

El Congreso de Colombia Decreta

Artículo 1°. - En el cumplimiento de los deberes asignados al Estado por los Artículos 65 y 78 de la Constitución Política se define la Panela como el producto natural resultado de la deshidratación del jugo de la caña de azúcar obtenido en los establecimientos denominados trapiches en los términos definidos por la Ley.

Artículo 2°. - La adición de azúcar, mieles de ingenio hidrosulfito de sodio, anilinas, colorantes artificiales en la fabricación de panela representan adulteración de los elementos constitutivos de la Panela.

Artículo 3°. - Toda adulteración de la Panela constituye un atentado contra la alimentación de los Colombianos por modificar y alterar su calidad.

A quien se le compruebe el uso de los aditivos señalados en el Artículo 2° incurrirá en el delito de adulteración, y será sancionado, de acuerdo con lo consagrado en el Artículo 231 Título 7 Capítulo I del Código Penal.

Artículo 4°. - Los establecimientos donde se adultere panela serán cerrados lo cual conllevará la pérdida de la Licencia o Registro otorgado por el Ministerio de Salud o sus seccionales. Este Artículo modifica los numerales 2 y 3 del Artículo 5 de la Ley 40.

Artículo 5°. - Los comerciantes que expendan panela en todo el territorio Nacional, están obligados a identificar las calidades del producto en los términos que establece el Ministerio de Salud.

Artículo 6°. - Los comerciantes que expendan panela adulterada que no cumplan con lo dispuesto en el Artículo precedente incurrirán en las siguientes sanciones:

1. - Multas de 10 a 100 salarios mínimos mensuales en la primera vez.
2. - Cierre del establecimiento por 30 días en la segunda vez.
3. - Cancelación de la Licencia de Funcionamiento en la tercera vez.

Artículo 7°. - El Ministerio de Salud podrá concertar con la organización gremial de los productores de panela, mecanismos especiales de control que garanticen la calidad del producto.

Artículo 8°. - Los comerciantes de panela están obligados al recaudo de cuota de Fomento Panelero establecido en la Ley 40 / 90. El producto podrá ser retenido hasta que se cumpla con la respectiva obligación.

Artículo 9°. - Para efectos de la vigilancia y cumplimiento de las normas y la imposición de medidas y sanciones de que trata esta Ley los funcionarios sanitarios competentes en cada caso serán considerados como de policía de acuerdo con el Artículo 35° del Decreto de Ley 1355 de 1970 y demás normas que lo modifiquen o adicionen.

PARAGRAFO: las autoridades de policía del orden nacional, departamental o municipal prestarán toda su colaboración para el logro en el cumplimiento de lo aquí dispuesto (Fedepanela, 1994).

2.1.1.2 Jugo de caña y cachaza panelera. Su utilización en la alimentación de cerdos. Según Sarria, Solano y Preston, 199-, a pesar de todas las ventajas que ofrece la especie porcina para la producción de carne como son prolificidad, corto tiempo de engorde, buena conversión alimenticia y utilización de diversas fuentes alimenticias, la porcicultura en Colombia como en los demás países tropicales de América, no ha alcanzado el desarrollo esperado cuando se introdujo modelos de producción, basados

en equipos sofisticados e intensificando el manejo animal.

La Caña de azúcar como cultivo principal en la producción porcina: la caña de azúcar es posiblemente el cultivo tropical de mayor eficiencia en la fotosíntesis y en los mecanismos de producción de la biomasa; solamente a partir del jugo de caña o con miel rica se logra por esta vía 3,8 veces más energía que con un cereal secundario. Tradicionalmente la caña de azúcar ha estado vinculada a la agroindustria artesanal (trapiche panelero) o tecnificada (ingenio azucarero o fábricas de derivados), siendo su destino principal la producción de sacarosa para el consumo humano; lo anterior ha limitado el desarrollo y la aplicación de tecnologías para el empleo de este cultivo en la alimentación animal (Figueroa, 1990 citado por Sarria, Solano y Preston, 199-).

Composición química del jugo de caña y los subproductos del trapiche panelero (cachaza y melote): la planta de caña está constituida por una fracción soluble de azúcares y otra insoluble de compuestos estructurales como son la celulosa, hemicelulosa y lignina. Posee muy bajo contenido de proteína. Debido a su grado de lignificación y rigidez, requiere de cierto grado de elaboración o molienda por medio de un trapiche, para separar la parte soluble de la insoluble y darle un uso más eficiente.

El primer producto de la molienda de la caña es el jugo o guarapo. Puede ser extraído mediante un solo paso del tallo en un trapiche artesanal con una eficiencia del orden de 0,66 (proporción de los azúcares totales extraídos) o a través de la molienda industrial cuando al ser pasado por cuatro o cinco molinos y adicionándose agua de imbibición, se logra aumentar el grado de extracción de los azúcares hasta una proporción de 0,97.

El jugo tiene de 16 a 20 % de materia seca y está constituido principalmente por sacarosa y azúcares reductores como la glucosa y fructuosa. Su contenido de proteínas es despreciable.

La cachaza, derivado del trapiche panelero, es un subproducto de la fabricación de panela, industria artesanal ampliamente distribuída en Colombia y otros países de Sur América. El jugo fresco se somete a una limpieza, en la cual se le eleva la temperatura, se le agrega cal y se agita con escobas hechas de plantas naturales como cadillo (*Triumfetta lapulla*), balso blanco (*Eleocarpus popayanensis*) o guásimo (*Guasino ulmifolia*). En la superficie se va formando una capa de naturaleza coloidal con un 20 % de materia seca, compuesto por sacarosa, azúcares reductores, y algo de ceniza y proteínas; a este subproducto se le denomina cachaza.

La producción de cachaza no es continua en la mayoría de los trapiches, ya que depende de los días de elaboración de panela. Su utilización en la alimentación animal no ha sido racional debido a su fácil fermentación, su alto contenido de agua y la falta de investigación. Un método de conservación efectivo y práctico es someter este producto a deshidratación por calor, produciendo un material más estable y de fácil manejo denominado melote (Tabla 17).

TABLA 17. Composición del melote de caña (% base fresca).

Humedad	51,7
Brix	41,0
Pol	34,6
Pureza	35,0
Azúcares reductores	6,8
Sacarosa	30,0
Proteína	3,5
Grasa	3,1
Ceniza	2,5
pH	6,3
Nitrógeno	0,2
Fósforo	0,31
Potasio	0,32
Calcio	0,49
Magnesio	0,14
Manganeso	65 ppm
Zinc	48,8 ppm
Hierro	92,5 ppm
Cobre	10,1 ppm

El desarrollo de la tecnología del jugo de caña en la alimentación de cerdos: los primeros ensayos sobre el uso del jugo de caña en la alimentación de cerdos se realizaron en México (Mena *et al*, 1981 citados por Sarria, Solano y Preston, 199-). Sin embargo, la primera aplicación de esta tecnología en fincas de productores fue en la República Dominicana, dando resultados favorables respecto al uso de los concentrados como se demuestra en los datos presentados en la Tabla 18.

TABLA 18. Comparación de cerdos alimentados con jugo de caña versus alimento comercial balanceado en una finca comercial en la República Dominicana.

Peso vivo (kg)		
Inicial	16	16,2
Final	73	93
Ganancia	0,579	0,781
Consumo alimento (Kg/día)	2,57	-
Balanceado	-	9,47
Jugo de caña	-	0,801
Suplemento protéico	2,24	2,51
Materia seca total	3,82	3,40
Conversión alimenticia		

Fuente: Fernández, 1984 citado por Mena, 1987.

El segundo paso importante en el desarrollo de la tecnología del jugo de caña para cerdos era la demostración (Ver Tabla 19), también en la República Dominicana, de las ventajas económicas al reducir el aporte de proteínas en aproximadamente la mitad comparado con los estándares recomendados por el NRC (1988).

TABLA 19. Efectos del nivel de proteína suministrado a cerdos de engorde recibiendo una dieta basada en jugo de caña.

	Suplemento protéico (40% N * 6,25 kg/d)		
	900	675	454
Peso vivo (Kg)			
Inicial	77,2	75	76
Final	106	102,5	103
Ganancia diaria	0,820	0,790	0,780
Consumo alimento (Kg / d)			
Jugo de caña	18,0	18,0	18,8
Suplemento protéico	0,9	0,67	0,45
Total materia seca	4,4	4,2	4,17
Conversión alimento			

Fuente: Estrella *et al*, 1986 citado por Mena, 1987.

Experiencia en Colombia utilizando jugo de caña y cachaza o melote en la alimentación de cerdos: al proceder a introducir en Colombia la tecnología del uso del jugo de la caña en la alimentación en cerdos (Preston, 1986 citado por Preston, 1990) se decidió en principio, validar los resultados obtenidos en la República Dominicana respecto a las posibilidades de reducir el aporte de proteína a un nivel constante de 200 g / animal / d, manteniéndose constante el nivel durante todo el período de levante - ceba.

Experimento 1: jugo o melote como base de la dieta con niveles restringidos de proteína.

El primer ensayo se hizo en un trapiche panelero en el Departamento de Santander. Se realizó una comparación entre el melote (la cahaza concentrada; ver Tabla 17) y el jugo fresco, utilizando cerdos en la fase levante - ceba. Los cerdos fueron cruces comerciales

con distintas encastes de las razas Yorkshire, Landrace y Duroc.

Para ambos tratamientos, la dieta fue complementada con un suplemento protéico comercial con base de torta de soya, vitaminas y minerales con un contenido de 40 % de proteína.

El suplemento se dió como primera comida a las 7.00 a.m., en cantidades restringidas de 500 g / animal / d. Posteriormente se inició el proceso de extracción del jugo, utilizando el trapiche de la fábrica "Panelero". El jugo se ofreció en forma fresca, siendo la primera oferta a las 10 - 12 a.m. (cuando se había consumido todo el suplemento) y la última en las horas de la tarde. El melote se diluyó con dos partes de agua antes de suministrarlo a los cerdos, según el mismo horario que el jugo. Tanto el jugo como el melote fueron suministrados a voluntad.

TABLA 20. Comparación entre melote y jugo de caña como recurso alimenticio para el engorde de cerdos.

	Jugo	Melote
N° animales	14	12
Peso vivo (Kg)		
Inicial	25	29
Final	91	98,7
Ganancia diaria	0,64	0,78
N° días	104	90
Consumo (Kg / animal)		
Jugo de caña	10	-
Melote	-	4
Suplemento protéico (40 % de N * 6,25)	0,5	0,5
Materia seca total	2,4	2,8
Conversión (base seca)	3,8	3,7

Los resultados (Tabla 20) mostraron una ligera ventaja para el melote, pero en ambos casos el nivel de comportamiento logrado justificó la decisión de trabajar con niveles restringidos de proteína.

Experimento 2: validación de la factibilidad de trabajar con niveles restringidos de proteína.

El trabajo se realizó en la estación experimental del Instituto Mayor Campesino de Buga (Valle, Colombia), donde se evaluaron: (i) Dos niveles de proteína (200 y 300 g) en la etapa de levante (con un nivel de 200 g / d durante la ceba); y (ii) dos fuentes de proteína (harina de pescado más minerales y vitaminas (62,5 % de proteínas) y torta de soya más minerales y vitaminas (40 % de proteína)). El resto de la dieta fue jugo de caña fresco a voluntad. Se usaron 20 animales de cruces comerciales (encastes de Landrace, Yorkshire, Duroc y Hampshire) alojados en corrales individuales con 5 repeticiones de los cuatro tratamientos. Se evaluaron los resultados por separado en las etapas de levante y ceba. El tratamiento de harina de pescado con 300 g de proteína no se llevó a término, debido a que los animales presentaron trastornos metabólicos, manifestados en inapetencia y debilidad en el tren posterior. Los resultados se presentan en la Tabla 21.

Los animales en los tratamientos recibiendo torta de soya incrementaron en peso más rápidamente que aquellos con harina de pescado, tanto en la etapa de levante ($P = 0,006$) como en la de finalización ($P = 0,05$). No hubo ventajas de proporcionar un nivel más alto de proteína 300 g / animal / d comparado con el recomendado de 200 g / animal / d. Al parecer el problema con la harina de pescado era el más bajo consumo con esta dieta respecto a aquella de soya ($P = 0,002$ y $0,001$ en levante y ceba respectivamente). El rendimiento en canal fue alto en todos los tratamientos, como se reportó Mena *et al* (1981).

TABLA 21. Efectos de dos niveles y dos fuentes de proteína en dietas de cerdos de engorde basadas en jugo de caña.

Fuente de proteína	Harina de pescado		Torta de soya	
Nivel (g / d)	200	300*	200	300 ES (Prob)
Peso vivo (Kg)				
Inicial	20,4		20,6	19,1
Final	76,8		89,6	91,6
Incremento de peso (g / d)				
Levante	668	672	785	756+24 (P=0.006)
Ceba	491		674	755+46 (P=0.005)
Consumo materia seca (Kg/d)				
Levante	1.6	1.4	1.8	1.8+0.036 (P=0.002)
Ceba	1.9		2.7	3.0+0.087 (P=0.001)
Conversión				
Levante	2.3	2.1	2.38	2.38+0.086 (P=0.30)
Ceba	3.9		4.0	4.0+0.024 (P=0.95)
Rendimiento (%)	82,2		83,2	84,3

* Se suspendió este tratamiento al fin de la etapa de levante debido a trastornos metabólicos en los animales.

También se realizaron evaluaciones de niveles de proteína en levante ceba de cerdos cuando la dieta básica fue melotes. Se compararon niveles de 200 g/d de proteína durante levante y 150 durante la ceba (Bajo); 200 g/d durante todo el ciclo de levante ceba (medio); y 300 g/d en levante y 200 g/d en ceba (alto). Se usaron cerdos de cruces comerciales, realizándose el ensayo en el trapiche "La Palestina" Candelaria, Valle. El manejo del melote fue igual que en el experimento 1. No hubo diferencias en el

comportamiento animal entre niveles bajos y medios de proteína. Los resultados (Tabla 22) fueron ligeramente superiores con el nivel alto sin embargo el valor de la ganancia adicional no compensó el costo mayor de la dieta al mayor consumo del suplemento protéico.

TABLA 22. Comportamiento de cerdos alimentados con melote de caña y tres niveles de proteína.

	Bajo	Medio	Alto
N° animales	18	25	17
Peso vivo (Kg)			
Inicial	23,8	24,7	30,5
Final	84,6	81,3	97,5
Ganancia de peso	622	736	670
Consumo (Kg/d)			
Melote	4,6	3,9	4,8
Suplemento	0,47	0,52	0,66
Materia seca	2,8	2,5	3,1
Conversión	4,15	3,96	4,15

La transferencia de la tecnología a productos comerciales.

Actualmente, el sistema de alimentación de cerdos en levante - ceba utilizando jugo fresco de caña, cachaza y melote, y suplementación restringida de proteínas con base en la torta de soya, se ha generalizado en diversas regiones de Colombia. Resultados típicos de los ensayos realizados en diferentes fincas comerciales se demuestran en las Tablas 23, 24 y 25.

TABLA 23. Incrementos de peso obtenidos en levante ceba de cerdos alimentados con jugo de caña y proteína restringida.

Incremento (g / d)	Observación	Sitio
720	200 g / d prot. + pollos*	La Cabañita
700	200 g / d prot.	La Judea
640	200 g / d prot.	El Paraíso
587	200 g / d prot.	El Hatico
570	200 g / d prot.	IMCA
550	200 g / d prot.	Riosucio
472	200 g / d prot.	San Carlos
468	200 g / d prot.	La Italia

* Se suministraron pollos muertos procedentes de una exploración.

TABLA 24. Incremento de peso obtenido en levante ceba de cerdos alimentados con cachaza fresca y proteína restringida.

Levante	Ceba	Levante - Ceba	Sitio
754			El Progreso
709			El Progreso
667			El Progreso
660			El Progreso
634			El Progreso
622			San Carlos
666		669,4	El Progreso
626	676		

TABLA 25. Incremento de peso (g / d) de cerdos alimentados con melote durante las fases de levante y ceba.

Levante	Ceba	Levante - Ceba	Granja
817	1035	883 NB	La Palestina
767	992	780 NM	La Palestina
734	944	736 NA	La Palestina
732	883	729 NM	La Palestina
703	800	699 NM	La Palestina
698	750	698 NB	La Palestina
673	721	677 NB	La Palestina
645	720	657 NB	La Palestina
638	719	637 NB	La Palestina
626	687	636 NB	La Palestina
622	678	626 NB	La Palestina
614	656	625 NB	La Palestina
612	654	620 NM	La Generala
591	653	611 NB	La Palestina
571	652	598 NB	La Palestina
570	650	595 NB	La Palestina
562	642	571 NB	La Palestina
551	640	570 NM	Valparaíso
550	638	566 NB	La Palestina
542	589	539 NB	La Palestina
524	585	532 NB	La Palestina
521	578	500 NB	La Palestina
515	486		
512	465		
504			
489			

Se concluyó que las dietas para cerdos con base en jugo de caña, cachaza fresca o melote ofrecidos a voluntad, con cantidades de proteína restringida a 200 g/animal/d durante ambos ciclos de levante - ceba, funcionaron eficazmente tanto desde el punto de vista técnico como económico.

El próximo desafío es encontrar productos tropicales que permitan reemplazar al máximo la torta de soya como fuente protéica de lo contrario la producción dependerá de factores ajenos del control del productor (Fedepanela, 199-).

2.1.1.3 Miel de caña. Azúcar invertido: las mieles son soluciones sobresaturadas de glucosa y fructosa en las que coexisten dos sistemas inestables, que con más o menos facilidad pueden provocar fenómenos de cristalización fraccionada, en las cuales interviene glucosa, que es menos soluble que la fructosa. Las mieles con un contenido de sólidos solubles superior a 70 °Brix tienen la tendencia a separarse en dos fases; una constituida básicamente por sacarosa, que es sólida y otra sobrenadante rica en azúcares reductores. Para evitar esta separación, se recurre a la inversión de las mieles, la cual se puede llevar a cabo por medios químicos o biológicos, asegurándose la no cristalización de la miel (Durán C., Gil Z. y García B., 1992)..

Medios de inversión:

Agentes químicos: entre los agentes químicos usados, se encuentran los ácidos cítrico, clorhídrico y fosfórico. El poder de inversión de los ácidos se aumenta con el aumento de la temperatura y con el tiempo de contacto con el jugo de la caña (Durán C., Gil Z. y García B., 1992).

Agentes biológicos: la invertasa, es un líquido viscoso claro de color amarillo pálido y olor a levadura débil, es completamente soluble en agua; la glicerina le sirve de sustancia de soporte; su componente activo es la enzima fructofurosidasa, aislada de células de levadura autolizada. La actividad enzimática óptima se da a un pH de 4, temperatura 60 °C, inactivándose a 80 °C (Durán C., Gil Z. y García B., 1992).

Mieles invertidas con invertasa:

Este método se utiliza para azúcares con gran cantidad de minerales. El proceso, en este caso, es el siguiente: los jugos se clarifican en forma normal, con la diferencia de que no se encalan, pues el objetivo en este caso es obtener azúcares reductores bastante altos. La evaporación se continúa hasta obtener la miel con el Brix deseado. Una vez enfriada la miel, se adiciona 0,15 % de la invertasa, manteniendo una temperatura entre 55 y 60 °C hasta alcanzar el grado de hidrólisis deseado. En 24 horas se alcanza una hidrólisis del 95 %; si se desea inactivar la enzima, se aumenta la temperatura hasta 70 - 80 °C. La miel obtenida por este proceso presenta obscurecimiento, pero su sabor y pH no se modifican (Durán C., Gil Z. y García B., 1992 y Ruíz M., 1995).

Mieles invertidas con ácidos:

Según Honing, 1969, este método consiste en poner en contacto el ácido con el jugo previamente clarificado. El poder de inversión para diferentes ácidos a la temperatura de 40°C es ocho veces mayor que a la de 25°C, y a 55°C es 48 veces mayor que a la de 25°C. Los ácidos más utilizados son: ácido fosfórico (0,60 cc/l jugo) y el ácido cítrico (0,75 g/l jugo). Durante la inversión, la sacarosa sufre un cambio químico. La sacarosa es un azúcar no reductor. Sin embargo, cuando se calienta con ácido, la sacarosa se convierte en partes iguales de fructosa y glucosa, ambos reductores. El grado de inversión está influenciado por tres factores:

1. Concentración en hidrogeniones (pH) de la mezcla.
2. Temperatura del calentamiento.
3. Tiempo de calentamiento.

Los azúcares invertidos retardan o impiden la cristalización de la sacarosa, resultando, por lo tanto, esencial para la buena conservación del producto, el mantener

un equilibrio entre la sacarosa y el azúcar invertido. Una baja inversión puede provocar la cristalización de la sacarosa y una elevada o total inversión, la granulación de la glucosa (Rauch, 1987).

En la Tabla 26 se presenta el contenido de nutrientes de la panela, del azúcar, de la miel de caña y de la miel de abejas.

TABLA 26. Contenido de nutrientes de panela, azúcar, miel de caña y miel de abejas.

Componente	Panela	Azúcar refinado	Miel de abejas	Miel de caña
Humedad (%)	8,3	0,5	19,3	25,0
Grasa (%)	0,1	----	0,2	0,2
Proteína (%)	0,5	----	0,6	0,7
Cenizas (%)	1,1	0,2	0,1	1,0
Fibra (%)	-----	----	----	0,5
Carbohidratos (%)	92,0	99,3	79,8	72,6
Minerales (mg / 100 g)				
Calcio	80,0	----	25,0	70,0
Fósforo	60,0	----	10,0	40,0
Hierro	2,4	0,1	0,8	1,5
Vitaminas (mg / 100 g)				
Tiamina (B ₁)	0,02	----	----	0,03
Riboflavina (B ₂)	0,07	----	0,04	0,06
Niacina	0,30	----	0,30	0,05
Acido ascórbico (C)	3,00	----	3,00	6,00
Vitamina A (U.I. / 100 g)	----	----	----	----
Poder energético-				
Cal / 100 g	312	384	312	285
Parte comestible (%)	100	100	100	100

Fuente: CIMPA, 1992.

Ventajas y uso de los azúcares líquidos:

Ventajas:

- Adquisición de una materia prima con sólidos solubles y azúcares invertidos óptimos para su proceso.
- Menor costo de producción.
- Facilita el manejo.
- Alta retención de humedad, por lo cual es un excelente humectante.
- Mayor valor nutritivo que la azúcar refinada.

Usos:

- En la alimentación de niños lactantes o de inválidos pues es absorbida más fácilmente que la maltosa, lactosa y sacarosa.
- En la industria de alimentos y en bebidas refrescantes.

Las gaseosas son bebidas refrescantes, sin alcohol, su componente principal es el agua, seguido del azúcar y de aditivos tales como: acidulantes, preservativos, colorantes, saborizantes, en algunos casos estabilizantes y espumantes, enturbiantes, cafeína, quinina y anhídrido carbónico (Beltrán A. y Rivera B., 1991).

Según Beltrán A. y Rivera B., 1991, las gaseosas dulces pueden ser:

- Edulcoradas con azúcar (sacarosa, glucosa, fructosa, jarabe de glucosa y sorbitol).
- Edulcoradas con azúcares sintéticos (sacarina y aspartame).

Las características del producto terminado son pH 2,5 - 3,8, bajo porcentaje de azúcares, presencia de CO₂ y un conservante.

La mayoría de las gaseosas no presentan sustancias esenciales importantes para la nutrición humana, ya que son elaboradas con agua y azúcar aportando solamente calorías.

CIMPA, 1992. Para mejorar el valor nutricional de estas gaseosas se reemplaza el azúcar por miel de caña, cuyo proceso de elaboración se presenta en la Figura 3 y cuya composición y aporte nutricional se observan en las Tablas 27 y 28, respectivamente.

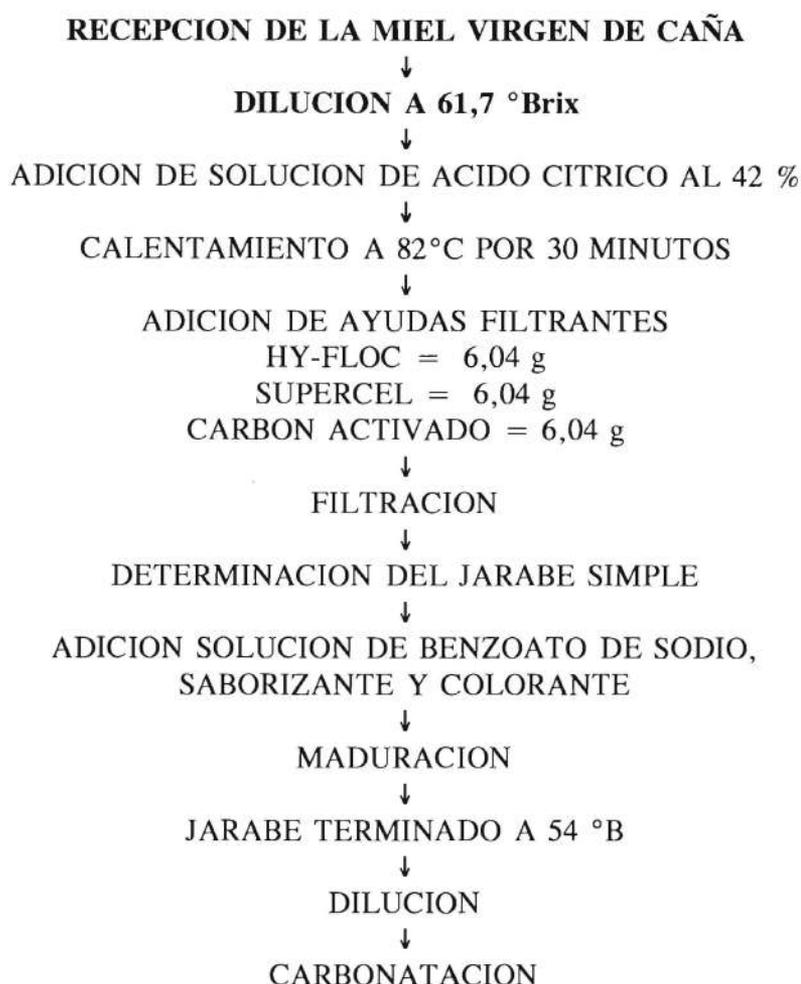


FIGURA 3. Proceso de elaboración de gaseosas utilizando miel de caña.

TABLA 27. Composición de la gaseosa elaborada con miel de caña.

Componente	valor
Sólidos solubles	9,7 °B
pH	3,1
Acidez titulable	15
Carbonatación	3,3 volúmenes de CO ₂ /100 cc
Color	97,2 R.B.U.
Turbiedad	74,6 R.B.U.

Fuente: CIMPA, 1992.

TABLA 28. Aporte nutricional (%) de la gaseosa producida con miel de caña con respecto a la recomendación ponderada diaria para la población colombiana.

Nutriente	Recomendación diaria	Aporte nutricional	
		Gaseosa	Porcentaje
Proteína (g)	62,00	0,27	0,44
Calcio (mg)	809,00	128,80	15,92
Fósforo (mg)	820,00	27,40	3,34
Hierro (mg)	20,00	1,37	6,85
Tiamina (mg)	1,36	0,03	1,98
Riboflavina (mg)	1,40	0,03	1,93
Vitamina C (mg)	57,00	3,01	5,28
Porción (cc)			266,00

Fuente: CIMPA, 1993.

Se observa en la Tabla anterior el aporte tan importante del calcio (15,92 %), con respecto a la recomendación diaria; mientras que el hierro y la vitamina C son aportados en menor cantidad, pero en cuantía significativa para la nutrición diaria.

Elaboración de xirope a partir de miel de caña:

Se denomina xirope al producto obtenido al invertir la miel con ácido cítrico y fosfórico. Es de alto valor nutritivo y muy agradable, siendo considerado como un antianémico debido a su riqueza en hierro, sales minerales y vitaminas del complejo B (Durán C., Gil Z. y García B., 1992).

Procedimiento de elaboración:

El jugo de la caña se clarifica en forma normal y cuando comienza la evaporación, se agrega el medio de inversión (ácido fosfórico o cítrico) y se concentra hasta obtener una miel con 70 °Brix o un valor menor de acuerdo con el punto que se desee dar. Posteriormente se le agrega cal o hidróxido de sodio, con el fin de efectuar la neutralización. El xirope se deja enfriar y se diluye en agua en una proporción de una parte de xirope por cinco de agua o de acuerdo al gusto. Se puede saborizar con extractos de limón, naranja, anís, piña y otros. Sobre la miel, a la concentración determinada anteriormente, se hace la adición del saborizante en dosis que fluctúan de 0,8 a 1,0 centímetros cúbicos por litro de miel (CIMPA, 1992).

Usos alternativos de la panela y mieles de caña en la industria de alimentos:

Según datos del Ministerio de Agricultura, el país produce anualmente cerca de 2,5 millones de toneladas de fruta (CIMPA, 1992). El mercado frutícola es desorganizado e incierto, ante esto es necesaria la adopción de tecnologías para la obtención de conservas, productos semiprocesados y preservación de pulpas.

El Convenio ICA - HOLANDA, CIMPA, vienen realizando estudios que permitan emplear la panela y la miel de caña en la elaboración de: bocadillos, jaleas, mermeladas, arequipes, conservas y pulpas. Con esto se logra que el aporte nutricional a nivel de

vitaminas, proteínas y minerales de la fruta se eleve y se mejoren algunas características organolépticas, además se generaría una tecnología apropiada para diversificar y obtener nuevos productos con posibilidades de industrialización.

Las Tablas 29 y 30 presentan la composición del bocadillo de guayaba con panela y azúcar y la comparación de nutrientes del agua de panela, bebidas colas y gaseosas, respectivamente.

TABLA 29. Composición físico química del bocadillo de guayaba con panela y azúcar.

Componente	Con panela	Con azúcar
	Porcentaje	
Humedad	20,73	20,1
Materia seca	79,27	79,9
Sacarosa	41,61	79,0
Azúcares reductores	22,95	0,0
Proteínas (N x 6,25)	0,93	0,3
Fibra cruda	2,45	0,0
Sólidos solubles	77,5 °Brix	79,0
Minerales (mg / 100 g)		
Calcio	127,0	25,0
Magnesio	83,0	0,0
Fósforo	29,37	17,0
Hierro	1,5	1,2
Sodio	27,0	0,0
Potasio	135,0	0,0
Vitaminas		
Vitamina C, U.I.	174,6	80,0
Vitamina A, U.I.	217,0	40,0
Tiamina, mg / 100 g	0,06	0,02
Riboflavina, mg / 100 g	0,06	0,03
Niacina	0,7	0,00

Fuente: CIMPA - LABORATORIO DE C. de C. U.J.T.L. - INST. COLOMBIANO DE BIENESTAR FAMILIAR, 1992.

TABLA 30. Comparación de nutrientes del agua de panela, bebidas colas y gaseosas.

	Agua de panela	Colas	Gaseosas
Preparación	35 g / Taza		
Volumen, cc	250	285	266
Calorías	109	125	130
COMPONENTES			
Proteína, g	0,18	----	----
Grasa, g	0,04	----	----
Carbohidratos, g	30,10	32,8	29,0
Fibra, g	----	----	----
Cenizas, g	0,39	0,86	0,27
MINERALES, mg			
Calcio	28,00	----	----
Fósforo	21,00	57,00	----
Hierro	0,80	0,57	----
VITAMINAS, mg			
Tiamina (B1)	0,007	----	----
Riboflavina (B2)	0,025	----	----
Niacina	0,105	----	----
Acido ascórbico (C)	1,050	----	----
Vitamina A, U.I.	----	----	----

Fuente: CIMPA, 1992.

2.2 DESARROLLO DE LAS BEBIDAS

Según Industria Alimenticia, 1995, el sector de las bebidas abarca los jugos de frutas, aguas, bebidas refrescantes, gaseosas, cervezas, vinos hasta licores frescos.

Mirando los principales países en América Latina que sobresalen en algunos de éstos, tenemos:

Chile: se destaca en el sector vinos. Actualmente cuenta con una moderna infraestructura, con equipos al nivel de los grandes vinicultores del mundo. Es un gran exportador de variedades finas que demoran tres años en producirse. El vino chileno es uno de los más populares y apetecidos en el mundo, figura entre los cuatro primeros países exportadores, junto con Estados Unidos, Francia e Italia.

Gracias a las buenas condiciones climáticas y de la tierra, Chile produce variados tipos de vinos, entre los cuales se destacan el Cabernet Sauvignon, el Merlo, el Chardonnay y el Sauvignan Blanc.

En la actualidad es posible encontrar los vinos chilenos en todo el Hemisferio Occidental e incluso, hay vinos que viajan al difícil mercado Francés.

En el sector de jugos de manzana, concentrados de manzana y uvas, es un importante exportador hacia los Estados Unidos donde va un 50 % y el resto va a Argentina, Japón, Australia y México.

Argentina: la industria de gaseosas en Argentina muestra una preferencia por las bebidas colas, que predomina en un 55 % en el mercado, seguido por la franja fina - limón que representa el 30 %, y los tónicos, naranjas y pomelos, que captan el 15 % restante.

México: es el líder indiscutible en América Latina en el consumo de bebidas gaseosas y el segundo en el mundo, después de Estados Unidos.

El mercado se lo reparten Coca - Cola con 55 % y Pepsi - Cola con el 40 %.

En cuanto a las empresas cerveceras, cuentan con una buena experiencia en el mercado internacional y actualmente, está exportando a más de 80 países.

Un grupo económico de México produce una cerveza que se considera como la segunda en ventas en Estados Unidos, e incluso abrió una sucursal en Bruselas para atender la demanda del mercado de Europa.

En la industria de jugos, uno de los principales procesadores formuló un proyecto conjunto con una empresa de Estados Unidos, para distribuir jugos mexicanos allí. Néctares de mango, guayaba y otras frutas tropicales serán distribuidos en los mercados hispánicos dentro de Estados Unidos.

Brasil: está considerado como el cuarto país en consumo de Coca - Cola en el mundo, después de México (que es el primero), Estados Unidos y Europa.

La industria cervecera de Brasil está considerada como la más grande de toda la América Latina. Le sigue en importancia la de México, que figura con un 10 % por debajo de la de Brasil.

Colombia: ocupa el segundo lugar en consumo per cápita de cerveza en América Latina. Este mercado se lo disputan dos grandes grupos económicos existentes en el país. Uno de ellos, que opera tanto en Colombia como en Ecuador, Portugal y España, está considerado como la quinta empresa cervecera más grande del mundo, además de ser la empresa más grande de Colombia de propiedad privada.

La principal empresa del grupo, hasta hace muy poco tiempo, era un verdadero monopolio en el campo de las cervezas. Ahora, entró a competir en el campo de las bebidas gaseosas, tanto a nivel nacional como internacional y acaba de adquirir el 51 % de una empresa española, productora de gaseosas.

El otro grupo económico, que por décadas fue el líder absoluto con el 90 % del consumo nacional de gaseosas, ahora es la gran competencia de una de las empresas del otro grupo económico. Hace dos años salió al mercado con una nueva cerveza y con Malta. El éxito de estos dos productos ha batido todos los records y las expectativas.

El crecimiento en la industria de las bebidas está dado por la introducción de nuevos productos (Giese, 1995).

Las bebidas refrescantes comprenden una gama de productos que sería interesante delimitar; ya que no es lo mismo el agua gaseosa o de seltz, las gaseosas, las bebidas refrescantes de extractos, las bebidas refrescantes de zumos de frutas y, sin embargo, todos son refrescos. Los principales países consumidores de refrescos carbonatados son Alemania con 186,8, Italia 168,3 y España con 143,5 l/año/persona (Martínez, 1993).

En la última década, en el mundo, el crecimiento en el consumo de bebidas refrescantes, fue sólo del 0,1 % según la Asociación Nacional de Fabricantes de Bebidas Refrescantes Analcohólicas (Martínez, 1993). Debido al consumo de jugos, en Colombia, este mismo fenómeno está ocurriendo, incrementándose el consumo de jugo, llegando a niveles de 2 l/año, esperando un incremento del 42 % para 1996 (Luis Ovidio Ramírez Gerente de Tutti Frutti (Mora, 1996)).

Las bebidas deportivas o isotónicas se consideran como un fenómeno de mercado muy importante en el sector de los refrescos, por su fuerte potencial de crecimiento. Estas bebidas se caracterizan por su composición, en la cual se incluye agua, sales minerales y elementos energéticos. El término isotónico significa que el contenido del refresco posee una concentración iónica similar a los líquidos del organismo humano; es decir, el refresco tiene una notable semejanza química con los fluidos del metabolismo humano, lo que le permite reponerlos (Giese, 1995).

HISTORIA DE LAS BEBIDAS

Si el aguardiente animaba las revoluciones, los bailes del siglo XIX eran desanimados por limonadas, horchatas, ponches y alojas de fabricación casera, y de ancestro español que la pobreza adoptó y aclimató variando en algunos casos sus nobles ingredientes por otros más a mano (v.gr. almendras por pepas de sandía). Abuelas remotas de las bebidas gaseosas actuales, fueron desterradas por las primeras importaciones de vinos europeos, conservándose su fórmula en recetarios de conventos (Martínez, 1985).

BEBIDAS PREHISPANICAS (Rojas de P., 1994).

Vinos - chichas - vinagres. (*"...Fueron generalmente malos comedores, quiero decir de poco comer, en el beber fueron más viciosos..."* Garcilaso de la Vega.

Azua. Chicha de maíz.

Vinapu o Sora. Chicha de maíz fermentado.

Pito. Bebida de harina de maíz desleída en agua.

Cañahua. Chicha de quinoa.

Vino de Caña de Maíz Verde. *"...Y en algunas partes hacen de su zumo, miel y vinos..."*. Garcilaso.

Vinagre de Zara. *"..de la misma harina y agua simple hacen brebaje de beber, y del brebaje acedándolo como los indios lo saben hacer, se hace muy lindo vinagre..."*. Garcilaso.

Chicha de palma Masinduche. *"..De los bollos hechos del fruto, hacen chicha que es su vino..."*. Cobo.

Vino de Palma Motaqui. *"...Cortando el cogollo y cavando el tronco por arriba, se hinche en pocos días de un licor muy oloroso y de buen sabor que sirve de vino a los indios..."*. Cobo.

Quellen o frutilla de Chile. Es la misma fresa de las Indias, que según afirmación de Cobo era común en todas las regiones, sólo que se reseñó por primera vez en Chile y de ahí tomó su nombre "...Hacen della chicha, que es su vino..."

Chicha de Chuño. Respecto a la chicha elaborada a partir de la harina de la papa, decía Huamán Poma de Ayala: "...El que comía chicha de chuño, tenía menos fuerza, que el que comía chicha de maíz..."

Chicha de Molle o Mulli. *"...De una fruta muy menuda que cría éste árbol, hacen vino o brebaje muy bueno, y vinagre y miel harto bueno, con no más de deshacer la cantidad que quieren desta fruta con agua en alguna vasija y puesta al fuego, después de ser gastada la parte perteneciente, queda convertida en vino o en vinagre o en miel, según el cocimiento..."*. Cieza de León.

Agrega Cobo que esta chicha era muy fuerte, aunque era la de mayor agrado entre los indígenas: "...Los indios la tenían por las más preciosa y regalada..."

Achupalla, Vino de Piña. *"...De las (frutas), silvestres, hacen vino los indios, (y también), una especie de vinagre..."*, Cobo.

2.2.1 Ingredientes de las bebidas refrescantes

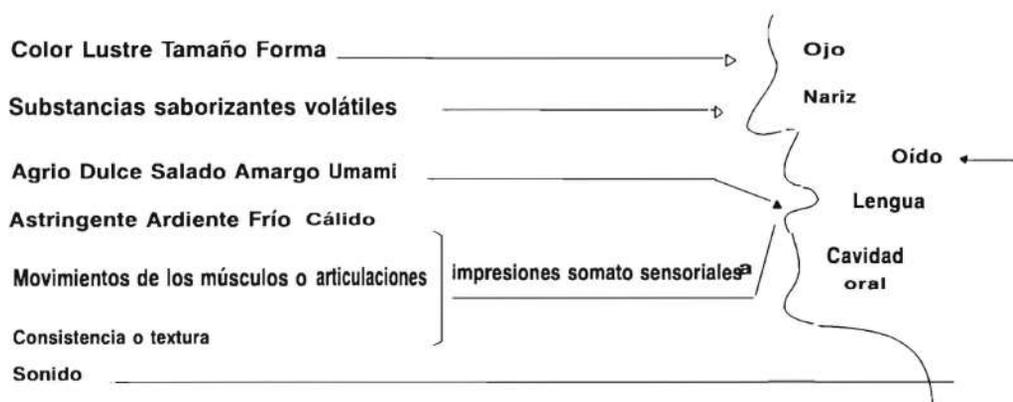
2.2.1.1 El agua. Según Giese, 1995, el agua es el principal ingrediente en las bebidas, se encuentra en un 85 - 95 %, algunas bebidas dietéticas pueden contener hasta un 98 % del agua , el remanente es principalmente edulcorantes y un patrón de aditivos menores, que pueden estar entre el 2 - 3 % del peso y son los componentes más importantes debido a que contribuyen a la definición y al balance ácido - azúcar y al carácter medio del sabor, y finalmente, a beneficios nutricionales y otros.

Además del desarrollo de nuevos productos, la demanda del consumidor por bebidas sin preservativos, que contengan ingredientes naturales, buena palatabilidad y baja carga microbiana, ha inducido también al incremento de productos pasteurizados tales como té, jugos y limonada. Este tipo de productos se ha triplicado en su producción desde 1990 (Wojcickyj, 1994 citado por Giese, 1995).

La preocupación actual del consumidor está dirigida hacia productos naturales, bajos en calorías y grasas. Además del gusto y de la satisfacción refrescante, las bebidas pueden ofrecer un único y rápido sistema de entrega de vitaminas, minerales y de otros ingredientes alimenticios que tienen propiedades para prevenir enfermedades (Giese, 1995).

2.2.1.2 Saborizantes. Según Giese, 1995, los saborizantes contribuyen al carácter y punto medio de las bebidas. Las percepciones sensoriales de un alimento son complejas implicando la interacción de los cinco sentidos.

El sabor es usualmente definido como las impresiones sensoriales que ocurren en la boca como un resultado del gusto, el olor y varios efectos somato - sensoriales tales como el frío, el ardor, la astringencia y otros (Ver Figura 4).



^aImpresiones somato sensoriales = Tacto y sensaciones de dolor, frío y calidez.

FIGURA 4. Sensograma alimenticio. Fuente: Giese, 1995.

Los saborizantes de las bebidas pueden ser solubles en aceites, en agua o en una mezcla (Matthews, 1995 citado por Giese, 1995).

Las emulsiones son usadas en bebidas hechas exclusivamente con aceites de cítricos. Estas poseen una apariencia y color obscuro y pueden contener también antioxidantes y conservantes.

Otras formas de bebidas que poseen sabor son soluciones con materiales saborizantes, esencias y jugos diluídos con agua, alcohol y propilenglicol.

Las soluciones hidroalcohólicas de aceites de cítricos tratados para remover terpenos insolubles pueden ser utilizadas para clarear sodas cítricas o ginger ale.

El nivel de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix), sabor agrio (nivel de acidulantes), y el volumen de dióxido de carbono juegan un papel importante en el sabor percibido, en la gustosidad y en la calidad de la bebida del producto terminado (Giese, 1995).

En la Tabla 31 se presentan las características físicas de bebidas típicas.

TABLA 31. Características físicas de bebidas típicas.

Tipo de producto	$^{\circ}$ Brix	pH	Acido usado	Volumen de CO ₂
Cola	11	2,6	Fosfórico	3,6
Naranja o fruta	13,5	3,0	Cítrico	2,5 - 3,0
Limón / Lima clara	10,5	2,8	Cítrico	3,8
Ginger ale	9,5	3,0	Cítrico	4,0
Cerveza de raíz, soda de crema	12,0	3,2	Fosfórico	3,0
Clara "Nueva era"	9,5	2,8	Cítrico	3,5

Fuente: Pollock, 1995 citado por Giese, 1995.

En los últimos años ha habido un incremento en la demanda de bebidas pasteurizadas que contienen jugos naturales, en un porcentaje 5 - 15 de jugo.

Estas bebidas de jugo de la Nueva - Era también se asemejan con frecuencia a las combinaciones de sabores de frutas exóticas. Los ejemplos incluyen Mango / Melocotón, Kiwi / Fresa, Mango / Maracuyá, Pera / Clavo. Ejemplos adicionales de sabores de frutas exóticas son Tamarindo / Panadán, Cassis / Jackfruit y Maracuyá y otras. Ejemplos adicionales de la categoría de fruta exótica son jugos que utilizan extractos de guaraná, ginkgo, ginseng, tónicos que contienen esencias de rosa, guaraná y ginseng y una bebida herbal de sandía / kiwi con ginseng y guaraná. Estos saborizantes de hierbas incluyen hinojo de zarzamora, baya de romero, fresas salvajes,

manzanilla, raíces de angélica, jazmín, cardamomo y raíces de achicoria (Sloan, 1995 citado por Giese, 1995).

2.2.1.3 Acidulantes. Los acidulantes son ácidos grado alimenticio utilizados en los alimentos procesados para desempeñar una variedad de funciones. En las bebidas, los acidulantes contribuyen al sabor, actúan como buffer para controlar los niveles de acidez, pueden actuar como conservantes para restringir el crecimiento de microorganismos. El ácido cítrico es el más utilizado, pues es compatible con muchos sabores de frutas y es muy soluble en agua. En las bebidas tiene dos efectos preservativos, incrementa la efectividad de los antimicrobianos por la disminución del pH y permite a los antioxidantes funcionar más efectivamente mediante quelación de trazas de metales. El ácido ascórbico es adicionado debido a sus propiedades antioxidantes, sin embargo, puede iniciar pardeamiento después de los tratamientos térmicos y desestabilizar algunos colores. El ácido fumárico sustituye al cítrico para dar una acidez palatable, no obstante, es menos soluble que el cítrico, requiriendo procedimientos especiales de solubilización. El ácido láctico tiene un sabor suave en comparación con otros ácidos y puede tener algunos usos especiales. El ácido málico es poco acidulante, es utilizado, algunas veces, en combinación con el cítrico. La porción de ácido cítrico da el afianzamiento inicial agudo del ácido y su efecto disminuye rápidamente. Cuando el ácido málico es utilizado, el efecto lento del ácido permanece más tiempo enmascarando el gusto agudo inicial. El ácido fosfórico es el ácido de preferencia para la formulación de bebidas tipo cola, debido a que su sabor insípido seco es muy adecuado para las bebidas que no son de fruta. El ácido tartárico es más agudo que el cítrico y puede ser utilizado en niveles bajos, sin embargo, sus sales de calcio y magnesio son pobremente solubles, no debiéndose usar con aguas duras (Giese, 1995).

2.2.1.4 Conservantes. Su objetivo es evitar el deterioro. El dióxido de azufre, el ácido benzóico y el ácido sórbico son utilizados como antimicrobianos en las bebidas.

El benzoato es el más utilizado; es conveniente para bebidas con un pH menor de 4,5, en una concentración máxima de 1000 ppm, es efectivo contra mohos, levaduras y pobremente contra bacterias, porque éstas crecen a pH por encima de 4,0 (Sauer, 1985).

El ácido sórbico es levemente soluble en agua, es efectivo en un rango de pH entre 6,5 y 7,0. No es recomendado en alimentos pasteurizados, debido a que se disminuye a altas temperaturas. Se utilizan las sales de sodio, potasio y calcio. El dióxido de azufre es un gas incoloro, no inflamable y sus sales de sulfito producen ácido sulfuroso, es efectivo contra mohos, levaduras y bacterias (Sauer, 1985).

2.2.1.5 Colorantes. Los tintes sintéticos son la fuente principal de los colorantes comerciales para el uso en los alimentos. Desde el punto de vista del desarrollo de un producto, estos tintes son excelentes por la estabilidad del color, bajo un rango de condiciones y durante la vida útil del producto.

Los colorantes utilizados deben ser certificados por la F.D.A. La tendencia general en los Estados Unidos, en años recientes, ha sido hacia el uso de colores naturales.

Los principales colorantes son: las antocianinas, pigmentos solubles en agua, de color rojo intenso, naranja y azul y los carotenoides producidos sintéticamente que son pigmentos naranja, rojos y amarillo, y relativamente estables, son solubles en grasa y requieren una preparación especial cuando son usados en bebidas, siendo más utilizado el beta - caroteno, el cual es el precursor de la vitamina A e imparte el color amarillo naranja a los alimentos (Giese, 1995).

2.2.1.6 Modificadores de textura. La palatabilidad y gustosidad en las bebidas están influenciadas por los efectos gustativos y táctiles, sobre los cuales influyen los modificadores de la textura. Entre estos ingredientes están, los carbohidratos, las proteínas y las gomas. Los más usados son: alginatos, carragenanos, derivados de la



celulosa , pectinas, xantanas y gomas, siendo más empleado el carragenato en bebidas de jugos (Giese, 1995).

2.2.1.7 Vitaminas y minerales. La vitamina más comúnmente utilizada es la C o ácido ascórbico, esencial para la salud humana, soluble en agua y es adicionada para fortificar las bebidas.

El beta - caroteno puede ser convertido en vitamina A, soluble en grasa.

El alfa - tocoferol es el más activo del grupo de los compuestos que tienen actividad de vitamina E.

A las bebidas isotónicas se les adiciona algunas veces potasio, magnesio, calcio, fosfatos y carbonatos. La fructosa y glucosa son adicionadas como una fuente energética.

Las mezclas de vitaminas, especialmente la C, complejo B y la E, también pueden ser incorporadas (Giese, 1995).

2.3 PROPIEDADES Y COMPOSICION DEL FRUTO Y DE LOS JUGOS CITRICOS

2.3.1 Jugo de limón. Según Nagy, Chen y Shaw, 1993, aunque no comestible de igual forma que los otros cítricos, el limón y su jugo probablemente es la fruta más utilizada en culinaria, bebidas, industria y medicina.

La importancia del limón en la dieta fué claramente establecida en la mitad del siglo XVIII, cuando se descubrió que servía en el tratamiento del escorbuto causado por deficiencia de vitamina C, en esa época se incrementó la plantación del árbol de limón. En California se cultivan las variedades Eureka, Lisbón y Villafranca. Los mayores productores de esta fruta, en el mundo son Estados Unidos e Italia, otros países

dedicados a la producción son: Argentina, España, Grecia y Turquía.

El jugo de limón es diferente a otros cítricos en composición, lo cual hace que su procesamiento sea más complejo técnicamente. A causa de su alta acidez, el jugo de limón es usado para muchos propósitos, en más pequeñas cantidades, que los otros jugos de frutas. Exceptuando el azúcar y la sal, el jugo de limón, es el más usado, para realzar y desarrollar en el alimento el sabor. Su composición se presenta en la Tabla 32.

TABLA 32. Composición del jugo de limón.

Constituyente	Contenido promedio (%)
Proteína total (N x 6,25)	0,42
Nitrógeno amino	0,035
Grasa	0,2
Sólidos solubles (°Brix)	9,3
Acidez total (como ácido cítrico)	5,97
Acido málico	0,26
Azúcar total (como azúcar invertido)	2,16
Azúcares reductores	1,67
Sacarosa	0,18
Minerales totales	0,25
Calcio (mg)	9,88
Fósforo (mg)	9,35
Hierro (mg)	0,23
Magnesio (mg)	6,7
Potasio (mg)	103
Sodio (mg)	1,3
Azufre (mg)	3,36
Vitamina A (como caroteno)	---
Tiamina	0,043
Riboflavina	0,0183
Niacina	0,089
Acido ascórbico (Vitamina C) (mg)	45
pH	2,3

Fuente: Nagy, Chen y Shaw, 1993.

En el jugo de limón es importante controlar las enzimas pécticas y la tendencia a floculación de los sólidos suspendidos. Las enzimas pécticas y el calcio que aceleran la acción de la enzima están asociados a la pulpa (sólidos insolubles), la cantidad remanente de estos sólidos en el jugo tienen efecto en las subsecuentes características de floculación en el jugo. Aunque las enzimas pécticas son mucho menos activas al pH del jugo del limón que al pH del jugo de naranja, el tiempo que es dejado entre la obtención y su procesamiento es muy limitante. Con el fin de mantener el sabor original, el tiempo entre la extracción y el procesamiento debe ser corto y el jugo manténesse a bajas temperaturas. El jugo de limón, tal como la mayoría de los jugos cítricos, cambia el sabor rápidamente cuando son mantenidos a temperatura ambiente y expuestos a oxidación atmosférica. Estos cambios son grandemente reducidos por enfriamiento rápido del jugo a 10°C o menos y mantenido en refrigeración y a vacío. Largos períodos antes de utilizarlo tienden a incrementar el contenido de pectina soluble en el jugo y las partículas de pulpa presentes pueden perjudicar el sabor, color y estabilidad del jugo. Para ciertos productos específicos, particularmente el jugo de limón embotellado, la capa de sedimento que normalmente se separa del jugo durante el reposo es considerada indeseable. También es necesario mantener bajo el contenido de aceite en el jugo para los usos especificados (Beisel, 1951).

La desaireación es importante porque el oxígeno disuelto en el jugo incrementa la pérdida de ácido ascórbico durante su procesamiento en caliente. Este método de almacenamiento del jugo a bajas temperaturas tiene la ventaja adicional de retardar el crecimiento de microorganismos (Beisel, 1951).

Beisel, 1951 ha descrito en detalle métodos para controlar microorganismos en plantas procesadoras de cítricos. Las frutas después de ser transportadas sobre bandas son colocadas en un sitio donde se les aplica en aspersion, solución de cloro, luego la fruta es cepillada y lavada con solución detergente y enjuagada, luego se selecciona por tamaño y es de nuevo lavada con solución de cloro.

El limón puede ser atacado por la *Alternaria* y otras especies de hongos, éstos ocasionan un deterioro en el sabor.

El ácido cítrico es el más importante constituyente del jugo de limón y de sus concentrados, en consecuencia son estandarizados con base a la acidez, más que a sólidos solubles o °Brix (Beisel, 1951).

2.3.2 Naranja.

2.3.2.1 Composición química de la naranja. El jugo merece especial atención, ya que le dan a éste características que determina su calidad y los procesos a que debe ser sometido.

Los principales compuestos de la naranja se presentan en la Tabla 33.

TABLA 33. Composición aproximada del jugo de naranja en porcentaje en peso.

Componente	Porcentaje
Agua	87 - 92
Azúcares:	
Glucosa	1,0 - 2,6
Fructosa	1,6 - 3,0
Sacarosa	3,1 - 5,1
Acidos:	
L - Málico	0,1 - 0,3
Cítrico	0,4 - 1,5
Tartárico	----
Grasas	0,08 - 0,1
Proteínas	0,4 - 1,1
Cenizas	0,3 - 0,5
mg / 1000 g	
Compuestos sabores volátiles	30 - 45
Vitaminas	300 - 800

Fuente Steven Nagy, 1993.

2.3.2.1.1 Sólidos solubles. Los sólidos solubles, junto con el porcentaje de jugo y el índice de madurez, son usados como parámetros para evaluar la calidad (Graumlich, 1983). Están constituidos principalmente por sacarosa, glucosa y fructosa, que representan alrededor del 75 % y por ácidos, principalmente cítrico y málico.

Durante la maduración, los grados Brix varían de 6 a 13 y la acidez titulable entre 1,0 y 1,6 % (Primoyufera, 1979). Estos cambios son utilizados para determinar el índice de madurez (IM) de la naranja, que se define como la relación entre los sólidos solubles, expresados en °Brix, y la acidez titulable, siendo deseable que esta relación sea mayor de 10.

2.3.2.1.2 Pectinas. Las pectinas, junto con los tejidos desintegradores de la fibra celulósica y las partículas lipídicas conforman la pulpa en suspensión. Estos sólidos le dan al jugo la turbiedad, que es un factor de calidad (Primoyufera, 1979).

2.3.2.1.3 Flavonoides. Los flavonoides de la fruta se denominan bioflavonoides y son importantes por las propiedades que comunican a los frutos, pues son considerados como factores vitamínicos, y además, se les atribuye una acción sinérgica con la vitamina C (Primoyufera, 1979).

2.3.2.1.4 Vitaminas. La vitamina C es el componente de mayor valor nutritivo de la naranja, su jugo contiene entre 40 - 80 mg/100 g. Para evitar la degradación del ácido ascórbico durante el almacenamiento del jugo se toman precauciones como: la desaireación, pasterización, concentración y conservación a bajas temperaturas.

2.3.2.2 Naranja agrio (*Citrus aurantium* Linnaeus). El naranja agrio fue patrón extensamente usado en Colombia y en el mundo. Es un patrón altamente resistente a la gomosis y de ahí su extenso uso (Giacometti *et al.*, 1966, González, 1960 y Morín, 1965). Produce árboles vigorosos, longevos y con buena calidad de fruta (González,

1960 y Morín, 1965). Debido a su gran susceptibilidad a la tristeza ha sido reemplazado por otros patrones.

Distribución: Sudeste de Asia; cultivadas ampliamente en todas las regiones subtropicales.

Nombre común: Naranja agria o Seville, bigarade.

Es un árbol de tamaño medio por encima de 10 m de altura, con copa redondeada o cilíndrica; con ramas angulosas cuando está joven, con espinas delgadas simples, con frecuencia cortas, o espinas firmes o gruesas de 5 a 8 cm de largo sobre vástagos en rápido crecimiento, hojas de tamaño medio, ovadas, lisas apuntando al extremo, ampliamente redondeadas a cuneiformes en la base; pecíolos de 2 a 3 cm de longitud, más bien ampliamente alados, con frecuencia de 1,2 a 1,8 de ancho en la copa, pero algunas veces estrechos, de 1 cm o menos, estrechándose rápidamente en la base sin alas; flores largas, muy fragantes con aceite de neroli, 5 a 12 % masculina (sólo estaminífero); frutos subglobosos, usualmente con depresión ligera en la copa y en la base, corteza densa o gruesa, con una superficie más bien rugosa, llegando a ser naranja brillante con un tinte rojizo en la madurez; 10 a 12 lóculos, llenos con pulpa severamente ácida y numerosas semillas; el fruto llega a ser hueco o cóncavo en el centro a medida que madura, y luego se cubre de agua.

Esta especie fue introducida en la región Mediterránea desde el Este y por muchos siglos fue la única naranja conocida para los europeos. Durante este largo período de cultivo comenzó a ser muy bien conocida y muy apreciada como un agente medicinal; las frutas se usaron para saborizar y para hacer mermeladas, y las flores eran usadas para perfumería. Esta fue la naranja de la Europa Medieval. Las buenas variedades altamente saboreadas de la naranja dulce, *C. sinensis*, no alcanzaron Europa desde el sudeste de Asia hasta el siglo XV. Desde aquella época hubo más o menos confusión

sobre el nombre de la naranja agria. Los farmacólogos persistían en llamarla C. aurantium y los citrologistas, luego los botánicos, la llamaron C. bigaradia. Muchos botánicos consideraban la naranja agria y la dulce como variedades de una especie única. De hecho, la naranja agria (C. aurantium) y la naranja dulce (C. sinensis) son especies botánicas muy diferentes, no solamente variedades cultivadas de una especie (Reuther, Webber y Batchelor, 1967).

Las diferencias morfológicas principales son las siguientes:

En la naranja agria los pecíolos son mucho más ampliamente alados que en la dulce, y las aspas de las hojas son más estrechas y más agudamente punteadas en el ápice, y menos redondeadas y más cuneadas en la base. Ruggieri (1935) demostró que los pecíolos de la naranja agria son mucho más largos, promediando 25,89 mm, mientras que los de la naranja dulce promedian sólo 15,91 mm; en otras palabras, los pecíolos de la naranja agria promedian 63 % más largos que los de la dulce.

Los frutos de la naranja agria son de un color naranja más brillante y tienen una corteza o cáscara más rugosa; además, en la naranja agria las glándulas aceitosas están situadas más cerca de las áreas hundidas de la corteza, mientras en la dulce el tejido que cubre las glándulas aceitosas es frecuentemente convexo.

Uphof no encontró flores macho en las variedades cultivadas de la naranja dulce (C. sinensis), pero él encontró de 5 a 12 % de flores macho en las naranjas agrias semilladas de Florida (C. aurantium). La naranja agria, de acuerdo a Uphof, “probablemente es muy cercana a la naranja dulce, pero desde el punto de vista de la producción de flores macho constituye una transición, tanto hablando hacia los limones, limas y citrones”.

Uphof no encontró flores macho en las variedades cultivadas de grapefruit (C. paradisi). Muchos árboles de la Tangerina Dancy (C. reticulata) no mostraron flores macho (un

árbol pequeño sobrecargado con una floración muy pesada tuvo una flor macho simple o singular entre los miles examinados). Los Tangelos (híbridos de C. reticulata con C. paradisi) tampoco mostraron flores macho.

En vista de estos hechos, es claro que la ocurrencia en números apreciables de flores macho en C. aurantium constituye una característica diferencial importante para separar estas especies de la C. sinensis.

El aceite etéreo en las hojas, flores y frutos de la naranja agria es de olor muy diferente que en la dulce (más agradable y aromático en la agria) y tiene una composición diferente. Además, el aceite recuperado de los pétalos de la agria, aceite neroli, encuentra un uso diferente en perfumería y tiene un valor mayor que el de las flores de naranja dulce. Este aceite, considerado por los expertos en perfumería como “indispensable para los perfumes más finos”, se dice que se debe a su alto valor de pequeñas cantidades (sólo 0,4 a 1,0 % de “un compuesto nitrogenado de fragancia excesiva”, antranilato de metil, $\text{NH}_2 \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{COOCH}_3$). Esta sustancia notable no es encontrada en el aceite extraído de los pétalos de la naranja dulce (Theulier, 1902). La pulpa de la naranja agria es intensamente agria, con un dejo amargo, en contraste con la dulce, sabor agradable de la dulce. Además, la corteza de la naranja agria, que es oficial en la British Pharmacopoeia (la cáscara de la agria y de la dulce es oficial en la U.S. Pharmacopoeia contiene tres glucósidos, de acuerdo con Tanret, 1886: (1) 4 a 30 partes por 1000 de isohesperidina (= naranjina), teniendo la misma composición porcentual y la misma polarización rotativa que la hesperidina, pero en gusto o sabor más amargo (la hesperidina de la naranja dulce es menos amarga) y una solubilidad muy diferente; (2) 15 a 25 partes por 1000 de aurantamarin (el cual, asevera Tanret, la mayor parte del sabor amargo de la corteza de la naranja agria es debido a él), difiriendo levemente en composición y en solubilidad de la naranjina y hesperidina; y (3) de una simple traza de 6 partes por 1000 de hesperidina. En la naranja dulce sólo este último glucósido, la hesperidina es encontrada, pero se presenta en cantidades

mucho más grandes que en la naranja agria (La naranjina es encontrada en el pomelo (*C. grandis*) y en el grapefruit (*C. paradisi*), una especie satélite).

La naranja agria también presenta diferencias fisiológicas de la naranja dulce. Esta tolera el frío invierno mejor y tiene casi inmunidad completa en el pie de la raíz, o mal de goma, tan destructivo en la naranja dulce en algunas localidades. Sin embargo, la naranja agria es severamente atacada por el hongo Scab, *Elsinoe fawcetti*, que no ataca a la naranja dulce.

Además de las diferencias morfológicas, químicas y fisiológicas mencionadas anteriormente, Ruggieri (1935) descubrió además una diferencia anatómica entre la naranja agria y la dulce, en la capa separatoria de la articulación que cae entre el pecíolo y el aspa de la hoja, que puede ser resumida como sigue:

(1) La médula en la articulación menor (más baja) conectada o unida donde el pecíolo se une a la rama es mucho más aplanada desde la copa al fondo en la naranja dulce que en la agria. En la naranja agria, la relación de la médula con el cilindro maderable promedia 1:1,4, medido en una dirección horizontal, y 1:2,2, en una dirección vertical, mientras en la naranja dulce la relación es 1:1,5 horizontalmente (cercano al de la naranja agria) y 1:4,5 en la dirección vertical (dorsiventral), o solamente la mitad de densa que la médula del pecíolo de la naranja agria. (2) Las células de las capas interiores del parénquima cortical de la articulación vertical, unida donde el pecíolo se une al limbo o aspa de la hoja son isodiamétricas y tienen un diámetro de 12 a 20,5 μ en la naranja agria pero en la dulce son de 20 a 27 μ de diámetro, o cercana a $\frac{1}{2}$ del largo que en la naranja agria. (3) Las fibras del periciclo que forman una vaina más o menos interrumpida alrededor del cilindro maderable son fuertemente engrosadas en la naranja agria pero son poco engrosadas, si de algún modo, en la naranja dulce.

B. Miyazaba, S. Matsubara, y T. Kawaida (1928) han encontrado además otras características anatómicas que separan la naranja agria de la dulce. Comparando la naranja agria común (Kaisei-to) de Japón con la Washington navel (tento) en la estructura de la hoja, ellos encontraron que la hoja de la naranja agria es delgada (197 a 274 μ , el promedio de las 10 medidas es 243,38 μ), mientras que la hoja de la naranja dulce es cercana a 11,1 % más gruesas (247 a 334 μ , el promedio de las 10 medidas es 270,33 μ). Las dos capas del tejido de empalizada son más o menos del mismo grosor en las dos especies, pero el tejido esponjoso muestra una amplia variación, siendo sólo de 148 a 189 μ de grosor en la hoja de la naranja agria (las 10 medidas promediaron 167,28 μ) pero fluctuando de 165 a 231 μ en la de la dulce (las 10 medidas promediaron 197,51 μ), o cerca del 17% más gruesas. Ellos también encontraron que el número de estomas es algo mayor en la epidermis de la naranja dulce que en la de la naranja agria, promediando 23,44 en el campo del microscopio óptico para la naranja dulce y 20 para la agria, o 17 % más para la naranja dulce.

En vista de este hallazgo de diferencias anatómicas, fisiológicas y químicas, entre la naranja agria y la dulce es obvio que ellas son especies diferentes aún si las diferencias totales morfológicas entre ellas son pequeñas (Reuther, Webber y Batchelor, 1967).

Variedades:

Daida (Double calyx) “Agriss anaranjada”. Arbol de tamaño mediano ramificado, de forma redonda, frutos medianos, color anaranjado, pulpa gruesa, jugosa, ácido - agrio, contiene muchas semillas y es muy cultivada en granjas y fincas.

Naranja Agrio - Amarillo. Arbol de tamaño mediano, poco frondoso, frutas amarillas, alargados en la parte del cáliz, poco jugosa - ácida, son usados para dulces. Las flores de los agrios generalmente son empleados para la industria de las esencias, de ellos se extrae el “mazaheer” esencias y azahares que tienen muchos usos industriales.

En la variedad de naranja agrio “Washington navel”, el jugo varía de 1,9 a 6,5 %, la pulpa de 12,2 a 21,8 y los sólidos solubles varían de 7,5 a 9,5 %, y su pH varía de 2,72 a 3,11 (Torres y Ríos, 1980).

Otras variedades y mutaciones de la naranja agria:

Hodgson ha dado en este trabajo un recuento de las formas de la naranja agria conocida en los EEUU, incluyendo la Bittersweet (amarga- dulce), con frutos dulces; la Paraguay, con frutos subácidos, y la Bergamot, creciendo en Italia para la fabricación de aceite de bergamot a partir de los frutos. Estas tres variedades son de origen desconocido y las opiniones difieren con respecto a si son mutaciones de la naranja agria, como la variedad myrtifolia o híbridos. La hibridización experimental podría probablemente establecer con rapidez la respuesta.

Las naranjerías de Europa, que entraron en boga cerca del siglo XV y por dos siglos estuvieron entre las posesiones más preciadas entre quienes podrían proporcionársela, se llenaron con cada forma de cítricos que se pudieran encontrar, entre ellas muchas formas de la naranja agria.

Tolkowski (1938) observó: “Sin embargo, fue en el siglo XVI y parte del XVII... que se dió a los árboles de cítricos, a teoría y práctica, su estatus final como un elemento de importancia primaria en los huertos o jardines italianos”. El también estableció que la primera naranja casera o “naranjería” en el norte de Europa, donde el cítrico no podía crecer fuera de las puertas, fue construída por orden de Carlos VIII, Rey de Francia, en su propio Chateau en Amboise después de su famosa expedición a Italia en 1494 y 1495. “El ejemplo colocado en Amboise fue prontamente seguido en otros Castillos Reales y en aquellos de muchos miembros de la nobleza”. Las más famosas naranjerías, de acuerdo con Tolkowski, fueron hechas por Luis XIV en Fontainebleau y Versailles y finalmente, en 1674, una para Madame de Montespan en Clagny, donde por 1675,

también Madame de Sévigné reportó para su hija, “hay un bosque entero de árboles de naranjo en cajas enormes”.

En 1818 - 1822, Risso y Poiteau en su famoso trabajo de folio, *Histoire naturelle des orangers*, publicaron descripciones y láminas coloreadas en tamaño natural de 23 variedades de naranjas agrias llamadas bigarades. De éstas, 11 habían sido ya nombradas, descritas y figuradas por Ferrari en su gran trabajo *Hesperides*, publicado en 1646. Un vistazo en estas láminas o placas basta para demostrar que una riqueza de formas, normales y teratológicas, estaban creciendo en Europa. Muchas de estas formas son aún encontradas en las colecciones de Citrus del viejo mundo, y unas pocas formas nuevas han aparecido en recientes trabajos en las variedades europeas de árboles de frutos cítricos (Riccobono, 1899; Inzenga, 1915; Galli, 1928, y otros). Un nuevo linaje sorprendente de la naranja agria, llamada la Oklawaha, fue originada en los EEUU. Tiene grandes frutos, de 7,5 a 10 cm de diámetro, con una corteza de 6 a 10 mm de grosor, que son ricas en pectina, haciéndola una excelente variedad mermelada (Swingle, Robinson, y Sarage, 1932 y Traub y Robinson, 1937).

La variedad Trabut de la naranja agria (nombrada en honor a L. Trabut, quien trajo cerca a Maison Carrée, Algeria, cerca del siglo XX, una colección muy fina de variedades cultivadas de Citrus) es un linaje europeo que produce frutos normales amargos - agrios pero difiere de todas las otras descripciones publicadas o figuras de naranjas agrias en tener pecíolos muy grandes, obdeltoides, más anchos (2 a 3 cm) que los de las hojas de la naranja agria típica. Fue introducida a los EEUU por David Fairchild en 1925, y distribuída como F.P.I. N° 63550. Esta, como la variedad Oklawaha justamente anotada, es un linaje de una agria muy rápidamente reconocida por una vista fácilmente de las características morfológicas.

La Daidai es una variedad cultivada de la naranja agria común en Japón que difiere poco de la naranja agria ordinaria excepto en ser de hábito de crecimiento enano, y tener

hojas con extremo despuntado y un cáliz persistente que continúa creciendo a medida que el fruto se desarrolla, finalmente se torna amarillosa o de color naranja a medida que el fruto madura. Esta variedad muestra casi inmunidad completa a la úlcera del cítrico en las Islas Filipinas, donde ordinariamente la naranja agria es muy susceptible, como lo observó Swingle en 1915. La Daidai es también conocida en China, donde crece en las provincias de Kiangsu y Chekiang por sus botones florales, que son usados para mezclas con hojas de té. Este crece además en Canton, especialmente en los famosos jardines Fat'i, como una planta de matera. Hu, 1934 la describió así:

“Después de un crecimiento de 5 ó 6 años el árbol Tai - tai (pronunciado 'dai - dai') alcanza una altura de 1 m; sus ramas crecen esparcidamente y son de hábito de propagación; las hojas son muy gruesas, pecíolos alados, las hojas son anchas y gruesas. El fruto es globoso - comprimido, mide 5,4 x 6,4 cm; la corteza es de color rojo anaranjado. La pulpa de fruta es en 10 segmentos; las membranas son gruesas y blancas; la carne de la fruta es amarillo claro. Las semillas elipsoidales, ápice cuneado, monoembriónico, cotiledones blancos en color; chalaza púrpura. El dulce del fruto es muy agrio, tanto que las frutas no son aptas para comer en su estado crudo. Ellos (los horticultores chinos) recogen sólo los botones florales de estas especies, los cuales secan al fuego para hacer un material oloroso para hojas de té”.

Hu fracasó al mencionar que la Tai - Tai china tiene los lóbulos del cáliz persistentes, agrandados, pero una descripción redactada por Kwok Wa - Shau, anterior asistente de Swingle trabajando en Canton, China a partir de plantas introducidas en la provincia de Kwangtung (en 1915 más o menos) de Soochow, provincia de Kiang Su, indica: “El cáliz es notablemente grande; siendo notablemente diferente del de las otras especies de citrus, verde - azulado en color, los 5 sépalos formando una copa algo sobresaliente... la corteza es extremadamente gruesa y la pulpa muy agria”. Los Chinos no usan la Tai - Tai como una rootstock; en lugar de ello, usan las siguientes especies que crecen en un tamaño mayor:

La naranja agria Vermillion globe (chuluan), que crece hasta una altura de 5 m y tiene hojas largas, angostas, de punta aguda. Hu (1934) la describió como que tiene frutos globoso - comprimidos, de 8 cm de largo y 9,5 cm de ancho, con muchas semillas (30 a 40). Es usado como un rizoma para naranjas dulces.

La naranja agria Leather - head (p'i - t'ou ch' eng), que tiene hojas elípticas, despuntadas en el extremo, pequeños frutos globosos - deprimidos, de 4,4 cm de largo y 6 cm de ancho, con corteza rugosa y con numerosas semillas (cerca de 20). Es usado como un rizoma para naranjas dulces en Huangyen, Provincia de Chekiang.

Tanaka, quien estudió los árboles de frutos cítricos en las regiones costeras de China opuesto a Taiwan, reportó (1932) que los rizomas de naranja agria usados en Fuchow y Huangyen “son muy diferentes de nuestro [Japonés] Daidai”. Probablemente la naranja agria usada como un rizoma en Huangyen que Tanaka mencionó fue la forma llamada naranjo agrio Leather - head por Hu.

Tanaka, quien está familiarizado con la naranja agria usada como un rizoma en los EEUU, declaró además, que “nuestro Daidai... es la cepa injertada más inferior. Por otro lado, la naranja agria en los EEUU e Italia es una excelente cepa injertada, como también de Chekiang...”.

Benemérito (1938), como Kwok (1922) no encontró la naranja agria típica que crece en la Provincia de Kwangtung, sólo la mutación Tai - Tai, que tiene un cáliz grande y persistente. El listó otras 4 variedades que él asignó a Citrus aurantium, pero tres de ellas, que tenían pecíolos muy estrechos alados, son probablemente híbridos, mientras que la cuarta, que tiene algunas veces pecíolos ampliamente alados y algunas veces estrechamente alados, fue considerada por el mismo Benemérito como probablemente un híbrido entre la naranja agria y una mandarina. Algunos de estos híbridos son valiosas pruebas como rizomas (Reuther, Webber y Batchelor, 1967).

Posibles híbridos orientales del naranjo agrio, según Reuther, Webber y Batchelor, 1967:

Además de las cuatro variedades de China y Japón, discutidas arriba, que parecen ser mutaciones de C. aurantium, hay otras formas, probablemente híbridos accidentales de jardín, de linaje desconocido. Las siguientes son conocidas de Taiwan y Japón:

Hyonkan: Esta forma tiene hojas grandes (13 x 6,5 cm), aguda o acuminada en la punta, y pequeña, subglobosa (6 cm de alto, 7 cm de ancho), frutos gruesos - de cáscara con corazón sólido. El cáliz en la etapa de floración tiene sépalos agrandados ligeramente; éstos, sin embargo, no elongados a medida que el fruto crece. Hayata (1919) los nombró Citrus daidai después un nomen nudum de Siebold lo imprimió en 1830, pero él declaró: "Este puede ser (a) híbrido entre C. aurantium y C. sinensis". Se reportó por ser cultivado en Taiwan y por ser más que una variedad Japonesa llamada Kwai seikan ("naranjo [agrio] muy verde"). Ciertamente se adujo evidencia para mostrar que esta variedad merece un nombre de especie.

Nansho daidai: Esta es una forma encontrada, muy raramente, que crece semisalvaje en los bosques de Taiwan en tres localidades, distritos Nanchwang (antiguamente Nansho), Gaogan y Taitung. Tanaka (1932) declaró que el "Nansho daidai se asemeja al Daidai [la forma japonesa de] citrus aurantium en la forma de los frutos, pero las hojas son algo similares a las de Narato - mikan". El vino a decir que los frutos son de forma redonda con una leve tetilla en el ápice, tiene un gusto ácido como el Yama - mikan, y tiene una cáscara gruesa como un citrón.

El Nansho daidai difiere del ordinario daidai japonés, de acuerdo con Tanaka (1926), en "tener hojas mucho más largas [hojas de más o menos 12 x 5 cm], lanceoladas, aguda y suavemente punteadas en los extremos, delgadas, inoloras; pecíolos ampliamente alados; cáliz glabroso, frutos aplastados, globosos, corteza con glándulas



aceitosas más pequeñas, pulpa delicada, muy agria y más profundamente amarilla”. En este artículo el Nansho daidai fue publicado en Japonés como Citrus taiwanica Tanaka y Shimada. Tanaka (1926), un mes después, publicó el Nansho daidai en Inglés como una nueva especie, Citrus taiwanica Tan., y declaró, “en el presente parece haber llegado a ser extremadamente escasa”. Esto es por no tener claro que ésta es una buena especie; ésta es probablemente un híbrido de C. aurantium con algunas otras especies de Citrus que tienen hojas largas, Tanaka pensó que los arbolillos “muy uniformes” de esta especie podían “servir como stocks para frutas cítricas comerciales semitropicales”. Esta uniformidad de los arbolillos puede ser debida a la naturaleza del híbrido del Nansho daidai, como muchos híbridos de Citrus producen arbolillos perfectamente uniformes a partir de botones nucelares que reemplazan al embrión verdadero en las semillas. En una publicación posterior Tanaka (1933) incluyó una ilustración a medio tono del espécimen tipo mostrado ramas florecidas diferente del texto figura (1933) ilustra el fruto globoso - deprimido, de corteza gruesa que muestra 10 segmentos.

Yama - mikan (“mandarina montañés”): Concerniente a esta forma, T y Y. Tanaka (1932) declaró: “Yamamikan... es usada como un rizoma en la Provincia de Hyuga [en Japón] y corresponde al stock agrio americano en su vigor y hábito”.

Híbridos de Citrus aurantium protegidos correctamente:

Aparentemente el único híbrido de naranjo agrio conocido que fue hecho mediante la apropiada polinización cruzada protegida es el siguiente bigenérico único:

Citradia [Citrus aurantium x Poncirus trifoliata]

Este hermosísimo híbrido trifoliado intermedio tiene gran vigor y resistencia(Poncirus).

4a. Citrus aurantium var. myrtifolia Ker - Gawl. [John Beltenden]

Bot. Reg. 4: texto a pl. 346. 1818. Citrus myrtifolia Raf. Sylva Tellar. Mant. 141. 1838; C. sinensis Pers. (non Osb.) Syn.

Pl. 2:74. 1807. Illus. Ker - Gawler, loc. cit. pl. 346 (col.); Risso y Poiteau, Hist. Nat. Orang. pl. 50 (col.). 1818 - 1822.

Tipo: England (Ker - Gawl.). Herb. ?

Distribución: Solamente conocida en cultivo; se supone que ha sido llevada desde China a las regiones del Mediterráneo en el siglo XVII.

Nombre común: Naranja Myrtle - leaved.

Ramitas con internodos muy cortos, usualmente de 1 - 2 cm de largo, con frecuencia sin espinas; hojas pequeñas, cerca de 1/2 - 1/3 del tamaño del follaje normal de la especie; fruto pequeño, con frecuencia de más o menos 1/4 - 1/2 del tamaño de aquel de las especies.

Esta planta es notablemente diferente de la naranja común que Charles Darwin (1868) consideró por ser una de las especies más distintas de Citrus. El declaró: “ Yo puedo aducir otro caso: la naranja myrtle - leaved es clasificada por todos los autores como una variedad, pero es muy distinta en aspecto general: en el invernadero de mi padre, durante muchos años, raramente produjo alguna semilla, pero al fin produjo una; y así un árbol cultivado fue idéntico con la forma original (padre)”.

La variedad myrtle - leaved de la naranja agria probablemente surge como una mutación de la forma común de la naranja agria.

Swingle una vez encontró en Leesburg, Florida, retoños de esta variedad myrtle - leaved creciendo desde las raíces cerca a la base del tronco de un rizoma de naranjo agrio muy

viejo, sobre el cual una gran naranja dulce ha crecido de un injerto. Sin duda esta vieja naranja agria fue originalmente, como las muchas otras encontradas en el mismo bosquecillo, desenterrada desde abajo de los árboles de encina siempre verde en un bosquecillo de sobre suelo rico (hamaca o chinchorro) donde los árboles de naranja agria crecían en una condición semisalvaje.

Una importante línea hortícola de naranja agria, el chinotto de Italia, pertenece a esta variedad. Está creciendo por sus pequeños frutos, que son dulces.

El problema taxonómico del Citrus aurantium y de sus formas:

El Citrus aurantium es inusual y puede casi decirse que muestra similitud de la naranja dulce, C. sinensis. Ha requerido cuidados investigación para encontrar diferencias morfológicas para separar las dos especies; aún ellas muestran grandes diferencias en sus requerimientos fisiológicos y limitaciones, en su compatibilidad de injerto con otros árboles de fruto cítrico, en su resistencia a enfermedades, y especialmente en la composición química de sus aceites esenciales, glucósidos, etc.

Si admitimos que las dos especies son distintas a pesar de su similitud, entonces encarar el aún más difícil problema de distinguir el parecido similar pero formas fisiológicamente diversas, ya sea subespecies, variedades o linajes, encontradas dentro de las especies. Dos formas de naranja agria tan similares como para parecer casi idénticas pueden tener valores profundamente diferentes como rizomas para el limón y quizás para otros árboles frutales de Citrus cultivados. Este problema, ya bastante complejo es además complicado para los híbridos de C. aurantium, los cuales tienen aún una mala situación taxonómica mucho peor.

5. Citrus sinensis (L.) Osbeck, Reise Ostind. China 250. 1765.

Citrus aurantium [var.] sinensis L. sp. Pl. 2: 782. 1753; etc.

Tipo - E

Distribución: China, Indo - China, posiblemente otras regiones del Sudeste Asiático.

Nombre común: Naranja dulce.

Un árbol de tamaño medio con una copa redondeada y ramas regulares; ramitas angulosas cuando jóvenes, usualmente con espinas tenues, algo flexibles, algo despuntadas en los axil de las hojas; hojas de tamaño medio, punteadas en el ápice, redondeadas en la base; pecíolos estrechamente alados, articulados ambos con las alas en la base y con el aspa de la hoja en la punta; flores en racimos pequeños o simples en los axil de las hojas, de tamaño medio; cáliz con 5 lóbulos; pétalos 5; estambres 20 - 25; ovario subgloboso con 10 - 13 lóculos; estilo delgado, claramente delimitado, cae prontamente; fruto subgloboso, oval o globoso aplastado; cáscara delgada, apretada, no amarga, eje o axil central sólido (médula); semillas cuneadas - ovoides con superficies planas con margen rugosa, blanca en el interior, embriones usualmente numerosos, variando grandemente en tamaño.

En 1914, en discusión de las especies Chinas de Citrus, Swingle declaró (1914): “La naranja dulce común, confundida frecuentemente con la agria o seville, es en hecho bastante distinta de la última. Los frutos de la dulce tienen corazón sólido, nunca llega a ser hueco como el de la agria; los pecíolos son estrechamente alados en la dulce y ampliamente alados en la agria; las hojas y flores de las dos especies tienen un olor muy diferente. Las dos especies muestran diferencias marcadas en sus requerimientos de suelo en su susceptibilidad a los ataques de enfermedades fungosas.

Muchas otras diminutas pero constantes divergencias son mostradas entre estas dos naranjas en todos sus órganos. Estas dos plantas, entonces, superficialmente tan similares, son en realidad muy diferentes y no deben ser unidas por ningún medio como

variedades de una especie". En la discusión anterior sobre *C. aurantium* se ha demostrado que muchas diferencias anatómicas entre la dulce y la agria han venido recientemente a la luz, diferencias que van lejos para mostrar que éstas son en realidad especies muy diferentes que pasan a poseer ciertas semejanzas superficiales ocultando muchas diferencias profundas (Reuther, Webber y Batchelor, 1967).

1.3.3 Extracción de los jugos cítricos. La extracción que se realiza por acción mecánica y de presión, provoca el rompimiento de tejidos y produce un jugo de aspecto turbio y partículas en suspensión, que en el caso del jugo de naranja interesa mantener. En esta etapa son importantes las reacciones de naturaleza enzimática y las oxidativas, debido a su efecto sobre la calidad del producto (Nagy, Chen y Shaw, 1993).

Se ha encontrado que a mayor presión, mayor rendimiento en zumo, pero se incrementan los de limonina, proteínas, número de formol, glucósidos, °Brix / acidez, sólidos insolubles, turbiedad (nube), aceite esencial, terpenos oxigenados, y otros; lo que en general se traduce en una calidad del zumo más baja que la obtenida a menor presión.

Entre las características directamente relacionadas con la calidad del zumo, que resultan afectadas por la forma de realizar la extracción, merecen destacarse las siguientes:

Pectina: el zumo contiene una pequeña pero importante cantidad de material insoluble, responsable de su característica turbiedad conocida por "nube". Esta nube está compuesta por aproximadamente 25 % de lípidos, 34 % de proteínas y 32 % de pectina.

La pectina es el estabilizador coloidal natural de los zumos e imparte viscosidad o consistencia (cuerpo) a los mismos. Puede degradarse por la acción de la pectinesterasa (PE), debido a que se liberan los grupos carboxílicos (acción desmetoxilante) de las

pectinas y en presencia especialmente de los iones de calcio (Ca^{++} propios del zumo) se precipitan en forma de pectatos insolubles, destruyéndose la nube, y clarificándose por tanto el jugo.

Limonina: le imparte el sabor amargo al jugo. Las condiciones de expresión y refinado del zumo bruto influyen también en el contenido de limonina del mismo. Esto se debe a que su precursor, el ácido limonóico monolactona A, está localizado en los tejidos de diferentes partes del fruto, principalmente en el albedo, membranas, semillas, y otros. El precursor, no amargo, pasa fácilmente a limonina (formación de un segundo grupo lactona en el precursor) al poco tiempo de extraer el zumo o rápidamente por calentamiento de éste (pasterización y/o concentración).

La extracción suave evita o atenúa la incorporación al zumo de sustancias no deseables, permitiendo la obtención de un producto exento de sabor amargo o con un menor contenido de limonina.

Acido ascórbico: la destrucción celular provocada por la extracción del zumo facilita la pérdida del ácido ascórbico por oxidación, principalmente por acción enzimática. El oxígeno puede también reaccionar con el ácido ascórbico en presencia de trazas de cobre y de hierro, dando ácido dehidroascórbico y agua oxigenada (Lafuente, 1985).

2.3.4 Pasterización de jugos cítricos. Una práctica corriente en la industria de procesamiento es calentar el jugo de cítricos para asegurar la estabilidad coloidal del zumo, éste se somete después de la extracción, a un tratamiento térmico suave suficiente para inactivar la PE, pero lo más suave posible para no alterar las características organolépticas del zumo. Este calentamiento se hace a temperaturas y tiempos suficientes para asegurar estabilización de la nube por inactivación de al menos una porción de las enzimas en el jugo natural (Nagy, Chen y Shaw, 1993).

Stevens et al, 1950 discutieron la técnica de la pasterización y su aplicación en jugos cítricos almacenados a temperaturas normales o de congelación. Ello es usualmente deseable para inactivar sustancialmente la PE en productos como jugo de limón, jugo de naranja, concentrados de éstos y limonada que serán almacenados a temperaturas ordinarias.

Tal acción enzimática es mucho menos pronunciada en el almacenamiento en frío, la inactivación de 75 - 95 % de la enzima puede ser suficiente para estabilizar productos congelados.

La PE puede ser inactivada en un rango de temperatura de cerca de 69 a 74 °C, la temperatura está en función del tiempo de sostenimiento y concentración de la enzima.

Una temperatura más alta de 77 °C con 30 segundos de tiempo de sostenimiento, es usada en operaciones comerciales para proporcionar un adecuado margen de seguridad. El inmediato enfriamiento después de la pasterización acompañado por el paso del jugo a través de intercambiadores de calor o por flashing dentro de una cámara de vacío es esencial para prevenir la rápida pérdida de calidad.

Para máxima estabilidad de la nube es necesario inactivar la PE en el jugo cítrico antes de concentrar y luego si es necesario, pasterizar el concentrado a 65 °C. Esto evita los efectos del daño por la alta acidez combinada con las altas temperaturas.

Estudios realizados usando un proceso de pasterización exactamente controlado, han indicado que la mínima temperatura requerida para obtener la esterilidad comercial es cerca de 62°C con 30 segundos como tiempo de sostenimiento (Vaughn y Murdock, 1956 citados por Nagy, Chen y Shaw, 1993).

2.3.5 Conservación de jugos cítricos. El zumo debidamente pasteurizado para asegurar la estabilidad de su estructura coloidal, se conserva normalmente en forma de semielaborado, generalmente concentrado, para en el lugar y momentos deseados proceder a su tipificación y envasado en forma de producto terminado, bien sea como zumo concentrado congelado, como zumo refrigerado o como zumo esterilizado envasado en caliente o en frío asépticamente.

Los métodos de preconservación más simples consisten en el empleo de conservadores químicos, que cada vez gozan de menos aceptación, y el almacenamiento en grandes depósitos, bajo condiciones asépticas y en refrigeración (de 0 a 5 °C). Este procedimiento es interesante para períodos de tiempo relativamente cortos, del orden de algunos meses, pero el mejor procedimiento es la conservación en congelamiento, en forma de concentrado de alto contenido de sólidos disueltos (60 a 65 °Brix).

El almacenamiento a bajas temperaturas es el método más adecuado para conservar la calidad de cualquier zumo si la temperatura es suficientemente baja, pues las reacciones de tipo químico o enzimático, responsables de la pérdida de calidad, se pueden evitar o frenar.

La congelación por sí misma, como fenómeno físico, puede, no obstante provocar modificaciones estructurales que afectan a la estabilidad de la nube; este problema se evita almacenando el jugo del cítrico en forma de concentrado y especialmente, cuando la temperatura de conservación no es excesivamente baja para permitir que una gran proporción de agua del producto permanezca sin congelar.

Sepúlveda y Marín (1996) desarrollaron una bebida refrescante con base en naranja agria, limón y ácido cítrico, usando niveles del 11 al 11.5% de miel de caña. Los productos luego de ser higienizados fueron evaluados tanto química y

microbiológicamente como sensorialmente.

Se realizaron tres tratamientos (naranja agria, limón mandarino y ácido cítrico más ácido ascórbico) y cada tratamiento se replicó cuatro (4) veces.

En los análisis físico químicos entre los tratamientos se encontraron diferencias significativas en las variables pH, viscosidad y densidad con respecto al sabor en el tiempo. No se encontraron diferencias significativas para °Brix y acidez titulable.

En el análisis microbiológico para la variable mohos hubo diferencia significativa en el tiempo de almacenamiento, más no en el sabor, las otras variables recuento total de mesoaerobios y número más probable de coliformes totales y fecales no presentaron diferencias significativas.

En el análisis organoléptico se encontraron diferencias significativas entre los sabores y el tiempo. Los puntajes obtenidos indicaron, en general, una buena aceptación de la bebida refrescante por parte de los 18 jueces, siendo superior el sabor de naranja agria evaluado en el día uno con un 73,87% de aceptación y en el día quince la aceptación fue de 70,56%.

Para el limón, el día uno tuvo una aceptación del 64,61% y para el día quince de 64,81%.

Para el sabor ácido cítrico más ácido ascórbico, en el día uno fue de 51,85% de aceptación y para el día quince fue de 47,73%.

La bebida de naranja agria, que fue la de mayor aceptación por parte del grupo de panelistas, se dió a degustar en forma masiva a la población de la Universidad Nacional, Sede Medellin, donde tuvo una aceptación del 85,46%.

BIBLIOGRAFIA

ALAIS, Charles. Ciencia de la leche. 2ed. Barcelona: Continental, 1971. 578 p.

BABILLA, G.J. Feeding value of whey protein concentrate produced by ultrafiltration in piglet feeding. En: Journal of Dairy Science (abst). Vol. 40, No. 9 (1978); 510 p.

BEDOYA M., Mónica y MOSQUERA A., Patricia. Utilización del suero en polvo de quesería en la industria alimenticia. Medellín: Algira Representaciones, 1993. 56 p.

BELTRAN A., Inés L. y RIVERA B., Doris. Viabilidad de la elaboración de gaseosas a partir de miel de caña. Santafé de Bogotá, 1991. 80 p. Tesis (Ingeniería de Alimentos). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ingeniería de Alimentos.

BERMUDEZ, J. R. Hay panela para todos los gustos. En: Carta Ganadera. Vol. 33, N° 2 (Feb. 1996); p. 28 - 34.

BOUNOUS, G. and AMER, M.A. Bulletin of the International Dairy Federation. No. 253 (1990); p.44-54.

COLANTA Y FEPALE. Memorias del Quinto Congreso de la Leche. Medellín: Marín Vieco, jun., 1995. 753 p.

CONVENIO ICA - HOLANDA DE INVESTIGACION Y DIVULGACION PARA EL MEJORAMIENTO DE LA INDUSTRIA PANELERA EN COLOMBIA. Avances en el cultivo de la caña y elaboración de la panela. Barbosa, Santander: CIMPA, 1989. 154 p.

CHOUCAIR, Khalil. Fruticultura colombiana. Medellín: Bedout, 19--?. v.1, 988 p.

DESDE EL SURCO. El ABC de la quesería rural, Quito-Ecuador. No. 46 (nov.-dic., 1984); 60 p.

DIEZ, Raúl y ONA, Unai. Aprovechamiento industrial del lactosuero. En: Industrias Lácteas. No. 100 (jun., 1987); p. 66-75.

DURAN C., Néstor; GIL Z., Nicolás y GARCIA B., Hugo. Manual de elaboración de panela y otros derivados de la caña. Barbosa, Santander: CIMPA, 1992. 180p.

ECHEVERRY, Margarita María. El cultivo de la caña, la producción de panela y su control. Medellín, 1978. 104 p. Tesis (Química Farmacéutica). Universidad de Antioquia. Facultad de Química Farmacéutica.

ESCUADERO, M. M. et al. La producción de alimentos concentrados para animales en Colombia. En: Cuadernos de Agroindustria y Economía Rural. Universidad Javeriana. Bogotá, 1987. N° 19; p. 117 - 145. Citados por: SARRIA, Patricia; SOLANO, A. y PRESTON, T. R. Utilización de jugo de caña y cachaza panelera en la alimentación de cerdos. CIPAV: Cali. En: Fedepanela. N° 5, 199-; p. 8 - 11, 18.

FEDEPANELA. Año 4. N° 10. Diciembre 1994. p. 8 - 11.

FEDEPANELA. Año 3. N° 8. 1993. 24 p.

- FIGUEROA, Vilda. La caña de azúcar como base de la producción porcina en el trópico. En: Taller regional sobre "Utilización de los recursos alimenticios en la producción porcina en América Latina y el Caribe". Instituto de Investigación Porcina; Habana, Cuba and FAO; Rome. 1990. Citado por: SARRIA, Patricia; SOLANO, A. y PRESTON, T. R. Utilización de jugo de caña y cachaza panelera en la alimentación de cerdos. CIPAV: Cali. En: Fedepanela. N° 5, 199-; p. 8 - 11, 18.
- GARZON, Haydee y GIRALDO, John J. Suero del queso blanco como fertilizante en pasto angleton. Medellín, 1984. 36 p. Tesis (Zootecnista). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía.
- GIESE, James. Developments in beverages aditives. En: Food Technology. Vol. 49, N° 9 (Sep. 1995); p. 64 - 74.
- GRAUMLICH, T.R. Potencial fermentation products from citrus processing wastes. En: Food Technology. Vol. 37, N° 12 (Dec. 1983); p. 94 - 97.
- GUDNASON, G.; HALLAND, R.F. and SHIPE, W.F. Leche con sabor a frutas. En: Industrias Lácteas. Vol. 10, No. 11 (1961); p. 22-29.
- INDUSTRIA ALIMENTICIA. Bebidas. Stangnito Publishing Company. Vol.6, N° 2 (Dic. 1995); p. 60 - 65.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLOGICAS. Elaboración de panela. Bogotá: Guadalupe, 1978. 50 p.
- IZQUIERDO, B. U. Caña, trapiches y panela en Cauca, Valle y Caldas. Cali: Asociación Nacional de Cultivadores de Caña de Azúcar. Departamento de Investigaciones Económicas, 1964.
- KOSIKOMSKI, Frank U. Cheese and fermented milk foods. 2ed. New York: Brooktandale, 1982. 711 p.

- LAFUENTE, B. Factores que afectan la calidad y estabilidad del zumo de naranja semielaborado. En: Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos. Vol. 25, N° 3 (1985); p. 335 - 354.
- MADRID A., Vicente. Nuevo manual de tecnología quesera. Madrid: Iragra-Bardala, 1994. 378 p.
- _____. Modernas técnicas de aprovechamiento del lactosuero. Madrid: Fragua, 1981. 152 p.
- MARTINEZ C., José Luis. Burbujas en reposo: el sector de las bebidas refrescantes permanece estancado en los últimos años. N° 175 (May. 1973); p. 70 - 87.
- MARTINEZ, Olga Lucía. Aprovechamiento del lactosuero en la alimentación humana. Medellín, 1983. 113 p. Tesis (Tecnóloga en Alimentos). Universidad de Antioquia. Departamento Tecnología de Alimentos.
- MEJIA, Andrés F. y TOBON, Francisco J. Fermentación bacteriana del lactosuero y su utilización para la elaboración de bebidas refrescantes. Medellín, 1988. 56 p. Tesis (Zootecnista). Universidad de Antioquia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- MATTHEWS, A.C. Beverages flavorings and their applications. En: Food Flavorings. 2 ed. New York: P.R. Ashurst, Blackie Academic and Professional, Chapman and Hall. Citado por: GIESE, James. Developments in beverages aditives. En: Food Technology. Vol. 49, N° 9 (Sep. 1995); p. 64 - 74.
- MEADE, George P. Manual del azúcar de caña. 9 ed. Barcelona: Comercial y Artes Gráficas, 1967. 940 p. Citado por: ECHEVERRY, Margarita María. El cultivo de la caña, la producción de panela y su control. Medellín, 1978. 104 p. Tesis (Química Farmacéutica). Universidad de Antioquia. Facultad de Química Farmacéutica.

- MENA, A. La producción de cerdos con base en la caña de azúcar: Sistemas intensivos para la producción animal y de energía renovable con recursos tropicales. CIPAV: Cali, 1989. Citado por: SARRIA, Patricia; SOLANO, A. y PRESTON, T. R. Utilización de jugo de caña y cachaza panelera en la alimentación de cerdos. CIPAV: Cali. En: Fedepanela. N° 5, 199-; p. 8 - 11, 18.
- MODLER, H. Wayne. Aprovechamiento de los sueros en la industria láctea. En: Memorias del Quinto Congreso Panamericano de la Leche FEPALE-COLANTA. Medellín: Marín Vieco, 1995. 753 p.
- MORENO, A.; RUBIO, O. I. y SARRIA, P. Melote de caña en la alimentación de cerdos: etapa de levante - ceba. Reporte de Investigación CIPAV: Cali, 1989. N° 2; p. 66 - 81. Citados por: SARRIA, Patricia; SOLANO, A. y PRESTON, T. R. Utilización de jugo de caña y cachaza panelera en la alimentación de cerdos. CIPAV: Cali. En: Fedepanela. N° 5, 199-; p. 8 - 11, 18.
- NAGY, Steven; CHEN, Chin Shu and SHAW, P. Fruit juice processing technology. Florida: Ag. Science, 1993.
- NRC. Nutrient requeriments for swine. National Academy Press; Washington, D.C. 1988. Citado por: SARRIA, Patricia; SOLANO, A. y PRESTON, T. R. Utilización de jugo de caña y cachaza panelera en la alimentación de cerdos. CIPAV: Cali. En: Fedepanela. N° 5, 199-; p. 8 - 11, 18.
- POLLOCK, C. Flavor application in beverage product development. En: OPTIMIZING FOOD AND BEVERAGE Work - Shop. Anaheim, Ca.: Institute of Food Technologists, 1995. Citado por: GIESE, James. Developments in beverages aditives. En: Food Technology. Vol.49, N° 9 (Sep. 1995); p.64-74.
- PRESTON, T. E. The role of the private sector in technology transfer; a case study in Colombia. En: Integration of livestock with crops in response to increasing population pressure on available resources. CTA: Wageningen (In press), 1989. Citado por: SARRIA, Patricia; SOLANO, A. y PRESTON, T. R. Utilización de jugo de caña y cachaza panelera en la alimentación de cerdos. CIPAV: Cali. En: Fedepanela. N° 5; p. 8 - 11, 18.

- PRIMOYUFERA, E. Química Agrícola III. Madrid: Alhambra, 1979. p. 373 - 442.
- RAMIREZ P., Gloria P. y SUAREZ, Sandra Ma. Elaboración de bebidas lácteas utilizando diferentes niveles de suero dulce. Medellín, 1995. 112 p. Tesis (Zootecnistas). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- RAUCH, G. H. Fabricación de mermeladas. Madrid: Acribia, 1987. 199 p.
- REUTHER, Walter; WEBBER, Herbert John and BATCHELOR, Leon Dexter. History, world distribution, botany and varieties. En: The Citrus Industry. Vol. 1, N° 67 (1967); p. 369 - 379.
- ROYO, J. Métodos de análisis aplicables a los zumos, concentrados y piensos derivados de los frutos cítricos. En: Agroquímica y Tecnología de Alimentos. Vol. 12, N° 4 (Dic. 1972); p. 495 -504.
- RUIZ M., Lilliana A. Obtención de un edulcorante líquido a partir de caña de azúcar. Medellín, 1995. 58 p. Tesis (Ingeniería Química). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- S.U.P.Q. Química inorgánica. p. 204 - 207.
- SARRIA, Patricia; SOLANO, A. y PRESTON, T. R. Utilización de jugo de caña y cachaza panelera en la alimentación de cerdos. CIPAV: Cali. En: Fedepanela. N° 5; p. 8 - 11, 18.
- SAUER, F. Preservatives of Quality. En: INGREDIENTS TECHNOLOGY Short Course. New Orleans, Ca.: Institute of Food Technologists, 1985.
- SLOAN, A. E. Fresh, fan and far more than vitamins. En: Food Technology. Vol 49, N° 8 (1995); p. 102. Citado por: GIESE, James. Developments in beverages aditives. En: Food Technology. Vol. 49, N° 9 (Sep. 1995); p. 64 - 74.

- SOLANO, L. A. Jugo de caña, dos fuentes de proteína y dos niveles protéicos en la alimentación de cerdos en levante - ceba. Reporte de Investigación CIPAV: Cali, 198-. N° 2; p. 91 - 101. Citado por: SARRIA, Patricia; SOLANO, A. y PRESTON, T. R. Utilización de jugo de caña y cachaza panelera en la alimentación de cerdos. CIPAV: Cali. En: Fedepanela. N°5, 199-; p.8-11,18.
- THIVEND, P. Empleo del suero en la alimentación de los rumiantes con referencia especial a los problemas de contaminación. En: Revista Mundial de Zootecnia, (sl). Vol. 23 (1977); p. 20-24.
- TORRES M., Rodrigo y RIOS C., Danilo. Frutales II. Bogotá: ICA, 1980. p.31-32.
- TRESSLER, Donald K. and PHILIP E., Nelson. Fruit and vegetable juice processing technology. 3 ed. Connecticut: AVI Publishing, 1980. 603 p.
- WOJCICKYJ, S. The Key to manufacturing quality hotfill products. En: SOC. OF SOFT DRINK TECHNOLOGISTS QUALITY 2000 work - shop. Albuquerque, N.M. 1994. Citado por: GIESE, James. Developments in beverages aditives. En: Food Technology. Vol. 49, N° 9 (Sep. 1995); p. 64 - 74.