

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA**



PROCESAMIENTO DE LA NARANJA

**SEMINARIO
(OPCION III-A)**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

PRESENTA

MARTHA PATRICIA SANCHEZ CARBALLO

MARIN, N. L.

JULIO 1991

T

TX558

.07

S2

c.1



1080063702

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



PROCESAMIENTO DE LA NARANJA

SEMINARIO
(OPCION III-A)

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTA

MARTHA PATRICIA SANCHEZ CARBALLO

MARIN, N. L.

JULIO 1991

10781 *m*

T
TX 558
07
S2



Biblioteca C.
Magna Solida

F. Tesis



BU Rudi Rango Fines
UANV
FONDO
TESIS LICENCIATURA

040.664

FA4

1991

C.5

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PROCESAMIENTO DE LA NARANJA

S E M I N A R I O
(OPCION III-A)

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

P R E S E N T A

MARTHA PATRICIA SANCHEZ CARBALLO

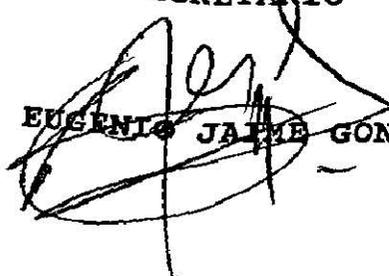
COMISION REVISORA:

ASESOR PRINCIPAL



ING. ANGEL ANDRES FANDUIZ PERALTA

SECRETARIO



LIC. EUGENIO JAIME GONZALEZ L.

VOCAL



ING. CARLOS CESAR RODRIGUEZ A.

A DIOS:

Por haberme permitido culminar una de las metas más importantes de mi vida.

A MIS QUERIDOS PADRES:

SR. EDGAR SANCHEZ MENESES
SRA. CELINA CARBALLO DE SANCHEZ

Por sus enseñanzas, ya que desde niña supieron inculcarme los principios básicos de una educación firme, sin la cual no hubiera podido llegar hasta este momento.

Durante mi trayectoria por la vida he encontrado obstáculos, tropiezos y cuando he llegado a caer siempre han estado ellos a mi lado para ayudarme a levantar y a seguir siempre adelante, impulsandome con su invaluable apoyo, su cariño desinteresado y sus palabras de aliento.

Por haberme legado en vida a base de sacrificio la más valiosa de las herencias "Mi carrera"; hoy como una humilde muestra de mi agradecimiento y del gran amor que les tengo.

A MIS QUERIDOS HERMANOS:

EDGAR ARIEL

JUAN CARLOS

YANET NADINE

Por su confianza, comprensión, el invaluable apoyo y cariño que siempre me han brindado amorosamente, y por la unión que siempre ha existido entre nosotros a lo largo de nuestra vida, gracias a lo cual fue posible la realización de uno de mis grandes anhelos, como una humilde muestra de mi gratitud y cariño.

A MIS ABUELITOS:

SR. CRISOFORO CARBALLO CRUZ
SRA. MARIA DEL CARMEN REYES DE CARBALLO

A MIS QUERIDAS TIAS:

ANA MARIA

ADALIA

EUSTORGIA

DORA ALICIA

Especialmente a mi TIO JESUS con mucho cariño.

A MI TIO ROGELIO

A MIS PRIMOS.

¡ Gracias ! por todo el apoyo y el cariño que siempre me han brindado no solo en el transcurso de mi carrera sino durante toda mi vida.

A MIS AMIGAS Y AMIGOS:

ANGELES

YANET

EMMA

LUPITA

FELISSA

JULIO

EDGAR

JORGE

ROLANDO

Por la amistad y el cariño desinteresado que siempre me han brindado, por todos los momentos que compartieron conmigo, ; GRACIAS !

A MI ASESOR:

ING. ANGEL ANDRES FANDUIZ PERALTA

Por su asesoramiento para la realización de este trabajo.

AL ING. DANIEL BARRERA SANTOS

Por su colaboración para la realización de este trabajo.

A LA SRA. GABRIELA CORREA DE ELIZONDO

Por su valiosa ayuda y facilidades brindadas para la realización de este trabajo.

A LA SRITA. ELVIRA MORENO MATA

A MIS COMPAÑEROS

A MIS MAESTROS

Con admiración, respeto y sincero afecto.

MI MAS SINCERO AGRADECIMIENTO.

A LA FAMILIA CRUZ PRIANTI

A LA FAMILIA CHARLES SOLIS

Por la amistad y la ayuda brindada durante mi
carrera.

-- INDICE --

	Pag.
1.- ANTECEDENTES.....	1
2.- GENERALIDADES.....	3
3.- ANATOMIA DE LOS CITRICOS.....	6
4.- COMPONENTES PRINCIPALES DE LOS CITRICOS.....	7
4.1.- Azúcares en los cítricos.....	8
4.2.- Acidos en los cítricos.....	8
4.2.1.- Variaciones en la concentración de ácidos durante la maduración de los cítricos.....	9
4.3.- Los °Brix y el índice de madurez.....	9
4.4.- Las vitaminas de los cítricos.....	13
4.4.1.- La vitamina C.....	13
4.4.2.- Otras vitaminas.....	14
4.5.- Sustancias Inorgánicas.....	14
4.6.- Esencias.....	15
4.7.- Aminoácidos y proteínas.....	16
4.8.- Pectinas y sólidos en suspensión.....	17
4.8.1.- Tipos de pectinas.....	18
4.8.2.- Obtención y aplicaciones de las pectinas...	19
4.9.- Enzimas.....	21
4.9.1.- Enzimas pectolíticas.....	21
4.9.2.- Influencia de la pectinesterasa en la calidad del jugo.....	22
4.10.-Limonina.....	24
4.11.-Los colorantes en los cítricos.....	26
4.11.1.-Carotenoides.....	26

4.11.2.-El color del jugo, carotenoides para mejorar el color.....	26
4.11.3.-Antocianos.....	27
4.12.-Flavonoides.....	28
4.13.-Lípidos.....	29
4.13.1.-Lípidos en las semillas.....	29
4.13.2.-Lípidos en la piel.....	29
4.13.3.-Lípidos en el jugo.....	30
4.14.-Compuestos minerales.....	31
5.- PROCESAMIENTO.....	32
5.1.- Jugos.....	32
5.1.1.- Tipos de jugos.....	34
5.2.- Concentrados.....	36
5.3.- Productos deshidratados.....	39
5.4.- Conservas.....	39
5.5.- Confituras.....	41
5.6.- Aceites esenciales.....	42
6.- Requerimientos.....	45
6.1.- Edificios.....	45
6.2.- Equipo.....	46
6.3.- Sanitización.....	47
6.4.- Salud del personal, apariencia y hábitos.....	48
7.- PRUEBAS A LA NARANJA PARA PROCESO.....	49
7.1.- Estandarez de madurez.....	49
7.2.- Peso.....	50
7.3.- Muestreo de la fruta.....	50

	Pag.
7.4.- Color.....	50
7.5.- Contenido de jugo.....	51
7.6.- Sólidos totales.....	52
7.7.- Acidez.....	53
7.8.- Relación °Brix/acidez	53
7.9.- Certificado de inspección.....	53
7.10.-Precio por caja.....	54
A).-PRUEBAS FISICAS:.....	54
8.- Análisis para control de calidad del producto terminado.....	54
8.1.- Sólidos solubles.....	55
8.1.1.- Determinación con el refráctometro.....	56
8.1.2.- Determinación con el hidrómetro	56
8.2.- Viscosidad	56
8.3.- Relación °Brix/acidez.....	58
8.4.- Determinación del pH	59
8.5.- Pulpa suspendida.....	59
8.6.- Estabilidad de los concentrados de cítricos	61
8.6.1.- Prueba estandar de abuso.....	62
8.6.2.- Prueba de gel.- Evaluación del grado de gelación	64
8.6.3.- Prueba de separación de los constituyentes de los constituyentes de los concentrados y jugos para beber	66
8.6.4.- Clarificación .- Evaluación de nube indicada como porcentaje de transmisión...68	68
8.7.- Pruebas para la estabilidad en la aceleración de nube	70

	Pag.
8.8.- Grado de color	72
B) .-PRUEBAS QUIMICAS:.....	74
8.9.- Acidez titulable	74
8.10.-Aceite recuperable	75
8.10.1.- Aceite recuperable según el método Mckinnis.....	77
8.10.2.- Determinación rápida de aceite.....	78
8.11.-Determinación de vitamina C.....	79
8.12.-Pectina	80
8.13.-Procedimiento para pruebas de inactivación de enzimas.....	82
8.13.1.- Prueba de peroxidasa.....	83
8.13.2.- Prueba de catalasa.....	84
8.14.-Evaluación del porcentaje de naringina	84
8.15.-Determinación de cenizas	85
8.16.-Acidez en la cáscara de naranja.....	86
8.17.-Examinación de defectos.....	86
8.18.-Análisis bacteriológico para cítricos	88
8.18.1.- Procedimiento para el conteo estandar en placa.....	90
8.18.2.- Método organoléptico.....	91
8.18.3.- Conteo directo al microscopio	92
8.18.4.- Prueba del azul de metileno	93
8.18.5.- Determinación de diacetil.....	94
8.18.6.- Conteo de hongos en cítricos	95
8.19.- Análisis para determinación de huevecillos y fragmentos de insectos.....	97
8.20.-Pruebas bacteriológicas de agua.....	98

	Pag.
8.20.1.- Conteo en placa.....	100
8.20.2.- Procedimiento y explicación del análisis de agua	101
8.20.3.- Pruebas para determinar la presencia del grupo coliforme.....	102
9.- ESPECIFICACIONES.....	105
9.1.- Jugo de naranja frío.....	105
9.1.1.- Estandares para producto terminado.....	105
9.1.2.- Control de proceso.....	107
9.2.- Jugo concentrado congelado de naranja.....	108
9.2.1.- Estandares para producto terminado.....	108
9.2.2.- Envasado	110
9.3.- Jugo de naranja concentrado congelado para beber.....	111
9.3.1.- Estandares de producto terminado	111
10.-CONDENSACION DE ESTANDARES U.S. GRADO A.....	114
10.1.- Para la fabricación de jugo de naranja concentrado.....	114
10.2.- Para jugo concentrado congelado de naranja.....	115
10.3.- Para jugo de naranja almacenado.....	116
10.4.- Para jugo de naranja frío.....	117
11.- ALTERACIONES Y ADULTERACIONES DEL JUGO DE NARANJA.....	119
11.1.- Alteraciones del Jugo de Naranja.....	119
11.2.- Adulteraciones del jugo de naranja	120
12.-APENDICE.....	121
13.-BIBLIOGRAFIA	134

A P E N D I C E

	Pag.
Tabla #1.- Comparación de la composición del jugo de naranja con algunos jugos de cítricos provenientes de frutos maduros.....	122
Tabla #2.- Composición física de la naranja.....	122
Tabla #3.- Composición química de la naranja.....	122
Tabla #4.- Porcentaje de azúcares en los jugos de algunos cítricos.....	123
Tabla #5.- Tabla para la corrección de los °Brix.....	123
Tabla #6.- Límites normales entre los que se encuentran las concentraciones más normales de las vitaminas en la parte comestible de la naranja	123
Tabla #7.- Componentes importantes de la esencia de naranja soluble.....	124
Tabla #8.- Aminoácidos detectados en jugos de cítricos....	125
Tabla #9.- Valores mínimos y máximos de los contenidos de pectina en suero, pulpa, jugo y extracto de corteza de naranja	125
Tabla #10.- Resultados obtenidos de la determinación de pectina en el jugo de naranja por distintos métodos.....	125
Tabla #11.- Condiciones de pasterización para la inactivación de la pectinesterasa en jugos de naranja	126
Tabla #12.- Características y composición en ácidos grasos del aceite obtenido por prensado de varios frutos	126
Tabla #13.- Composición de lípidos en el jugo de naranja	126
Tabla #14.- Componentes minerales del jugo de naranja.....	126
Tabla #15.- Gramos de ácido por cada 100 ml. de jugo (usando NaOH 0.3125 N. y una alícuota de jugo de 25ml).	127

Tabla #16-	Conversión de aceite para la determinación del mismo por el método Clevenger	128
Tabla #17.-	Temperatura de conversión para la lectura de aceite recuperable	129
Table #18.-	Temperatura de conversión para la lectura de aceite recuperable	130
Tabla #19.-	Lectura del índice de refracción para agua destilada	131
Tabla #20.-	Temperatura de corrección para lectura de °Brix tomada con un hidrómetro estandar a 20°C de temperatura	132
Tabla #21.-	Temperatura de corrección para lectura de °Brix a 17.5°C.....	133

1.- ANTECEDENTES

Los cítricos proceden del norte de la India Oriental y algunas especies del género Citrus son originarios del Asia tropical y subtropical.

En el año de 1178 A.C., Han Yen-Chih menciona y describe unas 27 especies diferentes conocidas en China. Algo más antiguas son las semillas identificadas como Cintrón halladas por Killermann en las ruinas de Nipur cerca de Babilonia. También en el Egipto de los Faraones se conocían, pues en el templo de Karnak se encontraron grabados de frutos cítricos aún cuando no se consideran como originarios de este país.

El cultivo del naranjo data desde la colonia, y ha progresado enormemente en México pues se han aumentado considerablemente las áreas de cultivo en las regiones citrícolas, se han mejorado las plantaciones existentes con nuevas variedades importadas que han venido a mejorar la producción y la calidad del fruto.

La clasificación general es familia Rutácea, subfamilia Aurantioideae, tribu Citreae, subtribu Citrinae y género Citrus. La naranja dulce pertenece a la especie Citrus Sinensus de las cuales las cultivadas principalmente son la Hamlin temprana, la Parson Brown, la Valenciana y la Washington Navel, siendo las últimas dos junto con la Hamlin las más utilizadas para proceso.

Los productos industriales más importantes derivados de la naranja son: el jugo natural, el jugo concentrado y el jugo concentrado congelado.

Son también importantes los aceites esenciales, el pienso de corteza y las pectinas.

Tienen menos importancia los líquidos del prensado de las cortezas y el aceite de las semillas.

2.- GENERALIDADES.

La industria de los cítricos es muy importante en el suministro de alimentos en Norteamérica. De acuerdo con la U.S.D.A. el valor de las frutas cítricas, es igual al de las no cítricas. Aunque la mayor parte de la fruta hace algunos años se vendía fresca, en la actualidad los productos procesados han aumentado hasta llegar a un 68% en el caso de la fruta cítrica.

Como ya mencione anteriormente la producción de cítricos y su procesamiento ha tomado un gran auge, y por ser la naranja uno de los cítricos de mayor producción en el país, y el fruto que tiene más usos a nivel industrial, ya que de él se obtienen una gran cantidad de productos, lo elegí como tema para este trabajo, en el cual doy una visión general de lo que es el procesamiento de dicho fruto dando a conocer primeramente su anatomía, sus componentes, en cuanto al procesamiento hago mención de cada uno de los productos que pueden ser obtenidos de dicho fruto, dedicando mayor atención a la producción de los diversos tipos de jugos debido a que de la producción total de naranja un 75% se destina a la obtención de jugos.

El jugo de naranja es la bebida más común, el sabor ácido natural debido al contenido de ácido cítrico, con una cantidad razonable de azúcares, en combinación con los aceites esenciales, esteroides, aldehídos y cetonas hacen que constituya una bebida difícil de igualar.

Uno de los factores primarios de calidad en los jugos cítricos es el contenido de sólidos disueltos que varía según: la variedad, el grado de madurez y las técnicas de cultivo.

En la tabla número 1(ver el apéndice) se muestra una comparación de la composición del jugo de naranja con otros jugos de cítricos provenientes de frutos maduros.

En el jugo de naranja los componentes más abundantes son los azúcares y el ácido cítrico, que suman el total de los sólidos solubles.

En la maduración el contenido de azúcares aumenta y el de ácidos disminuye.

El interés dietético de los cítricos se debe sobre todo a su contenido de vitamina C. En el jugo de naranja son normales los valores entre 30 y 80 mg/100 ml.

Los aromas del jugo están en parte disueltos y en parte en suspensión. La mayor proporción procede del flavedo y se incorpora al jugo en el proceso de extracción, alcanzando hasta 0.1 gr. de esencias volátiles por cada 100 ml. de jugo.

Los compuestos nitrogenados son escasos en los frutos cítricos. el contenido de nitrógeno en las naranjas completas puede variar entre 0.8 y 1.2 gr/100 ml de materia seca, lo que equivale a decir que 1 kg. de naranjas frescas tienen el orden de 1.5 a 2 gr. de nitrógeno en distintas formas:

inorgánico, proteico, de aminoácidos, etc. En el jugo hay de 50 a 200 mg. de nitrógeno por cada 100 ml.

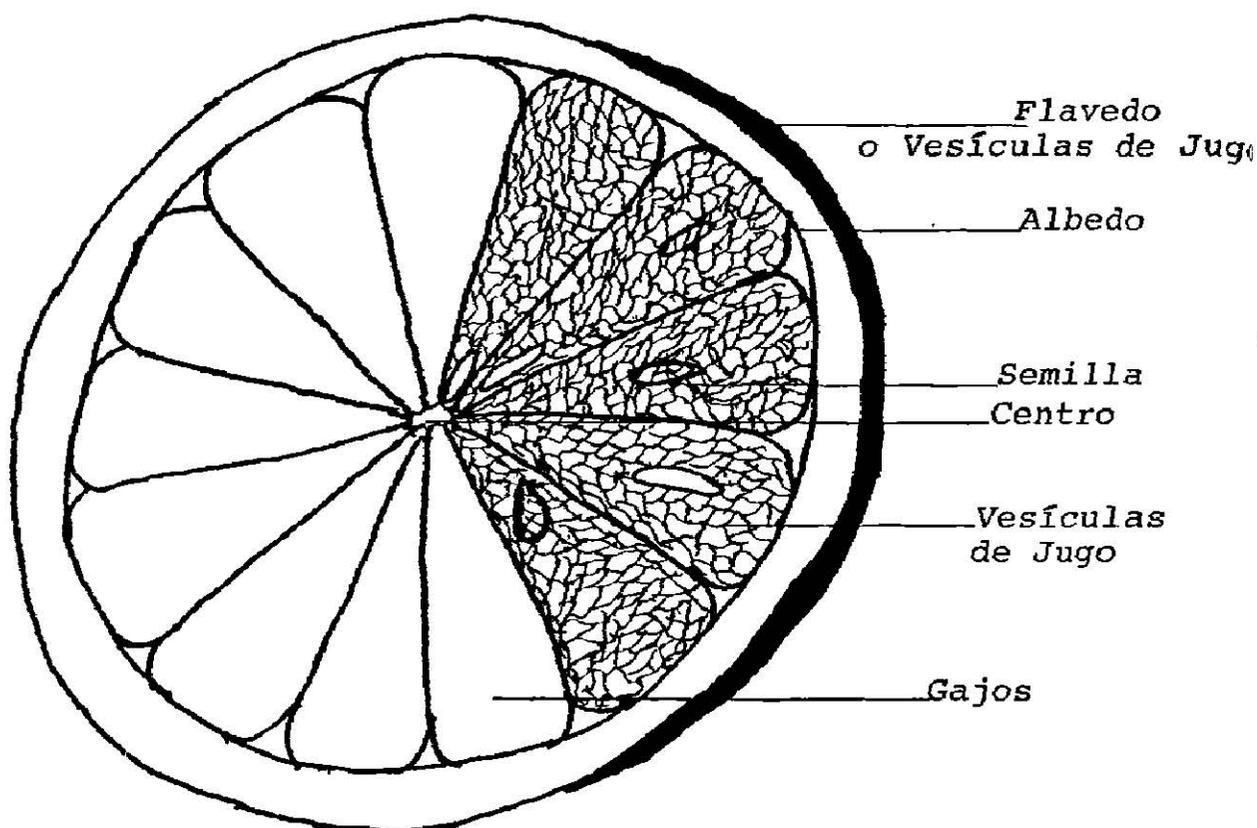
El color típico del jugo de naranja se debe a los carotenoides que tiene en suspensión. Otros componentes interesantes son los flavonoides y los compuestos amargos de los cuales hablaremos en el siguiente capítulo.

En las fabricas de jugo de naranja se recuperan productos que se utilizan como piensos. El pienso seco de los residuos de la expresión del jugo puede contener corteza, pulpa y semillas juntas o recuperarse por separado. Cuando las cortezas se prensan antes de secarse, el líquido prensado contiene alrededor del 15% de sólidos disueltos y es fuertemente contaminante si se vierte en los ríos. En muchas fábricas se concentra hasta el 70% de sólidos solubles, dando las llamadas melazas de cítricos, que también se usan en la alimentación del ganado.

La comestibilidad de la parte carnosa de la naranja está relacionada con su contenido en celulosa o en fibra bruta. La fibra y la pectina favorecen el buen funcionamiento del intestino y eliminan los residuos metabólicos biliares.

3.- ANATOMIA DE LOS CITRICOS.

La conformación de los frutos cítricos es la siguiente:



El flavedo es el tejido exterior que esta en contacto con la epidermis, está coloreada y en el abundan vesículas que contienen lípidos, aceites esenciales y cromoplastos. Debajo del flavedo esta el el albedo que es un tejido esponjoso, blanco, celulósico y constituye la mayor parte de la corteza, esta capa está fuertemente adherida a la pared exterior de los segmentos.

El mismo tejido forma el corazón o eje central del fruto y ambos contienen los vasos que proporcionan al fruto el agua y los materiales nutritivos.

El endocarpio es la parte comestible de los cítricos y está formado por los carpelos o gajos que están compuestos por vesículas en forma de huso, que contienen el jugo y están separadas por las membranas intercarpelares.

Las vesículas son células en forma de globo, las cuales son fáciles de romper, al prensar estas vesículas se separa el jugo que contiene componentes solubles y partículas en suspensión, tales como colorantes, pectinas, tejidos desintegrados, etc.; también se extraen de dichas vesículas aceites esenciales los cuales son comercializables.

La pulpa y el bagazo que queda al extraer el jugo contiene la mayor parte de las membranas intercarpelares y la parte fibrosa y celulósica de las vesículas y retiene mucho jugo.

Las semillas de cubierta dura lignocelulósica, contiene una importante cantidad de grasas.

La tabla #2 (ver el apéndice) nos muestra la composición física de la naranja.

4.- COMPONENTES PRINCIPALES DE LOS CITRICOS.

La tabla #3 (ver el apéndice) nos muestra la composición química de la naranja.

4.1.- AZUCARES EN LOS CITRICOS:

Los principales azúcares en el jugo de naranja son: sacarosa, glucosa y fructosa los cuales suman alrededor del 75% de los sólidos totales, estando frecuentemente equilibrados los reductores y la sacarosa. También existen pequeñas cantidades de galactosa.

Durante el tratamiento y almacenamiento de los jugos, se va hidrolizando la sacarosa en azúcares reductores: glucosa y fructosa.

La tabla #4 (ver el apéndice) nos muestra una comparación del porcentaje de azúcares en jugos de cítricos.

4.2.- ACIDOS EN LOS CITRICOS:

Los ácidos orgánicos son componentes importantes de los sólidos solubles de los jugos cítricos. El ácido cítrico es el más característico y predominante; en segundo lugar se encuentra el ácido málico y luego otros en pequeña proporción. El ácido galacturónico libre aparece algunas veces como producto de degradación de las pectinas.

La acidez de los jugos cambia, según la variedad, la zona, el cultivo y la maduración.

Los ácidos están en forma libre o como sales inorgánicas. En el jugo de limón el 97% del ácido cítrico está en forma libre, en las naranjas está en forma ácida alrededor del 80% y el resto en su mayor parte como citrato ácido de potasio.

4.2.1.- VARIACIONES DE LA CONCENTRACION DE ACIDOS DURANTE LA MADURACION DE LOS CITRICOS.

Durante el desarrollo de las naranjas, la cantidad de ácido libre aumenta en los frutos al comenzar el crecimiento y luego permanece casi constante, pero la concentración de ácido libre en el jugo disminuye por dilución, cuando el fruto aumenta de tamaño.

En la maduración el contenido de ácido cítrico disminuye notablemente y las concentraciones de ácido málico y otros ácidos varían menos.

El pH del fruto varía a medida que el fruto madura; sin embargo, por el efecto del tampón cítrico-citrato, las variaciones de ácidos libres sólo dan lugar a cambios relativamente pequeños de pH (2.5 a 3.8).

4.3.- LOS °BRIX Y EL INDICE DE MADUREZ.

La concentración en sólidos solubles del jugo de naranja se expresa en °Brix, los cuales son una medida de densidad. 1°Brix es la densidad que tiene a 20°C una solución de sacarosa al 1% y a esta densidad corresponden también un determinado índice de refracción.

Se dice que un jugo de naranja tiene una concentración de sólidos disueltos de 1°Brix cuando su índice de refracción es igual al de una solución de sacarosa al 1%. Los refractómetros comerciales, están graduados para este objeto

en una escala de °Brix, aunque suelen llevar también otra escala en índice de refracción.

Como los sólidos disueltos no solo son sacarosa, sino que hay otros azúcares, ácidos y sales, en el jugo de naranja, 1°Brix no equivale a una concentración de sólidos disueltos de 1gr./ml. Los °Brix son por tanto un índice comercial de esta concentración que se acepta convencionalmente, como si todos los sólidos disueltos fueran sacarosa.

Una mayor aproximación a la verdadera concentración se obtiene con los llamados °Brix corregidos. Para ello a la lectura refractométrica se añade una corrección correspondiente a la menor aportación del ácido cítrico en el índice de refracción medido, el cual es la suma de los que corresponden a los distintos componentes.

La tabla #5 (ver apéndice) es una tabla utilizada para la corrección de °Brix sirve para dar una mayor precisión en la lectura de los °Brix.

Durante la maduración de las naranjas hay un aumento en la concentración de sólidos solubles, sobre todo de los azúcares y un descenso importante de la acidez.

Por esto la relación (ratio) °Brix/acidez valorable aumenta cuando avanza la maduración y se toma universalmente como índice de madurez (I.M.). El descenso de la acidez es continuo, pero el contenido en sólidos solubles aumenta al

principio hasta alcanzar un máximo y después se mantiene o disminuye cuando avanza la maduración.

Aunque la acidez valorable se debe a varios ácidos para el cálculo del I.M. se expresa como ácido cítrico anhidro, así pues:

$$\text{I.M.} = \frac{\text{°Brix}}{\text{Acidez valorable}}$$

En el jugo de naranja es deseable una proporción adecuada entre el contenido en azúcares y la acidez. El índice de madurez mínimo autorizado para la exportación de naranja deseable un valor de 10 ó mayor que no se consigue hasta bien avanzada la temporada.

La calidad de la naranja para la fabricación del jugo se mide sobre todo por el porcentaje de jugo, los sólidos solubles y el I.M. Se toma una muestra representativa del total de cada cargamento y se determinan en ella el rendimiento en jugo, los °Brix y la acidez. El precio se calcula según la cantidad de sólidos solubles por tonelada de fruta. Se puede determinar el rendimiento en sólidos solubles de una forma más sencilla, determinando el peso específico de la fruta, ya que existe una relación directa y significativa entre dicho peso específico y la cantidad de sólidos solubles por tonelada.

El grado de acidez deseable es del 1% pero puede oscilar desde el 0.7 al 1.6%, según el contenido de azúcar. Un jugo

con una acidez menor del 0.7% puede resultar insípido y poco agradable, a pesar de tener una relación alta de azúcares/acidez.

Para la fabricación de jugos concentrados congelados es conveniente un I.M. de 14 a 16. Para poder utilizar la fruta de principio de temporada, con I.M. más bajos, es necesario hacer mezclas con jugos de naranjas muy maduras, conservadas en congelación desde la temporada anterior. Sin embargo, los jugos con I.M. bajos aportan sabores extraños.

Los ácidos orgánicos están en el albedo en proporción mucho menor que en el jugo. La presión empleada para obtener el aporta más o menos pulpa e incorpora más o menos líquido extraído del albedo, afecta la composición de aquél.

Los °Brix son poco afectados, pero la acidez es un 10% más baja en los exprimidos fuertemente y también aparecen sabores extraños.

En todo caso es ventajoso para la calidad, dejar la fruta en el árbol el mayor tiempo posible, para permitir el desarrollo completo del aroma de la proporción de sólidos disueltos y del I.M, asegurando la desaparición de sabores amargos. Debe tenerse en cuenta que al pasar de 10°Brix a 11°Brix, el rendimiento industrial en concentrado, aumenta en un 10%.

Dentro de un mismo fruto, la composición del jugo puede

variar mucho. La concentración en sólidos solubles suele ser mayor en esta mitad y la acidez es menor. Así mismo, el jugo de las partes externas del endocarpio tiene más °Brix y menos acidez. Así pues el máximo contenido de azúcares y la menor acidez se encuentra en la zona externa del endocarpio más alejada del pezón. Estas diferencias se deben a la anatomía de los sistemas vasculares que distribuyen los nutrientes en forma favorable a las partes externas y terminales del endocarpio.

Existen variaciones de composición entre naranjas de un mismo árbol. El contenido más alto en sólidos solubles se encuentra en los frutos situados en lo alto del árbol y en la parte externa, y el más bajo en los frutos interiores. En que recibe menos radiación solar, tiene menos °Brix que los de la parte sur. Los °Brix medidos en diversas naranjas de un mismo árbol pueden llegar a variar entre 6 y 13°Brix.

4.4.- LAS VITAMINAS EN LOS CITRICOS.

4.4.1.-VITAMINA C .

En cuanto a su valor nutritivo, el componente más importante de los cítricos es la vitamina C.

La mayor parte del ácido ascórbico del fruto está en la corteza y sólo alrededor de una cuarta parte aparece en el jugo. En una naranja entera de tamaño medio pueden haber 200-250 mg de ácido ascórbico. Las proporciones más elevadas se encuentran en los frutos antes de su maduración completa y

luego disminuyen, muy lentamente en la sobremaduración.

La vitamina C en el jugo de naranja aparece con una notable estabilidad. Valorado el jugo varias horas después de exprimido, se encuentran valores constantes. A pesar de esto en la fabricación industrial se adoptan precauciones cuidadosas para evitar la degradación del ácido ascórbico: desaireación del jugo a vacío, pasteurización rápida, concentración a temperaturas poco superiores a la ambiental, conservación a bajas temperaturas.

4.4.2.-OTRAS VITAMINAS

Aparte del β -caroteno, que es provitamina A, y de los flavonoides, que son factores antipermeabilidad capilar, las demás vitaminas están en cantidades mucho menos importantes que la vitamina C.

La tabla #6 (ver el apéndice) nos muestra los límites entre los que se encuentran las concentraciones más normales; en la parte comestible.

4.5.- SUSTANCIAS INORGANICAS.

Los jugos cítricos son una fuente importante de minerales. El contenido de minerales aproximado en mg. por 100 gr. es: Calcio 9, hierro 0.2, fósforo 15, Magnesio 10, Potasio 170, sodio 0.5, azufre 6 y cloro 3.

4.6.- ESENCIAS.

Se denomina usualmente esencia de naranja a la fracción volátil acuosoluble, que se recupera en la evaporación del jugo condensado y rectificando las primeras fracciones evaporadas. Se utiliza cada vez más para reforzar el aroma de los jugos concentrados-congelados y también se vende para bebidas sintéticas de alta calidad. Normalmente su concentración en componentes aromáticos es 100 veces mayor que la del jugo natural.

Su composición es muy diferente que la del aceite esencial, aunque muchos componentes son idénticos, entre otras cosas porque el jugo siempre está contaminado con aceite esencial de la piel. Los componentes volátiles poco solubles se separan en el destilado como una capa oleosa, cuya composición es más parecida a la del aceite esencial de la piel. Como es natural en ninguna de las dos fracciones existen los componentes fijos que se han encontrado en el aceite esencial. Como son ceras, carotenoides, cumarinas, esteroides, tocoferoles.

En la esencia de naranja se han identificado cerca de 150 compuestos, los más importantes se citan en la tabla #7 en el apéndice.

Los hidrocarburos terpénicos que constituyen alrededor del 95% del aceite esencial son componentes menores de la esencia de naranja.

Existen muchos alcoholes y entre ellos abundan el etanol. Se distingue la esencia por contener ácidos alifáticos sencillos.

Los aldehídos y las cetonas son componentes importantes.

En algunos trabajos se han detectado componentes como el O-fenil-fenol o el bifenilo, que son contaminantes residuales de tratamientos fungisidas y otros como el furfurool o el dialdehído malónico que con la mayor probabilidad, proceden de alteraciones de componentes del jugo del mismo modo que el metanol se produce con la hidrólisis de las pectinas.

La esencia de naranja y los jugos reforzados con ella se alteran, durante el almacenamiento principalmente por efecto del aire y de la luz. El limoneno y el linalol disminuyen y aparece el α -terpineol al que se le atribuye el aroma a jugo envejecido.

4.7.- AMINOACIDOS Y PROTEINAS.

Los compuestos de nitrógeno son escasos en los frutos cítricos; existen en porcentajes que van de 0.05 a 0.1%.

Desde el punto de vista de valor nutritivo los aminoácidos y proteínas son prácticamente despreciables, sin embargo tienen interés en otro aspecto, ya que tanto el total de aminoácidos libres como las pautas de aminoácidos y sus relaciones, se han tomado como base para la detección de adulteraciones.

La identificación de aminoácidos puede hacerse por cromatografía en L.D. bidimensional sobre gel de sílice o por cromatografía G.L. transformando previamente los aminoácidos en ésteres metílicos de los N-trifluoracetil-derivados. Los aminoácidos identificados en jugos cítricos son los presentados en la tabla #8 (ver el apéndice).

Las semillas de naranja contienen una importante proporción de proteína de un 10-12% en la semilla sin secar. La harina seca y desengrasada contiene cerca del 40% de proteínas y constituye un excelente pienso.

También la corteza de naranja unida a los residuos sólidos de la extracción del jugo, se prensa, se seca para obtener un pienso bien apreciado con un contenido proteico del 6-7%.

4.8.- PECTINAS Y SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN.

La turbiedad de un jugo se mide por la inversa del porcentaje de transmisión de luz y es un factor de calidad, ya que los jugos de naranja clasificados no tienen valor comercial. La turbiedad depende de los sólidos en suspensión.

En la fabricación del jugo, los exprimidores industriales incorporan una gran cantidad de pulpa. La pulpa en exceso se elimina de los jugos exprimidos mediante tamices y por centrifugación suave hasta dejarla reducida a la proporción

que exige el mercado. La pulpa en suspensión esta formada principalmente por tejido desintegrado que contiene fibra celulósica y pectinas y por partículas lipoides que contienen carotenoides y aceites esenciales. Otra porción de pectinas está disuelta en el jugo y contribuye a la viscosidad y al cuerpo del mismo. La turbiedad está estabilizada por la cantidad y estado de no degradación de las pectinas presentes. La viscosidad depende de la concentración y grado de polimerización de la pectina, del pH y las sales existentes.

4.8.1.- TIPOS DE PECTINAS.

La pectina total puede separarse en tres fracciones:

a).- La pectina soluble en agua que es la que tienen casi todos los grupos carboxílicos esterificados con metanol, es la pectina de alto metoxilo

b).- La pectina que ha sufrido la hidrólisis de una gran proporción de los grupos éster metílico (pectina de bajo metoxilo). En presencia de los iones calcio del jugo es insoluble en agua, pero se hace soluble en presencia de secuestradores del calcio. Cuando la proporción de grupos carboxilo esterificados es pequeña se llaman ácidos pectínicos y cuando es nula ácido péctico.

c).- Una fracción de pectina está unida a la celulosa en forma insoluble (protopectina), pero puede extraerse con bases fuertes.

Para la determinación analítica de cada una de las fracciones, se extrae la pulpa sucesivamente con agua caliente, solución de hexametáfosfato sódico y NaOH 0.05 N. El ácido galacturónico que se obtiene en cada fracción se valora por el color desarrollado con carbazol, en presencia de ácido sulfúrico, midiendo a 525 nm.

La proporción de pectinas totales depende de la presión usada en la expresión de jugo y de la pulpa residual, después de tamizado. La mayor presión incorpora menos pulpa y más pectinas del albedo. en la tabla #9 (ver el apéndice) se muestran los contenidos de pectina en diversas fracciones de la naranja.

Las pectinas totales pueden determinarse extrayendo varias veces con 0.05 N. CIH a 80°C, durante 30 min. En los extractos reunidos se precipitan las pectinas con etanol, o bien con 1M. de Cl_2Ca en forma de pectato cálcico. Los precipitados se lavan, se secan y se pesan. Las relaciones entre los 3 métodos pueden verse en la tabla #10 en el apéndice.

4.8.2.- OBTENCION Y APLICACIONES DE LAS PECTINAS.

Las cortezas de naranja y el bagazo residual de la extracción del jugo de naranja son las materias primas más utilizadas para la obtención de pectina industrialmente. En general la materia prima de naranja se prepara en las

fábricas de jugos para ser enviada a las de pectina, una vez estabilizada y desecada.

Para preparar la corteza de naranja seca, apta para la fabricación de pectina, se trata con agua caliente a 95-98°C (escaldado) para inactivar las enzimas y evitar la degradación, se lava varias veces para extraer azúcares, ácidos se prensa y se deseca. Es mejor eliminar previamente el flavedo, obteniendo también aceites esenciales. El contenido de pectina así obtenida es del 25 al 40%.

Para la obtención industrial de la pectina, se extrae con ácidos diluidos en caliente, para disociar la protopectina y los pectatos, se concentra el extracto y se precipita con alcohol etílico o con isopropanol. El precipitado se filtra, se lava y se deseca y del líquido filtrado se recupera el alcohol.

Su propiedad más interesante es la de formar geles consistentes, cuando se mezclan sus soluciones con sacarosa y ácidos. Por esta propiedad se utiliza en gran escala para la fabricación de mermeladas y jaleas.

El grado o poder de gelificación de una pectina, depende de su grado de metoxilación y de la longitud de su cadena, se mide empíricamente por la cantidad de sacarosa en gramos, en solución de 63°Brix, que es capaz de convertirse en un gel consistente, mediante 1 gr. de pectina.

4.9.- ENZIMAS

La principal enzima de interés en los productos cítricos es la pectinesterasa, y prácticamente la única considerable en el jugo de naranja.

4.9.1.- ENZIMAS PECTOLITICAS.

La acción de las enzimas pecticas puede transformar unos tipos de péctina en otros y ello influye decisivamente en las propiedades del jugo.

Existen dos tipos fundamentales de enzimas pecticas. Las que hidrolizan los grupos de éster metílico formando metanol y sucesivamente pectinas de menor metoxilo, ácidos pécticos y pectínicos.

En el jugo de naranja, la P.E. está ligada a las partículas sólidas. El jugo filtrado tiene muy baja actividad. En las naranjas la mayor proporción está en el flavedo, albedo y pulpa en este orden.

Las enzimas que rompen los enlaces glucosídicos pueden ser poligalacturonasas y pectinliasas.

Estas enzimas despolimerizantes pueden actuar, con preferencia específica, sobre un sustrato de pectina de alto metoxilo o sobre ácidos pectínicos. También pueden actuar sobre enlaces glucosídicos situados en el extremo de la cadena (exo) o sobre enlaces interiores de la cadena (endo).

Las enzimas exo producen en las soluciones de pectinas, un

aumento rápido del poder reductor (moles libres de ac. galacturónico) y una disminución lenta de la viscosidad (longitud de la cadena). Las enzimas endo por el contrario producen una rápida disminución de la viscosidad.

4.9.2.- INFLUENCIA DE LA PECTINESTERASA EN LA CALIDAD DEL JUGO.

La acción de la pectinesterasa en el jugo influye decisivamente en sus propiedades. En el jugo de natural produce la sedimentación de la pulpa en suspensión desapareciendo la turbiedad o "nube" y dejando un líquido transparente que hace perder al jugo todo su valor comercial.

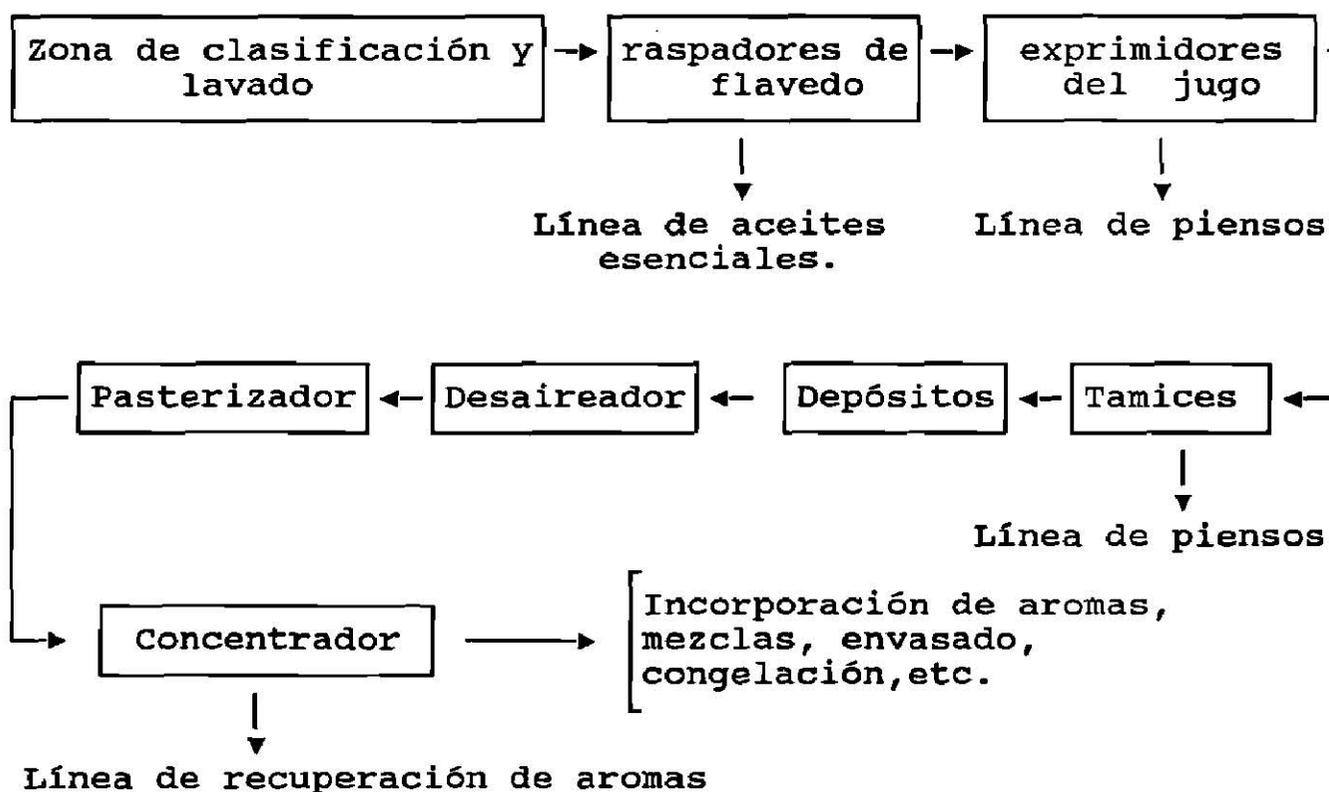
La mayor proporción de pectina y de pectinesterasa está en la pulpa. La pectinesterasa actúa sobre las pectinas disueltas y sobre las partículas de pulpa en suspensión, produciendo grupos $-COOH$ libres, de ácidos pectínicos. Estos forman sales insolubles, con los iones Ca^{2+} existentes en el jugo, aglomerando las partículas en una red tridimensional. Esto se traduce en el jugo natural, en la precipitación de la pulpa fina y clarificación. En el jugo concentrado las redes tridimensionales causa de la gelificación, al ser dicha red apretada y retener, entre sus mallas a las moléculas de agua que pierde su movilidad formandose un gel sólido. En el concentrado de 42°Brix se dan las condiciones mejores para aunar la desmetoxilación y la formación de gel.

La clarificación está relacionada con las transformaciones de las pectinas de la pulpa. Asimismo la velocidad de

sedimentación de suspensiones acuosas de esta pulpa, de un tamaño de partícula determinado también depende de las modificaciones de sus fracciones pectínicas a lo largo del período de almacenamiento. Las muestras que contienen mayor cantidad de pectinesterasa evolucionan más rápidamente hacia un mayor contenido de pectina de bajo metoxilo, el cual da lugar a la gelificación del concentrado y a la clarificación del rediluido como dos manifestaciones del mismo proceso.

La clarificación puede evitarse impidiendo la acción de la pectinesterasa o la formación posterior de las sales cálcicas.

La pectinesterasa se elimina mediante la pasteurización del jugo. En la fabricación industrial (ver el siguiente esquema), la pasteurización es una de las operaciones claves y debe realizarse con la menor dilación.



La tabla #11 en el apéndice nos muestra las condiciones adecuadas de pasteurización para la inactivación de la P.E. en jugos de naranja.

4.10.- LIMONINA.

El jugo recién exprimido de las naranjas Navel tiene un agradable sabor, pero a los pocos minutos comienza a adquirir un sabor amargo, que es debido a una sustancia llamada limonina. El umbral de detección de la limonina en el jugo está entre 0.5 y 30 mg/lto.

la razón del sabor amargo diferido es la presencia, en la parte comestible de la naranja, de un precursor no amargo que se transforma en la limonina amarga, en las condiciones de pH del jugo. El precursor está en las membranas intercarpelaes y en los tejidos de las celdillas y pasa al jugo, al desintegrarlos por la extracción y tamizado y tanto menos cuando más suaves son estas operaciones.

El precursor es la monolactona A del ácido limonoico, que en el jugo se lactoniza de nuevo dando la limonina.

El ácido limonoico y su monolactona existen en casi todas las variedades de naranja pero desaparecen cuando el fruto madura.

La eliminación de la limonina del jugo se ha propuesto por diferentes sistemas: La degradación de la pectina es causa de la precipitación de la limonina y se han preparado jugos de

Washington Navel no amargos tratándolos con enzimas pectolíticas y centrifugando.

Otra posibilidad es su absorción con geles de ésteres de celulosa, para ello se propone la centrifugación del jugo, para separar los sólidos en suspensión, tratamiento con el gel, separación de este por centrifugación y reincorporación de la pulpa y de la nube.

Se conocen algunos microorganismos que modifican los limonoides, entre ellos una bacteria del suelo el Arthrobacter globiformis la cual tiene una enzima que ha sido aislada y que transforma el ácido limonoico en 17-dehidrolimonoico. También una especie de Pseudomonas produce una deshidrogenasa análoga; ambas producen este compuesto que no es amargo. La enzima del Arthrobacter globiformis es poco activa al pH del jugo, pero las deshidrogenasas del Pseudomonas son estables y activas en medio ácido. Cuando se aplican a jugos recién extraídos evitan la aparición del sabor amargo.

Para determinar la limonina, se extrae con cloroformo-etanol, se purifica por cromatografía en lámina delgada, se revela con vapores de bromo y solución de p-dimetilamino-benzaldehído y se miden las manchas con un densímetro.

En el jugo de naranja, el único limonoide a considerar es practicamente la limonina. En las semillas y en menor

concentración en la corteza, se han encontrado varios más de los que son importantes la nomilina, la obacunona y la desacetilnomilina.

4.11.- LOS COLORANTES EN LOS CITRICOS.

4.11.1.- CAROTENOIDES.

El color amarillo o anaranjado de la piel, pulpa y jugo de los frutos cítricos se debe a los carotenoides que están localizados en los cromoplastos.

La mayor cantidad de carotenoides está en el flavedo y aumentan con la maduración, al mismo tiempo que se degrada la clorofila.

Algunos carotenoides presentes en los cítricos son los siguientes: Fitoeno, fitoflueno, β -caroteno, ϵ -Caroteno, Criptoxantina, Zeaxantina, Antheraxantina, Violaxantina, Luteoxantina, Auroxantina, β -Apo-8-carotenal Citraurina, Licopeno, Cantaxantina.

4.11.2.- EL COLOR DEL JUGO. CAROTENOIDES PARA MEJORAR EL COLOR.

El color intenso es una característica de valor comercial en el jugo de naranja, el instrumento más utilizado es el colorímetro Hunter.

Para suministrar los jugos con una intensidad de color constante, las fábricas deben almacenar a final de temporada jugo congelado para poder hacer mezclas con los jugos pálidos.

La adición de carotenoides sintéticos permite mejorar el color pero está limitado por las legislaciones. Los productos actualmente utilizados son el β -caroteno y la Cantaxantina.

Existen preparaciones comerciales de estos compuestos en forma emulsionable que pueden incorporarse fácilmente a jugos y bebidas en las que los carotenoides son insolubles.

La adición de β -caroteno es la más general, esta trae consigo un incremento de la relación carotenos/carotenoides totales en el jugo adulterado que sobrepasa así el valor máximo establecido para los jugos naturales en numerosas investigaciones (16%). Cuando el análisis de un jugo indique una proporción superior es indicio seguro de la adición de β -caroteno.

La adición simultánea y en proporciones adecuadas de una mezcla de β -caroteno y de los otros carotenoides indicados permite mantener la relación β -caroteno/carotenoides totales, del jugo adulterado dentro de los límites correspondientes a los naturales.

4.11.3.- ANTOCIANOS.

En algunas variedades de naranja, además de los carotenoides que dan el color anaranjado, existen manchas rojas en la piel y pigmentación roja en la pulpa y el jugo que son debidas a antocianos. El más abundante es el cianidín-3-glucósido y también se ha aislado de delfinidín-3-

glucósido y otros.

Estos colorantes son menos estables que los carotenoides y en los jugos almacenados, van degradándose con el tiempo, perdiéndose la coloración debido a ellos sobre todo durante el almacenamiento.

4.12.- FLAVONOIDES.

Son componentes importantes en los cítricos, por la gran diversidad que en ellos se encuentra. En las naranjas el más abundante es la hesperidina.

Muchos de ellos pueden servir para identificar el origen de los jugos y detectar mezclas.

En los frutos, la concentración de flavonoides es mayor en el albedo y en el corazón y luego en el flavedo, membranas y pulpa siendo menor en el jugo.

Los flavonoides son poco solubles en agua la hesperidina es casi insoluble y la naringina es algo soluble (0.05% a temperatura ambiente). En las naranjas heladas pueden verse cristales de hesperidina o de naringina, depositados en las membranas; en las fábricas de jugos concentrados, se deposita en los tubos de los evaporadores, que deben limpiarse periódicamente.

Algunos flavonoides tienen fuertes sabores amargos como por ejemplo: la naringina, el umbral de detección organoléptica

de la naringina es de 20 mg/lto.

El grupo de los flavonoides esta compuesto por: Tangeritina, Nobiletina, hesperidina, Neohesperidina, Eriocitrina, Naringina, Poncirina, Rhoifolina, Isosukurametina, Diosmina, Neodiosmina y Luteolina.

La rhoifolina tiene la propiedad de disminuir la sensibilidad al sabor amargo de la naringina y de la limonina.

4.13.- LIPIDOS.

4.13.1.- LIPIDOS EN LAS SEMILLAS.

La mayor proporción de lípidos de los frutos cítricos está en las semillas. Cantidades menores en la piel y en las vesículas. En el jugo hay cantidades significativas localizadas principalmente en las partículas suspendidas. Las semillas contienen alrededor del 35% de aceite que puede obtenerse por prensado o extracción con hexano y que tiene un color pálido y un fino aroma.

La tabla #12 nos muestra Las características y la composición en ácidos grasos del aceite de las semillas.

4.13.2.- LIPIDOS EN LA PIEL.

La piel de los frutos cítricos está cubierta por una capa epicuticular de cera y una cutícula de cutina y ceras, que

los protege de la sequedad y de diversos agentes patógenos. En la cutina se encuentran principalmente oxiácidos grasos. Las ceras de la piel de los frutos cítricos son semejantes a otras ceras vegetales que recubren hojas y frutos.

Tanto las ceras como otros lípidos de la piel se extraen con el aceite esencial y aparecen en el residuo fijo.

4.13.3.- LIPIDOS EN EL JUGO.

Los lípidos de las vesículas y del jugo exprimido influyen en las características de éste. Las vesículas están recubiertas de una capa cérea, cuya composición es semejante a las de la cera de la piel. Además contienen otros lípidos que pasan al jugo, cuando esté es exprimido, quedando emulsionados o formando parte de las partículas sólidas en suspensión. todo ello da lugar a una especial complejidad de los lípidos del jugo, que es importante porque influye en su alteración y en la aparición de sabores extraños.

El contenido de lípidos del jugo es del orden de 0.07-0.1% (70-100 mg/lto.). Su composición se muestra en la tabla #13 en el apéndice.

El número de ácidos grasos, identificados en los lípidos de jugos cítricos pasa de los ciento veinte. Los más abundantes son: el palmítico, palmitoleico, oleico, linoleico, y linolenico que suman alrededor del 90% del total. El restante 10% está constituido por los líneales de 12 a 26 carbonos,

saturados, monoinsaturados y diinsaturados y los ramificados correspondientes.

Los fosfolípidos y sobre todo los fosfoglicéridos son parte importante de los lípidos del jugo que contienen del 1.5 al 2% de fósforo y también los glicolípidos : cerebrosidos, galactosilglicéridos y esterolglucósidos.

Las alteraciones de los lípidos en la fabricación y almacenamiento de jugos influye decisivamente en la aparición de sabores extraños.

4.14.- COMPUESTOS MINERALES.

La cantidad de cenizas que producen los frutos cítricos en la incineración y la composición de las mismas depende mucho de las condiciones del suelo y de la fertilización, pero hay ciertas características generales que conviene considerar.

En la tabla #14 en el apéndice se muestran las concentraciones de los elementos minerales más importantes en el jugo de naranja. Destacando el alto contenido de potasio y el bajo contenido de sodio.

Las proporciones de K, Na, Ca+Mg, P y N; se han propuesto como parámetros para la detección de adulteraciones en los jugos comerciales.

5.- PROCESAMIENTO.

5.1.- JUGOS.

La fruta cítrica se recibe en la planta en camiones, los cuales se pesan a su llegada, y a su salida para que por diferencia saber la cantidad de naranja que traía, posteriormente se toma una muestra para saber su calidad, su acidez, % de sólidos solubles (°Brix) y el rendimiento del jugo. Los datos obtenidos se utilizan para decidir si la fruta se empleará para jugo enlatado, jugo concentrado, etc.

Una vez analizadas las naranjas se pasan por transportadores de cangilones que van a depositarlas en mesas provistas de bandas que es donde las naranjas van ser lavadas y retirar las que están en mal estado, se remojan por breves momentos y se pasan por cepillos giratorios para eliminar la suciedad y algunas bacterias adheridas durante su recolección y distribución.

Ya limpias se seleccionan por medio de bandas, las naranjas de cierto tamaño caen en la abertura del mismo la que no será en la del tamaño adecuado y así sucesivamente, las naranjas que no caen en ningún lado retornan hacia la primer abertura hasta caer en la medida adecuada. Esto se hace con la finalidad de que las naranjas se ajusten a la medida del extractor.

Las naranjas ya seleccionadas, van entrando en los extractores para ser procesadas. El jugo se extrae de la

fruta en máquinas automáticas que manejan aproximadamente 300-700 frutas por minuto. Son dos máquinas las que domina el mercado, una es la F.M.C. en línea en donde la fruta se recibe en una fila de tazas extractoras y entonces es exprimida por otra taza similar que desciende y embona en la taza estacionaria. El jugo, las semillas y las membranas interiores de la fruta pasan a través de un orificio de 1 pulgada que se corta en la parte interior e inferior de la fruta por medio del extremo afilado de un tubo, mientras que la cáscara despedazada pasa entre los dedos de las tazas. Una extensión del tubo afilado de una pulgada sirve como tamiz perforado para separar el jugo de la pulpa gruesa.

La extracción consiste en exprimir la fruta entera para dar un flujo principal y se eleva para exprimir por último la pulpa. La cáscara despedazada sale y en un plano inclinado se recoge una emulsión de aceite extraído de la cáscara en frío con agua.

La emulsión de agua y aceite se va recogiendo en la parte inferior del extractor. Pasa a través de un filtro para ir a un tanque de balance que alimentará constantemente a la primer centrífuga, aquí se comienza a separar el agua del aceite debiendo ir a otra centrífuga con características diferentes entre los platos, para obtener, mejores resultados.

De la segunda centrífuga se obtiene el aceite ya pulido y concentrado. Después se pasa al proceso de llenado de

tambores para almacenamiento en cuarto frío.

La cáscara se va recogiendo en un gusano y se junta con la pulpa de desperdicio de los finishers para secarla en un secador rotatorio y almacenarla para después venderla como forraje para ganado. Antes de secarla se recomienda agregarle pocas cantidades de cal para facilitar el secado.

El proceso debe estar diseñado de manera que la naranja más grande forzosamente caiga en alguna medida. Como ya se explico anteriormente al momento de la extracción la taza superior ejerce presión sobre la naranja. Al ejercer la presión al mismo tiempo, se hacen dos agujeros en la parte superior y en la parte inferior de la naranja, hay unas esferas que soplan agua a presión, con la finalidad de recoger el aceite esencial de la cáscara durante la presión.

La finalidad de los agujeros es para facilitar la extracción del jugo, el cual va cayendo en la parte inferior de la taza fija en el centro tiene un pistón que sirve para comenzar a filtrar el jugo de la pulpa y el bagazo.

5.1.1.- TIPOS DE JUGOS.

1).- JUGOS APERTIZADOS:

Los envases clasicos son los envases de vidrio o bien de hojalata.

Durante la extracción se debe evitar la incorporación de

los aceites esenciales y de los principios amargos que contiene la corteza.

Hay que tomar precauciones para evitar la oxidación, seguida por la degradación enzimática que conduciría a una sedimentación rápida de la pulpa en suspensión para esto se emplea la desaireación, el tratamiento rápido a alta temperatura y el envasado a vacío.

En general los jugos de agrios no son envasados a granel, sino que pasan directamente al llenado y a la estabilización de pequeños recipientes. Ya que estos jugos pulposos son demasiado inestables para su composición y su contenido en microorganismos.

2).- JUGOS ENFRIADOS:

Después de un tratamiento térmico rápido destinado a inactivar las enzimas, el jugo es enfriado en seguida a 0°C y transportado en grandes recipientes mantenidos a esta temperatura hasta los puntos de su consumo. El transporte se efectúa mediante semirremolque de carretera y buques-cisterna.

Sin haber pasado por la estabilización apenas llegado el jugo es distribuido bajo régimen de frío.

3).- JUGOS ENVASADOS ASEPTICAMENTE:

Se presentan en botes de tapa grande y de fácil abertura,

son de vidrio incoloro granitado, lo que permite ver el atractivo color del jugo pulposo, son llenados por completo, ya que al ser efectuada esta operación en frío y asepticámente, es inútil proveer un espacio libre para la dilatación que provocaría una pasteurización después de cerrados los envases. Al recibir un único tratamiento térmico "flash" seguido de un enfriamiento igualmente rápido el jugo conserva mejor su aroma fresco.

4).- JUGOS RECONSTITUIDOS A PARTIR DE CONCENTRADOS:

Existe controversia en cuanto a este aspecto ya que en algunos países industriales desean que no se llegue al conocimiento del consumidor, a través de la etiqueta, ninguna discriminación entre estos jugos y los definidos precedentemente. En efecto el término reconstituido les parece peyorativo, en tanto que en ciertos casos, un reconstituido obtenido a partir de un buen concentrado es mejor que un jugo clásico industrial.

Es evidente que el almacenaje y el transporte de los concentrados resultan mucho menos caros que los jugos simples, pero es por lo menos lógico no engañar al consumidor al prescindir de toda advertencia a este respecto.

5.2- LOS CONCENTRADOS:

Estos productos tienen buena aceptación en el mercado por ser productos de alta calidad.

La concentración de un producto consiste en reducir su contenido de agua. El grado de concentración se determina con el refráctometro y se expresa en °Brix. La concentración reduce los gastos de transporte y de almacenaje del producto. Además facilita la conservación.

Los métodos de concentración se realizan por evaporación, evaporación al vacío y congelación.

La evaporación consiste en eliminar el agua por ebullición.

Al aplicar vacío se reduce la temperatura de ebullición. Este tiene la ventaja de que ocurren menos cambios en el sabor y el color del producto. Además con este sistema es posible recuperar las sustancias volátiles que se evaporan durante el proceso. El vapor con estas sustancias volátiles se condensa en la columna de la paila. La destilación se termina cuando el 10% del líquido se ha evaporado.

El jugo se concentra exento de pulpa un poco, entra al evaporador generalmente se utilizan evaporadores de múltiple efecto para aprovechar el vapor el vapor generado por el jugo y tener un mejor rendimiento del vapor en la caldera. Por lo general el jugo entra con 11 ó 12°Brix, para concentrarse hasta 65°Brix.

El jugo sale del evaporador hacía un tanque batch que lo mantiene a 40°F. Después de esto ya esta listo el jugo para llenado de tambores, que por lo general son de 200 litros y

se almacenan a 18°C en un cuarto frío para mantener sus características estables.

Para obtener el jugo concentrado congelado, este se calienta brevemente para inactivar las enzimas, que de otra manera causarían la formación de geles sólidos en el recipiente lo que produciría la clarificación del jugo después de ser reconstruido.

Se utilizan unidades de etapas múltiples de alta velocidad que tienen hasta 7 etapas y 4 efectos. El jugo pasa a través de cada etapa, así que el tiempo que el jugo se encuentra en el evaporador es solo de minutos. El jugo se calienta a aproximadamente 99°C en una primera etapa logrando la inactivación enzimática.

Los evaporadores de cada efecto, proporcionan energía para las etapas de menor temperatura. El concentrado se extrae a 50-60°Brix, la esencia acuosa se recupera de los vapores de la primer etapa del evaporador y se concentra en una columna de fraccionamiento para adicionarla al concentrado final y mejorar el sabor fresco. También se agrega aceite extraído en frío de la cáscara, a una concentración de 0.025% para equilibrar el sabor. Se saca ventaja de la oportunidad de almacenar el concentrado en barriles recubiertos con polietileno, a una concentración aproximada de 65°Brix. De manera que si la fruta no se haya disponible en una determinada época, o no es lo suficientemente dulce podría

utilizarse otro producto un poco más dulce, para mezclarlo y obtener exactamente la relación Brix/ácido que se desee.

El concentrado ya mezclado se enfría hasta -1°C , se envasa en los recipientes, se congela en tuneles con una corriente de aire a una temperatura de -4°C .

5.3.- PRODUCTOS DESHIDRATADOS.

Un producto biológico totalmente privado de agua y mantenido fuera de todo contacto con el oxígeno y la luz se mantiene sin cambio alguno y su rehidratación devuelve el líquido de origen; si la deshidratación no ha modificado la estructura física de la bebida y si las materias volátiles aparte del agua son reincorporadas.

Las tentativas para producir comercialmente naranja en polvo se iniciaron en Estados Unidos después de la última guerra mundial aprovechando la disponibilidad de instalaciones de liofilización importantes, sin embargo no tardo en revelarse la evidencia de que resultaba más económico abandonar la liofilización y producir concentrado congelado, más voluminoso pero más fácil de fabricar y de conservar.

5.4.- CONSERVAS.

Es corriente clasificar en esta categoría los gajos en jarabe y las pulpas apertizadas destinadas a un nuevo

tratamiento, pero existen también pulpas sulfitadas, y por tanto conservadas por vía química, purés finos apertizados o conservados con benzoato de sodio, bases que contienen la casi totalidad del fruto y que están destinadas a la fabricación de bebidas gaseosas o sin gas, otras bases que contienen una parte de la corteza triturada y una emulsión de aceite esencial, y por último bases fuertes azucaradas que permiten obtener por dilución naranjadas. Son productos todos ellos muy diferentes entre sí.

Los frutos en jarabe, o confitados son presentados a menudo en gajos desembarazados de su membrana intercarpelar y de sus pepitas. El mondado puede ser facilitado por inmerciones sucesivas en un baño alcalino y después ácido. Estos gajos son vendidos a otros fabricantes de conservas que preparan frascos de frutos confitados surtidos.

La pulpa es presentada en forma de un puré espeso y en general es vendida en barriles o cajas, destinadas a a la confitería. Un nuevo producto de aspecto atractivo es la pulpa formada únicamente por la acumulación de células intactas extraídas de los gajos de naranja, para llegar a este resultado hay que hacer actuar una enzima pectolítica que solo degrada a las pectinas débilmente metoxidadas, lo que despega las células entre sí sin destruirlas seguidamente, las células intactas son recuperadas por una separación física.

Los llamados "conminuted" o sea bebidas que contienen finamente triturados gran parte de los constituyentes del fruto, los frutos proporcionan un rendimiento del 100% de su peso y de aceite esencial y de albedo, el pozo que se produce con la trituración de este albedo es estable en la dilución y el ácido ascórbico natural esta mejor protegido que el mismo jugo.

Sin embargo, para ablandar las partes duras y para inactivar las enzimas de oxidación, hay que someter previamente los fragmentos de naranja a una verdadera cocción, de modo que la bebida conserva un sabor de compota que es añadido a menudo al del benzoato o al del anhídrido sulfuroso tolerados para la conservación.

5.5.- CONFITURAS (CONSERVACION EN AZUCAR).

He aquí otro medio de conservar los productos de los cítricos, el azúcar añadido en proporción suficiente para evitar toda fermentación (60-65% extracto seco).

En la categoría de confituras de lujo figura la mermelada de naranja tipo "Dundee" en la que unos trozos muy finos que requieren máquinas cortadoras especiales, están bañadas en un jarabe espeso pero límpido elaborado con el jugo filtrado.

Cuando se pasa a unos productos más concentrados o más ricos en azúcar, se piensa en las pastas de naranja que contienen un congelante y una proporción notable de pasta y

de aceite esencial, y en las cortezas confituras de naranja, limón y bergamota, así como en los frutos enteros o gajos obtenidos en confitería.

La venta de frutos confitados aumenta con la expansión de las mezclas para repostería y para la pastelería industrial. Así mismo, las modernas fábricas de galletas cada vez consumen mayor cantidad de derivados de frutos.

Con productos desecados pero ricos en azúcar, la adición de azúcar en polvo permite conservar más fácilmente el polvo de fruta y lograr que sea menos higroscópico.

5.6.- ACEITES ESENCIALES.

Los aceites esenciales son productos generalmente olorosos obtenidos ya sea sometiendo al vapor de agua vegetales o partes de vegetales, o bien al exprimir el pericarpio fresco de los frutos de los herperidios.

El aceite esencial está encerrado en bolsas pequeñas llamadas glándulas de esencia e incluidos en los tejidos subepidérmicos.

La extracción puede efectuarse utilizando procedimientos mecánicos muy numerosos que se clasifican en 3 categorías según actuen por deformación de la corteza, por presión ó por abrasión.

Las máquinas que proceden por deformación tratan los

casquetes de corteza procedentes de la extracción del jugo. Estos casquetes son impulsados a través de un pasillo cada vez más estrecho, bajo la acción de violentos chorros de agua. Enrollados y doblados sus tejidos superficiales son desgarrados y la esencia liberada de su presión celular es arrastrada por el agua.

En las máquinas "Avena" el pasillo está delimitado por un tambor móvil acanalado que gira en el interior de un tambor fijo.

En las "Speciale Indelicato" es una cadena sin fin lo que comprime los casquetes contra una pared fija acanalada.

Las máquinas que funcionan por presión tratan también los casquetes de corteza, pero son en este caso fragmentadas. La "Pipkin Roll" efectúa esta operación con la ayuda de dos cilindros acanalados que giran en sentido contrario y dejan entre ellos un espacio suficiente para que la presión ejercida haga estallar las células de esencias sin triturar los tejidos de la corteza. También han sido utilizadas en los Estados Unidos prensas de tornillo continuas, las "Screw Presses" que impulsan los restos de corteza hacia el interior de un cono perforado donde un chorro de agua conduce la esencia a través de estas perforaciones. En la extracción de jugos se utilizan las máquinas que trabajan por presión-deformación. Se trata de la "F.M.C. in line". El fruto entero es apretado entre dedos metálicos y mientras la

esencia es arrastrada al exterior por un chorro de agua, el jugo del fruto sometido a presión es aspirado por una cánula perforada, hundida en su centro.

Los procedimientos basados en la abrasión permiten tratar al fruto entero. La parte superficial de la corteza es rallada por frotamiento del fruto contra una superficie abrasiva. Entre las máquinas más conocidas citaremos las peladoras "Avena" en la que el fruto es proyectado contra un tabique circular tapizado con placas de vidrio o de acero inoxidable provistas de puntas, la esencia extraída es arrastrada junto con los vestigios vegetales por un fuerte chorro de agua.

En general las ralladuras en bebidas de esencia son arrastradas por chorros de agua y después del tamizado la esencia es decantada o separada por centrifugación.

Se conservan por lo menos durante un año, conviene ante todo evitar la acción del aire, del agua y de los oxidantes en general, así como de la luz.

Para las cantidades pequeñas de aceite esencial se utilizan unos recipientes de vidrio, obturados por tapones de vidrio o de corcho recubierto por una capa inatacable. Para cantidades importantes, se emplean bidones o barriles de hierro estañado, galvanizados o barnizados en su interior.

Antes de su utilización las esencias de los cítricos suelen

ser sometidas a la deterpenación, la cual tiene por objeto hacer que la esencia sea soluble en alcohol de poca graduación y en el agua concentrar los principios odorantes y aumentar su estabilidad.

Los aceites esenciales de la naranja se utilizan en confitería y en la elaboración de licores, y en farmacia su misión suele ser disimular el sabor desagradable de un medicamento, también se utilizan en repostería.

6.-REQUERIMIENTOS,ESPECIFICACIONES Y ESTANDARES PARA EL PROCESAMIENTO DE CITRICOS.

6.1.- EDIFICIOS:

1.- EDIFICIOS Y TERRENOS: Los edificios y terrenos deben ser mantenidos en buenas condiciones y presentables, contar con dispositivos adecuados para eliminar los desechos y la basura. Todas las entradas del edificio deben estar protegidas y las puertas deben tener cerraduras.

2.- PISOS, PAREDES Y TECHOS: Los pisos, las paredes y los techos de todos los cuartos en los cuales el producto es expuesto, deben estar bien construídos y darles reparación y limpieza a fondo. Deben ser pintados utilizando la pintura adecuada.

3.- ILUMINACION Y VENTILACION: Todos los cuartos utilizados para el manejo de los productos deben de ser

claros y con muy buena ventilación. La iluminación debe estar controlada para prevenir posibles contaminaciones del producto.

4.- BAÑOS:

a).- Los inodoros o cuartos de baño no deben tener puerta de acceso a cuartos de manejo o de almacenamiento de producto.

b).- Las puertas de los inodoros y cuartos de locker deben estar cerrados con candado.

c).- Los inodoros o cuartos de baño deben estar provistos de lavabos para que los empleados se asean antes de iniciar su trabajo.

5.- HIGIENE DE LAS MANOS: Se deben colocar lavabos en el área de procesamiento y proveerlos de jabón y toallas.

6.2.- EQUIPO.

1.- PARA EL EQUIPO QUE ESTA EN CONTACTO CON EL PRODUCTO:

a).- Todo el equipo que tenga contacto con el producto debe estar hecho de material que permita una limpieza perfecta y que facilite su manejo.

b).- Las superficies pintadas no deben tener contacto con la fruta ya lavada.

c).- El equipo debe de mantenerse higiénicamente de tal

modo que evite la contaminación de los productos en su interior.

d).- Los ductos y tubos utilizados para transportar productos fluidos o líquidos deben estar bien lavados y esterilizados.

6.3.- SANITIZACION.

1.- EN EL AREA DE PROCESAMIENTO: Cuando una planta está operando, todo el equipo, los edificios, la materia prima, los terrenos, e incluyendo los empleados, deben estar limpios, y en caso que se presente algún derrame de producto se debe limpiar inmediatamente.

2.- PROTECCION CONTRA CONTAMINACIONES: Los productos deben ser procesados y manejados de tal manera que no puedan contaminarse.

3.- OLORES: La planta debe estar libre de olores desagradables.

4.- CONTROL DE INSECTOS Y ROEDORES: Deben ser empleados medios efectivos para mantener la planta libre de moscas, hormigas e insectos rastreros, cucarachas, roedores, etc., y no se debe usar veneno para roedores en la planta.

5.- LIMPIEZA:

a).- Todos los edificios, pisos, paredes, techos e instalaciones deben estar bien limpios.

b).- Todas las superficies que están en contacto con el producto deben estar limpias e inspeccionarse después de su uso diario como lo especifica el Departamento de Control de Calidad (limpieza cada 12 horas y limpieza general cada 48 horas).

c).- El equipo una vez limpio debe ser puesto en su sitio para ser inspeccionado para asegurarse que la limpieza sea satisfactoria.

d).- Las superficies que esten en contacto con el producto deben ser lavadas con agua que contenga 10 ppm de cloro. todas las superficies que están en contacto con el producto deben ser limpiadas diariamente, usando materiales y métodos aprovados por el Departamento de Control de Calidad.

6.4.- SALUD DEL PERSONAL, APARIENCIA Y HABITOS.

1.- Todos los empleados deben estar al corriente con sus certificados de salud y deben examinarse a intervalos regulares de tiempo.

2.- Los empleados deben tener una apariencia pulcra, limpia y su vestuario debe ser el adecuado para evitar contaminaciones en el producto. Las empleadas deben usar redes para el pelo, los hombres deben ir limpios y rasurados.

3.- No deben de fumar, ni escupir en las áreas donde se almacenan o son manejados los productos.

4.- No deben usar durante el procesamiento joyas, anillos.

5.- No consumir alimentos en las áreas donde se encuentran los productos.

7.- PRUEBAS A LA NARANJA PARA PROCESO.

Los productos que tienen mayor demanda y que son obtenidos de la naranja es el jugo concentrado, jugo para beber y otros productos. La fruta que es usada más comunmente se selecciona por peso. La naranja de mayor calidad es la deseada para el jugo concentrado, se le adicionan saborizantes y aromas. El rendimiento aumenta con la calidad y el peso o libras de sólidos solubles por caja incrementada.

Muchas plantas compran está fruta para concentrarla. La inspección de una muestra representativa asegura que este sana, que tenga el grado de madurez ideal para procesarla. Dicha información es obtenida a partir de una serie de pruebas que determinan si la fruta es la apropiada para concentrar.

7.1.- ESTANDARES DE MADUREZ

La madurez en las frutas cítricas se basa en cinco factores: el color natural, contenido de jugo, sólidos solubles totales, acidez y relación °Brix/acido. El estandar para cajas de naranja conteniendo 1 3/5 bushels y pesar 90

libras. Las épocas de cosecha se extienden desde agosto hasta julio. En el caso de las naranjas usadas para proceso, la temporada se divide en dos períodos del primero de agosto al 30 de noviembre, durante el resto del año del primero de diciembre al 31 de julio, los requerimientos son color, contenido de jugo y acidez.

La planta requiere de equipo y mantenimiento y un cuarto localizado convenientemente para la inspección.

7.2.- PESO.

Cada caja de naranja es pesada al arribar a la planta de proceso y es obtenido el peso neto de la fruta.

7.3.- MUESTRA DE LA FRUTA.

Una muestra representativa del cargamento de fruta es obtenido cuando el camión es descargado. Esto por medio de un muestreo mécanico moviendo las naranjas a ciertos intervalos de tiempo. La muestra oficial para la prueba de madurez consiste en tomar una naranja por caja, esto para 10 cajas. Estas se utilizan para las pruebas de calidad particularmente: contenido de jugo, sólidos y ácido.

7.4.-COLOR.

Al principiar la temporada, las naranjas deben tener específicamente un color claro. El color de la piel, depende

de algunos factores, es indicativo de un proceso de madurez en frutas cítricas. un color verde obscuro es asociada con inmadurez. Por lo tanto las naranjas pueden mostrar una coloración naranja o amarilla como consecuencia de los procesos naturales de la maduración.

La prueba se hace comparando la fruta individual de una muestra con un disco de color estandar.

7.5.- CONTENIDO DE JUGO.

Las naranjas producidas entre agosto primero y el primero de diciembre presentan un contenido de 4.5 galones de jugo por caja. Estos requerimientos no son para el resto del año.

El jugo es extraído de la fruta previamente pesada la muestra. Un extractor mecánico es usado para extraer el jugo libre de pulpa y semillas y pasado por un finisher. La cantidad de jugo por caja puede ser expresado en libras o galones. Las libras de jugo o los galones de jugo por caja son calculados como a continuación se detalla:

$$\text{lbs. de jugo por 90 - lbs. (caja)} = \frac{\text{Peso de jugo}}{\text{Peso de la muestra}} \times 90$$

El contenido de jugo es afectado por una gran cantidad de factores: La variedad, raíces, tipo de suelo, practicas culturales, temperatura y precipitación. Muchas naranjas al principio de la madurez contienen de 45 a 52 lbs. o de 5 a 6 galones de jugo por caja.

7.6.- SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (O °BRIX).

El jugo de naranja contiene una gran cantidad de los constituyentes solubles, entre ellos azúcares. Otro componente importante es el ácido cítrico, la vitamina C, vitamina A y los aceites esenciales. El 85% del total de sólidos solubles son azúcares y ellos son medidos con hidrómetros para °Brix. Este instrumento contiene indicaciones reales específicas de gravedad, la lectura es calibrada directamente midiendo los °Brix o porcentaje de sucrosa a una temperatura de 17.5°C.

El término "sólidos" puede estar sujeto a confusión debido a que el jugo de naranja contiene una gran cantidad de pulpa, pedazos de semillas y otras sustancias que son insolubles, a estos se les denomina sólidos insolubles.

El término "°Brix" ó "Brix" es frecuentemente usado para llamar así a los sólidos solubles.

Los requerimientos legales del total de sólidos solubles muestran un decremento del 9% o un 8% después de diciembre. Las naranjas usadas para concentrados contienen un 12 ó 11% en °Brix. Las pruebas del total de sólidos solubles es hecha insertando el hidrómetro Brix y un termómetro en el cilindro que contiene jugo. Después de unos cuantos minutos se saca el hidrómetro y el termómetro tomando la lectura previamente. La temperatura de corrección apropiada es sumada a la lectura del hidrómetro.

Las libras del total de sólidos solubles por caja son obtenidos por cálculos. El porcentaje de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) es multiplicado por las libras de jugo por caja.

7.7.-ACIDEZ.

El jugo de naranja contiene principalmente ácido cítrico, con pequeñas cantidades de ac. málico, tartárico y succínico.

Se toma un volúmen de jugo con la pipeta y se deposita en un matraz, se le colocan unas gotas de fenolftaleína, se mezcla y se titula con NaOH, hasta que vire a un color rosa tenue perdurable. El % de acidez en el jugo es calculado a partir de la cantidad de alcali consumido.

7.8.- RELACION $^{\circ}$ BRIX/ ACIDEZ. (RATIO)

La relación $^{\circ}$ Brix/acidez es la proporción del total de sólidos solubles con la del ácido. Esta se determina dividiendo el % del total de sólidos solubles entre el % de acidez.

7.9.- CERTIFICADO DE INSPECCION.

Después de que la prueba de madurez y de calidad interna se ha completado satisfactoriamente, el inspector autoriza el certificado de inspección para un cargamento de fruta el cual ha sido muestreado. El certificado muestra las libras o

galones de jugo por caja, el total de sólidos solubles (°Brix), el porcentaje de acidez y su relación. Una copia es proporcionada a la fábrica y una puede ser dada a el agricultor haciendo un arreglo conveniente.

7.10.- PRECIO POR CAJA.

El precio por caja entregada a la planta procesadora es obtenido multiplicando las libras del total de sólidos solubles por caja por el precio por libra.

A).-PRUEBAS FISICAS

8.- ANALISIS PARA CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO TERMINADO.

El control de calidad de los productos cítricos es un factor vital en la aceptación y el incremento en el consumo de los cítricos. La calidad es determinada por muchos factores entre ellos sabor, color, °Brix, acidez titulable, estabilidad física y valor nutricional.

Los sólidos solubles de naranja son azúcares y ácidos orgánicos. El porcentaje de azúcares se incrementa y el porcentaje de acidez decrece al madurar la fruta.

En las pruebas de control de calidad, el total de sólidos del jugo es medido con el hidrómetro y para productos concentrados por el refractómetro. Los principales azúcares en los cítricos son: sucrosa, glucosa y fructosa. La sucrosa representa aproximadamente la mitad del total de azúcares, la

fructosa y la glucosa 1/4 del total de azúcares. Los ácidos predominantes en los cítricos son el ac. cítrico y el ac. málico. Sinclair y Ramsey mencionan un rango de 8.3 - 25.5 mg. de ac. cítrico y 1 - 1.8 mg. por ml. de ac. málico en jugo de naranja.

Cuando el pH de los jugos cítricos excede de 4 el control microbiológico se vuelve más crítico, esto suele ocurrir en frutas muy maduras o en frutos que han sido afectados por las heladas.

El control de calidad para el color de los productos cítricos es visual. El color del jugo de naranja es evaluado por la USDA grado standar por una comparación visual con una serie de tubos de plástico de color standar o con un colorímetro.

8.1.-DETERMINACION DE SOLIDOS SOLUBLES.

Los °Brix es el porcentaje por peso de sucrosa en una solución pura de sucrosa. La determinación de los °Brix se usa en el control de calidad como una medida del porcentaje por peso del total de sólidos solubles en los productos cítricos.

Los °Brix de jugos los cítricos son medidos utilizando el hidrómetro y el refractómetro. el hidrómetro se usa para medir los °Brix del jugo fresco y el refractómetro se utiliza para medir los °Brix de los concentrados de cítricos.

8.1.1.-SOLIDOS SOLUBLES DETERMINADOS POR EL REFRACTOMETRO.

Las muestras se colocan en el prisma del refractómetro, se deben evitar partículas de pulpa y la temperatura de la muestra se debe ajustar a la del instrumento.

Checar la precisión del refractómetro frecuentemente determinando el índice de refracción del agua destilada o de alguna solución estandar de índice de refracción ya conocido. (ver tabla #19 en el apéndice).

8.1.2.-SOLIDOS SOLUBLES DETERMINADOS CON EL HIDROMETRO.

Para jugo reconstituido, jugo frío y jugo concentrado.

- 1.- Llenar el cilindro del hidrómetro con jugo.
- 2.- Introducir el hidrómetro en el cilindro.
- 3.- Dejarlo que se asiente.
- 4.- Tomar la lectura de los °Brix y hacer la corrección en base a las tablas #20 y 21, que se presentan en el apéndice.

8.2.- VISCOSIDAD

La viscosidad de los productos cítricos es un atributo importante para la calidad y es determinada durante el procesamiento y en el producto final con un viscosímetro.

Las condiciones para la prueba dependen del procesador y del producto sometido a dicha prueba. Por ejemplo la viscosidad de un jugo concentrado de cítricos puede ser

medida a 12 rpm a 30°C con un spindle del #2 o a 30 rpm a 25°C con un spindle del #4.

-APARATOS:

Viscosímetro Brookfield modelo LVT ó LVG; spindles para viscosímetro #1,2,3,4 y 10 cps además un viscosímetro Lab. Modelo A.

-PROCEDIMIENTO:

A).- Coloque la muestra en un recipiente adecuado. Se utilizan envases de 6 onzas para la prueba de viscosidad de un concentrado. Una muestra de 6 onzas es suficiente para poder sumergir el spindle. Porque si se utiliza un spindle de 10 cps se requiere una muestra de mayor tamaño. Se utiliza un vaso de precipitado de 400 ml. lleno a 3/4 de su capacidad con muestra puede utilizarse el spindle de 10 cps. Manteniendo la muestra a 30°C en un baño de agua.

B).- Colocar el viscosímetro en una superficie plana, colocar el spindle más bajo a 12 rpm.

C).- Introduzca el spindle en la muestra hasta donde lo indica la señal del mismo.

D).- Presione el clutch y espere que trabaje el motor del viscosímetro, libere el clutch y permita que el disco gire hasta que el indicador alcance o presente la posición de estabilidad.

El concentrado de cítricos es tizotrópico y no newtoniano por lo tanto el indicador no se estabiliza completamente. Deje que el disco gire 1 min. y presione el clutch, una vez presionado apague el motor vea el indicador y anote la lectura observada.

E).- Seleccione en base al spindle la viscosidad determinada en los siguientes rangos:

# SPINDLE No.	RANGO DE VISCOSIDAD (cps)	FACTOR (multiplica por la lectura de la es- cala) @ 12 rpm.
1	100 - 400	5
2	250 - 2,250	25
3	2,000 - 9,000	100
4	8,000 -50,000	500
10	0 - 50	0.5

G).- Multiplique la lectura de la escala por el factor indicado para el spindle usado. Reportar los resultados en (cps) centipoise @ 30°C.

H).- Para medidas de viscosidad de productos poco viscosos como jugo fresco use el spindle para 10 cps.

8.3.- RELACION °BRIX/ACIDEZ. (RATIO)

El valor de la relación °Brix/acidez es la relación del valor de los °Brix del concentrado sobre gramos de ac. cítrico anhidro por 100 grs. de concentrado. La determinación de esta relación es requerida por la USDA para saber el grado de madurez de la fruta. Son usados los valores previamente determinados para °Brix y acidez titulable.

CALCULOS:

1.- El porcentaje de sólidos solubles o °Brix es dividido por el porcentaje de acidez titulable y se obtiene la relación °Brix/acidez.

8.4.- DETERMINACION DEL pH.**I.- DESCRIPCION DEL METODO:**

Especificaciones del equipo especial:

1.- Potenciómetro Beckman, L. y N., Corning.

II.- PROCEDIMIENTO:

1.- Estandarizar o calibrar el potenciómetro con una solución buffer estandar como lo indica el instructivo del aparato, usando una solución buffer pH=4.0

2.- CONCENTRADO: Reconstituir la muestra diluyendo 3 veces el equivalente a su volumen con agua.

Para jugo: No es necesario adicionar agua.

3.- Puede tomar una muestra de 50-100 ml. inmerse el electrodo, ajuste la temperatura.

4.- Presione el switch para un rango de pH entre 0-8 y tome la lectura.

8.5.- PULPA SUSPENDIDA.**I.-DESCRIPCION DEL METODO:**

1.- Centrífuga

2.- Tubos para centrífuga de 50 ml. graduados, con fondo cónico.

II.- PROCEDIMIENTO:

1.- CONCENTRADO: Reconstituir la muestra (descongelandola previamente) adicionando 3 veces su volumen de agua destilada.

Para jugo no es necesario.

NOTA: La temperatura del jugo se lleva a 78°F, por los efectos de la centrifugación. a 10°F de diferencia en la temperatura hace que la lectura de la pulpa tenga una diferencia del 1%, por está razón se debe estandarizar la temperatura.

2.- La velocidad de la centrífuga se ajusta a 1271 RPM para una centrífuga de 15" de diámetro y el jugo es centrifugado por 10 minutos.

III.- CALCULOS:

1.- Después de centrifugar la pulpa puede estar desigual en la superficie. Se toma la lectura en ml. en base al espesor de la capa de la pulpa, se pasa a point y con el promedio de dos lecturas se obtiene la cantidad de pulpa suspendida en ese tubo. La lectura multiplicada por dos es el porcentaje de pulpa suspendida para cada muestra.

8.6.-ESTABILIDAD DE LOS CONCENTRADOS DE CITRICOS

Los jugos de cítricos concentrados congelados expuestos a condiciones inadecuadas de almacenamiento pueden sufrir cambios físicos y químicos. La naturaleza y la cantidad de pectinas presentes en el concentrado los afectan debido a la acción enzimática y al contenido de iones metálicos y estos factores contribuyen a que ocurran algunos cambios. Los cambios más significativos que pueden presentarse son el desarrollo de la estructura de un gel en el concentrado dando como resultado una reducción de la fluidez y en concentrado reconstituido una separación más rápida del suero disminuyendo así la turbidez o nube.

La susceptibilidad de producción de muestras de jugo concentrado congelado de cítricos para este tipo de cambio puede ser estimada por la evaluación de la gelación, separación y clarificación características de un producto antes y después de controlar la exposición durante el almacenamiento y las temperaturas elevadas.

La determinación de la gelación, separación y clarificación características de una muestra en un período largo de almacenamiento o almacenaje normal, distribución y venta pueden ser útiles en la evaluación de los efectos en la calidad del producto durante su manejo.

Puede ser aplicable, el siguiente procedimiento de prueba para evaluar la estabilidad característica de otros productos

además del jugo concentrado congelado de cítricos:

-PREPARACION DE LA MUESTRA:

1).- La evaluación de la estabilidad es hecha a productos envasados en recipientes estandares de 6 onzas (202 x 314), 3 7/8 plg. de altura y 2 + 1/8 plg. de diámetro.

2).- La evaluación de la estabilidad puede ser hecha a una muestra de jugo concentrado congelado cuando es recibido en sus condiciones iniciales, la muestra se trata con agitación o circulando agua a 70° - 80°F por un período de 1 hr.

3).- Inmediatamente después de descongelarla se procede a la evaluación de la estabilidad.

4).- Una muestra de jugo concentrado congelado puede ser sometida a una exposición controlada a elevada temperatura procediendo como sigue:

8.6.1.-PRUEBA ESTANDAR DE ABUSO

La prueba estandar de abuso consiste en una exposición controlada de la muestra de jugo concentrado de cítricos a elevada temperatura bajando el estandar y uniformizando condiciones.

No requiere reactivos.

APARATOS:

1).- En un baño maría a temperatura constante controlandola

termostáticamente y que sea capaz de mantener a temperatura de 80°F. El agua en el baño debe estar arriba de 5 plg. y debe haber circulación para mantener uniforme la temperatura.

2).- Con una temperatura constante en el baño maría controlada termostáticamente y siendo capaz de mantenerla entre 40°F.

PROCEDIMIENTO:

1).- La muestra de jugo concentrado congelado de cítricos sometida a la prueba estandar de abuso debe ser de 6 oz.

2).- Descongelar la muestra ya sea con agitación o circulando agua a 80 - 70°F por 30 min.

3).- Después de descongelarla, colóquese en un baño maría a temperatura constante .

4).- Después de 24 hrs. en un baño maría a 80°F mover la muestra agitándola y proceda a efectuar la prueba de gelación, separación y clarificación.

5).- Checar si hay fermentación o producción de gas en la muestra sometida a exposición a 80°F durante 24 hrs. esta puede ser sustituida por una exposición de 6 días a 40°F. (Seleccionar una muestra fresca, descongelar en forma directa a 40°F y colóquela en un baño de agua a 40°F por 6 días y al termino de los 6 días proceda con las evaluaciones de estabilidad.

8.6.2.-PRUEBA DE GEL.- EVALUACION DEL GRADO DE GELACION.

Según experimentos sobre cítricos hechos por la Universidad de Florida, han investigado los factores asociados con la gelación en jugo concentrado congelado de naranja, el grado en que generalmente se presenta depende de los siguientes factores: concentración de pectinas, contenido de azúcares, actividad de la pectinesterasa y pH. Otros factores que influyen son daños por heladas, cantidad de pulpa, métodos y temperatura.

En general la gelación y separación son dos propiedades indeseables cuando aparecen en el concentrado congelado, es debido a la actividad de la pectinesterasa que es asociada con el contenido de pulpa y la degradación del contenido péctico del jugo. Los cambios químicos en la fruta causan separación, en el jugo de naranja guardan sólidos cuando se encuentran en suspensión. La pectinesterasa destruye las pectinas causando que estas se encuentren en solución, no teniendo el jugo la misma cantidad de sólidos. La concentración en azúcar a 42 °Brix presenta un rango ideal para la gelación.

Algunos de los métodos de control de la gelación y separación son los siguientes:

Temperatura alta (160° a 175°F), baja temperatura (0°F y más bajo).

Controlar las condiciones de la fruta en buen grado, buen terminado de las prácticas, bajo contenido de pulpa, etc.

APARATOS:

Platos cristalinos de vidrio y limpios, planos 110mm de diámetro x 50 mm de altura.

PROCEDIMIENTO:

1).- Tome cuidadosamente y mueva una de las 6 oz. de jugo concentrado congelado el cual ha sido descongelado ya que fue sometido a la prueba estandar de abuso. Evite agitar.

2).- Coloquela invertida en el plato cristalino sobre el recipiente que contiene el jugo concentrado cuidadosamente invierta el recipiente sobre el disco o plato evitando que se derrame. Cierre nuevamente el recipiente e invierta la posición en el plato con el recipiente cerrado, suavemente haga un agujero de aproximadamente un octavo de pulgada de diámetro en el envase cerrado. Levante lentamente y mueva el envase para que fluya su contenido libremente y caiga lentamente en el plato.

3).- Examine el producto y clasifique el grado de gelación o formación de gel observando en base a las siguientes indicaciones:

ZERO GEL (0).- El concentrado es uniforme en apariencia.

NUMERO 1 GEL (1).- El concentrado contiene un poco de grumos gelatinosos, además es completamente fluido y no

tiende a amontonarse.

NUMERO 2 GEL(2).- El concentrado tiene mucho grumos gelatinosos y muestra resistencia a fluir, además el concentrado tiende a aglutinarse.

NUMERO 3 GEL(3).-Definitivamente el grado de formación de gel es evidente en el concentrado.

NUMERO 4 GEL(4).- El grado de formación de gel es extremo, como se puede observar la muestra toma la forma del envase y lo retiene.

4).- El concentrado congelado de cítricos que es completamente estable no presenta gelación inicial ni después de 24 hrs. de exposición a 80°F.

8.6.3.-PRUEBAS PARA SEPARACION DE LOS CONSTITUYENTES DE LOS CONCENTRADOS Y DE LOS JUGOS PARA BEBER.

APARATOS:

- 1).- Vaso de precipitado limpio y de vidrio de 1000 ml.
- 2).- Probeta graduada de 1000 ml.

PROCEDIMIENTO:

1).- Abra un recipiente de concentrado congelado de 6 oz. el cual fue descongelado al ser sometido a la prueba estandar de abuso.

2).- Vacíe el contenido del recipiente en el vaso de precipitado de 1000 ml. y reconstituyalo con la cantidad requerida de agua destilada hasta que tenga la consistencia

de un jugo normal.

3).- Inmediatamente llene la probeta con la mezcla de jugo reconstituido.

4).- Después la probeta graduada se coloca en un vibrador por 30 min.

5).- Un jugo completamente estable no presenta cambios en su apariencia durante los 30 min. La separación ocurre después de ese tiempo y es evidente por el desarrollo de suero en el jugo, con la consiguiente clarificación, como resultado en el jugo se observa una columna de sólidos finos. El grado de separación puede ser clasificado en base a la siguiente escala:

ESCALA	DE	SEPARACION:
No separación		ninguna
0 a 10 ml de separación		ligera
10 a 20 ml de separación		moderada
20 a 40 ml de separación		severa
mayor de 40 ml de separación		extrema

6).- Para la evaluación y el rango de separación no se toman en cuenta los sólidos de la pulpa que flotan, si el suero presenta gases o aire se toma como resultado de una inminente fermentación. En algunos casos la separación es indicada por la formación de coágulos en la muestra, esto puede ser notado con una simple observación.

8.6.4.-CLARIFICACION.-EVALUACION DE NUBE INDICADA COMO PORCENTAJE DE TRANSMISION.

Los constituyentes del jugo de naranja tienden a producir nube o turbidez que es una característica física que nos indica una buena calidad en el jugo de naranja concentrado congelado. La vida de almacenamiento como indica el cuidado del producto a 0°F o menor y controlar el tratamiento con calor. Las pectinas solubles en agua en los jugos cítricos pueden proteger contra una deesterificación lo cual inhibe la actividad enzimática. Las pectinas con su estabilidad coloidal natural dan viscosidad a los jugos. Cuando estos coloides son degradados, hay una clarificación y se vuelve acuoso, esto trae como consecuencia el establecimiento de materia coloidal suspendida, causando rápidamente la separación de los sólidos de la pulpa insolubles en agua.

APARATOS:

- 1).- Tubos para centrífuga de 50 ml. graduados, de fondo cónico.
- 2).- Centrífuga para laboratorio.
- 3).- Vasos de precipitado de 1000 ml.
- 4).- Vasos de precipitado de 50 ml.
- 5).- Colorímetro Lumetron Modelo 401.
- 6).- Tubos para colorímetro de 18 mm x 150 mm.
- 7).- Estopilla.

PROCEDIMIENTO:

- 1).- Abrir un recipiente de jugo concentrado el cual ha

sido previamente descongelado ya que fue sometido a la prueba estandar de abuso.

2).- Sin derramar el contenido colocarlo en el vaso de precipitado de 1000 ml. y reconstituirlo hasta jugo normal adicionando agua destilada. Mezcle agitando despacio y uniformemente.

3).- Llene el tubo para centrifuga de 50 ml. con la mezcla

4).- Coloque los tubos de centrifuga llenos en una posición de balance en la centrifuga, use los duplicados de las muestras que sean necesarios para el balance.

5).- Cierre la centrifuga, centrifugue por 10 min. con la velocidad adecuada dependiendo el diámetro del tubo utilizado. Cheque con el tacómetro si la velocidad utilizada es la correcta.

6).- Después de centrifugar, mueva los tubos de la centrifuga. Maneje con mucho cuidado los tubos para no romper la estabilidad de la pulpa. Decante con cuidado, coloque las capas en la estopilla aproximadamente 20 ml. del flotante coloquelo en el vaso de precipitado más pequeño.

7).- Transfiera las partículas flotantes con el suero en un tubo de 18 mm x 150 mm y coloquelo en el colorímetro. Use el filtro 650 μ u, ajuste el colorímetro a una densidad optica de 0 con agua destilada. Mida la densidad optica de la muestra, lea y anote como % de transmición.

8).- El jugo reconstituido proveniente de jugo concentrado congelado de cítricos presenta un incremento pequeño del % de

transmisión después de ser expuesto a la prueba estandar de abuso. Una baja en la estabilidad de la nube en jugo reconstituido se ve reflejada por el incremento substancial en el % de transmisión en el jugo reconstituido por el procedimiento de la prueba.

8.7.- PRUEBA PARA LA ESTABILIDAD EN LA ACELERACION DE LA NUBE:

La prueba consiste en una cuantificación de la actividad enzimática residual después de la pasteurización de jugo concentrado y es usada como una medida de la estabilidad de la nube del producto.

REACTIVOS:

1).- Acido cítrico en solución: 500 gr. de ac. cítrico anhidro disuelto en un litro de agua destilada.

2).- Solución de NaOH: 80 gr. de NaOH grado reactivo disuelto en un litro de agua destilada.

3).- Solución de cloruro de bario: 300 gr. de $BaCl_2$ grado reactivo disuelto en un litro de agua destilada.

4).- Solución de benzoato de sodio: 400 gr. de benzoato de sodio de grado alimenticio disueltos en un litro de agua destilada.

5).- Solución de pectina: Disolver 30 gr. de pectina set rápida y 1.5 gr. de benzoato de sodio en agua destilada, lleve el volumen a 1 litro adicionando agua destilada.

APARATOS:

Incubadora a temperatura constante de 40°C.

Potenciómetro.

Centrífuga.

PROCEDIMIENTO:

1).- Reconstituya el concentrado hasta jugo para beber (11 o 12°Brix).

2).- A 100 ml. del reconstituido adicione: 0.5 ml. de solución de benzoato de sodio, 3.5 ml. de solución de pectina y 1.3 ml. de solución de BaCl₂ .

3).- Ajuste el pH de la muestra hasta 2.9 o 3.0 adicionando solución de ac. cítrico o NaOH en la cantidad requerida. Transfiera la mezcla a un recipiente limpio y con tapadera.

4).- Guarde la muestra en la incubadora a 40°C por 120 hrs.

5).- Una vez almacenada en la incubadora, examine la muestra a prueba observando si hay separación, clarificación o floculación. La ausencia de estas condiciones indican una prueba negativa para la actividad enzimática residual. Diluya una porción de la mezcla a prueba con 2 volúmenes equivalentes de agua destilada y centrifugue 50 ml. de la dilución por 2 min. a 200 rpm. El líquido flotante después de la centrifugación puede conservar o retener una buena nube. El suero limpio después de la centrifugación es indicación de acción enzimática.

6).- Algunos productos específicos requieren 48, 72 ó 96 hrs. para la prueba de estabilidad Stevens.

8.8.-GRADO DE COLOR.

El color de un producto de jugo cítrico en la forma que se consume es una característica importante para la calidad ya que afecta la palatabilidad y la aceptabilidad del producto. El color del jugo puede ser el típico de la fruta que ha sido extraído. El color debe ser natural y estar libre de compuestos colorantes artificiales. El grado de color se determina con una inspección visual de una muestra de jugo.

Una serie de colores estandar para jugo de naranja han sido adoptados por la USDA. Una comparación visual de la muestra con estos estandares puede ser aplicada para una muestra de jugo, el procedimiento para el uso de estos estandares es el siguiente:

-APARATOS:

Estandares de color para jugo de naranja de la USDA. 6 tubos OJ1 o de preferencia OJ6. Una cámara estandar ligera, con un foco ligero de aproximadamente 150 candles de intensidad y provisto de un espectral de cantidad aproximadamente inferior a la luz del día y una temperatura de $7500^{\circ}\text{K} \pm 200^{\circ}$

Los tubos para prueba de vidrio transparente y limpios con un diámetro de 1 plg. y 8 plg. de profundidad.

-PROCEDIMIENTO:

1).- Prepare una muestra de jugo. Para concentrado reconstituir con agua destilada.

2).- Llenar el tubo para muestra con jugo.

3).- Fijar los tubos estandar de color en las rejillas de la cámara. Los estandares de color se pueden inclinar hasta un angulo de 45° contra un fondo gris.

4).- Coloque los tubos de prueba que contienen la muestra del jugo en una de las rejillas de los estandares de color, observe la muestra y los estandares en el angulo adecuado al de los tubos.

5).- Con el tubo de prueba que inserto en la rejilla de los estandares de color, compare cuidadosamente y seleccione el color que más se acerque o iguale al de la muestra del jugo.

6).- Anote el número del tubo de color estandar que más se acerque o iguale. OJ1 designado para el color más intenso y OJ6 para el más ligero.

7).- Existen varias tonos de colores, no todos los jugos de naranja presentan el mismo color. Se utiliza el criterio cuando hay que decidir si el jugo en cuestión "es tan bueno como", "igual a" o "mejor que" el tubo de color OJ. Cuando el jugo es igual que el tubo de color OJ puede ser clasificado como artificial. Si el tubo del jugo en cuestión presenta un claro brillante es debido a la alta intensidad y el bajo valor; puede ser considerado como bueno.

B).- PRUEBAS QUIMICAS.**8.9.-ACIDEZ TITULABLE.**

La acidez titulable de los productos cítricos es un factor importante en la calidad del sabor. El producto puede ser rechazado si presenta una acidez alta. La acidez se define como el porcentaje por peso de la acidez total calculada como ac. cítrico anhidro en concentrados y jugo para beber.

El contenido de acidez se requiere en la prueba del estado de madurez, para hacer la corrección de la acidez en las determinaciones refractométricas para °Brix y para los grados USDA para productos cítricos. Los jugos y concentrados de naranja se titulan con NaOH 0.3125 N.

Descripción del método:

Reactivos:

1.- Fenolftaleína: 1% solución neutralizada con alcohol isopropílico con NaOH da un color rosa.

2.- Solución de NaOH 0.3123 N.

PROCEDIMIENTO:

1.- CONCENTRADO: Pesar 10 gr. de concentrado y diluir 250 ml., en un matraz erlenmeyer adicionar 0.01gr., 100 ml.de agua destilada y 5 gotas de fenolftaleína. Mezclar el concentrado y titular con la solución de NaOH 0.3125 N.

2.- PARA JUGO FRIO: Una pipeta de 25 ml. de la mezcla del jugo se coloca en un matraz de 250 ml. y se le adicionan 75 ml de agua destilada y 5 gotas de fenolftleína. Titular con

la solución de NaOH 0.3125 N.

3.- Si se toma la lectura del pH en un potenciómetro está será de 8.2 ó 8.3

CALCULOS:

1.- CONCENTRADO:

ml. de NaOH 0.3125 N. x 0.2 = % ac. cítrico por peso

2.- JUGO FRIO: Leer el % de ac. cítrico directamente de la bureta, ajustar la lectura en ac. cítrico o en gr/100 ml. con ayuda de la tabla #15 que se localiza en el apéndice.

3.- Se usaron 10 ml. de jugo y NaOH 0.1 N. multiplicado por mls. de NaOH gastados (0.064) obteniendose los gr/100 ml. de ácido.

8.10.- ACEITE RECUPERABLE.

I.- DESCRIPCION DEL METODO:

Especificaciones del equipo especial:

1.- El aparato de Clevenger consta de una trampa para separación de aceite cuya calibración corresponde a 0.25 ml. y el volumen total está calibrado a 1 ml.

II.- PROCEDIMIENTO:

1.- CONCENTRADO: Pesar 400 gr. de concentrado. Para jugo utilizar 1 litro.

2.- Transferir los 400 grs. de concentrado o el litro de jugo a un frasco Clavenger de 3 lts. Adicionar 1 lto. de agua

a la muestra de concentrado. No adicionar agua al jugo.

3.- Adicionar una pequeña cantidad de antiespumante y conectar la trampa al frasco. Cerrar la llave de paso y colocar el agua destilada en el tubo graduado. Centrar el condensador, este no debe tocar la trampa y el agua corriente debe de estar fría.

4.- Llevar la solución gradualmente a ebullición. La ebullición debe de ser continua por 1 hr. para que sea aprovechada al máximo la condensación, pero no exederse de 50 gotas por minuto.

5.- Después remover el condensador, la trampa es puesta en un cuarto fresco. Por medio de la llave de paso bajar el aceite en proporciones graduales de la trampa de separación y ajustar el fondo del menisco al fondo de la columna de aceite exactamente a cero. Registrar la cantidad de aceite, estimando los decimales.

III.-CALCULOS:

1.- Calcular y reportar los resultados como ml. de aceite por cada 100 gr. de concentrado ó como ml. de aceite /100 mls. de jugo. Para el concentrado el número de ml. de aceite recuperable se divide entre 4 lo cual equivale al volumen de aceite recuperable por cada 100 grs. Dividiendo el número de ml. de aceite recuperable para jugos entre 10 se obtiene el volumen de aceite reecuperable por cada 100 ml. de jugo.

Observar en el apéndice la tabla #16 que nos auxiliará para efectuar la determinación por el método Clevenger.

8.10.1.- ACEITE RECUPERABLE SEGUN EL METODO MCKINNIS.

EQUIPO ESPECIAL: El aparato de destilación Macknnis constá de un frasco de ebullición con capacidad de 3000 ml., condensador, tubo nivelador y tubo conector.

PROCEDIMIENTO:

1.-Use 1000 ml. de jugo o 400 gr. de concentrado a 42°Brix diluído en un litro de agua.

2.- Transfiera el jugo al frasco de ebullición y ensamble el tubo conector al condensador y al frasco, centre bien el tubo, de tal manera que no toque el condensador el fondo. Ajustar el tubo nivelador con 1 pulgada de agua mantenida por abajo del condensador.

3.- Llevar el jugo a ebullición, mantener la ebullición en un rango moderado a 50 gotas por min. por cada 100 ml. de condensado que sea colectado. Quitar el frasco de ebullición y conectar el tubo, colectar el aceite en la porción baja del receptor y obtener la medida ajustando la posición del tubo nivelador.

CALCULOS:

1.- Los ml. de aceite recuperable son divididos entre 10 para obtener el porcentaje por volumen de aceite recuperable.

Ver en el apéndice tablas #17 de conversión de aceite recuperable.

8.10.2.- DETERMINACION RAPIDA DE ACEITE.**ESTANDARIZACION:**

Se utiliza un frasco con 500 ml. de diacetil.

Se estandariza el lumetrón usando 100 ml. de agua destilada, 25 ml. de acetona, y 25 ml. del destilado. Tomar con una pipeta 5 ml. del destilado colocarlo en el tubo de 18 ml. del Lumetrón adicionar 10 ml. de agua destilada, mezclar, colocar en el espacio en blanco. Estirar el portador del tubo Lumetrón hacía abajo y tomar la lectura.

JUGO RECONSTITUIDO:

Use 100 ml. de jugo y 25 ml. de acetona. Proceda como lo descrito anteriormente, ajustar el blanco, colocar el tubo con la muestra en el Lumetrón, ajustar el filtro 420, mover el tubo con la muestra para tomar la lectura.

Observe en el apéndice la tabla #18 de conversión para aceite recuperable porcentaje por volumen.

Cuando se utiliza para esta prueba concentrado a 42 °Brix usar 100 gr. de concentrado y proceder como es usual. Una vez obtenida la lectura del lumetrón, convertirla en base a la tabla de conversiones, observará que puede haber diferencias en las lecturas dependiendo de la concentración de °Brix de cada concentrado. La lectura obtenida por el Lumetrón es en ml./100grs.

8.11.- DETERMINACION DE VITAMINA C.

En los niveles nutricionales de los productos cítricos la vitamina C es un factor de calidad muy importante. Los productos cítricos contienen grandes cantidades de vitamina C y se debe de tener cuidado durante el procesamiento para prevenir la destrucción de dicha vitamina.

-APARATOS:

- 1).- Balanza analítica
- 2).- Bureta de 50 ml.

-REACTIVOS:

1).- Acido metafosfórico - solución de ácido acético estabilizada: disuelva 15 gr. de HPO_3 glacial en 40 ml. de HOAc y 200 ml. de agua; diluir aproximadamente 500 ml. y filtrar rápidamente utilizando papel filtro.

2).- Acido ascórbico estandarizado.

3).- Solución estandar de Indofenol: Disolver 50 mg. de 2,6-dicloroindofenol con sal de Na esto se coloca en un desecador sobre sosa caústica, en 50 ml. de agua adicionando 42 mg. de NaHCO_3 , agite vigorosamente y cuando disuelva el dye, diluya hasta 200 ml. con agua, filtre y almacene en el refrigerador.

ESTANDARIZACION DEL INDOFENOL: Pese aproximadamente 100 mg. de ácido ascórbico estandarizado, transfiera a un matraz volumétrico de 100 ml. y diluya hasta la marca con el HPO_3 -HOAc. Una vez estandarizada la solución de indofenol proceda

como sigue: Transfiera alícuotas de 2 ml. de solución de ac. ascórbico en 3 matraces erlenmeyer de 50 ml. conteniendo 5 ml. de HPO_3 -HOAc. Titule rápidamente con la solución de indofenol a partir de una bureta de 50 ml. hasta que observe un rosa persistente por 5 seg. (cada titulación requiere de aproximadamente 15 ml. de solución de indofenol). Similarmente titulando 3 blancos compuestos de 7 ml. de HPO_3 -HOAc para un volumen de agua equivalente a la solución de indofenol usada directamente en la titulación. Después de obtener el blanco, calcular y expresar la concentración de solución de indofenol como mg. de ac. ascórbico equivalente a 1 ml.

-PROCEDIMIENTO:

1).- Coloque 10 ml. de solución de HPO_3 -HOAc en un matraz erlenmeyer de 125 ml., agregar 10 ml. de jugo o concentrado reconstituido.

2).- Titular con solución estandar de indofenol hasta que presente una coloración persistente por 5 seg.

3).- CALCULOS:

$$\frac{\text{mg. de ac. ascórbico por}}{100 \text{ ml. de muestra}} = \text{ml. de dye} \times \text{titer de dye} \times 10$$

8.12.- PECTINA.

El término sustancia péctica es designado para un compuesto que es un carbohidrato que comunmente se encuentra en los tejidos de las plantas y especialmente en frutas. Está

compuesta por ac. galacturónico de diferentes grados de esterificación y neutralización, muestran variaciones en la solubilidad con el agua.

Debido a que la fruta contiene sustancias pécticas, ácidos y azúcar a diferentes concentraciones y en condiciones variadas o especiales tiende a gelificar.

Algunos métodos disponibles para analizar la concentración y el grado más posible o la tendencia a gelificar pueden ser: el método de la Pectinesterasa (P.E.) con catalizadores hidrolíticos remueve el alcohol metílico que forma parte de la molécula liberando así los grupos carboxilo.

La actividad de la pectinesterasa puede ser medida por medio del rango de formación de grupos ácidos. La pectina adicional es agregada a la mezcla para suplir un exceso de sustrato e hidrolizar.

Las unidades de pectinesterasa pueden ser expresadas por el símbolo P.E.U. que son ml. por °Brix lo cual representa los miliequivalentes de ester hidrolizado por min. por ml. por °Brix.

PROCEDIMIENTO:

1.-Colocar 20 ml. de jugo de naranja a 12 °Brix en un matraz de 250 ml., agregando fenolftaleína y titular con NaOH 0.3123 N.

2.- Adicionar 40 cc de solución de pectina al 1%.

3.- Ajustar el pH con NaOH 0.1N hasta 7.9 ó 7.8

4.- Agitar la mezcla. Adicionar antiespumante dejar que el pH retorne a 7.8

5.- Adicionar con una microbureta 1 cc de NaOH 0.05 N, medir el tiempo para el reajuste del pH a 7.8 adicionar una segunda porción de NaOH.

6.- CALCULOS:

$$\text{Miliequivalente NaOH} \times 10^{-4} = \frac{\text{ml. de NaOH} \times \text{N. de NaOH}}{\text{min.} \times \text{volumen (cc) de muestra}}$$

8.13.-PROCEDIMIENTO PARA PRUEBAS DE INACTIVACION DE ENZIMAS.

REACTIVOS:

Agua destilada.

0.5% de guajacol en 50% de alcohol etílico (para prueba de peroxidasa).

Agua oxigenada al 0.08%(para prueba de peroxidasa)-2.8 ml. de agua oxigenada al 30% por litro.

Agua oxigenada al 3% (para prueba de catalasa) 100 ml. de agua oxigenada al 30% por litro.

Carbonato de calcio para prueba de catalasa.

Banco de arena limpio.

APARATOS:

Mezclador

Mortero de porcelana (4 a 6 plg. de diámetro)

Pipetas de 1 ml.

Pipetas de 2 ml.

Balanza triple brazo

Filtros

Embudo de 3 a 4 plg. de diámetro

Tubos para prueba de 50 ml.

Probeta de 50 ml.

Tubo para fermentación graduado.

PROCEDIMIENTO:

Tomar una muestra representativa de 100 gr. (3.5 onzas) y transferir a un matraz con 300 ml. de agua (y 1 gr. de CaCO_3 para la prueba de catalasa). Triturar por 1 min. y filtrar. Utilize el mortero, use 10 gr. de la muestra y 30 ml. de agua y 1 pequeña cantidad de arena.

Use una pequeña cantidad de agua y triture con la arena por 3 min., adicione agua y filtre.

8.13.1.-PRUEBA DE PEROXIDASA:

Con una pipeta de 2 ml. tome del filtrado y adicione a dos tubos, añada 22 ml. de agua destilada para el primer tubo de prueba y 20 ml. de agua destilada en el segundo tubo. Con una pipeta de 1 ml. tome guajacol al 0.5% y 1 ml. de agua oxigenada al 0.08% en el segundo tubo y mezcle.

El contenido de la mezcla de ambos tubos se invierte por un tiempo. El desarrollo de algunos colores contrastan los tintes entre los dos tubos de prueba. El desarrollo de color en 3.5 min. en el segundo tubo es intenso y muestra un contraste con el indicador blanco de la prueba positiva.

8.13.2.- PRUEBA DE CATALASA.

Se toma una pipeta de 2 ml. de filtrado y se coloca en el tubo de fermentación. Adicionar 2 ml. de agua destilada y 8 ml. de agua oxigenada al 3%, invertir el tubo e introducir el bulbo de aire, ponerlo en posición vertical y leer el volumen desarrollado de gas después de 3.5 min. Si el gas del bulbo esta arriba de 0.1 ml. la prueba es positiva. Y si es así repetir la prueba indicando la necesidad de un blanco, usar agua destilada en lugar de agua oxigenada.

8.14.- EVALUACION DEL PORCENTAJE DE NARINGINA. (DAVIS VALUE)**A.- DESCRIPCION DEL METODO:****REACTIVOS:**

- 1.- Dietilen glicol (2,2-dihidroxitil eter)
- 2.- Naringina pura (recristalizada con alcohol isopropílico secado a 85°C) para usarse para la calibración de la curva.
- 3.- NaOH 4 N.

B.- ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO ESPECIAL:

- 1.- Electrofotómetro Fisher o un instrumento equivalente con un filtro de 425 B.

C.- CURVA ESTANDAR:

- 1.- Prepare una solución stock que contenga 100 mg. de naringina por 100 ml. de agua destilada. Para la solución stock prepare una solución estandar que contenga 10, 25, 50, 75 y 100 mg. de naringina por 100 ml. de agua destilada.

2.- En cada uno de los 5 tubos coloque 10 ml. de dietilenglicol, tome 0.1 ml. de los 100 mg. de la solución estandar y adicione a uno de los tubos. En otro adicione 0.1 ml. de los 25 mg. de la solución estandar, y así hasta que complete la serie de los 5 tubos con su respectivo incremento en las concentraciones de naringina que fue preparada.

Adicionar 0.1 ml. de NaOH 4 N. a cada tubo y mezcle bien. Deje los tubos en posición por lo menos 15 min. hasta que tomen un color amarillo completamente.

3.- Prepare un blanco de 10 ml. de dietilenglicol conteniendo 0.1 ml. de jugo centrifugado para usar como blanco para poner en cero el electrofotómetro.

4.- Después de 15 min. transferir la muestra al tubo del electrofotómetro, colocar el filtro 425B en el electrofotómetro, ajustar el galvanómetro hasta el eje de la línea, leer la densidad optica de la muestra usando el blanco preparado arriba (3) para que quede en cero el instrumento.

5.- Usando la medida de la densidad optica, leer el equivalente de la concentración de naringina para calibrar la curva. Reportar como evaluación o valor Davis, como mg % de naringina.

8.15.- DETERMINACION DE CENIZAS.

PROCEDIMIENTO:

Pesar 10 gr. de muestra de jugo en un crisol previamente tarado. Colocarlo en una placa caliente, bajo calor y cuando

empiece a hervir dejarla hasta que se seque. Meterla en la mufla caliente a 500-700 °C y dejarla ahí hasta que queden las cenizas para pesarlas (aproximadamente 2-3 hr.) al final. Las cenizas tendrán un color gris plomo y esto indica que el proceso se completo. enfriar en un desecador y pesar.

CALCULOS:

P. del crisol y jugo - P. del crisol vacío= P. del producto
añadido.

P. del crisol y cenizas - p. del crisol vacío= P. de cenizas.

$$\frac{\text{P. de cenizas}}{\text{P. del producto}} \times 100 = \text{gr./100 gr.}$$

8.16.- ACIDEZ EN LA CASCARA DE NARANJA.

Use 50 gr. de muestra mezcle por 1 min. volteandolo cada 15 seg.

Coloque 25 mg. de muestra en un matraz de 250 ml. adicione 100 ml. de CO₂ libre de agua y mezcle. - adicione 0.5 ml. de fenolftaleína, titule con NaOH 0.1 N. a un rosa tenue y persistente.

CALCULOS:

$$\% \text{ de anhídrido cítrico} = \frac{\text{ml. NaOH 0.1N} \times 0.0064 \times 100}{\text{peso de la muestra}}$$

8.17.-EXAMINACION DE DEFECTOS.

Los jugos cítricos envasados contienen materiales naturales y extraños, esto disminuye la apariencia y la

palatabilidad del producto. Entre los materiales naturales van incluidos partículas grandes de semillas, pedazos de piel, cantidades excesivas de hesperidina o cristales de naringina. Entre los materiales extraños se incluyen aquellas que no provienen de la fruta sino que se incorporan al producto durante el procesamiento y no son deseables como son insectos o partes de los mismos, escamas o larvas.

Los siguientes son procesos estandar para examinar y detectar la presencia de algunos materiales extraños en el producto:

APARATOS:

Vaso de precipitado de 1000 ml.

PROCEDIMIENTO:

1).- Para que sea factible use todo el contenido de un envase que contenga jugo. Es necesario usar el vaso de precipitado indicado. Agite bien el jugo, abra y vacíe rápidamente el contenido al vaso de precipitado de 1000 ml. Si el producto es concentrado reconstituyalo con agua destilada, llene el vaso hasta tres cuartos de su capacidad.

2).- Deje el jugo en el vaso de precipitado por 2 min. para que permita la incorporación de aire y que todas las partículas se estabilizen.

3).- Examine el jugo para ver posibles defectos manejando el vaso de precipitado por un buen período de tiempo en condiciones usuales.

COMENTARIOS:

El jugo debe de tener la apariencia de recién extraído y tener la cantidad normal de células y pulpa. Ocasionalmente puede presentar semillas o partículas de las mismas, estas deben ser pequeñas de un octavo de plg. de diámetro, semillas más grandes o partículas de piel son indicadores de defectos en la manufactura y esto degrada la calidad del jugo.

8.18.- ANALISIS BACTERIOLOGICO PARA CITRICOS.

Las fuentes más importantes de contaminación para el jugo durante el procesamiento son:

Los extractores

Los despulpadores

Los tanques de almacenamiento de jugo

Los condensadores y evaporadores

Se pueden tomar muestras representativas del jugo tomando las siguientes precauciones:

- Colectar las muestras con un asa
- Tomar muestras de 75 ml. cada una a ciertos períodos de tiempo, aproximadamente cada 3 min., con agitación previa de los tanques y obtener muestras representativas.
- Los envases donde se colocarán las muestras deben estar previamente esterilizados y tapados.

Los microorganismos que más frecuentemente se encuentran en los jugos son:

BACTERIAS ACIDAS:

(Productoras de ac. láctico.)

Forman diacetil y acetil-metil carbinal produciendo olor y sabor a agrio en el jugo, y algunas son:

Leuconostoc dextranicum

Leuconostoc mesenteroides

Lactobacillus spec

L. brevis

L. plantarum variedad mobilis.

BACTERIAS ACIDAS (ACETICAS):

Forman sabores y olores agrios la tendencia es a producir diacetil son aerobios.

Clostridium Aerobacter : forma una capa de espuma.

Aerobacter aerogenes .

GRUPOS DE LEVADURAS: Aproximadamente una docena de las especies más prominentes aparecen en los jugos cítricos. Dan olor y sabor a agrio producido por levadura, también forman espumas, se multiplican rápidamente por fisión.

Algunas pruebas bacteriológicas sugeridas son las siguientes:

- 1.- La prueba del diacetil y acetil-metil carbinal
- 2.- El conteo directo al microscopio
- 3.- El método organoléptico
- 4.- El conteo en placa.

8.18.1.-PROCEDIMIENTO PARA EL CONTEO ESTANDAR EN PLACA.

Esterilice el equipo que vaya a utilizar.

El primer paso es preparar el agar serum de naranja.

Colocar en un matraz erlenmeyer el medio recién preparado y esterilizado en el autoclave o en una olla de presión por 15 min. a 15 lbs. de presión (121°C). Una vez que el medio se ha esterilizado y enfriado, se coloca en un refrigerador para un uso futuro. La pipeta se debe esterilizar de la misma manera que el medio, se coloca en un bote con su respectiva tapadera y se coloca en un horno a 170 °C (338°F) durante 2.5 hr. ó 4 hrs. a 250 °F, después de esterilizadas sacar las pipetas del horno y guardarlas. Las cajas de Petri se esterilizan de igual manera que las pipetas, y no se deben abrir hasta el momento que se le adiciona el agar y se siembra.

Las muestras se colocan en un matraz esterilizado por medio de vapor a 15 lbs. de presión (121 °C) por 15 min. Después de esterilizado y enfriado se le coloca una tapa, la cual se remueve al momento de introducir la muestra. Cuando la tapa es removida para sacar la muestra, el matraz se abre a la flama de un mechero, para evitar contaminación. La espátula también debe estar esterilizada.

Para hacer la dilución se utiliza agua destilada (101 ó 103 ml.) y se esteriliza en un autoclave o una olla de presión a 15 lbs. por 20 min.

Con una pipeta se toma 1 ml. de la muestra y se diluye en

99 ml. de agua destilada, se agita.

Marque las cajas de petri indicando el factor de la dilución. Para un conteo 1/100, obtener 1 ml. de la muestra previamente preparada, colocar 20 ml. del medio en la caja, cerrar la caja y distribuir el contenido haciendo movimientos en ocho para que el agar y la muestra sean distribuidos por toda la caja. Después las cajas se enfrían, se invierten y se introducen en la incubadora por 48 hrs. a 30 °C.

Se utiliza un contador de colonias Quebec, el número total de colonias de una muestra es determinado por el conteo en placa. El número de colonias se multiplica por el factor de dilución.

8.18.2.- METODO ORGANOLEPTICO.

El menor desarrollo en cuanto a olor y sabor, es detectado por el sentido del olfato y el gusto y estas dependen de la habilidad individual para reconocer el menor olor ó sabor extraño en el jugo ya sea a dicetil por ejemplo ya que esto significaría un serio problema .

PROCEDIMIENTO:

Se colocan 6 onzas de muestra, usando botes esterilizados. La muestra se colecta fresca durante 2 hrs., a todas las muestras se les hacen las siguientes pruebas: olor-sabor cada hora durante 4 hrs. y después de transcurridas estas 4 hrs. la muestra se desecha.

8.18.3.- CONTEO DIRECTO AL MICROSCOPIO.

Este es un método rápido para la estimación del contenido microbiano del jugo concentrado congelado. El conteo en placa es comunmente usado para la estimación de la calidad bacteriana del jugo fresco congelado.

El período de incubación es de 48 hrs.

Lista de reactivos usados:

- 1.- Solución fijadora: 1 parte de ac. acético glacial y 2 partes de alcohol absoluto (metanol ó isopropanol)
- 2.- Solución de azul de metileno: Mezclar 3 ml. de aceite de anilina y 10 ml. de alcohol; adicionar 1.5 ml. de HCl concentrado lentamente agitando constantemente la solución, llevar a 100 ml. adicionando agua destilada y filtrar.

Equipo a utilizar:

- 1.- Asa de platino
- 2.- Mechero bunsen
- 3.- Portaobjetos de vidrio
- 4.- Aceite de inmersión

PROCEDIMIENTO:

- 1.- Se toma una muestra del jugo con el asa y se coloca en un portaobjetos limpio.
- 2.- Secar con aire seco.
- 3.- Lavar el portaobjetos con la solución fijadora hasta que quede transparente.

4.- Enjuagar con alcohol al 91% y secar

5.- Hacer correr la solución de azul de metileno sobre el portaobjetos y dejar que se seque.

6.- Después de que la mancha se seca, lavar el portaobjetos con agua. Después secar el portaobjetos y examinar poniendo aceite de inmersión y observar al microscopio.

8.18.4.- PRUEBA DEL AZUL DE METILENO.

Lista de reactivos usados:

1.- solución fijadora: 1 parte de ac. acético glacial y 2 partes de alcohol absoluto.

2.- Azul de metileno: Mezclar 3 ml. de aceite de anilina y 10 ml. de alcohol, adicionar 1.5 ml. de HCl concentrado lentamente, agitando constantemente y adicionar 3 ml. de solución de azul de metileno saturada, se lleva el volumen a 100 ml. y se filtra.

EQUIPO:

- 1.- Asa de platino
- 2.- Mechero bunsen
- 3.- Portaobjetos de vidrio
- 4.- Aceite de inmersión

PROCEDIMIENTO:

1.- Se toma una muestra de jugo con el asa y se coloca en el portaobjetos limpio.

2.- Secar

3.- Lavar el portaobjetos con la solución fijadora hasta que quede transparente.

4.- Enjuagar con alcohol al 95% y secar.

5.- Hacer correr la solución de azul de metileno sobre el portaobjetos y dejar que se seque.

6.- Después de que la mancha se seca, lavar cuidadosamente con agua destilada y se procede a observar al microscopio adicionando a la muestra 1 gota de aceite de inmersión.

8.18.5.- DETERMINACION DE DIACETIL.

Lista del equipo utilizado:

1.- Matraz de 500 ml. con conección 24/40

2.- Tubo conector con entradas 24/40

3.- Condensador

4.- Probeta o cilindro graduado de 25 ml.

5.- Parrilla de calor de 1200 Watts.

6.- Colorímetro con un filtro #530 y tubos para prueba Lumetrón.

PROCEDIMIENTO:

1.- Obtener un destilado de 25 ml. proveniente de 300 ml. de jugo reconstituido (12 °Brix).

2.- tome una alícuota de 10 ml. de los 25 ml. del destilado para ser colocado en un tubo de prueba.

3.- Tome 10 ml. de agua destilada para el segundo tubo de prueba.

4.- Adicione 5 ml. de alfa-naftol a cada tubo de prueba.

5.- Adicione 2 ml. de solución alcalina concentrada que contenga creatinina a cada tubo de prueba.

6.- Agite ambos hasta homogenizar la mezcla, observe inmediatamente.

7.- Colóquelas en el colorímetro, tome la lectura en 1 min.

8.- Permita que el tubo se estandarize después de 8 min. agite el tubo y tomela nuevamente.

9.- Después de 10 min. tome una segunda lectura.

10.-RESULTADOS: el factor del colorímetro (0.1020) multiplicada por la lectura del Lumetrón equivale a la cantidad de diacetilo en p.p.m.

8.18.6.- CONTEO DE HONGOS EN CITRICOS.

Un crecimiento significativo de hongos no es frecuente encontrarlo en condiciones normales en frutas cítricas.

En primer lugar el crecimiento de hongos ocurre como resultado de usar frutas podridas o defectuosas, debido a golpes, grietas, daños por congelación, deficiencias y otros procesos fisiológicos, y se acelera por el calor, y por la humedad exesiva. Por lo tanto la presencia de filamentos de hongos en cítricos nos indica que la causa es pudrición por algún daño previo y puede ser clasificado como un organismo secundario.

Todas las leyes de los alimentos en vigor consideran que la presencia de hongos en el producto terminado debe preocupar

ya que esto indica que el proceso de envasado del producto no fue el adecuado.

El incremento de hongos en el producto terminado cuando está en exeso puede observarse en el fruto sin procesar.

PROCEDIMIENTO USADO PARA EL CONTEO DE HONGOS EN CITRICOS EN EL PRODUCTO TERMINADO.

1.- Centrifugar el jugo por 10 min. en un tubo de centrífuga para 50 ml. a 1700 R.P.M.

2.- Vertir el líquido cuidadosamente

3.- Adicionar 20 ml. de agua destilada y sólidos de la pulpa

4.- Agitar

5.- Con el agitado los filamentos crecen en rectángulos de 15 x 20 mm.

6.- El cubreobjetos de 0.1 mm. es colocado en el centro del rectángulo

7.- Calibrar el tamaño del campo con las 2 marcas grabadas en el Howard Chamber

8.- Pueden ser leídos 25 campos

9.- Use el objetivo 100X de aumento y anote los campos fijos positivos.

NOTA: Solamente los filamentos de las siguientes características se pueden clasificar como hongos:

a).- Paredes paralelas de intensidad regular ambas en punta

b).- Paredes paralelas de intensidad regular con características de bifurcación

c).- Paredes paralelas de intensidad regular, septadas

d).- Ocasionalmente encontradas, paredes paralelas de intensidad regular una en punta y la otra redonda.

e).- Ocasionalmente encontradas con características de granulación o septadas.

EQUIPO UTILIZADO:

- 1.- Microscopio con objetivo 100 x
- 2.- Tubos para centrífuga de 50 ml.
- 3.- Centrífuga clínica internacional
- 4.- Un calentador Howard Chamber.

8.19.-ANALISIS PARA HUEVECILLOS Y FRAGMENTOS DE INSECTOS.

Ocasionalmente nos encontramos con que los jugos cítricos contienen huevecillos o fragmentos de insectos. Esto es indeseable y nos indica descuido en la sanidad de la planta.

PROCEDIMIENTO PARA ANALISIS:

1.- Se toma una muestra de 250 ml. de jugo sin refinar, puro, vertirlo en una tela de seda azul.

2.- Cuando la pulpa del jugo se seque lo más posible se usa un aspirador para que la muestra pueda ser colocada en una caja de petri y observar al microscopio si hay huevecillos o fragmentos de insectos, usar el objetivo 10X.

EQUIPO PARA EL ANALISIS:

- 1.- Aspirador o bomba de vacío.
- 2.- Probeta graduada de 250 ml.

3.- Un matraz erlenmeyer esmerilado para conectar el tubo aspirador o la bomba de vacío.

4.- Microscopio con binocular para fragmentos de insectos.

5.- Tela rígida de seda grado 10X, microscopio para inspección de huevecillos o fragmentos de insectos.

6.- Cajas de Petri.

7.- Aguja para disección.

8.20.- PRUEBAS BACTERIOLOGICAS DE AGUA.

Los siguientes 4 tipos de análisis determinan si el suministro de agua es el adecuado:

a).- EXAMEN FISICO: Si el agua presenta un olor y sabor desagradable, turbidez y color.

b).- EXAMEN QUIMICO: Se detectan algunos compuestos dañinos como son sales de zinc o si contiene compuestos venenosos, determinación de sólidos totales, dureza, etc.

c).- EXAMEN BIOLOGICO: Para la detección de algas, protozoos, hongos, nemátodos, algunas especies de crustáceos y larvas de insectos acuáticos.

d).- EXAMEN BACTERIOLOGICO: Se evalúa para prevenir epidemias como resultado de contaminaciones, para lo cual generalmente son complicadas y estimadas como número total de bacterias por los métodos de conteo en placa y en esta detección es muy significativa la presencia o ausencia de miembros de la familia coliforme.

i).- Colección de individuos o muestras:

ENVASE: incoloro, boca ancha, frascos de vidrio con su respectiva tapa.

TIEMPO: la muestra debe ser representativa y examinada con la menor demora posible.

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO DE LA MUESTRA: 6 a 10 °C (43 a 50 °F).

NEUTRALIZACION: se neutraliza con cloro residual en un estanque.- adicionando 20 a 50 mg. de tiosulfato de sodio a la muestra contenida en el envase para que las bacterias puedan ser destruidas por el cloro durante el intervalo de tiempo entre la muestra y la prueba.

ii).- Material usado:

Pueden ser artículos de cristal esterilizados con calor seco a 170 °C por 1 hr.

1.- Pipetas de 1 ml. tapadas con algodón

2.- Tubos para prueba.- 5 x 5/8 plg. con 9.5 ml. de agua que es adicionada. Esterilizar en el autoclave a 15 lbs. de presión por 30 min. y enfriar a temperatura ambiente. Después de esterilizado cada tubo debe tener exactamente 9 ml. de agua.

3.- Esterilize los tapones.- tapones del #5 .- prepara un tapón por tubo y esterilize 20 min. en agua o envolviendolo por separado y esterilizando con calor en un horno a 170 °C por 2 hr.

- 4.- Matraces para dilución o tubos de vidrio para prueba.
- 5.- Cajas de Petri de 10 cm. de diámetro.
- 6.- Tubos para fermentación.
- 7.- Medios de cultivo.

iii).- Diluciones:

- 1.- Agite los especímenes en el envase vigorosamente por 25 seg.
- 2.- Haga diluciones 1:10 de agua (1 ml. de muestra)
- 3.- Quite los tapones estériles cuidadosamente y reemplace por tapones de algodón, agite por 25 seg.
- 4.- Haga una dilución de agua 1:100 (a 1 ml. de dilución 1:10 adicionele 9 ml de agua destilada esterilizada).
- 5.- Reemplace los tapones de algodón con tapones estériles y mezcle como en el punto 3.
- 6.- Haga una dilución 1:1000 (a 1 ml. de dilución 1:100 adicionele 9 ml. de agua destilada esterilizada).
- 7.- Reemplace el tapón de algodón con uno de corcho estéril y agite.
- 8.- La dilución puede ser hecha adicionando 10 ml. del agua que es la muestra en 90 ml. de agua estéril.

8.20.1.- CONTEO EN PLACA.

A.- Preparación de la placa:

- 1.- Después de 20 min. se hace la dilución; transferir 0.5 ml. ó 1 ml. de muestra, marque las cajas petri con cada dilución.

2.- Adicionar 10 ml. de agar nutritivo, agar extracto triptona glucosa, o gelatina.

3.- Invertir e incubar en obscuro, ventilar la incubadora saturando con humedad a 20°C por 48 hrs. y 37°C por 24 hrs.

B.- Conteo en placa:

Después del período de incubación, las colonias son contadas con un lente de aumento de un diámetro de 1.5. Seleccionar las placas en las cuales el número de colonias de bacterias está entre 30 y 300. Contar por lo menos 2 placas, multiplicar el número de colonias por el factor de dilución. Tome un promedio y reporte los resultados como el número de bacterias por cada ml. de agua para cada temperatura de incubación.

Interpretación de resultados:

El número máximo de bacterias permitidas para agua no es basado en el método estandar pero generalmente el aceptado puede ser 100 bacterias por ml a 37°C.

8.20.2.- PROCEDIMIENTO Y EXPLICACION DEL ANALISIS DE AGUA.

El análisis bacteriológico es la determinación más valiosa y es vital para prevención de epidemias como un resultado de ingerir agua contaminada, el examen bacteriológico de agua usualmente incluye:

1.- La estimación del número de bacterias es determinado por el conteo en placa.

2.- La detección más significativa de la presencia o

ausencia de miembros del grupo coliforme, la presencia de estos indica contaminación fecal y la presencia de organismos patógenos puede causar fiebre tifoidea, paratifoidea, disentería y cólera.

8.20.3.- PRUEBAS PARA DETERMINAR LA PRESENCIA DEL GRUPO COLIFORME.

Consideraciones preliminares:

1.- El grupo coliforme incluye todos los organismos aerobios y anaerobios facultativos, Gram (-), bacilos no formadores de esporas con fermentación láctosa con producción de gas.

2.- Formación de gas en un contenido estandar de lactosa de 0.5% presentando fermentación en el tubo después de 24 hr. a 37 °C esta evidencia es presuntiva de la presencia de miembros del grupo coliforme.

3.- La aparición de aerobios, degradación de lactosa típica de Escherichia coli en colonias en Endo o azul de metileno en peresencia de lactosa hay fermentación en el tubo con formación de gas, o la formación de gas en 48 hrs. a 37 °C, en un tubo de fermentación conteniendo un caldo de lactosa verde brillante con formación de gas, la cual constituye la prueba confirmativa.

4.- La demostración de que hay más colonias de aerobios en la placa consistiendo en organismos gram (-), bacilos no esporulados con formación de gas cuando se inocula en lactosa y al presentar fermentación se completa la prueba.

PRUEBA PRESUNTIVA:

1.- Inocular una serie de tubos con caldo lactosado con la cantidad apropiada de agua para la prueba. La concentración de ingredientes en la mezcla final de medio y muestra debe ser mantenida como se indica en la forma para caldo lactosado, exepcto 1 ml. menos de muestra puede ser adicionado a 10 ml. de caldo lactosado.

2.- Incubar los tubos a 37°C por 48 hrs.

3.- Examine cada tubo a las 24 y 48 hrs. para detectar la formación de gas.

Una prueba presuntiva positiva es indicada por la formación de gas a las 24 hrs.

Además de coliformes, una prueba presuntiva positiva puede ser atribuida al Clostridium perfringens, levaduras o acción sinérgica combinada de dos organismos.

Si una prueba es dudosa cuando se observa gas a las 48 hrs. no a las 24 hrs., en este caso la prueba se confirma y se completa.

Una prueba es negativa cuando hay ausencia de gas después de la incubación por 48 hrs.

PRUEBA CONFIRMATIVA:

1.- Para esta prueba use en los tubos de fermentación caldo lactosado que muestre gas y haga dos pequeñas diluciones.

2.- Para cada uno de estos, utilice endo o azul de metileno e incube a 37 °C por 24 hrs. ó inocule caldo lactosado verde brillante en los tubos e incube a 37 °C por 48 hrs.

PLACAS: Si durante el período de incubación crecen colonias de Escherichia coli y la confirmacion es positiva, si son colonias típicas desarrolladas la prueba se considera negativa. De otra manera si miembros del grupo coliforme forman las colonias desarrolladas en este caso se procede a la prueba completa.

TUBOS: La formación de gas constituye la confirmación de la prueba. Si ocurre decoloración se procede a completar la prueba.

PRUEBA COMPLETA:

1.- Esta prueba puede ser hecha utilizando caldo lactosado en tubos para fermentación con presencia de gas, las colonias en las placas confirman la prueba o si el caldo lactosado verde brillante muestra gas para confirmar la prueba.

2.- Usando uno de los caldos, adicionar endo o azul de metileno a las placas e incubar a 37 °C durante 24 hrs.

3.- Para cada una de las placas utilizadas para la confirmación de la prueba se preparan en dos pasos, las colonias típicas más desarrolladas pueden ser organismos coliformes e inocular en agar inclinado y caldo lactosado en el tubo. Incubar a 37 °C por 24 - 48 hrs.

La formación de gas en el tubo de caldo lactosado y la demostración de gram (-) típicos, de bacilos no formadores de esporas en el agar cultivado constituye una prueba satisfactoria completa, demostrando la presencia de un miembro del grupo coliforme, la ausencia de formación de gas en el tubo de caldo lactosado o el fracaso en demostración de gram (-), bacilos no formadores de esporas constituye una prueba negativa.

La formación de esporas si son encontrados organismos fermentadores de lactosa, transferir a caldo ricinoleate e incubar a 37 °C durante 48 hrs. Si no produce gas existe la probabilidad de que esten presentes los coliformes. En este caso inocular en caldo lactosado en un tubo para fermentación de agar inclinado para el formato ricinoleate. Si hay producción de gas en el caldo lactosado y no hay formación de esporas en el agar inclinado, la prueba es positiva. Si hay esporas los coliformes son considerados ausentes.

9.- ESPECIFICACIONES.

9.1.- PARA JUGO DE NARANJA FRIO.

9.1.1.-ESTANDARES PARA PRODUCTO TERMINADO.

1.- La evaluación de los °Brix para jugo de naranja simple es el siguiente:

a).- Cuando el producto terminado no se concentra, el valor mínimo para los °Brix es 10.5°. Los °Brix se determinan con el densímetro para °Brix o con el refractómetro pero haciendo

las correcciones adecuadas de temperatura.

b).- Cuando el producto es hecho particularmente para concentrarlo o para extracto de jugo fresco el valor mínimo de °Brix puede ser de 11°Brix, exepcto que sea más del 75% de sólidos de naranja en el producto terminado a partir de jugo concentrado de naranja el mínimo debe de ser de 11.7°Brix.

2.- La relación de °Brix/acidez es la siguiente:

a).- Cuando el jugo terminado fue hecho a base de o en parte con extracto fresco de jugo, la relación mínima es de 12:1 siendo la óptima de 13:1. La relación máxima es de 22:1, exepcto cuando la relación exede 18:1 los °Brix no deben ser de menos de 12°Brix.

b).- Cuando los jugos se designan para concentrados la relación está entre 13.5:1 y 16.5:1

c).- El valor del pH no debe ser mayor de 3.7

3.- El aceite recuperable está entre 0.008 y 0.025 ml. por 100 ml. de jugo y generalmente es de 0.015 ml.

4.- La pulpa centrífugada no exede del 12%.

5.- La coagulación y pérdida de turbidez o nube:

a).- El jugo puede no presentar coagulación ni turbidez y presentar una apariencia de extracto de jugo fresco.

b).- Después que el jugo ha sido mantenido por 4 hrs. a 80°F, la tramitancia después de centrífugado en base a la pulpa suspendida es de un 30% medida en un tubo de 18 mm. en un colorímetro Lumetrón modelo 401 usando un filtro de 650

milimicras.

6.- El color puede ser amarillo brillante o amarillo-naranja el típico del extracto de jugo fresco y debe estar libre de oxidaciones o daños de alguna clase.

7.- El sabor puede ser distinto y considerablemente típico del jugo extraído de naranjas dulces o maduras.

8.- Las etiquetas de los envases y las cajas deben tener codigos claros y legibles. El jugo de naranja puede ser envasado en paquetes de 12 cuartos por caja.

9.- Se eligen 2 muestras diarias por lo menos para checar vida de anaquel.

9.1.2.- CONTROL DE PROCESO.

1.- La temperatura del producto durante el tiempo de envasado no debe exceder los 36 °F.

2.- Debe haber suficiente agitado en los tanques y recipientes para que las células de la pulpa se distribuyan uniformemente en el jugo.

3.- El producto terminado a granel o en su envase final, debe ser almacenado en la planta procesadora cuando esta cerrado a 28°F, no debe exederse de 35 °F.

4.- El producto terminado no debe tenerse en la planta procesadora más de dos días.

5.- CONTEO EN PLACAS: Una vez por semana se debe hacer un

conteo de jugo sin pasteurizar, jugo terminado, y mezclas de los tanques y de producto final. Pueden ser obtenidas muestras pequeñas del proceso inmediato a la limpieza general, 1 hora después de la limpieza general, y 1 hr. después de terminar el proceso y hacer el conteo.

9.2.- JUGO CONCENTRADO CONGELADO DE NARANJA.

9.2.1.-ESTANDARES PARA PRODUCTO TERMINADO.

1.- El producto puede hacerse conforme lo establecido por el Depto. de Agricultura de los Estados Unidos para U.S. grado A o el gusto U.S. para jugo concentrado congelado estilo I.

2.- El valor de los °Brix del producto concentrado no debe ser menor que 57 °Brix ni mayor que 59 °Brix.

3.- La relación °Brix/acidez debe estar entre 12:1 y 18:1 La acidez puede ser modificada utilizando los estandares y los métodos del Depto. de Agricultura de los Estados Unidos para concentrar jugos cítricos, la fruta no debe tener una relación mayor de 11:1 para ser usada en este producto.

4.- El jugo preparado para la concentración se desairea y se trata con calor aplicando temperatura por un tiempo necesario para concentrar a 58 °Brix, el grado de transmisión conveniente se da en el siguiente párrafo, y se debe tener cuidado de no exederse en calor, ni alterar el sabor. La reducción de la pulpa del jugo puede ser similarmente inactivada.

5.- Transmisión:

a).- Inmediato: El jugo de naranja reconstituido inmediatamente después de la concentración y después de centrifugar no debe presentar más del 17% de tramitancia cuando es medido en un tubo de 18 mm. de un colorímetro Lumetrón modelo 401 usando un filtro de 650 milimicras.

b).- Abuso de las pruebas: Las muestras de los productos deben incubarse por 4 hrs. a 105 °F. Una vez reconstituidos y centrifugados no debe tener más del 35% de tramitancia.

c).- Tramitancia leve: La tramitancia no debe ser mayor del 35% después de 24 hrs. a 80 °F.

d).- Grado de gelación: El producto puede pasar la gelación y la prueba requerida para un producto terminado con 42 °Brix de concentrado y la muestra mayor que un gel #2.

e).- Separación: Cuando el producto se clarifico en exeso este es vaseado en una probeta graduada de 100 ml. por 4 hrs. en un cuarto de temperatura.

6.- 6 onzas de producto concentrado pueden contener tal cantidad de pulpa de acuerdo con el método "seive" como son requeridos por el producto final, la pulpa centrifugada no debe de ser mayor que 12%.

7.- El producto concentrado puede contener 0.030 ó 0.050 ml. de aceite recuperable por 100 gr. de concentrado.

8.- El producto se congela inmediatamente y se almacena a -10°F y nunca arriba de 0°F. El producto no debe ser envasado a temperaturas mayores de 30°F.

9.- La muestra del producto no debe tener más de 50,000

organismos como resultado del conteo en placa.

10.-El producto final no debe mostrar más de un P.E.U. de 5

11.-La concentración máxima de diacetil después de 1 min. debe de ser de 2 p.p.m.

12.-El conteo no debe darnos más de 3 campos positivos en un campo de 30.

13.-El conteo de huevecillos o fragmentos de insectos debe ser de cero.

9.2.2.- ENVASADO.

1.- Todos los envases deben estar limpios, libres de mohos, proteger al producto de la contaminación durante el llenado y almacenado.

2.- El producto puede ser envasado en tambores de acero de 55 galones.

3.- Todos los tambores deben tener una tarjeta adherida al exterior o un duplicado atado al forro con la siguiente información:

- a.- Nombre del procesador
- b.- Nombre del producto (OM)
- c.- Datos de envasado
- d.- Variedad (valencia o Midseason)
- e.- °Brix
- f.- Acidez
- g.- Relación °Brix/acidez
- h.- Peso neto
- i.- Peso tarado

**9.3.- JUGO DE NARANJA CONCENTRADO CONGELADO PARA BEBER.
(CALIDAD TOP)**

9.3.1.- ESTANDARES DE PRODUCTO TERMINADO.

1.- °Brix corregidos:

Rango 44° hasta 45°; siendo el optimo 44.5°

2.- % de ac. cítrico anhídrido:

Rango 2.84 hasta 3.10

3.- Relación °Brix/acidez:

Rango de 14.5 hasta 15.5; optima 15.0

4.- Sistema de muestreo (Requiere muestras en base U.S.
grado estandar para concentrado congelado grado A.

5.- Color:

Rango 34 points a 40 points.

6.- Ausencia de defectos:

Rango 17 points a 20 points.

7.- Sabor:

Rango de 34 points hasta 40 points.

8.- Conteo total:

Rango de 85 a 100 points.

9.- Escala de sabor:

Algunos utilizan menos de 5 otros utilizan una
escala de 1 a 10 y el sistema es:

- 10.- Exelente
- 9.- Muy bueno
- 8 Y 7.- Bueno
- 6 Y 5.- Regular
- 4 Y 3.- Malo
- 2.- Muy malo
- 1.- Desabrido.

10.-Recuperación de aceite (peso por cada 100 gr. de concentrado:

Rango de 0.040 hasta 0.060 ml/100 gr.; siendo el optimo 0.050 ml./100 gr.

Aceite recuperable (% por volumen de jugo reconstituido):

Rango de 0.0119 hasta 0.0178 ml/ 100ml; siendo el optimo 0.0149 ml/100 ml.

11.-Pulpa(centrifugada o sólidos suspendidos):

Rango de 1/3 a 3/8% optimo: 2/5 %

12.-Pulpa flotante (gr. por 6 onzas):

Rango de 3 grs. a 5 grs.; optimo : 4 grs.

13.- pH:

Rango de 3.3 a 3.5; optimo: 3.4

14.-% Tramitancia (usando colorímetro lumetrón modelo 401 con filtro de 650 milimicras).

a).-Inmediato: El jugo reconstituido inmediatamente después de procesado y centrifugado, no debe presentar más del 17% de tramitancia.

b).-Abuso de pruebas: la muestra del producto después de incubado por 4 hrs. a 105 °C, reconstituído y centrifugado no debe ser mayor del 35% de tramitancia.

15.-P.E.U. (miliequivalente NaOH x 10⁻⁴) no debe exeder un resultado de 5.

16.-El conteo de fragmentos de insectos o huevecillos debe ser de cero.

17.-El % en conteo de hongos: 4% máximo.

18.-Las p.p.m. de diacetil : no deben exeder de 1 p.p.m. al

colocarlo 1 min. en el colorímetro Lumetrón modelo 401 con un filtro de 530 milimicras.

19.-Requerimientos mínimos de vitamina C:

55 mg/ 100 mg en jugo reconstituido

220 mg/ 100 mg. de concentrado

20.-Conteo en placa total viable durante el tiempo de envasado:

No debe de exeder de 5,000 organismos/1 ml. de concentrado.

21.-Coagulación y pérdida de turbidez (nube):

a).- El jugo puede no mostrar coagulación y pérdida de turbidez y presentar la apariencia de jugo de extracto fresco.

b).- Después de que el jugo se ha mantenido durante 4 hrs.a 80 °F. El máximo porcentaje de tramitancia después de centrifugado en base al procedimiento para pulpa libre suspendida puede ser de 30% medida en un colorímetro lumetrón modelo 401 usando un filtro de 650 milimicras.

c).- El color puede ser amarillo brillante o amarillo-naranja, el típico del jugo fresco extraído y libre de oxidación o alteración de alguna clase.

MUESTRA: 5 muestras pueden ser estudiadas por grupos como siguen:

2 muestras: estas se almacenan en un cuarto frío marcadas para cada caso con tarjetas en un catalogo para laboratorio.

2 muestras para gelificación y estudios de separación.

1 muestra para pruebas bacteriológicas, conteo en placa

total o tiempo de llenado.

22.-Viscosidad: no debe ser mayor de 1 centipoise a una temperatura de 20 a 80°F en jugo reconstituido.

23.-Vacío: puede ser más al tiempo de envasado y muestreo.

24.-Temperatura máxima: puede ser de -5°F en el centro del envase. Para jugo envasado y almacenado 0°F máximo y preferentemente -12°F de temperatura.

25.-Claves: las latas y los envases deben tener sus propias claves.

10.- CONDENSACION DE ESTANDARES - U. S. GRADO A.

10.1.- PARA FABRICACION DE JUGO DE NARANJA CONCENTRADO.

Es la calidad del jugo concentrado con propiedades reconstitutivas y la cuenta no mayor de 90 points.

A.- Color: 36 - 40 points.

B.- Defectos: 18 - 20 points.

1.- Residuos de semilla cuyo diámetro no debe ser mayor de 18"

2.- Las células de la pulpa en el jugo no deben afectar la apariencia del jugo.

C.- Sabor: 36 - 40 points.

1).- La relación no debe ser menor de 8:1 ni mayor de 20:1

2).- Estos no son requerimientos para °Brix, sin embargo normalmente hay dos clases de jugos para fabricación con las especificaciones siguientes:

a).- Concentrado 6 fold.- mínimo 57 °Brix y máximo 59°BRix

b).- Concentrado 5 fold.- mínimo 49.5°Brix y máximo 50.5 °Brix.

3).- Además estos no son requisitos para el aceite recuperable, sin embargo normalmente el mínimo es de 0.030 y el máximo 0.050 ml/100 gr.

10.2.-U.S. GRADO A PARA JUGO CONCENTRADO CONGELADO DE NARANJA.

Es la calidad del jugo de naranja concentrado congelado con propiedades reconstitutivas, el jugo reconstituido debe presentar buen color y la apariencia de jugo de naranja fresco estas practicas deben estar libres de defectos, poseer un buen sabor y la cuenta debe de ser menor de 85 points.

A).- Color: 34 - 40 points.

B).- Defectos: 17 - 20 points.

1).- Semillas pequeñas o porciones cuyo diámetro no debe exceder 1/8".

2).- Las células de la pulpa no deben afectar la calidad del jugo.

3).- El aceite recuperable no debe de ser mayor de 0.100 ml./100 grs.

C).- Sabor: 34 - 40 points.

1).- Mínimo de 40 °Brix y máximo de 44 °Brix

2).- La relación no debe de ser menor que 11.5:1 ni mayor

10.3.- U.S. GRADO A PARA JUGO DE NARANJA CONSERVADO.

Es la calidad de conservación del jugo de naranja el cual no muestra coagulación, que posee un buen color, que este libre de defectos, que presente buen sabor y la cuenta sea menor que 85 points.

A).- Color: 34 - 40 points.

B).- Defectos: 17 - 20 points.

1).- No menor que 0.031 ml/100 ml. de aceite recuperable.

2).- Partículas de membrana, corazón, pellejo, semillas, o algún otro defecto que no afecte significativamente la apariencia del producto.

C).- Sabor: 40 -34 points.

1).- Modelo I.- No endulzado.

a).- °Brix: no menor que 10.5 °Brix.

b).- Acido: no menor que 0.75 gr. o mayor que 1.45 gr./100 mls. de jugo; estipulando que cuando el jugo de naranja se conserva tiene una cuenta de color de 38 - 40 point, y una acidez menor que 0.70 gr/100 ml.

c).- Ratio: no menor que 10:1, los °Brix son menores que 11.5° pero no menores que 10.5 °Brix; la relación no menor que 9:1 con una cantidad de °Brix de 11.5° o más y no mayor que 18:1

2).- Modelo II: Endulzado.

a).- °Brix: no menor que 10.5 °

b).- Acido: no menor que 0.75 ni mayor que 1.45 gr. /100 ml de jugo; estipulando que cuando el jugo de naranja se

conserva la cuenta de color es de 38- 40 points la acidez no puede ser menor de 0.70 gr/100 ml.

c).- Ratio: no menor 12:1 ni mayor que 18:1 estipulando que para 15 °Brix o más la relación puede ser 12:1.

10.4.- U.S. GRADO A PARA JUGO DE NARANJA FRIO.

El jugo de naranja frío de calidad no muestra coagulación, ni separación de material y presenta la apariencia de jugo de naranja fresco. Posee un buen color, esta libre de defectos, posee un buen sabor y una cuenta no menor de 85 points.

A).- TIPOS (sin factor de escala):

1).- Tipo 1: Preparado con extracto fresco sin reforzar con jugo de naranja, sin tratamiento exepcto el enfriado y eliminando las semillas y la pulpa indeseable. La adición de edulcorantes no está permitida.

2).- Tipo 2: Preparado con el jugo extraído sin reforzar con jugo de naranja unicamente tratado para mejorar su estabilidad.

3).- Tipo 3: Preparado para congelar sin adicionar jugo de naranja o una mezcla de extracto fresco y sin adicionar jugos congelados no pueden ser tratados para mejorar su estabilidad.

4).- Tipo 4: Preparado para concentrar jugo de naranja dejando fuera la adición de agua, extracto fresco o jugo de naranja congelado.

5).- Tipo 5: Preparado con jugo de naranja concentrado reconstituido solamente con agua.

B).- Color: 34 - 40 points.

C).- Defectos: 17 - 20 points.

1).- Aceite recuperable no mayor de 0.030% por volumen.

2).- No debe llevar semillas pequeñas ni porciones de las mismas.

3).- La pulpa debe estar en cantidades adecuadas para que no afecte la apariencia, ni la calidad del jugo.

D).- Sabor: 34 - 40 points.

1).- Modelo I: No endulzado, cuando los sólidos solubles son originados por la adición de jugo concentrado.

a).- Brix: no menor de 11.7°

b).- Ratio: no menor que 12.5:1 ni mayor que 18:1

2).- Modelo II: No endulzado, cuando los sólidos solubles son los derivados del propio jugo, sin reforzar.

a).- Brix: no menor que 11°Brix

b).- Ratio: no menor que 12:1 ni mayor que 18:1

3).- Modelo III: Azucarado.

a).- °Brix: no menor que 12.5 °Brix

b).- Ratio: no menor que 12:1 ni mayor que 14:1

c).- Sólidos solubles de naranja por galón de producto terminado:

1).- Cuando se deriva solamente del jugo: 0.866 pound (10°Brix).

2).- Cuando se deriva del jugo concentrado: 1.095 pounds (11.7°Brix).

11.- ALTERACIONES Y ADULTERACIONES DEL JUGO DE NARANJA.

11.1.- ALTERACIONES DEL JUGO DE NARANJA.

Las alteraciones más frecuentes del jugo de naranja son la pérdida de turbiedad y la aparición de aromas extraños causados por las pectinas.

Las causas más notables de la aparición de aromas extraños son la contaminación bacteriana y los tratamientos térmicos excesivos durante la fabricación del jugo, la oxidación de terpenos y de lípidos durante el almacenamiento.

La presencia en los jugos del diacetilo o de acetoína, se atribuye a la acción microbiana debida a una falta de higiene durante los procesos industriales y se detecta en la prueba ya mencionada en el análisis de control de calidad.

El daño térmico se mide por la formación de furfural y se han desarrollado métodos que detectan 5 ng/lto.; basados en la destilación y reacción coloreada de anilina.

La presencia de 50 ng/lto. es detectable organolepticamente y se corresponde con excesivo tratamiento térmico en medio ácido.

A la hidratación y oxidación del limoneno, durante el envejecimiento del jugo se atribuye la aparición de α -terpineol carveol y carvona. El α -terpineol parece proceder también de la degradación de la limonina y se ha propuesto como indicador de la historia del almacenamiento.

Los lípidos también causan alteraciones ocasionando aromas extraños. En el almacenamiento se detecta la formación de oxiacidos y compuestos carbonílicos de la autoxidación de las grasas, unida a la hidrolisis de fosfolípidos con aumento de ácidos grasos insaturados que son percusores de olores rancios.

11.2.- ADULTERACIONES DEL JUGO DE NARANJA.

La adulteración más común del jugo de naranja es la adición de agua, ac. cítrico y azúcar, para aumentar su volumen.

Algunas correcciones no autorizadas por las reglamentaciones, también pueden ser fraudulentas tales son la adición de sacarosa a jugos muy ácidos y la mejora del color con carotenoides sintéticos.

La adición de ac. cítrico y sacarosa se puede detectar por la disminución del índice de formol, representativo de los aminoácidos totales y que mide el aumento de acidez que se produce al añadir a un jugo neutralizado una solución de formol que se combina con el grupo amino.

A P E N D I C E .

Tabla #1.- Comparación de la composición del jugo de naranja con algunos jugos de cítricos provenientes de frutos maduros.

	Naranja:	Mandarina	Pomelo:	Limón:
Sólidos solubles(°Brix)	9 - 15	8 - 13	6 - 12	8 - 10
Azúcares	5 - 12	7 - 12	5 - 8	1 - 3.5
Acidos	0.5-3.5	1 - 3	1.5- 5	5 - 9
pH	3.3-3.8	3.2-3.6	2.8- 3	2 -2.3
Aminoacidos	1.5-2.5	1.7-1.9	1.6- 2	1 - 2
Vit. C	25 - 80	30 - 50	25 - 50	30 - 70
Carotenoides	0.5- 2	1 -2.5	0.1- 1	.05 - .1
Grasas	85 -100	85 - 95	75 - 85	60 - 70

Tabla #2.- Composición física de la naranja.

Componente:	Porcentaje:
jugo	40 - 45
flavedo	8 - 10
albedo	15 - 30
pulpa	20 - 30
semilla	0 - 4

Tabla #3.- Composición química de la naranja.

Componente:	Porcentaje:
agua	86 - 92
azúcares	5 - 8
pectina	1 - 2
glucosidos	0.1-1.5
pentosanos	0.8-1.2
ácidos	0.7-1.5
fibra	0.6-0.9
proteínas	0.6-0.8
grasa	0.2-0.5
aceites esenciales	0.2-0.5
minerales	0.5-0.9

Tabla #4.- Porcentajes de azúcares en los jugos de algunos cítricos.

Cítrico:	Azúcares (%) :		
	Totales:	Reductores:	No reductores:
Naranja	5 - 10	3 - 5.8	2.5 - 5.3
Pomelo	5 - 8	2.2 - 5	2 - 3
Limón	0.8 - 3.8	0.3 - 0.6	0.7 - 3.3

Tabla #5.- Tabla para la corrección de los °Brix.

Acido: (%)	Corrección:	Acido: (%)	Corrección:
1	0.20	11	2.10
2	0.39	12	2.27
3	0.58	13	2.46
4	0.78	14	2.64
5	0.97	15	2.81
6	1.15	16	3.0
7	1.34	17	3.17
8	1.54	18	3.35
9	1.72	19	3.53
10	1.95	20	3.70

Tabla #6.- Límites entre los que se encuentran las concentraciones más normales de vitaminas en la parte comestible de la naranja.

Vitamina:	Límite:
Tiamina	50 - 100 μ g/100 gr.
Riboflavina	20 - 40 μ g/100 gr.
Piridoxina	25 - 50 μ g/100 gr.
Nicotinamida	150 - 300 μ g/100 gr.
Ac. pantoténico	150 - 250 μ g/100 gr.
Ac. fólico	40 - 200 μ g/100 gr.
i- inositol	100 - 150 μ g/100 gr.
Tocoferoles	100 - 125 μ g/100 gr.

Tabla #7.- Componentes importantes de la esencia de naranja soluble.

Hidrocarburos:		
d-Limoneno	- Terpineno	α -Terpineno
Mirceno	p-Cimeno	Terpinoleno
α -Pineno	Valenceno	β -Pineno
Δ^3 -Careno		
Alcoholes y epoxidos:		
Citrolenol	Propanol	Decanol
Geraniol	Butanol	2-metil-3-buten-1-ol
Trans-carveol	Isobutanol	1-Pentan-3-ol
Linalol	Pentanol	3-Hexen-1-ol
α -Terpineol	Isopentanol	3-Hepten-1-ol
Metanol	Hexanol	1,2-Epoxidodelimoneno
Etanol	Heptanol	Nerol
Nonanol	1,2-Epoxido-delinalol	
Aldehídos:		
Geranial	Hexanal	Etil-butiraldehído
Neral	Octanal	Furfural
Citronelal	Nonanal	2-Hexenal
Perillaldehído	Decanal	2-Octenal
Acetaldehído	Undecanal	Butiraldehído
Benzaldehído		
Cetonas:		
Carvona	Acetona	Etilvinilcetona
Nootkatona	Butanona	(1-penten-3-ona)
Piperitenona	Metilheptenona	
Acidos:		
Fórmico	Valeriánico	Octanoico
Acético	Isovaleriánico	Decanoico
Propiónico	Caproico	Butírico
Isocaproico		
Esteres:		
Acetato de linalilo		Butirato de metilo
Acetato de citronelilo		Butirato de etilo
Butirato de citronelilo		Isovalerato de octilo
Acetato de terpinilo		Caproato de etilo
Formiato de etilo		Decanoato de etilo
Acetato de etilo		Propionato de etilo
N-metilntranilato de metilo		
3-Hidroxicaproato de etilo		

Tabla #8.- Aminoácidos detectados en jugo de cítricos.

Alanina	Histidina
Ac. -aminobutírico	Leucina
Arginina	Lisina
Asparagina	Metionina
Ac. aspártico	Fenialanina
Betaína	Prolina
Cisteína	Serina
Cistina	Treonina
Ac. glutámico	Tritófano
Glutamina	Tirosina
Glisina	Valina

?

Tabla #9.- Valores mínimo y máximo de los contenidos de pectina del suero, pulpa, jugo y extracto de corteza de naranja.

Tipo de pectina	valor mínimo (mg/100ml.)	valor máximo (mg/100 ml.)
Pectina en el suero	12.5	51.0
Pectina en la pulpa	156.0	426.0
Pectina en el jugo	44.5	103.0
Pectina en el extracto de corteza (11 °Brix)	29.7	278.7

Tabla #10.- Resultados obtenidos de la determinación de pectina en el jugo de naranja por distintos métodos.

Variedad:	Colorímetro: (mg./100ml.)	Pectato calcico: (mg./100 ml.)	Precipitado con alcohol etílico. (mg./100ml.)
Salustiana	65	88	104
Sanguínea	68	81	96
Cadenera	71	90	113
Comuna	45	63	75

Tabla #11.- Condiciones de pasterización para la inactivación de la pectinesterasa (P.E.) en jugos de naranja.

Temperatura °C	pH= 3.5 Tiempo en seg.			pH= 3.4 Tiempo en seg.		
	3	6	12	3	6	12
	Inactivación %			Inactivación %		
85	93.5	95	98	90	92.5	96
90	98.5	100	100	94.5	96	98.5
95	100	100	100	98	99	99.5
99	100	100	100	100	100	100

Tabla #12.- Características y composición en ac. grasos del aceite obtenido por prensado de varios frutos.

Fruto:	Indice de Iodo	Indice de saponificación(%)	Acido saturado (%)	Acido oleico (%)	Acido linoleico (%)	Acido linolenico (%)
Naranja	102-104	190 - 198	30 - 36	23 - 27	33 - 38	3 - 4
Pomelo	100-107	192 - 195	28 - 38	19 - 24	30 - 40	3 - 5
Limón	107-110	187 - 197	20 - 26	25 - 34	30 - 38	6 - 10
Lima	101-109	190 - 196	26 - 32	20 - 23	35 - 40	5 - 10

Tabla #13.- Composición de lípidos en el jugo de naranja.

Lípidos:	Porcentaje (%):
Acidos libres	10 - 25
Glicéridos	15 - 25
Fosfoglicéridos	15 - 20
Insaponificables	15 - 20

Tabla #14.- Componentes minerales del jugo de naranja.

Determinación: (mg./100ml.)	Valor máximo:	Valor mínimo:	Valor medio:
Cenizas	0.45	0.24	0.35
Sodio	1.55	0.20	0.75
Potasio	200.00	94.00	149.34
Calcio	19.60	7.40	13.57
Magnesio	17.63	4.15	10.60
Ca + Mg	32.63	17.30	24.18
Fósforo	21.75	7.25	15.73
Hierro	0.79	0.05	0.27

Tabla #16.- Conversión de aceite para la determinación por el método Clevenger.

		Lectura en la trampa Clevenger	
		1.00-----	1.0 ml.
		0.975--	
		0.950--	
		0.925--	
		0.900--	
		0.875--	
		0.850--	
		0.825--	
		0.8000-----	
		0.775--	
		0.750-----	0.75 ml.
		0.725--	
		0.700-----	
		0.675--	
		0.650-----	
		0.625--	
		0.600-----	
		0.575--	
		0.550-----	
		0.525--	
		0.500-----	0.50 ml.
		0.475--	
		0.450-----	
		0.425--	
		0.400-----	
		0.375--	
		0.350-----	
		0.325--	
		0.300-----	
		0.275--	
		0.250-----	0.25 ml.
		0.225--	
		0.200-----	
		0.175--	
		0.150-----	
		0.125--	
		0.100-----	
		0.075--	
		0.050-----	
		0.025--	
		-----	0.0 ml.
Usando 400 gr. de muestra			
ml. de aceite/100 gr.	-----		
0.1200	-----		
0.1187	-----		
0.1125	-----		
0.1062	-----		
0.1000	-----		
0.0937	-----		
0.0875	-----		
0.0812	-----		
0.0750	-----		
0.0687	-----		
0.0625	-----		
0.0562	-----		
0.0500	-----		
0.0437	-----		
0.0375	-----		
0.0312	-----		
0.0250	-----		
0.0187	-----		
0.0125	-----		
0.0062	-----		

Tabla #17.- Tabla de conversión de aceite recuperable.

LECTURA:		CONVERSION ml./100ml.			
ml./400gr.	ml./100gr.	1 ± 3 42° a 3°	1 ± 4 50° a 52°	1 ± 5 58° a 60°	1 ± 7 72° Bx.
0.01	0.0025	0.0007	0.0006	0.0005	0.0004
0.02	0.0050	0.0015	0.0012	0.0011	0.0008
0.03	0.0075	0.0022	0.0018	0.0016	0.0012
0.04	0.0100	0.0030	0.0025	0.0021	0.0017
0.05	0.0125	0.0037	0.0031	0.0027	0.0022
0.06	0.0150	0.0045	0.0038	0.0032	0.0026
0.07	0.0175	0.0052	0.0044	0.0037	0.0030
0.08	0.0200	0.0059	0.0050	0.0043	0.0034
0.09	0.0225	0.0067	0.0057	0.0048	0.0039
0.10	0.0250	0.0074	0.0063	0.0053	0.0043
0.11	0.0275	0.0082	0.0069	0.0059	0.0047
0.12	0.0300	0.0089	0.0075	0.0064	0.0051
0.13	0.0325	0.0097	0.0082	0.0069	0.0056
0.14	0.0350	0.0104	0.0088	0.0075	0.0060
0.15	0.0375	0.0111	0.0094	0.0080	0.0064
0.16	0.0400	0.0119	0.0100	0.0085	0.0068
0.17	0.0425	0.0126	0.0106	0.0091	0.0073
0.18	0.0450	0.0134	0.0112	0.0096	0.0077
0.19	0.0475	0.0141	0.0118	0.0101	0.0081
0.20	0.0500	0.0149	0.0125	0.0107	0.0085
0.21	0.0525	0.0156	0.0133	0.0112	0.0090
0.22	0.0550	0.0163	0.0138	0.0118	0.0094
0.23	0.0575	0.0171	0.0144	0.0125	0.0098
0.24	0.0600	0.0176	0.0150	0.0128	0.0102
0.25	0.0625	0.0186	0.0156	0.0133	0.0107
0.26	0.0650	0.0195	0.0163	0.0138	0.0111
0.27	0.0675	0.0201	0.0169	0.0144	0.0115
0.28	0.0700	0.0208	0.0175	0.0149	0.0119
0.29	0.0725	0.0215	0.0181	0.0154	0.0124
0.30	0.0750	0.0223	0.0188	0.0160	0.0128
0.31	0.0775	0.0230	0.0194	0.0165	0.0132
0.32	0.0800	0.0238	0.0200	0.0170	0.0136
0.33	0.0825	0.0245	0.0206	0.0176	0.0141
0.34	0.0850	0.0253	0.0212	0.0181	0.0145
0.35	0.0875	0.0260	0.0219	0.0186	0.0149
0.36	0.0900	0.0267	0.0225	0.0192	0.0153
0.37	0.0925	0.0275	0.0231	0.0197	0.0158
0.38	0.0950	0.0282	0.0238	0.0202	0.0162
0.39	0.0975	0.0290	0.0244	0.0208	0.0166
0.40	0.1008	0.0297	0.0250	0.0213	0.0170
0.41	0.1025	0.0303	0.0256	0.0218	0.0175
0.42	0.1050	0.0313	0.0263	0.0224	0.0179
0.43	0.1075	0.0320	0.0269	0.0229	0.0183
0.44	0.1100	0.0326	0.0275	0.0234	0.0187
0.45	0.1125	0.0335	0.0282	0.0246	0.0192

Tabla #18.-Tabla de conversión de aceite.

Lectura en el lumetrón:	aceite:	Lectura en el lumetrón:	aceite:	Lectura en el lumetrón:	aceite:
100	0.008	72	0.01453	44	0.02468
99	0.0082	71	0.01465	43	0.02516
98	0.0084	70	0.015	42	0.0254
97	0.0086	69	0.0153	41	0.02612
96	0.0088	68	0.01564	40	0.0266
95	0.0090	67	0.0158	39	0.02715
94	0.0092	66	0.0162	38	0.02722
93	0.0094	65	0.0166	37	0.028
92	0.0096	64	0.01692	36	0.02844
91	0.0098	63	0.01724	35	0.0294
90	0.0100	62	0.0174	34	0.0300
89	0.0102	61	0.01788	33	0.0306
88	0.0104	60	0.0182	32	0.0309
87	0.0106	59	0.01856	31	0.0318
86	0.0108	58	0.01892	30	0.0324
85	0.0110	57	0.0191	29	0.03316
84	0.01128	56	0.01964	28	0.03392
83	0.01156	55	0.0200	27	0.0343
82	0.01184	54	0.0204	26	0.03544
81	0.01212	53	0.0208	25	0.0362
80	0.0124	52	0.021	24	0.03708
79	0.01262	51	0.0216	23	0.0381
78	0.02184	50	0.022	22.5	0.0384
77	0.01306	49	0.02244	21	0.03972
76	0.01328	48	0.02288	20	0.0406
75	0.0135	47	0.0231	19	0.04184
74	0.01382	46	0.02376	18	0.04308
73	0.01414	45	0.0242	17.5	0.0437

Tabla #19.- Lectura del índice de refracción para agua destilada.

Temperatura: (°C)	Índice de refracción:
20	1.3330
21	1.3329
22	1.3328
23	1.3327
24	1.3326
25	1.3325
26	1.3324
27	1.3323
28	1.3322
29	1.3321
30	1.3320

Temperatura de corrección:	
°C	Corrección:
15	0.39
16	0.31
17	0.33
18	0.16
19	0.08
20	
21	0.08
22	0.16
23	0.24
24	0.32
25	0.40
26	0.48
27	0.56
28	0.64
29	0.72
30	0.80

Tabla #20.- Temperatura de corrección para lectura de °Brix tomada con un hidrómetro estandar a 20°C de temperatura.

Temperatura:		°Brix:	
0	10	13.5	15
lectura observada para el sustrato			
0	0.65	0.73	0.77
5	0.56	0.62	0.65
10	0.43	0.46	0.48
11	0.40	0.43	0.44
12	0.36	0.38	0.40
13	0.32	0.34	0.35
14	0.29	0.30	0.31
15	0.24	0.25	0.26
16	0.20	0.21	0.22
17	0.15	0.16	0.16
17.5	0.12	0.13	0.14
18	0.10	0.11	0.11
19	0.05	0.06	0.06
Adición a la lectura observada:			
21	0.06	0.06	0.06
22	0.11	0.12	0.12
23	0.17	0.17	0.17
24	0.23	0.24	0.24
25	0.30	0.31	0.32
26	0.36	0.37	0.37
27	0.42	0.43	0.44
28	0.49	0.50	0.51
29	0.56	0.58	0.59
30	0.63	0.65	0.66
35	1.02	1.04	1.06
40	1.47	1.50	1.51
45	1.96	1.99	2.00
50	2.50	2.52	2.53

Tabla #21.- Temperatura de corrección para 17.5 °C.

Temperatura:	°Brix para sustrato	Temperatura:	Adición para °Brix:
9.0	0.45	18.0	0.05
9.5	0.425	18.5	0.075
10.0	0.40	19.0	0.10
10.5	0.375	19.5	0.125
11.0	0.35	20.0	0.15
11.5	0.325	20.5	0.175
12.0	0.30	21.0	0.20
12.5	0.275	21.5	0.25
13.0	0.25	22.0	0.30
13.5	0.225	22.5	0.325
14.0	0.20	23.0	0.35
14.5	0.175	23.5	0.375
15.0	0.15	24.0	0.40
15.5	0.125	24.5	0.45
16	0.10	25.0	0.50
16.5	0.075	25.5	0.525
17	0.05	26.0	0.55
17.5	0.00	26.5	0.575
		27.0	0.60
		27.5	0.65
		28.0	0.70
		28.5	0.725
		29.0	0.75
		29.5	0.775
		30.0	0.80
		30.5	0.85
		31.0	0.90
		31.5	0.925
		32.0	0.95
		32.5	0.975
		33.0	1.0
		33.5	1.05
		34.0	1.10
		34.5	1.125
		35.0	1.50
		35.5	1.175
		36.0	1.20
		36.5	1.25
		37.0	1.30
		37.5	1.325
		38.0	1.350

BIBLIOGRAFIA.

1. - AMIHUD KRAMER; Quality Control for the Food Industry Vol. 2-Applications; The AVI Publishing Company, Inc.; Third Edition, 1973; Westport, Connecticut; United States of America; pags. 229 - 262.
2. - AMOS A. J.; Manual de Industrias de los Alimentos, Editorial Acribia, Zaragoza España; pag. 245 - 247.
3. - CLIFFORD SCOTT W.; U. S. Fruit & Vegetable Products Lab.; Winter Haven, Florida.
4. - HENDRIX CHARLES M. and JOHN JEFFERSON; Quality Control Manual For Citrus Processing Plants; Published by Redd Laboratories, Inc.; Safety Harbot, Florida.
5. - JOHNSON ARNOLD H. AND PETERSON MARTINS S.; Enciclopedia of Food Tchnology Vol.2; The AVI Publishing Company, Inc.; 1974; pag. 216 - 224.
6. - MOORE EDWIN L.; Florida Citrus Comission Research Follow, Citrus Experiment Station, Lake Alfred, Florida.
7. - PRALORAN J. C.; Los agrios; Editorial Blume; Primera Edición; pag. 369 - 443.
8. - SOUCLE M. J. AND FRED P. LAWRENCE; Testing Oranges for Processing, what every grower should know; Florida Agricultural Extension Service.

9. - The Fruit products Journal and American Food Manufacturer; July 1949 vol.28; The AVI Publishing Co., Inc.; New York; pag. 330 - 335, 349.

10. - TRESSLER DONALD K.; Fruit and Vegetable Juice; Second Edition; The AVI Publishing Company, Inc.; 1971; pag. 1 - 81.

11. - VILLARREAL GUAJARDO LAZARO y ROBERTO RAFAEL BRIONES RUIZ; Proyecto de una Planta Extractora, Concentradora y Congeladora de Jugo de Naranja; tesis, Abril de 1989, Marín, N.L.

12. - YUFERA PRIMO E.; Productos para el campo y propiedades de los alimentos tomo III/2; Editorial Alhambra; Segunda Edición; pag. 373 - 440.

