

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Departamento de Ingeniería y

Ciencias de Alimentos

**“PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA  
ADULTERACION EN JUGOS DE FRUTAS”**

**LILIAN LORENA SOSA PALENCIA**

Trabajo de graduación presentado para optar  
al grado académico de

**Licenciatura de Ingeniería en Ciencias y Alimentos**



GUATEMALA

1997

“PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA  
ADULTERACION EN JUGOS DE FRUTAS”

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
Facultad de Ciencias y Humanidades  
Departamento de Ingeniería y  
Ciencias de Alimentos

**“PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA  
ADULTERACION EN JUGOS DE FRUTAS”**

**LILIAN LORENA SOSA PALENCIA**

Trabajo de graduación presentado para optar  
al grado académico de

**Licenciatura de Ingeniería en Ciencias y Alimentos**

GUATEMALA

1997

Vo. Bo. :

(f) Ana Silvia Colmenares de Ruiz  
Licenciada Ana Silvia Colmenares de Ruiz  
Asesor

Tribunal:

(f) Ana Silvia Colmenares de Ruiz  
Lic. Ana Silvia de Ruiz

(f) Jorge Zúñiga  
Dr. Jorge Zúñiga

(f) Patricia Palacios de Palomo  
Lic. Patricia Palacios de Palomo

Fecha de aprobación: 10 de Septiembre de 1997

## DEDICATORIA

Esta tesis la dedico:

A Dios y a la Virgen Santísima por ser mi guía y protección.

A mis padres y hermanos por su apoyo y comprensión.

A mi abuelita por su amor y confianza.

A Javier por su ayuda, paciencia y en especial por su cariño.

A toda mi familia y amigos por su ayuda incondicional.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco la colaboración y el apoyo brindado para la realización de esta tesis:

A la Lic. Ana Silvia de Ruiz

Al Dr. Jorge Zúñiga

Al Laboratorio Unificado de Control de Alimentos y Medicamentos LUCAM, y en especial a la Lic. Azucena de Zúñiga, por darme la oportunidad de realizar mi trabajo de tesis en las instalaciones del Laboratorio.

Al personal de la sección Físico-Química de alimentos del LUCAM.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de este estudio.

## **RESUMEN**

Se realizó el análisis de azúcares , en Cromatografía Líquida de Alta Presión, en 5 frutas distintas: manzana, pera, uva, naranja y piña, clasificándolas por variedad y grado de madurez .

Con base en los resultados de los análisis, se determinaron las razones entre los azúcares presentes para cada fruta. Se obtuvo el promedio de dichas razones y los intervalos correspondientes.

Se analizaron 35 muestras de jugos comerciales, nacionales e importados y se determinaron las razones entre los azúcares presentes. Estos resultados se compararon con los obtenidos en muestras de jugos auténticos, para observar la similitud o diferencia entre los mismos.

Se encontraron 5 muestras de jugos comerciales adulteradas:

2 muestras de jugo de naranja

1 muestra de Jugo de Manzana

1 muestra de Jugo de Uva

1 muestra de Jugo de Piña

Las razones entre azúcares de dichas muestras, no correspondían a los intervalos determinados en este estudio.

## INDICE

	Páginas
RESUMEN	IX
I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	3
A. Jugos de Fruta	3
B. Macronutrientes en Frutas Cítricas	5
C. Carbohidratos	6
1. Azúcares simples	6
D. Efecto del Procesamiento sobre la Calidad Nutricional	7
E. Análisis de Jugos de Frutas	8
1. Acidez	9
2. Cenizas	9
3. Azúcares	9
4. Procedimientos Cromatográficos	9
F. Métodos Para la Detección de Adulteración en Productos Cítricos	10
1. Métodos Físicos	11
A. Cromatografía	11
B. Rotación Optica	11
C. Brix	11
D. Azúcares	12
III. JUSTIFICACION	13
IV. OBJETIVOS	14
V. HIPOTESIS	15
VI. MATERIALES Y METODOS	16
A. Universo de Trabajo	16
B. Medios	16

1. Recurso Material	16
C. Procedimiento	16
1. Determinación de la cantidad de fructosa, glucosa , Sacarosa y maltosa, presentes en jugos de frutas por Cromatografía líquida de alta presión.	16
2. Acidez titulable en productos de frutas	16
3. Determinación de sólidos solubles	16
4. Análisis Proximal	17
VII. RESULTADOS Y DISCUSION	17
VIII. CONCLUSIONES	39
IX. RECOMENDACIONES	41
X. BIBLIOGRAFIA	42
APENDICE	

# I. INTRODUCCION

Según la NORMA COGUANOR NGO 34 001, un jugo de fruta es el líquido obtenido de la expresión de las frutas, no diluido, no concentrado, no fermentado y sometido a un tratamiento adecuado que asegure su conservación en envases herméticos. No se permitirá la adición de sustancias que modifiquen la naturaleza del jugo, salvo lo estrictamente necesario de azúcar refinado o el ácido natural predominante para ajustar la relación sólidos solubles y acidez titulable. (29)

El mercado de los productos preparados a partir de frutas, ha crecido significativamente durante los últimos 5 años. Actualmente existe una gran demanda no sólo de las frutas sin procesar, sino también de los jugos, mermeladas, jaleas, yoghurts, purés, etc.

Si se toma en cuenta que el precio de las frutas es casi de 5 a 10 veces mayor al precio del azúcar, tal diferencia de precio se debe a la tentación – para productores inescrupulosos- de adulterar los productos, ya sea para aumentar el volumen o realzar la aparente calidad, además de incrementar las ganancias.

Claramente, la adulteración de toda la fruta es virtualmente imposible. Sin embargo, trabajos recientes de la "Reading Scientific Services (RSSL)" han mostrado que existen problemas de adulteración en concentrados y purés de algunas frutas rojas (fresas y cerezas). (30)

La detección de adulterantes, a menudo incluye técnicas y equipo altamente sofisticado. Es necesario estimar varios parámetros, para poder determinar la autenticidad del producto.

“La situación es esencialmente la misma para frutas rojas como para otros jugos o aceites, en tanto que aquellos responsables de la adulteración, utilizarán una variedad de sustitutos que eviten la detección del adulterante. El rango va, desde los adulterantes más simples (como agua y azúcar), hasta la utilización de productos más baratos (como jugo de uva), y la adición de mezclas complejas de químicos, otros jugos y colorantes” (30)

“Otros azúcares pueden añadirse a la mezcla de la fruta, con la consecuencia que el perfil normal de azúcares cambia. Al añadir una mezcla azúcar/agua se elevan las cantidades de ciertos azúcares por encima de los valores naturales. La medida de la razón glucosa : fructosa es particularmente valiosa en la detección de adiciones simples, pero también para la detección de la adición de otros jugos de frutas. Por ejemplo, al añadir jugo de manzana al jugo de frambuesa se incrementa el nivel de fructosa en relación al de glucosa. La adición de jarabe de maíz puede también ser detectado por el hecho de que los niveles de glucosa y maltosa llegan a ser desproporcionadamente altos” (30)

El presente trabajo, se realizó con el fin de determinar los límites de los porcentajes de azúcares reductores y no reductores en jugos de frutas, para poder utilizarlos como un parámetro para establecer la autenticidad y calidad de los jugos comercializados en el país.

Se utilizaron 5 diferentes frutas, con 3 variedades para cada fruta ( en total 15 frutas). La metodología empleada fué la cromatografía líquida de alta presión. Con este método es posible separar y cuantificar los monosacáridos (fructosa y glucosa) y los disacáridos (sacarosa y maltosa) en jugos de frutas. Además se analizaron otros parámetros importantes, como sólidos solubles y acidez, los cuales también son indicativos de la calidad de los jugos de frutas.

## II. ANTECEDENTES

### A. JUGOS DE FRUTA:

Los jugos se elaboran con frutas que usualmente carecen de la calidad exigida por el mercado de productos frescos, pero debe partirse de fruta limpia bien madura y sana. Las frutas son lavadas, clasificadas, peladas y extraídas. El jugo colectado es tamizado y luego filtrado. Algunos jugos de frutas son mejorados en apariencia al clarificarlos. Esto no aplica a los jugos cítricos, de albaricoque, piña y otros los cuales son más populares al ser turbios. Los jugos de ciruelas, cerezas y uvas, pueden preservarse por enlatado, congelado, deshidratado o con aditivos químicos. El benzoato de sodio es un preservante permitido por el código de regulaciones en jugos de frutas en una cantidad de 0.1%. El ácido sórbico es otro preservante permitido. (1)

El jugo de uva es extraído de uvas maduras, las cuales son lavadas machacadas y prensadas. El jugo es pasteurizado por calentamiento a 79.4°C. Luego se almacena para permitir la separación de sólidos suspendidos y tartratos, a una temperatura menor a 0 °C. El jugo asentado es separado de los sedimentos, luego es filtrado, embotellado y esterilizado. (1)

El jugo de manzana es elaborado con manzanas lavadas, las cuales son machacadas y prensadas. El jugo es filtrado y embotellado; con o sin clarificación. (1).

El jugo de naranja es extraído, y separado del aceite que puede ser liberado de la cáscara. El jugo puede ser filtrado y enlatado o concentrado al vacío hasta 60 °Brix. El concentrado puede ser diluido con jugo fresco a 42 °Brix, empacado en latas, y congelado rápidamente. El jugo concentrado congelado, es luego reconstituido, añadiendo tres volúmenes de agua. (1)

En Inglaterra la producción comercial de jugos de frutas puros, sin fermentar, se ha visto obstaculizada en gran parte por la competencia de productos sintéticos. Se espera que la adopción de normas de calidad y sanción legal a los infractores, dará gran impulso a la industria. En la actualidad, la producción del jugo de manzana es la más importante de este tipo de industria. Se presenta este jugo en el mercado, en envases de hojalata o en botellas. (2).

El principal problema en la producción de jugos de frutas sin fermentar, es la destrucción de levaduras que causan la fermentación, así como los hongos y las bacterias que originan malos sabores y alteraciones, y al mismo tiempo, conservar el sabor natural de la fruta y su poder vitamínico. (2).

El jugo de manzana puede elaborarse con fruta que no es adecuada para la venta, por su forma y tamaño, pero debe emplearse siempre partiendo de fruta limpia, bien madura y sana. La preparación inicial de las manzanas puede variar. La clarificación puede llevarse a cabo por una preparación enzimática, por almacenamiento en tanques y decantando después de que se ha depositado el sedimento, por precipitación o por filtración. Los jugos clarificados tienen un aspecto excelente, pero el producto tiende a ser ligero y carente de sabor. Los jugos sin clarificar, tienden a dar sedimento y un mal aspecto a la botella. Sin embargo, sirven para enlatar. (2)

En Alemania, la eliminación del aire no se practica o considera importante, pero en otros países, especialmente en los Estados Unidos, se estima de gran valor debido a su efecto sobre el color, gusto y retardación de la corrosión en los poros del barniz protector interior de los envases. La eliminación del aire, se realiza sometiendo los jugos a un vacío alto y de esta forma la acción de varios sistemas de oxidasas que causan el pardeamiento de las manzanas, es obstaculizada al privarlas de oxígeno, sin el cual no pueden producir su efecto. (2)

La acidez del jugo es un factor importante ya que una acidez alta favorece la destrucción de las bacterias. Es casi imposible eliminar todas las

bacterias y las esporas de los hongos por el calor y que mantenga un buen sabor. El crecimiento de los hongos, puede impedirse llenando los envases completamente. (2).

Los frutos cítricos y sus productos, son ahora reconocidos como un importante alimento en la dieta humana, no solo por su contenido de vitamina C, sino también por muchos otros atributos como el aroma, color y agradable sabor de apropiados rangos de dulzura y acidez. (3)

### **B. MACRONUTRIENTES EN FRUTAS CITRICAS:**

Los nutrientes que suministran energía, son generalmente carbohidratos, proteínas y grasas. Mientras que los productos cítricos proveen poca cantidad de proteínas y grasas, su contribución de carbohidratos es una parte esencial de su valor como cítricos. La composición de muchos frutos cítricos (4) se muestra en la Tabla I. Debido a que las composiciones varían grandemente en cuanto a la madurez y variedad del fruto, estos valores pueden fluctuar considerablemente en muestras actuales. La principal parte de los valores calóricos suministrados por cítricos es de los carbohidratos y la mayoría de los valores proteínicos es actualmente de aminoácidos libres. (3)

**TABLA # 1 Fuente (4)**

### **COMPOSICION APROXIMADA DE FRUTOS CITRICOS (g/100g)**

FRUTA	HUMEDAD	PROTEINA	GRASA	CARBOHI- DRATOS SOL. INSOL		CENIZAS
<b>NARANJA</b>						
Fruta entera	86.4	0.7	0.2	12.0	0.5	0.7
Jugo	88.3	0.6	0.2	10.5	0.1	0.4
<b>UVAS</b>						
Fruta entera	88.9	0.5	0.1	10.1	0.2	0.4
Jugo	90.2	0.5	0.1	9.0	---	0.2
Segmento	91.3	0.6	0.1	7.6	0.2	0.4
<b>MANDARINA</b>						
Fruta entera	87.0	0.8	0.2	11.6	0.5	0.4
Jugo	88.9	0.5	0.2	10.1	0.1	0.3

## C. CARBOHIDRATOS

1. **Azúcares Simples.** La porción principal de los carbohidratos en los frutos cítricos, son los tres azúcares simples: sacarosa glucosa y fructosa (5). Juntas, representan casi el 80% de los sólidos solubles totales del jugo de naranja (6), y los rangos de sacarosa : glucosa : fructosa son generalmente 2 : 1 :1 (7). En las uvas, la razón sacarosa a azúcares libres en los jugos de lima y limón, son azúcares reductores (Tabla II) y el principal sólido soluble en estos jugos de frutas, es el ácido cítrico. En medio ácido, tal como el de los jugos cítricos, la sacarosa puede ser fácilmente hidrolizada. Este efecto puede explicar los bajos valores de sacarosa encontrados a veces en jugos enlatados, sujetos a largos períodos de almacenamiento. (3)

TABLA # 2

### COMPOSICION PROMEDIO DE AZUCARES EN JUGOS CITRICOS (g/100g)

FRUTA	GLUCOSA	FRUCTOSA	REDUCTORES TOTALES	SACAROSA	AZUCARES TOTALES
NARANJA	2.03	2.48	4.51	4.81	9.32
UVAS	1.66	1.75	3.41	2.56	5.97
MANDARINA	1.13	1.54	2.67	6.53	9.20
LIMON	1.40	1.35	2.75	0.41	3.16
LIMA			3.48	0	3.48

Fuente (8)

**TABLA # 3**  
**ESTANDARES RECOMENDADOS POR EL CODEX**  
**ALIMENTARIUS PARA VARIOS JUGOS DE FRUTAS**

JUGO	SOLIDOS REFRAC. (% m /m) mínimo	AZUCAR AÑADIDA (g/Kg.) máximo	ACIDEZ TITULABLE (% m/m ácido cítrico) mínimo	ACIDOS VOLATILES (g de ácido acético /Kg.) máximo	ETANOL (g/ Kg.) máximo
MANZANA	10	---	---	0.4	5
UVAS	9	50	---	---	3
LIMON	6	---	4.5	---	3
NARANJA	10	50	---	TRAZAS	3

Fuente (9)

#### **D. EFECTO DEL PROCESAMIENTO SOBRE LA CALIDAD**

##### **NUTRICIONAL**

El procesamiento de jugos de frutas; tal como es practicado en la industria, requiere de calentamiento para lograr la pasteurización. La estabilidad de enzimas, y la concentración. El procesamiento con calor para llevar a cabo uno de estos tres resultados, no tiene efecto detrimento sobre la composición mineral de los jugos de frutas cítricas. Estos micronutrientes, no se pierden durante el proceso; ni son degradados. Sin embargo, no puede decirse lo mismo para los micronutrientes orgánicos; las vitaminas, los macronutrientes; carbohidratos, proteínas y grasas, los cuales proveen energía y nutrición al cuerpo humano. (3)

Las frutas cítricas no son consideradas como buenas fuentes nutricionales de grasa. La 21 edición del Código de Regulaciones Federales, estipula que el contenido de menos de un gramo de grasa por porción (177 ml) no es de significancia nutricional. (10). De acuerdo a Adams (11), el jugo de naranja concentrado, congelado y reconstituido, contiene casi 0.2 g de

grasa por 177 ml, el jugo de uva concentrado, congelado y reconstituido: 0.2g/177ml. El jugo de mandarina puede tener un contenido de grasa levemente más alto. De acuerdo a Nagy (12), los lípidos contenidos en los jugos cítricos, poseen una relación de ácidos grasos insaturados /saturados alta, mayor a 4.

De acuerdo a Ting (13, 14), una porción de jugo de naranja concentrado, congelado reconstituido, contiene casi 19 g de carbohidratos y 84 calorías provenientes de los azúcares: sacarosa, glucosa, y fructosa. Adams (11), indica que una porción de jugo de naranja concentrado, congelado reconstituido, contiene 92 calorías, mientras que los jugos de uva y mandarina, contienen 76 y 68 calorías por 177ml de jugo, respectivamente.

Los jugos cítricos contienen azúcares no reductores (sacarosa) y reductores (fructosa y glucosa). Las naranjas maduras, contienen casi cantidades iguales de los dos tipos y el contenido de azúcares reductores, está compuesto por casi la misma cantidad de fructosa y glucosa. Las uvas tienden a tener cantidades equivalentes de azúcares reductores y no reductores. A veces, los azúcares reductores tienden a ser levemente predominantes (15). En las mandarinas, los azúcares no reductores dominan, excepto en el fruto verde. En el jugo de frutas maduras, la sacarosa puede formar del 60 al 65% del contenido total de azúcar. En el jugo de limón, los azúcares reductores dominan (16) y pueden constituir casi el 90% de los azúcares totales.

## **E. ANALISIS DE JUGOS DE FRUTAS**

El análisis de jugos de frutas incluye la determinación de los siguientes parámetros: sólidos totales, acidez, cenizas, alcalinidad de las cenizas,

fosfatos, potasio, nitrógeno, azúcares, vitamina C, trazas de metales y preservantes. Industrialmente, el índice de refracción, la gravedad específica, el pH y aceites volátiles son usualmente determinados y el jugo es examinado por actividad enzimática. (9)

1. **Acidez.** Para propósitos de rutina, es usual determinar la acidez titulable (usando fenolftaleína). La acidez de jugos, es usualmente calculada como el ácido predominante, es decir para jugos cítricos como ácido cítrico, manzana como ácido málico y uva como ácido tartárico. El sabor de los jugos de frutas es relativo a la razón de sólidos solubles y la acidez total llamada "razón de madurez" la cual incrementa con la madurez del fruto y es a veces calculada como ácido acético. Métodos para determinar los ácidos individuales presentes en las frutas están descritos en la AOAC. (9).

2. **Cenizas.** Las cenizas son obtenidas por ignición, de la muestra a 550 °C luego de una evaporación preliminar. La alcalinidad de la ceniza, es determinada por ebullición con un exceso medido de ácido 0.1N (HCl 0.1N), enfriado y titulando con base 0.1N (NaOH 0.1 N) usando naranja de metilo (1ml 0.1N = 0.0069 g K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). (9)

3. **Azúcares.** La presencia de azúcar añadida, puede ser detectada al determinar los azúcares presentes y después de la inversión por el método de Lane y Eynon. Jarabe de glucosa puede ser detectado por medio del polarímetro. (9)

4. **Procedimientos cromatográficos.** Un método simple para identificar jugos cítricos empleando papel cromatográfico, ha sido descrito por Dickenson y Harris . Con esta técnica, se ha mostrado que los ácidos orgánicos de varios jugos no cítricos, forman cromatogramas característicos, que pueden servir para su identificación o detección de adulteraciones. (9)

Primo et. al. y Sánchez et. al. han mostrado que la cromatografía en capa fina y la cromatografía gas-líquido, puede ser utilizada para detectar adulteraciones (principalmente de los ácidos presentes ). (9)

## **F. METODOS PARA LA DETECCION DE ADULTERACION EN PRODUCTOS CITRICOS PROCESADOS**

La Adulteración de productos cítricos procesados, tales como jugos y aceites, continúa siendo un serio problema económico mundial. La adulteración de jugos cítricos, ha progresado de simples diluciones con agua azúcar y ácidos, a sofisticados métodos que utilizan adulterantes, destinados a ocultar la adulteración. En respuesta, agencias industriales o regulatorias interesadas en mantener la calidad, han desarrollado metodologías para detectar adulteraciones. (3)

Numerosos estudios en la literatura, reportan una extensa lista de adulteración de jugos cítricos, en los canales comerciales. Por ejemplo, Royo Iranzo y Aranda (17) encontraron que de un medio a un tercio de jugo de naranja comercial europeo embotellado, fueron adulterados. Mears y Shenton (18) reportaron que la forma más común de adulteración en los 80's fue el uso de subproductos de frutas tales como la cáscara y la pulpa. Esto parece que ha continuado en los 90's. Tres estudios de jugos de naranja en los Estados Unidos (162 muestras obtenidas de diferentes comercios) llevadas a cabo por el departamento de cítricos de la Florida, indicaron una adulteración mayor con bagazo de la fruta, y/o azúcar y/o diluciones.

La literatura contiene datos considerables de la composición de cítricos y han propuesto muchos métodos para detectar la adulteración. Sin embargo, existen pocos estudios generales sobre adulteración. (3)

## 1. METODOS FISICOS

Los métodos físicos directamente relacionados con la composición química, han sido usados en esfuerzos para detectar adulteraciones de productos cítricos. Medidas físicas incluyen espectrofotometría (UV, fluorescencia, colorimetría), determinaciones gravimétricas (cenizas, gravedad específica), espectrometría de masa (radios de isótopos), cromatografía y rotación óptica (3)

A. **Cromatografía.** En sus varias formas, ha sido una herramienta muy útil para determinar la composición de productos cítricos y detectar sus adulteraciones. Ejemplos incluyen el trabajo de cromatografía en papel de Rockland et. al. (19) donde identificó y estimó los aminoácidos. La cromatografía de intercambio iónico, ha sido una herramienta invaluable en la cuantificación de aminoácidos. Cromatografía en columna, fue usada por Horowitz (28, 21) para separar e identificar los flavonoides. La cromatografía gas-líquido la utilizó Stanley et. al. (22), para determinar volátiles en aceites de cítricos. A pesar de que las técnicas de cromatografía en capa fina todavía se utilizan, las nuevas técnicas en HPLC y cromatografía en gas, han reemplazado grandemente las técnicas clásicas de cromatografía. (3)

B. **Rotación Óptica.** Estándares establecidos por la Pharmacopeia de los Estados Unidos (23) requirieron la rotación óptica de los aceites de limón y los localizó entre el rango de 57 a 65.5 °. Aceites de limón auténticos, sin embargo, tienen rotaciones ópticas que pueden variar de 50 a 70 °. Stanley et. al. (24) demostró una relación entre la rotación óptica del aceite de limón y la composición de hidrocarburos. Ellos encontraron una correlación altamente positiva de rotación óptica con el  $\delta$ -limonene, y una alta correlación negativa con el  $\beta$ - pineno. (3)

**C. Brix.** Dos métodos son generalmente usados para medir brix o los sólidos solubles de productos cítricos. Un hidrómetro es usado para determinar la gravedad específica de la solución y un refractómetro es usado para determinar el índice de refracción. (3)

Los grados Brix son el porcentaje en peso de sacarosa en una solución pura. Los grados Brix de una solución impura de azúcar (Jugos de fruta pueden ser considerados una solución impura de azúcar ) son mas altas que el peso de sólidos obtenidos por secado, debido a que los no – azúcares generalmente tienen mas alta densidad que los azúcares. El índice de refracción de una solución pura de sacarosa es una medida de la concentración de la sustancia disuelta. Stolle (25) encontró poca variación en el índice de refracción de soluciones de diferentes azúcares (sacarosa, dextrosa, levulosa y lactosa) a la misma concentración. Investigaciones, por Main (26) resultaron en la adopción de una tabla de estándares de índices de refracción de soluciones de azúcar.

La determinación de los grados Brix por el hidrómetro o refractómetro, es una importante medida para la industria de cítricos. Los Brix son usados en conexión con la acidez como una medida de madurez y calidad. (3)

**D. Azúcares.** Los sólidos solubles de jugos de naranja, mandarina y uva consisten básicamente de azúcares, mientras que los sólidos solubles de jugo de limón y lima maduros, están compuestos principalmente de ácido cítrico. Floyd y Rogers (27) reportaron diferencias no significativas debido a la concentración del jugo, en la composición o distribución de azúcares en jugos de naranja. Sacarosa, glucosa y fructosa, en una razón de 2:1:1, fueron los principales azúcares encontrados en los jugos de naranja de la Florida (3).

### III. JUSTIFICACION

Siendo la producción e importación de jugos cada vez mayores, debido a la globalización y a los tratados de libre comercio, se hace indispensable para los países, contar con Normas y documentos que ayuden a determinar la autenticidad de los mismos.

Un indicador de la autenticidad de los jugos de frutas, lo constituye la identificación cuantitativa de su contenido de fructosa, glucosa, sacarosa y maltosa. Establecer intervalos de composición para estos componentes en los jugos de frutas puros, permite detectar posibles adulteraciones en estos productos. Además, al determinar las relaciones sólidos solubles/acidez titulable, es posible conocer la calidad del fruto utilizado en cuanto a grado de madurez.

Los resultados obtenidos, permitirán establecer parámetros de calidad de los jugos producidos en Guatemala y en jugos importados. Esto será de utilidad para su registro, control y comercialización en el país, ya que facilitará tanto el análisis como la detección de adulteraciones de los mismos.

Además, con los diversos análisis que se hará a las frutas frescas, se contribuirá a modificar y actualizar la tabla de composición de alimentos.

## **IV. OBJETIVOS:**

### **1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar la autenticidad de los jugos de frutas registrados y comercializados en Guatemala.

### **2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Analizar y cuantificar fructosa, glucosa, sacarosa y maltosa en jugos de frutas, por medio de cromatografía líquida de alta presión.

Establecer los límites aceptables de las relaciones entre azúcares presentes en los jugos naturales de frutas.

Analizar sólidos solubles y acidez titulable en los jugos de frutas, y utilizar estos datos como factor de calidad del jugo utilizado.

Realizar el análisis proximal a tres variedades de cinco frutas distintas (naranja, uva, piña, manzana, pera)

## **V. HIPOTESIS**

Cada fruta tiene un patrón regular de azúcares, que puede servir de guía para detectar adulteraciones.

## **VI. MATERIALES Y METODOS**

### **1 Universo de Trabajo**

Muestras de jugos de frutas nacionales e importados

### **2 Medios**

#### **2.1 Recurso Material**

Laboratorio Unificado de Control de alimentos y Medicamentos LUCAM

Cromatógrafo líquido con detector de índice de refracción: columna para carbohidratos, integrador.

Refractómetro

Balanza analítica

Cristalería

Material y equipo de laboratorio

Acetonitrilo, metanol, diclorometano y agua grado HPLC

Estándares de fructosa, glucosa, sacarosa y maltosa

## **3 PROCEDIMIENTO**

**3.1 DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE FRUCTOSA, GLUCOSA, SACAROSA Y MALTOSA PRESENTES EN JUGOS DE FRUTAS, POR MEDIO DE CROMATOGRFÍA LÍQUIDA DE ALTA PRESIÓN.** (28) (Ver apéndice)

**3.2 ACIDEZ TITULABLE DE PRODUCTOS DE FRUTAS** (28) (ver apéndice)

**3.3 DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES. °BRIX POR MÉTODO REFRACTOMÉTRICO** (28), (3) (ver apéndice)

**3.4 ANALISIS PROXIMAL** (ver apéndice)

## VII. RESULTADOS Y DISCUSION

### a. Análisis de jugo de manzana

Se analizaron 5 variedades de manzana, las cuales se dividieron en 2 categorías:

- manzanas para jugo y
- manzanas no utilizadas para jugo

Los parámetros que se utilizaron para esta clasificación, fueron los siguientes:

- En el caso de las manzanas para jugo, se escogieron las variedades más baratas y además, aquellas que por su apariencia física, no son de gran aceptabilidad en el mercado.
- Para las manzanas que no son utilizadas para jugo, se escogieron las variedades que por su apariencia externa son de gran aceptabilidad en el mercado y por ende son de un precio mucho mas alto.

De acuerdo a lo explicado con anterioridad, las variedades escogidas fueron:

Manzanas para jugo:

- Ana
- Chiquita

Manzanas no utilizadas para jugo:

- Fuji
- Red Delicious
- Escolar sin marca

El Cuadro # 1 muestra los resultados del contenido de azúcares, y razones entre los azúcares presentes, obtenidos en las variedades de manzana para Jugo. En el caso de la manzana Ana se encontró que posee principalmente fructosa y sacarosa. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que una pequeña cantidad de glucosa (0.1%), se encontró en las manzanas

más maduras. Se observó que la relación fructosa: sacarosa es aproximadamente 2:1 y esta relación va disminuyendo a medida que la fruta es más madura.

En el caso de la manzana pequeña, el azúcar predominante fue la fructosa, observándose una pequeña cantidad de sacarosa (0.75%) en las manzanas más maduras. Sin embargo, debido a que estas cantidades fueron tan bajas, no fue posible obtener una razón.

**CUADRO # 1**  
**CONTENIDO DE AZUCARES EN MANZANAS UTILIZADAS PARA JUGO**

TIPO DE MANZANA	F	G	S	F/S	F + G	F + G + S *
ANA A	4.170	0.1	2.260	1.84	4.270	6.530
ANA B	3.960	0.1	2.980	1.32	4.060	7.040
ANA 1	2.800	0	0.840	3.33	2.800	3.640
ANA 2	3.740	0	1.970	1.89	3.740	5.710
ANA 3	1.680	0	1.090	1.54	1.680	2.770
CHIQUITA 1	2.53	0.1	0.1	N.A. **	2.630	2.730
CHIQUITA 2	3.08	0.1	0.1	N.A.	3.180	3.280
CHIQUITA 3	2.63	0.1	0.75	N.A.	2.730	3.480

NOTA: ( para todos los cuadros)

El orden ascendente tanto en letras como en números, indica un orden ascendente en madurez para un grupo de frutas en análisis.

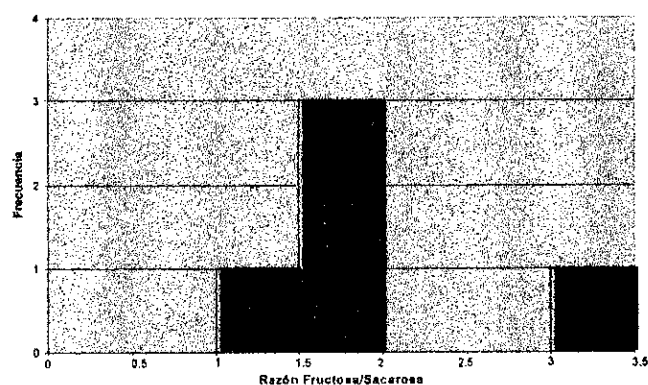
- F = fructosa
  - G = glucosa
  - S = Sacarosa
  - NA = no aplica
- F/S = razón Fructosa: Sacarosa  
F/G = razón Fructosa: Glucosa  
F + G = concentración de fructosa más glucosa  
F + G + S = concentración total de azúcares (glucosa, fructosa y sacarosa)

El cuadro # 2 muestra la razón fructosa/sacarosa para la manzana Ana, de donde se obtuvo un valor promedio de 1.97, dentro de un intervalo de 1.32-3.33  $\pm$  una desviación estándar de 0.78. La gráfica # 1 muestra la distribución de frecuencias para estos resultados.

**CUADRO # 2**  
**RELACIONES ENTRE AZUCARES ENCONTRADOS EN LOS JUGOS DE**  
**MANZANA PARA JUGO**

Relación	Promedio	Intervalo	Desviación Estándar
Fructosa/ Sacarosa	1.974	1.32-3.33	0.78

**GRAFICA # 1**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS PARA LA RAZÓN FRUCTOSA/SACAROSA EN**  
**MANZANAS UTILIZADAS PARA JUGO**



Las manzanas no utilizadas para jugo, se incluyeron en el análisis debido a que muchas veces los productores que obtienen manzanas no adecuadas para la venta (por ser deformes), o que se les maduran mucho antes de poder venderlas, pueden tener la opción de procesar esta fruta para jugo y así no desperdiciarla.

En el Cuadro # 3 se observa que para la manzana Escolar sin marca, el azúcar predominante es la fructosa, la cual presenta un aumento proporcional a la madurez. Para la manzana Fuji, se observó que los azúcares predominantes son la fructosa y la glucosa y ambos aumentan con el grado de madurez. Y por último, la manzana Red Delicious muy similar a la anterior;

los azúcares predominantes fueron la fructosa y la glucosa. En este caso, se observó que al aumentar el grado de madurez, las cantidades de fructosa aumentan, mientras que la cantidad de glucosa va disminuyendo.

En este cuadro, se observa que la razón determinada, fue para fructosa/glucosa; aplicándose solamente a las 2 variedades que poseen estos azúcares (Fuji y Red delicious).

**CUADRO # 3**  
**CONTENIDO DE AZUCARES EN MANZANAS NO UTILIZADAS PARA JUGO**

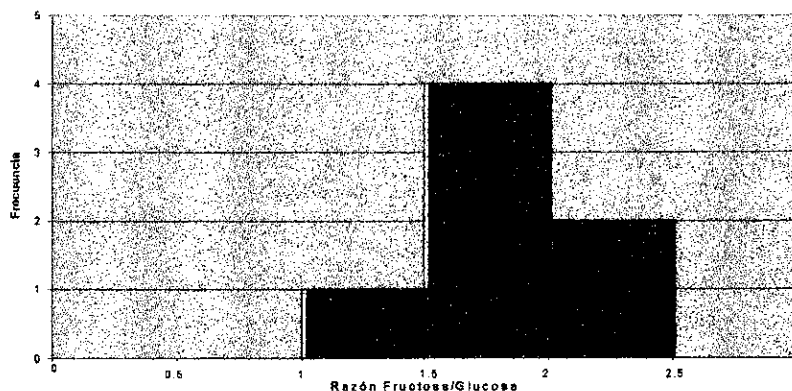
TIPO DE MANZANA	F	G	S	F/G	F + G	F + G + S
Escolar 1	2.79	0.1	0	NA	2.890	2.890
Escolar 2	3.34	0.1	0	NA	3.440	3.440
Fuji 1	3.42	2.03	0	1.68	5.450	5.450
Fuji 2	4.64	2.15	0.1	2.16	6.790	6.890
Red 1	2.69	2.08	0.1	1.29	4.770	4.870
Red 2	3.25	1.81	0.1	1.79	5.060	5.160
Red 3	3.38	1.61	0.1	2.09	4.990	5.090
Red A	4.070	2.34	0	1.74	6.410	6.410
Red B	4.13	2.26	0	1.83	6.390	6.390

Los resultados del cuadro # 4 muestran que el promedio obtenido para la razón fructosa/glucosa en las manzanas no utilizadas para jugo, fue de 1.78 con un intervalo de 1.29-2.16± una desviación estándar de 0.28. La gráfica # 2 muestra la distribución de frecuencias para dichos resultados.

**CUADRO # 4**  
**RELACIONES ENTRE AZUCARES ENCONTRADOS EN LOS JUGOS DE MANZANA NO UTILIZADOS PARA JUGO**

RELACION	PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR	INTERVALO
FRUCTOSA/ GLUCOSA	1.78	0.28	1.29-2.16

GRAFICA # 2  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS PARA LA RELACIÓN FRUCTOSA/GLUCOSA  
DE LAS MANZANAS NO UTILIZADAS PARA JUGO



De los resultados obtenidos tanto en el cuadro #1 como en el cuadro # 3, debe notarse, que existen básicamente 3 patrones para el jugo de manzana:

1. - Jugo de manzana que posee Fructosa y Sacarosa, y nada o casi nada de glucosa
2. - Jugo de manzana que posee Fructosa y Glucosa y nada o casi nada de sacarosa, y
3. - Jugo de manzana en el que predomina básicamente la fructosa.

#### b. Análisis de jugo de naranja

En el caso de la naranja, se analizaron 2 variedades: naranja valencia y naranja California.

Los resultados del Cuadro # 5 indican que la naranja presentó una relación de azúcares sacarosa: fructosa: glucosa, aproximadamente de 4: 2: 2.

Se determinaron las razones fructosa/glucosa, fructosa/sacarosa y glucosa/sacarosa. El cuadro # 6 muestra que la razón fructosa/glucosa, para

la cual se obtuvo un promedio de 1.15, con un intervalo de 0.86-1.42  $\pm$  una desviación estándar de 0.21.

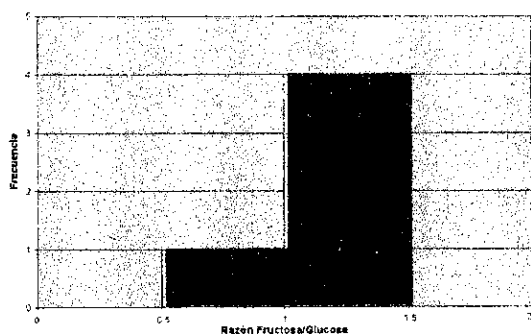
Para la razón fructosa/sacarosa, el promedio obtenido fue de 0.426, con un intervalo de 0.32-0.64  $\pm$  una desviación estándar de 0.13; y para la razón glucosa/sacarosa, el promedio fue de 0.384, con un intervalo de 0.22-0.6  $\pm$  una desviación estándar de 0.15.

Las gráficas 3, 4 y 5 muestran la distribución de frecuencias para estos resultados.

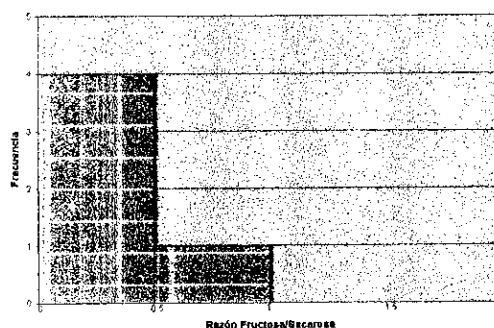
### CUADRO # 5 CONTENIDO DE AZUCARES EN JUGO DE NARANJAS

TIPO DE NARANJA	F	G	S	F + G	F/G	F/S	G/S	F + G + S
California 1	1.64	1.89	4.08	3.530	0.86	0.4	0.46	7.610
California 2	2.95	2.72	4.57	5.670	1.08	0.64	0.6	10.240
Valencia 1	2.08	1.79	4.81	3.870	1.16	0.43	0.37	8.680
Valencia 2	2.45	1.95	7.07	4.400	1.25	0.34	0.27	11.470
Valencia 3	1.771	1.246	5.518	3.017	1.42	0.32	0.22	8.535

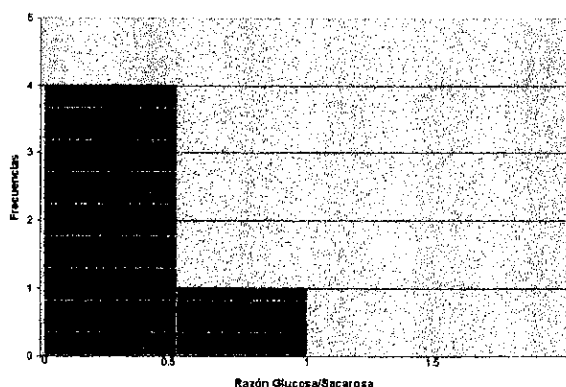
GRAFICA # 3  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS PARA LA RAZÓN FRUCTOSA/GLUCOSA EN JUGO DE NARANJA



GRAFICA # 4  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS PARA LA RAZÓN FRUCTOSA/SACAROSA EN JUGO DE NARANJA



GRAFICA # 5  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS PARA LA RAZÓN GLUCOSA/SACAROSA EN  
JUGO DE NARANJA



### c. Análisis de jugo de Pera:

Para la pera se analizaron dos variedades: pera Bartlet y pera importada.

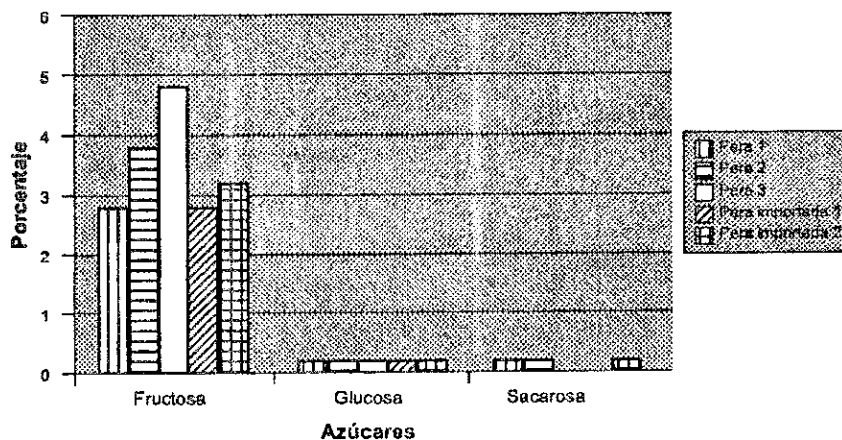
El Cuadro # 7 muestra que para ambos casos, el azúcar predominante fue la fructosa, la cual aumenta proporcionalmente con el grado de madurez. En este caso, no fue necesario determinar una razón de azúcares, ya que las cantidades de glucosa y sacarosa fueron muy bajas.

La gráfica # 6 muestra los resultados de los análisis de azúcares para las variedades de pera.

**CUADRO # 7**  
**CONTENIDO DE AZUCARES EN JUGO DE PERA**

TIPO DE PERA	F	G	S	F+G	F + G + S
Pera 1	2.73	0.1	0.1	2.83	2.930
Pera 2	3.8	0.1	0.1	3.90	4.0
Pera 3	4.823	0.1	0	4.923	4.923
Pera l. 1	2.72	0.1	0	2.82	2.820
Pera l. 2	3.18	0.1	0.1	3.28	3.380

GRAFICA #6  
CONTENIDO DE AZUCARES EN VARIETADES DE PERA



### Análisis de jugo de Piña:

Para la piña solamente se analizó la variedad producida en Guatemala: Cayena lisa.

Los resultados del Cuadro # 8 indican que la piña posee los tres azúcares en estudio: fructosa glucosa y sacarosa, por lo cual se determinaron las razones entre los tres azúcares: fructosa/glucosa, fructosa/sacarosa y glucosa/sacarosa. El cuadro # 9 indica que para la razón fructosa/glucosa se obtuvo un promedio de 0.99, con un intervalo de  $0.91-1.22 \pm$  una desviación estándar de 0.13. Para la razón fructosa/sacarosa, el promedio fue de 0.87 con un intervalo de  $0.73-1.30 \pm$  una desviación estándar de 0.30; y para la razón glucosa/sacarosa el promedio fue de 0.88, con un intervalo de  $0.61-1.4 \pm$  una desviación estándar de 0.35.

Las gráficas 7, 8 y 9 muestran la distribución de frecuencias para estos resultados.

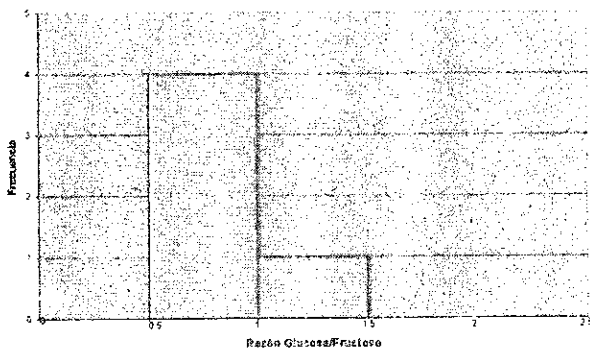
**CUADRO # 8**  
**CONTENIDO DE AZUCARES**  
**EN JUGO DE PIÑA**

Tipo de Piña	F	G	S	F + G	F/G	F/S	G/S	F + G + S
Piña 1	2.79	2.88	4.73	5.670	0.97	0.59	0.61	10.40
Piña 2	2.81	2.3	3.13	5.110	1.22	0.89	0.73	8.240
Piña 3	2.55	2.73	3.47	5.280	0.93	0.73	0.78	8.75
Piña 4	5.44	5.86	4.19	11.30	0.92	1.30	1.4	15.49

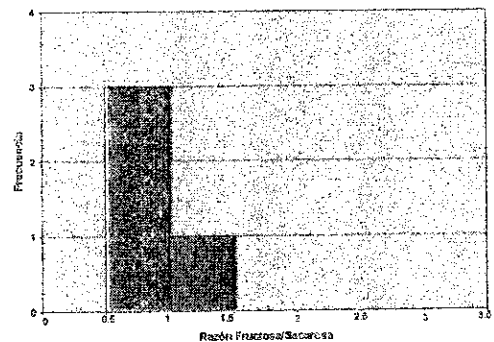
**CUADRO # 9**  
**RELACIONES ENTRE AZUCARES**  
**ENCONTRADOS EN LOS JUGOS DE PIÑA**

RELACION	PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR	INTERVALO
FRUCTOSA/ GLUCOSA	0.99	0.13	0.91-1.22
FRUCTOSA/ SACAROSA	0.87	0.30	0.73-1.30
GLUCOSA/ SACAROSA	0.88	0.35	0.61-1.4

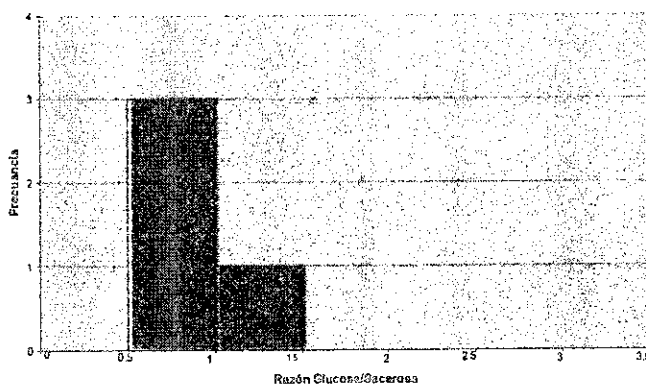
GRAFICA # 7  
 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS PARA LA RAZÓN FRUCTOSA/GLUCOSA EN JUGO DE PIÑA



GRAFICA # 8  
 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LA RAZÓN FRUCTOSA/SACAROSA DE JUGO DE PIÑA



GRAFICA # 0  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS PARA LA RAZÓN GLUCOSA/SACAROSA DEL  
JUGO DE PÑA



**Análisis de jugo de uva:** Se analizó la variedad producida en Guatemala: Roja del Jute. Los resultados del Cuadro # 10 indican que los azúcares predominantes fueron fructosa y glucosa, determinándose la razón entre los mismos.

El cuadro # 11 indica que el promedio para dicha razón, fue de 1.26 con un intervalo de  $1.2-1.4 \pm$  una desviación estándar de 0.12. Además, la gráfica # 10 muestra la distribución de frecuencia de estos resultados.

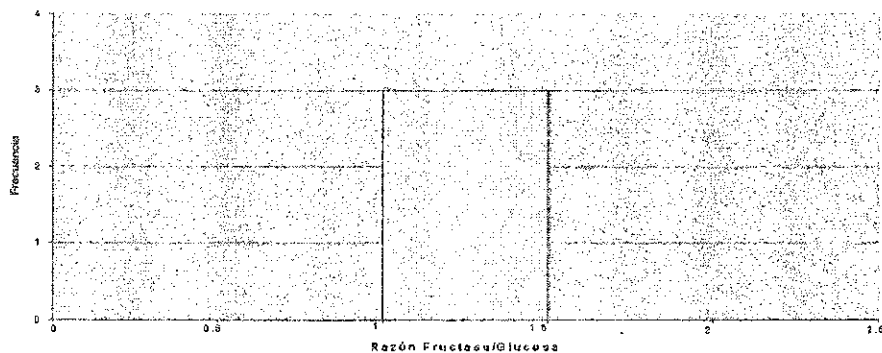
**CUADRO # 10**  
**CONTENIDO DE AZUCARES EN JUGO DE UVA**

TIPO DE UVA	F	G	S	F + G	F/G	F+ G +S
UVA 1	10.64	8.8	0	19.44	1.2	19.44
UVA 2	10.39	7.38	0	17.77	1.4	17.77
UVA 3	9.85	8.33	0	18.18	1.18	18.18

**CUADRO # 11**  
**RELACIONES ENTRE AZUCARES ENCONTRADOS EN LOS JUGOS DE UVA**

RELACION	PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR	INTERVALO
FRUCTOSA/ GLUCOSA	1.26	0.12	1.2-1.4

GRAFICA # 10  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS PARA LA RAZÓN FRUCTOSA/GLUCOSA DEL  
JUGO DE UVA



#### d. Análisis de Acidez y °Brix para los jugos de fruta

En el cuadro # 12 se presentan los resultados promedio para la acidez y °Brix, de los distintos jugos analizados. Además, se incluye la llamada "Razón de madurez", la cual es la relación °Brix/Acidez de cada jugo.

Se incluyen estos datos debido a que se quería obtener ciertos parámetros tanto para acidez como para °Brix, para poder establecer qué tan necesaria es la adición de ácido, en el caso de regular la acidez del jugo, y principalmente, justificar la adición de azúcar, en el caso de regular los sólidos solubles. Los resultados indicaron que solamente en el caso de las manzanas Fuji y Red Delicious, se necesita añadir ácido, ya que la acidez se encuentra por debajo de los límites establecidos en la Norma para Jugo de Manzana. En cuanto a °Brix todas las frutas analizadas por variedad y grado de madurez, se encontraron dentro de los límites indicados en la norma para cada jugo de fruta.

Respecto a la Razón de Madurez, puede decirse que la relación °Brix/Acidez, aumenta con el grado de madurez, lo cual puede servir de parámetro para determinar la calidad de un jugo de fruta.

**CUADRO # 12**  
**CANTIDADES PROMEDIO PARA ACIDEZ, °BRIX, Y RELACION**  
**°Brix/Acidez EN LAS DISTINTAS VARIEDADES DE FRUTAS**

VARIEDAD DE FRUTA	ACIDEZ PROMEDIO	°BRIX PROMEDIO	RELACION °Brix/Acidez
Manzana Ana	0.38407	8.5	22.131
Manzana Chiquita	0.3433	8.0	23.30
Manzana Escolar	0.232	8.5	36.64
Manzana Fuji	0.145	7.25	50
Manzana Red	0.13102	8.5	64.87
Naranja California	0.625	10	16
Naranja Valencia	0.63	11	17.46
Pera	0.1509	7.0	46.38
Piña	0.6128	10.125	16.5225
Uva	0.3259	18	55.23

**e. Análisis Proximal**

El Cuadro # 13, ofrece los resultados obtenidos del análisis proximal realizado a cada grupo de frutas en estudio. Cada análisis se realizó en triplicado, y los resultados se presentaron como un promedio. El análisis proximal incluyó cenizas, humedad, proteínas, fibra cruda y grasa. El dato de carbohidratos totales, se obtuvo por diferencia. En el mismo cuadro, se presentan los resultados obtenidos para Vitamina C, en cada jugo de fruta.

Se observa que el componente principal de las frutas lo constituye el agua. No son ricas en grasa, ni en contenido proteínico, pero sí poseen un valor nutricional importante en contenido de vitamina C.

**CUADRO # 13**  
**ANALISIS PROXIMAL PARA LAS DISTINTAS FRUTAS**

FRUTA	HUMEDAD %	CENIZAS %	GRASA %	FIBRA CRUDA %	PROTEINAS %	CARBOHIDRATOS TOTALES %	VITAMINA C mg/100g
Manzana	85.30	0.20	0.36	0.78	0.21	13.12	7.04
Naranja	88.71	0.71	0.34	0.47	0.39	9.35	52.83
Pera	85.91	0.33	0.27	2.40	0.21	10.85	5.28
Piña	83.04	0.43	0.23	0.56	0.30	14.97	52.83
Uva	85.80	0.38	0.86	0.66	0.17	12.10	3.52

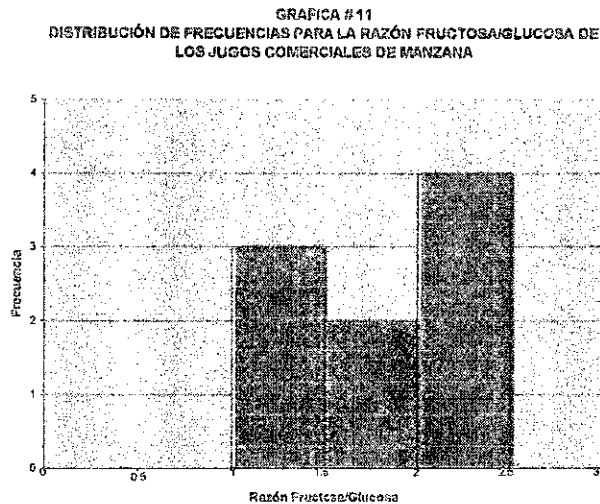
**f. Jugos Comerciales**

El cuadro # 14 muestra los resultados obtenidos para los jugos y néctares comerciales de manzana. En las gráficas 11 y 12, se presentan las distribuciones de frecuencia de las razones fructosa/glucosa y fructosa /sacarosa, de los jugos. Por razones de simplicidad, se llamará a las gráficas de distribución de frecuencia de los jugos naturales (gráficas de la 1 a la 10), "gráficas estándar".

**CUADRO # 14**  
**CONTENIDO DE AZUCARES EN JUGOS Y NECTARES COMERCIALES**  
**DE MANZANA**

NOMBRE	F %	G %	S %	F + G %	F/G	F/S	F + G + S %
Jugo de Manzana A	7.35	4.14	0	11.49	1.77	N.A.	11.49
Jugo de Manzana B	4.44	2.07	0.10	6.510	2.14	N.A.	6.610
Jugo de Manzana C	7.56	3.57	0	11.13	2.11	N.A.	11.13
Jugo de Manzana D	4.50	3.20	2.30	7.70	1.40	1.95	10.00
Jugo de Manzana E	6.20	2.54	0.10	8.74	2.44	N.A.	8.84
Jugo de Manzana F	6.09	4.28	0	10.37	1.42	N.A.	10.37
Jugo de Manzana G	8.70	8.30	0	17.0	1.05	N.A.	17.00
Jugo de Manzana H	12.70	0.10	0	12.80	N.A.	N.A.	12.80
Jugo de Manzana I	7.40	0.10	0	7.50	N.A.	N.A.	7.50
Jugo de Manzana J	6.36	3.70	0.80	10.060	1.72	N.A.	10.860
Jugo de Manzana K	6.50	3.12	0	9.62	2.08	N.A.	9.62
Néctar de Manzana A	2.51	1.68	9.020	4.19	1.49	0.27	13.21
Néctar de Manzana B	1.14	0.1	0	1.24	N.A	N.A.	1.24
Néctar de Manzana C	2.40	1.96	7.005	4.36	1.22	0.34	11.365
Néctar de Manzana D	2.44	1.72	8.47	4.16	1.42	0.29	12.63
Néctar de Manzana E	4.35	4.25	2.95	8.60	1.02	1.47	11.55

Para la razón fructosa/glucosa, los resultados de la gráfica # 11 de los jugos comerciales, caen dentro de los mismos intervalos de la gráfica estándar (gráfica # 2).



Al analizar detenidamente los resultados del cuadro # 14, se observa que para los jugos que pertenecen al patrón # 2 (que solamente poseen fructosa y glucosa), las razones fructosa/glucosa se encuentran dentro del intervalo permitido (1.01-2.44). Para el patrón # 1 (que posee fructosa y sacarosa), no se encontró ningún jugo comercial; y para el patrón # 3, es decir el que posee únicamente fructosa, se encontraron 2 muestras.

Sin embargo, en este mismo cuadro se muestra el resultado de un jugo comercial (Jugo de manzana D), que posee los 3 azúcares en estudio, y a pesar que los valores de las razones fructosa/glucosa y fructosa/sacarosa caen dentro de los intervalos permitidos, esta muestra se considera adulterada ya que no pertenece a ninguno de los tres patrones encontrados para el jugo de manzana.

Puede suponerse que para la elaboración de este jugo, se utilice manzana que pertenece al grupo de "no utilizadas para jugo", es decir las que contienen fructosa y glucosa, pero que durante el proceso se le añade cierta

cantidad de azúcar, lo cual hace que en el análisis se encuentren los 3 tipos de azúcares.

En el caso de los néctares, los patrones encontrados en este estudio no son aplicables, ya que a este tipo de bebida se le permite la adición de sacarosa, toda vez que se especifique en la etiqueta, con lo cual no pueden incluirse dentro de los intervalos encontrados para las razones entre azúcares.

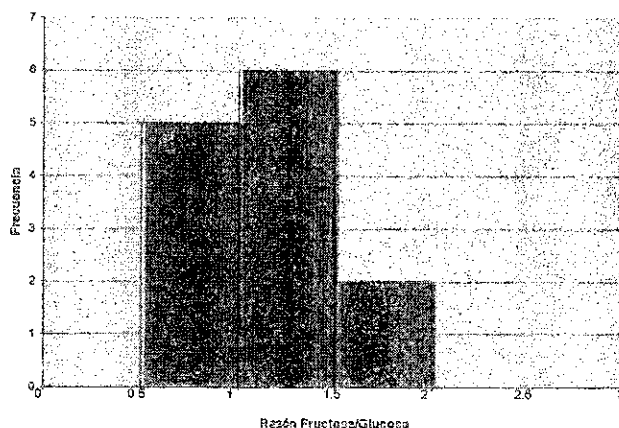
El cuadro # 15 muestra los resultados obtenidos para muestras de jugo de naranja comerciales. Los resultados de la razón fructosa/glucosa indican que 2 muestras se encuentran fuera del intervalo indicado en el cuadro # 6. Ambos resultados no indican que la muestra esté adulterada. La razón de esto, es que estas muestras (al igual que 2 muestras mas) no presentan sacarosa en el análisis. Lo anterior se explica por el hecho de que el jugo de naranja, es un medio bastante ácido (ver cuadro # 12), y los jugos pasan por un proceso de pasteurización rápida que implica altas temperaturas, provocando así que la sacarosa se hidrolice en sus componentes básicos fructosa y glucosa. Por esta razón, para estos jugos no se presentan las razones fructosa/sacarosa y glucosa/sacarosa.

**CUADRO # 15**  
**CONTENIDO DE AZUCARES EN JUGOS COMERCIALES DE NARANJA**

NOMBRE	F %	G %	S %	F+G %	F/G	F/S	G/S	F+G+S %
Jugo de Naranja A	2.70	2.90	7.10	5.60	0.93	0.38	0.48	12.70
Jugo de Naranja concentrado B	2.06	1.91	4.14	3.97	1.07	0.49	0.46	8.11
Jugo de Naranja concentrado C	1.47	1.37	3.59	2.84	1.07	0.41	0.38	6.43
Jugo de Naranja concentrado D	4.49	4.04	0.50	8.53	1.11	NA	NA	9.03
Jugo de Naranja E	4.00	4.10	2.10	8.10	0.97	1.90	1.95	10.20
Jugo de Naranja F	5.20	5.06	0	10.26	1.02	N.A.	N.A.	10.26
Jugo de Naranja G	0.97	1.04	9.91	2.006	0.93	0.097	0.10	11.916
Jugo de Naranja H	1.98	1.72	8.18	3.70	1.15	0.24	0.21	11.88
Jugo de Naranja I	0	0	9.50	0	N.A.	N.A.	N.A.	9.50
Jugo de Naranja J	7.53	4.51	0	12.040	1.66	N.A.	N.A.	12.040
Jugo de Naranja K	5.77	3.84	0	9.61	1.50	N.A.	N.A.	9.61
Jugo de Naranja L	8.72	5.69	0	14.41	1.53	N.A.	N.A.	14.41
Jugo de Naranja M	2.90	4.60	0	7.50	0.63	N.A.	N.A.	7.50
Jugo de Naranja N	2.44	2.43	4.49	4.87	1.0	0.54	0.54	9.36

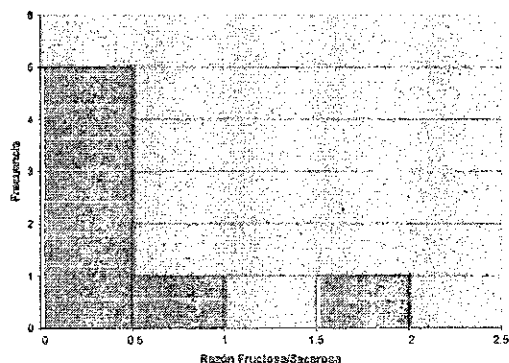
Lo discutido con anterioridad, explica por qué en la gráfica # 12 de distribución de frecuencias para la razón fructosa/glucosa, existe una columna extra, que no aparece en la gráfica estándar (# 3).

GRAFICA # 12  
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS PARA LA RAZÓN FRUCTOSA/GLUCOSA DE  
LOS JUGOS COMERCIALES DE NARANJA

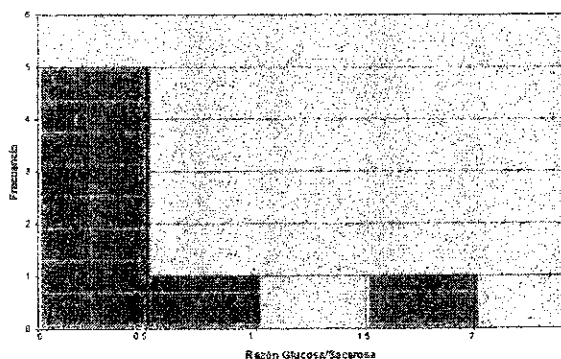


En las gráficas #13 y #14 se observa un valor extra en el intervalo 1.5-2, este corresponde al jugo de naranja E, en el cual los resultados de las razones encontradas, no caen dentro de los intervalos mostrados en el cuadro # 6. No puede asegurarse que esta muestra esté adulterada, pero su patrón de azúcares no coincide al encontrado en este estudio.

GRAFICA # 13  
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS PARA LA RAZÓN FRUCTOSA/SACAROSA EN  
LOS JUGOS COMERCIALES DE NARANJA



GRAFICA # 14  
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS PARA LA RAZÓN GLUCOSA/SACAROSA EN  
LOS JUGOS COMERCIALES DE NARANJA



En este mismo cuadro, aparece un dato para los jugos de naranja G y H, que están por debajo del límite inferior del intervalo mostrado en el cuadro # 6. Esta muestra, al igual que el jugo de naranja I (que no presenta fructosa ni glucosa), se consideran muestras adulteradas ya que las cantidades de sacarosa encontradas, superan grandemente a las cantidades de fructosa y glucosa.

El cuadro # 16 muestra los resultados para jugos de pera. Sólo se analizó una muestra de jugo comercial de pera, porque la mayoría de industrias fabrican principalmente néctar de pera en vez de jugo.

El único resultado obtenido, coincide con los resultados encontrados para un jugo natural de pera, ya que la muestra presentó como azúcar predominante la fructosa.

#### CUADRO # 16

#### CONTENIDO DE AZUCARES PARA JUGOS DE PERA COMERCIALES

NOMBRE	F %	G %	S %	F+G %	F+G+S %
Jugo de Pera Concentrado A	7.43	0.1	0	11.96	11.96

El cuadro # 17 muestra los resultados del análisis de azúcares en jugos de piña.

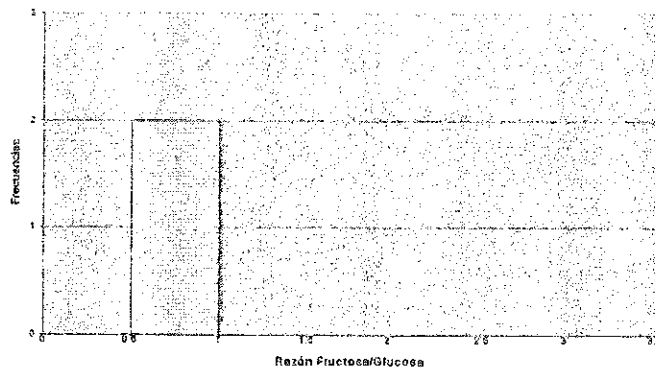
Los resultados de la gráfica # 15 muestran, la distribución de frecuencias de la razón fructosa/glucosa, los cuales se encuentran en el intervalo que presenta la mayor frecuencia en la gráfica estándar (# 7).

#### CUADRO # 17

#### CONTENIDO DE AZUCARES PARA JUGOS DE PIÑA COMERCIALES

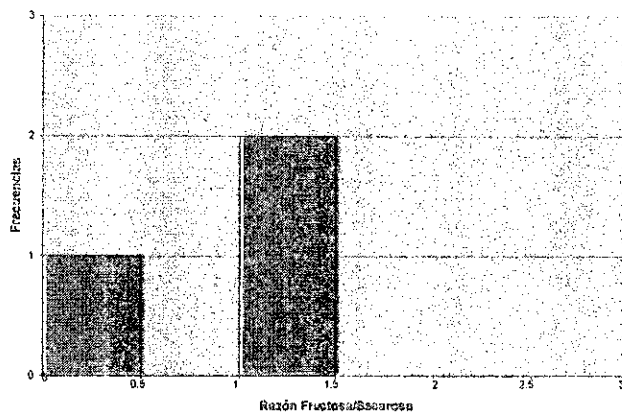
NOMBRE	F %	G %	S %	F+G %	F/G	F/S	G/S	F+G+S %
Jugo de Piña concentrado A	1.77	0.10	3.51	1.87	N.A.	0.5	N.A.	5.38
Jugo de Piña B	4.08	4.47	3.89	8.55	0.91	1.04	1.15	12.44
Jugo de Piña C	3.54	3.56	3.02	7.1	0.99	1.17	1.18	10.12

GRÁFICA # 16  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS PARA LA RAZÓN FRUCTOSA/GLUCOSA EN  
JUGOS COMERCIALES DE PIÑA



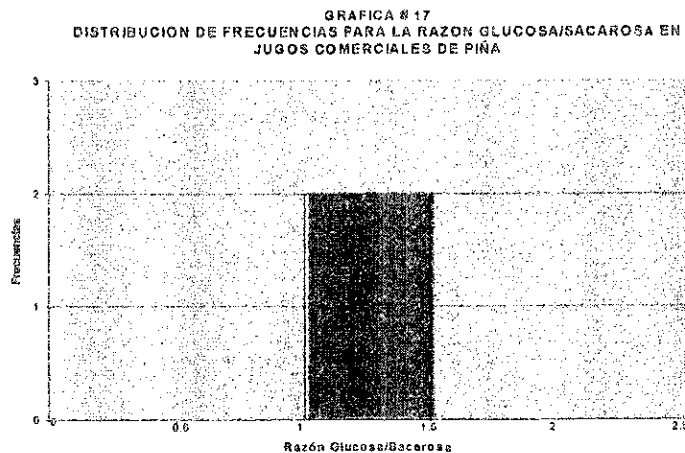
En la gráfica # 16 de distribución de frecuencias para la razón fructosa/sacarosa, la mayoría de los resultados sí se encuentran dentro de uno de los intervalos mostrados en la gráfica estándar (# 8). Un resultado, el de jugo de piña concentrado A, no pertenece a ningún intervalo debido a que la cantidad de glucosa presente, no es significativa en comparación con las cantidades de fructosa y sacarosa presentes. Debido a estos resultados, esta muestra se considera adulterada.

GRÁFICA # 16  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS PARA LA RAZÓN FRUCTOSA/SACAROSA EN  
JUGOS DE PIÑA COMERCIALES



Para el caso de la razón glucosa/sacarosa, los resultados mostrados en la gráfica # 17, coinciden con los presentados en la gráfica estándar (# 9), en

casi todas las muestras. Sin embargo para la muestra de jugo de piña concentrado A, esta razón no aplica.



El cuadro # 18 muestra los resultados para los jugos comerciales de uva.

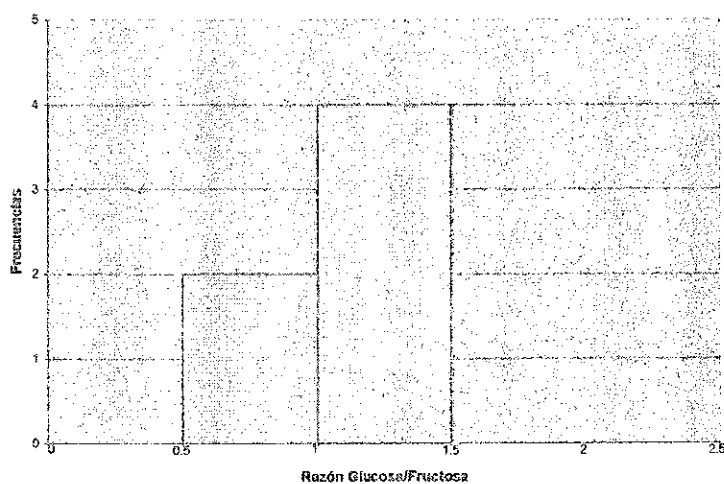
Al observar la gráfica # 18 de distribución de frecuencias para la razón fructosa/glucosa, se encontró que 2 muestras de jugo comercial, se encuentran fuera del intervalo mostrado en la gráfica estándar (# 10). Uno de estos resultados corresponde al jugo de uva B, el cual se considera adulterado, ya que contiene sacarosa, y ninguno de los resultados obtenidos para las muestras de jugos puros de uva, presentó sacarosa.

El otro jugo que se encuentra fuera del intervalo, es el jugo de uva E, el cual presenta menor cantidad de fructosa que de glucosa, lo cual hace que el valor no se encuentre dentro del intervalo permitido. Sin embargo, dicha muestra no se considera adulterada ya que no contiene sacarosa, y el posible adulterante podría ser jarabe de glucosa. Pero no se encontró maltosa en la muestra, la cual es característica del jarabe de glucosa.

**CUADRO # 18**  
**CONTENIDO DE AZUCARES PARA JUGOS DE UVA COMERCIALES**

NOMBRE	F %	G %	S %	F+G %	F/G	F+G+S %
Jugo De Uva concentrado A	3.09	2.73	0	5.82	1.13	5.82
Jugo de Uva B	4.40	4.60	3.30	9.0	0.95	12.30
Jugo de Uva C	9.80	8.40	0	18.22	1.16	18.20
Jugo de Uva D	22.51	21.99	0	44.50	1.02	44.50
Jugo de Uva E	3.0	3.60	0	6.60	0.83	6.60
Jugo de Uva F	8.06	6.48	0	14.54	1.24	14.54

**GRAFICA # 18**  
**DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS PARA LA RAZON FRUCTOSA/GLUCOSA EN**  
**JUGOS COMERCIALES DE UVA**



## **VIII. CONCLUSIONES:**

1. Para el jugo de manzana, se encontraron 3 patrones básicos:
  - Jugo de manzana que posee Fructosa y Sacarosa, y nada o casi nada de glucosa
  - Jugo de manzana que posee Fructosa y Glucosa y nada o casi nada de sacarosa, y
  - Jugo de manzana en el que predomina básicamente la fructosa.
2. Para la manzana, la razón fructosa/sacarosa, obtuvo un valor promedio de 1.97, dentro de un intervalo de  $1.32-3.33 \pm$  una desviación estándar de 0.78.
3. La razón fructosa / glucosa en la manzana, obtuvo un valor promedio de 1.78 con un intervalo de  $1.29-2.16 \pm$  una desviación estándar de 0.28.
4. Para la razón fructosa/glucosa en el jugo de naranja, se obtuvo un valor promedio de 1.15, con un intervalo de  $0.86-1.42 \pm$  una desviación estándar de 0.21.
5. Para la razón fructosa/sacarosa en el jugo de naranja, el promedio obtenido fue de 0.426, con un intervalo de  $0.32-0.64 \pm$  una desviación estándar de 0.13
6. Para la razón glucosa/sacarosa, también en el jugo de naranja, el promedio fue de 0.384, con un intervalo de  $0.22-0.6 \pm$  una desviación estándar de 0.15.
7. Para el jugo de pera, no fue factible determinar razones, ya que sólo posee un azúcar predominante: la fructosa.
8. En la piña, para la razón fructosa/glucosa se obtuvo un promedio de 0.99, con un intervalo de  $0.91-1.22 \pm$  una desviación estándar de 0.13.
9. En el caso de la razón fructosa/sacarosa en la piña, el promedio fue de 0.87 con un intervalo de  $0.73-1.30 \pm$  una desviación estándar de 0.30
10. Para la razón glucosa/sacarosa, también en la piña, el promedio fue de 0.88, con un intervalo de  $0.61-1.4 \pm$  una desviación estándar de 0.35.

11. En el caso de la uva, los azúcares predominantes fueron la fructosa y la glucosa, encontrándose una razón promedio de 1.26 con un intervalo de 1.2-1.4± una desviación estándar de 0.12.
12. En los jugos comerciales de manzana, se encontró una muestra adulterada con sacarosa.
13. Para los jugos comerciales de naranja, se encontró que 4 muestras no presentaron sacarosa, debido a la hidrólisis de la misma durante la pasteurización del jugo, ya que el jugo de naranja es un medio bastante ácido, y la pasteurización lleva consigo temperaturas altas.
14. Se encontraron 2 muestras de jugos de naranja comerciales adulteradas con sacarosa.
15. En el caso de los jugos comerciales de Pera, solamente se analizó una muestra, ya que la mayoría de las industrias procesan Néctar de Pera en vez de jugo. Dicha muestra se encontró entre los límites permitidos.
16. Para los jugos comerciales de Piña, se encontró que una muestra no presenta el patrón característico de azúcares encontrado en esta investigación, ya que no posee glucosa.
17. En los jugos comerciales de Uva, se encontró una muestra adulterada con sacarosa.

## **IX. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda analizar mas variedades de frutas, principalmente importadas, ya que la mayoría de jugos de fruta comerciales, son importados; y se necesita de más patrones para poder abarcar mas cantidad de muestras.
2. Los azúcares encontrados en los jugos auténticos de frutas, pueden cambiar con la variedad y la estación, por lo que se recomienda hacer análisis cada cierto tiempo, para corroborar los intervalos encontrados.
3. Se recomienda realizar análisis de jugos de fruta por otros métodos, tal como cromatografía de gas, para identificar aceites esenciales y ácidos predominantes, para poder determinar adulteraciones con otros jugos de frutas.
4. Realizar análisis de muestras de control con mas frecuencia, para poder llevar récords de las distintas marcas comercializadas en el país.

## X. BIBLIOGRAFIA:

1. Desrosier , A. Conservación de alimentos. Zaragoza, 1963. España., Edit. Acribia. 867 pp.
2. Amos, A. Manual de Industrias de los alimentos. Zaragoza, 1983. España. Edit. Acribia. 1225 pp.
3. Nagy, S. & J. Attaway. Citrus Nutrition and Quality. Henry Kimpton Publishers 1983 268 pp.
4. Watt, B.; A. Merrill. Agricultural Handbook No. 8, U.S. Dept. of Agriculture. 1973. Washington, D. C. 876 pp.
5. McCready, R. , E. Walter, W. Maclay. "Composición de Cítricos". Food Technology, (USA); 4: 19-20 1960
6. Bartholomew, E. , W. Sinclair. Plant Physiology. (USA); 18: 185-206 1983.
7. Curl, L, M. Veldhius. Fruit Product Journal. (USA); 27: 342 – 343, 361 1984
8. Ting, S. V., J. Attaway. In "Biochemistry of Fruit and their Products". 1971 Hulme, A. C. Ed; Academic Press: London, Capítulo 3.
9. Jacobs, R. Analysis of Foods. Henry Kimpton Publishers. 564 pp. 1983
10. U.S.A. Food and Drug Admistration "21 Edición del Código de Regulaciones Federales"; Parte 100 a 199. 1979
11. Adams, C. Valores Nutritivos de Alimentos Americanos. 1975.
12. Nagy, S. Ciencia y Tecnología de los Cítricos. Henry Kimpton Publishers 1982. 221 pp.
13. Ting, S. Ciencia y Tecnología de los Cítricos. Henry Kimpton Publishers 1982. 320 pp.
14. Ting, S. Un breve reporte sobre Etiquetado Nutricional de FCOJ. 23 pp. 1984.
15. Ting, S. La Bioquímica de Frutas y sus Productos. Henry Kimpton Publishers. 654 pp. 1979.

16. Widdowson, E., R. McCance. Biochemical Journal. (USA); 29: 151  
1985.
17. Royo Iranzo, J., A. Aranda. "Tecnología de Alimentos". Revista  
1975 Agroquímica de Alimentos. (México); 15: 393
17. Mears, R., a. Shenton. "Adulteración de jugos de naranja". Food  
Technology.  
1983. (USA); 8: 357
19. Rockland, L., J. Underwood, E. Beavens. Cítricos de California. 35: 490  
1960.
20. Horowitz, R. M. J. Organic Chemistry. 21: 1184  
1976
21. Horowitz, R. M. J. Analytical Chemistry. 79: 656  
1977.
21. Stanley, W., R. Ikeda, S. Vanner, L. Rolle. Elementary Food Science.  
1971. 26 : 43. 2ª. Edición. Avi Publishing Company. USA. 345 pp.
22. Bricout, J., Y Mouaze. Frutas. 3ª. Edición. Edit. Universitaria. Chile.  
1981 238 pp.
24. Stanley, W. L, R. Ikeda, S. Cook. Food Technology. 15: 381  
1971.
25. Stolle, F., Z. Ver. Industria del azúcar . (BRAZIL); 51: 469.  
1960.
26. Main, H. Azúcares. Henry Kimpton Publishers. 481 pp.  
1967.
27. Floyd, K. , G. Journal of Food Chemistry. (USA); 17: 119  
1979.
28. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical  
1984. Chemists .14 edición. Editado por Sydney Williams. Virginia,  
USA.
29. Norma COGUANOR NGO 34001
30. Lea. A., D. Hamond. " Adulteración of Red Fruit Products". The World of  
1995. Ingredients. (USA); 15:23-25
- 31.

**APENDICE**

**CUADRO # 1**  
**DATOS ANALITICOS DE PORCIONES COMESTIBLES DE ALGUNAS**  
**FRUTAS**

FRUTA	Sólidos Insolubles	No. De Semillas	Sólidos Refractómetro	Sólidos Totales	Azúcares Totales	Sólidos sin Azúcar	Acidez No. De ml 0.1N x 100g	Pectina como pectato de Ca
	%	x 100g	%	%	%	%		%
<b>Manzanas</b>								
Máximo	2.54	-----	16.4	18.1	13.05	6.5	270	0.79
Mínimo	1.05	-----	6.8	10.8	5.3	2.5	20	0.19
Promedio	1.50	-----	12.0	14.0	9.6	4.3	130	0.55
<b>Baricoques</b>								
Máximo	2.49	-----	18.5	18.35	11.85	10.4	400	1.32
Mínimo	1.17	-----	7.7	7.3	1.6	4.1	81	0.42
Promedio	1.60	-----	11.6	12.6	6.05	6.5	242	0.99
<b>Arzamora</b>								
Máximo	10.00	-----	11.4	21.1	10.4	15.8	438	1.19
Mínimo	4.05	-----	6.0	12.1	2.4	8.35	75	0.40
Promedio	6.33	3180	8.9	15.4	4.5	10.9	220	0.63
<b>Chirimoya</b>								
Máximo	9.72	-----	17.6	24.4	10.6	17.7	650	1.79
Mínimo	3.28	-----	8.0	13.7	1.6	9.1	121	0.55
Promedio	5.92	4450	13.3	19.7	6.3	13.4	503	1.13
<b>Chirimoya</b>								
Máximo	3.92	-----	22.2	25.0	17.3	9.8	169	0.80
Mínimo	1.30	-----	12.7	12.9	7.7	3.7	70	0.06
Promedio	1.95	-----	17.4	18.7	12.4	6.3	109	0.32
<b>Chirimoya</b>								
Máximo	2.45	-----	27.3	29.1	13.8	15.6	453	1.35
Mínimo	1.46	-----	11.0	13.4	5.6	7.5	226	0.39
Promedio	1.91	-----	16.8	18.4	8.5	9.9	320	1.03
<b>Chirimoya</b>								
Máximo	4.38	-----	13.6	15.1	10.25	10.3	415	1.20
Mínimo	1.51	-----	4.0	7.9	2.0	3.7	173	0.27
Promedio	2.21	600	7.7	11.0	4.6	6.4	284	0.62
<b>Chirimoya</b>								
Máximo	1.99	-----	25.0	26.7	14.5	8.7	435	1.42
Mínimo	1.14	-----	10.2	10.95	4.05	1.7	80	0.66
Promedio	1.45	-----	16.7	16.7	8.5	4.5	192	1.11
<b>Chirimoya</b>								
Máximo	7.93	-----	12.6	24.8	8.7	9.8	518	0.88
Mínimo	1.40	-----	5.0	9.4	1.7	2.8	106	0.10
Promedio	5.12	4190	8.6	13.9	4.5	5.65	283	0.40
<b>Chirimoya</b>								
Máximo	3.40	-----	12.0	13.8	9.8	8.1	323	0.9
Mínimo	0.86	-----	4.5	6.8	2.8	2.6	81	0.13
Promedio	2.14	-----	8.2	10.2	5.65	4.6	136	0.54

Fuente (9)

**CUADRO # 2**  
**DATOS ANALITICOS DE VARIOS JUGOS DE FRUTAS**

JUGOS	Gravedad Específica	Sólidos Totales % m/m	Acidez (ac. Cítrico) % m/m	Cenizas % m/m	Alcalinidad de Cenizas (K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ) % m/m	Potasio (K) % m/m	Fósforo (P) % m/m	Nitrógeno % m/m	Vitamina C Mg/100ml
<b>NARANJA</b>									
Max	1.045	12.0	3.5	0.63	0.53	0.284	0.023	0.180	80
Min	1.040	10.0	0.4	0.29	0.24	0.089	0.007	0.060	20
Prom	1.042	10.8	1.4	0.40	0.35	0.160	0.015	0.103	48
<b>UVA</b>									
Max	---	12.1	3.0	0.56	0.45	0.188	0.019	0.094	65
Min	---	9.4	0.4	0.34	0.255	0.080	0.007	0.032	35
Prom	1.040	10.4	1.6	0.47	0.35	0.126	0.013	0.061	41
<b>LIMON</b>									
Max	1.040	11.2	---	0.56	0.415	0.193	0.015	0.084	70
Min	1.030	9.2	---	0.29	0.13	0.108	0.005	0.035	30
Prom	1.035	10.0	4.9	0.37	0.29	0.146	0.011	0.058	46
<b>LIMA</b>									
Max	---	10.7	8.0	0.44	0.37	---	0.013	---	40
Min	---	8.4	4.5	0.33	0.27	---	0.008	---	5
Prom	1.035	9.3	7.5	0.38	0.30	---	0.011	---	25
<b>MANZANA</b>									
Max	---	---	0.80	0.35	---	0.149	---	---	---
Min	---	---	0.22	0.21	---	0.079	---	---	---
Prom	1.060	13.0	0.58	0.28	---	0.130	---	---	8
<b>GROSELLA NEGRA</b>									
Max	1.080	---	5.7	1.5	---	---	0.045	0.120	400
Min	1.033	---	2.8	0.35	---	0.25	0.012	0.021	90
Prom	1.055	13.5	3.5	0.75	0.45	0.35	0.026	0.055	200

Fuente (9)

**CUADRO # 3**  
**ANÁLISIS DE FRUTAS FRESCAS**

FRUTA	Sólidos Totales %	Azúcares Totales Como Azúcar Inv. %	Pectina %	Sólidos Insolubles %
Manzana Cocida				
Max	15.61	8.72	1.60	2.47
Min	10.25	3.64	0.84	1.95
Prom	13.04	7.11	1.29	2.17
Manzana				
Max	17.98	12.58	0.93	1.91
Min	12.29	3.16	0.71	1.51
Prom	15.12	9.72	0.82	1.70
Cerezas (sin semillas)				
Max	24.70	15.30	0.54	3.10
Min	14.74	8.28	0.24	1.29
Prom	18.64	11.47	0.35	2.05
Albaricoque (sin semillas)				
Max	14.30	7.61	1.32	2.49
Min	10.13	1.57	0.71	1.57
Prom	12.97	5.019	1.03	2.00
Zarzamora				
Max	18.67	4.36	1.19	10.00
Min	13.62	2.59	0.68	6.45
Prom	16.24	3.43	0.94	8.13
Grosella Negra				
Max	24.43	7.44	1.79	6.18
Min	15.93	3.66	1.37	4.78
Prom	19.44	5.50	1.52	5.51
Uva Expín				
Max	13.90	6.54	1.20	2.76
Min	7.93	2.00	0.95	1.66
Prom	11.38	3.98	1.08	2.26
Ciruela Claudia (sin semillas)				
Max	18.27	9.77	1.32	1.99
Min	11.01	4.68	0.95	1.40
Prom	14.10	6.45	1.14	1.56
Ciruela (sin semillas)				
Max	15.18	8.76	1.48	1.75
Min	9.65	2.28	0.75	1.00
Prom	12.87	6.31	0.96	1.22
Frambuesa				
Max	24.82	8.67	0.86	6.22
Min	12.38	2.54	0.58	4.23
Prom	16.78	4.80	0.71	5.50
Fresa				
Max	13.04	7.07	0.73	2.13
Min	8.95	3.37	0.60	1.70
Prom	10.80	5.56	0.68	1.90

## **METODOLOGIA:**

### **6.3.1 Determinación de la cantidad de fructosa, glucosa, sacarosa y maltosa presentes en jugos de frutas, por medio de cromatografía líquida de alta presión. (28)**

#### **6.3.1.1 Material y Equipo**

##### Aparatos

- a) cromatógrafo líquido de alta presión:  
Bomba Beckman modelo 114 Solvent Delivery Flow  
Inyector marca Rheodyne modelo 7125
- b) Detector: de índice de refracción marca Varian
- c) Integrador Hewlett-Packard 3392-A
- d) Columna: 3.9 x 300 , para análisis de carbohidratos de Bondapack; empaque de NH<sub>2</sub>, No. 84040
- e) Baño de temperatura constante Lauda K-2 de Brinkmann Instruments
- f) Balanza analítica Mettler AC- 100
- g) Agitador Magnético
- h) Sistema de vacío: chorro de agua y mangueras
- i) Sistema de filtración Millipore

##### Cristalería e Instrumental de Laboratorio

- a) Espátulas
- b) Pipetas graduadas de 5 y 10 ml
- c) Balones aforados de 25 ml
- d) Kitasatos de 1 litro
- e) Probetas de 1 litro
- f) Beakers de 10 ml
- g) Embudos de filtración
- h) Papel filtro Whatman No. 4
- i) Filtro de nylon Chrom Tech de 0.45  $\mu$ m
- j) Erlenmeyers de 50 ml
- k) Jeringas de 3 ml

##### Reactivos

- a) Fase móvil: acetonitrilo : agua (83 :17)  
Se filtra a través de una membrana de nylon de poro de 0.45 $\mu$ m Chrom Tech
- b) Estándar mixto de azúcares:  
En un balón aforado de 25 ml disolver con 12.5 ml de agua 0.951g de fructosa, 0.75 g de glucosa, 0.15 g de sacarosa y 0.074 g de D-(+)-maltosa; aforar con acetonitrilo. No es necesario filtrar el estándar mixto así obtenido.

- c) Acetonitrilo para cromatografía grado HPLC (marca Lichrosolv, Merck)
- d) Metanol para cromatografía grado HPLC (marca Lichrosolv, Merck)
- e) Diclorometano para cromatografía grado HPLC (marca Lichrosolv, Merck)

### **6.3.1.2 Preparación de la muestra**

Medir 5 ml o pesar 5 g de jugo de fruta en un beaker de 10 ml. Disolver en 5 ml de agua y pasar a un balón aforado de 25ml. Lavar el beaker con porciones de 5ml de agua, y transvasar la solución de lavado al balón. Aforar hasta la marca con agua.

Filtrar la solución a través de un papel filtro Whatman No. 4 o de un filtro de Nylon

Chrom Tech de 0.45 $\mu$ m.

### **6.3.1.3 Condiciones de Operación**

Flujo de la fase móvil de 1.5 ml/min

Temperatura ambiente (aproximadamente 23 °C)

En el integrador atenuación 0, velocidad del papel 0.3cm/min, zero 10

### **6.3.1.4 Procedimiento Operatorio**

Desgasificar la fase móvil agitándola bajo vacío de 15 a 30 minutos.

Encender el sistema (bomba, detector, integrador, baño de agua)

Purgar el sistema, sacándole metanol y aire

Hacer circular la fase móvil a través del sistema

Esperar a que el sistema se equilibre (aproximadamente 1 hora)

### **Análisis de muestras**

Inyectar en el cromatógrafo 20 $\mu$ l del estándar mixto de azúcares.

Chequear reproducibilidad con otra inyección de estándar mixto, comparando los tiempos de retención y áreas bajo los picos (dados por el integrador).

Inyectar 20  $\mu$ l de la muestra.

### **Fin del análisis**

Apagar el detector, el baño de temperatura constante y el integrador. Cambiar la fase móvil acetonitrilo-agua por acetonitrilo puro. Dejarlo circular por 45 minutos. Esto permite dejar la columna en diclorometano evitando la hidrólisis del empaque.

Desconectar la columna del sistema, para que la fase móvil pase únicamente por bomba.

Lavar la bomba con acetonitrilo por 15 minutos, y luego cambiar a metanol puro y lavar por una hora.

Apagar la bomba

Lavar el inyector con agua y luego con metanol.

### **6.3.1.5 Interpretación de Resultados**

Para obtener la concentración de los azúcares presentes en la muestra realizar el siguiente cálculo:

$$\frac{AM}{AE} * CE * \frac{VM}{PM} * 100 = \% a$$

AM: área de la muestra

AE: área del estándar

CE: concentración del estándar

VM: volumen al que se llevó la muestra

PM: peso de la muestra

% a: porcentaje del azúcar

## **6.3.2 ACIDEZ TITULABLE DE PRODUCTOS DE FRUTAS (29)**

### **6.3.2.1 MATERIAL Y EQUIPO**

#### **Cristalería e Instrumental de Laboratorio**

- a) Balones aforados de 250 ml
- b) Pipetas de 10ml
- c) Papel filtro No. 4
- d) Bureta de 25ml
- e) Erlenmeyers de 15ml
- f) Soportes
- g) Pinzas para Bureta

#### **Reactivos**

- a) Hidróxido de sodio 0.1N
- b) Indicador fenoltaleína

### **6.3.2.2 Preparación de la muestra**

Mezclar vigorosamente por medio de agitación, para asegurar una muestra uniforme. Filtrar a través de algodón o papel filtro Whatman No. 4.

### 6.3.2.3 Procedimiento Operatorio

#### Análisis de las Muestras

- a) Para muestras poco coloreadas: Diluir a 250 ml con agua recién hervida, 10g de Muestra preparada. Titular con NaOH 0.1N, usando 0.3ml de fenolftaleína por cada 100 ml de solución. El punto final se da cuando el color rosado permanece por más de 30 segundos.
- b) Para muestras altamente coloreadas: Diluir la muestra con agua hervida y titular justo antes del punto final con NaOH 0.1N, usando 0.3ml de fenolftaleína por cada 100ml de solución. Transferir un volumen medido (2 o 3 ml) de solución en 20 ml de agua en un Erlenmeyer. (En esta extra dilución el color del jugo llega a ser tan pálido, que el color de la fenolftaleína es fácilmente identificado).

### 6.3.2.4 Interpretación de Resultados

Dependiendo del jugo que se trate, así será el factor de acidez que se utilice:

#### **Factores de acidez:**

Acido málico: 0.0067 (manzana, pera)  
 Acido cítrico : 0.0070 (naranja)

#### **Cálculo:**

$$\frac{V * F}{PM} * 100 = \%A$$

V: ml gastados de NaOH

F : factor de acidez

PM: peso de muestra

### 6.3.3 Determinación de Sólidos Solubles. °Brix por método Refractométrico (30), (3)

#### 6.3.3.1 Material y Equipo

##### Aparatos

- a) Refractómetro con escala de °Brix calibrado a 20°C

##### Cristalería y material de laboratorio

- a) Beakers de 10 ml
- b) Pizeta
- c) Kimwipes

### **6.3.3.2 Procedimiento**

Limpiar el prisma del refractómetro cuidadosamente, utilizando agua destilada y Kimwipes. Colocar una o dos gotas de la muestra sobre el prisma, asegurándose que no hayan burbujas. Hacer la lectura, aplicando correcciones por temperatura y acidez dadas en las tablas I y II que se presentan a continuación

## **6.3.4. ANALISIS PROXIMAL**

### **6.3.4.1. Determinación de Proteínas**

Pesar 2.4 g de Kelpac y 0.2 g de muestra en un Balón Kieldahl. Agregar 5ml de ácido sulfúrico concentrado, colocar en el destilador y quemar la materia orgánica a una temperatura de 7.

Dejar quemar de 40 a 60 minutos o hasta que la reacción esté cristalina.

Apagar la fuente de calor y dejar enfriar el balón. Agregar 50 ml de agua destilada y 3 piedras de carborudum # 12.

En un erlenmeyer de 125 ml agregar:

- 10 ml de ácido sulfúrico 0.1N
- 3 gotas de naranja de metilo y colocarlo para recibir el destilado.

A la muestra en el balón añadir:

- 5 ml de tiosulfato de sodio al 8%
- 10 ml de hidróxido de sodio al 50%

Nota: añadir la mezcla anterior, a la muestra, muy lentamente y poner a destilar a una temperatura de 6.

Permitir que se reciban 50ml de destilado. Titular con hidróxido de sodio 0.1 N hasta que cambie a amarillo.

### **Cálculos:**

$$10 \text{ ml de ácido sulfúrico} * 0.1 \text{ (normalidad)} = 1$$

$$(1 - \text{VNAOH} * 0.1) * 6.25 * 0.014 * 100 / \text{PM} = \% \text{ de proteína}$$

VNAOH = volumen de hidróxido de sodio, utilizado en la titulación

PM= peso de muestra

#### **6.3.4.2. Determinación de Humedad**

Colocar una cápsula de Níquel al horno por 15 minutos a 100 °C. Sacar la cápsula del horno y dejar que se enfríe en la desecadora por 30 minutos.

Pesar la cápsula con tapadera y apuntar el peso. Tarar y pesar 2g de muestra.

Dejar secando la muestra en el horno toda la noche a 100 °C.

Al día siguiente, sacar la cápsula del horno y dejar enfriar en la desecadora por 15 minutos. Pesar de nuevo y anotar el peso.

#### **Cálculos:**

$$PH - PS / PM \% 100 = \% \text{ de humedad}$$

PH = peso húmedo

PS = peso seco

PM = peso de muestra

#### **6.3.4.3. Determinación de Cenizas**

Secar en el horno a 100°C un crisol de  $\pm$  100 ml por 30 minutos. Sacar y dejar enfriar en la desecadora por 30 minutos.

Tarar el crisol con tapadera, anotar el peso y pesar dentro del mismo 3 g de muestra. Calentar en la mufla a 600 °C durante la noche.

Apagar la mufla y abrir la misma poco a poco, cada 30 minutos durante aproximadamente hora y media.

Sacar la muestra y colocarla en la desecadora para que se termine de enfriar por 1 hora. Pesar de nuevo.

#### **Cálculos:**

$$PS - PC / PM * 100 = \% \text{ de cenizas}$$

PS = peso seco

PC = peso de crisol

PM = peso de muestra

#### **6.3.4.4. Determinación de porcentaje de grasa**

Pesar de 30 a 40 gramos de muestra en un balón de 250ml con tapón esmerilado. Añadir éter etílico, hasta cubrir la muestra. Tapar el balón y dejar reposando en la refrigeradora por una noche.

Al día siguiente, colocar un beaker de 50ml en el horno, por 15 minutos. Sacar y dejar enfriando en la desecadora, por 30 minutos. Pesar el beaker.

Filtrar la muestra del balón en el beaker previamente tarado, con papel filtro No. 4.

Evaporar el éter con baño de maría y corriente de nitrógeno.

Colocar el beaker en el horno por 15 minutos, y luego en la desecadora por 15 minutos.

Pesar el beaker.

### **Cálculos:**

$$P2 - P1/PM * 100 = \% \text{ de grasa}$$

P2 = peso final del beaker

P1 = peso inicial del beaker

PM = peso de muestra