

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRICULTURA



ENFOQUE DE LA CALIDAD EN EL MEJORAMIENTO GENETICO DE ARBOLES FRUTALES "MONOGRAFIA"

T E S I S

QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
ESPECIALISTA EN SUELOS
P R E S E N T A

CECILIA GUADALUPE TORRES SANCHEZ

Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal. 1987



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
Facultad de Agricultura

Expediente
Número

Junio 19, 1987.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del Pasante _____
CECILIA GUADALUPE TORRES SANCHEZ _____, titulada -

"ENFOQUE DE LA CALIDAD EN EL MEJORAMIENTO GENETICO DE
ARBOLES FRUTALES."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR:

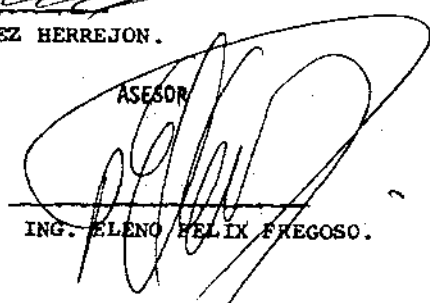

ING. HUMBERTO MARTINEZ HERREJON.

ASESOR


ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL.

hlg.

ASESOR


ING. ELENO FELIX FREGOSO.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

A EL CON TODO MI AMOR:

ALEGRÍAS Y DOLORS,
ESPERANZAS,
SUEÑOS LOGRADOS.
MADUREZ DE VIDA Y PENSAMIENTO.
SOLIDEZ.
SENTIDO DEL DEBER
Y RECLAMO DE AMOR DESDE LO ALTO,
A QUE RESPONDE,
LA COHERENCIA DE LA VIDA.
FATIGAS.
FUEGOS Y CONQUISTAS.
TORMENTAS.
CONFIANZA EN DIOS:
DIOS SOLO.
ALTIBAJOS.
LLUVIAS TEMPESTUOSAS,
RAICES PROFUNDAS.
FRUTOS, FRUTOS, FRUTOS...
OSCURIDAD DEL ALMA:
"DIOS MIO, DIOS MIO..."
LUEGO, MUSICA SUAVE DEL CIELO,
LEJANA.
DESPUES, MAS CERCANA.
REDOBLAR DE TAMBORES:
¡VICTORIA!
LARGA LA VIDA,
VARIADO EL CAMINO,
CERCANA LA META.
TODO,
CADA COSA,
SIEMPRE,
TIENE,
TUVO,
UN UNICO DESTINO:
LA UNION CONTIGO.

Chiara Lubich

A mis padres Carmen y Alejandro con amor por su ejemplo de amor y santidad que me condujo al encuentro del Amor Verdadero.

A mis hermanos, cuñados y sobrinos con todo mi cariño.

A los C. Ing. Humberto Martínez Herrejon, Eleno Felix Fregoso y José Antonio Sandoval Madrigal, director y asesores respectivamente de la presente tesis por su constante e incondicional apoyo en la realización de la misma.

A mis maestros y compañeros

A mi único hogar: hogar de Chiara.

CONTENIDO

INDICE DE CUADROS, TABLAS Y FIGURAS	2
RESUMEN	1
INTRODUCCION	3
OBJETIVOS	6
REVISION BIBLIOGRAFICA	8
- PRINCIPIOS DEL MEJORAMIENTO GENETICO DE FRUTALES	8
- MEJORAMIENTO GENETICO DE ESPECIES FRUTALES	14
- METODOS DE MEJORAMIENTO UTILIZADOS EN FRUTALES	18
- FUNCION DE LA CALIDAD EN EL MEJORAMIENTO GENETICO DE FRUTALES	22
- DESCRIPCION DE LA CALIDAD	22
I QUE ES LA CALIDAD?	22
II COMPONENTES DE CALIDAD	23
III METODOS PARA EVALUAR LA CALIDAD	25
- METODOS DE EVALUACION DE CALIDAD	28
I APARIENCIA	28
II KINESTETICOS	29
III SABOR	29
IV VALOR NUTRITIVO	30
V FACTOR DE SEGURIDAD	30
- DESCRIPCION DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE CALIDAD	32
I VALOR NUTRITIVO	32
A. Proteinas	33
B. Carbohidratos	35
C. Lípidos	40

D, Vitaminas	41
E, Minerales	48
II COLOR	50
Medición del color en productos hortícolas	51
Pigmentos	52
Factores que afectan el color de los productos hortícolas	59
III TEXTURA	61
Factores que afectan la textura	64
Medición de la textura	65
IV TAMAÑO	66
Factores que afectan el tamaño	68
V FORMA	70
VI SABOR	75
Componentes químicos del sabor	77
Factores que afectan el sabor	80
VII DEFECTOS	83
BIBLIOGRAFIA	88

INDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1 COMPARACION ENTRE LAS CARACTERISTICAS DEL MEJORAMIENTO GENETICO DE UNA PLANTA ALO-GAMA DE CICLO CORTO (MAIZ) Y OTRA PERENNE -- (FRUTALES)	17
--	----

INDICE DE TABLAS

Tabla No. 1 COMPOSICION PROTEICA APROXIMADA DE AL-GUNAS FRUTAS DESHIDRATADAS	34
Tabla No. 2 CONTENIDO DE GLUCOSA, FRUCTOSA Y SACA-ROSA EN ALGUNAS FRUTAS.	37
Tabla No. 3 CONTENIDO DE AZUCARES REDUCTORES TOTA-LES EN ALGUNAS FRUTAS Y NUECES	37
Tabla No. 4 MADURACION COMESTIBLE DE PLATANOS DES-PUES DE COSECHA, % DE PESO FRESCO.	39
Tabla No. 5 CONTENIDOS DE LIPIDOS EN ALGUNAS FRU--TAS Y NUECES	41
Tabla No. 6 CONTENIDO PROMEDIO DE ACIDO ASCORBICO EN ALGUNAS FRUTAS (PORCION COMESTIBLE)	45
Tabla No. 7 CONTENIDO VITAMINICO DE ALGUNAS FRUTAS 100g DE PORCION COMESTIBLE	47
Tabla No. 8 CONTENIDO DE MINERALES DE ALGUNAS FRU-TAS	49
Tabla No. 9 ANTOCIANINAS Y ANTOCIANIDINAS REPORTA-DAS EN ALGUNAS FRUTAS	58

INDICE DE FIGURAS

Figura No. 1 DIVERSAS FORMAS DE MANZANA	72
Figura No. 2 DIVERSAS FORMAS DEL AGUACATE	73
Figura No. 3 DIVERSAS FORMAS DE PERA	74

RESUMEN

1. México posee una gran variabilidad genética de especies frutícolas tales como el aguacate, mamey, chicozapote, anónceas y papaya entre otras, dado que es centro de origen y dispersión de estas especies. Por lo tanto en este germoplasma pueden hallarse individuos sobresalientes para algunas características agronómicas (resistencia a plagas, enfermedades, condiciones adversas al medio; alta productividad, etc.) y/o bromatológica (alto contenido vitamínico, de lípidos, azúcares, pectinas, etc.).
2. Es necesario tener un conocimiento completo de la especie frutal a mejorar para determinar las variables que pueden utilizarse como indicadores de selección para -- cualquier parámetro (sanidad, calidad o producción).
3. La determinación de los compuestos químicos (bromatológicos) de los frutos es una herramienta muy útil para caracterizar el parámetro calidad de fruta, aunque es muy importante jerarquizar las variables a estudiar para economizar tiempo y recursos. Con respecto a esto se tiene lo siguiente:
 - a) Las frutas son buena fuente de carbohidratos (azúcares simples principalmente), algunas vitaminas hidrosolubles (como la vitamina C), precursores de vitamina A (carotenos) y minerales (sobre todo potasio). Además algunas de ellas contienen regulares cantidades de compuestos pécticos y fibra.
 - b) Con respecto a la fibra, aunque es esencial para el buen funcionamiento del aparato digestivo del ser humano, puede representar un grave defecto en la calidad de algunas especies cuando ésta sobrepasa ciertos valores límites.

- c) A excepción del aguacate, olivo, coco y frutas secas o nueces, las frutas generalmente tienen contenidos muy bajos de lípidos, ya que difícilmente sobrepasan el 1.0%.
 - d) También a excepción de las nueces, las frutas no aportan proteínas a la dieta humana, ya que sus contenidos no llegan al 1.0%.
4. Es recomendable que las determinaciones físicas y/o químicas (bromatológicas) se efectúen en el laboratorio de una forma sencilla y rápida durante las fases iniciales de los programas de selección (evaluación y clasificación), ya que en estas etapas se maneja un gran número de muestras las cuales además de ser altamente perecederas, muchas presentan una corta estación de producción. Como ejemplo de métodos sencillos se tienen:
- a) Determinación de sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Brix) o bien azúcares reductores totales en vez de la determinación de azúcar simple por separado.
 - b) pH y/o acidez titulable (esta última para calcular la relación azúcares totales/acidez titulable).
 - c) Evaluación de la porción comestible o pulpa, cáscara y semilla.
 - d) Peso por fruto y dimensiones de éstos (para calcular la relación longitud/diámetro).
 - e) El aroma, sabor y apariencia de una manera subjetiva (organolépticamente), para tener una idea de la aceptación de los tipos preseleccionados.
5. Las determinaciones bromatológicas más detalladas, así como las evaluaciones sensoriales utilizando paneles de degustación y las características agronómicas deben efectuarse en etapas posteriores, a nivel de huertos fenológicos, de tal modo que las evaluaciones representen el potencial verdadero de los tipos preseleccionados aun antes de ser liberados como variedades prometedoras.

INTRODUCCION

El mejoramiento genético de los frutales se ha hecho principalmente mediante la selección individual debido a las características propias de estos cultivos. Sin embargo otros métodos como la hibridación, la inducción de mutantes o mutaciones, el cultivo de tejidos y anteras, son factibles.

Por medio de la selección individual se pretende en contrar individuos sobresalientes en algunas características que permita a los árboles una mejor adaptación al medio, tener una mayor productividad, o bien, aumentar la calidad de sus frutos. La probabilidad de que sea exitosa la selección es mayor cuando se efectúa en los Centros de Origen y/o Dispersión de la especie involucrada.

México posee una flora nativa muy rica en especies frutícolas, por ejemplo: aguacate, guayaba, mamey, chicozapote, papaya, anonáceas, ciruela tropical, tuna, tejocote y capullín. Algunas de estas se cultivan a nivel mundial mientras que otras solo se conocen en pocos países. No obstante es sorprendente la carencia de variedades cultivadas en estas especies, y si existen, la mayoría de -- las veces se han liberado en el extranjero. Por ejemplo pueden mencionarse los cultivares de aguacate provenientes de California y las variedades de papaya de Hawaii o de Florida.

Los trabajos de selección contribuyen también a evitar la erosión genética de tipos criollos o nativos de especies como las anteriormente mencionadas, los cuales se pierden en gran parte por el desmonte indiscriminado que se realiza en las regiones tropicales o por establecimien

to de monocultivos.

Fundamentalmente las investigaciones genéticas de -- los frutales, así como también la de los demás cultivos, - están enfocadas a aumentar el rendimiento y la calidad de las cosechas. La evaluación de los componentes de la calidad es una herramienta útil en los estudios genéticos de frutales ya que la composición química ofrece una amplia gama de posibilidades bromatológicas y/o organolépticas que pueden utilizarse como indicadores de selección. Además de que el contenido nutritivo de las frutas, así como la aceptación de estas por parte del consumidor, son determinantes para lograr el establecimiento de nuevos -- cultivares.

Siendo la calidad un requisito fundamental en la aceptación de cualquier producto agrícola en esta descripción, se hace el esfuerzo de integrar la información sobre los diversos componentes de calidad que en un momento dado son factibles de medir, con el fin de que pueda servir de consulta en posteriores trabajos de investigación relacionados a estos cultivos de origen y dispersión de muchas especies frutícolas, así como los aspectos genéticos relativos a su cultivo.

Por otro lado se hace hincapié en simplificar al máximo las evaluaciones de los diferentes componentes de calidad indicando las probables correlaciones entre las determinaciones sofisticadas u complicadas con métodos sencillos u ruidos, que sean más factibles de realizar en las abrumadoras fases preliminares de los programas de selección.

Independientemente de todo lo anterior mencionado, - la evaluación de la calidad de un determinado producto --

frutícola sirve además de base para su probable estandarización o normalización tan necesaria para uniformizar los diversos criterios involucrados en la reglamentación y comercialización de frutas frescas e industrializadas tanto en el extranjero como en el mercado nacional.

La exportación es un objetivo mediano o lejano aun - para la mayoría de las frutas tropicales y subtropicales que se producen en el país debido a la calidad deficiente y a la falta de normas de calidad. A nivel nacional los sistemas de comercialización mejorarían con estas normas y ofrecerían al público consumidor productos (frutícolas) de mejor calidad.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

El presente trabajo tiene como objetivo general ser una aportación bibliográfica a los trabajos de mejoramiento genético de frutales en lo que respecta al parámetro - calidad de fruta.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1º Enfatizar la importancia de México como centro de Origen y/o Dispersión de especies frutícolas de importancia económica o potencialmente prometedoras.
- 2º Describir brevemente los métodos empleados en el mejoramiento genético de frutales con especial énfasis en la selección individual.
- 3º Indicar las evaluaciones físicas y químicas que puedan ser utilizadas como indicadores de selección en la mejora genética de la calidad de los frutales.
- 4º Puntualizar la necesidad de realizar evaluaciones sencillas y rápidas para evaluar la calidad para evitar el dispendio de tiempo y recursos humanos y económicos, en las etapas iniciales en las primeras etapas de los programas de selección.
- 5º Concientizar sobre la necesidad de recurrir a evaluaciones sensoriales en paneles de degustación para caracterizar de una forma menos subjetiva -- los aspectos organolépticos de apariencia externa de la fruta.

6º Describir brevemente los componentes de calidad - de los frutos, tanto bromatológicos y organolépticos, como los relacionados con la apariencia externa e interna.

REVISION BIBLIOGRAFICA

PRINCIPIOS DEL MEJORAMIENTO GENETICO DE FRUTALES

Origen de las plantas cultivadas

Hasta 1807 el origen de las plantas cultivadas constituye un misterio. El primer científico que recopiló evidencia de diversas fuentes fue Candolle (1833), quien estudió 247 especies y especuló sobre su probable origen. Los trabajos de historiadores antiguos como Teofrasto y algunos escritores chinos, así como hallazgos arqueológicos en monumentos egipcios, ruinas de Pompeya y restos de viviendas del Lago Swiss, condujeron a evidencias fisiológicas a partir de la denominación de los cultivos en diferentes lenguas; por otro lado, las evidencias botánicas - basadas en las numerosas variaciones fenotípicas así como en su distribución geográfica, son algunos de los hechos en los que De Candolle basó sus conclusiones (13).

De todas las especies estudiadas por De Candolle, de acuerdo a su antigüedad y distribución, parte de esa agrupación referente a frutales económicamente importantes se enlista a continuación:

Especies cultivadas del Viejo mundo con antigüedad mayor de 4000 años:

Almendo	{Prunus amygdalus}
Manzano	{Malus pumila}
Chabacano	{Prunus americana}
Membrillo	{Cydonia oblonga}
Peral	{Pyrus communis}
Olivo	{Olea europea}
Durazno	{Prunus persica}

Vid	{ <i>Vitis</i> sp}
Higo	{ <i>Ficus carica</i> }
Morera	{ <i>Morus</i> sp}
Dátil	{ <i>Phoenix dactylifera</i> }
Banano	{ <i>Musa</i> sp}

Especies cultivadas del viejo mundo con antigüedad mayor de 2000 años:

Arbol delpan	{ <i>Artocarpus atillis</i> }
Cerezo	{ <i>Prunus avium</i> }
Ciruela	{ <i>Prunus domestica</i> }
Castaña	{ <i>Castanea sativa</i> }
Nuez de castilla	{ <i>Juglans regia</i> }
Toronja	{ <i>Citrus paradisi</i> }
Naranja	{ <i>Citrus sinensis</i> }
Limón	{ <i>Citrus aurantifolia</i> }

Especies cultivadas del viejo mundo con antigüedad menor de 2000 años

Grosella silvestre	{ <i>Ribes</i> sp}
Grosella	{ <i>Ribes</i> sp}
Frambuesa	{ <i>Rubus</i> spp}
Fresa	{ <i>Fragaria</i> spp}

Especies cultivadas del nuevo mundo con antigüedad desconocida:

Aguacate	{ <i>Persea americana</i> }
Guayaba	{ <i>Psidium guayaba</i> }
Piña	{ <i>Ananas comosus</i> }

Especies del nuevo mundo cultivadas desde el descubrimiento de América:

Zarzamora	{Rubus urcinus}
Ardandaro	{Vaccinium sp}
Mora azul	{Vaccinium spp}
Ciruela	{Prunus doméstica}
Fresa	{Fragaria spp}
Persimonio	{Disopynos kaki}

De las 247 especies estudiadas por De Candolle, solo a 26 formas cultivadas no se les hallaron sus ancestros, probablemente porque ya se había extinguido. El que las plantas cultivadas se hayan originado de unos pocos lugares, se comprueba por el hecho de que las viviendas del Lago Swiss, una región habitada por el hombre desde hace miles de años, se encontraron evidencias de diversos tipos de plantas cultivadas, mientras que en Australia hace poco tiempo habitada y colonizada por el hombre, carecía completamente de tal diversidad [30].

Darwin (1868) consideraba que las plantas cultivadas se había originado debido a profundas modificaciones de las formas silvestres sometidas a cultivo; pero no pudo explicar cómo habían ocurrido estos cambios [1].

Las investigaciones de Mendel esclarecieron el conocimiento de las Leyes de la herencia. Inclusive fué de la opinión de que las variaciones en la naturaleza son debidas a hibridación y selección [5].

Vavilov (1926, 1935), por medio de expediciones a varias partes del mundo, reunió amplias colecciones de formas cultivadas así como de sus respectivas formas silvestres. En el rastreo de variaciones en diferentes partes del mundo, encontró gran diversidad en ciertas regiones. Tales regiones son poco numerosas y generalmente son territorios concentrados en montañas o al pie de ellas en los trópicos y subtropicos [13].

Vavilov consideró estas regiones como Centros Primarios de origen de las plantas cultivadas, esto es, todos los cultivos del mundo han tenido su origen en estos centros y posteriormente se diseminaron a diferentes lugares. Estos centros primarios son ricos en especies silvestres de las formas cultivadas y todos los grados de variación pueden encontrarse en ellos, desde tipos cultivados hasta formas completamente silvestres.

Los centros primarios muestran predominancia de genes dominantes en sus tipos silvestres, mientras que en las regiones donde se han domesticado o cultivado las especies, los genes recesivos son más abundantes. Así, a través de estudios genéticos puede establecerse una ruta definida por la cual los tipos silvestres fueron transportados a diferentes partes del mundo durante su dispersión y domesticación como cultivos. Paralelamente a su domesticación surgieron varios mutantes; y estas mutaciones, siendo recesivas, pudieron preservarse solamente bajo cultivo (39).

Basado en la diversidad específica y varietal, Vavilov postuló once centros primarios de origen de las plantas cultivadas. A continuación se enumeran éstos con algunas especies como ejemplo:

1. Centro Chino

El primero y más grande centro independiente de la agricultura mundial, el origen de las plantas cultivadas surgió en las regiones montañosas del oeste y centro de China. Ejem.: Chabacano, durazno, pera, nogal de castilla, naranja (centro secundario), mandarina, persimonia y litchi.

II. Centro Indio

Exclusivo del noroeste de India: Punjab, incluyen do Assam y Burma. Ejem.: mango, naranja, mandarina, limón, sidra, naranjo agrio, limas, dátil silvestre, bilimbi, tamarindo (centro secundario), - pumarrosa, cocotero, jaquero.

II-A. Centro Indo-Malayo

Incluye todo el archipiélago malayo y las grandes islas de Java, Burneo, Sumatra, Filipinas e Indo-China. Ejem.: pummalo, plátano, mangostán, árbol del pan, cocotero.

III. Centro Asia Central

Incluye el noreste de India (Punjab, N.W.F. Province, Cachemire), Afganistán, las repúblicas soviéticas de Tadjikistán y Uzbekistán, y al oeste de Tian-Shan. Ejem.: pistache, chabacano, almendro, vid, pera.

IV. Centro Cercano Oriente

Incluye al interior de Asia Menor, Transcaucasia, Irán y las tierras altas de Turkmenistán. Ejem.: higo, pera, granada roja, nogal de castilla.

V. Centro Mediterráneo

No hay frutales economicamente importantes.

VI. Centro Abisinia

Plátano de Abisinia (Musa ensata), café.

VII. Centro Sur de México y América Central, incluye las Antillas.

Tuna, anonáceas, chicozapote, papaya, guayaba, ma rañón, aguacate, cacao.

VIII. Centro América del Sur (peruano-ecuatoriano, boliviano)

Tomate, papa, tabaco; no hay frutales de importancia económica.

VIII-A. Centro Chile

Sin frutales de importancia. Papa.

VIII-B. Centro Brasileño-Paraguay

Marañón, árbol del hule, cacao.

De estas regiones se infiere que han sido las más favorables para diversificación y formación de especies. Estos centros también representan las localizaciones más antiguas de la civilización agrícola. El estudio de las variaciones concentradas en estas áreas mostraron paralelismo en la morfología de diferentes especies, en las que más tarde se encontraron bases genéticas de apoyo [30].

Desde estos centros, las especies se han diseminado en diferentes direcciones, ocurriendo durante su transcurso innumerables mutaciones recesivas. Las condiciones ecológicas determinan las formas mejor adaptadas a un determinado lugar. En muchos cultivos se han originado por mutaciones o hibridaciones, formas autopoliploides fenotípicamente exuberantes, capaces de perpetuarse y aprovecharse mediante la propagación vegetativa, si es que las características fenotípicas y/o fenológicas de la planta o de los frutos son particularmente sobresalientes. Además, se ha observado también, que algunas especies producen frutos partenocárpicos debido a la esterilidad de sus granos de polen (androsterilidad) o de los núcleos haploides de los óvulos (ginoesterilidad), fenómenos debidos a formas aneuploides que se han desarrollado en las plantas progenitoras [17].

MEJORAMIENTO GENETICO DE ESPECIES FRUTALES

La mayoría de los árboles y arbustos frutales necesitan de la polinización cruzada para producir frutos (plantas alógamas). Esto es debido a que presentan algunas barreras como:

- a) Autoincompatibilidad o esterilidad factorial. Algunos genetistas hacen distinción entre esterilidad gametofítica o esterilidad esporofítica dentro de la autoincompatibilidad (40).
- b) Autoesterilidad. Debida generalmente a mutaciones como poliploidía, aneuploidía, deleciones, duplicaciones, inversiones, translocaciones, alelos letales o subletales, entre otras causas (17).
- c) Dicogamia. En sus modalidades: protoginia o protandria.
- d) Dioecia. Debida a plantas femeninas y plantas estaminadas.
- e) Poligamia. Causada por la diferenciación de plantas masculinas, plantas femeninas y plantas hermafroditas.

El mecanismo de polinización cruzada origina que la condición hereditaria de estas plantas alógamas presente una gran variación de los individuos obtenidos de semilla (descendencia heterocigótica), aunque las semillas provengan de un solo árbol. La amplia variedad que aparece en las progenies obtenidas de semilla de estos frutales es un criterio que puede utilizarse para seleccionar individuos de tales poblaciones (28).

Para la producción comercial de frutales alógamos se requiere la siembra alternada de árboles capaces de polinizar.

zar la variedad principal cultivada; la semilla producida por esos árboles es de carácter híbrido entre esa variedad cultivada y el polinizador. Es necesario que el polinizador, además de ser fértil y compatible la variedad cultivada, coincida con la época de floración de ésta [40]

Aún cuando se hagan cruzamientos dirigidos entre dos individuos determinados que posean alto grado de alogamia, la generación F_1 de ese cruzamiento nunca será genéticamente uniforme, puesto que la constitución heterocigótica de los progenitores hace que sus gametos sean segregantes y por ello la primera generación de esa cruce o hibridación es extremadamente variable [14]. El mejoramiento genético de frutales presenta algunos inconvenientes que dificultan su investigación:

1. La mayoría de los árboles frutales son individuos heterocigóticos debido a que son plantas alógamas (necesitan polinización cruzada) [12].
2. Un gran número de frutales se propagan asexualmente. Esta causa y el anterior hecho, determinan que la aplicabilidad de las leyes de Mendel sea menor que para las plantas autofecundadas (autógamas) [14].
3. Los árboles frutales necesitan completar un período vegetativo (improductivo) antes de empezar a producir frutos. Este período puede llevar varios años [6].

El cuadro No. 1 presenta un resumen comparativo de las principales características de los frutales. Debido a todas esas razones, los métodos basados en la multiplicación asexual o vegetativa son más utilizados que los métodos ge

néticos de selección o bien de hidratación [27].

Las leyes de Mendel se basan en principios idénticos aplicables en las plantas anuales como en los frutales, - lo que significa que la técnica de mejoramiento se apoya en los mismos fundamentos; aunque es conveniente tener en cuenta las consideraciones siguientes:

1. Es necesario adquirir un perfecto conocimiento de las características botánicas del frutal en estudio, así como de los métodos de cultivo, poda, abonado, variedades locales, condiciones ecológicas, plagas y enfermedades, así como su control, etc.
2. Un árbol frutal ocupa mayor espacio en comparación a una planta de maíz o trigo. Al establecer huertos fenológicos para evaluar o comparar tipos o variedades clonales, debe considerarse la heterogeneidad del suelo debido a que los frutales ocupan distancias de plantación que van desde 3 hasta 10 o mas metros según la especie. La heterogeneidad del suelo puede ser causa frecuente de variación en la producción de árboles de una misma variedad en la misma plantación [14].
3. Debido a que un gran número de especies frutícolas son alógamas, los progenitores en general son heterocigóticos; de tal forma que no son factibles los cruces sistemáticos, dado que se desconocen completamente las características genéticas de los individuos cruzados [7].
4. En caso de variedades injertadas debe considerarse la influencia del patrón, ya que hay frutales que

CUADRO No. 1. COMPARACION ENTRE LAS CARACTERISTICAS DEL MEJORAMIENTO GENETICO DE UNA PLANTA ALOGAMA DE CICLO CORTO (MAIZ) Y OTRA PERENNE (FRUTALES).

VARIABLE	MAIZ	FRUTALES
Longevidad de la planta	4-5 meses	hasta varias décadas
Tiempo necesario para entrar en producción	3 meses	de 6 a 10 años si es -- franco
Tiempo requerido para obtener líneas puras	Máximo 6 años	Mínimo 50 -- años
Uso de líneas puras	Si	No
Naturaleza genotípica de la primera generación filial -- (F ₁).	Homogénea	Heterogénea
Naturaleza genotípica de los progenitores	Altamente homocigótico.	Altamente heterocigótico
Híbridos obtenidos a partir de	2 a 4 progenitores	2 progenitores
Tipo de multiplicación de la planta	Sexual	Asexual (vegetativo)
Superficie utilizada en los experimentos	Pequeña	Grande
Material vegetativo utilizado en los bancos de germoplasma para ser perpetuados	Semillas	Plantas (árboles)
Formas de conservar el germoplasma	Frascos	Huertos
Longevidad del germoplasma	10-20 -- años	Hasta varias décadas.
Tipo de selección más utilizada en el mejoramiento	S. Masal	S. Individual

no pueden propagarse por estacas, acodos o esquejes, y tienen que injertarse sobre pies de otra variedad o aun de -- otra especie. La mayoría de las veces los portainjertos -

se obtienen de semillas desarrolladas en viveros. La variación debido a la segregación de las plantas elegidas como patrones puede influenciar extraordinariamente a la planta injertada, dado que la parte subterránea tiene tanta importancia como la aérea [6].

MÉTODOS DE MEJORAMIENTO UTILIZADOS EN FRUTALES

Los principales métodos empleados en los programas de mejoramiento genético de frutales son:

1. Selección de mutaciones de yema.
2. Selección individual.
3. Cruzas registradas (hibridación).
4. Inducción de mutaciones (por medio de tratamientos físicos: decapitación continua, choques térmicos, radiaciones, etc., o bien, por mutágenos químicos, principalmente colchicina) [17].
5. Otros (cultivo de anteras, tejidos y embriones; fusión de protoplastos, también denominada hibridación somática) [17].

La mayoría de las variedades que existen en las diversas especies frutales, se han originado por la selección de tipos que aparecieron casualmente debidas a mutaciones o bien a la fecundación de las flores de variedad original por un polen desconocido. En un gran número de ellas se desconocen las características y mas aún, los nombres locales de sus antecesores [7].

En la selección de mutaciones de yema es preciso asegurarse de que se trata en efecto de una mutación y no de una fluctuación de intensidad extraordinaria, que suele --

presentarse algunas veces en frutales. Generalmente las diferencias en caracteres cuantitativos (como rendimiento, peso, dimensiones, altura, número de frutos, concentración de vitaminas, proteínas e incluso en algunos casos, pigmentos, etc.) no deben atribuirse a mutaciones; en cambio, las diferencias morfológicas muy acusadas son debidas en la mayoría de los casos a esta causa. Por regla general, los cítricos tienen mayor propensión a la aparición de mutaciones, en comparación con los frutales de pepita o de hueso. Aún con todo, los casos de variedades poseedoras de caracteres nuevos y altamente favorables que se hayan establecido por la selección de mutaciones de yema, son relativamente raros (6).

En cuanto a la selección individual, es conveniente considerar que las variaciones observadas en los árboles son generalmente de tipo ecológico, de tal forma que no debe esperarse en la mayoría de los casos una mejora efectiva en la capacidad productiva o en la calidad de los frutos, solo por el hecho de obtener estacas o púas para injertar de árboles de extraordinario vigor y productividad. Para complementar esta selección son necesarias -- prácticas de cultivo adecuadas y una buena formación del árbol, y, finalmente, valorar a un determinado individuo hasta haber comprobado su facultad de transmitir sus buenas cualidades a sus descendientes (27).

Sin embargo la selección clonal puede dar buenos resultados cuando la intensidad del carácter seleccionado se debe a la composición genética del individuo en cuestión y no a circunstancias ecológicas exclusivamente. -- Aún con todo, conviene como punto de partida para la formación de nuevos árboles, utilizar órganos pertenecientes a plantas vigorosas y productivas (12).

Con respecto al mejoramiento por medio de cruzamientos artificiales (polinización controlada), se presentan dos inconvenientes: la lentitud y el carácter heterocigótico de la mayoría de las especies frutícolas. Además, el porcentaje de tipos útiles generalmente es bajo, debido principalmente al desconocimiento que se tiene de las características genéticas de los distintos progenitores. Un trabajo que merece mencionarse es el efectuado por -- Ponce [1978], en el cual realizó 13,000 polinizaciones controladas en diferentes tipos y cultivares de mango en el estado de Veracruz, obteniendo pocos frutos, y de estos a su vez una decena de plántulas que a la fecha están iniciando su producción. En India se efectuaron trabajos similares durante varios años, con un total de --- 59,684 cruces de las cuales resultaron 238 híbridos en la F₁ (con 93 combinaciones varietales) [30].

Se han logrado ciertos avances en el mejoramiento de frutales con la inducción de mutantes poliploides utilizando colchicina u otros productos. Este método es sumamente importante en especies frutícolas como el plátano, que solo se multiplica asexualmente, y al no haber formación de semillas no existen posibilidades de originar variación fenotípica [17].

El cultivo de anteras ofrece grandes perspectivas futuras en la genotecnia de frutales, ya que mediante esta técnica podrían obtenerse líneas puras en tan solo 6 o 7 años, y al final de este período, se podrían utilizar esas líneas como progenitores en los trabajos de hibridación de tipos o de variedades. Además de la economía de tiempo, se conseguiría mediante selecciones fijas características deseables y desechar líneas con genes recesivos indispensables. Y, por otro lado, la uniformidad de la primera generación filial sería altamente homo-

génea..

El cultivo de embriones es un auxiliar en los trabajos de hibridación en aquellos casos en que, debido probablemente a factores fisiológicos, aborta el embrión inapiente dentro de los frutos que apenas se están desarrollando, tal es el caso de los híbridos entre Carica papaya y otras especies del mismo género, en los cuales se espera desarrollar híbridos interespecíficos, con la calidad de la fruta de la primera especie y la resistencia a virosis de la segunda [17].

El cultivo de tejidos, desde hace una década ha -- tenido aplicaciones comerciales, ya que representa un método de propagación masiva para un gran número de especies frutícolas de valor comercial. Por otro lado, es un método de purificación u obtención de clones libres de virosis [8].

La hibridación somática puede llegar a ser una herramienta de suma utilidad en la genotecnia de frutales debido a que por medio de ella se pueden salvar los problemas que ordinariamente se presentan en la hibridación común o asexual, como por ejemplo:

1. Bajo porcentaje de éxito (bajo porcentaje de semillas desarrolladas y viables como resultado de polinizaciones manuales).
2. Incompatibilidad cruzada.
3. Estenoespermatocarpia (aborto del embrión en sus primeras fases de desarrollo) [30].

FUNCIÓN DE LA CALIDAD EN EL MEJORAMIENTO GENÉTICO DE FRUTALES

DESCRIPCIÓN DE LA CALIDAD

La comercialización exitosa de las frutas involucra que estas posean atributos de calidad máxima. Al respecto, al tratar de definir al término "calidad", es posible encontrar innumerables descripciones, algunas extremadamente sencillas, otras demasiado complejas y detalladas [15].

La calidad de las frutas, así como la de otros productos, es la combinación de características que la hacen aceptable al consumidor.

I. ¿QUE ES LA CALIDAD?

- A. Grados de excelencia o superioridad.
- B. Todos los rasgos que hacen de una cosa lo que es
- C. Este término es usado en varios sentidos refiriéndose a frutas frescas: calidad de mercado, calidad comestible, calidad del consumidor, calidad de embarque, calidad de mesa, calidad nutritiva, calidad interna, etc.
- D. Es una combinación de las características, atributos o propiedades que dan a los artículos de consumo, su valor como alimento humano.
- E. Los componentes de calidad se usan para evaluar el artículo en relación a: grados y especificaciones, respuestas a varios factores ambientales y/o tratamientos postcosecha, y, selección de programas de mejoramiento genético [21].

Una clasificación bastante general de las características o componentes de calidad es la efectuada por Kramer y Twigg (1970), basada en tres grupos (23):

1. Características cuantitativas: rendimiento, peso neto.
2. Características ocultas: valor nutritivo (proteínas, carbohidratos, lípidos, vitaminas, minerales) sustancias tóxicas.
3. Características sensoriales: apariencia (color, tamaño), sabor (incluyendo aroma), kineestéticas (textura) (21).

Sin embargo, a continuación se enlistan más detalladamente los componentes de calidad que son factibles de evaluarse según los objetivos que se pretendan en un tipo determinado de fruta:

II. COMPONENTES DE CALIDAD

A. Apariencia (factores visuales)

1. Tamaño: dimensión, peso, volumen.
2. Forma: relación longitud/diámetro, compacidad
3. Color: uniformidad, intensidad
4. Brillo: Cera de la cutícula.
5. Defectos: externos e internos.

a) Morfológicos

- germinación
- crecimiento de raíces
- elongación
- curvatura
- germinación de las semillas dentro del fruto.
- presencia de vástagos

- duplicidad
 - presencia de pubescencia
 - apertura de botones
- b) Físicos
- endurecimiento y marchitamiento
 - desecación interna en algunos frutos
 - daños mecánicos: picaduras, cortes y rayados, cuarteaduras, magulladuras, raspaduras, deformaciones.
 - grietas durante el desarrollo.
- c) Fisiológicas
- Temperatura (relativos a alteraciones en el clima: heladas, ondas frías, quemaduras de sol).
 - pudrición de yemas
 - quemadura del ápice
 - descomposición interna
 - frutos demasiado compactos
 - pulpa acuosa
 - centro manchado
- d) Patológicas
- pudrición causada por hongos y bacterias
 - virus (manchado, maduración irregular y otras alteraciones)
- e) Otros factores
- daños por insectos
 - daños por granizo
 - daños por pájaros
 - daños por productos químicos aplicados
 - cicatrices, roña y defectos diversos (enrojecimiento por ataque de hongos, teñido de la corteza, etc.)

B. Factores kinestéticos [tacto]

1. Textura
2. Textura, consistencia
3. Fibrosidad-dureza
4. Suculencia-jugosidad
5. Rasposidad

C. Factores del sabor [gusto y aroma]

1. Dulzor
2. Acidez
3. Salinidad
4. Amargosidad
 - cucurbitacina B y C (cucurbitáceas)
 - isocumarina en zanahorias
5. Astringencia
6. Aroma: compuestos volátiles
7. Eliminación de sabores y olores.

D. Factores nutricionales [valor nutritivo]

1. Carbohidratos
2. Proteínas
3. Lípidos
4. Vitaminas
5. Minerales
6. Tóxicos

III. METODOS PARA EVALUAR LA CALIDAD

La selección de métodos a utilizar en la determinación de los componentes de la calidad, dependen en gran parte de los medios con que se cuente para la investigación (materiales y económicos principalmente). Independen-

dientemente de ellos, los métodos pueden ser de caracter:

- destructivos vs. no destructivos
- objetivos vs. subjetivos
- apariencia vs. calidad interna
- correlación entre la composición química y la evaluación física (efectuada con los sentidos) [27].

Los efectos químicos para evaluar los componentes de la calidad, siempre han enfatizado la rapidez y economía de material al efectuarlos. Así, por ejemplo, en plantas azucaradas (frutas), la sacarosa es el objetivo final, pero para propósitos prácticos, una medida óptica de los sólidos totales disueltos en el jugo [°Brix] muestra una buena correlación con los valores de sacarosa, de tal forma que son suficientes unas cuantas gotas de jugo así como unos pocos segundos de trabajo con un refractómetro de mano [27].

Los ésteres volátiles (componentes de sabor) y otros gases existentes en el fruto, tales como etileno, bixido de carbono, oxígeno, etc., se miden por medio del cromatógrafo de gases y del analizador de gases.

La cuantificación de los componentes de la calidad incluyen diversas determinaciones del color de la cdscarna y pulpa con medidores de reflectancia y de transmisión de luz, con cartas de colores; así como artificios para medir la textura y firmeza, incluso existen diversos aparatos especiales para ciertas frutas.

Finalmente, la calidad se mide organolépticamente, o sea, usando los sentidos humanos de la vista, olfato y gusto. La mayoría de los intentos para caracterizar químicamente el sabor han fracasado; los componentes del sabor son demasiado sutiles incluso para cromatografía de

gases. De tal forma que el fitomejorador se apoya algunas veces en el uso de tableros de evaluación sensorial (párteles sensoriales) para tomar decisiones sobre apariencia, aroma y sabor. Generalmente se utilizan métodos estadísticos especiales para obtener comparaciones objetivas de las muestras seleccionadas (en estudio) con cultivares estándares establecidos (material control); así que, de preferencia, tanto la variedad en estudio como las utilizadas como control, conviene que se cultiven y evalúen ambas simultáneamente. Esto es importante porque frecuentemente los efectos ambientales sobre la calidad son sustanciales. Por otro lado, si el investigador está examinando material después de procesarlo, debe asegurarse de estandarizar el método de procesamiento tanto como sea posible [39].

La capacidad del fitomejorador para manejar un gran número de muestras con la mayor precisión posible, ha aumentado enormemente en las últimas dos o tres décadas, gracias al desarrollo tecnológico de mejores métodos analíticos como: cromatografía de participación (en papel y capa fina), diversas formas de espectrofotometría (en función de la formación de compuestos coloreados de la sustancia ensayada), así como de aparatos de control y análisis automatizados. Así el genetista contemporáneo relacionado con el análisis de caracteres químicos, tiene acceso a toda una gama de posibilidades complejas pero también altamente precisas, inconcebibles a sus predecesores. Aunque es conveniente recordar que tales mediciones solo son bases razonables para decisiones inmediatas o bien pronósticos, sujetas al análisis estadístico así como a otras incertidumbres [39].

La elección de los métodos de medición para cuantificar los componentes de calidad de una fruta, está en función de las características particulares de ésta; al res--

pecto, hay excelente literatura descriptiva de las técnicas que pueden aplicarse, tema que está fuera de los objetivos de este trabajo. Sin embargo, de forma sumariada se enlistan los métodos o bien mediciones que comunmente se utilizan para determinar los componentes de calidad.

MÉTODOS DE EVALUACION DE CALIDAD

I. Apariencia (factores visuales)

A. Tamaño

1. Dimensiones

- Anillos medidores
- calibradores

2. Peso

3. Volumen

B. Conformación-forma

1. Relación de dimensiones (longitud/diámetro)

2. Diagrama de forma

C. Color (uniformidad, densidad)

1. Comparación visual

- cartas de colores
- diccionarios

2. Medidores de reflexión de luz

3. Medidores de transmisión de luz

4. Contenido de pigmentos (extracción).

- Clorofila

- carotenoides (caroteno, licopano, xantofilas)

- flavonoides (antocianinas)

D. Brillo (lozanía, acabado)

1. Cara de la cutícula

E. Presencia de defectos (externos, internos).

II. *Kinestéticos (tacto) - textura*

A. *Consistencia, suavidad (calidad de blandura y elasticidad para empaque).*

1. *Probador de presión Magnese-Taylor, penetrómetro Efégi.*
2. *Medidor de consistencia U.C.*
3. *Pulgar mecánico USDA*
4. *Prensa de esfuerzo cortante*
5. *Instron (compresión)*
6. *Probador de deformaciones*
7. *Otros*

B. *Fibrosidad-dureza*

1. *Presión de corte-prensa de esfuerzo cortante, -- Instron.*
2. *Rebanado-fibrómetro*
3. *Medición del contenido de fibra (extracción)*

C. *Suculencia-jugosidad*

1. *medición del contenido de agua*
2. *Medición del jugo extractable*

D. *Otros: entereza, harinosidad, facilidad de masticación, aceitosidad, etc.*

III. *Sabor (gusto y aroma)*

A. *Dulzor*

1. *Contenido de azúcar*
 - *análisis químico: azúcares totales y reductores*
 - *indicadores de papel (papel indicador)*
2. *Contenidos de sólidos solubles totales*
 - *refractómetros*
 - *hidrómetros*

B. *Acidez*

1. *pH-concentración de iones hidrógeno*

- medidor de pH
- papel tornasol

2. Acidez total titulable

C. Salinidad

1. Generalmente no es aplicable a frutas u hortalizas.

D. Astringencia

1. Contenido de taninos

E. Amargosidad

1. Alcaloides, glucósidos

F. Aroma (olor)

1. Compuestos volátiles
 - cromatografía de gases

G. Prueba de sabor

1. Uso de tableros de evaluación sensorial.

IV. Valor nutritivo

Este componente es evaluado en función de las diferentes características que posea la fruta en estudio, de tal forma que puede haber inclusive, técnicas altamente específicas para la determinación de carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales principalmente.

V. Factores de seguridad

- A. Sustancias tóxicas (naturales o aplicadas)
- B. Residuos de productos químicos aplicados
- C. Contaminación microbiana.

Las investigaciones de mejoramiento genético en frutas, especialmente cuando se hace selección individual, --son abrumadoras en lo que concierne a la evaluación de los

diversos parámetro o factores involucrados y sujetos a medición, además de que, simultáneamente, se maneja un gran número de individuos, y en cada uno de ellos se hacen determinaciones físicas, químicas e incluso organolépticas, y no solo eso, sino que en todas ellas se hace un determinado número de repeticiones con el fin de sujetar los resultados a evaluaciones estadísticas (27).

Aunado a lo anterior, la expedición misma a los Centros de dispersión para buscar tipos nativos que localmente se consideran sobresalientes, la toma de muestras, el levantamiento de datos o antecedentes de cada uno de los individuos muestreados, el traslado de muestras al laboratorio, etc., es un trabajo extenuante, ya que además del tiempo se consumen muchos esfuerzos y si no se dispone de transporte rápido, instalaciones adecuadas (laboratorios) así como suficientes recursos humanos y económicos se pierde deficiencia en la selección.

Durante estas etapas iniciales de selección, lo más conveniente es efectuar determinaciones físicas y químicas sencillas o bien, utilizar correlaciones que existen entre algunas variables complejas y otras sencillas, que aunque menos precisas sean más rápidas y sencillas de realizar, con el fin de optimizar el tiempo al máximo, ya que además de las frutas contienen generalmente porcentajes de humedad muy elevados, lo que las hace ser altamente perecederas, ocurriendo en un tiempo muy corto su maduración completa, de tal forma que el analista no se da abasto con las evaluaciones en el laboratorio.

Sin embargo, para las etapas más avanzadas, cuando ya se tienen individuos seleccionados en los huertos fenológicos, es conveniente utilizar métodos más precisos de medición, ya que además se tienen menos individuos o mues

tras a evaluar, sin menoscabo ya de la eficiencia. Además de que antes de liberar un material nuevo como cultivar es muy necesario que éste se caracterice muy exhaustivamente por algunos años (4)

DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE CALIDAD

Es un hecho que la calidad de los productos hortícolas comprende innumerables factores, cada uno de los cuales posee un rasgo o atributo de calidad distinto a los demás, y que por otro lado, por sí mismo no puede determinar al valor de un producto. Asimismo, cada una de las características contribuyen en diferentes ponderaciones a la calidad total, de acuerdo al particular producto de investigación (10).

Esta sección tiene el propósito de describir los principales atributos de calidad de los productos hortícolas, con especial énfasis en frutas. Así, a continuación se detallarán rasgos de calidad como: valor nutritivo, color, textura, tamaño, forma, etc.

I. VALOR NUTRITIVO

Los consumidores prestan poca atención al valor nutritivo de las frutas y hortalizas, y solo por casualidad la forma más nutritiva se prefiere si va asociada con una o más características atractivas (2).

Para 1975, la FAO hizo estimaciones de valores entre 300 y 500 millones de personas que no obtenían suficiente aumento, y de estos unos 1500 millones de personas que vivían con una dieta desbalanceada. Esto no signifi

ca que haya escasez de alimentos solamente, sino que, entre varias causas, generalmente no se tiene conocimiento del verdadero valor nutritivo de los alimentos y, especialmente de las frutas.

El valor nutritivo es un rasgo de calidad oculto porque no puede observarse cuando el producto está a la venta sin embargo, cada vez aumenta la tendencia para advertir este aspecto de calidad, sobre todo en aquellos alimentos procesados.

La dieta humana requiere de más de 40 compuestos. Las sustancias minerales forman una gran parte de ellos, y el resto se divide en carbohidratos, lípidos, proteínas y vitaminas. Algunas veces las fuentes más importantes de éstos son las frutas y verduras. Es difícil, sin embargo, categorizar el valor alimenticio de un determinado cultivo debido a que puede haber variaciones ocasionados por los cultivares, madurez, abonos, así como a la situación geográfica del cultivo [2,15].

A. PROTEINAS

Estas son el componente nutricional más importante y conocido, a excepción del plátano y aguacate, donde este último tiene la reputación de contener el valor más alto de proteínas, la mayoría de las frutas proveen solamente una pequeña cantidad de ella [15].

Las frutas deshidratadas son una mejor fuente de proteínas cuando se consumen así que como fruta fresca. Los contenidos de proteína de algunas frutas se dan en la tabla No. 1.

de las proteínas en las frutas no se ha estudiado debidamente; en base a los escasos datos disponibles, se ha observado que la concentración de las proteínas tiende a ser mas alta en la corteza que en la porción comestible o pulpa, probablemente debido a que en esa parte de la fruta existe menor efecto de dilución de sustancias que por ser menor el contenido acuoso [18].

B. CARBOHIDRATOS

La proporción de carbohidratos que se requieren en la dieta humana diaria varia considerablemente de una región geográfica a otra; por ejemplo en el Círculo Artico los esquimales obtienen sus requerimientos energéticos principalmente de las grasas, mientras que los carbohidratos contribuyen solo con un 20%. Por lo contrario, en los tropicos, el 80% del aporte calórico es abastecido por los carbohidratos [2].

Es notorio que de las diferencias en sabor de las diferentes frutas, se puede inferir que sus contenidos de azúcares varian ampliamente, de tal forma que por ejemplo, el jugo de limón apenas presenta vestigios de azúcares y, en el otro extremo, el dátil contiene un 61% de azucar en la relación a su peso fresco. En la mayoría de las frutas el principal material de almacenamiento es azucar, aunque una excepción es el aguacate que presenta altos contenidos de lípidos y solo un 0.5% de azúcares al cosecharlo (excepuando los aguacates de raza antillana) [18].

Los carbohidratos mas sencillos o monosacáridos (azúcares reductores) incluyen fundamentalmente la glucosa y fructosa, encontrándose en forma natural en las frutas. En la mayoría de las frutas, la concentración de glucosa excede a la fructosa, a veces duplicándola; mientras que en --

chabacano y ciruela es de tres a cinco veces mas alta. La uva, fresa y naranja [Barner et al, 1963] contienen cantidades similares de ambos azúcares. En el olivo, la fructosa comprende del 30% al 87% de azúcares reductores [Sandret, 1958]. Las manzanas y peras son las principales frutas en las que la fructosa se encuentra en una cantidad 4- hasta 3 veces mas alta que la glucosa; desde hace muchos años se conoce que estos frutos, así como las ciruelas y pasas son laxantes naturales debido a su riqueza de fructosa. Las manzanas para sidra muestran una proporción de un 9%-26.5% de glucosa y un 91%-73.5% de fructosa, de los azúcares reductores [41].

La sacarosa es el principal disacarido presente en las frutas. Su concentración en las frutas frecuentemente se determina por la diferencia entre el contenido de azúcares reductores antes y después de la inversión. Aunque la sacarosa es el principal azucar de traslocación, solo en unas pocas frutas su concentración excede a la de los azúcares reductores totales: chabacano, nectarina, durazno, ciruela pasa, mango, melón cantaloupe, piña y tangerina; --- mientras que en la naranja dulce las dos concentraciones son similares. Algunas frutas contienen cantidades extremadamente pequeñas de sacarosa: cereza, limón, higo verde, uva, granada roja y tomate. En el olivo la sacarosa comprende del 9-33% de azúcares totales [Sandret, 1958].

El promedio total de azúcares de muchas frutas se encuentra entre un 5 y un 10%. Las frutas deshidratadas (dátil, higo, uva pasa), aquellas usadas en la producción de bebidas alcohólicas (uva y manzana de sidra) y unas pocas frutas tropicales (piña y plátano) contienen cantidades mayores.

Tabla No. 2. CONTENIDO DE GLUCOSA, FRUCTOSA Y SACAROSA EN
ALGUNAS FRUTAS DE ACUERDO A WIDDOWSON Y MC.
CANCE (1935)

Fruta	Contenido de azúcar %		
	Glucosa	Fructosa	Sacarosa
Manzana	1.7	6.1	3.6
Chabacano	1.9	0.4	4.4
Plátano	5.8	3.8	6.6
Dátil	32.0	23.7	8.2
Higo verde	5.5	4.0	0.0
Uva	8.2	7.3	0.0
Toronja	2.0	1.2	2.1
Limón	0.5	0.9	0.2
Melón cantaloupe	1.2	0.8	3.3
Naranja	2.4	2.4	4.7
Durazno	1.5	0.9	6.7
Piña	2.3	1.4	7.9
Pera	2.4	7.0	1.0
Ciruella	4.0	1.3	4.3
Granada roja	5.5	6.1	0.0
Fresa	2.6	2.3	1.3

Algunas determinaciones de azúcares se han efectuado midiendo el total de azúcares después de la inversión:

Tabla No. 3. CONTENIDO DE AZUCARES REDUCTORES TOTALES EN
ALGUNAS FRUTAS Y NUECES (Biale, 1960)

Especies	(1) % de azúcares reductores totales
Aguacate	0.4
Mango	14.0
Papaya	9.0
Persimonia	16.0

Especie	[2] % de azúcares reductores totales
Cereza	9.4
Dátil	63.1
Guayaba	5.8
Nectarina	8.0
Olivo	2.2
Granadilla [pasionaria]	10.0
Membrillo	8.1
Tangerina	9.2
Uva pasa	64.4
Castaña	36.6
Coco [fresco]	3.7
Nuez de castilla	5.0

[2] En estado de madurez comestible (Money, 1958; Mc Cande y Widdowson, 1960)

El contenido de azúcares de una especie en particular varía considerablemente con la variedad, suelo y condiciones climáticas durante su cultivo. Además, las frutas climéricas muestran considerables cambios en el contenido de azúcares entre la cosecha y la madurez comestible [18].

Es una generalidad que, conforme las frutas maduran, la cantidad de azúcares se incrementa, en cambio en los vegetales ocurre frecuentemente lo contrario [29]. El incremento de azúcares mediante la maduración de las frutas es acompañado de un incremento en sólidos solubles y un decremento en almidón. La maduración comestible de los plátanos se completa durante el almacenamiento, con aumento en la concentración de azúcares reductores y totales, así como un notable decremento de almidón [2]:

Tabla No. 4 MADURACION COMESTIBLE DE PLATANOS DESPUES DE COSECHA, % DE PESO FRESCO (Harris y Loesacks)

	Días en cámara de maduración					
	1	3	5	7	9	11
Azúcares reductores	0.24	2.84	7.24	10.73	12.98	15.3
Azúcares totales	0.86	7.66	13.76	16.85	16.87	17.9
Almidón	20.85	12.85	6.00	2.93	1.73	1.2

Similares cambios ocurren en mayor o menor grado en - frutas como manzana, cereza, uvas y cítricos.

Los carbohidratos de elevado peso molecular como almidón, sustancias pépticas y celulosa principalmente, se encuentran en cantidades variables según la especie frutal así como el estado de maduración en que se encuentre. Investigaciones recientes en la Universidad de Rutgers (Fisher et al, 1964) indican que las pectinas de los frutos tienen una notable influencia en la fisiología animal. Las pectinas tienden a atrapar el colesterol impidiendo su depósito en los vasos sanguíneos, ocasionando un descenso de la presión sanguínea y una reducción en los síntomas de arterioesclerosis. Por otro lado, la propiedad de las pectinas que forman geles bajo ciertas circunstancias, las ha convertido en un importante aditivo en la producción de mermeladas, jaleas, así como en la industria de confitería (Pilnik y Zwiker, 1970)

Con respecto a los materiales celulósicos, se ha difundido ampliamente que las personas que no consumen fibras corren mayor riesgo de padecer cáncer del colon en comparación de aquellas que sí lo hacen regularmente. Los frutos consumidos sin pelar, son una buena fuente de fibra y, por otro lado, es importante hacer la determinación de

fibra cruda en la pulpa de algunos frutos como mango, aguacate y mamey entre otros, porque un exceso de ella demerita la calidad del fruto (38).

De manera general, los cereales, vegetales y frutas son importantes fuentes de diversos carbohidratos. Aunque hay países donde la yuca, ñame, camote, papa o el árbol del pan, entre otros, son las fuentes prioritarias de estos compuestos.

C. LIPIDOS

En cuanto a cantidad, este es el tercer grupo importante en la dieta del ser humano. Cuando la asimilación de carbohidratos, lípidos y proteínas es excesiva, estos compuestos se convierten y almacenan como grasas en el tejido adiposo.

Con excepción de la nuez y otros pocos cultivos, las frutas y los vegetales contienen muy pequeñas cantidades de lípidos. Inicialmente surgió interés en estos constituyentes por el hecho de que algunas especies como aguacate, olivo y coco, acumulan grandes reservas de lípidos durante su desarrollo. En consecuencia a estas frutas se les ha considerado como una fuente importante de lípidos para la nutrición humana (41).

En las células vegetales, los lípidos de reserva (grasas y aceites) o bien los que forman coberturas naturales (ceras), se pueden extraer de las muestras deseadas, con solventes muy apolares (como el éter de petróleo). El contenido aproximado de lípidos en algunas frutas y nueces se muestran a continuación:

Tabla No. 5 CONTENIDOS DE LIPIDOS EN ALGUNAS FRUTAS
Y NUECES [42]

ESPECIE	%
Almendra	54.1
Avellana	63.2
Castaña fresca	1.5
Castaña seca	4.5
Marañon	37.0
Nuez de castilla	67.2
Nuez pecanera	73.0
Piñon	61.3
Coco {maduro}	27.2
Aguacate antillano	9.9
Aguacate guatemalteco	15.8
Aguacate mexicano	15-25 o mas
Piña	0.2
Plátano	0.2
Chicozapote	1.1
Fresa	0.3
Guayaba	0.4
Mamey	0.4

D. VITAMINAS

La importancia de las vitaminas fue descubierta a principios de siglo, pero no fue sino hasta años mas tarde en que cada una fue denominada y determinada su participación en diversos procesos metabólicos. Las vitaminas se clasifican en 2 grandes grupos de acuerdo a su solubilidad en lípidos o en agua. Las vitaminas liposolubles: son A, D, E y K; las hidrosolubles son el ácido ascórbico o vitamina C, y las que pertenecen al complejo B.

La vitamina A es necesaria para la protección del te-

jido epitelial mucoso del cuerpo, por ejemplo, el tracto respiratorio; para el crecimiento de los niños y para la vista. Las frutas y hortalizas amarillas o anaranjadas - como durazno, naranja, mango, melón, chabacano, zanahoria entre otros son una buena fuente de vitamina A, aunque no poseen este compuesto como tal (retinol), pero su contenido de carotenos (provitamina A) es convertido por el organismo en vitamina A, aunque el caroteno es menos absorbido que el retinol obtenido de fuentes animales [1].

Muchos factores afectan la cantidad de Vitamina A -- que puede encontrarse en las frutas y vegetales. La luminosidad tiene algun efecto, ya que los cultivos que maduran durante el invierno son frecuentemente mas pobres en vitamina A que los que maduran en el otoño. Asimismo, el cultivar y el estado de maduración parecen influenciar el contenido de vitamina A [2].

La vitamina D es también fundamental para el crecimiento de los niños, particularmente para el desarrollo óseo. esta vitamina se forma cuando los precursores son irradiados con luz ultravioleta, específicamente cuando la luz solar actúa sobre la piel. Las fuentes vitamínicas mas importantes son de procedencia animal [leche].

La vitamina E (tocoferoles), parece estar involucrada con la fertilidad, por otro lado, al tener propiedades como antioxidante, actua como tal protegiendo a la vitamina A en el organismo. Las verduras foliaceas, germen de trigo, aceites vegetales, nueces y aguacate, son buenas fuentes de esta vitamina.

La vitamina K es un factor importante en el mecanismo de coagulación sanguínea. Está presente en vegetales verdes, sin embargo, la flora bacteriana del intestino humano abastece diariamente los requerimientos necesarios.

Las vitaminas del complejo B comprenden: tiamina (B₁) riboflavina (B₂), ácido nicotínico (niacina), ácido fólico, cianocobalamina (B₁₂) piridoxina (B₆), ácido pantoténico y biotina.

La tiamina es esencial en los procesos de liberación de energía a partir de carbohidratos. Algunas fuentes naturales son los vegetales foliosos, levadura seca, legumbres, bayas y nueces, en términos generales, las frutas son fuentes deficientes de esta vitamina. Existen evidencias de que la tiamina necesita la presencia de luz para formarse (3).

La riboflavina es una vitamina que procede principalmente de fuentes de origen animal, aunque se encuentran en pequeñas cantidades en vegetales foliosos y en grandes cantidades en la levadura seca. Los productos hortícolas no son fuente importante de esta vitamina en el mundo occidental, pero en el Lejano Oriente y en algunas partes de África los vegetales juegan un papel importante en la provisión de riboflavina, dado que se consumen pocos alimentos de origen animal en esas áreas (11).

El ácido nicotínico es otra vitamina esencial en las reacciones de liberación de energía en el organismo. Las frutas y vegetales, especialmente nueces, chícharos secos y cacahuete, son buenas fuentes de niacina (42).

El ácido fólico está presente en un gran número de productos de origen animal y vegetal. Su precisa acción metabólica no ha sido determinada. Esta vitamina abunda en vegetales foliosos, levaduras, leguminosas y nueces.

La vitamina B₁₂, es esencial para la prevención de la anemia, abunda predominantemente en fuentes de origen animal.

La vitamina B₆ es necesaria para el crecimiento de -- los animales jóvenes, puede obtenerse de legumbres. En -- cuanto a las principales fuentes de las otras dos sustan-- cias del complejo B, ácido pantoténico y biotina, son tam-- bién de origen animal, aunque del primero puede haber fru-- tas que la contengan en mayor proporción que otras, por -- ejemplo, chabacanos, higos y cítricos (3).

Vitamina C

La principal contribución de las frutas frescas a la nutrición humana, indudablemente es la vitamina C o ácido ascórbico. La vitamina C tiene varias funciones en algu-- nos fenómenos vitales como: formación y mantenimiento de -- la sustancias cementante intercelular de muchos tejidos, -- la falta de vitamina C produce debilidad en las paredes de los capilares y hemorragias de distinta intensidad. Otros signos importantes en la organización de los huesos, carti-- lagos, encías y dentina. También parece intervenir en la formación de las células sanguíneas, en la médula osea, y en el mantenimiento de los niveles normales de hemoglobina. Es esencial para la cicatrización normal de las heridas y actualmente se emplea en forma terapéutica para apresurar el restablecimiento después de operaciones quirúrgicas. -- También parece tener un rol importante en la reacción del organismo del estrés (9).

El ácido que se encuentra en las frutas como ácido -- l-ascórbico es el que tiene mayor valor vitamínico. Su -- contenido en las plantas está relacionado con el grado de actividad metabólica en los tejidos, así, se han encontra-- do altos valores en puntas y brotes de espárrago. Se ha -- observado que el ácido ascórbico se encuentra en las par-- tes blandas de las plantas y no en aquellas que son secas como las nueces o semillas (3).

La concentración del ácido L-ascórbico en las diferentes frutas varía grandemente. Así, las manzanas y peras contienen solo de 2-30 mg. de ácido ascórbico por 100 gr. de muestra, mientras que hay casos extremos como la cereza antillana con contenidos de 1300 mg. (1.3% del peso total fresco) o mas altos inclusive (Ollivier, 1967). - Entre estos extremos están la mayoría de las frutas cítricas y las bayas (38).

Las condiciones durante el crecimiento de la planta, así como la variedad y madurez, entre otras, son factores que afectan en mayor o menor extensión el contenido de la vitamina C. La concentración varía en los diferentes tejidos de la fruta. En manzana la concentración es dos a tres veces mayor en la corteza en la comparación con la pulpa (Zilva et al, 1935).

Tabla No. 6 CONTENIDO PROMEDIO DE ACIDO ASCORBICO EN ALGUNAS FRUTAS [PORCIÓN COMESTIBLE] SEGUN Woot-Tsuen, 1964

F R U T A	Acido ascórbico mg/100g.
Cereza antillana	1300
Manzana	2-10
Chabacano	7-10
Aguacate	15-20
Plátano	10-30
Cereza	5-8
Granada china	25
Toronja	40
Guayaba	300
Limón	50
Fresa	60
Naranja	50

De los factores ambientales, especialmente la luz, temperatura y localización geográfica han sido los mayormente evaluados. Muchos experimentos indican que el contenido de vitamina C se incrementa con la luminosidad, de tal forma que las manzanas, toronjas y tangerinas expuestas al lado soleado de la planta contienen mayores valores de esta vitamina que aquellas desarrolladas en el lado sombreado.

De los factores genéticos no es posible seleccionar plantas ricas en vitamina C sobre bases taxonómicas. La familia rosáceae incluye la rosa común, cuyos frutos contiene una concentración de vitamina C hasta 200 veces más grande que la encontrada en la manzana, una fruta de la misma familia. El conocimiento del contenido vitamínico de una especie del género no indica el contenido de otra especie. En cuanto a mejoramiento genético siempre se trata de obtener frutas de mayor contenido de vitamina C y que además presenten otras características sobresalientes [27].

Las frutas poseen una ventaja sobre otros alimentos vegetales, en que la estabilidad del ácido ascórbico es mucho más grande en el medio ácido de los jugos de frutas que en el medio casi neutro de los vegetales. Además como la mayoría de las frutas son consumidas en fresco, se aprovecha todo su contenido vitamínico, mientras que los procedimientos de cocción necesarios en la mayoría de los vegetales, provoca pérdidas por destrucción o lixiviación al medio de cocción [3].

Un consumo diario de poco más de 5 mg. es suficiente para prevenir los síntomas graves de escorbuto en los adultos, y una absorción de 30 a 60 mg. se estima que se requieren para una salud completa; de tal forma que la mayo-

ria de las frutas poseen esa cantidad mínima necesaria para el consumo diario (11).

Tabla No.7. CONTENIDO VITAMINICO DE ALGUNAS FRUTAS/100g DE PORCION COMESTIBLE (2,18)

ESPECTE	Vit. A. (mcg) (act)	Tiamina (mg)	Ribofabina (mg)	Niacina (mg)	Vit. C (mg)
Acerola	----	0.03	0.05	0.6	1790
Aguacate ant.	60	0.06	0.12	1.7	17
Aguacate gua.	60	0.08	0.12	1.5	17
Aguacate mex.	15	0.06	0.10	1.5	16
Anona blanca	trazas	0.02	0.03	2.2	14
Banana	50	0.05	0.09	0.6	8
Ciruella	40	0.03	0.04	0.5	6
Coco	0	0.04	0.03	0.6	4
Chabacano	670	0.04	0.06	0.4	10
Chicozapote	10	0.01	0.01	0.2	15
Chinini	30	0.06	0.09	1.1	12
Chirimoya	0	1.09	0.13	0.9	17
Datil	50	0.07	0.05	0.6	6
Durazno	5	0.03	0.06	0.4	28
Fresa	10	0.03	0.04	0.4	70
Garambullo	35	0.04	0.03	0.5	32
Granada roja	0	0.07	0.03	0.9	8
Guanabana	5	0.07	0.05	0.9	26
Guayaba	80	0.04	0.04	1.0	218
Higo	30	0.04	0.05	0.4	4
Jobo	70	0.08	0.06	0.5	28
Limon	5	0.06	0.02	0.1	51
Mandarina	40	0.08	0.03	0.3	22
Mango	530	0.05	0.06	0.4	53
Manzana	10	0.03	0.05	0.2	6
Melón	350	0.04	0.03	0.6	29
Sapote dom.	90	0.03	0.05	0.4	16
Uva	trazas	0.05	0.04	0.5	3

E. MINERALES

Los minerales se pueden considerar como nutrimentos indispensables, ya que el organismo humano no los sintetiza. Debido a que estos elementos desempeñan diferentes funciones y se requieren en distintas formas y concentraciones, pueden clasificarse arbitrariamente en tres grupos según la cantidad que el hombre necesita para mantenerse en buenas condiciones de salud:

1. El primer grupo constituido por: calcio, fósforo, magnesio, sodio, potasio, cloro y azufre, necesarios en grandes cantidades.
2. El segundo formado por: hierro, cobre, manganeso, yodo, cobalto, zinc y molibdeno, que se necesitan únicamente en cantidades de 1 mg o menos.
3. En el tercer grupo está el fluor, aluminio, boro, selenio, cadmio y cromo. Este grupo no ha sido estudiado del todo y existe gran controversia sobre la verdadera necesidad del hombre por estos elementos (3).

Muchos minerales actúan como cofactores de complejos enzimáticos; otros sirven para controlar la presión osmótica de fluidos celulares y el pH, o bien, forman parte constitutiva de algunas nomenclaturas. En los alimentos naturales se encuentran en varias formas, mezclados con proteínas, grasas o carbohidratos. Los alimentos elaborados o refinados como grasas, aceites, azúcar o el almidón de maíz, casi no contienen minerales (2).

La concentración total de un mineral en un alimento se estima al quemar la fracción orgánica o combustible de una cantidad dada del alimento. De las cenizas que resultan de este procedimiento se efectúan análisis para averiguar la presencia de los elementos minerales particulares.

En la practica diaria, las cifras que mas se utilizan son las de calcio, fósforo y hierro, y con fines terapéuticos las de sodio, potasio y magnesio [11].

Los minerales terapéuticos necesarios en la dieta humana se encuentran distribuidos abundantemente en los -- alimentos como frutas y vegetales, y por ello sus deficiencias son poco importantes [11].

Tabla No. 8. CONTENIDO DE MINERALES DE ALGUNAS FRUTAS*
(41, 42)

ESPECIE	Ca (mg)	P (mg)	Fe (mg)	Na (mg)	K (mg)
Aguacate	10	42	1.0	*	-----
Almendra	234	504	4.7	4	778
Avellana	209	337	3.4	2	704
Banana	10	32	0.9	0.4	450
Castaña	27	88	1.7	6	454
Cereza	22	19	0.4	2	191
Ciruela pasa	51	79	3.9	8	689
Chabacano	17	23	0.5	1	281
Chicozapote	24	10	1.0	*	----
Durazno	9	19	0.5	1	202
Fresa	21	21	0.3	1	164
Granada roja	3	8	0.6	3	259
Higo	35	22	0.3	2	194
Manzana	7	10	0.7	1	110
Membrillo	11	17	0.5	4	197
Nectarina	1	24	3.1	6	294
Nuez de Cas.	99	380	2.4	2	450
Nuez Pecanera	73	289	0.3	Traza	603
Pera	8	11	0.5	2	130
Piña	18	8	5.2	*	----
Piñon	12	604	7.3	*	----
Pistache	131	500	3.7	*	972
Uva pasa	62	101	3.7	2.7	763

* Por 100 g de porción comestible

* No hay datos disponibles

II. COLOR

En la calidad de un producto intervienen numerosos factores, sin embargo el color contribuye mas que todos en la apariencia de la mayoría de los productos hortícolas. La primera impresión de un aumento es visual y el gusto por comerlo depende en gran parte del color. Muy frecuentemente se escucha que los consumidores comen a través de sus ojos. Al respecto Gould (1953) cita que la medición del color en frutas y vegetales para consumo en fresco o procesados, es sin duda el factor mas importante que afecta las relaciones productor-procesador-consumidor (2).

El color es una característica de la luz, y la luz es una parte de la energía radiante en la que el observador humano está conciente a través de las sensaciones visuales que surgen de la estimulación en la retina de los ojos. La luz es energía radiante en el rango visual del espectro electromagnético, el cual se encuentra dentro de los límites de 700 y 400 milimicras. La reflexión de las diferentes longitudes de onda resulta en las distintas sensaciones de color; por ejemplo, de 400 a 500 milimicras la sensación es azul, de 550 a 600 es amarilla y de 600 a 700 es roja. Si la reflexión de todas las longitudes de onda es igual, la sensación es blanca; por lo contrario, si la absorción de todas las longitudes de onda no es igual, la sensación es negra.

El grado en el cual la retina del ojo es estimulada, depende no solamente de la disponibilidad de luz sino también de la naturaleza de la superficie reflectante. En consecuencia se debe hacer una distinción mas amplia para diferenciar entre la apariencia brillante o mate de un objeto. Si la luz se refleja de una superficie lisa, entonces la apariencia es brillante, lustrosa, pulimentada. Por

otra parte, si la sustancia reflectante es irregular, refleja la luz en diferentes ángulos y la apariencia será sin brillo, opaca o mate. Tal distinción puede ser importante en los productos hortícolas, ya que un cierto lustre es una ventaja en algunos productos, por ejemplo, en fresas; en otras puede ser una desventaja, como en zanahorias enlatadas.

El color posee parámetros reconocibles: matiz, luminosidad y saturación. El matiz es el verdadero color y es el resultado directo de la longitud de onda dominante. Así si las longitudes de onda entre 500 y 550 milimicras son reflejadas en mayor grado que cualesquiera otra del rango visible, el color dominante será verde y, similarmente, si otras longitudes de onda son dominantes, resultaran otras sensaciones de color. La luminosidad se refiere a la cantidad de luz reflejada desde la superficie del objeto y depende no solamente del flujo luminoso que procede de una determinada fuente de luz, sino también de la naturaleza de la superficie reflectante. La saturación indica la cantidad en la cual el color dominante está mezclado con el blanco o, a su vez, la proporción de una determinada longitud de onda dentro de la luminosidad total. Algunas veces se describe a la saturación como pureza, intensidad o fuerza del color [25].

MEDICION DEL COLOR EN PRODUCTOS HORTICOLAS

La evaluación del color puede llevarse a cabo:

- a) midiendo la luz reflejada o transmitida por un objeto, mediante instrumentación óptica;
- b) comparando visualmente los colores o simplemente por evaluación visual de un observador entrenado, en estos casos, los diccionarios, tablas o cartas de color estandarizadas o altamente específicas y

- son sumamente útiles, y,
c) los pigmentos pueden medirse químicamente en el laboratorio (37).

Tal vez el método más simple y rápido para evaluar el color, es aquel donde el color es comparado visualmente -- con un block o carta coloreada del producto a evaluar (6). Este sistema es muy utilizado en E.U.A. y Gran Bretaña, -- donde para las evaluaciones rutinarias se necesitan métodos rápidos y relativamente eficaces. Sin embargo esas -- cartas de color están fundamentadas en la determinación -- instrumental de los colores, usando iluminantes estándares (para que no haya confusiones al usar la luz artificial o bien a pleno día como lo determina la CIE (Comisión Internacional de L'Eclairage) desde 1931. Si se requiere alta precisión en la medida es necesario recurrir a la instrumentación, que resulta cara así como lenta (a), donde se -- pueden utilizar aparatos como espectofotómetros de reflectancia, colorímetros, tintómetros o discos coloreados en -- el sistema Munsell, entre otros. El estudio químico de -- los pigmentos es también una ciencia altamente desarrollada en cuanto a la naturaleza intrínseca de estos, así como en los métodos de extracción o identificación de pigmentos. Los pigmentos separados, usualmente se miden por algún método de instrumentación colorimétrica (2).

PIGMENTOS

El color aumenta el atractivo de los frutos y en muchos casos se emplea como índice de madurez. También está asociado con el sabor, la textura y sus cualidades salu-
feras.

Cuando los frutos se cosechan en estado maduro-firmes deben estar coloreados total y uniformemente. Los colores

de los productos hortícolas se clasifican en los tres grupos siguientes:

1. Flavonoides, que incluyen los pigmentos rojos antocianicos.
2. Clorofilas, de pigmentación verde, y,
3. Carotenoides, cuyo rango varía de amarillo a anaranjado.

Las clorofilas son los principales contribuyentes al color verde de los vegetales. La clorofila también se encuentra en las hojas, aunque los colores que se presentan durante el otoño en las plantas deciduas, particularmente en plantas de clima templado o frío, se deben principalmente a la presencia de antocianinas y carotenos [3].

Los dos pigmentos amarillos de tipo carotenoide, carotenos y xantofilas se encuentran en los cloroplastos, junto con las dos clorofilas a y b, y aunque se menciona que son tan eficientes como la clorofila en la utilización de la luz, por sí mismas no pueden efectuar la fotosíntesis. La distribución de los carotenoides en las frutas es muy compleja. En algunas plantas de diferentes especies del mismo género, los constituyentes pigmentarios pueden variar considerablemente, por ejemplo en las especies de Pyracantha. En otras, los pigmentos muestran muy poca variación cuantitativa entre especies, por ejemplo Berberis.

Casi todas las flores amarillas o amarillo-almonado contienen grandes cantidades de xantofilas, y las flores de color naranja intenso (por ejemplo Narcissus majalis)-- contienen caroteno o licopeno (Calendula officinalis). Algunos carotenoides son específicos a la especie, por ejemplo, el pigmento que da color a Eschscholzia canadensis es la eschscholtzantina. Entre las raíces, las zanahorias se caracterizan por las considerables cantidades de carote

nos, de donde se deriva su nombre (carotes) aunque solo -- otras pocas raíces apenas si contienen cantidades significativas de estos pigmentos (18).

Los carotenos desempeñan un rol importante en el color de los mangos, piñas, cítricos (naranjas, mandarinas, etc.) papaya, sandía, tomate, pimiento, etc. La concentración de carotenoides es frecuentemente más alta en la cáscara o piel de los frutos; por ejemplo, en la cáscara de manzana la concentración es cinco veces mayor que en la -- pulpa (González-Silita 1949; Curl y Bailey, 1956). Según Goodwin (1958) en todas las frutas con carotenoides en los cromoplastos, hay una rápida síntesis de estos pigmentos -- durante la maduración comestible, la cual va acompañada de una simultánea pérdida de clorofila conforme los cloroplastos se transforman en clomoplastos; fenómeno demostrado en tomate, cáscara de naranja, mangos, y en varias frutas cítricas (29).

Sin embargo, la desaparición de clorofila no es esencial para el desarrollo de cromoplastos así como para la -- síntesis de más carotenoides; hay mutantes de tomate y pimiento que contienen considerables cantidades de clorofila cuando alcanzan su maduración. Además, en toronja, la síntesis activa de carotenoides empieza antes de que la clorofila comience a desaparecer (Purcell 1958; Yokoyama y White, 1967). Un caso particular es el de la toronja blanca sin semilla, en la que no hay síntesis de carotenoides coloreados durante la maduración comestible, después que toda la clorofila ha desaparecido, pero en cambio, hay una -- marcada síntesis de fitoeno (Yamamoto y White, 1967). Así los cromoplastos ricos en carotenoides pueden desarrollarse de otros organelos (vesículas incoloras o protoplastidios) además de los cloroplastos, como ocurre en Asparagus officinalis (Guillermond, 1969) y, por supuesto, en zanahoria.

El color característico de los frutos maduros se debe principalmente a los ésteres de xantofila y caroteno (Curl y Bailey, 1955) dependiendo del color que presentan, de la proporción de los pigmentos carotenoides presentes y de la cantidad de ellos en el periodo final (Braverman, 1949). - Este factor es muy importante en las naranjas; el mercado demanda jugo de un color "anaranjado intenso", aun más marcado en concentrados y bases; de tal forma que aun cuando se diluyen excesivamente, presentan coloración típica. Algunas variedades de naranja, aun cuando son excelentes en gusto y aroma, producen jugo de color pálido. Un problema todavía más difícil, lo ocasionan los cambios de pigmentación que se presentan en las diferentes estaciones. Ambos problemas se han resuelto, mezclando el jugo de color pálido con otros de color intenso para obtener un tono estándar. En mangos, también pueden mezclarse variedades de -- pulpa clara con otras de color intenso, para dar al nectar una calidad aceptable (29).

Además de los carotenos solubles en lípidos, presentes en los plastidios de la célula, la coloración de flores y frutas esta fuertemente influenciada por flavonoides solubles en agua, que son compuestos fenólicos encontrados en la vacuola celular. Los compuestos fenólicos estan ampliamente distribuidos en el reino vegetal y son abundantes en las frutas, donde tienen un papel determinante en el sabor y color. Neish (1964), ha sugerido que, originalmente, los compuestos fenólicos son subproductos del metabolismo de los aminoácidos aromáticos. Las frutas y flores contienen grandes cantidades de algunos tipos de compuestos fenólicos, tales como las antocianinas, mientras que otras partes de la misma planta como hojas o corteza, muestran escasez o total ausencia de ellos (33).

Hay muchos grupos de pigmentos flavonoides, pero los

dos más importantes y comunes son las antocianinas (azul, púrpura o rojo) y las flavonolas (amarillo o marfil). En la célula vegetal, estos pigmentos siempre se encuentran como glucósidos, esto es, contienen una molécula de azúcar como parte de su estructura. Las bases químicas para la contribución de los flavonoides al color, son relativamente simples, pero en la naturaleza hay una gran variación del color en las flores. Algunas explicaciones a esto, -- son la formación de complejos de pigmentos con metales y otras moléculas orgánicas, el pH del medio y muchas otras relaciones químicas que pueden causar cambios en los matices y tintes durante la floración de la planta. De tal -- forma se reconocen más de 1000 cultivares de rosa, la mayoría de ellos diferentes en el matizado de la flor (37).

Los flavonoides también contribuyen a la coloración de las frutas y, en particular, las antocianinas son muy importantes. El glucósido de pelargonidina se encuentra en la granadilla (granada china) y en fresa, pigmentando solamente la superficie de la baya o inclusive la pulpa, dependiendo del cultivar. El glucósido de cianidina es el responsable del color de la cáscara de manzana, zarzamora, frambuesa, cereza, ciruela, durazno, grosella roja, arándano. El glucósido de cianidina junto con el glucósido de delfinidina se encuentran en la grosella negra y en el jugo de naranjas sanguíneas; y, el glucósido de delfinidina, como tal, se encuentra en granada roja, cáscara de berenjena, arándano y uva (2).

Las coloraciones rojas o violetas debidas a antocianinas, deben considerarse cuando se procesan las frutas u hortalizas, ya que el color pasa gradualmente al farabe o a la salmuera en el enlatado. La retención del color en los betabeles enlatados enteros es mucho mejor que en aquellos cortados en cubos después de pelado. Cuando se prepa-

san en caliente uvas de color, la mayor parte de este se remueve en el jugo, y su se les fermenta por un corto periodo antes de procesarlas, la extracción es casi completa. Por otro lado, los taninos contribuyen a darle color a los vinos y, en las reacciones de oscurecimiento enzimático que suceden durante el procesamiento del cacao y café [29].

Algunas frutas y hortalizas, sobre todo la guayaba, - litchi, peras, manzanas, bananas y habas pueden tomar colores rosadas durante su procesamiento, debido a la presencia de leucoantocianinas, que aunque pueden ser incoloras, por su sensibilidad al calor, se descomponen durante el procesamiento de estos productos formando las antocianinas correspondientes [3].

Las fresas contienen diferentes pigmentos como antocianinas, leucoantocianinas y otros flavonoides, que son parte integral de su coloración típica. Durante la fabricación de mermeladas u otros derivados, las fresas desarrollan coloraciones café, poco atractivas al consumidor. En un estudio reciente se encontró que a medida que la concentración de compuestos fenólicos, en especial la leucoantocianina, se incrementaba, también aumentaba la velocidad de oscurecimiento de las fresas [20].

Una lista de antocianinas que contribuyen a la coloración característica de algunas frutas, se muestran en la tabla 9.

Las funciones de los pigmentos en las plantas han sido objeto de especulación, así, en las flores, probablemente su propósito sea atraer agentes polinizantes para asegurar la polinización cruzada, necesaria en la mayoría de los frutales: En las frutas, los colores atractivos aseguran su recolección y consumo, de tal forma que se facilite

TABLA No. 9. ANTOCIANINAS (Antocianidinas unidas a un azucar) y ANTOCIANIDINAS REPORTADAS EN ALGUNAS FRUTAS

FRUTA	Antocianina o Antocianidina	COLOR
Manzano (<i>Malus pumila</i>)	Cianidina	Rojo
Zarzamora (<i>Rubus fruticosus</i>)	Cianidina	Rojo
Grosella negra (<i>Rubus nigrum</i>)	Cianidin-3-glucosido	Rojo
	Cianidin-3-rutinosido	Rojo
	Delphinidin-3-glucosido	Rojo
	Delphinidin-3-rutinosido	Rojo
Mora azul (<i>Vaccinium angustifolium</i> y <i>V. corymbosum</i>)	Delphinidina, petunidina, malvidina, peonidina y cianidina	Rojo
Cereza ácida (<i>Prunus cerasus</i>)	Ceanidina y peonidina	Rojo
Cereza dulce (<i>Prunus avium</i>)	Ceanidina y peonidina	Roja
Arandano agrio	Ceanidina y peonidina	Rojo
Baya de sauco (<i>Sambacum nigra</i>)	Ceanidina y peonidina	Roja
Higo (<i>Ficus carica</i>)	Ceanidina y peonidina	Roja
Grosella silvestre (<i>Ribes grosul</i>)	Ceanidina y peonidina	Rojo
Uva europea roja (<i>V. vinifera</i>)	Malvidina, peonidina, delphinidina, cianidina, petunidina	Rojo
Uva concord (<i>V. labrusca</i>)	Cianidina, delphinidina, peonidina, malvidina y petunidina,	Rojo
Mango (<i>Mangifera indica</i>)	Peonidina	Rosa
Mora (<i>Morus nigra</i>)	Cianidina	Rojo
Olivo (<i>Olea europea</i>)	Cianidina	Rojo
Naranja (<i>Citrus sinensis</i>)	Cianidina y delphinidina	Rojo
Granada china (<i>Passiflora edulis</i>)	Delphinidina	Rojo
Pera (<i>Pyrus communis</i>)	Cianidina	Rojo
Ciruella (<i>Prunus domestica</i>)	Cianidin-3-glucosido	Rojo
Granada roja (<i>Punica granatum</i>)	Delphinidina y cianina	Rojo
Frambuesa (<i>Rubus idopus</i>)	Cianidin-glucosil rutinosido	Rojo
	Cianidin-3-soforisido	Rojo
	Cianidin-3-rutinosido	Rojo
	Cianidin-3-glucosido	Rojo

Continuación de la Tabla No. 9

Durazno (<i>Prunus persica</i>)	Cianidín	Rojo
Fresa (<i>Fragaria chiloensis</i> y <i>F. virginiana</i>)	Cianidín-3-glucosido	Rojo
	Pelargonidín-3-rutinosido	Rojo
	Quercetín-3-glucosido	Amarillo
	Kaempferol-3-glucosido	Palido

Fuente: Haard, N.F. y Salunkhe, D.K., 1975; Blundstone, 1969.

la dispersión de la semilla y la consecuente distribución geográfica de las especies en climas adecuados para su desarrollo (5).

FACTORES QUE AFECTAN EL COLOR DE LOS PRODUCTOS HORTICOLAS

El color está sujeto a varios factores que pueden influenciar grandemente su expresión. Los dos factores más importantes son el cultivar y el estado de madurez. Otros factores como el clima, estación, tipo de suelo, nutrición de la planta, densidad de siembra, tratamientos post cosecha o para procesado, congelación o deshidratación, -- tienen gran influencia en la coloración final.

Si la planta es genéticamente estable, entonces el cultivar es el principal factor que afecta el color del producto. Según el destino que tenga la fruta, ya sea para consumo en fresco o para procesarla, serán las estipulaciones para el color, y estas a su vez determinarán que cultivar se debe producir. Por ejemplo, la coloración de las manzanas difiere considerablemente entre cultivares, así, los cultivares para consumo en fresco son generalmente rojos, mientras que las variedades para procesamiento casero o industrial son verdes. Los cultivares de fresa también difieren ampliamente desde un color rojo salmón pálido a un rojo escarlata oscuro; la pulpa también puede

variar desde rojo oscuro a blanco. El tipo de mercado y la economía de producción determinarán la selección del productor (16).

El efecto de la maduración fisiológica o de la maduración comestible sobre el color de los productos hortícolas es profundo. Casi todos los productos son verdes en los primeros estadios de su desarrollo y alcanzan sus características de matriz hasta la completa maduración. Al ir madurando los frutos van adquiriendo tonos rojos, azules, púrpuras o amarillos característicos del cultivar, perdiendo al mismo tiempo su coloración verde. Estos cambios de pigmentación son indicativos tanto de la calidad como de la fase de maduración; aun los cultivos que básicamente son verdes, por ejemplo, los vegetales, desarrollan matices amarillos cuando son senescentes. Para consumo en fresco es necesario que los frutos completen su etapa de madurez fisiológica, como requisito para alcanzar una óptima calidad en su maduración comestible (41).

La densidad de plantación de los frutales y, particularmente su follaje pueden afectar la coloración de la cáscara o piel. Es bien conocido que las frutas expuestas a la luminosidad se colorean más profusamente que aquellas ensombrecidas por el follaje. Las frutas se colorean más fácilmente cuando crecen en el lado sur y en la parte superior del árbol, y los factores que afectan el follaje y la densidad de ramificación, como la poda, afectan a su vez la coloración del fruto. Las manzanas, peras, duraznos, nectarinas y chabacanos necesitan la luz directa para desarrollar los pigmentos antocianicos y alcanzar el matiz rojo. Sin embargo, los pigmentos no necesitan luz directa en otros frutos como uva, cereza, ciruela, ciruela pasa, frambuesa y arándano. Los pigmentos amarillos tampoco necesitan luz directa para su desarrollo (41).

Los factores que durante el periodo de cosecha ocasionan un alto contenido de carbohidratos en el fruto, -- tienden a incrementar también la pigmentación antocianica. Los abonos nitrogenados en exceso y las podas inadecuadas pueden disminuir la coloración al reducir los carbohidratos e impedir una adecuada iluminación del árbol (porque estimulan excesivamente el crecimiento y éste finalmente reduce la luz en el interior del follaje). Cualquier factor que atenué la luminosidad como las nubes, lluvia, nieblas, humus, puede reducir la producción total de fotosíntesis de los árboles [40].

III. TEXTURA

La textura es un componente de suma importancia dentro de la calidad de las frutas. Así, una manzana harinosa, una pera granulosa o bien, unas fresas demasiado blandas, son menos apetecibles a la mayoría de los consumidores, que la falta de coloración típica (por ejemplo, naranjas desarrolladas en el trópico, que aunque maduras carecen de la coloración anaranjada característica). El sabor puede verse afectado por la textura, ya que hay liberación de compuestos del sabor al modificarse la estructura de -- los tejidos vegetales, durante su degustación. La textura debe estar de acuerdo con la experiencia que el consumidor tiene de las características idóneas de la fruta u otro -- producto al saborearlo.

La textura y consistencia está relacionada a aquellos atributos de calidad asociados con el sentido del tacto, -- experimentando con los dedos, la mano o la boca. La definición de textura es extremadamente difícil, sin embargo, algunas autoridades en la materia han intentado clasificar la usando términos comunes. Desafortunadamente, estos tér

minos pueden interpretarse distintamente por las diferentes personas involucradas, pero aun así, aportan una guía útil para comprender lo relacionado a la textura. Los dos sistemas de clasificación de mayor reconocimiento son aquellos de Kramer y Twigg (1970) y Szozesniak (1963).

Kramer y Twigg diferenciaron entre el tacto efectuado con los dedos y el tacto bucal, y dentro de cada grupo describieron algunas características sensoriales (23):

1. Tacto experimentado con los dedos. Se divide en tres categorías:

- a) Firmeza. Efecto de compresión física, usado para seleccionar manzana, aguacate, mamey, etc.
- b) Suavidad. Calidad de maleabilidad o flexibilidad. Es otro efecto de compresión física utilizado cuando se selecciona una ciruela o un durazno, entre otros.
- c) Jugosidad. Medido por la extracción de jugo o bien por punción, por ejemplo, cuando se prueban elotes con la uña o la jugosidad de un limón.

2. Tacto efectuado con la boca. Se divide en seis categorías:

- a) Masticabilidad. Percibida por compresión y acción cortante de los dientes.
- b) Fibrosidad. Resistencia a la fuerza cortante de los dientes; residuo incomible de un producto después de la masticación.
- c) Arenosidad. Sensación de arena o arenisca, incluyendo células pétreas como las encontradas en peras.
- d) Hacinosis. Debida a la presencia de granulos de almidón detectados por la boca.

- e) Viscosidad. Sensación de adhesividad en los productos durante la masticación.
- f) Aceitosidad. Producida por los productos oleosos.

Kramer y Twigg consideran que estas sensaciones pueden evaluarse fácilmente por instrumentos que midan la textura objetivamente (23).

La estructura morfológica de las plantas es la causa de las diferencias en textura entre plantas y por tanto - entre productos. La estructura celular de las plantas di fieren grandemente no solo entre especies sino también en tre las diferentes partes de la misma planta. El arreglo de las células y tejidos es extremadamente variado, y los muchos tipos de células que pueden encontrarse en las --- plantas, también contribuyen a las diferencias de textura encontradas en los productos hortícolas. Es por esta razón que existe mucha confusión en la definición de textura (37).

Isherwood (1960) considera que los cambios en la textura deben relacionarse con el patron global de la composi ción y estructura celular. El divide los factores que afectan la estructura en dos grandes categorías: 1) aque--- llos compuestos como almidón, enzimas y fitina, que no son constituyentes de pared celular, y 2) compuestos constituyentes de pared celular (20).

El almidón está estrechamente relacionado con la textura en las papas y la harinosidad causada por debilita--- miento de las propiedades adhesivas de la lámina media, -- con la consiguiente fragmentación celular. Además, las -- propiedades de inhibición del almidón pueden también afectar la textura, si el almidón se expande considerablemente

puede causar la disgregación de las células, resultando una textura harinosa (20).

La pureza de algunos cultivares de tomate puede deberse a la actividad de la enzima pectin-metil-esterasa, la cual forma una gran cantidad de metoxipectinas, las cuales en presencia de calcio forma pectatos de calcio, originando un tejido más firme. Cuando se cocinan los guisantes se ablandan debido a una reacción entre la fitina y los pectatos de calcio en la lámina media. Como resultado se forma fitato de calcio, y la pérdida de calcio en la lámina media causa debilitamiento de la adhesión celular (2).

En cuanto a los constituyentes de pared celular en las porciones comestibles de frutas y vegetales, la pared celular consta principalmente de polisacáridos y los cambios en estos provocan los cambios en textura que ocurren durante la maduración y cocción. En particular, los materiales pecticos (pectina y pectato de calcio) actúan como material cementante de las hebras de polisacáridos, cuando se adhieren forman una estructura rígida. Si se remueve el calcio, la estructura se desorganiza y ocurre el ablandamiento (29).

FACTORES QUE AFECTAN LA TEXTURA

La madurez es uno de los factores que más afectan la textura. Los vegetales cuando maduran se endurecen y se ponen correosos, sin embargo, las frutas se ablandan. Existen evidencias de que el cultivar también afecta la textura de frutas y hortalizas. Probablemente los fertilizantes tengan algún efecto sobre la estructura.

Las operaciones de procesamiento, particularmente el enlatado, son muy severas, y las frutas y vegetales deben seleccionarse de tal forma que las resistan. La consisten

cia o viscosidad de jugos, mermeladas, jaleas y conservas deben considerarse seriamente. Algunos jugos como el de naranja son consumidos con su turbidez natural, ya que la clarificación perjudicaría su apariencia y sabor. Los jugos de manzana, uva y otras bayas, de manera tradicional se han consumido con aspecto claro, y el problema ha sido clarificarlos de manera efectiva y mantener su condición brillante durante su vida de anaquel. Aunque frecuentemente se están produciendo jugos no clarificados u opalescentes (36).

Los jugos de muchos frutos carecen en gran parte del color y sabor del fruto mismo, ya que están asociados con material celular insoluble. Por lo regular se les convierte en productos pulposos desintegrando el fruto entero para obtener purés o néctares; este es el caso del mango, papaya y tomate (33).

Otros factores que pueden afectar la textura o consistencia son: localización geográfica del cultivo, clima y condiciones de almacenamiento.

MEDICION DE LA TEXTURA

Ya se mencionó que Kramer y Twigg consideran que las diferentes modalidades de textura pueden medirse por medio de instrumentos mecánicos. De tal forma que se han desarrollado muchos instrumentos en los últimos años. A continuación se mencionan los más importantes:

1. Probadores de presión: Magness-Taylor; pulgar mecánico.
2. Penetrómetros: Penetrómetro Effegi.
3. Probadores de compresión: Instron
4. Aparatos de esfuerzo cortante: Prensa de esfuerzo cortante.
5. Probadores de presión: Fibrómetro, probador de presión de fibra, succulómetro y firmómetro.

Quizá el más sofisticado de los instrumentos para medir la textura de los alimentos sea el "Probador de textura". El modelo más reciente de este probador posee seis celdas capaces de medir las características texturales de los alimentos: madurez, dureza, firmeza, jugosidad, fibrosidad y consistencia (21).

Además de estos métodos objetivos para medir la textura mediante la utilización de instrumentos, la textura de algunos productos puede medirse químicamente. Así, mediante tratamientos químicos se separa la fibra y posteriormente se somete a peso constante. Este método se usa en la mayoría de las frutas que contienen algo de fibra como mangos, mamey, chicozapote, aguacate, etc.

El contenido de humedad puede utilizarse como medida de madurez y de textura en elote, ejotes, etc. (2).

IV. TAMAÑO

La importancia del tamaño como una contribución a la calidad total de un producto no solo está dirigida a atraer la atención del consumidor, sino también determina el mercado al cual debe destinarse. La mayoría de las especificaciones y convenios relacionados con la producción de cultivos dirigidos a ciertos mercados, indican el tamaño unitario que puede poseer cada clasificación así como los límites de tolerancia que pueden admitirse (26).

Básicamente el tamaño puede medirse de las siguientes maneras: 1) longitud, circunferencia, diámetro y ancho, - 2) peso y 3) volumen.

El primer método es el más usado en la actualidad, sobre todo en los productos hortícolas para procesamiento.

En frutas es común el uso de anillos medidores o calibradores. En cuanto a las determinaciones de peso, estas pueden ser por peso unitario o peso total del cultivo, o sea, rendimiento. Para frutas, algunas veces se aprovecha la correlación que existe entre el tamaño (longitud, diámetro o anchura) y el peso, y en forma mecanizada la fruta que se supone tiene cierto peso es seleccionada al pasar a través de rodillos o rejillas de determinado tamaño, pasando a otras rutas dentro de la empacadora. La determinación por volumen se refiere específicamente al número de unidades que caben dentro de un determinado contenedor o envase estándar. Este método se usa comúnmente en vegetales y algunas frutas como manzanas, naranjas, melones, etc. [36].

La clasificación por tamaño se hace principalmente para facilitar operaciones de cortado, pelado y mezclado, para obtener uniformidad en el producto y proporcionar a los consumidores el tamaño que prefieren. Aunque también pueden ser una forma indirecta de clasificación para otras características. Por ejemplo, en vegetales como chícharos y pepínos pequeños para encurtir, de ordinario son más pequeños, y en consecuencia más tiernos y apetecibles [35].

El tamaño es determinante para algunos productores, ya que en cultivos como la piña, el rendimiento es directamente proporcional al mismo. Algunos tamaños tienen mayor demanda que otros para propósitos específicos. En general los tamaños grandes son los más económicos, pero en algunos casos se prefieren los medianos, debido a la conveniencia de sus cualidades como jugo y sabor, como por ejemplo en las naranjas "malta" y en tomates. Laverington (1971) hace notar que las piñas para enlatar deben tener como máximo un diámetro de 13.25 cm (siendo este valor el mejor). La cantidad de las semillas en los higos,

el corazón de la piña y el hueso o semilla de los aguacates afectan el rendimiento de la pulpa del producto, ya sea para consumo en fresco o procesado. En muchas ocasiones la preferencia por ciertos tamaños se basa por entero en las cualidades de sabor, textura, o por razones estéticas, entre otras. En general, es conveniente que el tamaño sea uniforme, ya que así se facilita su manejo en grandes cantidades y se tiene menos desperdicio, ya que para algunas frutas existen envases específicos al tamaño más aceptado o preferido por los consumidores, de tal forma que la calidad se favorece [29].

FACTORES QUE AFECTAN EL TAMAÑO

El tamaño que puede alcanzar una fruta determinada depende de la especie, cultivar, densidad de plantación, fertilización y madurez.

En el sentido amplio, un grupo o familia de plantas puede incluir una gama de distintas especies, cada una de ellas produciendo frutos de tamaño característico. Un caso típico es el de los frutos cítricos, donde la cidra -- {*citrus medica*} es un fruto de gran tamaño, y el kumquat {*fortunella sp*} es quizá el cítrico de fruto más pequeño [38].

Los cultivares son el medio más importante para controlar el tamaño de un producto, dado que ésta es una característica heredable. Un factor determinante en cualquier cultivar es el rendimiento, ya que este determina la porción comestible del fruto recolectado y su valor depende de qué porcentaje se encuentre dentro del tamaño de mandado por el comprador. Los productores progresistas determinan el mercado para su producto, de tal forma que deciden que cultivar les reditua más producir [16].

Es bien conocido el hecho de cuando las plantas crecen en ambientes densamente sombreados, el crecimiento se restringe y no alcanzan su tamaño normal, debido a la --competencia por luz, agua y nutrientes (40).

Mientras que para la producción de frutas, el cultivo es sumamente importante para alcanzar el tamaño adecuado, esta característica puede verse influenciada por el amarre de la fruta. En las huertas donde la floración es abundante puede haber excesivo sombreamiento, y si no ocurre el aclareo o roleo natural, el tamaño de la fruta es pequeño. Algunos productores hacen aclareo manual para asegurar que la fruta alcance mayor tamaño y por tanto una mejor clasificación y cotización en el mercado. Los métodos de aclareo artificial son menos caros que los manuales y su uso e investigación es cada vez mayor (41).

La maduración afecta también el tamaño final que pueda alcanzar un fruto, solo que plantea otra problemática; si se cosecha el fruto antes de que alcance completamente su maduración fisiológica, no alcanzará la calidad óptima y, si se cosecha demasiado maduro el fruto es más susceptible a daños por manejo, acortándose su vida de anaquel, afectando también la calidad.

Con respecto a la fertilización del cultivo frutícola debe manejarse este aspecto lo más atinadamente posible, ya que altos niveles de fertilización pueden causar un excesivo amarre de frutos y, consecuentemente, la fruta será de menor tamaño. Por otro lado, altos contenidos de nitrógeno pueden incrementar el tamaño del fruto, pero su calidad generalmente demerita, ya que el fruto es más acuoso y susceptible a plagas y enfermedades, así como también a daños por manejo (40).

Con frecuencia no se da suficiente importancia al tama

ño y forma de la materia prima. Sin embargo, su clasificación en varias categorías es uno de los primeros pasos en las operaciones de procesamiento de alimentos, así como también para el consumo en fresco de frutas y hortalizas (19).

V. FORMA

La forma es una característica sobresaliente de cualquier fruta o vegetal, y frecuentemente se utiliza para distinguir entre cultivares y para determinar el mercado de destino.

Generalmente el término "forma" es utilizado para describir al contorno de una fruta o vegetal, por ejemplo, forma redonda, oval o aplanada de la manzana. Aunque la configuración precisa de estos solo pueda determinarse matemáticamente, hay otras formas más accesibles de determinarla con cierta confiabilidad, como por ejemplo, la relación longitudinal y transversal (L/T) no es una medida destructiva y proporciona una idea de la longitud relativa del fruto: los valores más elevados los presentan los frutos alargados. Otra manera de determinar la forma del fruto es trazando sobre el papel la sección longitudinal media. En algunas frutas, la relación L/T se efectúa con calibradores especiales (manzana, pera, cereza, etc.). Desde el punto de vista económico, la forma es muy importante, por ejemplo, algunos cultivares de pera y manzana son conocidos por sus formas características y todo aquello que las altera puede reducir su valor económico (26).

La forma es una característica inherente del cultivar y aparentemente no puede estar muy influenciada por los diferentes factores ambientales o agronómicos, sin embar-

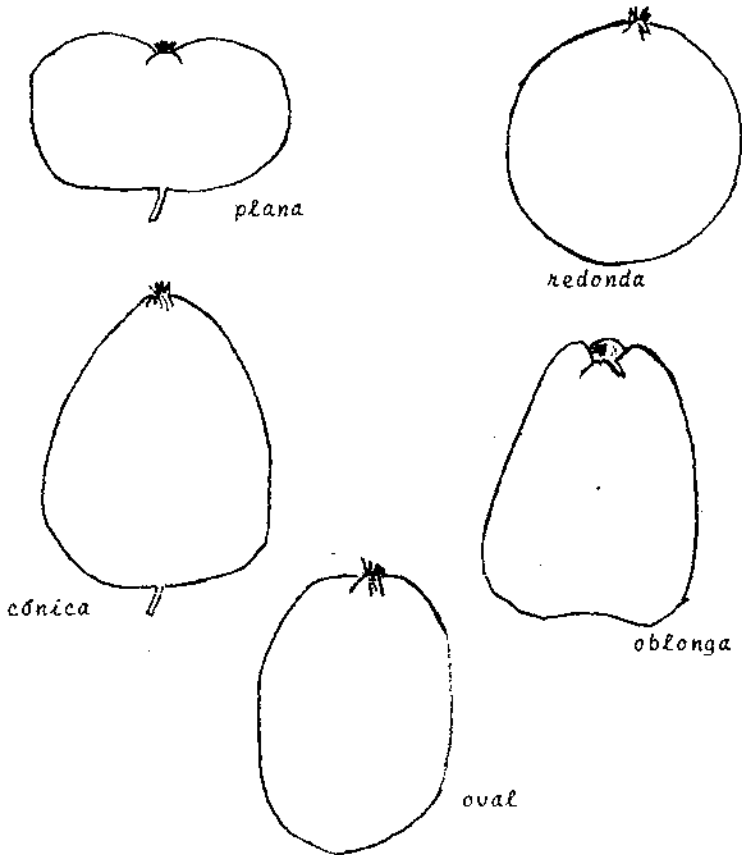
go aun faltan más evidencias al respecto (2).

Por otro lado, pulverizaciones de ácido giberélico inducen el desarrollo de frutos partenocárpicos en algunos cultivares de peral, pero su forma resultante es demasiado alargada para su comercialización. En manzana "delicious", algunos cultivares de esta serie dan lugar a frutos con formas diferentes, dependiendo de las condiciones de crecimiento, en regiones con días templados y noches frías son más cónicos y alargados, que los obtenidos en zonas con días calurosos y noches templadas (Westwood y Burkhart, 1966). Otros factores no climáticos que han inducido frutos alargados fueron los patrones vigorosos, el aclareo fuerte (o bien floración débil), tratamientos de giberelinas y citocinas (40).

La forma de los frutos determina su factibilidad para procesamiento. Para reducir las pérdidas durante el mado y manejo mecánico, la forma de la fruta u hortaliza debe prestarse para esos procesos. En muchos cultivos de selección y mejoramiento de las materias primas con respecto a la forma, muchas frutas tropicales frecuentemente tienen un tamaño o forma inconvenientes, y por tanto presentan problemas de manejo para su procesamiento o durante su comercialización en fresco, como sucede en el mango papaya, guayaba, etc. (29).

Los catálogos con descripciones de características aparentes como forma o incluso tamaño y color, son de utilidad porque expresan la posible diversidad que puede mostrar una especie, de tal forma que facilite la clasificación del material genético nuevo contrastado. Además de que potencialmente puede llegar a utilizarse como fase preliminar en la Normalización del producto. Algunos países como E.U.A. poseen catálogos de las formas básicas de

frutas como peras y manzanas. En México, con las investigaciones de mejora genética que se han estado efectuando en frutales, es una necesidad recopilar las diferentes -- formas posibles que se presentan en la especie en estudio para fines comparativos. Se han reportado este tipo de descripciones en aguacate antillano, aguacate mexicano, - mamey y chayote.



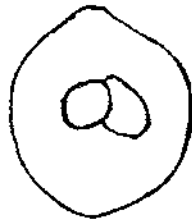
Forma No. 1 DIVERSAS FORMAS DE MANZANA.



oval



orbicular



oblonga



redonda



ovanda



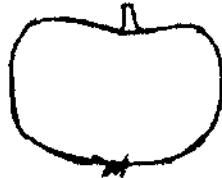
periforme



cónica



acobada



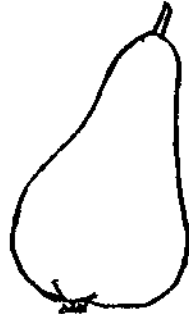
plana o redonda



bergamota



cónica



piriforme



calabaza



oval

VI. SABOR

El sabor es más difícil de definir que la textura o el color, pese a que ha sido descrito de muchas formas. - Basicamente el sabor es la sensación que se percibe cuando un alimento o líquido es colocado dentro de la cavidad oral. El sabor se deriva de la sensación química del gusto y del olfato, aunque otras sensaciones táctiles, de dolor, frio, ardor y astringencia pueden contribuir un poco (37).

El gusto es la sensación apreciada por medio de las papilas gustativas de la lengua, y el olor es percibido por la cavidad nasal u oral.

El gusto es el más simple de los componentes principales del sabor y la mayoría de los investigadores en esta área están de acuerdo en que es un fenómeno formado por cuatro componentes; y aun cuando haya una diversidad de sensaciones gustativas, probablemente solo sean combinaciones de esos cuatro componentes básicos: dulce, ácido, salado y amargo. Amerine (1965) menciona que las diferentes áreas de la lengua responden diferencialmente a las distintas sensaciones y esto determina la manera de respuesta oral a los alimentos (21,29).

Las sensaciones dulces, ácidas y saladas pueden medirse directamente. Por ejemplo: el azúcar puede medirse con un potenciómetro y la salinidad, por una determinación de cloruros. La margosidad es frecuentemente medida por la relación con un compuesto químico amargo de concentración conocida, como el sulfato de quinina (2).

El olor es el componente principal del sabor y también el más difícil de describir y definir. Su importancia es aparente cuando la habilidad humana de percibirlo

se pierde, por ejemplo, cuando las cavidades nasales están bloqueadas. Bajo tales condiciones, la apreciación del sa bor de los alimentos desaparece, el flujo de los jugos gástricos cesa y el sujeto puede inclusive perder el deseo de comer.

El ser humano puede distinguir más de 10000 olores y algunos de estos en cantidades extremadamente pequeñas, por ejemplo el etilmercaptano puede detectarse nasalmente a una concentración de 10^{-9} mg. (Duckworth, 1966). Hay muchos tipos de clasificación para los olores, pero ninguna tan ampliamente aceptada como para el gusto con sus cuatro componentes. Pilgrím y Schultz [1957] en la descripción de la clasificación Foster para los olores, utilizaron los terminos: fresco, menta, perfume, dulce, floral, tenue, frutal, ácido, etc.

Existen dos formas principales para medir el sabor: 1) por medio químicos y 2) evaluación sensorial por medio de paneles de degustación. Dentro del primer grupo, los compuestos químicos volátiles que producen sensación de olor pueden medirse por medio de cromatografía de gases, espectrofotometría infrarroja y ultravioleta, así como por espectrometría de masas. Aunque muchos compuestos químicos han sido aislados por estos métodos, las descripciones exactas de sabor y aroma todavía representan un reto científico [18].

La evaluación sensorial por medio de panelistas entrenados así como no entrenados (consumidores) puede ser muy exacta, si la información se maneja cuidadosamente, aun cuando son métodos subjetivos [33].

Los instrumentos para medir objetivamente el color y textura de las frutas, así como los procedimientos químicos para determinar la composición precisa, son herramien-

útiles en la industria, en la investigación de índices de cosecha y en la calidad de consumo en fresco o de procesamiento. Sin embargo, a menos que las cifras obtenidas -- por esas pruebas objetivas no se relacionan a las preferencias del consumidor, no serán de calor real, ya que a fin de cuentas, este es el que determina la aceptación de un producto y por tanto su comercialización exitosa [21].

COMPONENTES QUÍMICOS DEL SABOR

Los olores de las frutas frecuentemente se describen como aromas. Los aromas provienen de distintas cantidades de sustancias volátiles como Esteres, aldehídos, cetonas, lactonas, ácidos orgánicos, acetales, hidrocarburos e inclusive terpenos, fenoles, éteres, compuestos heterocíclicos oxigenados, etc. Estos compuestos se encuentran en mayor proporción en la cáscara y epidermis de las frutas u hortalizas (Merory, 1960).

La relación azúcar/acidez titulable es determinante para la aceptación del sabor de las frutas. Green [1971] reportó las relaciones azúcar/acidez para algunas frutas maduras: zarzamora 35, arándano 1.2, grosella roja 2.3, -- frambuesa 0.9 y fresa 5.3. Los azúcares son los componentes solubles más abundantes en frutas blandas como las mencionadas anteriormente, y los ácidos orgánicos cuantitativamente, son la segunda aportación a los sólidos solubles de estas frutas [21].

La sensación amarga de las toronjas y naranjas agrias proviene de la flavonona naringina, aunque en la mayoría de los otros cítricos se debe a la presencia de otros materiales como la limonina, ya que no contienen naringina. En el chocolate, la amargosidad se debe a la teobromina y a la cafeína [33].

Se han hecho muchas investigaciones en los análisis de los compuestos volátiles de muchas frutas utilizando -- principalmente técnicas de cromatografía de gases. Esto ha resultado en la identificación de un gran número de sustancias, muchas de las cuales se encuentran en cantidades traza y sin embargo son contribuyentes importantes en el sabor de la fruta analizada. Por ejemplo se han encontrado más de 150 componentes en la fracción volátil de la fresa, los principales tienen identidad química de alcoholes, ésteres, acetales, aldehídos, furfural, multifurfural, aldehídos aromáticos, cetonas y unos pocos terpenos e hidrocarburos aromáticos (18).

Los sabores de las frutas cítricas son de considerable importancia y sus componentes volátiles aun son investigados intensamente. Kefford y Chandeur (1970) reportaron una lista bastante extensa de los contribuyentes volátiles de los cítricos en la que se incluyen hidrocarburos (alifáticos, monoterpénos, sesquiterpénos), compuestos hidroxilados (alifáticos y terpenoides), carbónicos (alifáticos y terpenoides), éteres y epóxidos, y, ácidos y ésteres. Estos materiales contribuyen positivamente al sabor. Por el contrario la contribución puede ser negativa con algunos otros compuestos volátiles de escaso sabor pero pueden degradarse químicamente en compuestos que originan malos sabores (3).

Los cítricos tienen un aroma distintivo debido a que las frutas liberan pequeñas cantidades de compuestos volátiles, especialmente cuando se daña la cáscara, por ejemplo durante el pelado de estos. Este hecho se debe a la ruptura de los sacos de aceite que se encuentran en la cáscara; algunas investigaciones reportan que el aroma se debe al: d-limoneno, b-mirceno, pineno, acetaldehído, octanal, etanol y etil-acetato. Como consecuencia se ha desarrollado una importante industria que utiliza como materia

prima estos aceites con el fin de elaborar saborizantes. - El principal componente del aceite de naranja es el d-limo neno con un 90% [2].

Los constituyentes volátiles de las bananas fueron examinados por Wick et al [1969] y algunas sustancias nuevas fueron identificadas y adicionadas a la lista de aquellas que se sabía que ya existían en esta fruta [18].

Los constituyentes aromáticos de las manzanas son predominantemente ésteres amlicicos de los ácidos fórmico, acético, caproico y caprílico.

Los compuestos volátiles del durazno, estudiados por Do et al. [1969] quien ha identificado y descrito muchos compuestos. En igual forma se ha efectuado trabajos en cereza, uva, piña, granada china, frambuesa y tomate.

Sin embargo no todas las frutas son saludables e inofensivas, el ácido del akee (Bligia sapida) es comestible, pero solo se debe consumir cuando el fruto se abre en forma natural, ya que el arilo inmaduro y los vasos que lo mantienen unido adherido a la semilla son altamente venenosos. [Parseglove, 1968; citado por Samson, 1980].

Los compuestos de tipo polifenólico no solo pueden conferir características deseables sino también otras completamente inadecuadas. En general, cuando se encuentran en bajas concentraciones no son importantes en cuanto al sabor se refiere. Las excepciones no se deben a los sabores agrios asociados a ácidos fenólicos, la astringencia causada por la condensación de flavanas y la amargosidad asociada con algunos flavonoides [33].

Las variedades de frutas con altos contenidos de com-

tenidos de compuestos fenólicos son más astringentes que aquellos que poseen bajos valores, tal es el caso de las uvas de color encendido comparadas con las uvas blancas. Durante la maduración la concentración de los compuestos fenólicos se incrementa [Goldstein y Swain, 1963] de tal forma que la astringencia decrece, quizá debido a que las flavinas son menos solubles y permanecen unidas fuertemente a otros componentes celulares. La astringencia está relacionada íntimamente a la acción tanizante de los taninos condensados y la capacidad de éstos para inhibir las enzimas [18].

La astringencia de los jugos de frutas puede reducirse atrapando los taninos por medio de sustancias adsorbentes que contienen grupos peptídicos, como la gelatina u otras proteínas, o bien polímeros peptídicos artificiales como el nylon. En algunos casos, como en el jugo de manzana, la adición de enzimas pectolíticas hace decrecer el efecto estabilizante de las pectinas, y esto permite la precipitación de complejos pecto-tánico-proteicos [Litho y Rosik, 1952], citados por Hulme [1970].

La amargosidad típica de algunos frutos cítricos es debida a flavonoide en la toronja (*Citrus paradisi*) y también se encuentra en algunas naranjas.

FACTORES QUE AFECTAN EL SABOR.

Debido al gran número de sustancias involucradas en la producción del sabor u olor de las frutas, el cambio más sutil que pueda ocurrir en el balance de estos compuestos puede alterar su sabor; de tal forma que casi cualquier factor puede alterarlo. Los dos factores más importantes que tienen efecto en el sabor son precisamente sus contri-

buyentes principales que lo caracterizan: el estado de maduración y el cultivar (2).

Las frutas desarrollan aroma conforme van madurando. La simple observación permite diferenciar que las fresas inmaduras, de coloración blanquecina carecen del aroma característico de las fresas completamente maduras. Las manzanas inmaduras son agrias así como las peras son duras y sin sabor. En las frutas coloreadas el matiz es evidencia suficiente de la presencia o ausencia del aroma y sabor característico. Al respecto, Green [1971] estudió los cambios en azúcares/acidez que ocurren durante la maduración comestible de la grosella; de sus datos se observa un incremento en el contenido de azúcares totales, glucosa y en la relación azúcar/acidez al ocurrir la maduración, de tal forma que ese aumento empezó al mismo tiempo que las bayas cambiaron de color verde a rojo [21].

Aunque hay poca información sobre las diferencias de sabor entre cultivares de una misma especie, la simple observación también puede servir para diferenciarlas. Por ejemplo, las manzanas pueden dividirse en cultivares para cocinarse, para sidra o para mesa, de tal modo que pueden reconocerse más por el paladar que por parámetros químicos. Los términos amargo, dulce, subácido, se han aplicado a las diferentes manzanas de mesa, pero el aroma también es una característica que difiere de cultivar a cultivar.

El riego también puede afectar al sabor. Actualmente se reconoce que el exceso de riego puede reducir la intensidad del sabor de frutas y vegetales. Schupman [1965] expuso el efecto de la fertilización y abonado sobre el sabor, comentando el hecho de que las aplicaciones adecuadas de estiércol o bien las fertilizaciones bien balanceadas - de N, P y K, mejoran el sabor. Sin embargo las aplicacio-

nes excesivas de nitrógeno empobrecen el sabor en drupas, fresas, etc. El potasio se ha asociado algunas veces con un aumento de sabor. Los sólidos solubles o azúcares son una guía útil para el sabor de los melones 'Honeydew', así en California se prohíbe la venta de estos si no contienen al menos un 10% de azúcar. La producción de azúcar depende de la acción fotosintética, de tal forma que una adecuada fertilización es necesaria para producir melones para la exportación [35].

El procesamiento casero o industrial afecta considerablemente el sabor. Aunque muchas frutas tropicales y subtropicales tienen sabores atractivos, los componentes del aroma tienden a ser sensibles al calor. Durante el procesamiento de los cítricos se han adoptado varios métodos para acentuar el sabor, empleándose la incorporación de pulpa fina y pequeñas cantidades de aceite de la cáscara (corteza) en los jugos, así como la adición de jugo fresco al concentrado al momento de envasarlo [29].

Los compuestos químicos empleados durante el desarrollo del cultivo como son aquellos usados para el control de plagas, enfermedades o malezas, o bien, para otros propósitos (por ejemplo, el raleo), pueden ocasionar cambios en el sabor de los frutos frescos o procesados.

La presencia de manchas indeseables así como de sabores extraños frecuentemente ocurre en los productos procesados a los cuales se aplicaron compuestos químicos durante su desarrollo, por ejemplo malatión, captan, etc.

Algunos materiales de empaque ocasionan manchas en frutas y vegetales. Es común que ocurra cuando se utilizan envolturas de papel impregnadas con difenilo ampliamente utilizadas en E.U. y Europa, para envolver, por ejemplo, frutos cítricos para reducir la incidencia de pu-

driciones debidas al moho verde. De la misma manera se ven afectadas las manzanas, uvas y tomates (2).

Algunas manchas pueden surgir en productos procesados, causadas durante su manejo en la planta procesadora, por ejemplo, uso de fruta sobremadura, contenedores de metal corrosionados, edulcorantes artificiales, etc., sin embargo esto no ocurre muy frecuentemente.

VII. DEFECTOS

La naturaleza biológica de los cultivos hortícolas es la causa de que aun cuando tengan las mejores condiciones para su desarrollo, no es posible obtener el 100% de la producción en perfectas condiciones. De hecho un cultivo se desviará de la perfección en términos de color, sabor, textura, tamaño, forma y defectos de diferentes tipos que casi siempre están presentes. Se definen como: "la falta de algo esencial para alcanzar la completez o plenitud" y puede interpretarse ya sea como la presencia de una marca o mancha o bien la inferioridad en algun aspecto medible de calidad que incapacita al producto para alcanzar la completez o perfección (2).

Aun después, en la selección en el campo o en la empacadora, los productos raramente alcanzan la perfección cuando se envasan para el mercado, de tal forma que surge la necesidad de establecer un cierto rango de tolerancia antes de que el producto sea subclasificado. Sin embargo es más importante el nivel en el cual, siendo el producto aceptable, es rechazado por el comprador. El rol que los defectos tienen en la aceptación o rechazo de un cultivo puede ser muy importante, de tal forma que los productos pueden tener calificaciones altas en todos los otros aspectos de calidad pero pueden ser rechazados solo por es-

ta causa [19].

En muchas ocasiones el productor es capaz de influenciar la presencia o ausencia de defectos en su etapa de precosecha, pero algunas veces las causas no son factibles de controlar por ser incosteables. Las causas de la mayoría de los defectos son conocidas. Los defectos que no pueden controlarse son aquellos asociados con el clima. Por otro lado, si el productor tuviera que aplicar protección artificial para eliminar cualquier factor probable que cause defectos, por ejemplo aplicando pesticidas, el costo final del cultivo podría ser prohibitivo para su mercado; de tal forma que los defectos siempre estarán presentes.

La habilidad del productor radica en el pleno conocimiento de lo que su tierra pueda ofrecer y las medidas necesarias costeables para mantener los defectos al mínimo posible.

Una clasificación de factores causales de los posibles defectos que pueden presentarse en los productos hortícolas (frutícolas) es la siguiente [2]:

1. Factores biológicos
 - a) Plagas
 - b) Patógenos
2. Factores ambientales
 - a) Clima y tiempo
 - b) Suelo
 - c) Abastecimiento de agua
3. Factores fisiológicos
 - a) Desórdenes fisiológicos
 - b) Desbalance nutricional
 - c) Maduración

4. Daño mecánico
5. Aberraciones genéticas
6. Material extraño
 - a) Del medio en crecimiento
 - b) Material vegetal adherido
 - c) Compuestos químicos

Los insectos y microorganismos son causantes importantes de defectos en las frutas y hortalizas. Las perforaciones y cicatrices en raíces, tubérculos, ejotes, etc., son causadas por insectos. Los áfidos y chinches causan lesiones, mal color y rizado de las hojas.

Los microorganismos no solo reducen el rendimiento de los cultivos, sino también deforman las cosechas y ocasionan defectos internos tales como mal color, tejido corchoso, enmohecimiento y pudriciones. La sanidad del producto tanto en precosecha como en postcosecha reducen las infecciones.

El clima en que los cultivos frutícolas se desarrollan puede ocasionar defectos en el producto comerciable. Las heladas, vientos de alta velocidad, granizadas, temperaturas extremadamente altas, etc., afectan directamente la calidad, y por otro lado, ejercen negativamente su influencia sobre insectos polinizantes, afectando indirectamente la calidad y cantidad de la producción (41).

El suelo pedregoso, o bien demasiado arcilloso, ejercen daño a los cultivos, sobre todo a aquellos de tipo subterráneo. La compactación del suelo causada por la maquinaria agrícola también afecta la calidad, sobre todo durante la cosecha. Si las condiciones de humedad son deficientes, el crecimiento puede verse restringido inclusive hasta llegar a condiciones enanizantes; por otro lado, algu-

nos cultivos sometidos durante su crecimiento a condiciones de sequía, pueden escindirse longitudinalmente cuando ocurren precipitaciones abundantes después de ese período seco (2).

Los defectos fisiológicos probablemente son causados por desbalance dentro de la planta, algunas veces no comprendidos del todo, el aspecto nutricional es muy importante de forma que su desbalance ocasiona innumerables de sordenes fisiológicos que pueden considerarse como defectos. La maduración también ejerce su influencia, así, si el producto es cosechado en estado de inmadurez fisiológica, seguramente no alcanzará las condiciones normales de la madurez comestible, afectando negativamente la calidad de tal forma que exhibirá una maduración defectuosa (29).

Durante el manejo pueden producirse defectos mecánicos. Los magullamientos alteran las condiciones bioquímicas normales originando sabores desagradables, mal color y un deterioro más rápido. Los defectos mecánicos que se presentan durante en procesamiento incluyen cortes y rebanadas desgarradas, partes aplastadas, etc., que pueden corregirse con el ajuste apropiado del equipo que se emplea. La presencia de materiales extraños como tierra, piedras y partículas vídrio, así como hojas, tallos o semillas de malezas, entre otros, se consideran defectos. En las normas de calidad para alimentos no se admiten tolerancias de esos materiales (26).

Algunos cambios genéticos en los cultivos hortícolas resultan en un mejoramiento de la calidad, y cuando son detectados estas plantas son seleccionadas cuidadosamente para preservar estas ventajas y, si es posible, propagarlas como cultivares. Sin embargo, lo contrario ocurre con mucha mayor frecuencia con la consiguiente desventaja

en la calidad del producto. La fasciación es una aberración genética que ocurre frecuentemente en los frutos, el color verdoso en tomates maduros, la tendencia de algunos tipos de camotes a desintegrarse, y de los chícharos a --partirse al enlatarlos, son algunos defectos ocasionados por factores genético-fisiológicos (29).

BIBLIOGRAFIA

1. ALLARD, R.W. 1960. Principios de la mejora genética de las plantas. Ediciones Omega, España p. 122-127.
2. ARTHEY, V.D. 1975. Quality of horticultural products. Butterworths G. Co. Publishers Ltd. England 228 p.
3. BADUI, D.S. 1981. Química de alimentos. Alhambra Mexicana. México. p. 243-284.
4. BARRIENTOS, P.F. 1980. La fruticultura y la investigación frutícola en México. "Memoria del VIII Congreso Nacional de fitogenética. Soc. Mexicana de Fitogenética. p. 366-389.
5. BRAUER, H.O. 1969. Fitogenética Aplicada. Editorial Limusa. México. p. 446-467.
6. CALDERON, A.E. 1983. Fruticultura General. Editorial Limusa. México. 759 p.
7. CERVANTES, S.T. 1978. Recursos genéticos disponibles en México. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo (México) 488 p.
8. CONAFRUT-SARH. 1978-1985. Memorias de los simposium: "La Investigación, el Desarrollo experimental y la Docencia en CONAFRUT de 1978 a 1985". Subdirección de Investigación y docencia. CONAFRUT-SARH. México.
9. CONACYT-CONAFRUT-FIDELIM (Patrocinadores) 1980. Memoria del simposium: "La Vitamina C, su actividad farmacológica y sus aspectos nutricionales". México.
10. COOK, H.T. 1960. Measuring and keeping quality. USDA y B. Suppl. 3038: 307-317.
11. COOPER, L.F. et al. 1966. Nutrición y dieta. Editorial Interamericana. México p. 97-116.
12. CHANDLER, W.H. 1962. Frutales de hoja perenne. UTEHA. México. 566 p.
13. CHANDRASEKHARAN, S.N. and PARTHASARATHY, S.V. 1975. Cytogenetics and plant breeding. P Varadachary & Co. Madras (India) p. 450-462.
14. DE LA LOMA, J.L. 1963. Genética general y aplicada. UTEHA. México p. 601-604.

15. GOULD, W.A. 1977. Food quality assurance. The AVI Publishing Co., Inc. Westport, Conn. (USA) 556 p.
16. HAAG, H.M. y SOTO, J. 1979. El mercado de los productos agropecuarios. Editorial Limusa. México.
17. HERRERA, T. M. 1981. Apuntes del curso de fruticultura - general de Ciencias Agrícolas. Universidad Veracruzana México. 205 p.
18. HULME, A.C. 1970. The biochemistry of fruits and their products. Vol. I. Academic Press. London (U.K.) 619 p.
19. HUNTER, R.S. 1975. The measurement of appearance. John Wiley & Sons N.Y. (USA) 348 p.
20. ISHERWOOD, F.A. 1970. Textura of plant tissues. Soc. - Cham. Ind. Monograph. p. 135-143.
21. KADER, A. et al. 1980. Curso: "Manejo y Fisiología --- Postcosecha de flores, frutas y verduras". Universidad de Davis, California (USA). Subdirección de Investigación y Docencia (ENAFRUT-CONAFRUT). México.
22. KESTER, D.E.; et al. 1980. Almond variety evaluation. California Agricultural 34 (10): 4-7.
23. KRAMER, A. and TWIGG, B.A. 1970. Quality control for - the food industry. Vol I. Fundamentals. The AVI Publishing Co., Inc. Westport, Conn (USA) 556 p.
24. KRAMER, A. and Szczesniak, A.S. (Eds) 1973. Texture -- measurements of foods. D. Reidel Ribl. Co., Dordrecht - (Holland) wp.
25. Mac. KINNEY, G. and LITTLE, A. 1962. Color of foods. - The AVI Publishing Co. Inc. Westport, Conn. (USA) 314 p.
26. MINISTRO DE AGRICULTURA, 1965. Normas internacionales - para frutas y productos hortícolas. N° 31. Serie D. Publicaciones del Ministerio de Agricultura. Madrid (España) p. 26-61, 74-206.
27. NORTH, C. 1979. Plant breeding and genetics in horticulture. The Macmillan Press Ltd. Great Britain p. 133-138
28. OCHSE, J.J.; et al. 1965. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Vol I. Editorial Limusa México.
29. PANTASTICO, E.B. 1975. Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. The AVI Publishing Co., Inc. Westport, Conn. (USA) p. 557-567.

30. PROCEEDING OF THE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ORIGIN CY TOGENETICS AND BREEDING OF TROPICAL FRUITS. The Indian Journal of horticultural Vol. 15, Nos. 3 & 4, New Delhi (India) p. 239-247.
31. PROCTOR, J.F. 1979. Control de calidad y legislación - de la producción hortícola dentro de la CEE. Tropical Products Institute. London (U.K.) p. 1-7.
32. PROCTOR, J.F. 1979. Marketing horticultural products - in Europe. Tropical Products Institute. London (U.K.) p. 1-15.
33. RANGANA, S. 1977. Manual of analysis of fruit and vegetable products. Tara Mc. Graw-Hill. Publishing Company Limited. New Delhi (India) 634 p.
34. ROBLES, R.S. 1982. Terminología genética y fitogenética. Ed. Trillas. México. p 14, 18.
35. RYALL, A.L. and LIPTON, W.J. 1972. Handling, transportation and storage of fruits and vegetables. Vol I. the AVI Publishing Co., Inc. Westport, Conn (USA) p. 48-69.
36. RYALL, A.L. and PENTZER, W.T. 1974. Handling, transportation and storage of fruits and vegetables. Vol II the AVI Publishing Co., Inc. Westport, Conn (USA) p.87-130.
37. SALUNKHE, D.K. and HAARD, N.F. 1975. Postharvest biology and handling of fruits and vegetables. The AVI Publishing Co., Inc. Westport, Conn. (USA) p. 43-73.
38. SAMSON, J.A. 1980. Tropical fruits. Longman Group Limited. London. p.2-5.
39. SIMMONDS, N.W. 1979. Principles of crop improvement. -- Longmen Group Limited. London (U.K.) p. 40-50.
40. VOZMEDIANO, J. 1982. Fisiología, ecología del árbol frutal y tecnología aplicada. Servicio de publicaciones agrarias del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. España. p 94-104, 116-118.
41. WESTWOOD, N.W. 1978. Temperate zone pomology. W.H. Freeman and Co. USA. p. 298-311.
42. WOOT-TSUEN Wu LEWNY 1964. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina. INCAP-ICNNO. Editorial Interamericana. 132 p.