

24 300627
24



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE QUIMICA
INCORPORADA A LA U. N. A. M.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ELABORACION DE JUGO A PARTIR DE LA
FRUTA DE LA PASION
(P a s s i f l o r a e d u l i s)

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
P R E S E N T A
Patricia Guadalupe Rodríguez García



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

I.	INTRODUCCION	
II.	GENERALIDADES	
	2.1 Origen y Distribución	
	2.2 Descripción de Especies	
	2.3 Aspectos Agrícolas	
	2.3.1 Aspectos micológicos y entomológicos	
	2.4 Composición Química y Valor Nutritivo de la fruta	
	2.4.1 Jugo	
	2.4.2 Cáscara	
	2.4.3 Semillas	
	2.5 Perspectivas de Utilización de la Fruta ..	
	2.5.1 Jugo	
	2.5.2 Cáscara	
	2.5.3 Semillas	
	2.6 Cambios Químicos y Fisiológicos Durante la Maduración	
	2.7 Factores que afectan la Composición Química	
	2.8 Métodos Industriales para la Obtención del Jugo	
	2.8.1 Equipo y Procesos Utilizados en Diferentes Países	
	2.8.2 Diagrama de Obtención del Jugo y Subproductos	
	2.8.3 Rendimiento en Jugo y Subproductos ..	
	2.9 Aspectos Tecnológicos	
III.	DISEÑO EXPERIMENTAL	
	3.1 Material	

3.2	Métodos
3.2.1	Materia Prima
3.2.2	Extracción del Jugo
3.2.3	Determinaciones Fisicoquímicas ...
3.2.4	Ajuste y Conservación del Jugo ...
3.2.5	Pruebas Microbiológicas
3.2.6	Pruebas Sensoriales
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS



I. INTRODUCCION

En los últimos años se ha mostrado una tendencia a la explotación de frutas tropicales y subtropicales menos conocidas (28).

De los productos procesados derivados de frutas, el jugo tiene un lugar preponderante en el mercado mundial; esto se debe, principalmente, a las ventajas que presenta al consumidor, ya que permite el acceso a productos de frutas de estación durante cualquier época del año, además de servir como reserva en temporadas de escasez, dada su ex-tensa vida de almacenamiento. Sin embargo, en el proceso de elaboración del jugo, existen pérdidas de algunas características originales de la fruta fresca, mas estas desventajas, quedan ampliamente compensadas con las ventajas ya enunciadas. Como conclusión, se puede decir que la industrialización de las frutas impide su desperdicio.

La gran demanda de jugo de fruta se debe, en la mayoría de los casos, a su valor nutritivo, sabor, aroma, color y a su caracter refrescante.

En algunos países, como Australia y Brasil, la fruta -

de la pasión (Passiflora edulis) tiene gran aceptación debido a su exquisito sabor agridulce y aroma exótico, siendo - por esto, principalmente, comercializada, ya que poco se le conoce en la industria de los alimentos (13).

En nuestro país, sucede con la fruta de la pasión lo mismo que sucede con la mayoría de las frutas poco conocidas, es decir, no existe ningún tipo de organización en su cultivo, sino que por el contrario, crece en forma totalmente silvestre. Aunado a lo anterior, se cita el hecho de que tampoco se han realizado estudios sobre la fruta en el país y por lo tanto, no hay artículos publicados sobre el tema. Sin embargo, la fruta se puede encontrar en varios estados del país, como son; Veracruz, Jalisco y Estado de México, en donde únicamente es consumida como fruta fresca y en la mayoría de los casos, es desperdiciada.

Ya que en otros países se han realizado estudios y experimentos acerca del tema, existe suficiente literatura para desarrollar productos elaborados a partir de fruta de la pasión e introducirlos en nuestro país como una opción para el consumidor.

Como resultado de lo expuesto anteriormente, el presente trabajo tiene por objeto, la elaboración de jugo a partir de fruta de la pasión, de características aceptables al consumidor, como una alternativa para la utilización, conocimiento y comercialización de esta fruta, para lo cual se de

sarrollará un estudio monográfico de la fruta de la pasión (Pasiflora edulis), el proceso para la obtención del jugo, los análisis químicos y bacteriológicos, las pruebas sensoriales efectuadas al producto terminado y el método de conservación seleccionado.

II. GENERALIDADES

2.1 Origen y Distribución

La gran mayoría de las Passifloráceas son originarias de América y, particularmente, de la zona tropical, sin embargo, ahora crecen en la mayor parte de los países tropicales y subtropicales (17).

Muchas especies son sólo conocidas en las áreas nativas en los países de Sudamérica, México y las Indias Orientales (6).

La fruta amarilla, Passiflora edulis f. flavicarpa Deg., presenta características propias de su adaptación a tierras tropicales bajas, mientras que la forma púrpura, Passiflora edulis Sims., tiene una producción mayor, bajo condiciones subtropicales o a mayores altitudes en los trópicos. Se cree que P. edulis es nativa de Brasil. Ambas especies, la amarilla y la púrpura, son las más comúnmente utilizadas para la producción comercial en Sudamérica (31).

La fruta de la pasión (Passiflora edulis) ha sido llevada a todos los países del mundo y ha sido comercializada en lugares como Brasil, Venezuela, Hawai e India. En muchos

lugares crece sólo como una planta ornamental, pero en Australia, en donde la fruta de la pasión es muy popular, es cultivada a gran escala. En Hawai, la variedad púrpura es comúnmente llamada "liliko'i", ya que las primeras semillas traídas a Australia se cultivaron en el distrito de Liliko'i en Maui Este.

La granadilla (Passiflora quadrangularis L.), también conocida como "Badea", es cultivada a través de los trópicos de América, principalmente en México y el Caribe, Australia y en los trópicos Asiáticos (29).

Passiflora laurifolia L., fue descrita, primeramente, en Surinam y en la región de las Antillas, así también a través del norte de Sudamérica, Perú y Brasil. Una especie gemela a la anterior es la "granadilla de Quijos", P. popovii Killip., la cual demanda condiciones frías y es muy apreciada en la vertiente oriental de los Andes Ecuatorianos, de donde proviene. El primer espécimen descrito fue recogido a una altitud de 1,850 m.s.n.m.

Dos especies adicionales de Passiflora son valorizadas por sus frutas y crecen a altitudes mayores que las especies ya mencionadas. Una de ellas es Passiflora ligularis Juss., también llamada "granadilla de China" o "granadilla dulce", que es -aparentemente- nativa de áreas comprendidas entre la parte central de México hasta Venezuela, centro y sur de Perú y oeste de Bolivia; crece a altitudes de 1,000

a 3,000 m. Esta fruta es comúnmente encontrada en los mercados y también es cultivada en Sudamérica central y occidental, sin embargo, es ecológicamente distinta a las demás, excepto a la granadilla de Quijos, en su adaptación a la altitud. La otra especie P. mollissima (HBK) Bailey, también llamada "curuba"; tiende a crecer a altitudes de 2,000 a 3,000 m., en el oeste de Venezuela, la cordillera este de Colombia y del sur al este de Perú y oeste de Bolivia.

Passiflora foetida L., es una especie extremadamente variable y ampliamente distribuida hacia el sur de Florida y Texas y a través de los trópicos Americanos, también se ha cultivado en la región tropical del viejo mundo (31).

Otras especies de Passiflora de los trópicos de América son ya utilizadas o evaluadas para calcular su potencial como plantas frutícolas o como fuente de resistencia a las condiciones ambientales desfavorables. Entre éstas están, P. alata Dryand., P. ambigua Hemsl., y P. cincinnata Mast., etc.

Muchas especies de Passiflora han sido llevadas a Europa para ser cultivadas en invernaderos o al aire libre en climas templados. Aquéllas con probabilidades más obvias como frutas comestibles, también han sido distribuidas a través de los trópicos Europeos y algunas áreas subtropicales circundantes.

P. edulis y P. quadrangularis fueron introducidas en

Florida hace mas de 90 años, pero todavfa no se han esta -
blecido como cosechas frutícolas.

Los híbridos de la forma púrpura y amarilla de P. edu-
lis se cultivaron en Israel por cierto tiempo, pero, apa -
rentemente, su cultivo no fue promisorio y no hubo expan -
sión del mismo.

La fruta de la pasión púrpura también crece en varios
lugares de la India. P. ligularis se desarrolló con buenos
rendimientos en Hawai, al igual que P. mollissima (10).

Passiflora edulis y Passiflora edulis f. flavicarpa,
son las únicas especies utilizadas en forma comercial para
la elaboración de jugo. El 80% a 90% de la producción mun
dial de estas frutas corresponde a ocho países, que son:
Australia, Hawai, Sudáfrica, Kenia, Nueva Guinea, Taiwan,
Fidji y Colombia (13).

2.2 Descripción de Especies

En 1735, Linneo establece el género "Passiflora", cu-
yo significado deriva del latín passio: pasión y floris:
flor, flor de la pasión (nombre dado por los primeros mi-
sioneros en Sudamérica en alusión a una representación i-
maginaria de los implementos de la crucifixión de Cristo)
(10).

De acuerdo con la Real Sociedad de Horticultura, la

familia Passifloraceae tiene cerca de 390 especies, encontrándose bajo 18 géneros (incluyendo Passiflora). En el género Passiflora hay más de 300 especies, la mayoría de las cuales, tienen funciones ornamentales. Del total de especies de este género, sólo cerca de una docena rinde fruto; de éstas, sólo siete son apropiadas para el consumo humano, el resto existente, es comido o diseminado por pájaros o utilizado para propósitos medicinales (39).

A continuación se da una amplia descripción de las dos especies principales, *P. edulis* y *P. edulis* f. *flavica* pa; las especies secundarias más conocidas están descritas, someramente, en la tabla II.

Passiflora edulis.- Tiene una flor blanca con púrpura y es muy atractiva, pero no tanto como las de algún otro miembro del género Passiflora (37). La fruta es de forma ovalada o redonda; puede pesar alrededor de 30 g, 4 a 9 cm de largo y de 3.5 a 7 cm de diámetro; se distingue por poseer una corteza o cáscara exterior de color púrpura, cuando alcanza su plena madurez se vuelve tenaz y correosa, lisa y brillante, aunque se deshidrata y se empieza a arrugar cuando está muy madura (29); esta corteza está cubierta con una delgada capa de cera. La cáscara tiene de 3 a 6 mm de espesor y en su parte interior tiene una capa blanca similar al albedo de las frutas cítricas, llamado arilo. La microestructura de la cáscara revela una capa de cinco series de células, las cuales le dan

un poco la estructura correosa. La cavidad interior de la fruta está, generalmente, llena con la pulpa de color amarillo-anaranjado, muy jugosa, ácida o subácida, muy aromática. La pulpa está constituida por el jugo y las semillas (39) (ver fig. 1). Las semillas son pequeñas, arriba de 6 milímetros de largo, lenticulares, ovoides y aplanadas, de color negro y difícilmente separables al consumir la fruta fresca. Por examen estereomicroscópico, se observó que cada semilla está encerrada en un doble saco jugoso; el jugo en el saco interior es más amarillo y pulposo que en el saco exterior, éste último tiene un volumen mayor. Estos sacos permanecen ligados a la cáscara hasta que la fruta está madura, a este tiempo tienden a aflojarse y a extenderse dentro de la cavidad interior (14). Los porcentajes de los componentes de la fruta se refieren a la Tabla I.

En Sudamérica, la fruta de la pasión es llamada "par-chaca"; en los países africanos, "granadilla" o "grenadij-lla"; en India, "Kadamba" (6).

Passiflora edulis f. flavicarpa.- La variedad amarilla es, probablemente, una mutante de P. edulis y no un híbrido resultante del cruzamiento entre P. edulis y P. ligularis, como originalmente fue propuesto por Pope en 1935. Hay, sin embargo, varias notables diferencias entre P. edulis típica y la forma flavicarpa, incluyendo su alto grado de incompatibilidad (39).

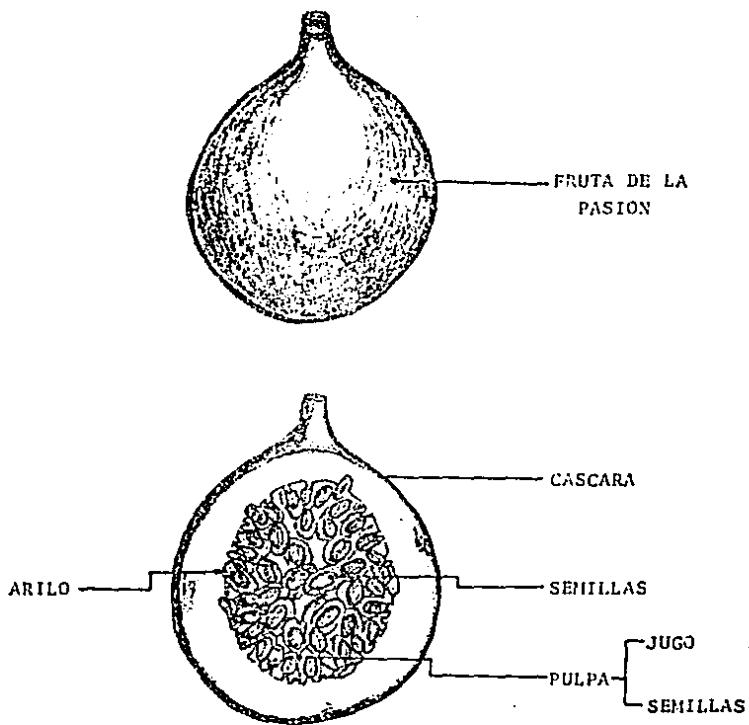


Fig. 1. REPRESENTACION ESQUEMATICA
DE LOS COMPONENTES DE LA
FRUTA DE LA PASION
(*P. edulis*)

	<u>P. edulis</u>		<u>P. edulis f. flavicarpa</u>
	India (promedio)	Australia	India (promedio)
Componentes de la fruta:			
Cáscara (%)	49.6	45.2	61.9
Pulpa (%)	50.4	54.8	38.1
	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>
Jugo (%)	36.8	44.3	30.9
Residuo (%) (semillas y arilo)	13.6	10.5	7.4
	<u>50.4</u>	<u>54.8</u>	<u>38.1</u>

Tabla I. COMPOSICION PORCENTUAL DE LA FRUTA
DE LAS DOS VARIEDADES PRINCIPALES (39)

Variedad	<i>P. ligularis</i> Juss (41)	<i>P. quadrangularis</i> L. (29) (37)	<i>P. mollissima</i> (17)(29) (H. B. K.) Bailey
Nombre común	Granadilla dulce, granadilla de Chi na.	Granadilla gigante, granadilla real.	Curuba, Tacso, Tacso- nia.
Altitud a la que crece	2,000-9,000 pies	6,000 pies	6,000-9,000 pies
Clima	Templado y frío	Tropical	Templado y tropical
Color de la cáscara	Anaranjado-verde so, con manchas blancas.	amarillo-verdoso	amarillo o anaranjada
Color de la pulpa	Blanca	Blanca	anaranjada o salmón
forma	Ovalada y oblon ga	Ovalada, oblonga o elíptica.	Ovalada y oblonga
Longitud y diámetro (respectiva mente)	6-9 cm y 4-5.5 cm	10-30 cm y 10-18 cm	6-10 cm y 3-5 cm
Otras propiedades	Las hojas tienen propiedades fe- brífugas	La raíz tiene pro- piedades sedativas	---

Tabla II. CARACTERÍSTICAS DE ALGUNAS VARIETADES SECUNDARIAS

La fruta de la pasión amarilla es muy similar a la fruta púrpura, exceptuando en que es mas larga, su peso es de cerca de los 80 g. 6 a 12 cm de largo y 4 a 7 cm de ancho; la pulpa es mas ácida, las semillas son de color café oscuro en vez de negruzcas como en la fruta púrpura. Esta es una real, pero sutil diferencia en el sabor de las variedades púrpura y amarilla, ambas son muy atractivas por su único e intenso sabor. La cáscara de la fruta es amarilla externamente, 3 a 10 mm de espesor. La pulpa tiene color amarillo-anaranjado, altamente aromática y muy jugosa (14) (ver tabla I.)

La variedad amarilla es mas resistente a los hongos y se adapta mejor a condiciones tropicales en lugares bajos; rinde cosecha por periodos mas largos y da altos rendimientos de fruta y pulpa (6). La variedad amarilla es identificable por su tallo y pedúnculos de color púrpura (13).

En Sudamérica la fruta amarilla es llamada "maracuja", tambien en Australia; en Hawai, es llamada "lilikoi"; en Indonesia, "markisa" (6).

2.3 Aspectos Agrícolas

En muchos países, la fruta de la pasión crece sobre enrejados y como una cosecha de temporada, mas frecuentemente, en huertos jóvenes de cítricos. En años recientes, - una gran demanda por los procesadores de frutas, ha fomen-

tado el crecimiento de cultivos de fruta de la pasión.

La variedad púrpura prospera bien en toda clase de suelos, a una altitud de 915 a 1,830 metros sobre el nivel del mar, mientras que la variedad amarilla se adapta mejor a altitudes bajas, a partir de 762 m.s.n.m. (39).

Estos cultivos empiezan a rendir muy pronto y se desarrollan con facilidad. Alcanzan una producción completa a los dos años de plantados. Por lo general, las enredaderas son mas productivas antes de alcanzar los cuatro o cinco años de edad. Después de este período, empiezan a perder vigor y mueren, por lo que ya no son provechosas y requieren ser removidas, con el fin de regenerar los cultivos y obtener el máximo de producción. Casi siempre se obtienen dos cosechas por año. El cultivo de verano se realiza cerca de febrero o marzo. La cosecha de invierno es ya para cuando otras frutas no son abundantes en el mercado. Las prácticas de cultivo aseguran una abundante cosecha en invierno, para podar enseguida la cosecha de verano, cuando esté cerca de la mitad del cultivo, generalmente hablando, cerca del mes de noviembre. Esto estimula a la enredadera a tirar la fruta madura para el invierno.

En la selección del sitio para la plantación de la enredadera, uno de los puntos mas importantes, a tomar en consideración, es el evitar localidades donde las heladas son severas o que ocurren con frecuencia. Las cosechas de

pascua, invierno y primavera, son las que tiene mas demanda; la cosecha de verano es mas abundante que la de invierno (50).

La onredadera de la fruta de la pasión se puede encontrar prosperando en muchas clases de suelos, pero principalmente, franco-arcillosos, fértiles, profundos y con subsuelo permeable, que no esté sometido a encharcamientos prolongados, con un pH entre 6.0 y 6.5 (36).

El abono del suelo es muy importante para obtener altos rendimientos de fruta. Se reconoce el hecho de que el abono debe ser usado a partir del tiempo de plantación hasta que la planta cese su producción. En lugares en donde el suelo es deficiente en cal, es recomendable añadir, como mínimo, media tonelada de buena cal por acre de tierra. Un abono común es el estiércol. Otros tipos de abonos mas elaborados, utilizados en suelos ligeros, son la sangre y hueso con un poco de potasio; otros utilizan hueso, superfosfato y potasio; mezclas de nitrato de sodio, sangre deshidratada, polifosfato y sulfato de potasio y algunos otros, también son utilizados con resultados satisfactorios. En general, el abono del suelo es una práctica sencilla de efectuar, pero que al mismo tiempo incrementa, en forma notable, el rendimiento de fruta obtenido (52).

Casi tan pronto como las plantas son colocadas en el campo, requieren de un soporte o apoyo para escalar. Los

mejores soportes son las cuerdas, postes o ramas de bambú. Se pueden emplear sistemas de soportes tanto naturales como de materiales artificiales (29).

Cuando la fruta empieza a madurar puede ser cosechada como mínimo, en un par de semanas. Las frutas son recogidas después de que caen a la tierra o también pueden ser recolectadas con tijeras de podar, luego de que el fruto alcanza su madurez fisiológica. Posteriormente, se puede conservar por un tiempo en un lugar frío y seco. Se ha recomendado una temperatura de almacenamiento de 6.5°C con humedad relativa de 85 a 90%. Bajo estas condiciones, la fruta puede ser almacenada por cuatro o cinco semanas. Temperaturas mas bajas ocasionan daño a la fruta y mas elevadas, pueden ocasionar enmohecimiento (31). Toda la fruta mal formada o inferior es descartada y la mejor, es -en su mayoría- empacada, así que cuando se abren las cajas, la fruta tiene una buena apariencia. El grado de color, tanto como su buen tamaño, son tomados en consideración y si alguna fruta tiene mal color, entonces se separa del empaque. La mayoría de la fruta de la pasión puede ser empacada y embarcada sin problemas, a excepción de P. quadrangularis, que se magulla rápidamente (37).

Si las condiciones son favorables, se puede asegurar que las 800 plantas que caben en una hectárea rendirán -- unas 120 cajas (de 10 docenas cada una), durante el primer

año; en el segundo año la producción se estabiliza, alcanzando entre 300 y 1,000 cajas anuales (41).

La fruta de la pasión puede ser propagada por semillas o por esquejes. En países en donde la fruta crece comercialmente, el método usual de propagación es por semilla. Siempre que se desee la propagación de una cepa o variedad particular, el método de esqueje puede ser empleado. Con semillas frescas de fruta de la pasión, el 84 a 96% de la germinación es obtenida, ya que las semillas pierden viabilidad, considerablemente, durante el almacenamiento (39). Las semillas pueden ser removidas de la fruta, secadas en lugares sombreados y plantadas en suelos planos y ligeros; no germinan rápidamente. Las plantas jóvenes se desarrollan rápido si son cultivadas cuando tienen entre 6 meses y un año de edad. Los esquejes son tomados de vástagos bien maduros; son rápidamente enraizados en arena, no requieren ser enterrados hasta el fondo. La reproducción de la granadilla púrpura, se hace, a menudo, en tiestos, ya cuando la planta tiene unos dos años de edad. Por lo general, las semillas se siembran en febrero (36).

Comúnmente se cree necesario recurrir a la polinización manual para asegurar la producción de fruta, pero esta no siempre resulta (37). Una ventaja hortícola de la fruta púrpura sobre la amarilla es que es auto-compatible y la mayoría de sus flores tienden a dar fruta sin atención especial. Todas las enredaderas de la fruta amarilla son

auto-incompatibles y cada una de sus flores debe tener polinización cruzada con polen compatible. Cuando se realiza el cruzamiento compatible, se pueden presentar alteraciones en el producto, debido a factores tales como: polinización insuficiente, polen húmedo, flores de estilo vertical, daños por la mosca del vinagre y disparidad en el tiempo de brote. Las frutas de polinización manual fueron mas grandes y jugosas que aquellas polinizadas por insectos.

Hay una alta correlación positiva entre el tamaño de la fruta y la calidad y número de granos de polen colocados en la flor. Los granos de polen requieren un sustrato con concentración osmótica, suficientemente alta para prevenir el reventamiento y también de ácido indolacético, ácido giberólico o algún regulador natural del crecimiento para la germinación, en aplicaciones semanales (39). En ocasiones, la enredadera de la fruta amarilla muestra un alto grado de auto-compatibilidad dando fruta a partir de la autopolinización. Sin embargo, esta fruta es mas pequeña que la de polinización cruzada, contiene menos semillas y jugo que la fruta normal. Así, varias líneas, que parecen ser de *P. edulis* f. *flavicarpa* pura, original, han producido individuos con altos rendimientos de fruta a partir de la auto-polinización. En ningún caso esta auto-compatibilidad aislada, puede ser empleada como un instrumento para el desarrollo de líneas de intracruzamiento de híbridos F₁ con cualidades específicas (31).

En observaciones realizadas en Hawaii, se dedujo que el rendimiento de la fruta amarilla se incrementa de 50 a 80%, fumigando con etilendibromuro y metilbromuro (36).

Entre los principales polinizadores se encuentran: la abeja carpintera (Xylocopa varipuncta) y la abeja mielera (Apis mellifera). El mas eficiente polinizador es la abeja carpintera; las abejas mieleras son menos efectivas, su tamaño pequeño impide que trabajen las largas flores de la pasionaria eficientemente, ya que prefieren otras flores disponibles (31). Se ha observado en Florida, donde la abeja carpintera no es común, que la abeja mielera es siempre inútil para la polinización de la fruta de la pasión amarilla, posiblemente porque hay muchas flores que compiten por su atención. A menos que se pueda cultivar la fruta amarilla en donde los polinizadores son abundantes, será necesario disponer de ellos en número considerable al tiempo de floración, para asegurar los cultivos normales. Se ha recomendado transferir cajones o colmenas con abejas carpinteras cerca de las plantaciones de enredaderas de fruta de la pasión (52).

2.3.1 Aspectos micológicos y entomológicos

Entre algunas de las enfermedades que atacan a la fruta de la pasión, se encuentran: la enfermedad del "marchitamiento", causada por Fusarium oxysporum, que ha ocasiona

do serios problemas en cultivos de Queensland, por lo que se hizo necesario cruzar cultivos resistentes. Los injertos hacen resistentes a las enredaderas amarilla y púrpura. Estos híbridos entre la forma púrpura y amarilla injertados con raíces de fruta de la pasión amarilla resistente a hongos y nemátodos, han ahora reemplazado las enredaderas de fruta púrpura. El control efectivo es por injerto de cultivos preferidos sobre semillas de P. edulis f. flavicarpa. Una enfermedad fúngica causada por Phytophthora parasitica, ocasiona marchitamiento y muerte y en -- los cultivos jóvenes también causa emblanquecimiento; a -- las hojas las vuelve transparentes y éstas caen prematuramente. La fruta infectada muestra manchas grises y cae -- rápidamente. Se ha encontrado que la resistencia a la -- Phytophthora, que ataca la fruta de la pasión púrpura, es conferida por la fruta de la forma amarilla sobre la primera generación híbrida púrpura-amarilla en Hawai. La resistencia es heredada como un gen sencillo de carácter dominante. La "mancha de hoja" causada por Septoria passiflorae, afecta a las hojas, pero la fruta también puede -- ser infectada y cuando esto suceda, tiene forma desigual y es sólo aceptable para procesamiento industrial. Las -- manchas individuales encierran pequeños cuerpos numerosos de color oscuro. El hongo disemina sus esporas por me -- dio de la lluvia, el rocío, el aire o la irrigación. La "mancha café", causada por el hongo Alternaria passiflorae

afecta a *P. edulis* y *P. quadrangularis*. Los efectos de esta enfermedad aparecen en todas partes de la enredadera. Las manchas tienen 10 mm de diámetro. En la fruta las manchas tienen un ligero color café, son circulares, arrugadas, hundidas y a veces llegan a cubrir arriba de media fruta. El tiempo caliente y húmedo favorece la propagación de la enfermedad y es más severa en verano y principios de otoño que en cualquier otra época del año. La enfermedad del "mosaico" es causada por un virus. Afecta la enredadera, la fruta y hace la cáscara muy delgada y la cavidad pulposa más pequeña. Las hojas tienen un modelo de mosaico, consistente en parches claros y verde oscuro, a menudo, arrugados. Los cultivos híbridos de fruta amarilla-púrpura toleran las cepas comunes de virus del mosaico. Esta enfermedad es transmitida de una enredadera enferma a una sana por migración del virus y contaminación de los instrumentos de poda. El virus puede ser transmitido mecánicamente a otra especie de *Passiflora* e infectar plantaciones de tomate, pepino y tabaco. No hay diferencias significativas en tamaño, peso, acidez o contenido de sólidos solubles, observadas entre fruta sana y fruta infectada (31).

Se presentan también otras enfermedades, causadas por deficiencia de minerales tales como; la "hoja tostada" asociada con falta de potasio; "clorosis", debida a deficiencia en manganeso. La aplicación de fertilizante de potasio, incrementa -marcadamente- el contenido de potasio de las

hojas y da resultados bastante promisorios en el control de la "hoja tostada".

Se observó que rociando quincenalmente plantas de dos años de P. edulis f. flavicarpa, en una plantación comercial en Hawai, con formulaciones de fungicidas conteniendo dos libras de Ziram, Manab o Captan, se combate adecuadamente la enfermedad de la "mancha café", los últimos dos fungicidas son mas efectivos. Fumigando con estos fungicidas no se afecta el sabor normal del jugo de fruta de la pasión (39). La sanitización también favorece el control de estas enfermedades, por lo que las enredaderas deben ser colocadas en forma que se asegure el mayor movimiento de aire y penetración de sol y fungicidas.

Las especies silvestres de esta fruta también son atacadas por las mismas enfermedades. Una vez que la fruta es infectada, es inservible y no se puede recuperar (31).

Entre los insectos que causan daño a la fruta de la pasión, los mas importantes son: 1) La mosca de la fruta, Dacus dorsalis, D. vertebratus; 2) Acaro de la fruta, Tenivipalpus californicus Banks., Brevipalpus papayensis, etc; 3) Insecto de la fruta de la pasión, Diactus biliniatus; 4) Hoja saltarina, Scolypopa australis.

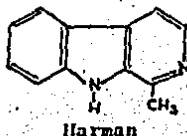
La mosca de la fruta puede ser controlada con Parathion y los ácaros con sulfuro, pero se necesita cuidar el

tiempo de rociado a la mosca, para evitar la destrucción - del insecto polinizador. Para el control satisfactorio de la mosca de la fruta se ha recomendado una combinación de medidas químicas, biológicas y de cultivo. Los siguientes materiales, cada uno usado como fumigador de follaje o aplicado al suelo, al tiempo de la preparación, resulta altamente tóxico a la mosca de la fruta: clordano al 0.5%, -- clorometoxilo al 0.01%, toxafenol al 0.5% y pirenona al 0.25%. En consideración a su control biológico, el uso de parásitos de importancia económica potencial, ha sido sugerido. Para el control del insecto de la fruta de la pasión, 40 g de Rodiatox al 5% (paratión) por 10 litros de agua, aplicado a intervalos de dos a tres semanas a partir de la aparición de la primera flor, da buenos resultados (39).

En Hawai y otras partes del mundo se han hecho cruza- mientos de cultivos púrpura-amarilla para obtener mas y me- jor fruta, este es el caso del cultivo "Noel's Special", el cual reporta una fruta amarilla y larga, seleccionada, principalmente por su inusual jugo color naranja brillante, además de presentar tolerancia a la *Alternaria* de la "man- cha café". Es propagada por esquejes y da enredaderas vi- gorosas que empiezan a fructificar después del año de plan- tadas. Como la variedad amarilla, el cultivo "Noel's Spe- cial" es auto-incompatible y requiere ser interplantado - con otros cultivos para asegurar una buena polinización - cruzada (31).

2.4 Composición química y valor nutritivo de la fruta

Durante mucho tiempo se ha conocido que el extracto de las hojas, tallos y raíces de algunas especies de *Passiflora*, tienen propiedades sedativas, debidas a la presencia de algunos alcaloides, entre ellos, Harman, que es la passiflorine. Se ha demostrado que Harman, en *P. edulis*, está formado a partir de triptofano. El mecanismo biogénico incluye descarboxilación de triptofano a triptamina, la cual es acetilada a N-acetilriptamina. El anillo de beta-carbolina es entonces, formado por deshidratación cíclica para dar Harmalen, el cual es oxidado a Harman (39).



Se ha comprobado la presencia de cinco alcaloides en *P. incarnata*, Harmol (39%), Harman (27%), Harmina (22%) y otros dos alcaloides designados "A" y "B" (12.5%); el contenido total de alcaloides es de 0.09% en Metanol. Las variedades púrpura y amarilla, están prácticamente libres de alcaloides y glucósidos cianogénicos (17).

2.4.1 Constituyentes químicos del jugo

Carbohidratos.- Constituyen un grupo extenso, cerca de 63.3% de los sólidos totales y cerca de 71.3% del total

de los sólidos solubles.

a) Azúcares.- Se ha reportado la presencia de tres azúcares, glucosa (3.6%), fructosa (3.6%) y sacarosa (3.8%) y juntos componen 86.3% del total de carbohidratos y el resto es almidón. La variedad púrpura contiene mas azúcar que la variedad amarilla (48).

b) Almidón.- En experimentos realizados se ha observado que el almidón del jugo de fruta de la pasión contiene entre 1.2 a 5% de amilosa y lo demás de amilopectina para la variedad púrpura, mientras que para la variedad amarilla, su contenido de amilosa es mas alto, con 8.7%. Se ha visto también que el diámetro de los gránulos de almidón en el jugo de fruta de la pasión amarilla es mayor. El alto contenido de almidón, en el jugo de la variedad púrpura, 1.0 a 3.7%, ocasiona la formación de depósitos gelatinosos acumulados sobre la superficie del intercambiador de calor, en el procesamiento del jugo. La diferencia en la viscosidad del jugo de las dos variedades en su respuesta al calentamiento, es debida principalmente a la diferente concentración de almidón y al pH (24).

Acidos orgánicos.- Además del sabor único, el contenido de acidez, comparativamente alto, del jugo de fruta de la pasión, es la característica mas sobresaliente, ademas de ser importante en el procesamiento y formulación de productos que contengan esta fruta (19).

El contenido de acidez total (expresada como ácido cítrico w/w) tiene un rango de 2.4 a 4.8% en el jugo de la variedad púrpura. Para la variedad amarilla se ha reportado un rango de 3.0 a 5.0% de acidez. El pH para la variedad amarilla es de 3.0 en promedio y para la variedad púrpura, es de 2.8 (39).

Para la variedad amarilla el ácido predominante es el ácido cítrico, con casi 83%, seguido del ácido málico con 15% y en mucho menor cantidad el ácido láctico, malónico y succínico. La variedad púrpura contiene los mismos ácidos pero en diferentes cantidades; el porcentaje de ácido cítrico es de 41.0%, que es el más abundante, después el ácido láctico con 23.4%, seguido del malónico, málico y succínico (50).

Pigmentos y carotenoides.- Pruebas cuantitativas para pigmentos insolubles en agua; revelan la ausencia de antocianinas y la presencia de flavonoides. El color amarillo naranja se debe a la compleja mezcla de pigmentos carotenoides. Los grupos de pigmentos carotenoides, en el jugo de la variedad púrpura son: xantófilas libres 10.3-21.5%, ésteres xantofílicos 11.1-34.6% y carotenos 45.7-76.3% del total. No hay diferencia sustancial en los carotenoides entre la variedad amarilla o púrpura, excepto que el total de carotenoides y ésteres xantofílicos fueron, usualmente, más altos en la primera. Por medio de técnicas cromatográficas

ficas, se identificaron los siguientes pigmentos: fitofluenona, alfa-caroteno, beta-caroteno y delta-caroteno, de los cuales predomina el beta-caroteno (50). Aparte de los carotenos principales, fueron identificados también los pigmentos beta-apo-12'-carotenal, beta-apo-8'-carotenal, kriptoxantina y auroxantina. Además se encontraron, recientemente, otros dos carotenoides: neurosporina y trifasiantina (6).

Polifenoles.- El jugo contiene muy baja concentración de polifenoles (4.2mg/l), de los cuales el ácido tánico ha sido encontrado como el mayor constituyente.

Sustancias nitrogenadas.- El contenido de nitrógeno encontrado en el jugo varía de 0.096 a 0.192% y el contenido de proteína cruda de 0.60 a 1.20%. En otras muestras, la distribución de nitrógeno fue la siguiente: nitrógeno total 0.138%, aminonitrógeno 0.067% y nitrógeno no proteico 0.07%. Es interesante notar el hecho de que el jugo de fruta de la pasión contiene prolina, el cual no se encuentra comúnmente en cantidades detectables en jugos o néctares de frutas de importancia comercial, como los de piña, plátano, guayaba. Contiene también arginina, ácido aspártico, glicina, leucina, lisina, treonina, tirosina y valina; metionina, fenilalanina, triptófano no fueron encontrados (48).

Constituyentes aromatizantes volátiles.- Se han iden-

tificado los principios aromáticos responsables del sabor y aroma, únicos del jugo de fruta de la pasión. Dichos volátiles que constituyen un aceite amarillo insoluble en agua, conformando 23-43 ppm del jugo. Los cuatro principales componentes son: caproato de n-hexilo, butirato de n-hexilo, caproato de etilo y butirato de etilo, que constituyen cerca del 95% del aceite. Entre estos cuatro componentes, el caproato de n-hexilo fue encontrado a ser el constituyente principal, con cerca del 70% de los volátiles del aceite del jugo. La porción no identificada del aceite, contiene grandes complejos estructurales y se ha considerado que la insaturación olefínica encontrada en el aceite crudo, tiene su origen en dicha porción. De los componentes volátiles identificados en el espacio de cabeza del jugo de fruta de la pasión, por el método de cromatografía de gases, más de la mitad de los compuestos son ésteres: acetato de etilo, butanoato de etilo, hexanoato de etilo, butanoato de hexilo y hexanoato de hexilo. La otra parte está compuesta por alcaloides, aldehídos, cetonas, compuestos terpenos, etc (34).

Sustancias pectínicas.- Como en la mayoría de los jugos, el contenido total de pectina del jugo de la fruta de la pasión, es insignificante, variando de 0.04 a 0.06%; aparte de su baja concentración, se da más importancia a la pectina de la cáscara (19).

Vitaminas.- El jugo de la fruta amarilla es una excelente fuente de provitamina A, niacina y una buena fuente de riboflavina. El jugo de la fruta púrpura, es una buena fuente de provitamina A, riboflavina, niacina y ácido ascórbico. Para la variedad púrpura el rango de vitamina C, va de 21.9-69.9 mg/100g. Se reportó también, que la vitamina C existe, principalmente, en forma de ácido ascórbico (99%), que como ácido dehidroascórbico. En la variedad amarilla, sin embargo, el ácido dehidroascórbico fue del orden del 5%. La variedad púrpura contiene, invariablemente, más ácido ascórbico que la variedad amarilla, que contiene de 3-22 mg/100g, solamente (4). En 1958, Ross y Chang, reportaron la inducción de oxidación por peróxido de hidrógeno, del ácido ascórbico, en jugo de fruta de la pasión amarilla, lo cual es concerniente a fruta industrializada. El H_2O_2 es descompuesto en el jugo fresco y ocurre la oxidación del ácido ascórbico, debida a la combinación altamente reactiva. La actividad catalítica es destruida por calentamiento (40).

Enzimas.- Se ha reportado la presencia de catalasa y fenolasa y la ausencia de peroxidasa y ácido dehidroascórbico reductasa en el jugo de la variedad amarilla, mientras que, también, se ha reportado la ocurrencia e inactivación térmica de pectin metil esterasa, en el jugo de la variedad púrpura.

	<u>Jugo de la variedad</u> <u>púrpura</u>	<u>Jugo de la variedad</u> <u>amarilla</u>
Valores Promedio		
Humedad (%)	80.4	82.0
Extracto etéreo (%)	0.05	0.6
Fibra cruda (%)	0.05	0.2
Sólidos solubles (%)	17.3	15.0
Acidez (%) w/w	3.4	4.0
pH	2.83	3.0
Azúcares totales (%)	10.0	10.0
Almidón (%)	2.4	0.06
Proteína (Nx6.25) (%)	0.8	0.8
Calcio (mg %)	12.14	5.0
Fósforo (mg %)	30.10	18.0
Hierro (mg %)	3.12	0.3
Acido Ascórbico (mg %)	34.6	12.0
Tiamina (mg %)	0.05	Trazas
Riboflavina (mg %)	0.168	0.101
Niacina (mg %)	1.71	2.24
Caroteno (Vit. A) (g)	717 ^a	2410 ^a

Trazas 0.010 mg

a: Wenkam and Miller (51).

Tabla III. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL JUGO DE FRUTA DE LA PASION DE LAS VARIETADES AMARILLA Y PURPURA (39)

Minerales.- El jugo y pulpa han sido analizados por la cantidad importante de constituyentes minerales que contienen, como calcio, hierro y fósforo. El jugo es comparable al de otras frutas en este aspecto.

El incremento de popularidad del jugo de la fruta de la pasión y la elaboración de bebidas derivadas de esta fruta, ha hecho que se tenga interés en la investigación de sus efectos sobre la digestión y asimilación en dietas. Así, se obtuvieron datos de sus efectos benéficos sobre el metabolismo del nitrógeno, calcio y fósforo, así como una acción estimulante, debida a su sabor, aroma y moderado contenido de azúcar (22) (ver tabla III).

2.4.2 Cáscara

La composición química de la cáscara en ambas variedades, púrpura y amarilla, revela que ésta contiene de 17 a 20% de materia seca; es alta en carbohidratos y fibra; baja en extracto etéreo; es una regular fuente de pectina, protefna y materia mineral.

Carbohidratos.- Constituyen el mayor componente del contenido total de sólidos; en la cáscara de la variedad púrpura están comprendidos por polisacáridos (almidón), 1.94%; azúcares totales, 8.38%; glucosa, 3.3%; fructosa, 3.37%; y sacarosa, 1.71%. De acuerdo con Otagaki y Matsumoto (35), la cáscara de la variedad amarilla contiene 45.87

porciento de extracto libre de nitrógeno y 15.70% de pentosas, mientras que la cáscara púrpura contiene 35.7% de extracto libre de nitrógeno en base seca.

Acidos orgánicos.- Los estudios en cromatografía de papel revelan que, en diferencia con el jugo, la cáscara contiene cuatro ácidos orgánicos no volátiles, de los cuales, dos fueron identificados como ácidos cítrico y málico. Los otros dos no han sido aún identificados. El contenido total de ácidos libres fue del orden de sólo 0.15% en base húmeda y 0.70% en base seca.

Polifenoles.- La cáscara púrpura fue encontrada a ser bastante astringente, con una cantidad total de materia astringente de 14.9% en base seca. Mediante pruebas en cromatografía de papel, el extracto de cáscara de fruta de la pasión, reveló la presencia de ácido tánico. No se presentó el catecol, ácido gálico, resorcinol o ácido clorogénico.

Pigmentos.- Pruebas cualitativas realizadas en la cáscara púrpura fresca, revelaron la presencia de clorofila, carotenoides, xantófilas, flavonoides y leucoantocianinas en cantidades mínimas, pero antocianinas en cantidades considerables. Estudios sistemáticos que comprenden, pruebas de color, número de distribución, cromatografía de papel, azúcar residual y espectro de absorción, establecieron la presencia de pelargonidina-3-diglucósido, en concen

traciones bastante altas. También se estableció que el deterioro del color púrpura exterior durante la refrigeración y almacenamiento comunes, fue atribuida -mayormente- a la degradación de este pigmento (pelargonidina), lo cual puede ser debido parcialmente, a la temperatura de almacenamiento, ya que el deterioro del color fue mayor a altas temperaturas. Explicando el mecanismo de degradación de este pigmento se demostró que: 1) en presencia de oxígeno, la destrucción del ácido ascórbico, naturalmente presente en la cáscara, probablemente acelera el deterioro del pigmento; 2) la degradación de este pigmento puede ser, también debida a la reacción del mismo con peróxido de hidrógeno, temporalmente presente en la cáscara; 3) los taninos, por otro lado, tienen un efecto estabilizante; y 4) el pH tiene efectos muy significativos sobre la estabilidad de los pigmentos (39). Se estableció, también, la presencia de flavonoides en la cáscara de la variedad amarilla (33).

Sustancias pépticas.- Se ha encontrado en la cáscara de la fruta púrpura, madura, una pectina bastante inusual, que resultó ser resistente a la hidrólisis ácida. Por hidrólisis enzimática, dicha pectina produce ácido D-galacturónico, l-sorbosa y l-arabinosa, pero no galactosa. Así mismo, se encontró que la hidrólisis ácida completa se realiza en 10 horas, mientras que la hidrólisis enzimática en 48 horas a 37°C. En estudios posteriores, el hidrolizado enzimático revela la presencia de ácido D-galacturónico

(75%), galactosa (12%) y arabinosa (11%). La sorbosa re - portada previamente, no se detectó. También se observaron variaciones considerables en el contenido de pectina de la cáscara (9-15%). La pectina fue de buena calidad y con un 9-10% de metoxilo, 85 a 91% de ácido anhidroutrónico y con un grado de gelificación de 175-225. Sherman et al. (43), obtuvieron resultados muy similares en los constituyentes químicos de la pectina de la cáscara de la fruta de la pasión amarilla. El rendimiento de pectina fue mas alto (20 por ciento), sin embargo, el contenido de metoxilo fue de 8.9-9.2%, 76.6-78% de ácido galacturónico y un grado de ge - lificación de 200. Seale y Sherman (42), mas tarde esta - blecieron que la pectina de la variedad amarilla aparece - en una cadena de moléculas pequeñas, que no es el tipo mas apropiado para la elaboración de geles. La pectina de la fruta púrpura tiene mayor peso molecular y es recomendable para la elaboración de geles, mermeladas, etc., y es compa - rable a otras pectinas comerciales, como son las "pectinas cítricas".

Sustancias nitrogenadas

a) Nitrógeno total.- Otagaki y Matsumoto (33), re - portaron que el contenido de protefna cruda de la cáscara de la variedad amarilla varía de 4.6 a 9.2%. Sin embargo, en experimentos posteriores se observó que dicho porcentaje - puede variar desde 7.6 y alcanzar 21.9%. Por otro lado, - se reportó que el contenido de protefna cruda de la cáscara

ra de la variedad púrpura está entre 12 y 15% (39).

b) Fraccionamiento de nitrógeno.- El fraccionamiento de nitrógeno en la cáscara de la variedad púrpura, revela que, la albúmina, la globulina, la prolamina y la glutelina, están, respectivamente, presentes en, 49.74, 15.17, 2.9 y 7.9%. El nitrógeno no proteínico fue un poco alto (36.4 por ciento) y se encontró en incremento durante la maduración. Otagaki y Matsumoto (33), establecieron que la cáscara de la variedad amarilla podría -probablemente-, acumular una considerable cantidad de nitrógeno no proteico, pero no se especifican datos.

c) Aminoácidos libres.- Se ha reportado, a partir de estudios de cromatografía, la presencia de nueve aminoácidos libres, de los cuales, la lisina está presente sólo en trazas, mientras que la leucina y la prolina fueron encontrados en altas concentraciones.

Vitaminas.- Excepto la vitamina C, ninguna otra vitamina de la cáscara ha recibido -todavía- la debida atención. La cáscara fresca de la fruta púrpura es muy rica en ácido ascórbico, en un rango de 78.3 a 166.2 mg/100g. El contenido de ácido ascórbico es mas alto en el estado inmaduro y decrece durante la maduración. Además, las cantidades de otras sustancias reductoras en la cascara, fueron mayores en el estado inmaduro. Trazas de caroteno fueron encontradas en la cáscara púrpura (39).

	Cáscara (púrpura) ^a b.h.			Cáscara (amarilla) ^b b.s.
	Max. (%)	Min. (%)	Prom. (%)	Prom. (%)
Humedad	85.24	78.43	81.92	16.8
Extracto etéreo	0.16	0.05	0.12	0.3
Fibra cruda	7.13	4.57	5.01	25.7
Pectina (pectato de calcio)	2.47	1.54	1.78	20.0
Proteína (Nx6.25)	2.84	2.04	2.56	4.6
Extracto libre de nitrógeno	--	--	7.14	45.9
Almidón crudo	1.36	0.75	0.87	--
Astringencia: Taninos	2.47	1.78	1.99	--
No taninos	1.00	0.69	0.82	--
Ácido Ascórbico (mg/100g)	166.20	78.30	100.97	--
Caroteno	--	--	Trazas	--
Cenizas totales	1.94	1.32	1.47	6.8
Potasio (K ₂ O)	0.95	0.73	0.86	--

a: Datos Obtenidos en India (39)

b: Datos Obtenidos en Hawaii. Otagaki y Matsumoto (33)

Tabla IV. COMPOSICION QUIMICA DE LA CASCARA DE LA FRUTA DE LA PASION PURPURA Y AMARILLA

Enzimas.- Sherman et al. (43), indican la presencia de pectinesterasa en la cáscara amarilla y sugieren que, para la máxima recuperación de pectina, la enzima debe ser inactivada mediante el blanqueado de la cáscara, cinco minutos antes de la extracción de pectina. También se reportó la ocurrencia de pectin metil esterasa, y se encontró que toma casi seis minutos para que ocurra, cerca del 100% de la inactivación térmica de la enzima en la cáscara púrpura. También se indica la presencia de polifenolasa, peroxidasa y catalasa en la cáscara púrpura. Para que ocurra el 100% de la inactivación térmica de peroxidasa, se requieren seis minutos de calentamiento a $90 \pm 0.5^\circ\text{C}$.

Ross y Chang (40), también reportaron la ocurrencia de peroxidasa en la cáscara amarilla. (ver Tabla IV).

2.4.3 Semillas

Este componente de la fruta también es llamado "residuo"; es del orden de 7-22% (13.6% prom.) en la fruta púrpura y 2.4-12.4% (7.4% prom.) en la fruta amarilla.

Las semillas son una regular fuente de aceite, proteína y materia mineral, pero dado que su contenido de fibra cruda es muy alto, es inservible como alimento común. No hay suficiente información reportada sobre ácidos orgánicos, polifenoles, pigmentos, sustancias pécticas, vitaminas y sistemas enzimáticos de las semillas de ambas varie-

dados. Sin embargo, importantes constituyentes como carbohidratos y sustancias nitrogenadas en las semillas de la variedad púrpura y la composición del aceite de semillas - de ambas variedades, han recibido mayor atención.

Los carbohidratos se encuentran en un rango de 5.07-20.2%, almidón en un 2.62% y azúcares totales y reductores sólo en trazas. Se reportó que la actividad peroxidasa sigue una reacción constante de primer orden. Para que ocurra el 100% de inactivación térmica en las semillas, se requieren nueve minutos de calentamiento a $90 \pm 0.5^\circ\text{C}$.

El nitrógeno no proteínico fue mucho mas bajo en las semillas (7.67%) que en la cáscara (56.4%) o en el jugo - (52.2%). Además, el fraccionamiento de nitrógeno revela - que las glutelinas fueron mas altas (37.6%) en las semi - llas, mientras que la albúmina domina en la cáscara (49.74 por ciento). Sin embargo, semillas y cáscara tienen un contenido muy bajo de prolamina. En diferencia con la cáscara, gran parte del nitrógeno (casi el 45%), fue no extractable de las semillas (Ver Tabla V).

Estudios de cromatografía de papel, sobre aminoácidos libres, revelan que las semillas contienen los mismos aminoácidos encontrados en la cáscara, excepto, que la prolina está presente sólo en trazas (en las semillas). Igualmente, hay cierta diferencia en las concentraciones de los aminoácidos en cáscara y semillas. Comparando la fruta -

de la pasión (jugo, cáscara y semillas) con otras frutas, comercialmente importantes, es interesante observar que, en el plátano, guayaba, piña y otras, la prolina no se detectó excepto en el plátano, la leucina tampoco estuvo presente, en cantidades detectables, en las frutas antes mencionadas, mientras que en la fruta de la pasión sí. Sin embargo, como en otras frutas, la metiotina, fenilalanina y triptófano, no fueron detectadas en la cáscara y semilla de esta fruta (39).

El aceite extraído de las semillas está compuesto, en su mayoría, por ácidos grasos insaturados, entre los cuales predomina el ácido linoléico (ver Tabla VI), y por esteroides como el beta-sitosterol (38) (ver Tabla VII). Se encontró también, que el aceite de cacahuate, en su coeficiente de digestibilidad y valores de crecimiento, tiene similitud con el aceite de semillas de esta fruta, cuando se administra en dietas. Así también, tiene valores comparables al aceite de algodón, por lo que es recomendable utilizarlo para propósitos comestibles (53).

2.5 Perspectivas de utilización de la fruta

Los usos de la fruta de la pasión son amplios y variados. El jugo es, a menudo, descrito como un concentrado natural, debido a su intenso sabor y alta acidez. Cuando se endulza y diluye, proporciona una bebida altamente apetecible y el sabor se mezcla bien con otras frutas y jugos

Semillas de Fruta de la Pasión	
Características químicas	India
Humedad (%)	4.39
Extracto etéreo (%)	23.85
Fibra cruda (%)	53.72
Proteína (Nx6.25) (%)	11.13
Extracto libre de Nitrogeno (%)	5.07
Almidón (%)	2.62
Cenizas Totales (%)	1.84
Hierro (mg %)	18.00
Calcio (%)	0.08
Fósforo (%)	0.64

Tabla V. COMPOSICION QUIMICA DE LAS SEMILLAS DE LA FRUTA DE LA PASION (*P.edulis*) (39)

Nombre de Acidos Grasos	<i>P. edulis</i> Sims. (%)	<i>P. edulis</i> f. flavicarpa (%)
Láurico	0.2	Tr.
Mirístico	Tr.	0.1
Palmítico	11.5	9.9
Palmitoléico	0.4	0.4
Estearico	2.2	2.2
Oléico	18.2	19.8
Vaccénico	--	1.9
Linoléico	66.4	64.4
Linoléico	0.8	1.0
Araquidónico	0.2	--

Tabla VI. COMPOSICION DE ACIDOS GRASOS DE LAS SEMILLAS DE LA FRUTA DE LA PASION (16)

Esterol	<i>P. edulis</i> Sims. (%)
Colesterol	0.5
Brassicasterol	1.0
Campesterol	12.3
Stigmasterol	28.6
Beta-sitosterol	48.8

Tabla VII. COMPOSICION DE ESTEROLES DEL ACEITE DE LAS SEMILLAS DE FRUTA DE LA PASION (16)

de frutas, en la preparación de ensaladas y ponches (42). - También es usado en la elaboración de vinos y licores; proporciona un excelente sabor en pays, pasteles, pudines, be tunés, salsas, postres, rellenos esponjosos, etc. Es considerado excelente mezclado con bebidas alcohólicas como vodka, ginebra y ron. Es un importante saborizante en la preparación de yogurt, compotas, conservas, jaleas y mermeladas (13).

Con la utilización integral de la fruta de la pasión, se resuelve un importante problema para la industria del jugo, dado que las partes no utilizadas por esta industria pueden ser vendidas para transformaciones ulteriores.

2.5.1 Jugo

a) Mezclas de jarabes de frutas y almibares. - Mezclas resultantes del 5 ó 10% de jugo de fruta de la pasión con jugo de manzana fueron muy atractivos. En Sudáfrica y Australia, los jarabes y refrescos de fruta de la pasión sirven de base para las bebidas populares. Estas bases consisten en jugo de fruta de la pasión con almíbar o azúcar y ácidos, añadidos de tal forma, que ellas normalmente contengan de 50-55% de sólidos solubles y 1-2% de ácido. Los jarabes de fruta son diluidos 1 a 4 ó 1 a 5 con agua, y usualmente color artificial y algún conservador (3).

Estrictamente hablando, el jarabe de frutas es un producto claro; preparado por adición de almíbar y ácido al jugo, del cual se ha removido toda la materia celular, por lo que está clarificado, mientras que los refrescos, néctares, almibares, etc., son preparados por adición de azúcar o almíbar y ácido cítrico al jugo entero. Este tipo de productos requieren de un mínimo de 25 a 30% de jugo y son usualmente preservados con 220-350 ppm de SO_2 ó 600-770 ppm de ácido benzóico. Se ha recomendado la fortificación de los refrescos de fruta de la pasión con 100-150 mg/100 g de ácido ascórbico, de acuerdo al propósito de realzar el valor nutritivo del producto, aunque estas fortificaciones pueden acelerar en algo el oscurecimiento del mismo a altas temperaturas de almacenamiento (5).

b) Mezclas de frutas congeladas.- El jugo de fruta de la pasión puede ser rápidamente congelado y empacado. Posteriormente, el producto es comprado por los fabricantes de mezclas de frutas y alimentos, quienes usan la fruta de la pasión como un ingrediente o como un constituyente mejorador del sabor. Un concentrado de fruta de la pasión puede hacerse con la adición de 55-65 partes de azúcar a 100 partes de jugo, posteriormente pueden ser envasados y congelados. Cuando son diluidos con agua pueden ser usados como un néctar (46).

De acuerdo con Scale y Sherman (42), el jugo de fruta de la pasión, sin tratamiento térmico previo, retendrá el

sabor fresco, pero este sabor se deteriorará con el tiempo. Sin embargo, si el jugo es sujeto a un tratamiento térmico parcial, antes del congelamiento, habrá una pérdida considerable en sabor, pero una larga vida de almacenamiento.

c) Polvos y concentrados.- Hay poca investigación a este respecto. Un método practicado es el congelamiento y posterior centrifugación mientras que en otros métodos se utiliza un tipo de evaporador intermitente al vacío. Para la restauración de los constituyentes volátiles perdidos durante la concentración, se vuelven a adicionar los primeros 10 a 15% del destilado (28). Debido a la presencia de almidón en el jugo de fruta de la pasión, se presentaron dificultades en la pasteurización y concentración. Durante el calentamiento, el almidón forma geles, resultando un sustancial aumento en la viscosidad del jugo. El uso de la decantación y centrifugación del jugo, produce un mejor concentrado con respecto a la viscosidad, ya que hay una parcial remoción del almidón en estas operaciones (49). En resumen, se ha recomendado, para la concentración del jugo, el aprovisionamiento para la separación y fraccionamiento de volátiles, la concentración del jugo a la más baja temperatura y recombinación con los volátiles, medio congelamiento, envasado, congelamiento final y almacenamiento.

Algunos concentrados preparados por este medio fueron

mezclados con azúcar y sujetos a deshidratación al vacío, para preparar los polvos de la fruta de la pasión. Se encontró que el jugo en polvo de esta fruta es altamente higroscópico y que recupera humedad en un ambiente con 10% de humedad relativa. Para el jugo de fruta de la pasión en polvo (con 3% de humedad), el equilibrio de la humedad relativa a 30°C, se encontró en cerca de 6%, así que las operaciones relacionadas con la pulverización y envasado, se recomienda que se lleven a cabo en un cuarto con humedad relativa del 6%, para evitar la recuperación de humedad.

Ambos, los concentrados y los polvos, fueron encontrados muy aceptables, aunque de sabor inferior al del jugo fresco (39).

d) Néctar de fruta de la pasión y mezcla de néctares.- La base del néctar de la fruta de la pasión es una mezcla de jugo de fruta de la pasión y azúcar en proporciones adecuadas, posteriormente de la dilución, resulta una bebida muy agradable. Una bebida, todavía más apetecible, resulta de la combinación del jugo de la fruta de la pasión con otros jugos menos ácidos, como son los de pera, manzana, piña, naranja, mango y papaya (3).

Los productos combinados son mezclados dentro de tanques revolventes; son pasteurizados a 87°C; las latas es maltadas son llenadas en caliente, después son selladas y se les baja la temperatura en enfriadores giratorios; así,

resultan productos de mejor sabor (42).

Los néctares que son conservados en envases de papel encerado, son -usualmente-, procesados en pasteurizadores de tipo tubular o de placas, entonces pasan a un refrigerador, enfriándose lentamente a temperatura mas baja del punto de fusión de la capa de cera usada en la elaboración de el envase (28).

e) Bebidas carbonatadas.- Las bebidas carbonatadas con almíbar de fruta de la pasión, como base, gradualmente han adquirido mayor popularidad. Estas bebidas se preparan con almíbar (jugo de fruta y azúcar), carbonato y agua, resultando una mezcla muy aceptable. Este tipo de productos presentan el problema del decoloramiento durante el almacenamiento, debido al oxígeno que queda en el espacio de cabeza. Para evitar lo anterior, se requiere estabilizar el color natural de la bebida. También se ha sugerido la remoción de la amilopectina a través de la degradación enzimática, para dar un mayor atractivo a la bebida, eliminando así, los depósitos que se acumulan en el envase (46).

El porcentaje de jugo utilizado en este tipo de bebidas es variable, de acuerdo a las normas de los diferentes países, pero puede ir desde 3 hasta 7.5%. Para los conservadores utilizados, lo máximo permitido es de 70 ppm de SO_2 y 120 ppm de ácido benzoico, en la India (20).

2.5.2 Cáscara

La composición química de la cáscara presenta tres posibilidades de utilización: a) Recuperación de la pectina; b) Alimento para ganado; y c) Abono.

a) Recuperación de la pectina. La recuperación de la pectina comprende dos pasos:

1. Deshidratación de la cáscara.- Sherman et. al. (43), demostraron que la pectina de la cáscara fue rápidamente degradada por enzimas, poco tiempo después de que la cáscara fresca fue cortada. Se consideró deseable el blanqueado y deshidratación de la cáscara para la recuperación de la pectina. Mediante experimentos realizados con diferentes métodos de deshidratación por flujo y flujo cruzado, se obtuvieron varias calidades de deshidratación de las cáscaras de ambas variedades. Dichas diferencias se pueden deber al alto contenido de fibra y bajo extracto etéreo. (44).

Otagaki y Matsumoto (33), dedujeron que la cáscara no requiere ningún pretratamiento con cal, como la cáscara de naranja, aún cuando la cáscara de la fruta de la pasión contiene cerca de 20% de pectina. Se cree que las altas temperaturas del tratamiento de deshidratación afectan el valor nutritivo de la cáscara, aunque el tiempo de calentamiento sea corto. Sin embargo, se encontró que la cáscara deshidratada es, aún, apetecible para los animales.

2. Recuperación de la pectina.- Se ha estudiado en detalle el efecto de varios factores sobre el rendimiento y calidad de la pectina a partir de la cáscara púrpura, así se estableció un tiempo de extracción por cocimiento de 60 minutos y se recomendaron dos extracciones. La adición de polifosfatos como el hexametáfosfato de sodio en 2.5% sobre la base de la cáscara fresca, en el intermedio de la extracción de pectina, incrementa el porcentaje de extracción en un 11-15%. Normalmente, el extractante ácido adicionado es cerca de 40 veces el peso de la cáscara deshidratada, empleada en la extracción de pectina.

La recuperación de pectina parece tener, justamente, un buen alcance económico, dado que es igualmente comparable en calidad, a las pectinas cítricas, así, la pectina de la cáscara de la fruta de la pasión puede suplir a otras fuentes comunes, con buenos resultados económicos.

b) Alimento para ganado.- La cáscara deshidratada en polvo, se utilizó en experimentos con ratas y ganado lechero y se concluyó que cuando se lo añade el 20% de arroz al alimento, es mas aceptable para el ganado (39). Otagaki y Matsumoto (33), hicieron experimentos parecidos con la cáscara amarilla, concluyendo que la cáscara deshidratada resultó mas apetitosa para el ganado cuando fue incorporada en su ración diaria en un nivel del 22%. La composición química de la cáscara es muy comparable al salvado de la piña, que es usado principalmente como fuente de carbono

en la dieta de los animales. La digestibilidad aparente de las proteínas de la cáscara es, aproximadamente, tres veces más grande que las proteínas del salvado de la piña (43).

La conversión de la cáscara de la fruta de la pasión en forraje, además ofrece una excelente opción para solucionar uno de los más importantes problemas de los productos secundarios de la industria del jugo de fruta de la pasión. El factor más considerable en la determinación de la utilización y aprovechamiento de la cáscara, parece ser el costo de su procesamiento, el cual, sin embargo, no es insuperable, dado que la deshidratación puede ser eliminada por otros métodos de conservación, como el ensilado de la cáscara (39). Otagaki y Matsumoto (33), han demostrado a escala de laboratorio, que una buena calidad de ensilado puede ser producida, a partir de la cáscara de la fruta de la pasión amarilla.

c) Abono.- La composición mineral de la cáscara de la fruta de la pasión, indica que ésta podría considerarse como un buen abono. Estos datos demuestran que cerca de 1,000 kg de cáscara seca son equivalentes, en el contenido nutricional de la planta a cerca de 45.3 kg de sulfato de amonio más 1,500 kg de sulfato de potasio y cerca de 4.5 kg de superfosfato doble. Sin embargo, la recuperación de pectina o la utilización de la cáscara como forraje, parecen ser más factibles de explotación comercial (39).

2.5.3 Semillas

a) Aceite de Semillas.- Se han manejado diferentes datos de recuperación del aceite de semillas, van desde 8.32 hasta 23.85%. Las semillas utilizadas para harina, después de la compresión en frío, resultaron con 5-7% de aceite - (38). ... El aceite requiere de refinamiento y blanqueado, - para lo cual se utiliza solución de NaOH. Existe cierta - pérdida de aceite en estas operaciones. La eficiencia del blanqueado fue determinada por medición del color, del accite filtrado, en el colorímetro fotoeléctrico. Mejores resultados sobre blanqueado, fueron obtenidos con 2% de tierra de batán (33).

Otagaki y Matsumoto (33), decoloraron el aceite de la semilla de la fruta de la pasión amarilla, por calentamiento a 90 °C junto con carbón activado. La mezcla fue cen-trifugada y el aceite sobrenadante fue filtrado, sin embargo, no se proporcionaron detalles sobre el tiempo de blanqueado y pérdidas durante el mismo.

El aceite podría ser usado para propósitos industriales tales como; elaboración de jabón, pinturas, barnices y quizá también para propósitos comestibles, después del refinamiento e hidrogenación, dado que el aceite tiene un atractivo y ligero color amarillo pálido y un agradable aroma.

Se encontró que el aceite es rápidamente susceptible a la rancidez oxidativa. La baja estabilidad del aceite de semillas de la fruta de la pasión, es probable que se deba al alto contenido de glicéridos de ácido linoléico. La estabilidad de este aceite, aparte de otros factores como la luz, oxígeno, etc., parece estar en función de la temperatura de almacenamiento, siendo mínima a altas temperaturas (53).

b) Harina.- La composición química de la harina de las semillas de la fruta de la pasión, revela que ésta es una regular fuente de proteína (12.1 - 12.3%) y carbohidratos (15.2 - 19.2%). Las pruebas cualitativas revelan la ausencia de algún alcaloide o glucósido cianogénico, pero un serio problema en el uso de las semillas en harina o como alimento para ganado es su alto contenido de fibra (56-61%) y de lignina (30-35%). Sin embargo, un tamizado mecánico a través de un cornidor malla 40, puede hacer posible la remoción de la mayor parte de la fibra cruda, antes de que se use como forraje. Obviamente, la harina de semilla de la fruta de la pasión como alimento animal, no parece tener un futuro tan brillante como el aceite de las semillas o la cáscara deshidratada o ensilada (39).

2.6 Cambios Químicos y Fisiológicos durante la maduración

El desarrollo y maduración de frutas es acompañado por un grupo de cambios químicos y fisiológicos. Existen

mecanismos involucrados en el metabolismo y biosíntesis de los constituyentes de la planta de la fruta de la pasión durante su desarrollo y maduración, los cuales no han sido debidamente investigados, aunque, se siguen lineamientos generales, ya que tales cambios son similares en la mayoría de las frutas.

Cambios completos en la composición química.- Es un hecho admitido que la calidad tanto como la vida post-cosecha de algunas frutas, está influenciada por el estado de madurez alcanzado al tiempo de cosecha, además de otros factores. Por lo tanto, la determinación del estado correcto de madurez para la cosecha, es de gran importancia para la adecuada aceptación del consumidor para ambos productos, frescos y procesados.

Análisis fisicoquímicos de la fruta de la pasión (P. edulis), seleccionada simultáneamente a partir del mismo huerto y con tres diferentes estados de madurez (amarillo-verdoso: inmaduro; parcialmente púrpura: parcialmente maduro; púrpura: maduro), revelan que la fruta en estado amarillo-verdoso contiene menores proporciones de jugo, grados Brix, cociente °Brix/ acidez, azúcares reductores y totales, ácido ascórbico y carotenos. Sin embargo, estas frutas fueron, comparativamente, más ácidas y tuvieron más azúcares no reductores, lo cual, por supuesto, no tiene mucha importancia. El sabor del jugo fue inferior al del jugo

extraído de la fruta parcialmente púrpura y púrpura. No hubo una marcada diferencia en las características físico-químicas entre el segundo y el tercer estado, excepto que la fruta totalmente púrpura produjo jugo con mejor aroma. Igualmente, no hubo diferencias notables entre la fruta púrpura de superficie lisa y la fruta un poco arrugada, excepto que en el último caso el contenido de jugo fue un poco más alto, probablemente por la desecación de la cáscara.

Para su consumo inmediato, únicamente la fruta profundamente púrpura se debe recolectar, mientras que para transportar a cierta distancia, solamente la fruta parcialmente púrpura debe recolectarse, para que maduren y se tornen púrpura durante el transporte, produciendo jugo aromático, rico en todos los nutrientes.

Cambios en pigmentos carotenoides y antocianinas.- Es interesante notar que, con el desarrollo del color púrpura exterior (pigmentos antocianinas), hubo aparición, casi al mismo tiempo, de biosíntesis de carotenoides responsables del color amarillo de la pulpa. Independientemente de la maduración, los carotenoides no saponificables se encontraron predominantes. Durante la maduración hubo un pequeño decremento de las xantófilas libres y ésteres xantófilos, con un incremento en los carotenoides no saponificables. Desafortunadamente, no hay información disponible a este respecto para la fruta amarilla.

Cambios en ácido ascórbico.- Con el proceso de maduración, hubo un decremento gradual del contenido de ácido ascórbico en la cáscara, mientras que en el jugo ocurrió una formación gradual del mismo. En el estado inmaduro de la fruta estuvieron presentes una gran cantidad de sustancias reductoras, como los reductones, en ambos, jugo y cáscara; sin embargo, la mayoría de éstas son oxidadas durante la maduración.

Sustancias nitrogenadas.- Durante la maduración, hubo un decremento total de la proteína del jugo, de 1.03% en estado verde, a 0.71% en estado parcialmente púrpura y 0.67% - 0.70% en la fruta púrpura. Igualmente, hubo decremento en el contenido de nitrógeno de la cáscara y también en el nitrógeno no proteico. Estudios hechos sobre el nitrógeno en la cáscara revelan que, durante la maduración, hubo un decremento significativo en albúmina, pero incremento en globulina, prolamina y glutelinas.

Cambios en sustancias pécticas.- La interconversión de las sustancias pécticas en la pared celular es de particular importancia en la maduración de la fruta. Estudios del fraccionamiento de la pectina de la cáscara de los tres estados de madurez, revelan que en el estado verde, las fracciones solubles en agua y solubles en oxalato, fueron mucho menores que la protopéctina (fracciones ácido-solubles). Durante la maduración, sin embargo, hubo un

incremento gradual en las fracciones solubles en agua y solubles en oxalato (ácidos pécticos), con un correspondiente decremento en la protopectina. Así, se dedujo que a partir del estado parcialmente púrpura hubo incremento en la pectina.

Actividad enzimática.- Durante la maduración de la fruta púrpura hubo, en general, un decremento en la actividad de polifenolasa, peroxidasa, catalasa y pectin metil-esterasa en la cáscara. Se requiere mayor información sobre diferentes sistemas enzimáticos involucrados en la maduración de diferentes variedades y especies de *Passiflora* (39).

En algunas especies de *Passiflora* se pueden presentar compuestos cianogénicos en el estado inmaduro de la fruta, pero conforme ocurre la maduración, hay transformación de los mismos (45).

2.7 Factores que Afectan la Composición Química.-

El jugo de fruta de la pasión es de los más nutritivos, empezando porque es, particularmente, rico en carbohidratos fácilmente digeribles, en ácido ascórbico, en carotenos y es buena fuente de algunas vitaminas. La composición química de la fruta, y por consiguiente, del jugo, varía ampliamente y es afectada por factores tales como la

la variedad, grado de madurez, estado de la planta, fecha de recolección, estación, localidad o región.

Variedad.- Las formas importantes de *P. edulis*, las variedades amarilla y púrpura, fueron evaluadas, encontrándose variaciones en sus características fisicoquímicas. Sobre bases generales, la variedad amarilla es una fruta mas pesada; tiene mayor contenido de cáscara; tiene un contenido de jugo y residuo ligeramente mas bajo; tiene menos ácido ascórbico, cociente °Brix/acidez y azúcares reductores y totales; y es mas alto su contenido de acidez y carotenos.

En cuanto a los carotenoides, sólo se encontró que -- los ésteres xantófilos fueron, usualmente, mas altos en la variedad amarilla, probablemente por su mayor contenido de acidez (7). La evaluación sensorial revela una preferencia general por el néctar o jugo preparado de la variedad púrpura.

Fecha de recolección.- Análisis detallados de la fruta madura recolectada a intervalos quincenales a partir -- del mismo huerto, revelan que hubo diferencias notables en todas las características fisicoquímicas en niveles de 0.11, excepto en azúcares reductores.

Tamaño de la fruta.- Se ha recomendado el uso de frutas grandes para propósitos tecnológicos, ya que la fruta

mas grande, produce mas jugo y menos cáscara. Se observó que no hay relación entre el cociente longitud/diámetro y el contenido de jugo, e, igualmente, no hay relación entre el peso o tamaño de la fruta y °Brix o pH; mientras que -- una significativa relación fue observada entre el peso de la fruta y los componentes de la misma (jugo, cáscara y residuo) y las características del jugo, ácido ascórbico, -- acidez titulable y razón °Brix/acidez, y una relación negativa entre el peso de la fruta y la acidez. A esto, sin embargo, se añade que debido a las amplias variaciones observadas en las características fisicoquímicas de fruta de la pasión, las cuales son afectadas considerablemente por factores agrícolas y hortícolas; se dificulta la generalización de los resultados de los análisis efectuados a las frutas.

Variaciones planta a planta.- Análisis estadísticos -- revelan que las variaciones planta a planta en cáscara, -- contenido de jugo, sólidos refractométricos, cociente --- °Brix/acidez y pH no tuvieron significancia, pero las diferencias en el tamaño de la fruta, contenido de residuo, -- ácido ascórbico y azúcares reductores y no reductores fueron altamente significativos.

Variabilidad regional y de huertos.- Se han observado amplias variaciones en las características fisicoquímicas de diferentes especies de fruta de la pasión, cultivadas -- en diversos países. Aun la fruta de la misma especie, ---

recolectada en diferentes regiones de un mismo país, muestra variaciones físicas y químicas. Esto es debido, en su mayor parte, a las variaciones en la composición del suelo, prácticas de cultivo, clima, etc.

Variaciones anuales y estacionales.- Se han reportado variaciones físicas y químicas entre fruta de la misma variedad. En general, las diferentes variedades de fruta de la pasión amarilla y púrpura, recolectada en invierno, tuvieron sólidos solubles, ligeramente mas bajos, pero también un contenido de acidez ligeramente mas alto, que las recolectadas durante el verano, pero dichas diferencias no parecen ser significativas (39).

2.8 Métodos Industriales para la Obtención del Jugo

Para producción a gran escala, se deben tomar en cuenta tres problemas: 1) la fruta tiene cáscara correosa; 2) el contacto entre el jugo y la superficie cortada de la cáscara tiene que ser evitado, en orden a provenir una indebida contaminación enzimática a partir de la cáscara; y 3) los pequeños fragmentos rotos de semillas negras deben ser separados de la pulpa (32).

2.8.1 Equipo y procesos utilizados en diferentes países

Para escala pequeña de producción, se utiliza el simple procedimiento de partir en dos mitades la fruta, y vaciar la pulpa con una cuchara inoxidable o con un cuchillo. Este método es aún usado en África, India y algunos países del Sureste de Asia. Se tienen datos de este peculiar mecanismo manual, 2,500 - 3,500 frutas por hora.

En el año de 1935 se describió una máquina con alimentación y descarga continua que produce un jugo satisfactorio, que tamiza y al mismo tiempo lava y seca las semillas. Su capacidad, sin embargo, es solo de 90.6 kg/hr. Además requiere mucha aereación durante la extracción, por la rápida rotación de las paletas (430 rpm).

En Hawai, un eficiente extractor centrífugo ha sido desarrollado y puede manejar cerca de 1,812 kg de fruta - por hora y tiene una eficiencia de extracción del 94%. La fruta es cortada por un grupo de cuchillas aserradas, filosas y rotatorias, las rebanadas caen dentro de una canasta centrífuga perforada, tiene paredes muy altas e inclinadas para asegurar que las rebanadas de fruta giren a la misma velocidad de la canasta (175 rpm). Bajo la influencia de la fuerza centrífuga, las semillas, jugo y pulpa son arrojadas a través de las perforaciones de la canasta y la cáscara sube por arriba de las perforaciones de la misma y es

arrojada fuera del contenedor de jugo. La pulpa y la cáscara son, entonces, recolectadas a partir de toboganes separados (39). El tamaño de las perforaciones, el diámetro de la canasta, el contorno y pendiente de sus lados y la velocidad de rotación, son parámetros muy importantes que se deben cuidar en la fabricación de la canasta. Dichos parámetros pueden ser ajustados correctamente, para que la cáscara sea forzada fuera de la canasta, pero no tan rápidamente que una cantidad significativa de jugo sea retenida (28).

Las dos principales desventajas de esta unidad son: - 1) cierto número de semillas son fragmentadas en la operación de cortado, por lo que se requiere de un tamiz muy fino para la operación final; 2) hay alguna extracción del jugo de la cáscara, y presumiblemente, enzimas, bajo la influencia de la fuerza producida en la centrifugación (39).

Método del extractor de conos convergentes.- Es un extractor usado en Australia. Consta de dos conos planos rotatorios, los cuales pueden tener superficie lisa o rugosa. Los conos están montados de tal forma, que hay una abertura en la parte inferior, y en la parte superior, entre los dos conos, hay un gran espacio. Mientras, la fruta de la pasión es alimentada por la parte de arriba y es llevada hasta abajo para, ahí, aplastarla en la abertura. Rápidamente, la cáscara revienta y la pulpa y semillas son

expelidas. La cáscara reventada es llevada sobre los conos y rechazada, mientras la pulpa cae entre los conos a través de un cernidor grueso, el cual puede ser un tamiz rotatorio, para remover los fragmentos de la cáscara y separar las semillas. En un extractor experimental la velocidad de rotación de cada cono podría ser variada, independientemente, y el espacio de la abertura entre los conos, también puede variar. El rendimiento de extracción de la pulpa, incrementa con el espacio entre los conos. Cuando ambos conos rotan a la misma velocidad, el rendimiento de pulpa tiende a decrecer con el incremento de la velocidad. El mayor rendimiento fue obtenido con velocidades de rotación diferentes. Sin embargo, las amplias diferencias en las velocidades entre los dos conos acentúan la cantidad de cáscara dañada. Esto se reflejó, en el color oscuro de la pulpa extraída, presumiblemente, por aparición de los componentes de la cáscara.

Todos los rendimientos para la extracción mecánica, fueron menores que el método manual, probablemente, porque hay pérdida de jugo por adherencia a la cáscara y por absorción del mesocarpio esponjoso. Sobre estas bases de prueba, las condiciones de operación, recomendadas, para el extractor de conos convergentes rugosos, son 170 rpm ; conos lisos, 100 rpm y una abertura de 3.2 mm. Bajo estas condiciones el rendimiento de pulpa fue de 83.7%, en forma potencial. Puede ser posible incrementar el rendimiento de

sólidos de pulpa por lavado de la cáscara extraída y con centrifugación, para esto, podría ser necesario asegurar que los componentes indeseables de la cáscara no fueran extraídos (ver Diagrama I).

Extractor Passypress.- La fruta de la pasión es comprimida entre dos rodillos, uno recubierto de goma y el otro con dientes de acero inoxidable. Un movimiento ascendente y descendente asegura que la fruta es atrapada entre los rodillos, y la cáscara es fracturada. Los dientes del rodillo, entonces, presionan la fruta rota y se tamiza la pulpa para que fluya. Para remover las semillas de la pulpa y poder obtener el jugo, la pulpa es alimentada a un cepillo terminal con un tamiz de orificios de 0.8 mm de díametro. Este tamiz remueve los fragmentos extraños, como pequeñas partículas de cáscara. La acción del cepillado durante la tamización es necesaria para separar las semillas negras, limpias del contenido gelatinoso de los sacos de jugo. Para obtener el mayor rendimiento posible de jugo, el cepillo terminal puede ser ajustado para descargar las semillas libres del material adherente. Se ha recomendado el tratamiento de enzimas pectolíticas para romper, por abajo, la pulpa y ayudar a la liberación de las semillas, pero este procedimiento adicional podría no ser necesario (6).

Una fábrica en Queensland, utilizó una máquina modifi

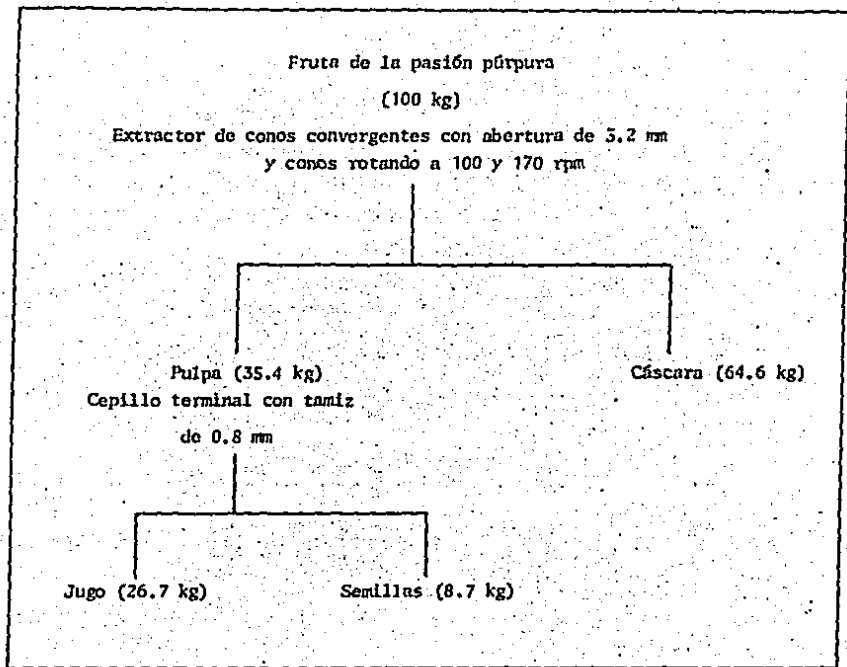


Diagrama I. DIAGRAMA TIPICO DE BALANCE DE MASA PARA LA EXTRACCION DE JUGO Y PULPA DE FRUTA DE LA PASION PURPURA. METODO DE CONOS CONVERGENTES (6)

cada, en la cual las frutas caen dentro de una serie de cuchillas hemisféricas y son atravesadas por debajo para dar les un corte de forma cruzada a las cáscaras. Un émbolo - descende sobre la fruta y expulsa la pulpa a través de un hoyo, en la parte inferior del recipiente. Para comple - mentar esta operación, el émbolo voltea la fruta, virtualmente al revés. Este procedimiento logra un mínimo contac to del jugo con la cáscara y por consiguiente, hay un míni mo de contaminación con enzimas y pigmentos antocianinas - de la cáscara, una importante consideración en el manejo - de la fruta de la pasión.

La industria de Nueva Zelanda, utiliza un método de - succión, en el cual, la fruta partida a la mitad, pasa so - bre un plato de acero, entonces la pulpa y las semillas -- son removidas por succión. Las dos limitantes de este mó - todo, son la baja recuperación del jugo y la reducida capa - cidad de manejo.

Estos métodos comerciales descritos, sirven para sepu rar las semillas y la pulpa de la cáscara. Las semillas - son comúnmente, removidas en un cepillo terminal o paletas terminales, forradas con neopreno y luego son tamizadas. - Se ha recomendado un segundo tamizado con un cernidor ma - lla 60, para remover los fragmentos de semillas, que de -- otra forma, aparecen como manchas negras en el jugo. En - Australia, por ejemplo, se consume el jugo con semillas, -

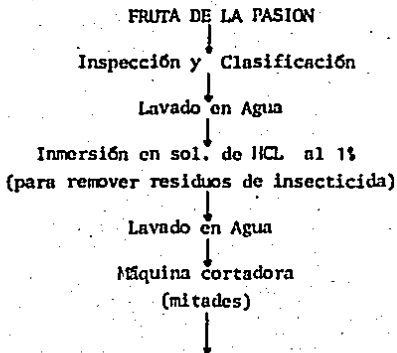
pero en la mayoría de los países, las semillas son, invariablemente, removidas antes de su consumo.

Dependiendo, notablemente, del período de almacena -- miento y de las condiciones de la cáscara, el rendimiento es mas alto a partir de la fruta mas grande (39).

Se ha reportado que, el uso de enzimas pectolíticas - incrementa el rendimiento de extracción del jugo hasta en un 35% (26).

El jugo y pulpa de la fruta de la pasión pueden ser - extraídos de manera similar a la extracción de otros jugos cítricos. Sin embargo, como perfeccionamiento de la tecnología, nuevos métodos de extracción, o modificaciones a -- los ya existentes, reportan mayor eficiencia en la extracción del jugo de la fruta de la pasión (28).

2.8.2 Diagrama de Obtención de jugo y subproductos



Continúa...

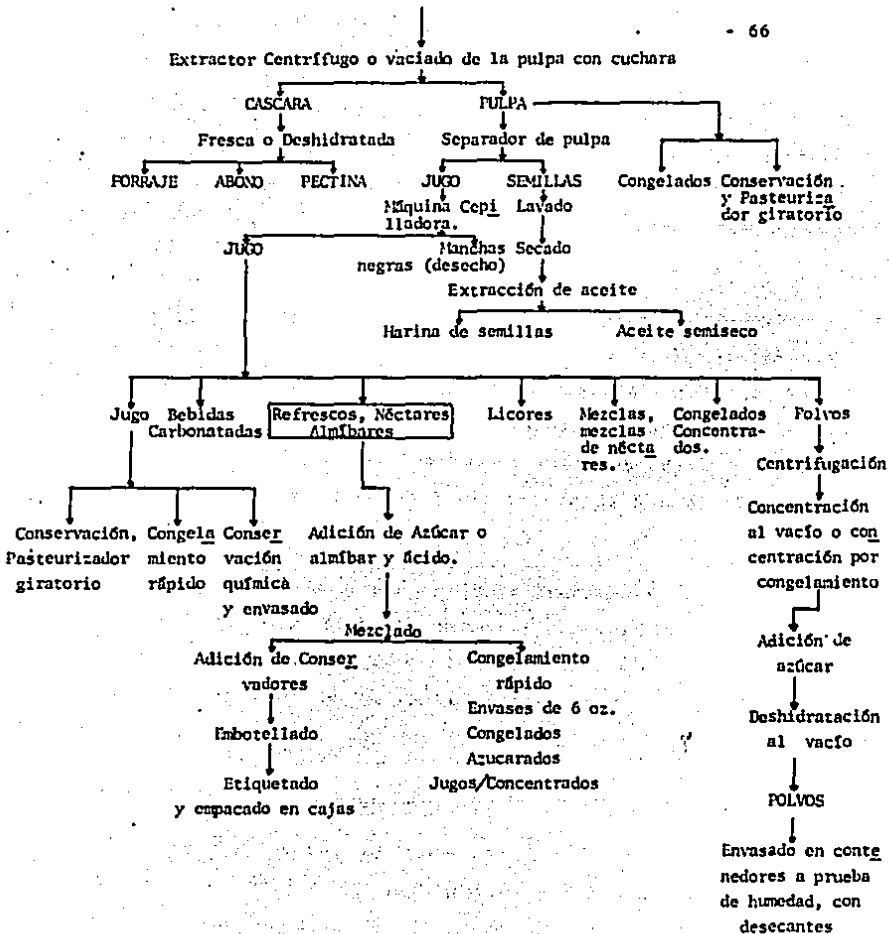


Diagrama III. DIAGRAMA DE FLUJO DE OBTENCIÓN INDUSTRIAL DEL JUGO Y SUB-PRODUCTOS. (39)

2.8.3 Rendimientos en jugo y subproductos

En 1935, se obtuvieron 239.7 - 416.6 l (258-448 kg) de jugo por 1,000 kg de fruta púrpura, dependiendo, grandemente, del período de almacenamiento y las condiciones de la cáscara, el rendimiento, también es mayor, cuando la fruta está mas arrugada.

En Australia, 16 kg de fruta, rindieron cerca de 6.02 kg de pulpa, convirtiéndose en cerca de 3.78 l (4.87 kg) de jugo tamizado y 1.17 kg de semillas. A partir de estudios de planta piloto, se reportaron porcentajes de pulpa de fruta de la pasión, los cuales variaron de 46.2 a 54.4% (50% prom.) y el jugo obtenido fue de 32.6 a 40.1% (36.5% prom.).

La producción a partir de la fruta amarilla, en Hawai fue similar a la fruta púrpura; el rendimiento promedio de jugo fue de 33%, aunque el rendimiento aumentó a 41% cuando fue obtenido de cepas seleccionadas de fruta amarilla (42).

2.9 Aspectos Tecnológicos

Comercialmente, el jugo es conservado por alguno de estos tres métodos: 1) por adición de conservadores químicos, generalmente, sales solubles en agua de SO_2 o ácido benzoico; 2) por procesamiento térmico; y 3) por congela-

miento.

Mediante cualquiera de estos métodos de conservación hay cierta pérdida del sabor original de la fruta, pero -- permiten la comercialización de sus productos (32).

1) Conservación Química.- El jugo sulfitado y envasado en cascos o barriles para uso posterior en la elaboración de bebidas tales como licores y refrescos, está empezando a practicarse en el Sur y Este de África e India. En el pasado, las bebidas elaboradas en Australia fueron conservadas e importadas grandes cantidades de jugo con -- 1 000-1 500 ppm de SO_2 ó ácido benzoico, o con mezclas de los dos. Sin embargo, el sabor del jugo, con tales conservadores, es algo inferior (39). También se han utilizado sorbato de potasio (0.1%), metabisulfito de sodio (0.02%), además del ácido benzoico (0.1%). En estudios realizados al respecto, se incubaron muestras a 25°C durante 23 días y de estos tres aditivos, el benzoato y el sorbato fueron mas efectivos que el metabisulfito (6).

2) Procesamiento térmico.- Ninguno de los estudios reportados sobre el tema, trata el efecto del procesamiento térmico sobre la retención de ácido ascórbico, caroteno y otros nutrientes presentes en el jugo. Es bien conocido que en este tipo de conservación, se deben considerar dos características principales del jugo de fruta de la pasión:

a) su sabor altamente sensible al calor, susceptible a la rápida oxidación; y b) su alto contenido de almidón (39). Con el primero hay alguna pérdida en el sabor original del jugo fresco; el segundo ocasiona acumulación de depósitos gelatinosos en el intercambiador de calor, por lo tanto, -baja la eficiencia además de haber deterioro del sabor de el jugo ya que aumenta la viscosidad. Se ha encontrado -- que es imposible la pasteurización muy rápida del jugo en el serpentín, sin que previamente se diluya para evitar -- así, la ineficiencia del equipo (23).

El método mas adecuado para el procesamiento térmico de la pulpa y del jugo es la pasteurización giratoria. Es te método fue desarrollado en Australia y ya ha sufrido mo dificaciones. Es, indudablemente, una pieza útil para muchos propósitos y adaptable a un eficiente proceso térmico de cierto número de envases de productos de fruta, líquidos y semilíquidos particularmente, y también envases de pulpa y jugo de fruta de la pasión. Es barato y se puede construir rápidamente, además reduce el tiempo requerido en el pro - cesamiento estacionario convencional, de 1-10 ó 1-20 (de - pendiendo de la viscosidad de los productos) y tiene la -- ventaja de una mayor retención de sabor, color, consistencia, textura y valor nutritivo. El mecanismo principal -- consiste en una banda inclinada que está en movimiento y - sobre ésta se colocan los envases, horizontalmente, dichos envases giran en forma axial. El vapor y el agua son intro

ducidos desde abajo, a partir de un rociador que incide sobre la superficie de los envases que giran sobre la banda. La unidad entera está encerrada en una caja de metal resistente a la corrosión, con aditamentos convenientes para la introducción y expulsión de los envases. Un requisito esencial para el procesamiento giratorio, es una máquina de cierre al vacío o una máquina cerrada de vapor, para conseguir un alto vacío en el envase.

Se han reportado los resultados de estudios sistemáticos, sobre el efecto de varios factores como la naturaleza del producto, peso de llenado, espacio de cabeza, tamaño del envase, velocidad de rotación del envase, naturaleza del medio de calentamiento y temperatura del vapor, sobre la velocidad de penetración de calor en el jugo, pulpa y otros productos de la fruta de la pasión. Se ha establecido que, para la más rápida penetración de calor, cada producto envasado tiene que estar girando a una velocidad óptima. Además, para envases de tamaño pequeño o mediano (arriba de 10 cm de diámetro), se ha recomendado una velocidad óptima de 150 rpm, y para tamaños más grandes de envase, 200 rpm. También se ha indicado la posibilidad de utilizar el método HTST (Alta Temperatura, Tiempo Corto), para el procedimiento giratorio a 121 °C, ya que además este reduce el tiempo de 14 a 221, dependiendo del tamaño del envase. En general, el tiempo de procesamiento fue un poco mayor para la pulpa de la fruta de la pasión envasada

que para el jugo preparado. La retención del sabor para ambos, jugo y pulpa, fue mejor en envase pequeño, porque hay menor daño por calentamiento. En experimentos microbiológicos realizados con Candida krusei, se dedujo que no era necesario el calentamiento a 87 °C; no hubo daño en el jugo con el calentamiento giratorio a 79 °C, incubando a 30 °C durante 2 meses. Esto puede ser atribuido al alto contenido de acidez del jugo. Así, las condiciones recomendadas fueron las siguientes: temperatura del vapor atmosférico: 99-100°C; temperatura del agua de enfriamiento: 20-25°C; velocidad del flujo de agua de enfriamiento giratorio: 38 l/min. Variaciones considerables en el tiempo lote a lote (arriba de 40%), en jugo de fruta de la pasión, fueron observadas, dependiendo del contenido de almidón y viscosidad. Aunque el jugo y pulpa fueron envasados con 508-635 mm Hg de vacío, algunas pérdidas de sabor ocurrieron, aparentemente, en productos con procesamiento giratorio, pero este producto fue muy superior a los de procesamiento estático, en aspectos tales como color, sabor, consistencia y retención de ácido ascórbico. El efecto del calentamiento puede ser minimizado por dilución, endulzando o haciendo mezclas con otros jugos de frutas o néctares. Las pérdidas de ácido ascórbico durante los procesamientos giratorio y estático, fueron, respectivamente, del orden de 2-5% y 3.5-10%.

3) Conservación por congelamiento.- Los reportes a este respecto son contradictorios. Se reportó que el jugo congelado puede permanecer dos años a temperaturas de -12 a -17°C , sin algún cambio notorio en sabor o color. Sin embargo, en otros reportes, se asegura que el jugo a -12°C se puede guardar indefinidamente. Se estableció también, que el jugo congelado, sin algún tratamiento con calor, -- puede retener el aroma de fruta fresca, pero lentamente se deteriora con el paso del tiempo. El jugo que es calentado a 74°C antes del congelamiento, pierde considerablemente, el sabor, pero tiene una larga vida de almacenamiento.

Se han comparado los efectos de los tres métodos de conservación (congelamiento, procesamiento térmico y conservación química), concluyendo que la conservación por -- congelamiento, es mejor en cada aspecto, con particular referencia a la retención de sabor, ácido ascórbico, caroteno, color y sobre todo, aceptabilidad. En el congelamiento, las pérdidas totales de ácido ascórbico durante el manejo y desaereación es de sólo 1.3%, en desaereación y 2% en muestras de control. Estas pérdidas ocurren a las 36 horas de almacenamiento a -28°C , después del cual los envases fueron transferidos a -6°C , para prolongar la vida de almacenamiento. No hubo pérdidas de carotenos durante las operaciones de congelación. La desventaja principal de este método de conservación, es que se requiere de equi

po especial para transportar y almacenar los productos con gelados, sobre todo cuando no se les ha aplicado ningún tipo de calentamiento.

En comparación con el método de pasteurización giratoria, las muestras una vez tratadas, pueden permanecer en almacenamiento durante 6 meses a 2 °C, o a la temperatura normal de los centros de adquisición; el jugo, una vez pasteurizado, no requiere mayor atención.

Se ha encontrado que Candida krusei, fue mucho mas resistente al calor y al ácido que Saccharomyces delphensis; la primera es capaz de tolerar una concentración de ácido cítrico de mas de 10% (pH 2.0), comparado con sólo 2% (pH 2.6) tolerado por la última. (39).

Para prevenir el oscurecimiento en botellas de vidrio, se ha recomendado la adición de SO₂ o ácido ascórbico junto con ácido etilendiamintetracético. Para prevenir la sedimentación, se ha aconsejado el tratamiento térmico a 93°C, para inactivar las enzimas y la adición de goma de tragacanto o carboximetilcelulosa para restarle viscosidad (6).

III. DISEÑO EXPERIMENTAL

3.1 Material

Balanza Analítica Sartorius Fisher Scientific

Balanza Granataria Ohaus (aproximación ± 0.1 g)

Brixómetro ATAGO N-1 0-32%

Cajas de Petri

Engargoladora semimanual Westinghouse

Latas 401 x 411 (barniz fenólico). Blanco diferencial
100/25

Material básico

Picnómetro

Potenciómetro

Vacuómetro Marshall Town

Viscosímetro de Ostwald

3.2 Métodos

3.2.1 Materia Prima

Por facilidad y el conocimiento de la existencia de plantas silvestres de fruta de la pasión, la fruta utilizada en este trabajo, se obtuvo de una huerta aguacatera llamada "El Zamorano", localizada en el municipio de Amatián, el cual se encuentra a una distancia de 70 km de la

ciudad de Guadalajara, en el Estado de Jalisco. Dicha región se caracteriza por tener clima semi-cálido, con una temperatura promedio de 28°C y una altitud de 1,500 m.s.n.m.

La fruta, perteneciente a la variedad púrpura, se recolectó en el mes de octubre; se seleccionó aquella fruta que poseía un color púrpura profundo (estado maduro), la mayoría de la cual se encontraba tirada, la cáscara de algunas de las frutas ya estaba un poco arrugada, aunque también se recogió fruta de cáscara lisa, con el fin de que se mantuviera en buen estado durante el transporte, el cual se llevó a cabo en una caja de cartón a temperatura ambiente (20°C aprox.). La cáscara no presentaba rasgaduras ni daño alguno. Se trabajó con un lote de fruta, compuesto por 60 miembros. Posteriormente, se pesó la fruta en una balanza granataria Ohaus (aproximación ± 0.1 g) y se determinó su diámetro y longitud.

3.2 2 Extracción del jugo

Primeramente, la fruta se lavó con agua y se partió a la mitad con un cuchillo; con una cuchara de acero inoxidable se vació la pulpa, quedando la cáscara y el arilo. Después la pulpa se hizo pasar a través de un colador, con el fin de separar las semillas del jugo (ver Diagrama III).

3.2.3 Determinaciones Fisicoquímicas

Las determinaciones fisicoquímicas efectuadas al jugo se hicieron por duplicado y fueron las siguientes: 1) pH; 2) Sólidos solubles; 3) Densidad; 4) Viscosidad; 5) Acidez titulable; 6) Contenido de ácido ascórbico; y 7) Almidón.

- 1) pH: Método potenciométrico 11.032 (2)
- 2) Sólidos solubles (°Brix): Método refractométrico (18)
- 3) Densidad: Método picnométrico 9.011 (2)
- 4) Viscosidad: Viscosímetro de Ostwald (21)
- 5) Acidez titulable: Método 22.060 (2)
- 6) Contenido de ácido ascórbico: Titulación con solución estándar de Indofenol. Método 43.057 (2)
- 7) Almidón: Prueba cualitativa 22.087 (2)

3.2.4 Ajuste y Conservación del jugo

Dadas las características de acidez del jugo natural, se vió la necesidad de diluirlo y ajustar su sabor con azúcar, según los porcentajes de jugo recomendados en la bibliografía para la elaboración de bebidas de frutas cítricas (18) y de jugo de fruta de la pasión, específicamente (20). La formulación seleccionada fue la siguiente: jugo 15%, azúcar 12% y agua.

Posteriormente, el jugo preparado se dividió en dos partes, en cada una de las cuales se varió la cantidad de

conservador adicionado, de acuerdo con el rango de conservador permitido para jugos de frutas envasados, señalado en la Norma Oficial Mexicana (12).

Las pruebas se prepararon de la siguiente forma:

- a. 15% de jugo, 12% de azúcar, agua y 0.05% de benzoato de sodio.
- b. 15% de jugo, 12% de azúcar, agua y 0.1% de benzoato de sodio.

A ambas pruebas se les midió pH (2) y grados Brix (18)

Pasteurización.

Como se vió en el capítulo correspondiente a la conservación del jugo, una temperatura elevada de pasteurización, origina alteraciones notables en el sabor natural de el jugo, por lo que, las pruebas se sometieron a un calentamiento de 60°C durante 30 minutos (9) (15).

Enlatado.

Se llevó a cabo en latas de 401 x 411 (barniz fenólico); se sellaron en una engargoladora semimanual Westinghouse a una temperatura de 60°C y posterior enfriamiento rápido. Posteriormente, las pruebas se incubaron a 37°C durante 15 días (9).

3.2.5 Pruebas Microbiológicas

1. Cuenta Total de Microorganismos (Mesofílicos aeróbicos);
- y 2. Hongos y levaduras.

1. Cuenta total de microorganismos (Mesofílicos aeróbicos)

- Medio

Se emplea agar soya tripticase para métodos estándar.

- Preparación de la muestra

Se toman 11 ml de muestra y se adicionan 89 ml de agua destilada estéril, agitando perfectamente para homogeneizar, así se obtiene la dilución $1:10$ ó 10^{-1} , a partir de la cual se prepara la dilución $1:100$ ó 10^{-2} , tomando 1 ml y pasándolo a 9 ml de agua destilada estéril; así sucesivamente, se preparan las diluciones siguientes, hasta obtener la dilución adecuada, con la cual no se obtengan más de 300 colonias por caja.

Dado que a las dos pruebas se les añadió conservador, se prefirió usar las diluciones 10^0 y 10^{-1} , por duplicado.

- Procedimiento

Se toma 1 ml de la dilución con una pipeta estéril y se coloca en una caja de petri estéril; se vacían de 16 a 17 ml del medio a una temperatura de 43 a 45°C y se agita suavemente para lograr la homogeneización de la muestra en el

medio. Una vez que el medio gelifica, las cajas se incuban a una temperatura de 35 a 37°C durante 48 horas., después de las cuales se leen las colonias y se reporta como "Cuenta Estándar" de acuerdo a la dilución inoculada (11).

2. Hongos y Levaduras.

- Medio: Agar-Papa-Dextrosa.
- Procedimiento:

El método que se sigue es similar al descrito para Cuenta Total. En esta determinación, también, se utilizaron las diluciones 10^0 y 10^{-1} , por duplicado. Posteriormente, las cajas se incubaron a 20°C durante 48 horas para levaduras y 5 días para hongos, después de los cuales se leen, únicamente, aquellas cajas que contengan menos de 50 colonias y se reporta la cuenta total como "Cuenta Estándar de Hongos y Levaduras por gramo" (11).

En este trabajo, las pruebas microbiológicas se realizaron al producto con el conservador ya adicionado (a ambas pruebas: 0.05% y 0.1% de benzoato de sodio, respectivamente), en base a la bibliografía consultada y también con el fin de ahorrar tiempo.

3.2.6 Pruebas sensoriales

Para la realización de estas pruebas, se tomó en consideración que las pruebas microbiológicas resultaron ne -

gativas, por lo que se utilizó el menor porcentaje de conservador recomendado en bibliografía, así, la muestra empleada se preparó de la siguiente forma: 15l de jugo, 12l de azúcar, 0.05l de benzoato de sodio, y posterior pasteurización a 60°C durante 30 minutos.

De acuerdo a la clasificación de los métodos de evaluación sensorial, las pruebas efectuadas en este experimento, quedan comprendidas dentro de las pruebas Afectivas y se pueden catalogar como pruebas de Aceptación/Rechazo, ya que únicamente se mide el grado de aceptación del producto, mediante una escala hedónica numérica (8), como se utilizó en este caso.

El producto fue probado por 40 personas (20 hombres y 20 mujeres), cuyas edades fluctuaban entre los 10 a 70 años, pertenecientes a diferentes niveles socio-económicos.

Al momento de realizarse esta prueba, el jugo se encontraba a temperatura ambiental (20°C, aproximadamente).

Se les pidió, a las personas, que marcaran con una cruz, de acuerdo a su agrado por el producto, el número correspondiente, en una escala de 1 a 9, en donde 1 significaba "Me disgusta muchísimo" y 9 "Me gusta muchísimo". También se les preguntó el ¿Por qué? de su respuesta. El formato utilizado fue el siguiente:

Nombre _____

Edad _____

Sexo _____

Marque con una X el número que corresponde a su
aceptación por el producto, en donde:

- 1 Me disgusta muchísimo
- 2 Me disgusta mucho.
- 3 Me disgusta un poco.
- 4 Me disgusta algo.
- 5 Ni me gusta, ni me disgusta.
- 6 Me gusta algo
- 7 Me gusta un poco.
- 8 Me gusta mucho
- 9 Me gusta muchísimo.

¿Por qué dice usted que le _____ ?

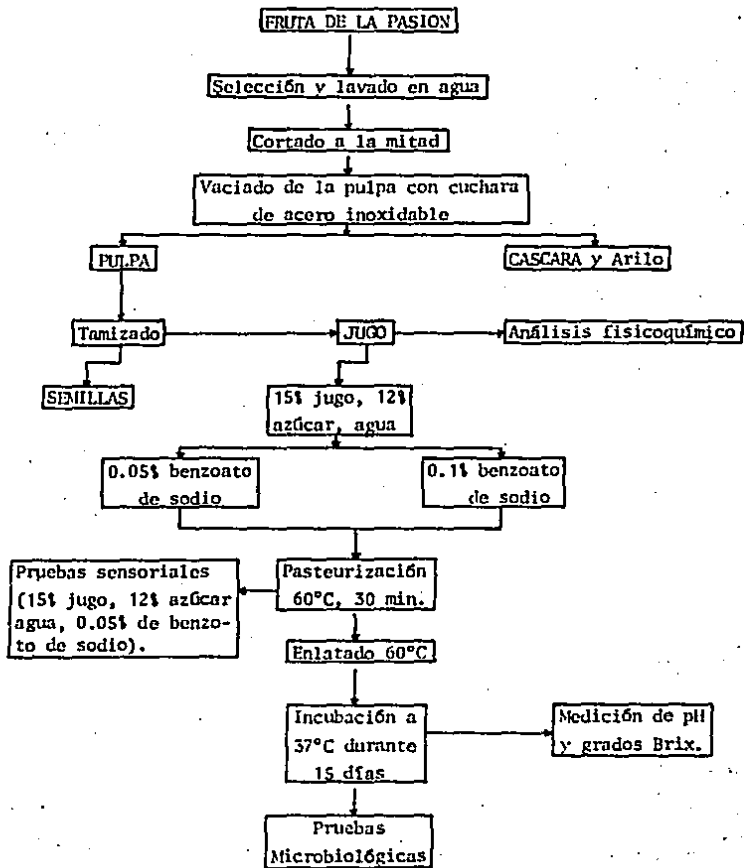


Diagrama num III. DIAGRAMA DE FLUJO DEL EXPERIMENTO REALIZADO

IV. RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

Las tablas siguientes contienen los resultados obtenidos de los análisis realizados a la materia prima, las condiciones bajo las cuales se llevó a cabo el procesamiento del jugo, las características y pruebas efectuadas al producto terminado.

Variedad	<u>Passiflora edulis</u>
Color	Púrpura
Peso (g)	41.3 (prom).
Diámetro (cm)	5 (prom).
Longitud (cm)	7 (prom).
Rendimiento de jugo (t)	34.1 (prom).

Tabla VIII. CARACTERISTICAS FISICAS DE LA FRUTA DE LA PASION (P. edulis)

Análisis	Jugo (<u>P. edulis</u>) (resultados promedio)
pH	3.2
Sólidos solubles (°Brix)	16
Densidad (g/ml)	1.0837
Viscosidad (cps)	3.7725
Acidez titulable (% de ácido cítrico)	6.172
Acido ascórbico (mg/100 ml)	33.152
Almidón	Positiva

Tabla IX. ANALISIS REALIZADOS AL JUGO DE FRUTA DE LA PASION (P. edulis)

Análisis	Jugo ajustado con azúcar, agua y conservador
Grados Brix	12.5
pH Inicial ^b	3.2
Pasteurización:	
Temperatura (°C)	60
Tiempo (min)	30
Temperatura de enlatado (°C)	60
Vacío de latas	
(mm Hg)	381
pH Final ^b	3.2

a: Se encontraron los mismos resultados para las dos pruebas

b: Se refiere al pH antes y después del enlatado.

Tabla X. ALGUNAS CARACTERISTICAS DEL PROCEDIMIENTO PARA LA
ELABORACION DEL JUGO DE FRUTA DE LA PASION
(P. edulis)

Pruebas Microbiológicas	Prueba a	Prueba b
Cuenta estándar (colonias/ml)	Negativa	Negativa
Incubación:		
Temperatura (°C)	37	37
Tiempo (horas)	48	48
Hongos (colonias/ml)	Negativa	Negativa
Incubación:		
Temperatura (°C)	20	20
Tiempo (días)	5	5
Levaduras (colonias/ml)	Negativa	Negativa
Incubación:		
Temperatura (°C)	20	20
Tiempo (horas)	48	48

Tabla XI. ANALISIS MICROBIOLÓGICOS EFECTUADOS AL PRODUCTO TERMINADO

Edad (años)	Hombres (num)	Mujeres (num)	Promedio de califica ciones obtenidas	
			H	M
- de 15	2	3	8.0	8.3
15 - 25	9	11	8.25	7.95
26 - 35	4	4	7.5	7.9
+ de 35	5	2	7.6	8.0
	<u>20</u>	<u>20</u>	<u>7.83</u>	<u>8.03</u>

Tabla XII. PRUEBAS SENSORIALES REALIZADAS AL PRODUCTO
TERMINADO

A la pregunta ¿Por qué dice Usted que _____?, las respuestas promedio, en base a la mayor calificación - (9) y a la mas baja (5), fueron las siguientes:

a. Aroma muy agradable, que recuerda el aroma a guayaba, o mango; su sabor es original, ya que parece como si fuera una mezcla de frutas como el mango, durazno y naranja; su apariencia también es muy aceptable y con mucho parecido al jugo de naranja.

b. Se consideró que el jugo tenía un sabor natural; pero un punto de controversia fue la acidez del mismo, ya que algunas personas lo consideraron como el atractivo mayor del jugo, mientras que para otras, fue lo que les dis -

gustó y esta fue la causa de la menor calificación (5).

DISCUSION DE RESULTADOS

La fruta utilizada en el presente trabajo tuvo un peso promedio un poco mayor al reportado, para la variedad púrpura, en otros países. Su diámetro y longitud quedaron dentro de los valores reportados en el capítulo correspondiente a Generalidades (ver pag.8).

Se comprobó que la fruta, cuya cáscara estaba mas arrugada, tuvo mayor cantidad de jugo y un sabor menos ácido y es por esto que se recomienda no cortar la fruta de la enredadera, sino esperar hasta que ésta caiga, para recolectarla, para así, asegurar su completa madurez.

La fruta con la cáscara ya arrugada puede permanecer en buen estado por 12-15 días, a temperatura ambiente, aunque la cáscara se endurece conforme pasan los días y se hace mas difícil su separación.

En la extracción del jugo hay cierta pérdida del mismo al seccionar la fruta y también al vaciar la pulpa con la cuchara, ya que una parte de ésta se queda adherida al arilo. Dado el procedimiento empleado en este trabajo, se cree que, probablemente, no hubo una extracción total del jugo en el tamizado, puesto que una parte de éste se quedó en las semillas. Lo anterior se comprobó mediante

la comparación del resultado experimental obtenido (ver Tablas I y VIII) y el reportado en bibliografía.

En general, los resultados de los análisis efectuados al jugo quedan dentro de los datos promedio, reportados para el jugo de la variedad púrpura.

El pH del jugo fue muy bajo (3.2), por lo que no fue necesario adicionarle ácido cítrico en el proceso de enlatado.

Los sólidos solubles del jugo de la fruta de la pasión en comparación con otras frutas, resultaron ser un poco mas altos (ver Tabla XIII).

Jugo	Sólidos Solubles (°Brix)
Naranja (+)	10.24
Limón (+)	8.14
Lima (+)	8.87
Uva (+)	15.1
Piña (+)	12.0
Fruta de la pasión	16.0

(+):(18)

Tabla XIII. ANALISIS COMPARATIVO DE SOLIDOS SOLUBLES
(°BRIX)

La densidad del jugo de fruta de la pasión, en promedio, es un poco mas alta que la de los jugos de lima y de

manzana (Tabla XIV), lo cual va directamente relacionado con el contenido de sólidos totales de este jugo.

Jugo	Densidad (20°C/ 20°C) (g/ml) (Datos Promedio)
Lima (+)	1.030 - 1.040
Manzana (+)	1.0565
Fruta de la pasión	1.0837

(+):(32)

Tabla XIV. ANALISIS COMPARATIVO DE DENSIDAD

La acidez del jugo de fruta de la pasión, resultó ser mas alta al promedio reportados para la fruta púrpura, esto pudiera indicar que la fruta utilizada en este trabajo posee una acidez mayor a la fruta de otros países, ya que todos los análisis se realizaron por duplicado, reduciendo al máximo la probabilidad de error. En el capítulo correspondiente a los factores que afectan la composición química de la fruta, se aseveró que el clima, prácticas de cultivo, composición del suelo y el tiempo de recolección son aspectos que pueden alterar la acidez de la fruta y en consecuencia del jugo, probablemente, lo que sucedió en este caso (Tabla XV). Se observa una mayor acidez en este jugo,

en comparación con otros mas comunes.

Jugo.	Acidez (ácido cítrico) (datos promedio)
Limón (+)	5.99
Lima (+)	5.5
Naranja (+)	0.5 - 1.9
Piña (+)	1.1 - 1.35
Toronja (+)	1.0 - 2.2
Fruta de la pasión	6.17

(+):(47)

Tabla XV. ANALISIS COMPARATIVO DE ACIDEZ DE ALGUNOS
JUGOS DE FRUTA.

La cantidad de ácido ascórbico encontrado en el jugo, corresponde al promedio reportado en la composición química de la variedad púrpura. El contenido de esta vitamina, en la fruta de la pasión, es parecido al de algunas otras frutas (Tabla XVI), como sucede con la toronja; es mas alto que en la piña, manzana o ciruela y mas bajo que en el li-

món o naranja; sin embargo, aunque es aceptable, no es suficiente para suplir los requerimientos diarios de Vitamina C en la dieta del hombre, mas, si se toma en cuenta que el contenido de la misma, disminuye durante el procesamiento y conservación del jugo, pero, si se puede utilizar como complemento alimenticio (Tabla XVII).

Jugo	Acido Ascórbico (mg/100g) (Datos promedio)
Manzana (+)	1.0
Uva (+)	Trazas
Toronja (+)	35.0
Limón (+)	42.0
Naranja (+)	42.0
Piña (+)	9.0
Ciruela (+)	1.0
Fruta de la Pasión ^a	33.1

(+):(18)

a: Jugo natural

Tabla XVI. ANALISIS COMPARATIVO DE ACIDO ASCORBICO
(VITAMINA C)

Edad (años)	Requerimiento diario de Acido Ascórbico (Vitamina C) (mg/100g)
Niños (0-9)	20 - 60
Adolescentes (9-18)	70 - 80
Adultos (18-75)	75 - 100

Tabla XVII. REQUERIMIENTO DIARIO DE VITAMINA C
A DIFERENTES EDADES (25).

La prueba del almidón fue -sóloamente- confirmativa, - pero por datos bibliográficos se conocen los problemas que ocasiona durante el procesamiento del jugo, por lo que se recomienda remover el almidón mediante la separación centrífuga, para así, evitar los depósitos que pueden restarle eficiencia al equipo utilizado, y puesto que dicha remoción - no altera el sabor del jugo, resultaría benéfico para reducir la viscosidad del mismo.

En cuanto al ajuste de las características del jugo, se observó que, con un mayor porcentaje de jugo, presentaba un sabor muy ácido (a esta característica particular, se debe el que se le llamo jugo, aunque contenga agua, ya que se considera al jugo natural como un concentrado), por

esto se decidió añadir, solamente, el 15% de jugo natural. Sin embargo, el color ya no resultó tan atractivo ni el aroma tan intenso, pero aún así, su sabor, aroma y color fueron muy agradables.

Se decidió no someter al jugo (producto terminado) a esterilización por dos razones; la primera, por su bajo pH, pues según los datos bibliográficos, está considerado como un alimento muy ácido (pH 3.7 o menor) y sólo con un pH de 4.5 o mayor, se requiere esterilización (para descartar la presencia de bacterias patógenas); y la segunda, fue para evitar la pérdida de compuestos volátiles, característicos del jugo. Así, se seleccionó la pasteurización como método de conservación, dado que los agentes de alteración más importantes (en este caso las levaduras), no son muy termoresistentes. Sin embargo, por seguridad, se adicionó conservador (ácido benzoico) para complementar la pasteurización (15) (35).

En las pruebas realizadas con 0.05% y 0.1% de benzoato de sodio, después de la pasteurización, enlatado e incubación, se observó que hubo oxidación en ambas latas. De aquí se deduce que el recubrimiento fenólico de las latas no fue efectivo, puesto que hay productos enlatados de bajo pH y no se oxidan. En todo caso, un barniz más adecuado, es el de tipo oleorresinoso, que es especial para alimentos ácidos (27)

Sin embargo, una mejor opción es el envase de vidrio, sobre todo en productos como los jugos de frutas, ya que permite la vista del producto, es inerte, además de ser el envase comúnmente utilizado en este tipo de bebidas.

Las pruebas microbiológicas dieron los resultados esperados al tratamiento térmico y a la adición de conservador.

Se observó que ambos porcentajes de conservador, utilizados, fueron efectivos, por lo que para las pruebas sensoriales, el jugo se preparó con 0.05% de benzoato de sodio.

Hubo una pequeña alteración en el sabor del jugo después de añadirle el conservador, pero su sabor continuó siendo agradable, según lo demuestran las pruebas sensoriales.

Las pruebas sensoriales de Aceptación efectuadas al jugo, se pueden catalogar como buenas, dadas las calificaciones obtenidas, en donde las mas comunes fueron 7, 8 (con mayor frecuencia), y 9. La calificación mas baja dada al producto fue 5.

Según los resultados obtenidos, no existe relación aparente entre sexo, edad y grado de aceptación del producto; el agrado por el mismo se debió, principalmente, a su aroma y su sabor, confundiéndose, en la mayoría de los ca-

sos con una mezcla de frutas (durazno, mango y naranja), pero sin tener un aroma o sabor definido a alguna de éstas. En algunos casos, la acidez del producto no fue muy bien aceptada, pero en otros fue lo que mas agradó. Los comentarios sobre apariencia fueron favorables.

Se ha observado que en regiones como el Estado de México, Veracruz (específicamente en Poza Rica) y Norte del Estado de Jalisco, hay plantas de fruta de la pasión.

En el Estado de México se localizó fruta de la variedad púrpura, al igual que en el norte de Jalisco, sin embargo, se observó que tales frutas tenían menor tamaño que las que se utilizaron en el presente trabajo, muy probablemente, por encontrarse a mayores altitudes y en climas mas fríos.

En Poza Rica, se ha mostrado interés por el cultivo e industrialización de la fruta de la pasión amarilla, que es la variedad que ha fructificado en esta región, dado su clima tropical y su cercanía con el mar, e inclusive, se ha intentado la organización del cultivo de la fruta y la extracción del jugo en forma semi-industrial, mediante el empleo de equipo utilizado para la extracción de otros jugos de frutas (1).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se realizó un estudio monográfico sobre la fruta de la pasión, facilitando y fomentando, así, el conocimiento de la misma.

Los procesos de extracción del jugo de la fruta de la pasión y posterior elaboración del producto terminado, resultaron sencillos, prácticos y factibles de mejorarse industrialmente.

Se elaboró un jugo a partir de fruta de la pasión, de características, bastante aceptables por los consumidores.

El método de conservación (enlatado), empleado en el presente trabajo, resultó eficiente. Sin embargo, se recomienda, para el envasado, utilizar material de vidrio, ya que al permitir la vista del producto, resulta más atractivo para el consumidor (puesto que se trata de un producto totalmente nuevo).

Los resultados de los análisis efectuados al jugo están dentro de los parámetros aceptados para otros tipos de

jugos de frutas, comúnmente industrializados.

Las posibilidades de utilización integral de la fruta de la pasión, la hacen redituable, ya que lo que se desperdicia es mínimo, mientras que su potencial de explotación es muy amplio.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Aguirre, A.C. y Kirsch, R.M. Datos no publicados.
2. A.O.A.C. Official Methods of Analysis. 13th. Ed. Association Official of Analytical Chemists Inc. Washington, U.S.A. 1980.
3. Benk, E. Preparation of fruit nectars and fruit drinks using tropical and subtropical fruits and juices. - Fluess. Obst. 52(7), 358-364. 1985.
4. Bielig H. J., and Hofsommer, H. Analysis of passion fruit juices. Fluess. Obst. 48(4a), 189-196. 1981.
5. Brekke, J. E. Tropical fruit beverage bases. Res. Rep. Hawaii, Agric. Exp. Stn. 198, 1-8. 1973.
6. Casimir, D. J., Kefford, J. F., and Whitfield, F. B. Technology and flavor chemistry of passion fruit juices and concentrates. Adv. Food Res. 27, 243-295. 1981.
7. Cereda, H. P., Goldoni, J. S., and Cagliari, A. M. Variations in ascorbic acid content of whole juice during cold storage. II. Passion fruit (Passiflora edulis f. flavi carpa Deg.) Alimentacao 58, 24-26, 28-30. 1982.

8. Costell, E., y Durán, L. El análisis sensorial en el control de calidad de los alimentos. II. Planteamiento y planificación, selección de pruebas. Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment. 21, 149. 1981.
9. Desrosier, N. W. Elementos de Tecnología de Alimentos. 3a Ed., C.E.C.S.A.: México, D.F. 1985.
10. Díaz, R. J. Atlas de Frutas y Hortalizas. Editorial Díaz Robledo. Ministerio de Agricultura.: Valencia, España. 1981.
11. Dirección General de Investigaciones en Salud Pública. Técnicas para el Muestreo y Análisis Microbiológicos en Alimentos. Secretaría de Salubridad y Asistencia. México. 1975.
12. Dirección General de Normas. Norma Oficial Mexicana. NOM-F-118-1984. Alimentos-Bebidas no alcohólicas-Jugo de Naranja Envasado. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. México. 1984.
13. FAO. Productos de Frutas Tropicales. Tendencias y perspectivas de la producción y el comercio de la pifa enlatada y productos de frutas tropicales exóticas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.: Roma, Italia. 1972.

14. Fouquet, A. Fruit species of tropical America. -- Fruits 27(5), 368-382. 1972.
15. Frazier, W. C. Microbiología de los Alimentos. 2a Ed., Acribia.: Zaragoza, España. 89-107. 1976.
16. Gaydou, E. M., and Ramanoelina, A. R. Valoriza-
tion by-products of the passion fruit juice industry: fatty
acid and sterol composition of the seed oil. Fruits 38(10),
699-703. 1983.
17. Haendler, L. The passion fruit: It's chemical --
composition and transformation possibilities. Fruits 20(5),
235-245. 1965.
18. Hart, F. L., and Fisher, H. J. Análisis Moderno
de los Alimentos. 1a. Ed. Editorial Acribia.: Zaragoza, --
España. 1971.
19. Herrmann, K. Review on chemical composition and
constituents of some important exotic fruits. Z. Lebensu.-
Unters. -Forsch. 173(1), 47-60. 1981.
20. Inomata, E. I., Sabino, M., Pregnolato, W., and
Concillio, M. S. Determination of the passion fruit juice
contents of industrial Products. Rev. Inst. Adolfo Lutz --
43(1-2), 9-14. 1983.

21. Jacobs, M. B. The Chemical Analysis of Foods and Food Products. 2nd. Ed., D. Van Nostrand Co. Inc., New York, N. Y. 1951.

22. Kuhlmann, F. Recent analysis of passion fruit -- juices. Fluess. Obst. 51(2), 59-63. 1984.

23. Kuo, M. C., Chon, S. L., Wu, C.M. and Chen, C.C. Changes in volatile components of passion fruit juice as - affected by centrifugation and pasteurization. J. Food Sci. 50, 1208-1210. 1985.

24. Kwok, S. C. H., Chan, H. T., Nakayama, T. C. N., and Brekke, J. E. Passion fruit starch and effect on juice viscosity. J. Food Sci. 39(3), 431-433. 1974.

25. Lehninger, A. L. Bioquímica. 4a. Ed., Editorial - Omega.: México, D.F. 1982.

26. Lipitoo, S., and Robertson, G. L. The enzymatic extraction of juice from yellow passion fruit pulp. Trop. Sci. 19(2), 105-112. 1977.

27. López, A. A complete Course in Canning. 10th Ed. The Canning Trade.; Maryland, U.S.A. 1975.

28. Lue, A. The processing of passion fruit (Passiflora edulis). Special Open Lecture Series in Food technology for the Session 1971-72. Publisher: Sammy, G. M. University of the West Indies, 88-106. 1972.

29. Martin, F. W., and Nakasone, H. Y. The edible species of Passiflora. Econ. Bot. 24(3), 333-343. 1970.

30. Medina, J. C., García, J. L., and Lara, J. C. Passion fruit: from cultivation to processing and commercialization. Frutas Tropicales No. 9. 1980.

31. Nagy, S., and Shaw, Ph. Tropical and Subtropical Fruits. The AVI Publishing Co. Inc.: Westport, Connecticut. 1980.

32. Nelson, P. E., and Tressler, D. K. Fruit and Vegetable Juice Processing Technology. 3th. Ed., AVI Publishing Co. Inc.: Westport, Connecticut. 1980.

33. Otagaki, K. K., and Matsumoto, H. Nutritive value utility of passion fruit by-products. J. Agric. Food Chem. 6, 54-57. 1958.

34. Parliment, T. H. Some volatile constituents of passion fruits. J. Agric. Food Chem. 20, 1043-1045. 1972.

35. Pelczar, M. J., Reid, R. D. y Chan, E. C. Microbiología. 4a. Ed., Mc Graw-Hill.: México, D.F. 1983.

36. Polania, T. M. Algunos aspectos sobre el cultivo de la granadilla. Rev. Agric. Esso 2, seg. sem. 24-28. -- 1983.

37. Popenoe, W. Manual of Tropical and Subtropical - Fruits. Hafner Press.: New York N. Y. 1920.
38. Prasad, J. Oil seeds from passion fruit waste. - Fiji Agric. J. 42(1), 45-48. 1980.
39. Pruthi, J. S. Physiology, chemistry and technology of passion fruit. Adv. Food Res. 12, 203-282. 1963.
40. Ross, E., and Chang, A. T. Hydrogen peroxide induced oxidation of ascorbic acid in passion fruit juice. J. Agric. Food Chem. 6, 610-615. 1958.
41. Sandoval, G., Santacruz, R., y Vera, A. La granadilla (Passiflora ligularis Juss.) Frutas Tropicales. Boletín informativo No. 6. Bogotá, Colombia. 1985.
42. Seale, P. E., and Sherman, G. D. Comercial passion fruit processing in Hawaii. Hawaii, Agric. Exp. Stn. Circ. 58. 1960.
43. Sherman, G. D., Cook, C. K. and Nickols, E. Pectin from passion fruit rinds. Hawaii, Agric. Exp. Stn. Progr. Notes 92. 1953.
44. Simpson, B. K., Egyankor, K. B., and Martin, A. Extraction, purification and determination of pectin in - tropical fruits. J. Food Process. Preserv. 8(2), 63-72. 1984.

45. Spencer, K. C., and Seigler, D. S. Cyanogenesis of Passiflora edulis. J. Agric. Food Chem. 31(4), 794-796. 1983.
46. Swamy, V., Gowda, A. R., and Vijayamma, R. Utilization of onconventional fruits for the preparation of ready-to-drink beverages. Indian Food Packer 31(3), 38-52. - 1977.
47. Tressler, D. K., and Joslyn, M. A. Fruit and Vegetable Juice Processing Technology. 1st. Ed., The AVI Publishing Co. Inc.: Westport, Connecticut. 1961.
48. Tuma, L., Luciano, F., Geraldo, A., and Ferreira, H. Study of passion fruit juice. Cienc. Agron. 10(2). -- 1980.
49. Vitali, A. A., Roig, S. M., and Rao, M. A. Viscosity behaviour of concentrated passion fruit juice. Confruta 19(5), 201-206. 1974.
50. Wallrauch, S. Fruit juice analysis. Composition of passion fruit juice. Fluess. Obst. 50(9), 398-402. 1983.
51. Wenkam, N. S., and Miller, C. D. Composition of Hawaii fruits. Hawaii Agric. Exp. Stn. Bull. 135. 1965.
52. Whittaker, D. E. Passion fruit: Agronomy, processing and marketing. Trop. Sci. 14(1), 59-77. 1972.