5.18	3.97	4.82	4.33
Cantidades adicionadas				
Azúcar (g)	10	95	10	0
Agua	0	0	0	0
Ácido Cítrico (g)	1.8	0.2	1.7	1.7
Valores finales				
°Bx	13.8	13.7	13.6	13.8
Acidez titulable	0.384	0.352	0.32	0.352
pH	4.19	4.12	4.15	4.13

Nota: ¹Estas cantidades fueron adicionadas a 2 kg de pulpa. ²La papilla comercial tenía 13.13 °Bx, pH 4.17 y 0.416% ATT.



Figura 16. Papillas elaboradas con cuatro genotipos de manzana y un producto comercial.

5.3.2 Análisis sensorial

5.3.2.1 Prueba de preferencia o prueba de Kramer

En el Cuadro 20 se consigna el orden de preferencia de cinco papillas, cuatro elaboradas con distintas variedades de manzana y una muestra comercial, analizadas con 19 jueces no entrenados, así como las sumatorias obtenidas para cada tratamiento (variedad).

Cuadro 20. Orden de preferencia general dados por 19 jueces consumidores a papillas elaborados con cuatro variedades de manzana y una papilla comercial

Juez	Comercial	419	'Red Delicious'	'Golden Delicious'	436
1	1	3	4	2	5
2	1	3	2	4	5
3	1	3	2	5	4
4	1	4	5	3	2
5	1	2	3	4	5
6	1	5	4	3	2
7	1	3	2	5	4
8	1	3	2	4	5
9	1	2	3	4	5
10	1	4	5	2	3
11	1	5	4	2	3
12	1	4	5	3	2
13	1	3	4	2	5
14	2	1	3	5	4
15	1	4	5	3	2
16	1	3	2	4	5
17	2	3	4	5	1
18	1	3	2	5	4
19	1	4	2	5	3
Sumatoria	21	62	63	70	69

A notar los bajos valores obtenidos respecto al testigo (papilla comercial) que indican buena aceptación. De acuerdo a la tabla de Kramer (véase Anexo 3), el rango de indiferencia para ese número de tratamientos y repeticiones con 95 % de confiabilidad se encuentra entre 47 a 67, por lo que los tratamientos con valores menores a 47 son mejores y aquellos con valores mayores a 67 no son de buen agrado (disgustaron).

En el Cuadro 21 se puede observar que la muestra testigo (papilla comercial) presenta mayor agrado de preferencia (21), mientras que la variedad 'Red Delicious' y 419 son indiferentes (63 y 62, respectivamente) y la variedad 'Golden Delicious' y 436 mostraron desagrado por los jueces (70 y 69, respectivamente).

Cuadro 21. Clasificación de genotipos con base en los límites de significancia de Kramer ($P \leq 0.05$) para aceptabilidad general de distintas papillas

< 47	47 a 67	> 67
Comercial	419, 'Red Delicious'	436, 'Golden Delicious'

En el Cuadro 22 se muestra el orden de preferencia de las cinco papillas analizadas con 99 % de confiabilidad, con un rango de indiferencia para ese número de tratamientos y repeticiones que se encuentra entre 43 y 71, por lo que los tratamientos con valores menores a 43 son considerados mejores y aquellos con valores mayores a 71 no son de buen agrado (disgustaron). De acuerdo a lo anterior, la papilla comercial muestra mayor grado de preferencia (aceptación), mientras que 419, 'Red Delicious' 436 y 'Golden Delicious' son indiferentes, es decir, no presentan agrado ni desagrado por los jueces.

Cuadro 22. Clasificación de genotipos con base en los límites de significancia de Kramer ($P \leq 0.01$)

< 43	43 a 71	> 71
Comercial	419, 'Red Delicious', 436, 'Golden Delicious'	

5.3.2.2 Prueba hedónica no estructurada

El análisis de varianza muestra diferencia altamente significativa (“F”=15.68**, “F”=8.64**, “F”=27.29** y “F”=24.59**) entre los tratamientos (genotipos). Asimismo, se detectan diferencias significativas (“F”=2.39 y “F”=2.45: $P \leq 0.01$) entre bloques (jueces) para sabor y aspecto general, respectivamente (Cuadro 23).

Cuadro 23. Valores de “F”, significancia estadística y pruebas de medias para los aspectos evaluados en la prueba hedónica no estructurada de papillas obtenidas con distintas variedades de manzana

Papilla	Color		Aroma		Sabor		Aceptación General	
Comercial	8.71 ¹	a	7.01 ¹	a	7.41 ¹	a	7.82 ¹	a*
‘Red Delicious’	5.36	b*	5.51	b	6.33	b*	5.94	b
‘Golden Delicious’	5.32	b	4.78	bc	6.35	b	5.79	b
419	4.92	b	4.12	c	4.30	c	4.45	c
436	4.23	b	4.27	c	2.47	d	3.36	c
“F” tratamientos	15.68**		8.64**		27.29**		24.59**	
“F” bloques (jueces)	0.83 ^{NS}		1.51 ^{NS}		2.39**		2.45**	
² DMS	1.23		1.12		1.06		0.98	

Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Student ($P \leq 0.05$). ¹Medias obtenidas de 30 valores individuales. ²DMS = Diferencia mínima significativa. *Significativo a $P \leq 0.01$. ^{NS}No significativo.

Color

Claramente, al igual que para la prueba de rangos de Kramer, se advierte una preferencia neta por la papilla comercial (8.71). Todas las otras papillas elaboradas con manzanas de la región productora de Querétaro muestran valores discretos que van de 4.23 a 5.36, sin haber diferencias entre ellas.

Aroma

En cuanto al aroma para papilla se puede observar que la muestra comercial nuevamente gustó más (7.01); pero esta vez, a diferencia de lo ocurrido con el

color, se observan diferencias entre los genotipos, particularmente entre 'Red Delicious' (5.51) y 419 (4.12), a favor de la primera. Pueden identificarse dos grupos homogéneos en los que no existe una diferencia significativa entre los que comparten una misma letra, por lo tanto en cuanto a calidad aroma:

'Red Delicious' y 'Golden Delicious' →
'Golden Delicious', 436 y 419 →

Son estadísticamente iguales, presentan igual preferencia visual.

Sabor

Bajo las condiciones de este estudio se observa diferencia significativa entre los genotipos, identificándose cuatro grupos homogéneos en los que no existe una diferencia significativa entre los que comparten una misma letra, por lo tanto en cuanto a calidad visual:

La papilla comercial es la que presenta mayor agrado. 'Golden Delicious' y 'Red Delicious' son estadísticamente iguales, presentan igual preferencia visual, aunque son inferiores estadísticamente a la papilla comercial. Finalmente, 436 presenta menor preferencia.

Aceptación General

En cuanto a la aceptación general la papilla comercial presenta mayor agrado (7.823), seguidas de 'Red Delicious' (5.94) y 'Golden Delicious' (5.79) con mayor preferencia que 419 (4.45) y 436 (3.36), siendo de menor preferencia esta última.

5.3.2.3 Análisis de correlación de los distintos aspectos sensoriales

En el Cuadro 24 se muestran los coeficientes de correlación (r) de las variables sensoriales analizadas observándose que para el color y el aroma respecto al sabor existe poca correlación ($r = 0.7675$, $r = 0.7980$), mientras que el color, aroma y sabor presentan una elevada correlación con respecto a la aceptación general ($r = 0.9130$, $r = 0.9231$, $r = 0.9602$), asimismo el color con el aroma ($r = 0.9409$).

Cuadro 24. Coeficientes de correlación (r) entre los distintos atributos de papillas producidos con distintas variedades de manzana

Néctar	Color	Aroma	Sabor	Aceptación General
Visual	1	0.9409	0.7675	0.9130
Aroma		1	0.7980	0.9231
Sabor			1	0.9602
Aceptación General				1

6. DISCUSIÓN

6.1 Mermeladas

6.1.1 Sólidos solubles totales y pH de las mermeladas obtenidas

Las variedades de manzana 'Golden Delicious', 'Red Delicious', 436 y 419 al ser ajustadas durante el proceso de elaboración alcanzan la acidez y la concentración de azúcares requeridas para obtener un producto de mermelada de calidad suficiente para consumo y comercialización, ya que un alto contenido de sólidos (azúcar) y de ácidos orgánicos permite la conservación del producto al limitar el crecimiento microbiano (Vázquez, 2011 Comunicación Personal).

Sin embargo, cada una de las distintas mermeladas obtenidas presenta variaciones en color debido a las características intrínsecas de las manzanas (Agustí, 2004), lo cual es de suma importancia ya que a partir de esto se deriva la preferencia o aceptación de un producto debido a que el color es la propiedad óptica más característica de un alimento y en humanos representa 40% de las percepciones sensoriales, evaluándose el tono, la intensidad y el brillo del producto (Mejía, 2006).

6.1.2 Análisis sensoriales

En cuanto a la preferencia general para mermelada de acuerdo a la prueba de Kramer se obtiene que la variedad 'Golden Delicious' muestra mayor grado de preferencia, mientras que la variedad 419 no obtuvo buen agrado, lo cual es probable que se derive de las características del fruto (tamaño, forma, color, apariencia, ausencia de defectos e inclusive firmeza) (Fernández, 2003). Sin lugar a dudas la calidad de las manzanas se aprecia en primera instancia por la apariencia visual, el color se determina principalmente por los pigmentos en la epidermis del fruto: antocianinas, clorofilas y carotenoides (Mendoza, 2006), lo que influye en el color del producto final.

En comparación con los resultados reportados en un estudio realizado por Mejía (2006) en el cual indica que los frutos de la variedad 'Red Delicious' fueron

considerados sobresalientes, mientras que los frutos de 'Golden Delicious' no fueron bien evaluados por los jueces debido a que ésta no se desarrolla bien en la región, asimismo los frutos de las variedades 436 y 419 fueron de los menos aceptados debido a su tamaño y color; en la evaluación de productos procesados como mermeladas en este estudio, el obtenido de las variedades 'Golden Delicious' sobresale en preferencia general, seguida de los productos de las variedades 436 y 'Red Delicious' y por último el producto de las variedades 419.

Estos resultados nos dan una idea de la aceptación de los genotipos evaluados como producto fresco en el trabajo de Mejía (2006) y como producto procesado de mermelada en el presente estudio, haciendo mención importante que como productos procesados los resultados fueron aceptables, excepto para 419, lo que puede deberse a las características del producto final obtenido con aspecto de jalea con trozos de manzana, ya que de acuerdo a lo mencionado por Mejía (2006) la manzana 419 presenta alta resistencia a la punción, lo que lo hace un fruto con gran dureza y textura firme, debido a esto, al ser sometida a fuego, la manzana no logró desintegrarse para obtener un producto con apariencia de mermelada.

En cuanto a la prueba hedónica el producto elaborado con la variedad 'Golden Delicious' presenta mayor preferencia color, 'Golden Delicious', 'Red Delicious' y 419 presentan igual preferencia de sabor y aceptación general, mientras que 436 presenta menor preferencia en estos dos aspectos. En cuanto al aroma no hay diferencia significativa entre genotipos, lo que indica que todos evaluaron de manera similar y no hay aparente preferencia hacia ningún para este aspecto.

Con base en lo anterior, se observa que el aroma no influye en la calidad de los productos obtenidos de las variedades de manzana, lo cual es muy importante ya que la manzana es un fruto que manifiesta olores agradables debido a la presencia de ésteres, compuestos aromáticos, ácidos orgánicos, taninos y azúcares principalmente (Mendoza, 2006). Por otra parte, el color, sabor y aspecto general son aspectos importantes en la evaluación de la calidad de estos productos ya que el primer contacto del ser humano con un alimento se produce a través de la

vista, olfato, gusto o tacto o por la combinación de dos o tres de estas percepciones sensoriales simultáneamente (Mejía, 2006).

Mejía (2006) reporta que las manzanas 'Golden Delicious' no tuvieron calificaciones altas en el análisis para consumo en fresco aunque cuenta con las características internas (sabor, dulzura, acidez) importantes para lograr una buena comercialización, ya que su apariencia externa no es atractiva, sin embargo como producto procesado en mermelada, los productos de las variedades 'Golden Delicious', 'Red Delicious' y 419 obtienen resultados satisfactorios que dan al productor local la oportunidad de colocarlos en el mercado.

Por otra parte, a diferencia de lo obtenido en la prueba de Kramer, en la prueba hedónica el producto obtenido de la variedad 419 fue aceptado satisfactoriamente, lo que indica que en comparación con las otras variedades es el producto de menor preferencia general, pero en la evaluación individual es bien aceptado.

Según los resultados se muestra diferencia significativa entre los jueces para cada una de las variables analizadas lo que indica que ellos evaluaron de acuerdo a su opinión, percepción o aprecio personal, que es el principio de la evaluación sensorial (Sancho y col., 2002).

En el análisis de correlación entre los distintos aspectos sensoriales evaluados en la prueba hedónica se había observado que el color no influye en los otros aspectos evaluados, lo que indica que se evalúa de manera distinta e independiente a los otros aspectos, mientras que el aroma influye en la evaluación del sabor y aspecto general, así mismo el sabor influye en la aceptación general de los productos, se evalúan de manera similar y son dependientes unos sobre otros. Esto se corrobora en los resultados reportados por Mejía (2006) que indica que un aspecto importante en la evaluación del análisis de correlación fue el sabor, el cual se ve influenciado por la dulzura y acidez que presenta el fruto, relación que debe estar equilibrada para obtener un sabor agradable.

6.2 Néctares

6.2.1 Características de los néctares en función de la variedad de manzana

Los resultados muestran que debido al balance de materia que se realiza durante el proceso los néctares elaborados con las manzanas de las cuatro variedades alcanzaron la acidez y concentración requeridas para obtener productos considerados de calidad apta para consumo y comercialización. Esto es muy importante para el productor de la zona debido a que los productos que se obtienen con las variedades locales presentan apariencia similar a la de los productos comerciales, es muy probable que con éstos se logre una buena comercialización compitiendo así en el mercado con resultados satisfactorios.

Se observa variación en el color de los productos de néctar obtenidos, ello se debe a las características intrínsecas de las diferentes variedades de manzana empleadas en este estudio (Agustí, 2004), principalmente el color está relacionado directamente con cambios en las variables de calidad, en la composición, aroma y firmeza de un producto; y asociado con la maduración del fruto (Mendoza, 2006).

6.2.2 Análisis sensoriales

En cuanto al aspecto general de los néctares, de acuerdo a la prueba de Kramer se obtiene que las variedades 436 mostró mayor preferencia general, seguida de la variedad 'Golden Delicious', superando ambas a la muestra testigo (Jumex), mientras que la variedad 419 mostró desagrado por parte de los jueces. El hecho de que 436 haya mostrado mayor preferencia general que 'Golden Delicious' resulta una cuestión importante, ya que esta variedad, de maduración intermedia, ha mostrado una buena productividad en la región de Cadereyta-San Joaquín (Mendoza y col., 2008). Para los agricultores de la región, el poder elaborar productos con valor agregado de variedades novedosas y con bondades agronómicas puede resultar en un beneficio en su economía.

Así mismo, que el producto elaborado con la variedad 436 haya resultado más atractivo que los elaborados con las variedades 'Golden Delicious', 'Red Delicious y 419, incluso que la muestra testigo, probablemente se debió al color del

producto final obtenido a partir del color de la epidermis de las manzanas. De acuerdo a los resultados reportados por García (2013) la manzana 'Golden Delicious' presenta un color amarillo, 'Red Delicious' tiene un color rojo, 419 presenta un color rojo con tonalidades amarillas y 436 presenta un color amarillo con tonalidades roja o bien, chapeada, por ello se considera que el producto obtenido de las manzanas 'Golden Delicious' presenta un color amarillo claro, el producto de la variedad 'Red Delicious' presenta color rojo claro, el producto de 419 color rosado y el producto de 436 presenta un color amarillo intenso, siendo esta la causa probable de que el producto obtenido de la variedad 436 sea más atractivo.

En cuanto a la prueba hedónica, el análisis de varianza mostró diferencia altamente significativa entre los tratamientos (genotipos) para los color y aroma, mientras que para sabor y aceptación general no hay diferencia significativa, lo que indica que estos últimos se evaluaron de manera similar en los néctares elaborados con las variedades utilizadas para este estudio, no hay aparente preferencia hacia ningún genotipo y no influye en la calidad de los productos obtenidos, mientras que el color y aroma son características importantes en la evaluación de la calidad de estos productos, lo que nos indica que probablemente el aspecto visual se ve influenciado por el color del producto final obtenido, así mismo que la calidad de un producto alimenticio se evalúa a través de la combinación de dos o tres percepciones sensoriales simultáneamente (Mejía, 2006).

La variedad 436 presenta mayor preferencia en color, sabor y aceptación general, seguida de la variedad 'Golden Delicious', superando ambas a la muestra testigo que presenta mayor preferencia solo en el aroma, por lo tanto, de igual manera que en la prueba de Kramer, esto puede tener impacto comercial importante en el mercado, ya que todos los productos obtenidos con las diferentes variedades de manzana fueron evaluadas con buena aceptación similar al testigo. Esto da una visión de que los productos obtenidos de néctar a base de manzana local pueden ser prometedores y competitivos en el mercado.

El análisis estadístico muestra que existe diferencia significativa entre los jueces para cada uno de las variables evaluadas, lo que indica que ellos evaluaron de manera diferente en cada una de ellas, debido probablemente a que la prueba

se realiza por consumidores, es decir, personas no entrenadas en técnicas sensoriales, quienes dan su opinión de acuerdo a sus gustos y preferencias, permitiendo evaluar el nivel de agrado o desagrado sobre un producto o alimento (Sancho y col., 2002).

Finalmente, en contra de lo esperado, existe poca correlación entre los atributos evaluados para los néctares producidos, por lo tanto, todos los aspectos se evalúan de forma independiente y no influyen uno sobre la evaluación de la calidad del otro, esto pudiera deberse a que siendo una prueba realizada por consumidores, la opinión de cada uno de ellos es diferente afectando así el resultado final. Los resultados del presente estudio contrastan con los reportados por el estudio realizado por Mejía (2006) en el cual reporta que existe correlación en el sabor y este se vio influenciado por la dulzura y acidez que presenta el fruto.

6.3 Papillas

6.3.1 Características generales de las papillas obtenidas

Las papillas elaboradas con manzanas de las cuatro variedades después de ser ajustadas alcanzaron la acidez, el pH y la concentración requeridos para obtener un producto procesado de calidad apto para su consumo y comercialización, ya que al igual que en la elaboración de mermelada, la concentración no permite el crecimiento microbiano debido al alto contenido de sólidos (azúcar) y de ácido (Vázquez, 2011 Comunicación Personal).

Sin embargo, cada una de las distintas papillas obtenidas presenta variaciones en el color debido a las características intrínsecas de las manzanas (Agustí, 2004), entre las que destacan el color de la epidermis que, de acuerdo a los resultados reportados en el estudio realizado por García (2013) mencionados anteriormente, influyen probablemente en el color de la pulpa obtenida y por tanto en el color del producto final procesado. Estas variaciones pueden tener implicaciones comerciales importantes, convirtiendo a unos de mayor preferencia que otros, debido a que a través de la vista se aprecian cualidades como el aspecto exterior del producto, la regularidad de la textura y su pigmentación.

6.3.2 Análisis sensoriales

En cuanto al aspecto general para papillas, de acuerdo a la prueba de Kramer, se obtiene que la papilla comercial (Gerber) muestra mayor preferencia general por los jueces, superando a las papillas elaboradas con las diferentes variedades de manzana utilizadas para este estudio. Esto es muy probable que se deba a que las papillas se elaboraron mediante un método casero no se cuenta con método de elaboración estandarizado como para la elaboración de mermelada y néctar que se utilizó un proceso de elaboración estandarizado, probado y realizado en la planta piloto de alimentos de la Facultad de Química de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Sin embargo, las manzanas cuentan con características adecuadas para la elaboración de papillas, por lo que si se continúan haciendo estudios, es probable que se encuentren las condiciones de elaboración ideales para obtener productos con estas variedades, aceptables y que compitan de manera favorable con un producto comercial.

La prueba hedónica no estructurada mostró diferencias entre los tratamientos (genotipos) para todos los aspectos evaluados, obteniéndose que la muestra testigo (papilla comercial) presenta mayor preferencia sobre las papillas obtenidas con las cuatro variedades elaboradas.

De las papillas obtenidas con las cuatro variedades de manzana, las elaboradas con las variedades 'Red Delicious' y 'Golden Delicious' presentan mayor preferencia en todos los aspectos evaluados, siendo el producto elaborado con la variedad 'Red Delicious' de mayor preferencia que el producto elaborado con la variedad 'Golden Delicious', el cual es de mayor preferencia por mínimo sólo en el sabor, lo que indica que el producto obtenido con la variedad 'Red Delicious' es de mayor agrado sin tomar en cuenta a la muestra testigo. De acuerdo a los estudios realizados por Mejía (2006), Mendoza y col. (2008) y García (2013) esto se debe probablemente a que las variedades de manzana 'Red Delicious' y 'Golden Delicious' establecidas en la región de Cadereyta-San Joaquín cuentan con niveles elevados de azúcar debido a que se encuentran establecidas bajo temporal. Con ello, se observa que el sabor es otro aspecto importante en la calidad del producto,

relacionado directamente con la maduración del fruto, en el que el balance entre ácidos orgánicos y azúcar determinan si el fruto es sabroso, dulce o agrio, por lo tanto, alto contenido de ácidos, azúcares y esteres volátiles producen deliciosos sabores (Mendoza, 2006).

El hecho de que no se hayan presentado diferencias entre los jueces para el color y aroma indica que para estas variables ellos evaluaron de manera similar, a diferencia de lo que sucedió para sabor y aceptación general. Esto muestra que la prueba hedónica constituye una parte importante del presente estudio, ya que el consumidor a través de sus cinco sentidos da su opinión de un producto nuevo, lo cual permite dar una idea de que productos podrían ser aceptados en el mercado.

Con base en los resultados obtenidos para mermelada y néctar realizados en el presente estudio, así como en los resultados reportados en el estudio realizado por Mejía (2006) se puede observar que al ser realizadas las evaluaciones por consumidores diferentes, los resultados varían de acuerdo a la diferencia de gustos y preferencias, sin embargo de esta manera se permite evaluar por parte de un sector de población, el nivel de aceptabilidad de un producto en el mercado, que es hacia dónde va dirigido cada producto elaborado y evaluado en el presente estudio.

El análisis de correlación de los distintos aspectos sensoriales muestra poca correlación para el color y el aroma respecto al sabor, lo que indica que son evaluadas de forma independiente, no influye un aspecto sobre otro en la evaluación de la calidad de los productos, mientras que el color, aroma y sabor presentan buena correlación con la aceptación general, lo que indica que estas variables se evalúan de manera dependiente sobre la aceptación general y así mismo influyen sobre la evaluación de este último en la calidad de los productos.

En este análisis, al igual que en los productos de mermelada y néctar elaborados en el presente estudio, se esperaba que hubiera correlación alta entre todos los atributos evaluados, ya que las principales características sensoriales que se evalúan en un alimento son apariencia, color, olor, sabor y textura; y todas se relacionan para evaluar la calidad de un alimento. Sin embargo, se observan variaciones en los resultados obtenidos, debido probablemente a que cada análisis

sensorial se realizó con diferentes consumidores que evaluaron de acuerdo a su percepción afectando así el resultado de cada uno. Misma situación sucede en el estudio realizado por Mejía (2006) en el que reporta que en el análisis realizado esperaba obtener más correlaciones sobre todo en acidez, dulzura y firmeza del fruto evaluado.

6.4 Generales

La manzana 'Golden Delicious' es muy común y por sus cualidades se puede utilizar para la elaboración de pasteles, jugos, sidras, néctares, pulpas, etc. (Escalante, 2009), mientras que la manzana 'Red Delicious' comúnmente se utiliza en fresco debido a que pierde fácilmente aromas y sabores (Juscafresa, 1986), por lo que probablemente debido a esto, la manzana 'Golden Delicious' local mostró gran aceptación en la elaboración de néctar y mermelada, mientras que 'Red Delicious' logró buena aceptación para producto procesado como mermelada en este experimento, la variedad 436 destacó en aceptación para la elaboración de néctar, esto es probable debido a que presenta en su composición una parte de la variedad 'Gala' la cual cuenta con alta dulzura (Agustí, 2004; Martínez 2014), mientras que la variedad 419 presentó buena aceptación como mermelada, pero su preferencia no fue destacable para ningún producto, por lo que no se consideró un fruto con características ideales para aprovecharse en la elaboración de mermeladas, néctares y papillas, sin embargo, de acuerdo a sus características es probable que pueda utilizarse en la elaboración de fruta en almíbar.

No se discutió en base a otros estudios de mermelada, néctar y papilla debido a que en estudios realizados con manzana, se trabaja con variedades diferentes, por lo que no es posible realizar una comparación con esos estudios.

No se incluyó un producto comercial de mermelada de manzana debido a que no existe en el mercado uno de marca conocida con el que podrían ser comparados para competir los productos realizados en este experimento, existe una mermelada de manzana adicionada con canela de la marca McCORMICK, sin embargo es diferente a los productos elaborados en este estudio, los cuales no

fueron adicionados con canela, por tal motivo no era posible realizar esa comparación con ese producto comercial.

Finalmente la papilla de manzana presentó menor grado de dulzura y mas acidez que el producto elaborado en el laboratorio, por lo que demuestra que es probable que en producto procesado como papilla, los consumidores prefieren un alimento no tan dulce. Para el néctar no se realizo la determinación de características químicas del producto comercial, por lo que no fue posible realizar la comparación entre este y los productos obtenidos en cuanto a características químicas para determinar porque los productos elaborados con las manzanas regionales fueron de mayor preferencia por el consumidor que el producto comercial, sin embargo, no es un punto crítico de impacto en los resultados obtenidos en el presente estudio.

7. CONCLUSIONES

Mermeladas

La mermelada elaborada con 'Golden Delicious' resultó de mayor preferencia general en la prueba de Kramer, así como de mayor agrado en color, aroma y aceptación general considerados en la prueba hedónica, superando sólo en el sabor la mermelada de la manzana 'Red Delicious'.

El análisis de correlación mostró que el aroma, sabor y aceptación general de las mermeladas son atributos dependientes unos de otros a nivel sensorial, mientras que el color no correlaciona con ninguno de los otros.

Néctares

El néctar elaborado con la variedad 436 mostró mayor preferencia general en la prueba de Kramer y mayor agrado en color, sabor y aceptación general en la prueba hedónica, seguido del néctar elaborado con 'Golden Delicious', superando ambas al testigo comercial (Jumex), quien solo obtuvo mayor agrado en aroma.

El análisis de correlación indica que todas las características sensoriales se evaluaron independientemente, no influyendo una sobre la evaluación de la calidad de la otra.

Papillas

La papilla comercial (Gerber) resultó de mayor agrado y preferencia general en la prueba de Kramer y en la prueba hedónica, superando a las papillas elaboradas con las variedades locales empleadas para este estudio. Entre estas últimas, las papillas elaboradas con las variedades 'Red Delicious' y 'Golden Delicious' presentaron mayor preferencia en todos los aspectos evaluados, siendo el producto elaborado con la variedad 'Red Delicious' de mayor agrado.

El color, aroma y sabor se encontraron correlacionados con la aceptación general, mientras que el color y el aroma respecto al sabor fueron evaluados de forma independiente.

General

Los productos procesados obtenidos con las variedades de manzana 'Golden Delicious', 'Red Delicious', 436 y 419 alcanzaron las características químicas necesarias para su consumo y comercialización.

Los néctares seguidos de las mermeladas elaborados con variedades cultivadas localmente presentaron niveles de aceptación por consumidores que pueden permitirles ser colocados en el mercado.

La correlación entre las características sensoriales de los productos procesados fue variable debido a que cada evaluación sensorial se realizó con diferentes consumidores.

La manzana 'Golden Delicious' presenta cualidades para ser utilizada como materia prima en la elaboración de mermelada y néctar, así mismo, la variedad 436 para la elaboración de néctar; las variedades 'Red Delicious' y 419 no presentan cualidades para ser utilizadas en la elaboración de mermelada, néctar y papilla.

A partir de este estudio, para futuros trabajos de investigación pueden desarrollarse proyectos para caracterizar el proceso de elaboración de los productos, evaluar su calidad a través pruebas fisicoquímicas y análisis microbiológicos para determinar la esterilidad comercial y la vida de anaquel; así mismo, se puede trabajar en mejorar la técnica de elaboración de papillas para conseguir que estos productos puedan ser competitivos en el mercado.

8. REFERENCIAS

Academia de Área de Plantas Piloto de Alimentos. **AAPPA**. Introducción a la tecnología de alimentos. 1ª edición. México: Editorial Limusa, **2004**: 50-52.

Agustí M. Fruticultura. 1ª edición. España: Ediciones Mundi-Prensa, **2004**: 204, 247-271.

Alayón U, Rodríguez P, Martínez VA. Evaluación y caracterización de la calidad de fruta de diferentes combinaciones cultivar-portainjerto de manzanos (*Malus domestica* Borkh) producidos en Corrientes. Universidad Nacional del Noroeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Argentina: Corrientes Argentina, **2005**: 8.

Álvarez RS. El manzano. 4ª edición. España: Publicaciones de extensión agraria. Ministerios de agricultura, pesca y alimentación, **1988**: 32-45, 380-387.

Barnes A. Diferenciación de variedades de peras y manzanas cultivadas en la Nord Patagonia con fines comerciales [monografía en internet] Facultad de Ciencias Agrarias Área Postcosecha. Tecnología de Frutas. Universidad Nacional del Comahue. Comahue, **2012** [consultado 2012 febrero 24]. Disponible en: http://www.redagraria.com/investigacion/fca_unc/tecno_frutas/Manzanas.html.

Barreiro M. Programa de cobertura de precios de productos agrícolas. Revista Claridades Agropecuarias. México, **1997**; vol.27: 3-6, 17-20.

Bucca G. Informe del manzano. [monografía en internet]. Requerimientos edafológicos. 1ª parte. México, **2007** [consultado 2012 febrero 7]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos45/manzano/manzano2.shtml>

Caducifolios una alternativa de diversificación para zonas influenciadas por problemas de narcotráfico. Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria y Corporación Para el Desarrollo de Tunia. Colombia, **1999**: 12.

Calderón AE. Fruticultura general. El esfuerzo del hombre. 3ª edición. México: Limusa, **1987**: 312-328.

CONAFRUT. La manzana. Aspecto de su cultivo y aprovechamiento. Comisión Nacional de Fruticultura, SAG, Serie de Divulgación, **1972**; Folleto N° 4: 1-14.

Crisosto CH. Optimum procedures for ripening stone fruit. Management of ripening

fruit. University of California. California, **1994**: 24-25.

Crocker TE, Sherman WB, Williamson JG. The apple in Florida. [monografía en internet] Department of agriculture. University of Florida. Florida, **2005**; HS 1042 [consultado 2012 febrero 10]. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/HS/HS29200.pdf>

De Benito P. Elaboración de ate, papilla y licor a base de manzana para la empresa Santafrut. Serdán, Puebla. Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán Reporte final para obtener la acreditación de residencia profesional, **2010**:23-32.

Desrosier N. Elementos de tecnología de alimentos. 9a reimpresión. México: Compañía editorial continental, **1992**: 279-289.

El cultivo de manzana. Curso especialista de agricultura. España, **2002**: 1-3.

Escalante E. Evaluación del efecto térmico sobre los atributos de calidad de puré de manzana. Coahuila, Coahuila. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Navarro” División de Ciencia Animal. Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Ciencia y Tecnología de Alimentos, **2009**: 8-12.

Fábregas J. Cultivo del manzano. 2ª edición. Barcelona, España: Editorial Sintés, **1964**: 5-9, 31-34.

FAO. Mermelada de manzana. Fichas Técnicas Productos Frescos y Procesados [monografía en internet] **2006** [consultado 2012 febrero 12]. Disponible en: http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/procesados/FRU17.HTM.

FAO. Principales países productores de manzana [monografía en internet] **2014** [consultado 2014 mayo 12]. Disponible en: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/S>

Fernández JF. Efecto del estofón y el cloruro de calcio en la calidad y la capacidad de almacenamiento de manzanas producidas en Cadereyta, Qro. Querétaro, Qro. Universidad Autónoma de Querétaro. Tesis para obtener el grado de maestro en ciencia y tecnología de los alimentos, **2003**: 8-13, 21, 40-43.

Fernández M, Parra R, Pérez S, Vera J, Zacatenco M. Variedades de manzana recomendadas para las serranías de Hidalgo y Querétaro. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de investigación regional del centro. 1ª edición. México. Ciencia y Tecnología Para el Campo Mexicano, **2010**; vol.35: 5, 7, 11, 14.

García M. Determinación del desarrollo y la época de maduración de genotipos de manzana establecidos en la Sierra de Querétaro. Querétaro, Qro. Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Química. Tesis para obtener el título de Licenciatura en Químico Agrícola, **2013**: 12-25, 50-60.

González FJ. Métodos caseros y semi-industriales de conservación de manzana. 1ª edición. México: CIAN, **1978**: 23-25.

González M, Aguilar A. “Aguanueva” Variedad de manzano para la región de Canatlán, Dgo. Fundación Produce. México: Comité editorial región norte centro, **1997**; vol.4: 4-6.

González M, Sáenz S. Producción y comercialización de manzana en México. México, D.F. Universidad Autónoma de Chapingo. Tesis para obtener el título de Licenciatura en Agronomía, **1999**: 18-22.

Gower T. News about apples. United States: National Center for Health Statistics, **1999**: 56-59.

Gwendal D. Obtención artesanal de sidra: Evaluación de mezclas de manzana producidas en la sierra de Querétaro y de cepas de levaduras sobre la calidad del producto. Querétaro, Qro. Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de ciencias naturales. Tesis para obtener el Título de Licenciado en Biología, **2001**: 5-8,15-18, 20-2.

Herrero A. Conservación de frutos: Manual Técnico. 1ª edición. España: Ediciones Mundi-Prensa, **1992**: 68-70.

Imagen de manzana aguanueva [monografía en internet] **2011** [consultado 2012 marzo 8]. Disponible en: <http://es-es.facebook.com/photo.php?fbid=193061127371373&set=a.193060770704742.52626.193055527371933&type=3&theater>

Imagen de manzana Anna [monografía en internet] **2012** [consultado 2012 febrero 1]. Disponible en: <http://www.fitoagricola.net/tienda-online/Catalog/show/manzano>

-anna-patron-mm-106-717

Iglesias CI. Modificación de las condiciones ambientales para la mejora de la calidad de diferentes variedades de manzana (*Malus domestica* Borkh.). Memoria de trabajo. Barcelona, España. Instituto de Recerca y Tecnología Agroalimentaria, **2005**: 6-8.

Juscafresa B. Árboles frutales, cultivo y explotación comercial. 4a edición. Barcelona, España: Aedos, **1986**: 230, 231, 251-253.

Lees R. Análisis de los alimentos. 1ª edición. Zaragoza, España: Editorial Acribia, **1994**: 267-268.

Martínez R. Catálogo de genotipos de manzana para la sierra de Querétaro. Querétaro, Qro. Universidad Autónoma de Querétaro, **2014**: 9-12, 23-29, 64-68,99-100, 103,104.

Mejía V. Aceptación sensorial de distintos genotipos de manzana introducidos en la Sierra de Querétaro. Querétaro, Qro. Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de química. Tesis para obtener el Título de Químico en Alimentos, **2006**: 4-6, 13-28, 30, 31, 65-74.

Mendoza A. Efecto del número de frutos por racimo y del portainjerto sobre la calidad de variedades de manzana producidas en distintos huertos. Querétaro, Qro. Universidad Autónoma de Querétaro. Programa de Posgrado en Alimentos del Centro de la República. Tesis para obtener el Título de Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos, **2006**: 3-4, 9, 18, 28-31, 34, 35.

Mendoza S. Evaluación de la época de floración, maduración, calidad y potencial de almacenamiento de genotipos de manzana establecidos en Cadereyta, Qro. Querétaro, Qro. Universidad Autónoma de Querétaro. Programa de Posgrado en Alimentos del Centro de la República. Tesis para obtener el Título de Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos, **2007**: 3-8, 11-13, 17-20.

Mendoza GS, Martínez R, Fernández R. Época de maduración y calidad del fruto de genotipos de manzana en Cadereyta, Qro. Revista Chapingo Serie Horticultura, **2008**; vol.14:71-78

Meyer M. Manuales para la educación agropecuaria. Elaboración de frutas y hortalizas. 6a reimpresión. México: Editorial Trillas, **1987**: 65-67.

Mirani RP, Barden JA. Summer pruning of apple and peach trees. Hort Reviews. USA, **1987**; vol.9: 351-375.

NCBI. Taxonomía de la manzana. [monografía en internet]. **2014**. [consultado 2014 mayo 12]. Disponible en: <http://arctos.database.museum/name/Malus>

Néctares de frutas. En: Soluciones prácticas. Instituto Tecnológico de Durango. Durango, **1997**: 3.

Nevero J, López B. Manual del Laboratorio de Industrialización de Frutas y Hortalizas. ITESM. México, **1990**: 15-17, 20-25, 31-37.

NMX-F-073-S-1980. Néctar de manzana. [monografía en internet]. Norma mexicana. Dirección general de normas. [consultado 2012 marzo 1]. Disponible en: <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-073-S-1980.PDF>

NMX-F-045-1982. Alimentos. Frutas y derivados. Jugo de manzana. Norma mexicana. Dirección general de normas. [consultado 2014 junio 4]. Disponible en: <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-045-1982.PDF>

NMX-FF-061-SCFI-2003. Productos agrícolas no industrializados para consumo humano- fruta fresca- Manzana (*Malus pumila* Mill) - (*Malus domestica* Borkh) – especificaciones-. [monografía en internet]. Norma mexicana. Dirección general de normas. [consultado 2014 junio 4]. Disponible en: http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Lists/Instrumentos%20Tcnicos%20Normalizacin%20y%20Marcas%20Colecti/Attachments/99/NMX_MANZANA.pdf

Pedrero FD, Pangborn RM. Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos. 1a edición. México: Alambra Mexicana, S.A. de C.V., **1989**: 32, 37, 105.

Pozo, L. Distribución de t de student. [monografía en internet]. **2000**. [consultado 2012 marzo 1]. Disponible en: <http://www.mat.ucm.es/~luispozo/pdfs/est2-tablas-imp.pdf>

Proyecto de desarrollo rural sostenible de zonas de fragilidad ecológica en la región del triunfo. 1a edición. Venezuela: Editorial IICA, **1993**: 58-59.

Ramírez H, Cepeda, M. El manzano. 2a edición. México: Editorial Trillas, **1993**: 11-15, 47-52.

Rauch G. Fabricación de mermelada. 1ª edición. Zaragoza, España: Ed. Acribia, **1987**: 15-17.

SAGARPA. Producción nacional de manzana [monografía en internet] Anuario estadístico de la producción agrícola. Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. **2014a** [consultado 2014 mayo 12]. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>

SAGARPA. Producción de manzana en Querétaro [monografía en internet] Anuario estadístico de la producción agrícola. Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. **2014b** [consultado 2014 mayo 12]. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>

SAGARPA. Consulta mensual de precios de mercados de productos agroalimentarios nacionales. **2014c** [consultado 2014 junio 5]. Disponible en: http://w6.siap.gob.mx/comercio/siim/frutasyhortalizas/consulta_nacional_mensual.php

Sánchez SE. Evaluación de la calidad y la evolución en almacenamiento de variedades de manzana "*Malus spp*" establecidos en Cadereyta, Qro. Zamora, Michoacán. Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo. Tesis para obtener el Título de Farmacobiólogo, **2001**: 115-120.

Sánchez SE. Antagonismo de levaduras nativas de manzana, producida en la sierra de Querétaro contra "*Penicillium expansum* Link" Querétaro, Qro. Universidad Autónoma de Querétaro. Programa de Posgrado en Alimentos del Centro de la República. Tesis para obtener el Título de Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos, **2004**: 3-5, 8-12, 18-19.

Sancho J, Bota E, Castro J. Introducción al análisis sensorial de los alimentos. 2a edición. México: Alfaomega, **2002**: 135-136, 144-145, 268-269.

Soto J. Efecto de la clarificación y concentración de azúcar sobre la calidad de burbujas de sidra tipo champaña analizada mediante segmentación de imágenes. Querétaro, Qro. Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Química Tesis para obtener el Título de Químico en Alimentos, **2007**: 11-12.

Suárez D. Guía de procesos para la elaboración de néctares, mermeladas, uvas, pasas y vinos. 1ra reimpresión. Bogotá, Colombia: Editorial CAB, **2005**: 19-23.

UGA. Apple-Mallus Domestica [monografía en internet] **2003** [consultado 2012 marzo 12]. Disponible en: <http://fruit-crops.com/apple/>

USDA. Apples, raw, with skin [monografía en internet] National Nutrient Database for Standard Reference Release. Nutrient data laboratory USDA. Agricultural research service national agricultural library. **2014** [consultado 2014 mayo 12]. Disponible en: <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2200?fg=Fruits+and+Fruit+Juices&man=&lfacet=&format=&count=&max=25&offset=&sort=&qlookup=>

Vázquez E, Corona C. Manual de prácticas. Laboratorio de tecnología. Academia de fisicoquímica. Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de química. Querétaro, Qro, **2011**: 37, 42, 46, 53-55, 58-62, 64-66. Comunicación Personal.

Westwood NM. Temperature zone promology. 3th ed. Singapur: Timber Press, **1993**: 65-70.

Zavala I. Efecto del raleo y el acolchado sobre la calidad de manzana “Red Delicious” y “Golden Delicious” producidas en la sierra de Querétaro. Querétaro, Qro. Universidad Autónoma de Querétaro. Programa de Posgrado en Alimentos del Centro de la República. Tesis para obtener el Título de Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos, **2005**: 8-13.

ANEXOS

Anexo 1. Hoja de respuesta para prueba de preferencia o de Kramer

Nombre. _____ Fecha. _____

Instrucciones. Con la ayuda de las tarjetas, clasifique estas muestras por orden decreciente de preferencia (de mayor a menor), anotando sus resultados en cada recuadro.

Nota:

- Obsérvelas las veces que sea necesario
- No comente sus decisiones con nadie

1	2	3	4	5
<input type="text"/>				

Anexo 2. Hoja de respuesta para prueba hedónica

Nombre _____ Fecha _____

Instrucciones: Marque con una X el punto en la línea de acuerdo a su agrado. Siga el orden evaluando la muestra indicada en los recuadros y no comente sus resultados con nadie.

Muestra		Me disgusta mucho	Me gusta mucho
<input type="checkbox"/>	Color	----- -----	----- -----
	Aroma	----- -----	----- -----
	Sabor	----- -----	----- -----
	Aceptación General	----- -----	----- -----
<input type="checkbox"/>	Visual	----- -----	----- -----
	Aroma	----- -----	----- -----
	Sabor	----- -----	----- -----
	Aceptación General	----- -----	----- -----
<input type="checkbox"/>	Color	----- -----	----- -----
	Aroma	----- -----	----- -----
	Sabor	----- -----	----- -----
	Aceptación General	----- -----	----- -----
<input type="checkbox"/>	Color	----- -----	----- -----
	Aroma	----- -----	----- -----
	Sabor	----- -----	----- -----
	Aceptación General	----- -----	----- -----
<input type="checkbox"/>	Color	----- -----	----- -----
	Aroma	----- -----	----- -----
	Sabor	----- -----	----- -----
	Aceptación General	----- -----	----- -----

Anexo 3. Tabla de Kramer de categorías totales necesarias para una significación del 5% ($P < 0.05$) (Sancho y col. 2002).

*Los cuatro bloques de números significan:
 Suma más baja de niveles sin significación en cualquier tratamiento.
 Suma más alta de niveles sin significación en cualquier tratamiento.
 Suma más baja de niveles sin significación en el tratamiento predeterminado.
 Suma más alta de niveles sin significación en el tratamiento predeterminado.*

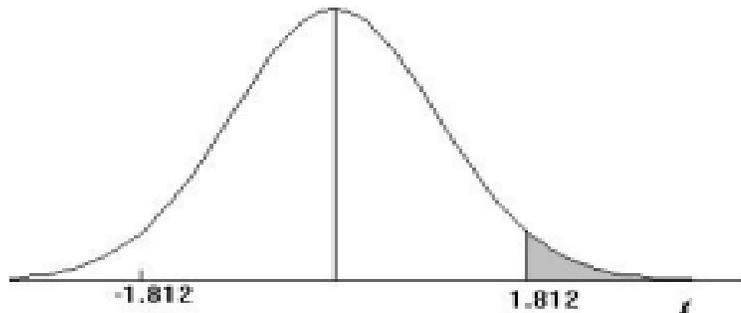
Número de Repeticiones	Número de tratamientos o muestras ordenadas								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	3.9	3.11	3.13	4.14	4.16	4.18
3	-	-	-	4.14	4.17	4.20	4.23	5.25	5.28
	-	4.8	4.11	5.13	6.15	6.18	7.20	8.22	8.25
4	-	5.11	5.15	6.18	6.22	7.25	7.29	8.32	8.36
	-	5.11	6.14	7.17	8.20	9.23	10.26	11.29	13.31
	-	6.14	7.18	8.22	9.26	9.31	10.35	11.39	12.43
5	6.9	7.13	8.17	10.20	11.24	13.27	14.31	15.35	17.38
	7.11	8.16	9.21	10.26	11.31	12.36	13.41	14.46	15.51
6	7.11	9.15	11.19	12.24	14.28	16.32	18.36	20.40	21.45
	8.13	10.18	11.24	12.30	14.35	15.41	17.46	18.52	19.58
7	8.13	10.18	13.22	15.27	17.32	19.37	22.41	24.46	26.51
	9.15	11.21	13.27	15.33	17.39	18.46	20.52	22.58	24.64
8	10.14	12.20	15.25	17.31	20.36	23.41	25.47	28.52	31.57
	11.16	13.23	15.30	17.37	19.44	22.50	24.57	26.64	28.71
9	11.16	14.22	17.28	20.34	23.40	26.46	29.52	32.58	35.64
	12.18	15.25	17.33	20.40	22.48	25.55	27.63	30.70	32.78
10	12.18	16.24	19.31	23.37	26.44	30.50	33.57	37.63	40.70
	13.20	16.28	19.36	22.44	25.52	28.60	31.68	34.76	36.85
11	14.19	18.26	21.34	25.41	29.48	33.55	37.62	41.69	45.76
	15.21	18.30	21.39	25.47	28.56	31.65	34.74	38.82	41.91
12	15.21	19.29	24.36	28.44	32.52	37.59	41.67	45.75	50.82
	16.23	20.32	24.41	27.51	31.60	35.69	38.79	42.86	45.96
13	17.22	21.31	23.39	31.47	35.56	40.64	45.72	50.80	54.89
	17.25	22.34	26.44	30.54	34.64	38.74	42.84	36.82	41.91
14	18.24	23.33	28.42	33.51	38.60	44.68	49.77	45.75	50.82
	19.26	23.37	28.47	32.58	37.68	41.79	46.89	42.86	45.95
15	19.26	25.35	30.45	36.54	42.63	47.73	53.82	50.80	54.89
	20.28	25.39	30.50	35.61	40.72	45.83	49.95	49.95	54.106
16	21.27	27.37	33.47	39.57	45.67	51.77	57.87	57.87	83.97
	22.29	27.41	32.53	38.64	43.76	48.88	53.100	53.100	58.112
17	22.29	28.40	53.50	41.61	48.71	54.82	61.92	61.92	67.103
	23.21	29.43	34.56	40.68	46.80	51.93	57.105	57.105	62.118
18	24.30	30.42	37.53	44.64	51.75	58.86	65.97	65.97	72.108
	24.23	30.46	37.58	43.71	49.84	55.97	61.110	67.123	73.136
19	25.32	32.44	39.56	47.67	54.79	62.90	69.102	76.114	84.114

Anexo 4. Continuación de la tabla de Kramer de categorías totales necesarias para una significación del 5% ($P < 0.05$) (Sancho y col. 2002).

*Los cuatro bloques de números significan:
Suma más baja de niveles sin significación en cualquier tratamiento.*

Número de Repeticiones	Número de tratamientos o muestras ordenadas									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2	5•19	5•21	5•23	5•25	6•26	6•28	6•30	7•31	7•33	7•35
	5•31	5•34	5•37	5•40	6•42	6•45	6•48	6•51	6•54	7•56
3	9•27	10•29	10•32	11•34	12•36	12•39	13•41	14•43	14•46	15•48
	6•40	9•43	9•47	10•50	10•54	10•58	11•61	11•85	12•60	12•72
4	14•34	15•37	16•40	17•43	18•46	18•49	20•52	21•55	22•58	23•61
	12•48	13•52	14•58	14•61	15•65	18•69	16•74	17•78	18•82	18•87
5	18•42	20•45	21•49	23•52	24•56	25•60	27•63	28•67	30•70	31•74
	17•55	18•60	19•65	19•71	20•76	21•81	22•86	23•91	24•96	25•101
6	23•49	25•63	27•57	29•81	31•65	32•70	34•74	36•78	38•82	40•86
	21•83	22•69	23•75	25•80	26•86	27•92	29•97	30•103	31•109	32•115
7	20•56	30•61	33•65	35•70	37•75	39•80	42•84	44•89	46•94	48•99
	25•71	27•77	29•83	30•90	32•96	33•103	35•109	37•115	38•122	40•128
8	33•63	36•68	39•73	41•79	44•84	47•89	49•95	52•100	54•106	57•111
	30•78	32•85	34•92	36•99	38•108	40•113	42•120	44•127	45•135	47•142
9	30•70	41•76	45•81	48•87	51•93	54•99	57•105	60•111	63•117	66•123
	34•86	37•93	39•101	41•109	44•118	46•124	48•132	51•139	53•147	55•155
10	44•76	47•83	51•89	54•96	57•103	61•109	64•116	68•122	71•129	75•135
	39•93	42•101	45•109	47•118	50•126	53•134	55•143	50•151	60•160	63•168
11	49•83	53•90	57•97	60•105	64•112	66•119	72•126	76•133	80•140	84•147
	44•100	47•109	50•118	53•127	56•136	59•145	62•154	65•163	66•172	71•181
12	54•90	50•98	63•105	67•113	71•121	76•128	80•136	84•144	89•151	93•159
	49•107	52•117	56•126	59•136	62•146	66•155	69•165	73•174	76•184	70•194
13	59•97	64•105	69•113	74•121	78•130	83•138	86•146	93•154	97•183	102•171
	54•114	57•125	61•135	65•145	69•155	73•165	76•176	80•186	84•196	88•206
14	65•103	70•112	75•121	80•130	85•139	91•147	95•156	101•165	106•174	111•183
	56•122	63•132	67•143	71•154	75•165	79•178	84•188	88•197	92•208	96•219
15	70•110	75•120	81•129	87•138	92•146	96•157	104•166	109•176	115•185	121•194
	63•129	66•140	73•151	77•163	82•174	66•166	91•197	95•209	100•220	104•232
16	75•117	61•127	67•137	93•147	100•156	106•168	112•176	116•186	124•196	130•206
	66•136	73•148	78•160	83•172	86•184	93•196	98•208	103•220	108•232	113•244
17	81•123	87•134	94•144	100•155	107•165	113•176	120•186	126•197	133•207	139•218
	73•143	79•155	84•160	90•180	95•193	100•206	106•218	111•231	116•244	121•257
18	86•130	93•141	100•152	107•163	114•174	121•185	126•196	135•207	142•216	149•229
	78•150	84•183	90•176	96•169	102•202	107•216	113•229	119•242	124•256	130•269
19	91•137	99•148	106•180	114•171	121•183	128•195	136•206	143•218	151•229	156•241

Anexo 5. Tabla de t de Student (Pozo, 2000).



Ejemplo

Para $r = 10$ grados libertad:

$$P\{t > 1.812\} = 0.$$

$$P\{t < -1.812\} = 6$$

α r	t								
	0,25	0,2	0,15	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0005
1	1,000	1,376	1,963	3,078	6,314	12,706	31,821	63,656	636,578
2	0,816	1,061	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,600
3	0,765	0,978	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924
4	0,741	0,941	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,727	0,920	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869
6	0,718	0,906	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,711	0,896	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408
8	0,706	0,889	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,365	5,041
9	0,703	0,883	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,761
10	0,700	0,879	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	0,697	0,876	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	0,695	0,873	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,694	0,870	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	0,692	0,868	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,691	0,866	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,690	0,865	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,689	0,863	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	0,688	0,862	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	0,688	0,861	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	0,687	0,860	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,686	0,859	1,063	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	0,686	0,858	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	0,685	0,858	1,060	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,768
24	0,685	0,857	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	0,684	0,856	1,058	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	0,684	0,856	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	0,684	0,855	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,689
28	0,683	0,855	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	0,683	0,854	1,055	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,660
30	0,683	0,854	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	0,681	0,851	1,050	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
60	0,679	0,848	1,045	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	0,677	0,845	1,041	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
∞	0,674	0,842	1,036	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,290