

300627

24
2ej.



UNIVERSIDAD LA SALLE

*ESCUELA DE QUIMICA
Incorporada a la U. N. A. M.*

**"Revisión Actualizada sobre Adulteración
de Jugos Cítricos"**

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el Título de
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

p r e s e n t a

HEIDI GERTRUD SEUMENICHT WELTI



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 está 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.

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCION	1
II. ASPECTOS GENERALES SOBRE JUGOS CITRICOS	5
2.1 Tipos de Bebidas	5
2.1.1 Jugos Naturales	6
2.1.2 Jugos Pasteurizados	6
2.1.3 Jugos Concentrados Congelados	6
2.1.4 Jugos Frios	6
2.1.5 Jugos Enlatados	7
2.1.6 Jugos Deshidratados	7
2.1.7 Jugos Clarificados	7
2.1.8 Jugos Con Bajo Contenido de Acido	7
2.1.9 Jugos Para Alimentos Infantiles	8
2.1.10 Combinaciones de Jugos	8
2.1.11 Bebidas de Jugos	8
2.2 Procesamiento de Jugos Citricos	10
2.2.1 Materia Prima	10
2.2.2 Cosecha y Transporte a la Planta	10
2.2.3 Lavado de los Frutos	11
2.2.4 Extracción del Jugo	11
2.2.5 Refinación	12
2.2.6 Lavado de la Pulpa	14

2.2.7	Mezclado	15
2.2.8	Desaerado	15
2.2.9	Desaceitado	15
2.2.10	Pasteurización	16
2.2.11	Jugos Concentrados Congelados	17
2.2.12	Envasado	19
2.2.13	Llenado de Envases	20
2.3	Composición Química de Jugos Cítricos	22
2.3.1	Carbohidratos	22
2.3.2	Ácidos Orgánicos	25
2.3.3	Compuestos Nitrogenados	26
2.3.4	Lípidos	31
2.3.5	Vitaminas	34
2.3.6	Constituyentes Inorgánicos	38
2.3.7	Carotenoides	39
2.3.8	Flavonoides	40
2.3.9	Limonoides	41
2.3.10	Constituyentes Volátiles	42
2.4	Métodos de Conservación	45
2.4.1	Pasteurización	45
2.4.2	Concentración y Congelación	47
2.4.3	Deshidratación	50
2.4.4	Conservadores	51

2.5 Control de Calidad	53
2.5.1 Grados Brix	54
2.5.2 Acidos	55
2.5.3 Proporción Brix/Acido	55
2.5.4 Aceite Recuperable	56
2.5.5 Pulpa	56
2.5.6 Naringina	56
2.5.7 Defectos	57
2.5.8 Color	57
2.5.9 Actividad Pectinesterasica	58
2.5.10 Acido Ascórbico	58
2.5.11 Cuenta Microbiana	59
2.6 Defectos	60
2.6.1 Alteraciones en el Color	60
2.6.2 Cambios en el Sabor	61
2.6.3 Cambios en la Apariencia	62
2.6.4 Pérdida de la Turbidez	63
III. ADULTERACION	65
3.1 Definición y Causas de la Adulteración	65
3.2 Tipos de Adulteraciones	67
3.3 Normalización	71

3.3.1 Normalización en el Mundo	71
3.3.2 Normalización en México	80
3.3.2.1 Norma Oficial para Jugo de Toronja	80
3.3.2.2 Norma Oficial para Jugo de Naranja Envasado	83
3.3.2.3 Norma Oficial para Jugo para Infantes	86
3.4 Métodos de Detección de Adulteraciones	90
3.4.1 Minerales	92
3.4.2 Aminoácidos	96
3.4.3 Vitaminas	103
3.4.4 Ácidos Orgánicos	103
3.4.5 Compuestos Polifenólicos	106
3.4.6 Pigmentos	108
3.4.7 Volátiles	108
3.4.8 Azúcares	108
3.4.9 Ensayo Microbiológico	111
3.4.10 Análisis de Datos	113
IV. CONCLUSIONES	115
V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y BIBLIOGRAFIA	118

INDICE DE CUADROS

1. Composición Promedio de Azúcares en Jugos Cítricos	24
2. Composición de Aminoácidos de Diversos Jugos Cítricos	26
3. Valores Comparativos de los Principales Ácidos Grasos Presentes en Jugos Cítricos	33
4. Contenido de Vitamina C en Diversos Jugos Cítricos	35
5. Intervalos de Variación de Algunos Componentes de Naranja Según Diversos Autores	72
6. Especificaciones Requeridas por el CFR para Productos de Jugo de Naranja	78
7. Especificaciones Fisicoquímicas para Jugo de Toronja	81
8. Especificaciones Organolépticas para Jugo de Toronja	82
9. Especificaciones Fisicoquímicas para Jugo de Naranja Envasado	84
10. Especificaciones Organolépticas para Jugo de Naranja Envasado	85
11. Especificaciones Fisicoquímicas para Jugo para Infantes	87
12. Especificaciones Organolépticas para Jugo para Infantes	88
13. Valores de Formol de Diversos Cítricos	97

INDICE DE FIGURAS

1. Diagrama del Funcionamiento del Extractor In Line	13
2. Diagrama de Procesamiento de Jugo de Naranja Concentrado y Congelado	17
3. Estructura del Fruto Citrico	27
4. Hidrolisis de Pectina a Acido Pécico	30
5. Lactonizacion de la Limonin monolactona a Limonina	30
6. Esquema del Intercambiador de Calor de Placas	47
7. Esquema del Pasteurizador de Placas de Tres Etapas	48
8. Cromatogramas Obtenidos del Análisis de Antioxidantes de un Jugo de Naranja Puro y uno Adulterado	102

1. INTRODUCCION

Durante los últimos 10 años aproximadamente, las actitudes de los consumidores frente a los jugos de frutas han cambiado considerablemente. Los jugos de frutas tradicionalmente considerados como bebida propia del desayuno, han sustituido a las bebidas consumidas durante el resto del día al ir ganando en popularidad, en particular entre los consumidores jóvenes.

Dentro de los jugos de fruta, los cítricos poseen una gran aceptación debido a su aroma y sabor agradables, lo cual ha favorecido que se introduzcan en el mercado numerosos tipos de bebidas gaseosas y no gaseosas elaboradas con dichos jugos. Esto ha propiciado el incremento en el intercambio comercial entre los países productores de frutos cítricos y el resto del mundo.

En el mercado internacional de jugos se presentan diversos esquemas entre los que se pueden nombrar:

- 1) Venta de jugos para consumo directo totalmente elaborados y envasados en los países productores.
- 2) Venta de jugos reconstituidos por parte de países no productores, utilizando como materia prima jugo concentrado congelado proveniente de países citricolas
- 3) Venta de jugos para consumo directo obtenidos de frutos importados.

Los países productores de frutos cítricos más importantes son Estados Unidos, Brasil, Japón, España, Italia y México. En conjunto aportan 79.1 % de la producción, el 50.7 % de la exportación y el 91.3 % de la industrialización mundial de cítricos. (65)

En México, los cítricos representan alrededor del 30% de la superficie cultivada con frutales y la naranja es la especie frutícola más importante del país. La mayoría de las plantas extractoras de jugos se encuentran en los estados de Nuevo León y Veracruz.

El mercado mexicano de exportación de jugo de naranja concentrado congelado es hacia Estados Unidos y Canadá, desde 1980 se dejó de enviar este producto a Australia, Bahamas, República Democrática de Alemania, Suecia y el Reino Unido. Asimismo, en estos años la exportación total disminuyó. (65)

En el procesamiento de los frutos cítricos se pueden obtener diversos productos comunes como jugos, concentrados congelados, bases para bebida, jaleas, mermeladas y secciones de fruto enlatadas. Además en esta industria ampliamente conocida por el consumidor, existen subproductos que incluyen aromas, pigmentos, aceites esenciales y pectinas útiles como componentes adicionales para la fabricación de otros alimentos.

Aunque el consumo de jugos cítricos se está desarrollando cada vez mas, existe un marcado predominio de la oferta sobre la demanda. Esto ha conducido en muchos casos a concertar precios a niveles tan bajos que hacen imposible la competencia leal basada en la calidad y pureza de los productos y que sugieren, por si solos, la posibilidad de que se practiquen adulteraciones, ya que en casos extremos, estos precios no llegan a cubrir el costo de la fruta y los gastos de fabricación.

En vista de tal problema, se ha despertado el interés de los científicos e investigadores en el establecimiento de la composición de cítricos para distinguir aquellos elementos característicos que pudieran ser utilizados, posteriormente, como valores de referencia para juzgar y calificar los productos comerciales.

Debido a que el jugo de naranja es el producto de mayor consumo dentro de los diferentes jugos cítricos a nivel mundial, ha sido de igual manera punto de atracción para los trabajos de investigación en cuanto a posibles fraudes en él.

Muchas han sido las determinaciones consideradas de interés para el control de la calidad de los jugos y destacan entre ellas: grados Brix, acidez, número de

formol, valor de cloramina, azúcares totales, nitrógeno total, aminoácidos, carotenoides, flavonoides y cenizas. Sin embargo, se ha comprobado que las condiciones climáticas, de abonado, composición de terreno y en especial las distintas procedencias de los frutos analizados hacen que los márgenes de variación de los elementos sean muy dispares y, por tanto, imposibles de tomar como valores de referencia. Por estas circunstancias es obligado tener en cuenta una serie de puntos para poder considerar a un elemento como parámetro de referencia, en el que nos podamos basar para dictaminar si un jugo comercializado es puro o está adulterado.

En vista de que se realizan tales prácticas en muchos países productores de estos jugos, se consideró interesante recopilar información concerniente al tema con el objeto de despertar el interés de las personas relacionadas con esta industria y evitar que, tanto el importador como el consumidor final se vean afectados por productos que no sean de óptima calidad.

II. ASPECTOS GENERALES SOBRE JUGOS CITRICOS

2.1 Tipos de Bebidas

En el mercado actual hay una gran variedad de bebidas de fruta, las cuales pueden encontrarse en diferentes presentaciones. Entre ellas hay la posibilidad de escoger entre bebidas concentradas, diluidas, dulces, ácidas, fortificadas con vitaminas, de determinado sabor y color e inclusive mezclas de varios tipos de bebidas.

Una de las clasificaciones de las bebidas las separa en carbonatadas y no carbonatadas. La principal diferencia entre ellas, radica en el contenido de dióxido de carbono. Este gas es disuelto en la bebida de manera que al servirse se desprenda en finas burbujas que dan la sensación picante de la bebida carbonatada.

Existen bebidas carbonatadas con sabores a toronja, naranja, lima y limón.

Dentro de las bebidas no carbonatadas, los jugos cítricos poseen cualidades nutricionales debidas a sus componentes. Además de su contenido de vitamina C, son de aroma y sabor agradable, color atractivo y tienen la adecuada proporción de dulzura y acidez. Existe una amplia gama de sabores, formas de procesamiento y conservación de los mismos. (54)

Los jugos más consumidos de manera directa son los de toronja y los de naranja, mientras que el de limón, debido a su alto contenido de ácido cítrico, se emplea en la preparación de bebidas.

A continuación se describen algunas bebidas existentes en el mercado:

2.1.1 Jugos Naturales

Los jugos naturales son aquellos que no son sometidos a ningún tipo de procesamiento físico o químico.

2.1.2 Jugos Pasteurizados

Son aquellos que se han sometido a tratamiento térmico para la destrucción de la carga microbiana y enzimática.

2.1.3 Jugos Concentrados Congelados

El proceso de estos jugos consiste básicamente en la extracción del jugo, mezcla, evaporación, enfriado, llenado de los envases y congelado.

2.1.4 Jugos Fríos

Los jugos fríos se preparan, ya sea de jugo recién extraído, o de concentrados que han sido reconstituidos. Estos productos se distribuyen en medios de transporte refrigerados y su vida es limitada, de aproximadamente

dos semanas.

2.1.5 Jugos Enlatados

En la preparación del jugo de naranja enlatado se llevan a cabo procesos de extracción del jugo, mezclado, desaerado, desaceitado, pasteurizado y enlatado.

2.1.6 Jugos Deshidratados

Son aquellos jugos que han sido desecados por algún procedimiento de deshidratación.

En la mayoría de los procesos de producción de los jugos deshidratados, se mezcla un jugo concentrado con un agente secante, que puede ser una maltodextrina, con el objeto de reducir la higroscopía del polvo obtenido. (54)

2.1.7 Jugos Clarificados

Son los jugos que han perdido el aspecto turbio característico por la acción ejercida por la pectinesterasa sobre las moléculas pécticas.

2.1.8 Jugos con Bajo Contenido de Acido

Estos jugos se obtienen haciendo pasar el líquido a través de una columna que contiene una resina aniónica débilmente básica. Esta retiene el ácido cítrico contenido en el jugo y permite que sólo haya una mínima pérdida de ácido ascórbico.

2.1.9 Jugos para Alimentos Infantiles

Este tipo de jugos poseen las siguientes características:

- 1) elevado contenido de vitamina C
- 2) poca pulpa
- 3) poco aceite esencial

2.1.10 Combinaciones de Jugos

Como su nombre lo indica se realizan combinaciones de diferentes jugos cítricos para obtener sabores agradables. Dentro de éstos, la combinación más aceptada es la de naranja con toronja.

2.1.11 Bebidas de Jugos

Dentro de este grupo hay una gran cantidad de productos. Es posible tener bebidas enriquecidas con vitamina C, que se fabrican combinando jugos de fruta con edulcorantes, acidulantes y agua. En el Reino Unido, por ejemplo, se fabrican bebidas conocidas como "squashes" y en Australia otras llamadas "cordials". Estas bebidas contienen un porcentaje de jugo que va de 20 a 50 y se les añade algún edulcorante y un ácido. (56)

Existe un producto denominado "comminuted" cuya consistencia es la de una pasta más o menos fluida, que se utiliza en la preparación de bebidas refrescantes.

Este producto se obtiene a partir del fruto entero o de la mezcla de diversos componentes de la fruta en proporciones variables. (74)

También existe la posibilidad de producir bebidas dietéticas, cuyo nivel de sacarina varía entre 0% y 5%.

2.2 Procesamiento de Jugos Cítricos

Del manejo adecuado de los frutos cítricos desde la cosecha y a través de cada una de las etapas del proceso va a depender la calidad obtenida en el jugo. Por ello es importante llevar a cabo un riguroso control de todos los factores que pueden afectar al producto.

2.2.1 Materia Prima

Como materia prima para la elaboración de jugos cítricos se emplean frutos del género Citrus y de las siguientes especies:

- 1) sinensis (naranja dulce)
- 2) reticulata (mandarina, tangerina)
- 3) limonia (limón)
- 4) paradisi (toronja)
- 5) limetta (lima)

2.2.2 Cosecha y Transporte a la Planta

Antes de ser cosechado, el fruto debe cumplir con el grado de madurez especificado por las Agencias de Regulación. Además de este requerimiento, existen parámetros que deben cumplirse con respecto al color, contenido de jugo, contenido de ácido, porcentaje de sólidos solubles totales y proporción ° Brix/ácido. (S6)

Una vez que el fruto cumple con estos

requerimientos, es cosechado y transportado en camiones de carga con rampa trasera a la planta. Al llegar a ésta, el fruto es descargado e inspeccionado, para eliminar aquel que se encuentre deteriorado y determinar su grado de madurez. Después el fruto es transportado a los silos, en donde se toman muestras a las que se les determina la proporción ° Brix/ácido, color y otros atributos fisicoquímicos. Estos datos se emplean para realizar mezclas de frutos de diferentes silos y obtener mejores características en los jugos.

2.2.3 Lavado de los Frutos

De los silos, los frutos son transportados hacia un lavador rotatorio con cepillo, en donde se les aplica un detergente autorizado y se les limpia. Posteriormente son enjuagados por medio de aspersores e inspeccionados una segunda vez para eliminar los frutos que se pudieron dañar. De ahí los frutos pasan a los clasificadores por tamaño y después a los extractores.

2.2.4 Extracción del Jugo

La extracción del jugo consiste en romper las celdas en las cuales se encuentra, con el fin de liberar el contenido. El mayor número de aparatos construidos operan sobre el fruto cortado a la mitad. Una manera de extraer

el jugo se realiza por medio de bulbos adecuados introducidos en los medios frutos, que prensados y eventualmente girando provocan la salida del jugo de las células que lo contienen. (74)

Otro procedimiento de extracción se lleva a cabo por medio de los extractores "In line". En estos aparatos, el fruto es prensado del exterior por la acción de dos copas, mientras en el interior del fruto penetra un tubo perforado a través del cual pasa el jugo por las copas. (74) En la figura No.1 se puede observar un diagrama del funcionamiento de dichos extractores.

Existe otro sistema, mucho más modesto, en el que los medios frutos se trituran con cuchillos y son golpeados con fuerza por dos palas rotatorias contra la pared interna de un tamiz cilíndrico horizontal.

2.2.5 Refinación

Con las operaciones de extracción pasan al jugo fragmentos de albedo, de membranas y de celdillas que es necesario eliminar para mejorar el aspecto del jugo y evitar las causas de la degradación.

Una separación preliminar de los fragmentos sólidos más grandes se realiza en los mismos extractores, gracias a los dispositivos de los que están provistos. La

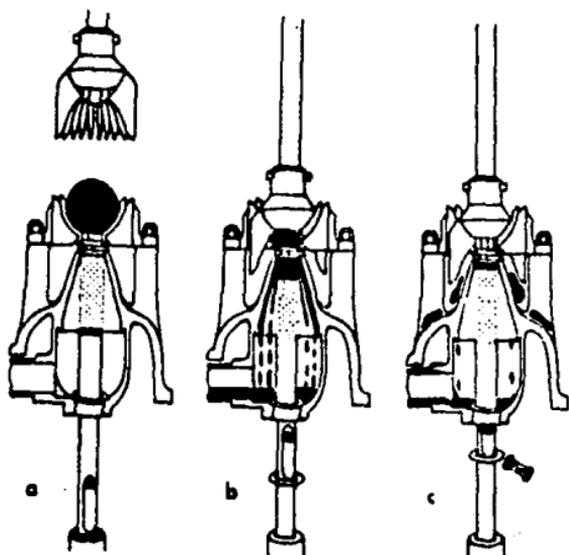


Figura No. 1. Diagrama del Funcionamiento del Extractor "In Line".

a. Compresión del fruto por medio de las copas sobre un cuchillo cilíndrico.

b. Las copas superiores fuerzan la salida del jugo, semillas y pulpa a través del orificio realizado por el cuchillo.

c. Levantamiento del pistón en el interior del "strainer" para exprimir el jugo de la pulpa y expulsar a través de la parte baja del tubo la pulpa libre de jugo y las semillas.

Fuente: (74)

separación completa de las partículas se obtiene haciendo pasar el jugo a través de los llamados refinadores. Estos están constituidos de cedazos con perforaciones muy pequeñas a través de las cuales el jugo es forzado a pasar por la acción de dos paletas rotatorias o por la presión provocada por un tornillo helicoidal de forma y paso apropiados. Los aparatos más adecuados son los de tornillo helicoidal, porque evitan la agitación del jugo y por consiguiente la emulsión con el aire. Con este tipo de aparatos se puede obtener un jugo con un contenido de pulpa de 4 a 5 %, siendo la pulpa antes de la refinación del 12 al 15 %. (74)

Para una eliminación de pulpa más grande es necesario recurrir a los separadores centrífugos, que permiten obtener jugos con un contenido de pulpa del 1%. (74)

2.2.6 Lavado de la Pulpa

En algunas fábricas se realiza un tratamiento de lavado de la pulpa proveniente de las refinadoras, con el fin de recuperar los sólidos solubles. Esto se logra mediante agitación de ésta con una cantidad adecuada de agua y después separación de la pulpa residual por un prensado ligero. (74) El extracto obtenido, se emplea en la elaboración de concentrados. Esta práctica ha sido

suspendida por ciertos fabricantes debido a que se considera que reduce la calidad del jugo obtenido con este producto.

2.2.7 Mezclado

El jugo refinado es transportado a tanques de mezclado en donde se incorporan jugos de diferentes lotes y con características compatibles. A esta mezcla se le determina acidez y nivel de sólidos solubles. En el caso de ser requerido, el jugo puede ser sometido a tratamientos de desaereado y desaceitado.

2.2.8 Desaereado

En el desaereado, se elimina el aire eventualmente mezclado al jugo durante las operaciones de extracción y refinado. De hecho, el oxígeno contenido en el aire, es un factor determinante en la destrucción del ácido ascórbico y en otros procesos de oxidación que pueden llevarse a cabo en el jugo. (74) Para esta operación se emplean aparatos en los cuales se aprovecha la acción del vacío y del calor.

2.2.9 Desaceitado

Para mantener con el tiempo características sensoriales aceptables, el jugo no debe sobrepasar el

contenido de aceite esencial. Cantidades superiores a las permitidas pueden ser la causa de alteraciones en el aroma y el sabor durante el almacenamiento.

Los aparatos usados como desaceitadores son esencialmente pequeños evaporadores en los cuales el jugo es calentado aproximadamente a 50° C entra en la cámara de expansión bajo la forma de fina lluvia, los vapores que se separan arrastran las trazas de aceite. Posteriormente éstos se condensan y del líquido obtenido se puede separar el aceite por centrifugación o decantación. (74)

2.2.10 Pasteurización

En el paso siguiente se procede a la pasteurización del jugo, cuya función es la de destruir la carga microbiana y enzimática del mismo. Se realiza con un proceso de intercambio térmico entre dos fluidos, uno de los cuales es el jugo cítrico y el otro, un medio de calentamiento que puede ser vapor o agua caliente. (74)

Para fines de preservación del aroma, es más conveniente tratar los jugos cítricos por breve tiempo a temperatura elevada. Esto se logra por medio de la pasteurización instantánea que emplea el sistema denominado "HTST" (High Temperature Short Time).

2.2.11 Jugos Concentrados y Congelados

Antes del envasado, hay jugos que pasan por otro tratamiento, que es el de concentración. En este paso, se disminuye el volumen y peso de los jugos en equipos que funcionan a vacío y emplean vapor como medio de calentamiento.

Algunos no sólo se concentran sino que son diluidos / posteriormente congelados. Este es el caso del jugo de naranja concentrado y congelado cuyo diagrama de procesamiento se presenta en la figura No. 2, partiendo de la extracción del jugo:

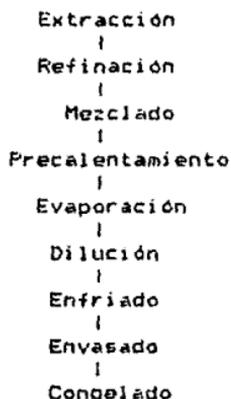


Figura No.2. Diagrama de Procesamiento de Jugo de Naranja Concentrado y Congelado Partiendo de la Extracción del Jugo.

Fuente: (56)

Los procesos de extracción, refinado y mezclado en la obtención del jugo de naranja concentrado y congelado son similares a los descritos anteriormente.

El precalentamiento se lleva a cabo en un intercambiador térmico, del cual pasa al proceso de evaporación. Los evaporadores más prácticos son los llamados "TASTE" (Temperature Accelerated Short Time Evaporator), en éstos, el jugo es pasteurizado y concentrado hasta obtener 55 - 65° Brix. (56)

Posterior a la evaporación se realiza una dilución con jugo natural hasta tener 45° Brix. Esto es para reintegrar el aroma perdido durante la concentración. La eliminación de la pasteurización del jugo utilizado para la dilución evita las alteraciones debidas al tratamiento térmico. (74)

En el paso siguiente el jugo es enfriado en un aparato tipo "Votator", que es un intercambiador de calor de superficie raspada. La temperatura de salida del Votator está regulada alrededor de los - 4° C, de manera de tener un jugo aún lo suficientemente fluido. (74)

El producto frío se envasa en latas o bolsas de PVC y se congela rápidamente en un túnel de corriente de aire frío.

En el caso de recipientes no rígidos, como las bolsas de material plástico, es posible congelarlos en un congelador de placas. Una vez congelado, el producto se mantiene en cámaras frigoríficas a -18°C hasta el momento del consumo.

2.2.12 Envasado

Dependiendo del tipo de producto fabricado, se elige el envase adecuado.

En general para los jugos naturales y concentrados se emplean recipientes herméticos tales como botellas de vidrio o latas. De éstos, aunque el vidrio es el más solicitado por los consumidores, no ha superado en uso a la lata estañada, debido a algunos inconvenientes como lo son la fácil ruptura de los recipientes de vidrio, su mayor peso y su transparencia, que aumenta la susceptibilidad del producto a ser alterado por la luz.

Otro envase que ha adquirido gran aceptación es el nombrado "Tetra Brik". Fue desarrollado por Tetra Pak y su laminado de polietileno y aluminio ofrece las principales propiedades aislantes del empaque. (54)

Existen otros recipientes no herméticos, como barriles de madera, recipientes de material plástico y tambores metálicos. En el caso de emplear estos, es

necesario agregar al producto sustancias que mantengan su esterilidad.

2.2.13 Llenado de Envases

Cuando el jugo va a ser enlatado, se vierte caliente por medio de dosificadoras automáticas en las latas. Posteriormente éstas pasan por un túnel corto en donde se esterilizan con chorros de vapor y de ahí se llevan a la engargoladora, donde se inyecta vapor a la lata, se tapa y cierra. La inyección de vapor se realiza con el fin de eliminar el aire del espacio de cabeza y crear vacío en el interior de la lata. (56)

El paso que sigue al engargolado es el de enfriamiento de las latas, que se realice por medio de chorros de agua en un tunel, a través del cual las latas avanzan girando.

Una vez frías, las latas se secan mediante corrientes de aire y son enviadas a las secciones de etiquetado y empaque.

Los productos enlatados se almacenan preferentemente a temperaturas menores a los 16° C, ya que bajo esas condiciones se mantiene su óptima calidad. (74)

Es importante mantener estables las temperaturas de

almacenamiento, para evitar cambios deteriorativos en los jugos fabricados.

2.3 Composición Química de Jugos Cítricos

Hay muchos factores que influyen en la composición química de los jugos cítricos. Entre éstos están: el origen del fruto, su variedad, la forma en como se cultivó, su madurez, el almacenamiento anterior al procesamiento y las condiciones del proceso.

La proporción de cada uno de los componentes del jugo debe ser adecuada para que el producto sea aceptado por el consumidor.

2.3.1 Carbohidratos

Los jugos cítricos deben su sabor dulce a tres azúcares simples: sacarosa, glucosa y fructosa. Estos se encuentran en una proporción de 2:1:1 respectivamente (48), y representan el 80 % de los sólidos solubles en el jugo de naranja. (9)

Se han encontrado trazas de otros azúcares, pero debido a que no contribuyen al sabor no se les da gran importancia.

En un medio ácido como lo es un jugo cítrico, la sacarosa puede hidrolizarse fácilmente; este hecho explica los bajos valores de sacarosa encontrados en jugos enlatados que se han almacenado por largo tiempo. (54)

En el cuadro No. 1 es posible observar la composición promedio de azúcares en jugos cítricos. La naranja y la lima muestran los valores más altos en reductores totales.

Con respecto a los polisacáridos presentes en el jugo, podemos nombrar a las sustancias pectínicas como principales responsables de su consistencia.

Debido a que la pectina es un componente de la pared celular hay poca cantidad de esta en el jugo. Se han reportado concentraciones que fluctúan entre 0.01 y 0.13% en jugo de naranja. (5b)

Aun estando presente en baja cantidad, la pectina puede influir positiva o negativamente en la calidad del jugo. El aspecto negativo de este compuesto es el producir gelación no deseada en la bebida. El aspecto positivo es que actúa como emulsificante ayudando a mantener los materiales grasos en suspensión y provocando la turbidez conocida como "nube". (2b)

Cuando la sustancia pectínica es alterada por la actividad de la pectinesterasa, el jugo se clarifica asentándose el material coloidal suspendido. (5a) Con ello se pierden las características de turbiedad y viscosidad deseables en la mayoría de los jugos cítricos. Se previene

Cuadro No. 1

Composición Promedio de Azúcares en Jugos Cítricos
(g/100g).

Fruto	Glucosa	Fructosa	Reductores totales	Sacarosa	Azúcares totales
Naranja	2.03	2.48	4.51	4.81	9.32
Toronja	1.66	1.75	3.41	2.56	5.97
Tangerina	1.13	1.54	2.67	6.53	9.2
Limón	1.4	1.35	2.75	0.41	3.16
Lima			3.48	0	3.48

Fuentes (54)

que esto no suceda por medio de la inactivación de la enzima con el tratamiento térmico empleado.

2.3.2 Ácidos Orgánicos

Los ácidos orgánicos juegan un papel importante en el crecimiento, producción y comercialización de los cítricos. La acidez, junto con los azúcares es un criterio de madurez en toronjas y naranjas.

El nivel de acidez es crítico en la aceptación por parte del consumidor. Por ejemplo, las naranjas serían inaceptables si tuvieran los niveles de acidez de la toronja, mientras que un alto contenido de ácido es deseable en limones. (54)

Los constituyentes solubles que predominan, después de los azúcares, en los jugos cítricos, son los ácidos orgánicos y sus sales. Representan aproximadamente el 10% de los sólidos solubles contenidos. (54)

Dentro de este grupo, el ácido cítrico es el principal ácido en el jugo. Representa el 80 % de la acidez total en naranjas maduras, aproximadamente el 90 % de toronjas y casi todo el de limón. (54)

El ácido que le sigue en cantidad al cítrico es el L-málico.

Los ácidos cítrico y málico además de sus sales forman el principal sistema de amortiguación de los jugos cítricos. Con tal sistema los jugos pueden diluirse con agua en gran medida mostrando cambios insignificantes en su pH, esta es la razón por la que los jugos de acidez titulable variable pueden tener valores de pH idénticos. (9)

Algunos otros ácidos identificados en el jugo de naranja son : ascórbico, láctico, oxálico, maléico, succínico, benzoico, adípico, tartárico y isocítrico.

2.3.3 Compuestos Nitrogenados

La fracción más grande de este grupo pertenece a los aminoácidos, que representan cerca del 70 % del nitrógeno en diversos jugos cítricos. (23) El resto del nitrógeno se encuentra en forma de proteínas, enzimas, aminas fenólicas, fosfolípidos, vitaminas y formas inorgánicas.

Entre los aminoácidos libres reportados en jugos cítricos, arginina es el único semiindispensable que se encuentra en cantidades considerables. (7)

La mayoría de los aminoácidos en cítricos son considerados no esenciales de acuerdo a estudios realizados por Block y Boiling. (16)

En el cuadro No. 2 se pueden observar la composición de aminoácidos de diversos jugos cítricos.

Las proteínas de los frutos cítricos son relativamente insolubles y se encuentran en las partes sólidas del fruto, tales como las semillas, flavedo, albedo y pulpa. En la figura No.3 se puede observar un diagrama de las partes de un fruto cítrico.

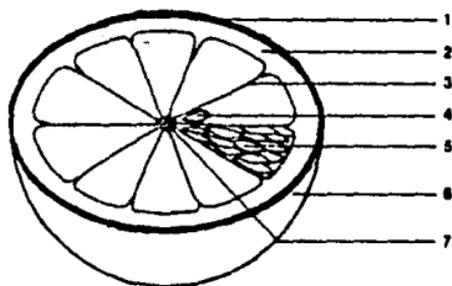


Figura No. 3. Estructura del Fruto Cítrico

1 = Flavedo

4 = Semillas

2 = Albedo

5 = Celdillas de Jugo

3 = Membrana

6 = Celdas de Aceite

7 = Eje Central

Fuente: (74)

Cuadro No. 2

Composición de Aminoácidos de Diversos Jugos Citricos.

(mg/100 ml).

Aminoácido	Naranja	Limón	Laranja	Tangerina
Arginina	31-72	2-7	16-47	17-84
Amonio	0.9-2	3-5	2	1
Lisina	3-7	1	0.8-3	4
Histidina	0.4-2	0.6-1	0.2	-
Acido γ aminobutírico	14-50	7-16	8-19	14-18
Fenilalanina	1-3	1-3	0.7-3	5
Tirosina	0.9-3	0.2-0.8	0.3	-
Leucina	0.4-1	0.7-1	0.3	3
Isoleucina	0.5-0.9	0.8-0.9	0.3	-
Metionina	0.1-0.9	0.3-0.7	0.1	-
Valina	1-3	1-3	1-2	2
Alanina	8-12	10-23	7-9	7-11
Glicina	1-2	1-2	0.4-2	2
Prolina	67-239	29-84	41-59	38-100
Glutamina	1-4	1	3	-
Acido glutámico	7-18	16-31	18-22	16
Asparagina	16-50	16-28	15-42	4-35
Serina	9-22	18-47	10-15	19-22
Treonina	1-2	1	1	4
Acido aspártico	16-41	34-65	34-81	14-36

Fuente: (54)

La cantidad de proteina en el jugo es baja, su principal fuente esta en forma de enzimas. (54) Estas intervienen en dos reacciones de importancia comercial:

a) Hidrolisis de pectina a ácido pectico (fig. No.4) y,

b) Lactonizacion de la limonín monolactona a limonina (fig. No.5).

En la primera reaccion interviene la pectinesterasa, la cual se encuentra asociada con elementos estructurales de los frutos. En la naranja y toronja la mayor actividad de la enzima se encuentra en los sacos de jugo, mientras que en el limon y en la lima la mayor actividad esta en la cascara. (54)

La responsable de la segunda reaccion es la limonín lactonasa del anillo D. Esta enzima se aisló y purificó de las semillas de toronja y mostro catalizar la reaccion de lactonizacion a pH de 6. Una de las características encontradas fue que mostro ser resistente al calor, reteniendo el 30 % de su actividad despues de cinco minutos a 100°C. (54)

Los jugos recién extraídos contienen actividad de esterases y fosfatasas. De estas ultimas, se sabe que se encuentran ampliamente difundidas en el fruto y que su

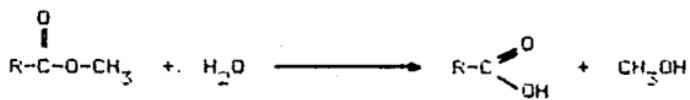


Figura No.4. Hidrólisis de Pectina a Acido Pectico

Fuente: (21)

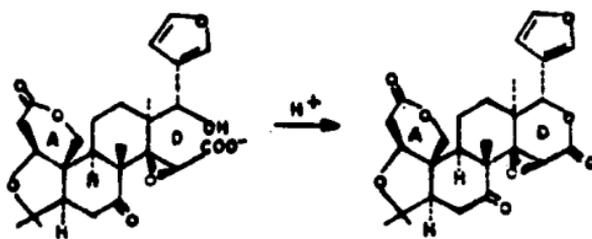


Figura No. 5. Lactonizacion de la Limonin monolactona a limonina

Fuente: (47)

accion es poco especifica, ya que hidrolizan los ésteres fosfatados de cualquier compuesto que se encuentre en forma natural, como son los glicerofosfatos, acidos ribonucleicos y almidones fosforilados, tales como la amilopectina. Las fosfatasas se han estudiado extensamente en frutos cítricos, localizandolas en la cascara y tambien en la solucion de los jugos. Se inactiva con relativa facilidad por medio de calentamiento, por esta razon se ha sugerido que la determinacion de la actividad de la fosfatasa en los jugos cítricos se emplee como un indice de la pasteurización. (8)

Los frutos cítricos tambien contienen varias aminas fenólicas, algunas de las cuales poseen importancia fisiologica. (7) Tal es el caso de la sinefrina. (78)

Otros compuestos nitrogenados de importancia son las vitaminas: niacina, tiamina, riboflavina, piridoxina, acido folico, biotina y acido pantotenico, de las cuales se hablara mas adelante.

2.3.4 Lípidos

Desde el punto de vista dietetico, la contribución de lípidos en cítricos es insignificante; y solo se ha encontrado en naranjas valores entre 0.06 % y 0.09 %. (56)

Sin embargo, son de importancia debido a sus efectos en el desarrollo de sabores desagradables. (36)

Estudios realizados por Nagy y Nordby en 1970 (33) en jugo de naranja muestran que la fracción lípida neutra esta compuesta por:

- 1.7 % - monoglicéridos
- 4.4 % - 1.2-diglicéridos
- 1.7 % - 1.3-diglicéridos
- 27.8 % - esteroides libres
- 20.6 % - ésteres de esteroides
- 11.0 % - ácidos grasos libres
- 24.1 % - triglicéridos
- 8.7 % - pigmentos y componentes menores

Vandercook, et al., en 1970 y Braddock en 1972 mostraron que los cinco fosfolípidos que se encuentran en mayor proporción en el jugo de naranja son: fosfatidil etanolamina, fosfatidil colina, ácido fosfático, fosfatidil serina, fosfatidil inositol. (34)

La composición de ácidos grasos en jugos cítricos es muy compleja. Los porcentajes de los principales ácidos grasos: palmítico, palmítoleico, oleico, linoleico y linolenico se encuentran en el cuadro No. 3.

Los porcentajes de palmítico son relativamente

Cuadro No. 3

Valores Comparativos de los Principales Acidos Grasos Presentes en Jugos Cítricos (%).

Acido graso	Naranja	Taronja	Lima	Lima
Palmitico	21.5+0.3	22.7+1.0	23.2+0.2	22.0+0.3
Palmitoleico	4.2+0.2	3.7+0.6	0.8+0.1	5.5+0.1
Oleico	25.1+1.6	23.9+0.5	9.4+0.1	14.9+0.1
Linoleico	29.6+1.8	34.5+1.0	35.4+0.6	27.2+0.3
Linolenico	13.1+0.5	8.8+0.6	18.9+0.1	14.1+0.3

Fuente: (5b)

constantes, excepto por el jugo de limon, en el que es menor.

Se puede observar mayor diferencia en los valores de oleico, linoléico y linolenico. Los jugos de limon y lima se distinguen de los de naranja y toronja por su bajo contenido de oleico y su alto contenido de linoléico.

2.3.3 Vitaminas

tal vez la contribución más importante de los jugos citricos se debe a su elevado contenido de acido ascorbico.

Aun el jugo de tangerina, que es el de menor contenido de vitamina C, provee una buena cantidad de ella.

El ácido ascorbico se encuentra en el jugo citrico en la forma reducida.

Se ha observado un mayor contenido de acido ascorbico en frutos citricos inmaduros. Al parecer sus valores decrecen conforme el fruto madura.

En el Cuadro No. 4 pueden compararse los diversos contenidos de vitamina C en jugos citricos.

Cuando el ácido ascorbico se oxida pasa a acido

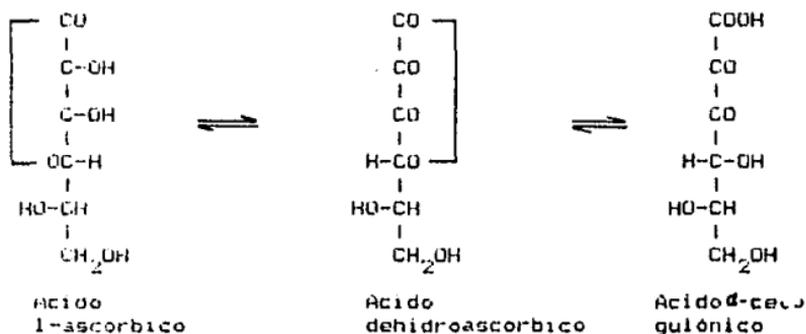
Cuadro No. 4

Contenido de Vitamina C en Diversos Jugos Cítricos

Fruto	Contenido de vit C (mg/100 ml)
Naranja dulce	25-80
Naranja ácida	20-40
Mandarina	10-50
Toronja	25-70
Limón	30-60
Lima	20-40

Fuente: (56)

dehidroascorbico, cuya actividad fisiologica es comparable a la de la forma reducida. La posterior oxidacion de acido dehidroascorbico lo transforma en acido 2,3-dicetogulonico, que carece de actividad biologica. La secuencia de estas transformaciones se muestra a continuacion:



Fuente: (54)

El oxígeno atmosférico es un elemento esencial en la pérdida de vitamina C durante largos períodos de almacenamiento de los jugos.

Los productos cítricos también son buenas fuentes de tiamina. Proveen cantidades considerables de este nutriente.

La estabilidad de la tiamina es media, considerando que se pierde solo entre 16 % y 17 % en jugo de naranja

enlatado y almacenado a 27°C durante 18 meses. (53)

En cuanto a la vitamina B₆, no se encuentra en grandes cantidades en los jugos cítricos. Sin embargo, aun así, suplementa este nutriente en sumas comparables a las de la leche.

El análisis del jugo de naranja concentrado y congelado mostró que este contenía un promedio de 55 mg de esta vitamina por 100 ml de muestra. (81)

Por otro lado, investigaciones realizadas por Dong y Dace en 1973, en relación al contenido de ácido fólico en jugos cítricos, muestran que el jugo de naranja es el que tiene el valor más alto de este nutriente (50mcg/100 ml). (30) A diferencia del jugo de naranja, el de toronja solo posee un 40 % del contenido de ácido fólico del primero.

Tanto la niacina como la riboflavina y el ácido pantoténico se encuentran presentes en cantidades que fluctúan entre 2% y 4 % en el jugo de naranja. (81)

Se menciona la presencia de criptoxantina como fuente de vitamina A en los jugos cítricos. En jugo de naranja Valencia más del 10 % de los carotenoides totales son criptoxantina, mientras que el β -caroteno solo representa el 2 %. Stewart en 1974 mostro que el contenido

de criptoxantina en el jugo de naranja se incrementa conforme el fruto madura. (76)

2.3.6 Constituyentes Inorganicos

Los constituyentes inorgánicos de los frutos cítricos comprenden toda aquella materia presente en las cenizas. El jugo de frutos cítricos contiene aproximadamente 0.4 % de cenizas. Se ha encontrado que el contenido de cenizas en el jugo de naranja es mayor en el fruto inmaduro y decrece conforme madura el fruto. (47)

El potasio es el mineral más abundante en los jugos cítricos, constituye el 40 % de las cenizas totales (10) y se encuentra en forma de citrato de potasio (47).

En contraste los jugos cítricos son bajos en sodio, generalmente se encuentra menos de 1 mg / 100 ml de jugo. (56) Esto lo hace un alimento atractivo para aquellas personas que requieran de seguir una dieta baja en este mineral.

Calcio y magnesio son los dos principales cationes divalentes de los frutos cítricos, pero ambos se encuentran presentes en bajas cantidades que fluctúan entre 6 y 15 mg/100 ml. (56) El calcio se asocia con las sustancias pecticas del fruto. (36)

la cascara tienden a aumentar, observandose un comportamiento similar en el jugo. (47)

De acuerdo a estudios realizados por Stewart los principales carotenoides encontrados en los jugos de naranja y tangerina son α -caroteno, β -caroteno, zeta-caroteno, α -criptoxantina, β -criptoxantina, luteína zeaxantina, anteraxantina y violaxantina, aunque estas últimas dos están en cantidades menores. La β -criptoxantina, aun siendo un pigmento amarillo, es el que contribuye principalmente al color anaranjado del jugo de naranja. (54)

En los jugos obtenidos de toronjas rosadas, el principal pigmento es el licopeno. Los valores encontrados para este compuesto en 100 g de toronja rosada y roja son de 1.3 mg y 2.3 mg respectivamente. (47)

2.3.3 Flavonoides

Los flavonoides son un grupo de sustancias de estructura $C_6-C_3-C_6$. Estos juegan un papel muy importante en la determinación de la calidad del jugo debido al sabor amargo desarrollado por su presencia.

La hesperidina se encuentra en prácticamente cualquier variedad de fruto cítrico y es el principal flavonoide presente en naranjas y limones. (56)

Aunque el jugo contiene la menor proporción de glicosidos de flavonona en comparación con otras partes del fruto, estos deben difundirse por su gran solubilidad en el jugo durante la extracción. (54)

En el fruto, la hesperidina se encuentra como complejo soluble que puede ser extraído con agua o alcohol. (56) Durante la extracción el complejo se destruye y la hesperidina precipita como cristales blancos y finos. Ocasionalmente precipita durante el almacenamiento de jugo de naranja concentrado y se encuentra en forma de película en la superficie de los evaporadores empleados en su fabricación.

En el caso del jugo de toronja enlatado, se ha podido observar la formación de cristales de naringina durante el almacenamiento. Este compuesto es el principal flavonoide en la toronja y provoca un sabor amargo muy desagradable. Debido a que las concentraciones de naringina son mayores en el fruto inmaduro y decrecen en el maduro, la manera más sencilla de prevenir esta precipitación es empleando frutos maduros. Otra forma de reducir las concentraciones de este flavonoide es limitando la cantidad de pulpa incorporada al jugo.

2.3.9 Limonoides

La limonina, miembro de los derivados triterpénicos llamados limonoides, tiene importancia comercial debido al desarrollo de sabores amargos en los jugos cítricos.

Los niveles de limonina generalmente decrecen con la madurez del fruto.

Maier y Beverly en 1968 reportaron la presencia de un precursor de la limonina llamado limonín monolactona. Al extraer el jugo de las naranjas Navel y de la toronja, se rompen las células y los tejidos, los cuales contienen limonín monolactona, poniéndose en contacto con el jugo. Si éste es calentado por un periodo corto de tiempo, la monolactona se convierte en dilactona amarga, ocasionando el amargor del jugo. (46)

También existen otros precursores del amargor de menor importancia, tales como el ácido limonínico y limonínico, el nomilín y la abacunona. (47)

2.3.10 Constituyentes volátiles

Los constituyentes volátiles de los jugos cítricos se definen como aquellos materiales que pueden recuperarse del jugo por métodos de destilación y se obtienen de una mezcla que comprende una gran cantidad de agua y aceites volátiles como vapor destilado junto con el agua. (1)

Si estos constituyentes se eliminan del jugo por destilación a presión atmosférica se altera considerablemente su composición, en cambio si se eliminan por destilación a presiones reducidas y por lo tanto a temperaturas menores, no sufrirán cambios apreciables en su composición. Mientras más baja sea la temperatura, mejores serán los resultados obtenidos.

Los materiales volátiles están constituidos fundamentalmente de compuestos solubles en agua, hidrocarburos terpenicos y no hidrocarburos. (47)

El condensado acuoso colectado del destilado cuando se concentran los jugos cítricos contiene una gran cantidad de componentes volátiles saborizantes y se conocen como esencias acuosas.

Al condensarse los vapores de la parte volátil de los jugos de naranja y toronja se obtienen dos fracciones, una acuosa y otra aceitosa, conocida como aceite esencial, conteniendo ambas fracciones componentes volátiles muy similares.

En los análisis realizados a las esencias acuosas de naranja, toronja, tangerina, limón y lima solo se han identificado ocho componentes comunes: etanol, cis 3-hexen 1-ol, linalol, metanol, acetaldehído, acetato de

etilo, limoneno y acetona.

Kefford indicó la importancia de los aldehidos y los esterios en el sabor a naranja. (39) El etilbutirato es uno de los principales esterios en la esencia acuosa.

En el jugo de toronja, la notcatona es el constituyente mas importante que influye en el sabor. Se ha encontrado presente en niveles de 20 ppm en este jugo.

En las esencias de lima y limon se han encontrado neral y geranial como componentes importantes.

El jugo de naranja libre de aceite de la cascara contiene aproximadamente 0.005 % de aceite (42), mientras que el jugo de naranja comercial contiene aproximadamente 0.02 % de aceite total. (93) El aceite adicional presente en el jugo procesado se debe generalmente al aceite de la cáscara añadido para mejorar el sabor.

El limoneno, hidrocarburo terpénico es el componente mas abundante de los aceites cítricos naturales. Sin embargo, los compuestos orgánicos oxigenados, principalmente los aldehidos son los que comunican al aceite el aroma característico. (3) Estos aldehidos en el aceite de naranja son el octanal, nonanal y decanal.

En el aceite de mandarina el componente de sabor más importante es el dimetil antranilato.

2.4 Métodos de Conservación

Hay numerosas formas de conservar los jugos cítricos. Entre ellas se encuentran la pasteurización, la concentración y congelación, la deshidratación y el empleo de conservadores .

El método empleado depende del tipo del producto que se pretende fabricar.

2.4.1 Pasteurización

Como se mencionó anteriormente el objetivo de la pasteurización no solo es el de destruir los microorganismos, sino el de inactivar la pectinesterasa, para evitar la clarificación del jugo.

Las temperaturas requeridas para la destrucción de la carga microbiana son menores a las necesarias para la estabilización de la "nube".

Se ha demostrado que el procesamiento de jugos a temperaturas entre 76.7°C y 99°C por periodos que van desde una fracción de segundo a 40 segundos logra la preservación y estabilidad de los mismos. (56)

El tiempo y la temperatura exactas van a depender del pH del jugo. Mientras más bajo el pH menos elevada será la temperatura o más breve el tiempo de calentamiento.

El jugo de toronja por ser mas ácido que el de naranja requiere menores temperaturas de procesamiento. Su rango va de 76.7°C a 87.2°C en comparación con el de naranja que va de 85°C a 90.6°C . (54)

En el caso de los jugos de limon y lima, éstos son calentados a temperaturas de 77°C y 90°C respectivamente. (54)

Los intercambiadores de placas empleados para la pasteurización ofrecen numerosas ventajas con respecto a los pasteurizadores de tubos que se empleaban con anterioridad. Entre estas se pueden nombrar: la rapidez de calentamiento del jugo, la turbulencia continua del fluido, la posibilidad de variación de la capacidad del aparato por adición o reducción del número de placas, posibilidad de reunir en la misma unidad las secciones de precalentamiento, calentamiento y enfriamiento, etc.

En su forma mas simple el intercambiador de calor está constituido por un grupo de placas comunicadas entre si mediante dos diferentes canalizaciones, que permiten el paso de dos fluidos (uno frío ,el otro caliente) en contracorriente sobre las dos caras de cada placa, que por esto, actúa como medio de transmisión de calor. En la figura No. 6 se puede observar el esquema de este intercambiador de calor.

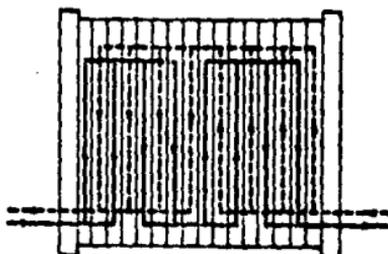


Figura No. 6 Esquema del Intercambiador de Calor de Placas

Fuente: (74)

Es posible utilizar aparatos que posean grupos de placas dispuestos de manera tal que se puedan realizar ciclos diversos. Este es el caso del pasteurizador de placas de tres etapas cuyo diagrama es mostrado en la figura No.7.

2.4.2 Concentracion y Congelacion

Por medio de la concentracion se reduce el coeficiente de actividad de agua y así se ve afectada la actividad microbiana.

Las ventajas que derivan de la concentracion de los jugos son múltiples; disminucion del volumen y del peso, menores costos por manejo, almacenamiento y transporte con respecto a la cantidad correspondiente de jugo

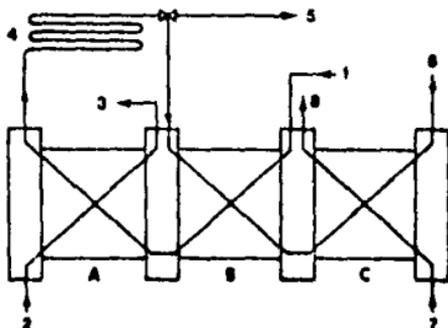


Figura No. 7. Esquema de Pasteurizador de Placas de Tres Etapas.

A = Etapa de Calentamiento

B = Etapa de Recuperación del Calor

1 = Entrada de Jugo

5 = Salida de Jugo Caliente

2 = Entrada de Agua Caliente

6 = Salida de Jugo Frio

3 = Salida de Agua Caliente

7 = Entrada de Agua para Enfriamiento

4 = Tubo de Sostenimiento

8 = Salida de Agua de Enfriamiento

Fuente: (74)

natural. (74)

Como se indicó en la parte correspondiente al procesamiento de jugos, los evaporadores de mayor utilidad son los denominados "TASTE" (Temperature Accelerated Short Time Evaporator). Estos operan con fases de calentamiento y de concentración para alcanzar la capacidad de evaporación óptima con el máximo ahorro de vapor y agua de condensación. Uno de los modelos más difundidos tiene 7 fases de concentración y 5 de calentamiento. El aparato permite alcanzar la concentración de 65°Brix para un jugo de naranja en tres minutos; durante el tiempo de sostenimiento en el evaporador el jugo es estabilizado. (74)

Debido a que el jugo concentrado se diluye con jugo de naranja natural con el objeto de reintegrar aromas perdidos, es necesario impedir fenómenos de hidrólisis enzimática y alteraciones microbiológicas por medio de la congelación. Esta debe realizarse rápidamente por medio de corrientes de aire a -35°C en túneles o en congeladores de placas.

El producto congelado debe almacenarse en cámaras de congelación hasta el momento en que se consuma.

Estos productos conservan sus características aun

despues de un año de almacenamiento.

2.4.3 Deshidratación

Mediante este proceso el coeficiente de actividad de agua se reduce al mínimo, por lo que las condiciones para la supervivencia de los microorganismos son difíciles.

La producción de jugos de naranja en polvo es posible mediante técnicas como la liofilización (freeze-drying), secado por aspersión y secado en forma de espuma.

En la liofilización el vapor de agua es eliminado del jugo congelado por sublimación al vacío para preparar así productos deshidratados de alta calidad. Presenta el problema de requerir condiciones controladas que eviten que el producto se derrita antes de ser deshidratado.

En el proceso de secado por aspersión el material líquido es atomizado hacia una corriente de aire caliente, las partículas atomizadas son secadas y caen por gravedad a un colector. Los jugos secados por este método no son competitivos con los secados al vacío.

El secado en forma de espuma incluye el secado en capas delgadas en un ambiente de aire caliente a presión atmosférica.

Los jugos deshidratados son útiles en lugares donde no se dispone de medios de refrigeración.

En estos productos, los constituyentes volátiles del jugo se pierden durante el secado y deben ser reemplazados, esto se logra mediante la incorporación de aceites esenciales. (56)

En general, aunque el sabor de los jugos en polvo no es el mismo al de los productos líquidos y su costo de fabricación es más elevado, poseen ventajas en relación al empaque, almacenamiento y distribución.

2.4.4 Conservadores

Aunque la calidad de los jugos se mantiene por las técnicas antes mencionadas, existe demanda por los conservadores químicos como simple precaución contra la recontaminación.

Los agentes antimicrobianos más ampliamente usados son el dióxido de azufre, el benzoato de sodio y el ácido sorbico. (74)

El dióxido de azufre puede emplearse en estado gaseoso o bien bajo la forma de sales del ácido sulfuroso como el metabisulfito de potasio y el bisulfito de sodio. Inhibe el oscurecimiento y previene la pérdida de

vitamina C por oxidación, sin embargo, no afecta las enzimas pécticas responsables de la pérdida de la turbidez.

La desventaja del dióxido de azufre es que reacciona con algunos constituyentes del jugo como aldehidos, cetonas y azucares formando compuestos que carecen del poder preservador. Esto provoca que los productos deban almacenarse a bajas temperaturas para evitar que se lleven a cabo estas reacciones. (74)

Para operaciones a larga escala, el dióxido de azufre se aplica en forma de gas, por ser esta la mas economica.

En ocasiones se emplean combinaciones de dióxido de azufre y benzoato de sodio para asegurar la estabilidad ante la contaminación microbiana.

El ácido benzoico no es satisfactorio cuando se emplea solo debido a que no inhibe las reacciones de oscurecimiento. (56)

En general el dióxido de azufre es el conservador químico de mayor aceptación debido a su uso fácil y elevada solubilidad. (74)

2.5 Control de Calidad

El control de calidad en la elaboración de jugos cítricos se lleva a cabo desde el manejo de los frutos durante el cultivo y la cosecha a través de cada uno de los pasos del procesamiento hasta que el producto terminado se distribuye.

El propósito fundamental de realizar un control de calidad en una planta de procesamiento de cítricos es el de ayudar a mantener un proceso uniforme y obtener un producto final de alta calidad y que cumpla con las especificaciones requeridas.

Hay muchas formas de llevar a cabo un buen control, y entre ellas se encuentra la necesidad de observar cada punto del proceso y realizar evaluaciones sobre muestras tomadas en diferentes etapas.

Los factores de calidad tomados en cuenta en el fruto son tanto externos como internos. Los externos incluyen el aspecto uniforme, la coloración adecuada, la sanidad y la ausencia de daños mecánicos causados por la cosecha. Los factores internos consideran el porcentaje de jugo, contenido de sólidos solubles totales (SST), el contenido de ácidos (A), y la relación SST/A . (52)

Cada fruto tiene especificaciones diferentes en cuanto a estos factores. Todo depende si el fruto va a

ser consumido directamente o va a ser procesado.

La industria procesadora es menos exigente en las condiciones externas del fruto, pero lo es en la calidad del jugo obtenido del mismo.

Los parámetros empleados para determinar la calidad en jugos cítricos son :

- Grados Brix
- Acidos
- Proporción Brix/Acido
- Aceite recuperable
- Pulpa
- Naringina
- Defectos
- Color
- Actividad pectinesterásica
- Acido ascórbico
- Cuenta microbiana

2.5.1 Grados Brix

El término "grados Brix" se emplea en la industria de los jugos para indicar el porcentaje de sólidos solubles contenidos.

Dentro de los sólidos solubles la mayor parte está constituida por azúcares, seguida de ácidos orgánicos y

muy pocas sales orgánicas e inorgánicas. (52)

El porcentaje de sólidos solubles presentes es un buen índice del grado de madurez del fruto y es importante para el establecimiento del grado de calidad y el precio del jugo. La determinación puede realizarse por medio de un refractómetro o un hidrómetro.

2.5.2 Ácidos

Siendo el ácido cítrico el principal ácido presente se procede a su determinación por medio de métodos especificados en el AOAC. (59) Sin embargo, algunos analistas han modificado estos métodos ligeramente para apresurar la titulación de las muestras.

El contenido de ácido en jugos cítricos está determinado como el ácido titulable total calculado como ácido cítrico anhidro y se expresa como porcentaje en peso (g/100g de concentrado). (54)

2.5.3 Proporción ° Brix/Ácido

La proporción Brix/ácido es un cálculo trascendental en la industria de los cítricos. Es usado como índice de madurez del fruto y es un factor importante para establecer diferencias entre los estándares y para indicar la relativa acidez o dulzor del jugo. (54)

2.5.4 Aceite recuperable

El aceite esencial contribuye de manera significativa en el sabor del jugo. Si la cantidad es muy reducida el producto se hace insípido y si se encuentra en exceso da una sensación desagradable al paladar.

Los estándares de Estados Unidos consideran el exceso de aceite en un jugo como un defecto de manufactura.

2.5.5 Pulpa

Cantidades grandes de pulpa centrifugada en una muestra indican que se aplicaron altas presiones al fruto en el extractor y en el refinador. (54)

La pulpa en suspensión está constituida por fragmentos de sacos de jugo y la cantidad presente en éste varía entre los fabricantes, ya que cada uno establece la proporción que desea en su producto. Obviamente existen límites para evitar proporciones exageradas que afectarían la calidad del jugo.

2.5.6 Naringina

El análisis de este glicósido se emplea como índice del grado de amargor en el jugo de toronja.

Kesterson (41) determinó que el 90 % de la naringina contenida se encuentra en el albedo y la membrana de la toronja.

Se ha encontrado que el jugo que contiene menos de 50 mg de este compuesto posee un sabor más agradable.

El alto contenido de naringina es indicador de altas presiones ejercidas en el extractor y refinador.

2.5.7 Defectos

Los defectos en jugos cítricos son errores de procesamiento que afectan la palatabilidad y apariencia del producto.

Estos errores pueden manifestarse de diversas formas, como por ejemplo la presencia de manchas negras, cristales, escamas, exceso de aceite u otros que se mencionarán con mayor detalle más adelante.

2.5.8 Color

El color es un factor esencial en la atractividad de cualquier alimento.

Para la determinación de este parámetro debe desaerarse el jugo y mantenerse a 80° F, ya que de otro modo se afectan las lecturas realizadas en el

colorímetro.

Las lecturas deben correlacionarse con evaluaciones visuales para ser significativas.

Los estándares permiten la mezcla de algunos jugos de tangerina con los de naranja en cantidades que no excedan del 10 % del volumen. (24) Esta práctica se lleva a cabo para mejorar el color pálido de algunos jugos de naranja.

2.5.9 Actividad Pectinesterásica

Esta determinación sirve para establecer si la operación de pasteurización ha sido realizada normalmente y si, en consecuencia, la pectinesterasa ha sido inactivada. (74)

La prueba puede aplicarse a concentrados o al jugo que se agrega a éstos, denominado "cut back", y que pudiera ser pasteurizado.

2.5.10 Acido ascórbico

Los métodos empleados para la determinación del ácido ascórbico en jugos son para la forma reducida de éste.

Si se llegan a obtener valores bajos en la

titulación colorimétrica llevada a cabo para la determinación, esto no necesariamente se debe a la pérdida de vitamina C, sino a que el ácido ascórbico se ha oxidado a dehidroascórbico, que posee casi la misma actividad biológica. (47) El proceso de oxidación es reversible y ocurre cuando el producto ha sido expuesto al aire por largos periodos.

2.5.11 Cuenta microbiana

Los productos especialmente vulnerables a la contaminación microbiana son los concentrados y los jugos cítricos preparados a partir de los concentrados.

El tipo de microorganismos presentes en jugos cítricos aún a temperaturas de refrigeración pertenecen a los géneros Leuconostoc y Lactobacillus. (54) Estos producen diacetilo, que da al jugo un sabor y olor amantequillado nada agradable.

El conteo de bacterias antes y después de los intercambiadores de calor es especialmente importante cuando se reprocessan cargas de concentrados.

Cuentas normales en concentrados de jugo de naranja de 40° Brix varían de 25,000 a 75,000 microorganismos. (47)

2.6 Defectos

Aunque los jugos cítricos se fabrican de manera que sean lo más semejantes en apariencia y sabor a los jugos recién extraídos, suelen presentarse en ocasiones algunos problemas que afectan la calidad del producto.

Los problemas pueden manifestarse de diversas formas las cuales se mencionan a continuación:

- Alteraciones en el color
- Cambios en el sabor
- Cambios en la apariencia
- Pérdida de la turbidez

2.6.1 Alteraciones en el color

En el enlatado de jugos cítricos el primer defecto es el oscurecimiento no enzimático que se presenta durante el almacenamiento, siendo particularmente característico en los productos más ácidos y de color más débil tales como el limón y la toronja. (47)

Los factores que más afectan la velocidad y el tipo de oscurecimiento son la acidez, la temperatura de almacenamiento, presencia o ausencia de oxígeno y la naturaleza de los recipientes.

El origen del oscurecimiento es debido a más de un

tipo de reacción, siendo la más conocida la reacción de Maillard, que sucede entre una azúcar y un aminoácido a pH de 4 o menor.

En el caso de la toronja rosada, esta contiene pigmentos, principalmente caroteno y licopeno, que permanecen en la porción de sólidos suspendidos después del procesamiento del jugo. El almacenamiento de estos jugos a temperatura ambiente puede causar la formación de colores cafés en el líquido. (56)

Algunos fabricantes han intentado solucionar este problema por medio de la adición de mayor cantidad de pulpa, pero el contenido de ésta está limitado por la presencia de compuestos amargos como la naringina y la limonina.

2.6.2 Cambios en el sabor

La retención del sabor durante el almacenamiento de los jugos es de capital importancia para tener una amplia aceptación entre los consumidores, siendo éste un serio problema en el caso del jugo de naranja.

En el jugo de toronja, la operación de extracción del jugo tiene importantes efectos en el sabor del mismo. Si las presiones aplicadas son muy rigurosas, se incorporan proporciones considerables de albedo y

vesículas de jugo que dan sabor fuerte y amargor al líquido.

El jugo de tangerina posee un sabor muy especial que en Estados Unidos denominan "waxy" y que parece ser responsable de sabores desagradables, por ello se produce preferentemente este tipo de jugo en forma de concentrados que son más estables. (56)

El jugo de limón que fuere almacenado a temperatura ambiente debe tener bajo contenido de aceite para evitar el desarrollo de sabores no agradables. Si se requiere más aceite para mejorar el sabor debe añadirse éste en la forma libre de terpeno, ya que ésta es menos susceptible a la oxidación.

No deben olvidarse los microorganismos contaminantes que producen los sabores amantequillados y ácidos antes mencionados.

2.6.3 Cambios en la apariencia

La presencia de escamas blancas o amarillentas en el producto final se debe al glicósido hesperidina, un componente natural en jugos de naranja y tangerina que precipita bajo ciertas condiciones de pH y forma una capa en los evaporadores. Cuando esta capa engruesa, algunas

porciones tienden a desprenderse y se hacen visibles.

Ocasionalmente los jugos cítricos pueden mostrar manchas negras. Esto es causado cuando las vesículas de jugo se queman durante la evaporación. (47)

La presencia de cristales en jugos de alto contenido de potasio se debe a la recristalización del citrato monopotásico durante el almacenamiento. Los concentrados de alta densidad que contienen estos cristales son aceptables para la fabricación de productos reconstituídos, debido a que estos se redisuelven.

2.6.4 Pérdida de la turbidez

Cuando no se lleva a cabo la inactivación de la pectinesterasa, esta desesterifica (elimina los grupos metilo) la pectina del jugo para formar ácido pectínico. Los iones divalentes como el calcio presente de manera natural en el jugo, reacciona con este ácido para formar pectato de calcio y dar lugar a la clarificación del jugo. (56)

Se ha observado que con relativa frecuencia el jugo enlatado que se ha clarificado, en ocasiones presenta una especie de gel en el suero. La formación de este gel está relacionada con la concentración pectica, pH, contenido

de iones divalentes y actividad enzimática del jugo.

Debido a que la operación de refinado tiene un marcado efecto en el contenido de pectinas solubles en el jugo, debe considerarse como punto de control para la formación del gel.

En el caso del jugo de limón, este permanece mucho tiempo después de su extracción y antes del refinado, lo que tiende a incrementar el contenido de pectina soluble. Esto puede remediarse centrifugando o filtrando el jugo.

Cuando los productos concentrados y congelados se almacenan a temperaturas entre -12 y -15° C por largos periodos se daña el sabor, se pierde la denominada "nube", y se forman geles.

Debido a su alto contenido de pectina, enzimas pécticas y su alta acidez, el jugo de toronja es más susceptible que el de naranja a la gelatinización. El jugo solidifica formando una masa gelatinosa que es difícil de reconstruir.

Por otro lado, el aceite en exceso es considerado como defecto del proceso, ya que la cantidad de este puede ser regulada. Al igual que en los jugos antes mencionados en jugo de lima produce alteraciones en el sabor.

III. ADULTERACION

3.1 Definición y Causas de Adulteración

Entendemos por adulteración de un jugo la alteración de la proporción de sus componentes originales por diversos medios y/o la presencia de un componente extraño en él.

El principio básico de cualquier adulteración se fundamenta en la fabricación de un producto lo más similar posible al jugo natural, pero de menor costo. Para lograr esto es usual añadir productos que no existen en el jugo natural con el objeto de hacerlo más atractivo al consumidor. (69)

El producir jugos o concentrados agradables al consumidor y no excesivamente caros, ha inducido a los fabricantes a elaborar bebidas sin las características marcadas en las normas y a utilizar sustancias con el objeto de corregir deficiencias o encubrir falsificaciones. (82)

El problema de las adulteraciones en jugos cítricos se ha dado principalmente en los mercados europeos, como consecuencia de la extremada competencia existente y debido a una oferta superior a la demanda. Esto ha llevado a que los productores de elaborados industriales

se vean en la necesidad de llevar a cabo estas prácticas con el fin de mantener los precios dentro de los niveles de competitividad.

Con el objeto de evitar que tales métodos se extiendan al comercio internacional de jugos y concentrados de cítricos es necesario incrementar los esfuerzos en la investigación de métodos de detección de adulteraciones. El problema es que se ha puesto en marcha un refinado mecanismo de adulteraciones que son disimuladas hasta el punto de hacer imposible su detección por los medios habituales.

3.2 Tipos de Adulteraciones

En relación a las adulteraciones llevadas a cabo en jugos cítricos, en el año de 1958 Royo Iranzo publicó el primer artículo en el que se mencionaba la necesidad de establecer una legislación rigurosa para la producción y venta de bebidas refrescantes en España basadas en jugos cítricos. Un año después, el problema de las adulteraciones fue expuesto públicamente en el V Congreso Internacional Citrícola celebrado en Catania. (69)

Posteriormente, numerosos centros de investigación en España e Italia se iniciaron en la tarea de formulación de datos acerca de la detección de diferentes tipos de fraudes y falsificaciones en jugos cítricos.

La investigación referente al mismo tema realizada en el Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos en Valencia fue subsidiada durante algunos años por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. El interés por la conservación de la calidad y la detección de este tipo de fraudes se fue extendiendo a otros países de Europa tales como la República Federal Alemana e Inglaterra. (69)

Dado el gran consumo y aceptación del jugo de naranja, la mayor parte de los estudios han sido

enfocados a este producto.

Las adulteraciones que con mayor frecuencia se llevan a cabo en los jugos y concentrados de naranja se pueden clasificar en los siguientes apartados:

1. Adición de sustancias que, hallándose presentes en los jugos, no procedan de los frutos correspondientes (agua, ácido cítrico, azúcares, ácido ascórbico, ciertos aminoácidos, etc.).

2. Adición de sustancias extrañas a los jugos (colorantes y enturbiadores artificiales, emulgentes, ácido tartárico, etc).

3. Adición de jugos de otras especies de frutos cítricos distintas a la declarada (jugo de limón o mandarina añadidos al de naranja, etc), o de extractos de otras partes del fruto distintas al jugo. (60)

Es interesante el contemplar como las adulteraciones de jugos cítricos han evolucionado de simples diluciones con agua, azúcar y ácido a métodos altamente sofisticados de adulterantes diseñados para encubrir dichas prácticas.

La forma más comúnmente usada en los años 70 es fue el uso de subproductos del fruto como lo son los

extractos obtenidos de la cascara y la pulpa. (54) Sobre todo el extracto obtenido del lavado de la pulpa y que es mejor conocido como "pulpwash", ha causado grandes polemicas en relación a que algunas Agencias de Regulacion lo consideran adulterante y otras no.

El Departamento de Citricos en Florida (E.U.A) realizó tres exámenes en jugo de naranja durante los años 1979 y 1980 con el objeto de establecer las adulteraciones más frecuentes en este producto. Los resultados de estas pruebas indicaron que la mayoría de los jugos se habian adulterado por empleo de "pulpwash" y/o azúcares y/o diluciones. (54)

Es evidente que si el fabricante que desea afectar una adulteración, conoce los analisis que se van a llevar a cabo en los jugos o concentrados de citricos para dictaminar sobre su pureza, tratará de equilibrar la composicion de estos de manera que los resultados que se obtengan se encuentren dentro de los margenes admisibles. (68)

Algunos organismos han desarrollado marchas analíticas que no publican en toda su extension, a fin de poder demostrar en cualquier momento aquellas adulteraciones en que el fabricante haya creído compensar artificialmente todos los componentes que, por lo que se

ha publicado, supone que constituirán el análisis de control. (68)

3.3 Normalización

Para averiguar si un jugo cítrico del comercio está puro o si parte de él está integrado por una composición sintética, se precisará disponer de unas tablas normalizadas en las que consten los valores máximos, mínimos y promedios de los componentes característicos de los jugos naturales; mediante el análisis cuantitativo de estos componentes y comparación de sus resultados con los de las tablas normalizadas, se podrá deducir si el jugo comercial es puro o está adulterado.

3.3.1 Normalización en el Mundo

Algunos organismos técnicos de los países productores o importadores de jugos cítricos han trabajado para confeccionar dichas tablas, en las que se indican los límites máximo y mínimo de los componentes típicos de los jugos naturales fabricados a escala industrial. (68)

En el cuadro No.5 se detallan los valores mínimo y máximo de los componentes del jugo de naranja que han sido caracterizados por diversos autores. Algunos de estos autores han estudiado de manera específica los jugos de determinados países o regiones tales como California, Florida, Israel, Italia, España y Texas. Otros se han referido al jugo de naranja de manera más o

Cuadro No.5

Intervalos de Variación de Algunos Componentes del Jugo de Naranja Segun Diveros Autores.

COMPONENTE	UNIDADES	SEISEL Y KITCHEL (C)	BENK (V)	GALVASANO (I)	FISHER (U)	PAST (T)
Sólidos solubles	g	9.7-15.2	9.3-1a		10.2-12.1	8.4-12.9
Acidos,	g ác.citr.anh/100 ml		0.6-1b		0.8-1.3	0.4-1.2
Azúcares totales,	% en azúcar invert.		2.5-4.7		7.3-10.5	4.5-10.5
Glucosa,	g/100 ml					
Fructosa,	g/100 ml					
Sacarosa,	g/100 ml		0.3-6		3.1-4.4	3.3-5.7
Acido Ascórbico,	mg/100 ml		25-80		52.5-89.4	31.8-50.4
Índice de Formol,	ml NaOH, 0.1N/10 ml	2.3-3.5	1.2-2.9			
Índice de Cloramine para 1 ml			0.1-17.9			
Nitrógeno Total,	mg/100 ml		43-126		74-110	
Pectina Total,	mg/100 ml		40-210			
Carotenoides Totales	mg/100 ml					
Hesperidina,	mg/100ml		28-115			
Cenizas,	g/100ml	0.35-0.46		0.26-0.48	0.33-0.41	0.29-0.42
Sodio,	mg/100ml		0.4-2	1.1-0.48		
Potasio,	mg/100ml	146-218	134-193	94.1-143.6		139-201
Calcio,	mg/100ml		5.4-15.6	3.1-8.8		
Magnesio,	mg/100ml		7.3-15.3	1.1-3.8		
Fósforo,	mg/100ml	17.6-24.1	10-22	13.2-18.3		11-18.7
Hierro,	mg/100ml			0.14-0.43		
Sulfatos,	mg SO ₄ /100ml					
Cloruros,	mg Cl-/100ml		2.1-3.6			
Nitratos,	mg N ₂ O ₃ /100ml					
Vitamina B1,	mg/100ml					

(C) California

(V) Varías procedencias

(I) Italia

(U) Texas

Fuente: (8)

... Continuación del Cuadro No. 5

Intervalos de Variación de Algunos Componentes del Jugo de Naranja Según Diversos Autores.

COMPONENTE	UNIDADES	KOCH Y HESS (VI)	EDEN MENSELISE (IS)	PRIMO Y FOYO JR. (S)	SAMYER (R)	PRIMO Y ROYO JR. (F)
Sólidos Solubles	Pc			9.4-12.5	10.3-11.8	10.9-13.7
Ácidos,	g ác.citr.ash/100 ml	0.8-1		0.82-2	0.86-1.48	0.71-1.66
Azúcares Totales,	% en azúcar inv.	8.5-9.4			5.9-8.3	
Glucosa,	g/100 ml	2-3.1				
Fructosa,	g/100 ml	2-3.5				
Sacarosa,	g/100 ml	2.4-4.2			3.7-4.1	
Ácido Ascórbico,	mg/100 ml	41-53			50-54	
Índice de Fensol,	ml NaOH 0.1N/10 ml	1.4-2			1.2-2.1	
Índice de Clorofila,	para 1 ml					
Nitrógeno Total,	mg/100 ml				59-95	
Fectina Total,	mg/100 ml	78-83				
Carotenoides Totales	mg/100 ml	0.2-0.46				
Hesperidina,	mg/100 ml	50-100				
Cenizas,	g/100 ml	0.35-0.43	0.24-0.34	0.26-0.42	0.34-0.43	0.42-0.62
Sodio,	mg/100 ml	0.4-2.4		0.2-2.5	0.7-1.4	0.8-2.75
Potasio,	mg/100 ml	150-215	107-160	98-200	146-203	181-248
Calcio,	mg/100 ml	8-24		9.3-21.5	12.1-19.2	
Magnesio,	mg/100 ml	3-19		3.3-15.1		
Fósforo,	mg/100 ml	12.4-16.2	6.5-17	9.3-21.4	12.3-18.9	3-11.75
Hierro,	mg/100 ml	0.04-0.26		5.3-15.1		
Sulfatos,	mg SO ₄ /100 ml			0.05-0.6		
Cloruros,	mg Cl-/100 ml			7.04-21.12		
Nitratos,	mg H ₂ O ₂ /100 ml			2.99-8.7		
Vitamina B ₁ ,	mg/100 ml	0.05-0.16		0.05-0.28		

(I) Israel

(S) España

(R) Mediterráneo

(VI) Varias procedencias

(F) Florida

Fuentes (48)

menos general, sin estudiar de una manera estadística el país o zona citrícola de su origen.

Es evidente que la información contenida en el cuadro No.5 es de suma utilidad para el conocimiento de los intervalos de variación de los componentes del jugo de naranja. Sin embargo, en la determinación de la autenticidad de un jugo cítrico es necesario tomar en cuenta los siguientes puntos:

a) No todos los componentes reseñados en el cuadro No.5 son los parámetros utilizados para determinar si un jugo es puro o está adulterado. Puede suceder que cierto componente tenga un margen de variación muy amplio, o su valor pueda compensarse fácilmente por medios artificiales, lo cual lo va a hacer inútil como parámetro seleccionable para el objetivo antes mencionado.

b) Ya que se han elegido los parámetros que pueden utilizarse, deben de tomarse en cuenta las variaciones en la composición de los jugos procedentes de distintos países citrícolas. Este factor es muy importante, ya que las condiciones edafológicas, climatológicas y forma de cultivo van a influir de manera diferente dependiendo de la región productora. Incluso esto origina que se encuentren valores mínimos y máximos que puedan ser diferentes a los registrados en cierta área.

c) Existen variaciones en la composición del suero y de la pulpa del jugo de naranja. Esto provoca que existan algunos componentes que se encuentren en diferentes proporciones en la pulpa y en el suero. Un componente que presente dichos márgenes de variación no debe ser utilizado como parámetro a menos de que se refiera al jugo con una proporción fija de pulpa. (68)

Especificaciones del Código de Controles Federales.

Algunas especificaciones generales del Código de Controles Federales de los Estados Unidos (CFR) para bebidas y jugos de fruta en los Estados Unidos, se refieren al nombre que debe llevar el producto dependiendo si se trata de un concentrado, un jugo o una bebida diluida. Igualmente a la indicación del porcentaje de jugo contenido en dicho producto, cuyo cálculo debe realizarse con base en el o los jugos no diluidos empleados en la fabricación del mismo. (24)

Otro punto contemplado es el llenado del recipiente, que no debe ser menor al 90 % de la capacidad total del contenedor, excepto cuando el alimento es congelado o empacado en envases individuales que contienen una onza del fluido o menos.

En todos los productos se requiere haber partido de

frutos maduros y sanos a los que se les han eliminado las semillas y el exceso de pulpa y que hayan sido manufacturados adecuadamente sin encontrarse fermentados. En el caso del jugo de limón concentrado congelado empleado en la preparación de limonada se permite la adición de colorantes, edulcorantes o preservadores autorizados.

En el jugo de toronja no se permite más del 10 % en volumen de jugo obtenido de híbridos de toronja. Puede ser endulzado con jarabes de azúcar invertida, glucosa y fructosa, así como con azúcar en polvo, siempre y cuando la cantidad de estos ingredientes no contribuya más del 15 % de los sólidos solubles del producto final. Los estándares del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) indican que el Brix final de este producto puede variar entre 3B y 4B.

En las mezclas de jugos de toronja y naranja los mismos estándares recomiendan no menos del 50 % de jugo de naranja en la mezcla y 75 % cuando el color es pálido. Las especificaciones militares de Estados Unidos mencionan 60-75 % de jugo de naranja. El valor final de Brix es semejante al anterior cuando se trata de productos endulzados.

Para el jugo de naranja el CFR especifica que no

debe agregarse mas del 10 % del volumen del jugo obtenido de especies de Citrus reticulata o híbridos de esta. El ajuste no debe llevarse a cabo mediante el producto obtenido del lavado de la pulpa y que se conoce como "pulpwash". Los edulcorantes permitidos en dicho jugo son semejantes a los establecidos para jugo de toronja. En cuanto al porcentaje de solidos solubles antes de agregar los edulcorantes, este debe ser de 11.8 % en peso. (24)

Para el jugo de naranja con bajo contenido de acido se especifica que no debe contener ningun edulcorante, ya que se lleva a cabo un proceso en el que se emplean resinas de intercambio ionico para reducir el contenido de ácido expresado como acido citrico anhidro por 100 g de jugo.

No se han establecido estandares para el jugo de tangerina concentrado congelado. Generalmente los valores para la proporcion °Bx/ácido, contenido de aceite y concentración han seguido a los preescritos para jugo de naranja.

En el cuadro No. 6 se pueden observar todas las especificaciones requeridas para diversos productos de jugo de naranja.

Existen variaciones en cuanto a la legislación entre

Cuadro No. 6
Especificaciones Requeridas por el CFR para Productos de Jugos de Naranja

DENOMINACION	JUGO DE FRUTA DE LA ESPECIE	INGREDIENTES PERMITIDOS						
		EA	ACEITE DE CASCAZA	VOLATILES	SALES	POSAVA	JUGO LINDO	AZUCAR
JUGO DE NARANJA 146.133	CITRUS SINENSIS	-	-	-	-	-	-	-
JUGO DE NARANJA CONGELADO 146.137		-	-	-	-	-	-	-
JUGO DE NARANJA PASTEURIZADO 146.14	CITRUS SINENSIS Y 10% EN VOLUMEN DE CITRUS PECTICOLATA O HIBRIDOS	10.5	*	-	*	-	10% O 10% DE 10% DE 10% DE	*
JUGO DE NARANJA ENLATADO 146.141	*	10	*	-	*	-	-	*
JUGO DE NARANJA PARA MANEJ. 146.151	FUEZEN EMPLEARSE CITRUS SINENSIS IN- MACIDAS Y JUGO DE CITRUS RETICULATA	-	*	-	*	-	*	-
JUGO DE NARANJA CON PRESERVADOR 146.152	CITRUS SINENSIS +0.2% EN PESO DE BENZOATO DE SODIO O ACIDO ESCORBICO	-	*	-	*	-	*	-

Fuentes (20)

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

... Cont. Cuadro No. 6
Especificaciones requeridas por el CFI para Productos de Jugo de Naranja

DENOMINACION	JUGO DE FRUTA DE LA ESPECIE	INGREDIENTES PERMITIDOS						
		Gr	ACEITE DE CASCARA	VOLATILES	PULPA	FURF- VASH	JUGO CONC	AZUCAR
JUGO DE NARANJA RECONSTITUIDO 149.142	JUGO DE 149.146, 149.157, 149.158, 149.157, 149.161, 149.140	11.6	*	*	*	*	*	*
JUGO DE NARANJA CONC. COND. 149.144	CITRUS SINENSIS +10% CITRUS PERICARPATA O MIERDICE CON SU CASCARITA	AL SOL. 11.8	*	ESENCIA DE NARANJA	*	*	*	*
JUGO DE NARANJA CONC. EN AZUCAR 149.145	CITRUS SINENSIS	AL SOL. 11.3	*	*	*	*	*	-
JUGO DE NARANJA PARA NUTR. 149.153	PULPERA DE CITRUS SINENSIS INDIVIDUAL	-	*	*	*	*	*	-
JUGO DE NARANJA CONC. CON PRE- SERVADO 149.154	CITRUS SINENSIS	-	*	*	*	*	*	*

Fuente: (24)

países y aun dentro del mismo país. Este es el caso de Estados Unidos, en donde el CFR permite la adición de "pulpwash" en concentrados de naranja, mientras que el Departamento de Cítricos del Estado de Florida lo prohíbe.

3.3.2 Normalización en México.

En México solo existen las siguientes normas relacionadas a jugos cítricos líquidos:

- Norma Oficial Mexicana para Jugo de Toronja
- Norma Oficial Mexicana para Jugo de Naranja Envasado
- Norma Oficial Mexicana para Jugos para Infantes

A continuación se mencionarán algunas especificaciones mencionadas en dichas normas.

3.3.2.1 Norma Oficial Mexicana para Jugo de Toronja. (40)

Las especies consideradas para la obtención de dicho jugo son Citrus maxima y Citrus paradisi. Asimismo, se toman en cuenta tres grados de calidad:

- Calidad "A" o extra
- Calidad "B" o común
- Calidad "C" o corriente

Las especificaciones fisicoquímicas y organolépticas para dicho producto pueden observarse en los cuadros No.7 y No. 8 respectivamente.

Cuadro No. 7

Especificaciones Fisicoquímicas para Jugo de Toronja

Según NUM-F-18

ESPECIFICACIONES FISICOQUÍMICAS	CALIDAD "A"		CALIDAD "B"		CALIDAD "C"	
	MÍNIMO	MÁXIMO	MÍNIMO	MÁXIMO	MÍNIMO	MÁXIMO
Densidad Relativa a 20°C/20°C	1.048		1.042		1.342	
Acidez titulable expresada como ácido cítrico expresada en mg/l	0.9	1.6	0.7	1.75	0.7	1.75
	140.54	249.84	109.3	273.27	109.3	273.27
Sólidos disueltos, por lectura refractométrica a 20°C ± (B/S)	10		10		10	
Relación entre contenido de sólidos disueltos y acidez titulable	7	25	7	25	7	25
Sólidos en suspensión % (v/v)	10		15		18	
Contenido de ácido ascórbico en ppe	250		200		150	
Presencia de antisépticos	0		0		0	

Fuente: (38)

Cuadro No. 8

Especificaciones Organolépticas para Jugo de Toronja

Segun NOM-18

ESPECIFICACIONES ORGANOLEPTICAS	Calidad "A"	Calidad "B"	Calidad "C"
Color	Brillante, característico, semejante al del jugo recién extraído del fruto maduro y de la variedad de toronja empleada.		
Olor	Aromático, distintivo, semejante al del jugo de toronja recién extraído.		
Sabor	Característico, semejante al del jugo recién extraído del fruto maduro, no debe presentar gusto a cocido o de oxidación o de terpenos, ni cualquier sabor extraño u objetable	Característico, semejante al del jugo recién extraído del fruto maduro, se tolera un ligero gusto a cocido o de oxidación o a terpenos.	
Apariencia	Debe ser muy buena, podrá tener ligera tendencia a separarse en dos capas y deberá estar exento de corteza, semillas y sedimentos.	Debe ser buena, podrá tener tendencia a separarse en dos capas y estará exento de corteza, semillas y sedimentos.	

Fuente: (38)

Entre las sustancias que pueden ser adicionadas se encuentran el azúcar refinado y cualquiera de los ácidos siguientes: cítrico, málico, tartárico, ascórbico u algún otro ácido específico para ajustar la relación de sólidos solubles y acidez titulable.

3.3.2.2 Norma Oficial Mexicana para Jugo de Naranja Envasado. (37)

La especie empleada para la obtención del jugo es Citrus sinensis L. Solo se clasifica un solo tipo y grado de calidad.

Las especificaciones físicoquímicas y organolépticas se presentan en los cuadros No.9 y No. 10 respectivamente.

En cuanto a ingredientes opcionales, se indica que puede ser agregado hasta el 10 % del jugo de naranja de otras variedades (Citrus reticulata L). Para ajustar el contenido de sólidos solubles esta permitida la adición de jugo de naranja concentrado y/o congelado en cantidad no mayor a la cuarta parte de los sólidos solubles del mismo .

Como edulcorantes se pueden emplear azúcar refinado, glucosa, fructosa y azúcares invertidos en no más del 5 %.

Cuadro No. 9

Especificaciones Fisicoquímicas para Jugo de Naranja
Envasado Según NOM-F-118.

ESPECIFICACIONES FISICOQUÍMICAS	MINIMO	MAXIMO
Densidad relativa a 293°K/293°K (20°C/20°C)	1.04021	1.05464
pH	3	4
Acidez titulable expresada como ácido cítrico anhidro en g/100 cm	0.65	1.85
Sólidos disueltos por lectura refractométrica a 293°K (20°C) expresados en grados Brix	10.5	13.5
Relación entre el contenido de sólidos disueltos y acidez titulable (*)	12.0	20.0

*Índice de madurez

Fuente: (37)

Cuadro No. 10

Especificaciones Organolépticas para Jugo de Naranja
Envasado Según NOM-F-118.

Color	Característico, semejante a la variedad de naranja empleada.
Olor	Característico del jugo recién obtenido del fruto fresco.
Sabor	Característico del producto, sin sabores extraños.

Fuente: (37)

Los ácidos orgánicos autorizados son cítrico, málico, tartárico y otros permitidos para la Secretaría de Salud para ajustar la relación de sólidos solubles y acidez titulable.

Como aditivos se permiten:

- ácido ascórbico (0.5 g/100 cm³ o su equivalente en sales de potasio o sodio
- benzoato de sodio (0.05 a 0.1 %)
- sorbato de sodio o potasio (0.05 a 0.1 %)

3.3.2.3 Norma Oficial Mexicana para Jugos para Infantes. (2)

El producto puede encontrarse en dos presentaciones:

- 1) Jugo de una sola fruta
- 2) Jugo de dos o más frutas

pero solo existe un grado de calidad para ambas.

Las especificaciones físicoquímicas y organolépticas son presentadas en los cuadros No. 11 y No. 12 respectivamente.

Los ingredientes básicos son: frutas sanas y limpias, agua, sacarosa, dextrosa, jarabe de glucosa de maíz en las cantidades que establezca la Secretaría de Salud y, ácido ascórbico.

Cuadro No. 11

Especificaciones Físicoquímicas para Jugo para Infantes
Según NDM-F453.

ESPECIFICACIONES FÍSICOQUÍMICAS	MINIMO	MAXIMO
Grados Brix	10.0	14.0
Acidez titulable en g/100 cm (como ác. citr. anh.	0.25	0.7
pH	3.2	4.0
Vitamina "C" en mg/100 cm	40	
Vacío en kPa	10.16	

Fuente: (2)

Cuadro No. 12

Especificaciones Organolépticas para Jugo para Infantes
Según NOM- F463

Color	Característico del jugo recién obtenido de acuerdo a la fruta que se trate.
Olor	Característico del jugo recién obtenido, libre de olores extraños causados por fermentación.
Apariencia	Líquido transparente u opaco dependiendo del tipo de presentación.

Fuente: (2)

Esta norma es muy general y por lo tanto poco específica para cítricos, por lo que no es muy útil en el problema de las adulteraciones llevadas a cabo en los jugos obtenidos a partir de estos frutos.

3.4 Métodos de Detección de Adulteraciones

La resolución del problema que plantea la determinación del grado de pureza de un jugo presenta grandes dificultades debido fundamentalmente a que la concentración de los componentes naturales del jugo varía según la especie, grado de madurez de la fruta, zona de cultivo y condiciones climatológicas entre otros factores. Además algunos fabricantes pueden incluir legalmente y según los casos, distintos ingredientes en sus formulaciones, lo que puede interferir en el análisis químico de ciertos constituyentes. Estas dificultades se acentúan en el caso de los néctares y bebidas refrescantes. Por ello, cualquier método que se emplee para resolver este problema debe basarse en la determinación de varios componentes del jugo que sean difíciles de adicionar por motivos técnicos y/o económicos. (57)

Se consideran tres métodos de análisis para la detección de las adulteraciones antes mencionadas:

- 1) Determinaciones cuantitativas de los componentes característicos de los jugos.
- 2) Métodos cualitativos para detectar presencia de sustancias que han sido añadidas.

3) Procedimientos para descubrir la presencia de jugos o partes de frutos diferentes a los declarados. (69)

Dentro de esta clasificación se encuentran algunos métodos físicos, químicos y microbiológicos que se han empleado con mayor frecuencia debido a su gran utilidad.

Los métodos físicos directamente relacionados con la composición química incluyen:

- espectrofotometría (uv, fluorescencia, colorimetría)
- gravimetría (cenizas, gravedad específica)
- espectrometría de masas (proporciones de isótopos)
- cromatografía
- rotación óptica

Especialmente la cromatografía se ha constituido en una herramienta útil en la determinación de la composición de productos cítricos y la detección de su adulteración. Algunos ejemplos se presentan a continuación:

- cromatografía en papel , para identificación y estimación de aminoácidos
- cromatografía de intercambio iónico en cuantificación de aminoácidos
- cromatografía en columna para separar e identificar los flavonoides

- cromatografía gas-líquido para determinar los volátiles en aceites cítricos. (54)

Aunque algunos métodos de cromatografía en papel y de capa fina aun son usados, las nuevas técnicas de cromatografía gas-líquido y HPLC han reemplazado las clásicas técnicas cromatográficas. (54)

En relación a los métodos químicos muchos han sido probados y propuestos para detectar adulteraciones. Algunos métodos son no-específicos y miden la clase general de compuestos mientras que otros son específicos para un compuesto dado. (54)

A continuación se resumen algunas de las investigaciones realizadas sobre detección de adulteraciones y para una mayor claridad se han agrupado según los componentes del jugo sobre los que se basan.

3.4.1 Minerales

Las determinaciones de constituyentes inorgánicos (ej. cenizas totales y alcalinidad de las cenizas) son métodos clásicos para estimar el contenido de jugo en jugos y bebidas cítricas.

Los perfiles minerales de jugos procesados dependen de numerosas variables: condiciones de crecimiento

(fertilización, lluvia, suelo, clima, origen geográfico, variedad y madurez), condiciones de procesamiento (tipo de extractor y colocación, refinador, condición del fruto, rendimiento de jugo), y contaminación (detergentes que contengan fosfatos, soluciones alcalinas para el lavado del equipo, soluciones empleadas en el lavado de los frutos). Aparte de las variables naturales y de procesamiento los adulteradores profesionales emplean adulterantes "hechos a la medida" con los principales elementos inorgánicos en las proporciones correctas. (54)

Morgan en 1963 introdujo varias modificaciones para evitar la interferencia de los sulfitos inorgánicos, benzoatos y fosfatos que pudieran ser adicionados como conservadores. (50)

Royo Irazo y García sugirieron que el análisis para la caracterización y detección de adulteraciones debe llevarse a cabo en el suero. Reportaron que el sodio, el calcio y el fósforo están en mayor cantidad en la pulpa que en el suero. En su estudio los valores para magnesio eran semejantes para pulpa y suero; potasio fue ligeramente mayor en el suero que en la pulpa. La justificación dada para realizar dichos análisis en el suero es que en las adulteraciones que normalmente se realizan en jugos cítricos la proporción de pulpa de los

mismos no tiene importancia que se vea afectada, dada su variabilidad admisible. Sin embargo, los componentes adulterantes añadidos ejercen una influencia manifiesta en el volumen y en el peso de la fase líquida o suero. De aquí que sean los componentes característicos del suero, los que deban ser utilizados como parámetros para la detección de las adulteraciones indicadas. (71) Un ejemplo de esto es el incremento que sufre el valor obtenido para el sodio cuando se emplean "pulpwash" o citrato de sodio como posibles adulterantes. (18)

Se ha encontrado que cuando un jugo es adulterado pueden ser afectados los contenidos naturales de ciertos aniones a los que podemos considerar como característicos, tales como sulfatos, cloruros y nitratos. Las proporciones de estos aniones podrían considerarse como parámetros útiles en el establecimiento de la pureza del jugo de naranja y que pueden ser tan representativos como los cationes empleados para el mismo efecto. (57) En el caso del valor obtenido para los nitratos, que es siempre inferior a 3 mg/l de N_2O_5 , éste se altera fácilmente en el momento que se añade al jugo la mayoría de las sustancias que normalmente se utilizan para su adulteración. (67)

Aparte de la importancia que en la detección de

traudes pueda significar el escaso contenido de nitratos de los jugos de naranja puros, el aumento de su proporción como consecuencia de la adición de sustancias adulterantes, puede conducir además a una mayor corrosión de los envases metálicos, con la consiguiente incorporación de cantidades de estaño y plomo que sobrepasen los límites admitidos por las legislaciones alimentarias. (67)

Vandercook y Guerrero en 1969 propusieron la relación entre el fósforo orgánico e inorgánico para determinar el contenido de jugo de un producto. (87)

Las técnicas espectrográficas han hecho posible la determinación de elementos individuales en forma rápida y segura. Así Mc Hard et al en 1974 han estudiado la composición de elementos metálicos del jugo de naranja por cuatro métodos espectrométricos concluyendo que todos ellos dan resultados concordantes. (49)

Existen opiniones encontradas con respecto a la utilidad de la determinación de elementos minerales como parámetro de determinación de adulteraciones. Mientras que Royo Irazo (1975) los clasifica dentro de los mejores parámetros para detectar adulteraciones, Navarro (1980) opina que no son muy útiles para evaluar la pureza de un jugo dada la facilidad con que pueden ser

adicionados para enmascarar adulteraciones. (68,57)

3.4.2 Aminoácidos

Los aminoácidos son un grupo importante de compuestos que han recibido gran atención.

El método empleado para estimar el contenido de estos en jugo es el índice de formol. Valores típicos se muestran en el cuadro No.13. (54)

Existen otros métodos para determinar aminoácidos totales pero no han sido ampliamente empleados en cítricos. Varios métodos colorimétricos con ninhidrina han sido publicados, pero los diferentes colores producidos por los aminoácidos individuales causan problemas de cuantificación. (54)

Desgraciadamente hay numerosas formas de burlar el análisis de aminoácidos totales como por medio de la adición de sales de amonio, aminoácidos baratos, péptidos e hidrolizados de proteínas. (54)

Benk y Cutka en 1972 encontraron, mediante cromatografía en capa fina o papel, jugos con índice de formol ajustado con glicina. (14)

Aranda et al (1969) emplearon la técnica de cromatografía bidimensional en capa fina para detectar la

Cuadro No. 13

Valores de Formol de Diversos Citricos (meg/100 ml).

VARIEDAD	C	F	N	I	IS	E	G
NARANJA (CALCULADO A 11 BRIE)	2.17±0.36	1.77 2.04 1.63±0.39	3.0±0.52	1.01-2.56 1.46-1.95	1.51±0.42 1.27±0.13	1.48 3.16±0.61	1.75 (0.58-3.74)
LIMON (CALCULADO A 68 AC. CITRICO CO AMH.)	2.13±0.33	1.72±0.08 1.95-0.08	1.65±0.35 2.0±0.32	1.0-2.1 0.6-1.8 1.2-2.46 1.65±0.26	2.09±0.49		
TORONJA	1.92 (1.64-2.27)	2.04	2.05±0.67 2.5±0.57	1.9	2.1		

C=CALIFORNIA
IS=ISRAELF=FLORIDA
G=GRECIAN=NUEVA ZELANDA
E=ESPAÑA

I=ITALIA

Fuentes (34)

adición de aminoácidos para ajustar el índice de formol. (6)

Royo y Cervello (1973) sugirieron la utilización de la relación nitrógeno total/nitrógeno de aminoácidos (Ntot/Naa) para determinar la autenticidad de un jugo de naranja. (70) Cinco años después Royo et al determinaron las proporciones de Ntot/Naa en el suero del jugo de limón y se compararon con el estudio anterior concluyendo que esta relación podría considerarse como un buen parámetro para la detección de adulteraciones. (72)

Debido a que la prolina no reacciona con el formaldehído, su relación con el índice de formol puede ser otro buen parámetro para el mismo fin. (15)

El índice de formol puede ser alterado también mediante la adición de sales de amonio, adición que se puede poner de manifiesto mediante el análisis del contenido de amonio con relación al nitrógeno total. (89)

La adición de extractos de cáscara puede incrementar el valor del índice de formol, ya que el contenido de aminoácidos de esta es más alto. (96)

Gieschner y Baumann (1966) determinaron el índice de formol en el jugo y en el suero obtenido por filtración encontrando que este parámetro permanece constante en el

sucro, mientras que aumenta en el jugo cuando a este se le añaden extractos de cascara. (33)

También se han empleado otros métodos para la estimación total en aminoácidos. Así, Vandercook et al (1975) determinaron los aminoácidos totales a través de la reacción colorimétrica con la ninhidrina y lectura a 480 nm. (89) Hils (1974) utilizó la reacción con el ácido trinitrobenceno sulfónico. (35)

En otros métodos, el establecimiento del grado de pureza de un jugo se basa en un solo aminoácido. Así, Morgan (1966) propuso el contenido de serina y Lewis (1966) la concentración de betaina para determinar el contenido en jugo de una bebida refrescante. (51,44)

Pero en general, los métodos para determinar la autenticidad de un jugo se basan en el análisis de varios aminoácidos y las distintas relaciones entre ellos. Vandercook y Price (1974) y Vandercook et al (1975) estudiaron el contenido del jugo de naranja en arginina y ácido γ -aminobutírico a lo largo de varias temporadas, concluyendo que estos valores, así como sus relaciones con otros constituyentes, pueden ser útiles para la detección de adulteraciones. (89,88) Zamorani et al (1973) y Russo et al (1974) utilizaron la relación [(prolina + arginina) / (ácido aspártico + arparagina)] para

caracterizar jugos cítricos de distinta relación azúcar/ácido. (97,73) Habegger y Sulser (1974) emplearon la relación entre la suma de todos los aminoácidos y la suma del contenido en serina, prolina, ácido γ -aminobutírico y arginina para determinar el contenido de jugo de un producto. (34)

En ocasiones, y con el fin de enmascarar una adulteración, se añaden al jugo hidrolizados de proteínas para ajustar el número de formol, pero en este caso no es difícil detectar el fraude investigando los aminoácidos individuales. (57) Este aspecto fue estudiado por Niedman en 1976, llegando a proponer valores mínimos para los seis aminoácidos mayoritarios del jugo de naranja (prolina 5 ; arginina 2 ; asparagina 1.75; ácido γ -aminobutírico 1.5; ácido aspártico 1.5 ; serina 0.7 nmol/lit), concluyendo que una variación en el contenido de los distintos aminoácidos puede ser debida a la adición de hidrolizados de proteínas, entre otras causas. (58) También a través de la glicina se puede detectar este tipo de adulteración. (43)

La adición de extractos de cáscara y pulpa podría ser detectada mediante el examen del contenido en algunos aminoácidos minoritarios tales como valina, leucina, isoleucina, metionina, tirosina y fenilalanina, ya que el

total de ellos es aproximadamente el doble en los extractos que en el jugo. (52)

Paralelamente a la aparición de los analizadores automáticos de aminoácidos, se han realizado numerosos trabajos sobre la composición en aminoácidos del jugo de naranja. (56)

En la figura No.8 se muestran los cromatogramas del análisis de aminoácidos en un jugo de naranja puro y uno adulterado. En dicho diagrama es posible observar que los picos más altos corresponden al ácido aspártico, ácido γ -aminobutírico, prolina y arginina. Estos aminoácidos junto con la asparagina, serina, alanina y ácido glucámico son los aminoácidos más importantes en el jugo de naranja. (95)

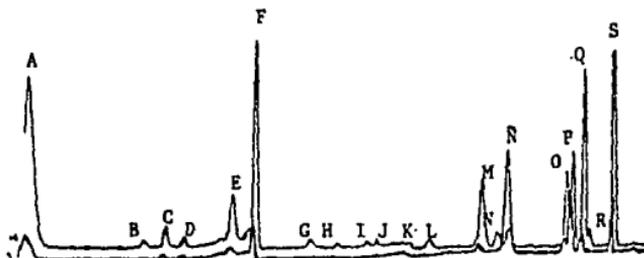
Para reconocer la adición de aminoácidos o hidrolizados proteicos debe de tomarse en cuenta el rebase de los valores máximos, así como la relación entre los aminoácidos individuales.

Salta a la vista que al comparar ambos diagramas, en el producto adulterado los valores de amonio y ácido glucámico son muy altos. Por otro lado el pico de ácido aspártico por sí solo no parece anormal, pero en comparación con el ácido γ -aminobutírico y la arginina es

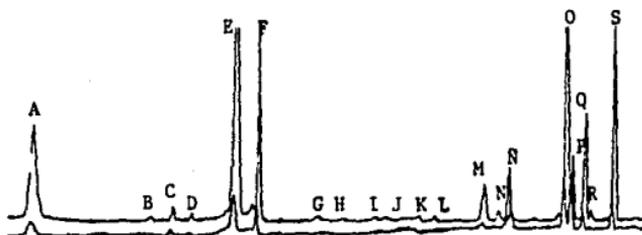
Figura No. 3

Cromatogramas Obtenidos del Análisis de Aminoácidos de un Jugo de Naranja Puro y uno Adulterado.

Jugo de Naranja Puro



Jugo de Naranja Adulterado



A = Arginina
B = Histidina
C = Lisina
D = Ornitina
E = Amonio
F = Ac. γ -Aminobutírico
G = Fenilalanina
H = Tirosina
I = Leucina
J = Isoleucina

K = Metionina
L = Valina
M = Alanina
N = Glicina
N = Prolina
O = Ac. Glutámico
P = Asparagina
Q = Serina
R = Treonina
S = Ac. Aspártico

Fuente: (95)

muy alto. De ello es posible deducir que se incrementaron los valores de amonio, ácido glutámico y ácido aspártico de manera artificial. (93)

3.4.3 Vitaminas

La composición en vitaminas ha sido estudiada con el fin de establecer métodos de detección de adulteraciones en los jugos de naranja. Así, Sawyer (1963) investigó la vitamina C y el ácido nicotínico, junto a un gran número de parámetros analíticos, con el fin de poder detectar simples diluciones o la incorporación de extractos de cáscara. (75) La vitamina B, ha sido también considerada como compuesto de interés debido a que el intervalo en que se encuentra presente no es muy amplio. (63)

Sin embargo la vitamina C, la más abundante en el jugo, no es demasiado útil para el fin que nos ocupa por cuanto puede adicionarse fácil y económicamente como ácido ascórbico sintético. (57)

3.4.4 Ácidos orgánicos

Son parte importante de los jugos cítricos desde el punto de vista organoléptico. También han sido empleados para detectar adulteraciones y adulterantes. (54)

El jugo de limón, por ejemplo, se vende en base a su

acidez, que es principalmente ácido cítrico. La adulteración por medio de la adición de este ácido es un problema antiguo. Algunas veces el ácido cítrico se añade junto con el azúcar al jugo de naranja para mantener la adecuada proporción Brix/ácido. (54)

En relación a la adición de este compuesto a los jugos, Primo y Royo en 1968, al estudiar las curvas de neutralización del jugo de naranja, concluyeron que un cambio en el pH podría indicar adición de ácido cítrico al modificar la capacidad reguladora del tampón ácido cítrico-citrato en el jugo. Este mismo grupo de investigadores desarrollaron una técnica cualitativa por cromatografía en capa fina de los ácidos orgánicos para detectar adulteraciones. (63)

En un estudio de los ácidos orgánicos, llevado a cabo por cromatografía gas-líquido fueron identificados los siguientes: láctico, oxálico, malónico, fosfórico, succínico, benzoico, adípico, málico, tartárico, isocítrico, acónítico y cítrico. Los autores de este estudio examinaron sacarosa comercial y ácido cítrico para detectar impurezas ácidas en dichos adulterantes. Se encontró que la diferencia entre los patrones mostrados los ácidos propios del jugo y las impurezas de sacarosa y ácido cítrico que se añaden para compensar

diluciones son demasiado pequeñas para constituir un parámetro indicativo de adulteración. (64)

Recientemente el ácido isocítrico ha sido utilizado con éxito en la detección de adulteraciones con ácido cítrico y simples diluciones. El ácido se mide usando la enzima isocitrato dehidrogenasa. Isocitrato está presente en cantidades pequeñas pero constantes. (54)

La proporción relativamente constante entre los ácidos cítrico e isocítrico en los jugos cítricos hace que la determinación de ambos componentes minoritarios sea un indicador de su pureza. (5)

El ácido presente en mayor cantidad después del cítrico es el l-málico. Vandercook et al lo usaron en la determinación de adulterantes en jugo de limón. (91) La concentración del ácido muestra un amplio margen de valores en limón y decrece dramáticamente en el almacenamiento del fruto. (85) El bajo costo del ácido d,l-málico y el alto costo del ácido l-málico influyen en la selección de métodos analíticos cuando se emplea este parámetro en la detección de adulteraciones. Si solo se determina el ácido málico total, la adulteración puede ser fácilmente encubierta por medio de la adición de ácido d,l-málico. El método enzimático que mide la forma leve puede ser burlado añadiendo el doble de ácido

D,L-málico. Así que para complementar el método enzimático es necesario realizar una determinación de ácido málico total. (66) El método de rotación óptica del ADAC no se ve influido por la adición de ácido D,L-málico. (4)

3.4.5 Compuestos Polifenólicos

Los jugos cítricos contienen un amplio grupo de estos compuestos que incluyen cumarinas y flavonoides, los cuales pueden ser determinados por espectrometría en la zona del ultravioleta.

Las diferencias encontradas entre el jugo puro y el jugo procedente del lavado de la pulpa, en lo que a las características espectrales se refiere, ha conducido a considerar a las mismas como parámetros indicativos de la adición del jugo recuperado por lavado de pulpa al jugo puro. (61) No obstante, debe tenerse en cuenta que el método de extracción del jugo también afecta a estas características, incrementando la absorción en el ultravioleta, cuando se aplica mayor presión en el extractor. (62) Del mismo modo los extractos alcohólicos sobre los que se efectúan las medidas espectrofotométricas vienen afectados por el tratamiento previo de la muestra, según que ésta sea el jugo, el

filtrado o el suero obtenido por centrifugación. (57)

Así como es posible detectar la adulteración de un jugo con extracto obtenido del lavado de la pulpa, también es factible determinar la adición de extracto obtenido de la cascara debido a las diferencias en composición de dicho extracto en comparación con las del jugo.

Cohen et al en 1984 realizó el análisis de la composición de cascara y jugo de naranja y toronja. Encontró que el contenido de ácido isocitríco, las cenizas, los minerales, la pectina total, los flavonoides totales, los cloruros, los fosfatos y el número de cloramina-1 y arginina son mayores en el extracto que en el jugo. (25)

Una estimación del contenido total en polifenoles puede ser obtenida por colorimetría, a través de la reacción del ácido sulfanílico con los mismos y lectura a 440 nm, cuya automatización ha sido llevada a cabo por Vandercook et al en 1975. (89)

Las nuevas técnicas de cromatografía líquido-líquido de alta presión han permitido la separación, identificación y cuantificación de algunos compuestos individuales. (31) Un ejemplo de ello es la determinación

de hesperidina realizada en jugo de naranja por Von Galensa en 1980. (94)

3.4.6 Pigmentos

El color de un jugo de naranja es un importante factor externo de calidad, pues influye en gran medida sobre la aceptación del producto por el consumidor; de ahí que en ocasiones se trate de mejorarlo mediante la adición de colorantes artificiales o naturales. (57) El β -caroteno es uno de los pigmentos que se añaden a productos pobres en color para mejorar su aspecto. (54) Varios tipos de análisis, como la determinación del contenido de carotenoides, han sido desarrollados para detectar estos colorantes. (11) Análogamente el contenido de carotenoides puede servir también como indicio de posible adición de jugo de mandarina al jugo de naranja. (27)

3.4.7 Volátiles

Los componentes volátiles presentes en frutos cítricos son factores muy importantes que contribuyen al sabor y aroma característico de frutos y jugos, pero son de poca importancia en la detección de adulteraciones en jugo. (57)

3.4.8 Azúcares

El jugo de naranja es facilmente adulterado por mezclas de jarabe de maiz o de azucar que se agregan a éste antes del empaque.

La adulteracion por medio de la adición de jarabe de maiz o de azucar puede ser detectada por un procedimiento de cenizas. El jugo de naranja de cualquier region posee un contenido de cenizas de intervalo estrecho. Pero existe variabilidad en este valor y la determinación en sí tiene cierta incertidumbre analitica. El valor de cenizas puede alterarse mediante la adición de compuestos inorgánicos apropiados para simular la composición correcta. Si no se emplean materiales inorgánicos y el jarabe utilizado es alto, no hay problema en su detección, pero si el adulterante añadido es solo el 10-15% de los ingredientes totales, la determinación no se puede realizar con seguridad.(5)

Otra herramienta empleada para detectar adulteración de jugo de naranja con jarabe de maiz o de azucar es por medio del análisis de azúcares. Hay tres azúcares principales en jugo de naranja, glucosa, fructosa y sacarosa y se encuentran presentes en una proporción de 1:1:2 respectivamente. Si se añade al jugo jarabe de maiz que contiene en su mayoría glucosa o jarabe de caña que contiene en su mayoría sacarosa, esta proporción se ve

afectada. (5)

La disponibilidad de jarabe de caña parcialmente hidrolizado y el recientemente desarrollado jarabe de maíz con alto contenido de fructosa hace posible el producir un jugo adulterado con composición muy similar a la de un jugo de naranja auténtico. (5) Sin embargo, Doner y Billis en 1982 realizaron determinaciones de la relación $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ por espectrometría de masas para la detección de jarabe de maíz con alto contenido de fructosa en jugo de naranja. La proporción de $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ en dicho producto es lo suficientemente uniforme y diferente de la de jarabe de maíz con alto contenido de fructosa, por lo que la adición de este al jugo puede ser fácilmente detectada. (29)

Aunque los azúcares son considerados de poca utilidad para la detección de adulteraciones por la facilidad y economía de su adición para enmascarar diluciones, existen algunos autores que han realizado estudios en ellos. Uno de ellos es Benk, que en 1968 indicó que la adulteración de jugos de naranja con extracto de cascara debe ser fácil de detectar debido a que su contenido en pentosas es aproximadamente tres veces más alto que en el jugo. (12) Este mismo autor en 1971 utilizó la determinación de rafinosa y estaquiosa

como medio de detección de adición de extractos de soya al jugo concentrado, ya que estos dos azúcares no se encuentran en el jugo de naranja. (13)

La medida de reductores distintos a los azúcares puede llevarse a cabo mediante el ensayo de la cloramina-T. (22) De este modo pueden detectarse extractos de corteza, ya que su valor es mas alto en los mismos. (96) En ocasiones, se incluye este parámetro como medida de la pureza de un jugo. (45)

La simple dilución de un jugo y adición de azúcar y ácido puede ser detectada mediante la reacción isotópica $^{18}\text{O}/\text{D}$, ya que esta es modificada por la planta, mientras que en el agua es constante, por lo que cualquier adición de agua variara dicha relación en el jugo. (19) En la evaluación de ^{18}O es importante notar que todos los jugos y concentrados de naranja auténticos poseen valores positivos mientras que el agua posee valores negativos. (18) De este modo se puede determinar también si el jugo, aunque no se haya adulterado, se ha preparado por redilución de un concentrado. (57)

3.4.9 Ensayo Microbiológico

Recientemente se ha propuesto un método microbiológico para determinar adulteraciones en jugo de

naranja, basado en el desarrollo del Lactobacillus plantarum, el cual bajo condiciones controladas, presenta un crecimiento proporcional al contenido de jugo en el producto. El motivo de esta selectividad microbiana radica en que algunos nutrientes como los aminoácidos leucina, isoleucina, valina y metionina, así como el mineral manganeso, contenidos en el jugo son factores limitantes para el crecimiento del lactobacilo. (86,92) El método consiste esencialmente en la inoculación del microorganismo en el jugo o bebida a examinar, después de ser este centrifugado y ajustado su pH a 6.9 e incubación a 35-37°C durante 30 horas. El desarrollo microbiano se manifiesta por un enturbiamiento de la muestra inoculada y, mediante la medida de la absorbancia a 550 nm, se deduce el grado de crecimiento de lactobacilos y, a partir de este, el contenido de jugo de la muestra. (4)

Este método ha sido automatizado recientemente para eliminar la mayoría de las operaciones manuales y reducir el tiempo de ensayo de treinta a menos de dos horas. (90)

Desgraciadamente los ensayos biológicos han sido prácticamente pasados por alto para empleo en la detección de adulteraciones, pero en realidad tienen un potencial significativo para dicha aplicación.

3.4.10 Analisis de Datos

Debido a que, como ya hemos apuntado, la composición cuantitativa del jugo de naranja no es constante, los datos obtenidos por cualquier metodo empleado deben ser evaluados convenientemente. Esta evaluacion puede llevarse a cabo por comparacion con los datos publicados o bien con muestras consideradas como patrones; de cualquier modo, esta estimación esta sujeta a errores, por las propias variaciones del jugo, de ahí que se deba considerar el grado de error que se pueda cometer. (57)

Por ello la tendencia actual está encaminada hacia el analisis estadístico de los resultados, en lo cual coinciden muchos de los investigadores. Sin embargo, se han empleado metodos estadísticos para la determinación de la pureza de un jugo citrico sin tomar en cuenta las variaciones en la composición del jugo causadas por las diferencias existentes entre variedades y lugares de origen del fruto. Esto ha causado que se pueda errar en el juicio de la pureza de un jugo en dos formas:

- 1) Considerando un jugo puro como adulterado
- 2) Clasificando un jugo adulterado como puro

En el primer caso, el productor del jugo es afectado directamente, ya que de manera incorrecta se rechaza su

producto lo que trae consigo pérdidas económicas y el que se vea afectada su reputación.

En el segundo caso el productor corre con la suerte de no ser descubierto en su fraude, pero el consumidor es engañado al adquirir un producto de menor calidad.

De ambos casos el que se observa con mayor frecuencia es el primero y esto se debe a que los intervalos de confianza establecidos en dichos métodos no se modifican al incrementarse el número de parámetros a evaluar en una muestra, con lo que aumenta la probabilidad de rechazo de un producto puro. (21)

Algunos investigadores han desarrollado pruebas simultáneas con el objeto de limitar la probabilidad de rechazo de una muestra que no ha sido adulterada a un valor máximo de 5 %. (20)

Por otra parte el principal problema radica en la decisión de los parámetros a utilizar para este propósito, dado que no existe uno o varios que puedan considerarse en términos absolutos como los más adecuados. (57)

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Siendo México de los primeros productores de cítricos en el mundo y exportador de jugos de naranja, toronja y limón , es necesario que se establezcan normas para los productos elaborados en el país de manera que estos sean de óptima calidad y competitivos a nivel mundial.
2. En México existen pocos estudios de la composición de frutos por región, lo cual dificulta el establecimiento de tablas con valores representativos por variedad y origen. Por ello deben incrementarse las investigaciones con respecto a esto.
3. Existe gran diversidad de opiniones con respecto a las sustancias que pueden ser añadidas a los jugos cítricos, por lo que es necesario unificar criterios o establecer acuerdos entre países citrícolas o exportadores y países consumidores.
4. Es importante el incrementar y mejorar las investigaciones en cuanto a métodos de detección de adulteraciones para definir pruebas específicas e infalibles de la pureza de un jugo y así evitar el avance de métodos para encubrir dichas adulteraciones.

5. De acuerdo a estudios realizados hasta el momento, los parámetros que son más adecuados para la determinación de adulteraciones llevadas a cabo en jugos cítricos son los componentes nitrogenados, los aniones y la vitamina B. Sin embargo, no se pueden considerar como pruebas únicas para la determinación de la autenticidad de un jugo.

6. Las adulteraciones que se llevan a cabo con mayor frecuencia en jugo de naranja son la dilución, el empleo de extracto obtenido del lavado de la pulpa y/o azúcares.

7. En el jugo de limón la adulteración más común es con ácido cítrico, ya que este producto se vende en base a su acidez.

8. La causa principal de llevar a cabo prácticas de adulteración es reducir el costo del producto y hacerlo más competitivo.

9. Las técnicas más empleadas para la detección de adulteraciones en jugos son las cromatográficas y esto se debe a que son aplicables a numerosos componentes del jugo y a que se han modernizado.

10. Deben de tomarse más en cuenta los métodos microbiológicos en la determinación de la pureza de un jugo.

11. Es necesario fomentar investigaciones sobre la composición de jugos cítricos comerciales elaborados en México.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y BIBLIOGRAFIA

1. Agricultural Research Service. Chemistry and Technology of Citrus, Citrus Products and By Products. 1962. Agricultural Handbook No. 98. U.S. Dpt. of Agriculture Washington, D.C.
2. Alimentos para Infantes y Niños de Corta Edad - Jugos. 1964. Norma Oficial Mexicana. F-453.
3. Anon. 1976. Contenido de Aldehidos, Esteres y Alcoholes y Acidos en Aceites Citricos. Rev. Agroquim. Y Tec. de Alim. 16 :4.
4. Anon. 1976. Método Microbiológico para Evaluar el Contenido Real de Zumo en los Productos Cítricos. Rev de Agroquim. y Tec. de Alim.. 16:4, 439.
5. Anon. 1980. Analysis of Orange Juice. Anal. Chem. 52:12, 1269 A - 1272 A.
6. Aranda, A., et al. 1969. Detección de Adulteraciones en Zumos Cítricos XVI. Cromatogramas Característicos de los Aminoácidos del Zumo de Diversas Especies y Variedades de Frutos Cítricos. Rev. de Agroquim. y Tec. de Alim. 9, 586-600.
7. Attaway, J.A., et al. 1972. New Analytical Indicators of Processed Orange Juice Quality. Proc. Fla. State Hortic. Soc. 85, 192-203.
8. Axelrod, B. 1947. Phosphatase Activity as an Index of Pasteurization in Citrus Juices. Fruit Prod. Jour. 26, 132-133.

9. Bartholomew, E.T.; Sinclair, W.B. 1943. Soluble Constituents and Buffer Properties of Orange Juice. *Plant Physiol.* 18, 185-206.
10. Benk, E. 1965. Content of Inorganic Materials Esp. Na. in Natural Orange Juices. *Mitt. Geb. Lebensm. Hyg.* 56, 273-281.
11. Benk, E. 1965. The Detection of β -Carotene and Carotene Compounds Added to Fruit Juices and Fruit Juice Stock. *Essenze Deriv. Agrum.* 35, 113-118.
12. Benk, E. 1968. Detection of Pulp and Peel Extracts in Orange Juices on the Basis of Their Pentosan Content. *Deut. Lebensm. Rundsch.* 64, 146-148.
13. Benk, E. 1971. Identification of Soya Extracts in Orange Juice Concentrates and Raw Materials Containing Orange Juice. *Bauwelt.* 111, 265-268.
14. Benk, E., Cutka, I. 1972. Adulterations of Orange Juices and Their Detection by Analytical Means. *Mitteilungsbl. GDCh- Fachgruppe Lebensm. Gerichtl. Che.* 26, 166-171.
15. Benk, E. y Dittich, J. 1976. Evaluation of Citrus Juices on the Basis of Their Proline Content and the Formol Value : Proline Ratio. *Deut. Lebensm. Rundsch.* 72, 239-242.
16. Block, R.J., Boilling, D.J. 1944. Nutritional Opportunities with Aminoacids. *J. Am. Diet Assoc.* 20, 69.

17. Braddock, R.J. 1972. Fatty Acid Distribution in Orange Juice Phospholipids. J. Food Sci. 37, 387-388.
18. Brause, A.R., et al. 1984. Verification of Authenticity of Orange Juice. J. AOAC . 67:3, 535-539.
19. Bricout, J., y Merlivat, L. 1971. Deuterium Content of Orange Juice, C.R. Acad. Ser. D. 273, 1021-1023.
20. Brown, M.B., Cohen, E., Volman, L. 1981. Anmerkungen zu Statistischen Verfahren zur Bestimmung des Reinheitsgrades von Zitrussaften. Fluss. Obst. 48:9, 286, 288, 290-292, 297, 298, 293-296.
21. Brown, M.B. ,Cohen, E. 1983. Discussion of Statistical Methods for Determining Purity of Citrus Juice. J. AOAC. 66:3, 781-188.
22. Calvarano, I. 1966. Chloramine and Formaldehyde Number of Italian Citrus Juices. Essenze Deriv. Agrum. 346, 177-191.
23. Clements, R.L., Lealand, H.V. 1962. An Ion Exchange Study of the Free Aminoacids in the Juices of Six Varieties of Citrus. J. Food Sci. 27, 20-25.
24. Code of Federal Regulations .1984.21 Parts 100 to 169. Washington.
25. Cohen, E., et al. 1984. Characteristics of Israeli Citrus Peel and Citrus Juice. J. Food Sci. 49, 987-990.
26. Cook, R. 1983. Quality of Citrus Juices as Related to Composition and Processing Practices. Food Tech. 37: 6,

68-71.

27. Di Giacomo, et al. 1968. Detection of the Addition of Mandarin Juice to Orange Juice: Analysis of the Carotenoids Present. *Ind. Conserve.* 43, 123-128.
28. Di Giacomo, A., Calvarano, M., y Livide, G. 1973. Vitamin B₁ in the Juice of the Sweet Biondo Comune Oranges of Calabria. *Essenze Deriv. Agrum.* 4, 236-244.
29. Doner, L. W., y Bills, D. D. 1982. Mass Spectrometric ¹³C/¹²C Determinations to Detect High Fructose Corn Syrup in Orange Juice. Collaborative Study. *J. AOAC.* 55:3, 608-610.
30. Dong, F.M., Oace, S.M. 1973. Folate Distribution in Fruit Juices. *J. Am. Diet Assoc.* 62, 162.
31. Fisher, J.F. 1978. A High Performance Liquid Chromatographic Method for the Quantitation of Hesperidin in Orange Juice. *J. Agric. Food Chem.* 26, 1.459-1.460.
32. Gherardi, S., Aglio, G. y Carpi, G. 1976. Evaluation of Peel and Pulp on Concentrated Orange Juice. *Ind. Conserve.* 51, 201-204.
33. Gierschner, K. y Baumann, G. 1966. Analytical Evaluation of Citrus Juices with Special Reference to Formaldehyde Value. *Int. Fed. of Fruit Juice Prod. Sci-Tech. Commision.* 7, 117-120.
34. Habegger, M., y Sulser, H. 1974. Determining the Natural Fruit Content in Orange Juice and Beverages Based

- on Free Aminoacids Evaluation. Lebens-Wiss. Technol. 7,182-185.
35. Hils, A. 1974. Alpha-Amino Nitrogen, an Additional Criterion for the Evaluation of Orange Juice. Fluess. Obst. 41, 5-9.
36. Hulme, A.C. 1971. Biochemistry of Fruit and Their Products. Academic Press. New York. Vol II.
37. Jugo de Naranja Envasado. 1984. Norma Oficial Mexicana. F-118.
38. Jugo de Toronja. 1968. Norma Oficial Mexicana. DGN-F-18.
39. Kefford, J.F. 1959. The Chemical Constituents of Citrus Fruits. Adv. Food. Res. 9, 285-372.
40. Kefford, J.F. 1966. Citrus Fruits and Processed Citrus Products in Human Nutrition. World Rev. Nutr. Diet. 6, 197-249.
41. Kesterson, S.W., Hendrickson, R. 1953. Agric. Exp. Stn. Tech. Bull. 511 : Univesity of Floridas Gainesville.
42. Kirchner, J.G. 1961. Oils in Peel, Juice Sac and Seed in the Orange. Univ. of Calif. Press. Riverside.
43. Koch, J. 1979. Free Aminoacids in Commercial Orange Juice. Fluess. Obst. 46, 212-216.
44. Lewis, W.M. 1966. Chemical Evaluation of Orange Juice In Compounded Soft Drinks. J. Sci. Food Agri. 17, 316-

320.

45. Lifhitz, A., et al. 1974. Method for Testing the Purity of Israeli Citrus Juices. J. AOAC. 57, 1.169-1.175.
46. Maier, V.P., Beverly, G.D. 1968. Limonin Monolactone, the Nonbitter Precursor Responsible for Delayed in Certain Citrus Juices. J. Food Sci. 33, 488-492.
47. Maya, A., Garcia, M. del C., Mendoza, J. 1973. Anteproyecto sobre la Industrialización de Cítricos en el Estado de Tamaulipas. CONACYT.
48. Mc Cready, R.M., Walter, E.D. 1950. Sugars of Citrus Juices. Food Tech. 4, 19-20.
49. McHard, J.A., et al. 1979. Comparison Study of Four Spectrometric Methods for the Determination of Metallic Constituents in Orange Juice. Anal. Chem. 51:11, 1.613-1.616.
50. Morgan, R.H. 1963. Combined Acids as an Index of Citrus Juices Content. Food Process Pack. 32, 163-167.
51. Morgan, R.H. 1966. Serine as an Index of Orange Juice Content of Soft Drinks. J. Assoc. Public Anal. 4, 73-80.
52. Morin, C. 1983. Cultivo de los Cítricos. IICA-CIDIA. Peru.
53. Moschette, D.S., Hinman, W.F., Halliday, E.G. 1947. Effect of Time and Temperature of Storage on Vitamin Content of Certain Commercially Canned fruits and Fruit

Juices Stored 12 Months. Ind. Eng. Chem. 39, 994.

54. Nagy, S., Attaway, J.A. 1980. Citrus Nutrition & Quality. ACS Symposium Series.

55. Nagy, S., Nordby, H.E. 1970. The Effects of Storage Conditions on the Lipid Composition of Commercial Prepared Orange Juice. J. Agric. Food Chem. 18, 593-597.

56. Nagy, S., Shaw, F. 1977. Citrus Science & Technology. Avi Publishing. Vol I y II.

57. Navarro, J.L. 1980. Progresos en la Detección de Adulteraciones en Zumo de Naranja. Rev. de Agroquim. y Tec. de Alim. 20:3, 289-298.

58. Niedmann, P.D. 1976. A Contribution to the Quantitative Determination of Free Aminoacids and Ammonia in Orange Juice. Deut. Lebensm. Rundsch. 72, 119-126.

59. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 1984. 14th ed. AOAC, Inc. U.S.A.

60. Petrus, D., Attaway, J. 1980. Visible and Ultraviolet Adsorption and Fluorescence Excitation and Emission Characteristics of Florida Orange Juice and Orange Pulpwash: Detection of Adulteration. J. AOAC, 63:6, 1317-1331.

61. Petrus, D.R., , Dougherty, M.H. 1973. Spectrophotometric Analysis of Orange Juice and Corresponding Pulpwashes. J. Food. Sci. 38, 913-914.

62. Petrus, D.R., y Dougherty, M.H. 1973. Spectral Characteristics of Three Varieties of Florida Orange Juice. *J. Food Sci.* 38, 659-662.
63. Primo, E., y Royo, J. 1968. Detección de Adulteraciones en Zumos Cítricos XII. Características de la Curva de Neutralización y su Variación como Consecuencia de las Adulteraciones. *Rev. de Agroquim y Tec. de Alim.* 8, 352-359.
64. Primo, E., et al. 1969., Detección de Adulteraciones en Zumos Cítricos XV. Identificación de Ácidos Carboxílicos Presentes en Zumo de Naranja, Sacarosas Comerciales y Ácidos Cítricos Comerciales por Cromatografía Gas-Líquido y Cromatografía en Capa Fina. *Rev. de Agroquim. y Tec. de Alim.* 9, 415-423.
65. Ramírez, J.M. 1983. Técnicas de Producción y Utilización de los Cítricos en México. SARH-INIA. México D.F.
66. Reinhard, C., Von Koeding, G. 1978. Determination of Malic Acid in Fruit Juices. *Fluess. Obst.* 45:10, 373, 376, 381.
67. Royo, J. 1971. Detección de Adulteraciones en Zumos Cítricos XVII. Contenido en Sulfatos, Cloruros y Nitratos del Suero de los Zumos de Naranja Españoles. *Rev. de Agroquim. y Tec. de Alim.* 11:4, 562-567.
68. Royo, J. 1975. Métodos para la Detección de Fraudes

en los Zumos Cítricos. Rev. Agroquim. y Tec. de Alim. 15:2, 162-169.

69. Royo, J. 1977. Quality and Detection of Frauds in Commercial Citrus Juices in Different Countries of Europe. Proc. Int. Soc. Citric. 3, 783-790.

70. Royo, J., Cervelló, C. 1973. Detección de Adulteraciones en Zumos Cítricos. XVIII. Contenidos en Nitrógeno Total y Nitrógeno de Aminoácidos del Zumo de Naranjas Españolas. Rev. de Agroquim. y Tec. de Alim. 13, 578-582.

71. Royo, J., García, J.G. 1974. Detección de Adulteraciones en Zumos Cítricos XIX. Diferencias entre las Proporciones de los Componentes Característicos del Suero y de la Pulpa del Zumo de Naranjas Españolas. Rev. de Agroquim. y Tec de Alim. 14, 136-143.

72. Royo, J., Paris, M. J. y Grima, R. 1978. Detección de Adulteraciones en Zumos Cítricos. XXI. Contenido en Nitrógeno Total y Nitrógeno de Aminoácidos en los Sueros del Zumo de los Limones Españoles. Rev. de Agroquim. y Tec. de Alim. 18:4, 485-489.

73. Russo, C., et al. 1974. Nitrates Substances of Citrus Fruits V. Aminoacids of Lemon Juice. Essenze Deriv. Agrum. 44, 365-372.

74. Safina, G. 1978. Los Derivados de los Cítricos. Fideicomiso del Limón en Nafinsa. México D.F.

75. Sawyer, R. 1963. Chemical Composition of Some Natural and Processed Orange Juices. J. Sci. Food Agri. 14. 302-310.
76. Stewart, I. 1974. Comunicación Personal. Agricultural Research and Education Center, Univ. of Florida, IFAS, Lake Alfred. E.U.A.
77. Stewart, I. 1977. Provitamin A and Carotenoid Content of Citrus Juices. J. Agr. Food Chem. 25, 1132.
78. Stewart, I., Newhall, W.F., Edwards, G. 1964. Isolation and Identification of 1-Synephrine in the Leaves and Fruit of Citrus. 239, 930-932.
79. Stewart, I., Wheaton, T. A. 1964. Phenolic Amines in Citrus Juice. Proc. Fla. State Hortic. Soc. 77, 318-320.
80. Ting, S.V., Deszyck, E.J. 1958. Internal Color and Carotenoid Pigments of Florida Red and Pink Grapefruit. Proc. Am Soc. Hort. Sci. 71, 271.
81. Ting, S.V., et al. 1974. Nutrient Assay of Florida Frozen Concentrated Orange Juice for Nutrition Labeling. Proc. Fla. State Hortic. Soc. 87, 206-209.
82. Termes, J., De la Torre, M.C. 1979. Determinación de los Parámetros Químicos de Calidad de las Bebidas Refrescantes, Zumos y Néctares de Naranja y Limón del Mercado. Anal. Bromatol. 31:2, 159-172.
83. Van Arsdel, W., et al. 1973. Food Dehidratation. Avi Publishing. Vol II.

84. Vandercook, C.E., et al. 1970. Citrus Juice Characterization. Identification and Estimation of the Mayor Phospholipids. J. Agric. Food Chem. 18,905-907.
85. Vandercook, C.E., et al. 1966. Effects of Some Fruit Storage and Processing Variables on the Characterization of Lemon Juice. J. Food Sci. 31, 58.
86. Vandercook, C., et al. 1976. A Potential Microbiological Assay of Fruit Content in Orange Juice Products. J. Food Sci. 41, 709-710.
87. Vandercook, C.E., Guerrero, H.C. 1969 . Citrus Juice Characterization Analysis of Phosphorus Fractions. J. Agr. Food Chem. 17, 626-628.
88. Vandercook, C.E., Price, R.L. 1974. Rapid Determination of γ -Aminobutyric Acid and Arginine in Orange Juice Application to Detecting Adulteration. J. AOAC, 57, 124-129.
89. Vandercook, C.E., Price, R.L. y Harrington, C.A. 1975. Multiple Automated Analysis for Orange Juice Content: Determination of Total Sugars, Reducing Sugars, Total Acidity, Total Aminoacids and Phenolics. J. AOAC. 58, 482-487.
90. Vandercook, C., Lee, S.D. y Smolensky, D.C. 1980. A Rapid Automated Microbiological Determination of Orange Juice Authenticity. J. Food Sci. 45, 1416-1418.
91. Vandercook, C.E., Rolle, L.A., Ikeda, R.M. 1963.

- Characterization of California-Arizona Lemon Juice by its Total Aminoacid and l-Malic Acid Content. J. AOAC. 46, 353.
92. Vandercook, C.E., Smolensky, D.C. 1979. Microbiological Assay with Lactobacillus plantarum for Detection of Adulteration in Orange Juice. Food Prod. Dev. 13, 60.
93. Veldhuis, M.K. 1971. Orange and Tangerine Juices in Fruit and Vegetable Processing Technology. Avi Publishing Co. Westport, Conn.
94. Von Galensa, R., Herrmann, K. 1980. Hochdruckfluessigkeitschromatographische Bestimmung von Hesperidin in Orangensaefthen. Deut. Lebensm. Rundsch. 8, 270-273.
95. Wallrauch, S. 1977. Aminosauerer-Kriterien fuer die Beurteilung von Fruchtsaefthen. Fluss. Obst. 44:10, 391-393, 396-399.
96. Wucherpfennig, K. y Franke, I. 1966. Distribution of Aminoacids in Orange Juice and Orange Rind. Fruchtsaft-Ind. 11, 60-65.
97. Zamorani, A., Russo, C. y Lanza, C.M. 1973. The Free Aminoacids in the Juice of Citrus. Essenze Deriv. Agrum. 43, 229-235.