

# CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DE FIBRAS DE ALGUNAS FRUTAS COMUNES EN COLOMBIA

## SENSORIAL CHARACTERIZATION OF FIBERS OF SOME COMMON FRUITS IN COLOMBIA

Olga L. MARTÍNEZ A <sup>1\*</sup>., María O. ROMAN M <sup>1</sup>., Ester L. GUTIÉRREZ E <sup>1</sup>.,  
Gilma B. MEDINA <sup>1</sup> y Oscar A. FLÓREZ A <sup>2</sup>.

### RESUMEN

Actualmente en la investigación y desarrollo de nuevos productos es de gran importancia la evaluación sensorial de las características de las materias primas y del producto obtenido. En el presente estudio se realiza a través de pruebas descriptivas la caracterización sensorial de fibras de naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*), limón (*Citrus limon*), piña (*Ananas comosus*), maracuyá (*Passiflora edulis*) y mango (*Mangifera indica*), con el fin de elaborar el perfil de sabor y el perfil de textura para proceder a hacer las formulaciones de productos que satisfagan a los consumidores. Teniendo en cuenta que las fibras son sensorialmente agradables y son además buena fuente de fibra dietaria total, se pueden aprovechar adecuadamente los residuos generados en el procesamiento de frutas en Colombia en la elaboración de nuevos productos alimenticios y farmacéuticos.

**Palabras clave:** fibra dietaria, textura, sabor, frutas.

### ABSTRACT

Nowadays investigation and development of new products, the sensorial evaluation of the characteristics of raw materials and the product obtained from them is of great importance. In the present study, sensorial characterization is carried out with orange fibers (*Citrus sinensis*), tangerine (*Citrus reticulata*), lemon (*Citrus limon*), pineapple (*Ananas comosus*), passion fruit (*Passiflora edulis*), and mango (*Mangifera indica*) through descriptive tests, with the purpose of generating taste and texture profiles in order to create product formulations that would satisfy to the consumers. Considering that the fibers are pleasant in sensorial terms as well as a good source of the total diet fiber, the residues generated in the processing of fruits in Colombia can be well exploited in the development of new nutritional and pharmaceutical products.

**Key words:** diet fiber, texture, taste, fruits.

---

1 Profesores Departamento de Alimentos. Facultad de Química Farmacéutica. Universidad de Antioquia. Medellín-Colombia. A.A 1226 Fax 210 54 56.

2 Profesor Departamento de Farmacia. Facultad de Química Farmacéutica. Universidad de Antioquia. Medellín-Colombia A.A 1226

\* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: olmar@muiscas.udea.edu.co

## INTRODUCCIÓN

Las frutas constituyen un grupo de alimentos indispensable para el equilibrio de la dieta humana especialmente por su aporte de fibra y vitaminas. La gran diversidad de especies, con sus distintas propiedades organolépticas y las diferentes formas de prepararlas, hacen de ellas productos de una gran aceptación por parte de los consumidores (1, 2, 3).

El componente mayoritario de las frutas es el agua, que constituye en general entre el 75 y el 90% del peso fresco de la porción comestible. Le siguen en importancia cuantitativa los azúcares, con porcentajes que oscilan entre el 5 y el 18%, polisacáridos y ácidos orgánicos entre el 0.5 y el 6%. Los compuestos nitrogenados y los lípidos son escasos. Algunos componentes como los colorantes, los aromas y los compuestos fenólicos astringentes, se encuentran en muy bajas concentraciones, pero influyen decisivamente en la aceptación organoléptica de las frutas. Otros componentes como las vitaminas, los minerales y la fibra aportan importantes propiedades nutritivas. Las pectinas desempeñan un papel fundamental en la consistencia (1, 4). La fibra vegetal está formada básicamente por celulosa, hemicelulosa y sustancias pécticas; su valor suele ser inferior a un 2%, salvo en cocos, dátiles, higos secos y moras, en los cuales se encuentra un 9%. La pectina suele extraerse de la porción blanca y esponjosa de la cáscara de los cítricos, el albedo, y es de utilidad en la elaboración industrial de confituras y mermeladas. Las propiedades laxantes de la ciruela y las peras están relacionadas con la actividad de un poliol emparentado con los azúcares: el sorbitol (5).

Es importante el aporte de vitamina C a través de la ingesta de frutas tropicales y frutos cítricos como naranjas, limones y mandarinas. Las frutas pueden tener un notable contenido de potasio, que se combina con diversos ácidos orgánicos. Hay cantidades destacables de calcio asociadas a las sustancias pécticas de la pared celular. El magnesio aparece ligado a las moléculas de clorofila y el fósforo interviene en el metabolismo

de los glúcidos. El cloro solo tiene importancia en algunas variedades y los valores de hierro, zinc, sodio y yodo son bajos (5).

La textura y la consistencia de las frutas se debe, por una parte, al contenido en agua retenida por ósmosis en las células, y al contenido en geles de almidón y de pectinas (1, 6).

La textura de la fruta varía de dura a blanda por la actuación de enzimas pectínicos que van rompiendo parte del componente rígido de la fibra vegetal. Además, las células se van cargando de agua por el aumento de la permeabilidad de la pared y la membrana. El resultado es un progresivo reblandecimiento que proporciona a la fruta la textura característica de cada variedad (6).

En general, la calidad óptima de las frutas se alcanza en un intervalo de tiempo más o menos estrecho, alrededor del pico climatérico. Algunas frutas como la piña, los higos, los cítricos y las uvas son no climatéricas y deben recogerse cuando alcanzan su madurez, etapa en la cual presentan su mejor calidad sensorial (1, 7, 8).

Las características organolépticas finales de la fruta dependen del proceso de maduración. Durante este período, acontecen diversos mecanismos bioquímicos inducidos por enzimas que afectan la textura, el aroma, el sabor y el color (Véase tabla 1) (5, 8). Durante la maduración, se sintetizan los compuestos volátiles característicos de cada fruta. Esta síntesis se acelera durante el climaterio; al final del período es cuando aparece la plenitud del aroma. La formación de aromas depende mucho de factores externos, tales como la temperatura y sus variaciones en el ciclo día/noche (1).

Muchas sustancias intervienen en la conformación del sabor y aroma de las frutas y los vegetales (6). Durante la maduración, se sintetizan los compuestos volátiles característicos de cada fruta. Esta síntesis se acelera durante el climaterio; al final de este período es cuando aparece la plenitud del aroma. La formación de aromas depende mucho de factores externos, tales como la temperatura y sus variaciones en el ciclo día/noche (1, 6).

**Tabla 1.** Enzimas que afectan la calidad sensorial

ENZIMAS	REACCIÓN QUE CATALIZA	DEFECTO DE CALIDAD
<b>FLAVOR</b>		
Hidrolasa acil-lipolítica (lipasa, estearasa)	Hidrólisis de lípidos	Rancidez hidrolítica (sabor jabonoso)
Lipoxigenasa	Oxidación de ácidos grasos poliinsaturados	Rancidez oxidativa (sabor a vegetal)
Peroxidasa/catalasa		Mal sabor
Proteasas	Hidrólisis de proteínas	Amargor
Color		
Polifenoloxidasas	Oxidación de fenoles	Color oscuro
<b>TEXTURA, CONSISTENCIA</b>		
Amilasa	Hidrólisis de almidón	Ablandamiento/pérdida de viscosidad
Pectinmetilesterasa	Hidrólisis de pectina a ácido péctico y metanol	Ablandamiento/pérdida de viscosidad
Poligaracturonasa	Hidrólisis de enlaces 1,4 glicosídicos en ácido péctico	Ablandamiento/pérdida de viscosidad
<b>VALOR NUTRITIVO</b>		
Ácido ascórbico oxidasa	Oxidación del ácido L-ascórbico	Pérdida de vitamina C
Tiaminasa	Hidrólisis de Tiamina	Pérdida de vitamina B

Fuente: Larrañaga, I., Carballo, J., Rodríguez, M., Fernández, J. (1998) Control e Higiene de los Alimentos. Editorial MacGraw-Hill. Madrid, España. pp. 418-425.

El aroma y el sabor de las frutas son universalmente muy estimados y frecuentemente utilizados en una amplia variedad de productos tales como bebidas, jarabes, productos de tocador, aromatizantes y otros productos de consumo. En relación con la composición del aroma de frutas tropicales puede decirse que aunque hay muchas especies que crecen en el trópico, solo unas pocas como el banano, los cítricos y la piña, han sido extensamente estudiados. En Colombia hay aproximadamente unas 170 especies comestibles de frutas, pero solo algunas de ellas están ampliamente comercializadas en los mercados internacionales y es aún desconocida la química del aroma de casi todas (7).

Son varios los grupos de compuestos químicos que contribuyen de un modo importante a definir el «flavor» característico de las frutas. Los ácidos orgánicos habituales (cítrico, málico, quínico y láctico) son los responsables del sabor ácido y de las propiedades amortiguadoras de la sed que tienen las bebidas no alcohólicas derivadas de la fruta. Sin embargo, en las fracciones volátiles de las frutas solo hay dos ácidos, el fórmico y el acético. El sabor ácido también está relacionado con la presencia de otros compues-

tos, en mayor o menor abundancia según la variedad, como los ácidos ascórbico, tartárico, fumárico, glucónico, malónico, salicílico, benzoico, shiquímico, fórmico y acético. Los carbonilos también contribuyen de modo significativo al aroma y «flavor» de la mayor parte de las frutas y tienen gran importancia en ciertos casos: por ejemplo el 5-hidroxi-2-metil furfural en las piñas y el acetaldehído en las naranjas. Pero al parecer son los ésteres los componentes naturales más importantes de los «flavores» de las frutas; las distintas frutas difieren muy considerablemente en esta fracción, que es característica de cada tipo de fruta.

En el sabor amargo y en la sensación de sequedad y astringencia propia de algunos frutos intervienen, entre otros, el limoneno, la naringina, la hesperidina, las saponinas y los compuestos fenólicos llamados taninos. El sabor amargo de la fruta verde se va tornando dulce a medida que va reduciéndose la concentración de ácidos y que el almidón va transformándose en azúcares simples. El sabor dulce y el cuerpo se deben a la presencia de azúcares. Los azúcares de las frutas maduras se encuentran casi en su totalidad en forma de glúcidos simples, como la fructosa y la glucosa,

siendo los determinantes del delicioso sabor dulce que suelen presentar. Su cantidad fluctúa según la variedad. Estos azúcares fundamentalmente fructosa y glucosa (en algunas frutas también sacarosa), contribuyen a la modificación de la textura, al favorecer la formación de geles de pectina. El sabor salado es muy poco marcado, en razón de las bajas concentraciones de las sales presentes en las frutas y vegetales (1, 5, 6, 9, 10, 11, 12).

La diversidad e intensidad de colores en las frutas está dado por los pigmentos presentes en los tejidos vegetales, los cuales se clasifican en 3 grupos: las clorofilas de color verde, los carotenoides de colores amarillos y los flavonoides de colores morados y rojos, entre otros. La ruptura de las moléculas de clorofila permite que vayan aflorando los pigmentos que estaban enmascarados bajo ellas, a la vez que se van sintetizando otros. Las frutas pierden la tonalidad verde clorofílica para pasar a su coloración definitiva anaranjada, amarilla, púrpura, rojiza o negruzca. Al final, la fruta madura presenta los bellos colores que generan la atracción hacia su consumo por parte del ser humano y de otras especies animales. Básicamente los pigmentos implicados son similares a los que aparecen en las hortalizas (5, 6, 10).

Los pigmentos en las frutas cítricas se concentran en la cáscara y en menor cantidad se distribuyen en la fruta. Los colores naranja y amarillo se deben a los carotenoides, de los cuales es típico el  $\beta$ -caroteno, pero hay muchos otros como el fitoeno, fitofluoeno, decaroteno, criptoxantina y violaxantina. El color rosado de algunas toronjas se debe a una combinación de licopeno y  $\beta$ -caroteno. El color de las naranjas rojizas es bastante distinto y lo produce la antocianina, que es soluble en el jugo, mientras que los carotenoides no lo son (4, 12)

Las frutas y hortalizas en general, vienen acompañadas de una gran gama de estructuras botánicas, (cáscaras, bractees florales, cálices, pedúnculos, semillas y otros) que en muchos productos no se utilizan para consumo humano. Durante su manejo, mercadeo, procesamiento y distribución quedan grandes cantidades de desechos o basuras vegetales que presentan problemas para su transporte y eliminación. Residuo o desecho se refiere a estructuras que acompañan al producto, a los cuales no se les da un uso primario en un proceso agroindustrial de cualquier nivel (13).

Existen alternativas de posible uso de estos desechos en el sitio, presentando ventajas económicas y control de contaminación por residuos: alimentación animal, fertilización de cultivos o plantas ornamentales, camas para cría de animales, producción de combustible, alcoholes y vinagres, obtención de pectinas, aceites esenciales y ácido cítrico, producción de cáscara en salmuera y confitada, esencia concentrada y producción de proteína biológica (4, 13).

Durante las dos últimas décadas la fibra dietaria ha generado un gran interés, debido a su efecto benéfico sobre la función gastrointestinal y en la prevención de enfermedades cardiovasculares (4, 14). La importancia que ha adquirido el consumo de fibra dietaria ha traído consigo modificaciones en la industria alimentaria, desarrollándose nuevos productos con alto contenido de fibra y dietas complementarias enriquecidas con fibra, que han sido formuladas utilizando materias primas ricas en fibra como cereales, frutas, vegetales y legumbres (12, 15, 16.). Por lo anterior y ante la necesidad de ofrecer fuentes de fibra dietaria como materia prima para el diseño de productos alimenticios y farmacéuticos inocuos y con un determinado efecto fisiológico, se realizó a nivel de laboratorio un proceso de obtención de fibra a partir de residuos de naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*), limón (*Citrus limon*), maracuyá (*Passiflora edulis*), piña (*Ananas comosus*) y mango (*Mangifera indica*). Estas fibras se caracterizaron mediante análisis fisicoquímico, sensorial y microbiológico (14, 17, 18)

Teniendo en cuenta, que las frutas y vegetales contienen una gran cantidad de agua libre cuando son frescos, la contracción que se produce al evaporar el agua inicial es muy importante. La base teórica de la contracción incluye leyes mecánicas, teniendo en cuenta los esfuerzos que sufre el material y las deformaciones durante la deshidratación. La contracción de alimentos no es perfectamente homogénea. Al principio del secado, las partículas mantienen su geometría original. Conforme avanza el secado, la contracción va siendo acompañada por deformaciones en las partículas. La densidad y la porosidad son importantes propiedades físicas que caracterizan la textura y calidad del secado de los alimentos. Los valores experimentales para esas propiedades son fundamentales a la hora de modelizar y de diseñar operaciones como el secado. La porosidad es un

parámetro importante para predecir las propiedades difusionales de frutas y vegetales durante su secado (19).

## PARTE EXPERIMENTAL

El análisis sensorial se realiza en el Laboratorio de Análisis Sensorial de la Universidad de Antioquia. Las pruebas se hacen con un grupo de 9 jueces entrenados. Las muestras utilizadas para el análisis descriptivo son: fibras de naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*), limón (*Citrus limon*), maracuyá (*Pasiflora edullis*), piña (*Ananas comosus*) y mango (*Mangifera indica*).

La preparación de las fibras para el estudio se hace de la siguiente forma: las cáscaras son seleccionadas, pesadas y reducidas de tamaño troceándolas y luego son sometidas a un lavado por inmersión en agua potable durante 30 minutos a temperatura ambiente, se procede luego a una desinfección por inmersión en una solución de hipoclorito de sodio de 15 partes por millón (p.p.m) durante 20 minutos, se escurren sobre una malla y se secan en estufa con circulación de aire a 60 ° C. Se pesa nuevamente y se empaca en bolsas de polietileno. El material seco se muele en un molino de dientes marca Condux-Werk modelo Lv 15 M. El material seco y molido al que se denomina fibra se almacena en recipientes de polietileno con cierre hermético, rotulados y marcados hasta su evaluación analítica. Para la evaluación de las características sensoriales el material es preparado, homogenizando pasando nuevamente por un molino de cuchillas marca General Electric y por malla número 40 (14, 18).

La caracterización sensorial se realiza con base en las Normas Técnicas Colombianas NTC 3929 y NTC 4489 de la siguiente manera: inicialmente los jueces reconocen las muestras, las memorizan y luego de tener sus características definidas las describen en cuanto a su olor, color, sabor, aroma, textura visual, textura de composición y textura mecánica.

Se realiza además, el perfil de sabor y el perfil de textura de la fibra de naranja y piña, ya que éstas son las más características en los atributos estudiados por los jueces; es así como la interrelación del olor, aroma y sabor de la fibra de piña se corresponden completamente; en cam-

bio en la fibra de naranja dichos atributos no se corresponden entre ellos.

El perfil de sabor de las fibras de naranja y piña se determina según el método independiente para perfil de sabor de la Norma Técnica Colombiana 3929 (20), desarrollando las siguientes etapas: identificación y descripción de los descriptores de sabor perceptibles, determinación del orden de percepción de los descriptores de sabor, valoración de la intensidad de cada descriptor, descripción de sabores residuales y evaluación de la impresión total de la muestra. La valoración de la intensidad de cada descriptor, se hace teniendo en cuenta la siguiente escala: 0= No presente, 1= apenas reconocible 2= débil 3= moderado 4= fuerte 5= muy fuerte.

El perfil de textura de las fibras de naranja y piña, se realiza según el método de clasificación sistemática de la Norma Técnica Colombiana 4489 (21), desarrollando las siguientes etapas: percepción de las características de composición, geométricas y mecánicas, intensidad de percepción de dichas características, orden de aparición de los descriptores y valoración de los descriptores teniendo en cuenta la siguiente escala: 0= no presente, 1= apenas reconocible 2= débil 3= moderado 4= fuerte 5= muy fuerte. En la tabla 3 y 4 se presentan las calificaciones promedio dadas por los jueces para cada descriptor.

Se toman microfotografías de las fibras utilizando muestras secas y molidas de los diferentes tipos de fibra suspendidas en aceite mineral y en silicona líquida por medio de un microscopio de luz óptica, al cual se le adapta una cámara digital de video asistido por un computador con un objetivo de 40X, en donde se procesan las imágenes.

## RESULTADOS

Los resultados sobre la caracterización sensorial de color, olor, sabor, aroma y texturas de las fibras de frutas en estudio, se presentan en la tabla 2. En la figura 1 se muestra el perfil de sabor de la fibra de naranja y en la figura 2 el perfil de textura de la fibra de naranja. En la figura 3 se muestra el perfil de sabor de la fibra de piña y en la figura 4 el perfil de textura de la fibra de piña. En la figura 5 se presentan las microfotografías (40X de aumento) de las fibras suspendidas en aceite mineral y en silicona líquida.

TABLA 2. Caracterización sensorial de fibras de frutas

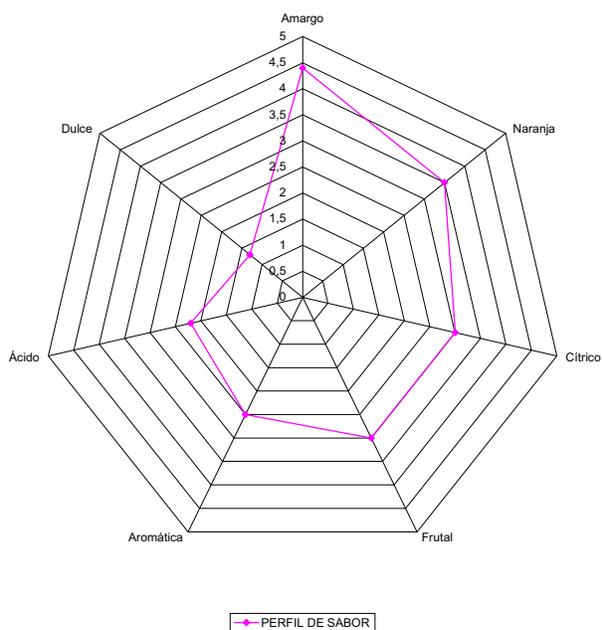
ATRIBUTOS	DESCRIPTORES DE FIBRAS					
	NARANJA	MANDARINA	LIMÓN	MARACUYÁ	PIÑA	MANGO
Olor	Cítrico, a naranja muy fresca, dulce, muy fuerte.	Cítrico, fresco, muy fuerte, ácido, a mandarina dulce.	A limón, muy fuerte.	Suave a melaza, ligeramente a cáscara de Maracuyá, ligeramente dulce, a aromática,	Dulce, a melaza, a piña, a aromática	A mango, aceitoso, a hojas secas, a aromática.
Color	Amarillo claro, café claro, beige.	Predomina el amarillo, se observan tonos café claro y gris.	Tonos verdes, amarillo, beige, gris, café claro y café oscuro.	Beige, café claro, crema, amarillo claro.	Tonos café claro, café oscuro, beige, poco amarillo.	Varias tonalidades de verde, verde seco, verde oscuro, café claro y café oscuro.
Sabor	Amargo y produce sensación astringente.	Amargo, ligeramente ácido.	Ácido y amargo.	Ligeramente dulce y ácido, un poco amargo, ligeramente a tierra.	Ácido, ligeramente dulce.	Ligeramente ácido y amargo, a cáscara de mango, hierba seca.
Aroma	A naranja, cítrico, ligeramente ácido.	Cítrico, amargo, ligeramente ácido.	Cítrico, ligeramente ácido y amargo.	Dulce.	Muy dulce, ácido, a piña muy madura, a melaza, ligeramente amargo.	A hierbas y a aromática.
Textura visual	Partículas irregulares, en forma de cuadrados y laminar, partículas pequeñas y medianas, polvorienta y granulosa.	Partículas irregulares, redondas y planas, seca,	Partículas irregulares, pequeñas, secas, polvorienta y granulosa	Partículas irregulares planas, seca.	Partículas irregulares, pequeñas y medianas, dura, seca, polvorienta y granulosa	Similar a hojas secas, partículas planas y laminares, con fibras de tamaño irregular.
Textura de composición	Seca.	Seca.	Seca.	Seca.	Seca.	Seca y fibrosa.
Textura mecánica	Dura, al contacto con la saliva se ablanda.	Dura.	Dura, al contacto con la saliva se ablanda y se siente gomosa.	Dura, al contacto con la saliva se ablanda y se siente un poco gomosa	Dura.	Ligeramente dura.

**TABLA 3.** Calificaciones promedio para los descriptores de sabor y textura de la fibra de naranja.

Descriptores de sabor	Calificaciones promedio	Descriptores de textura	Calificaciones promedio
Amargo	4.4	Masticable	4.5
Naranja	3.5	Seca	4.3
Cítrico	3.0	Duro	3.6
Frutal	3.0	Granular	4.3
Aromática	2.5	Áspera	3.5
Ácido	2.2	Arenosa	3.4
Dulce	1.3	Irregular	3.0

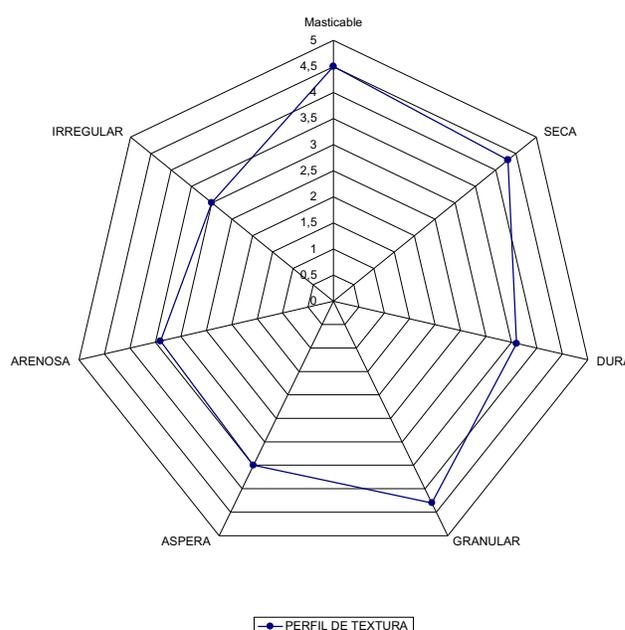
**TABLA 4.** Calificaciones promedio para los descriptores de sabor y textura de la fibra de piña.

Descriptores de sabor	Calificación promedio	Descriptores de textura	Calificación promedio
Fruta	3.0	Irregular	5.0
Cítrico	3.0	Granular	4.7
Aromática	2.8	Masticable	4.5
Ácido	2.3	Seca	4.2
Dulce	1.7	Áspera	4.0
Amargo	1.0	Arenosa	3.5
Melaza	1.0		



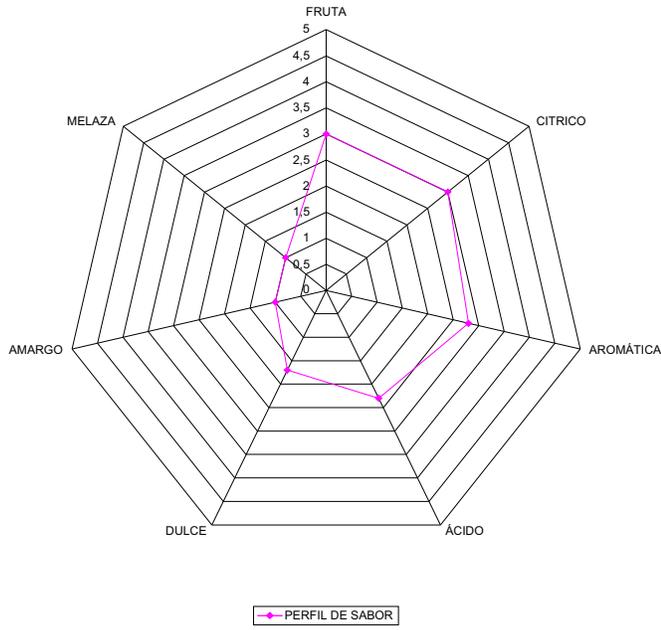
**FIGURA 1.**

Perfil de sabor de la fibra de naranja.



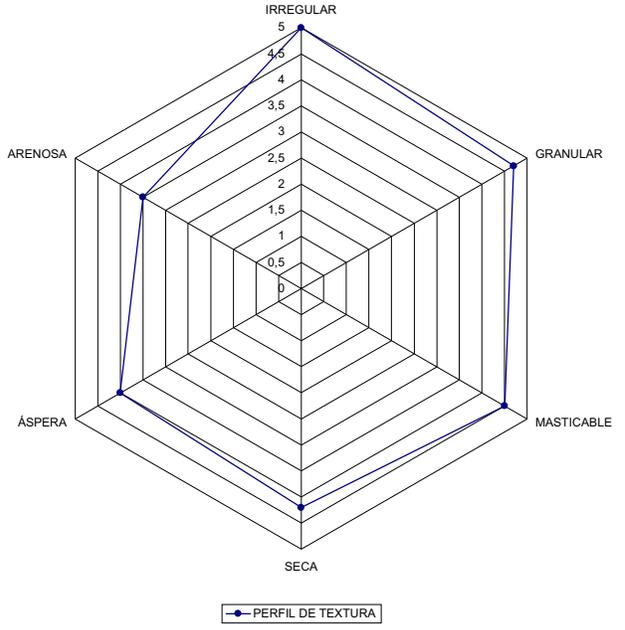
**FIGURA 2.**

Perfil de textura de la fibra de naranja.



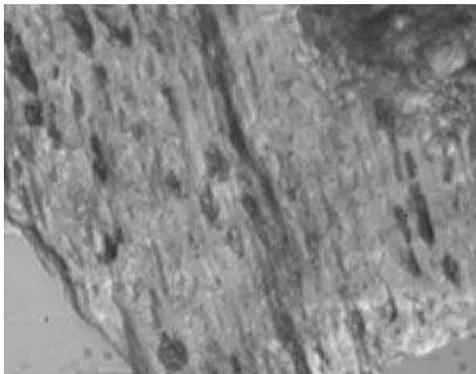
**FIGURA 3.**

Perfil de sabor de la fibra de piña.

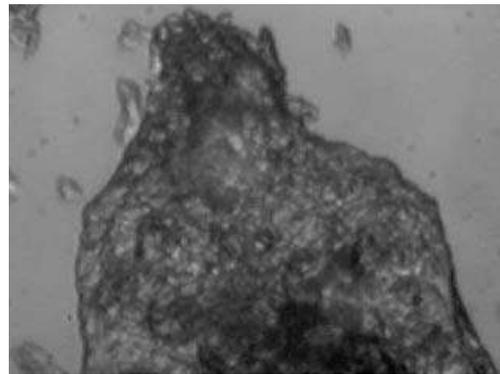


**FIGURA 4.**

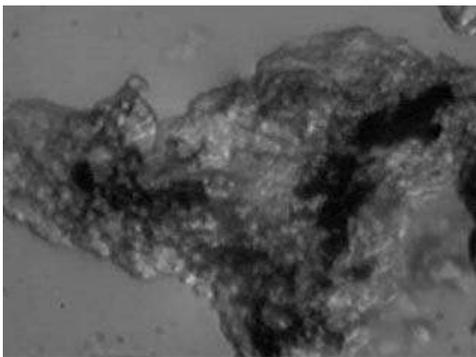
Perfil de textura de la fibra de piña.



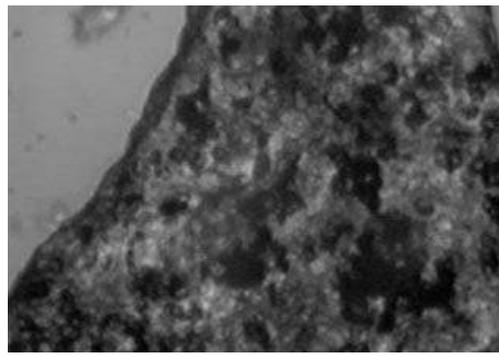
1a. Limon/aceite



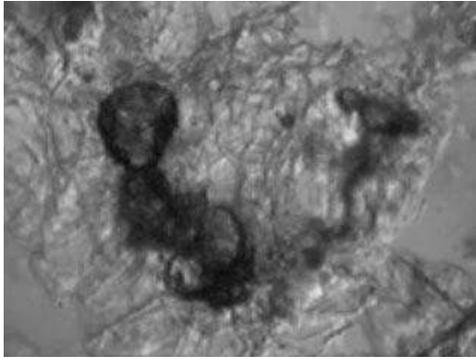
1b. Limón/silicona



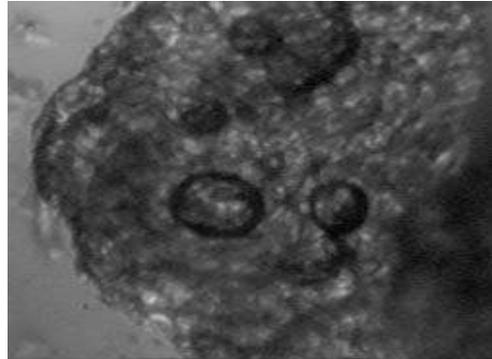
2a. Mandarina/aceite



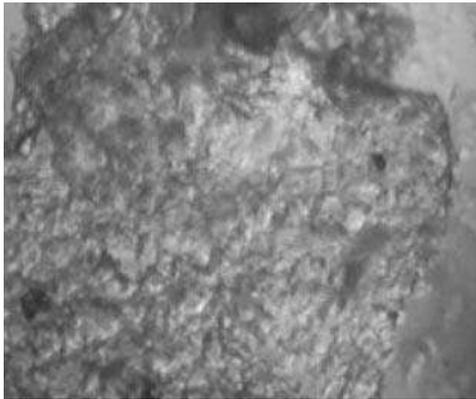
2b. Mandarina/silicona



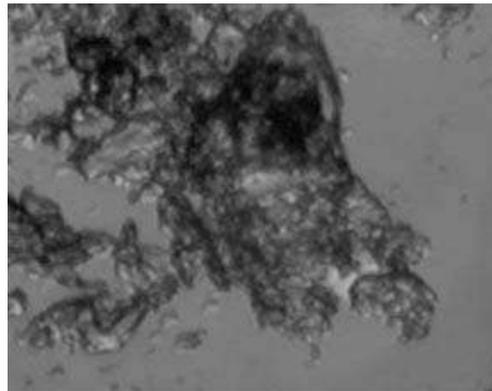
3a. Maracuyá/aceite



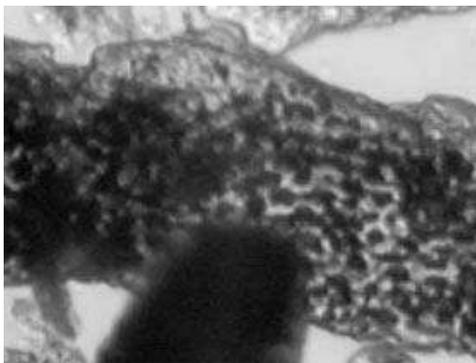
3b. Maracuyá/silicona



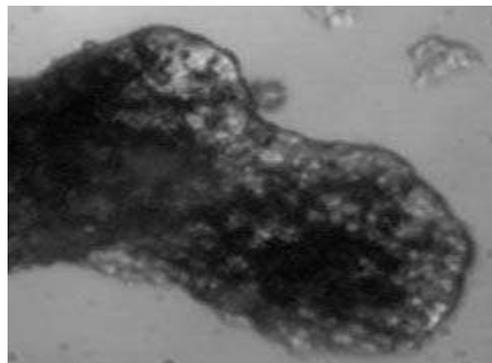
4a. Naranja/aceite



4b. Naranja/silicona



5a. Piña/aceite



5b. Piña/silicona

**Figura 5.**

Microfotografías (40X de aumento) de las fibras: limón(1), mandarina (2), maracuyá (3), naranja (4), piña (5), en la suspensión de aceite mineral (a) o silicona (b).

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

De acuerdo con los datos consignados en la tabla 2, los olores de las muestras percibidas por los jueces, corresponden a los olores de las frutas de donde provienen, lo cual no ocurre siempre de la misma forma con los sabores y aromas de éstas. Es así, como en las fibras de naranja y mandarina se perciben olores dulces y el sabor encontrado es amargo, probablemente por la presencia de flavonoides como la limonina y la narangina; en la fibra de mango el olor es herbal, suave y dulzón y el sabor es también un poco amargo. En el caso de las fibras de limón y piña, la interrelación de las características sensoriales de olor, aroma y sabor se corresponden completamente; es así como el olor, aroma y sabor de la fibra de limón es amargo y cítrico y el olor, aroma y sabor de la fibra de piña es dulce, a melaza, y a piña. La fibra de maracuyá no presenta un olor característico de la fruta y para encontrar su sabor y aroma fue necesario que los jueces masticaran por un tiempo más prolongado las muestras, por lo tanto, es la fibra que a nivel sensorial pierde más compuestos volátiles.

La caracterización de la textura de las fibras fue un proceso más complejo, debido a que durante el secado convectivo de las muestras y la molienda se producen diversos cambios físicos, químicos, nutricionales y sensoriales. La textura

visual no contribuyó a la caracterización de las fibras, ya que la forma, la distribución y tamaño de partículas cambian completamente durante el proceso de molienda de las muestras (19). La descripción de la textura visual, táctil y bucal realizada teniendo en cuenta la clasificación sistemática de perfil de textura según la Norma Técnica Colombiana NTC 4489, muestra fibras secas, de forma irregular, y cada una presenta una textura bucal muy diferente.

Con respecto a la observación visual por medio de las microfotografías se encuentra que no se mejora la resolución de las fibras suspendidas en aceite vegetal o en silicona. Se aprecian células esclerenquimáticas alargadas, y paredes lignificadas, propias de los tejidos fibrosos, además de la presencia de espacios intercelulares posiblemente de depósitos de agua y otros componentes.

## CONCLUSIONES

Las fibras son de fácil manejo y por su bajo contenido de humedad permiten una buena conservación para la posterior utilización como fuente de fibra dietaria total para elaborar productos alimenticios y farmacéuticos sensorialmente agradables.

## AGRADECIMIENTOS

Al CODI y a la Universidad de Antioquia por la financiación de este trabajo, al Grupo de Estudio de Análisis Sensorial del Laboratorio de Análisis Sensorial de la Universidad de Antioquia, a las estudiantes: Lida M. Yépez A. y Claudia E. Restrepo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Astiasarán A., I., Martínez, J., A. (2000) Alimentos. Composición y Propiedades. McGraw-Hill/Interamericana. Madrid, España. pp. 69-108.
2. Van Duyn, M. A., Pivonka, E. (2000) Overview of the Health benefits of fruits and vegetables consumption for the Dietetics Professional: selected literature. *Journal of the American Dietetic Association*. 100 (12): 1511-1521.
3. Elliott, J. G. (1999) Aplicación de antioxidantes en alimentos y bebidas. *Food Technology*. 53 (2): 46-48.
4. Desrosier, N. W. (1997) Elementos de Tecnología de Alimentos. CECOSA. México, pp. 15-29, 268-317.
5. Larrañaga, I., Carballo, J., Rodríguez, M., Fernández, J. (1998) Control e Higiene de los Alimentos. Editorial MacGraw-Hill. Madrid, España. pp. 418-425.
6. Kairuz de C., L. A. (2002) Introducción al estudio de la Composición de los alimentos. Editorial Guadalupe. Bogotá, Colombia. pp. 84, 116-122.
7. Duque, C., Morales, A. L., Osorio, C., Parada, F, Bautista, E. (2000) Estudios sobre aromas de Frutas Colombianas (Sinopsis) . Parte I. Lulo, Mora, Mango, Badea, Mamey y melón de olor. Segundo Congreso Iberoamericano de Tecnología de Frutas y Agroexportaciones . Julio 16-19. Bogota, Colombia. pp. 105-111.
8. Cheftel, J-C., Cheftel H. (1980) Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los alimentos. Vol I. Editorial Acibia. Zaragoza, España. pp. 140-144.
9. Fisher, C., Scott, T. R. (2000) Flavores de los Alimentos. Biología y Química. Editorial Acibia. S.A. Zaragoza, España. p. 212.
10. Madrid V, E. A. (2003) Propuesta de una Metodología para evaluar la calidad sensorial de las pulpas de fruta producidas en la Empresa C. I Agrofrut S.A. Universidad de Antioquia. Facultad de Química Farmacéutica. Departamento de Alimentos. Medellín, Colombia. pp. 5-10.
11. Martínez A., O. L., Román M., M., O. (2000) Alternativas de edulcorantes. Primer Simposio Internacional de bebidas a base de frutas. (Memorias-CD). Medellín, Colombia. p. 19.
12. Lajolo F M, Wenzel de M., E. (1998) Temas en Tecnología de Alimentos. Fibra Dietética. Vol. 2 . Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). Instituto Politécnico Nacional. México, D.F. pp. 122, 181.
13. Piedrahita, C. A. (1991) Módulo Tecnología de Frutas y Hortalizas. Universidad del Valle. Cali. Colombia. pp. 149-153.
14. Gutiérrez, E. L., Medina, M., G., Román, M. O., Flórez, O., Martínez, O. L. (2002) Obtención y cuantificación de fibra dietaria a partir de residuos de algunas frutas comunes en Colombia. *Vitae*. 9 (1): 5-14
15. Larraurri, J. A. *et al.* (1996) Complex Fiber: nuevo tipo de tabletas de fibra dietética. *Alimentación, Equipos y Tecnología*. Mayo. pp. 111-113.
16. Bermúdez P, A. S. (1996) La fibra dietaria en el desarrollo de alimentos para regímenes especiales. 4º. Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. (Memorias). Bogotá, Colombia. Abril 25-27.
17. Román, M. O., Martínez, O. L., Gutiérrez, E. L., Medina, M., G., Flórez, O. (2002) Diseño de un producto como una buena fuente de fibra dietaria total. *Perspectivas en Nutrición Humana*. No.7, 2002. Memorias. I Coloquio Internacional y II Nacional de investigación en Alimentación y Nutrición. Medellín. Agosto. p. 93.
18. Gutiérrez, E. L., Medina, M., G., Román, M. O.; Flórez, O., Martínez, O. L. (2003) Obtención y cuantificación de fibra dietaria a partir de residuos de algunas frutas comunes en Colombia. 7º. Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos y 2ª. Conferencia Latinoamericana de inocuidad "Los retos tecnológicos de la seguridad alimentaria". Memorias CD. Santa Fé de Bogotá, Colombia. Abril 30 – mayo 3.
19. Clemente, G., Bon, J., Sanjuán, N., Benedito, J. (1999) La Contracción durante el secado de alimentos. EN: *Alimentación, Equipos y Tecnología*. Enero-febrero. pp: 95-101.
20. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (1996) Análisis Sensorial. NTC 3929. Santa Fé de Bogotá, D. C., Colombia.
21. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (1998) Análisis Sensorial. NTC 4489. Santa Fé de Bogotá, D. C., Colombia.

*Fecha de Recibo: Agosto 28 de 2003*

*Fecha de Aceptación: Septiembre 23 de 2003*