



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

E L P L A T A N O
SU CULTIVO, COMPOSICION QUIMICA, VALOR NUTRITIVO
Y DIVERSOS PRODUCTOS PARA CONSUMO Y
APROVECHAMIENTO INDUSTRIAL

(TRABAJO MONOGRAFICO)

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BILOGO
P R E S E N T A

JOSE FERNANDO LIMA ROMERO

MEXICO, D. F.

1985

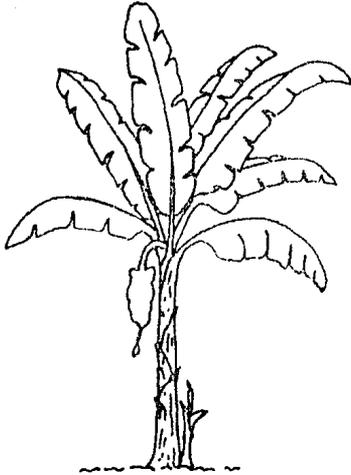


UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



EL PLATANO

BU COLLEGE, COMISION QUIMICA, VALLE ABERQUIA

I

ENVA Y TRANSFORMAS PARA CONSUMO Y A.I. DE LOS PAISES LAT. I. I.

C O N T E N I D O

Capítulo	Página
INTRODUCCION	1
I.- CLASIFICACION Y EVOLUCION GENETICA	4
II.- LOS ORGANOS Y SU DESARROLLO	6
EL Retoño. El Bulbo. Las Raíces. El Seudotallo. Las Hojas. La Inflorescencia. Las Flores. El -- Fruto.	
III.- CULTIVO DEL PLATANO	16
Condiciones Climatológicas. El Suelo. Prepara - ción del Suelo. Selección del Material Vegetal. Dispositivos y Densidad de Plantación. Implan - tación. Manejo de la Plantación. El Riego. Fer - tilización. La Cosecha. Variedades de Plátano - Cultivadas en México. Características del Raci - mo de Algunas Variedades(Cuadro 1). Principales Enfermedades y sus Efectos en el Fruto.	
IV.- COMPOSICION QUIMICA Y VALOR NUTRITIVO:	
CAMBIOS QUIMICOS Y FISICOS DURANTE LA MADURA -- CION	46
Relación Pulpa/Cáscara. Respiración. Humedad. - Enzimas. Almidón y Azúcares (Tabla de Grado de Madurez del Plátano y Evolución de la Conver -- sión de Almidón en Azúcares, Cuadro 3). Fibra - Cruda y Pectina. Textura. Proteínas. Grasa y -- Ceniza. Sabor y Aroma. Acidez. Taninos. Pigmen - tos. Vitaminas.	
VALOR NUTRITIVO DEL PLATANO FRESCO	67
Valor Nutritivo de las Principales Variedades -	

de Plátano Cultivadas en México (Cuadro 9).

Contribución de un Plátano a la Ración Diaria -
Recomendada (Cuadro 10).

Valor Nutritivo del Plátano comparado con otras
Frutas y Vegetales (Cuadro 11).

V.- DIVERSOS PRODUCTOS PARA CONSUMO Y APROVECHAMIENTO INDUSTRIAL:

INDUSTRIALIZACION DEL FRUTO 73

Selección y Preparación de la Fruta (Selección, Maduración, Lavado, Pelado, Inspección, Corte o Molienda, Tratamiento con SO₂).

Plátano Pasa o Evaporado (Secado en Horno).

Plátano Pasa Cubierto con Chocolate.

Plátano Deshidratado por Liofilización (Secado-en Congelación).

Hojuelas de Plátano (Secado en Tambor).

Polvo de Plátano (Secado por Atomización).

Puré de Plátano Congelado (Con conservadores, -sin Pasteurizar y Pasteurizado).

Puré de Plátano Envasado Asépticamente (Pasteurizado, sin conservador).

Plátanos en Almibar.

Mermelada de Plátano.

Cajeta de Plátano.

Ate de Plátano.

Miel de Plátano.

INDUSTRIALIZACION DE LA PLANTA 102

Harina de Plátano verde y hojas, para Alimentación de Bovinos.

Otención de Fibras a partir del Seudotallo.

Producción de Almidón a partir del Seudotallo.	
DISCUSION	113
CONCLUSIONES	118
BIBLICGRAFIA	121
ANEXO No.1 (Norma Oficial Mexicana NOM-FF-29-- 1982). Productos Alimenticios No Industriali zados para Uso Humano - Fruta Fresca - Plátano (Banano) - (<u>Musa Sapiantum</u> L.) en Estado Fres- co	128

I N T R O D U C C I O N

El Plátano (Musa sapientum Linn) es una fruta conocida mundialmente y apreciada por su sabor, sus cualidades alimenticias, y su bajo costo comparado con otras frutas de mayor consumo.

Los plátanos comestibles son originarios de la India y Malasia. De esos países se distribuyeron a Asia continental, Polinesia y Africa. Después del descubrimiento del Nuevo Mundo, este cultivo se extendió por la América tropical, encontrando clima adecuado y suelo fértil para su desarrollo.⁴³

Las primeras plantas de plátano fueron llevadas al estado de Tabasco en 1866, de donde pasó a la región de Tuxtepec-Oaxaca en 1916, y al estado de Chiapas en el año de 1923. Ya en 1925, Tabasco produjo y exportó 1 052 688 racimos, y para 1935 el volumen de exportación ascendió a \$ 592 943 racimos, por lo que a la década de los treinta se le conoce como "La Época de Oro" del cultivo del plátano, y en el cual se colocó nuestro país en el primer lugar como exportador de esta fruta.⁵³

En 1937 aparecieron las enfermedades denominadas mal de Sigatoka y mal de Panamá, que hicieron que bajara notablemente la producción; y a pesar de los esfuerzos realizados por rehabilitar las regiones productoras, no fué posible normalizar la producción a la obtenida anteriormente. El desalien-

to de los agricultores y de las instituciones relacionadas -- con la explotación platanera, originaron el abandono del cultivo en muchos casos. Y a pesar de haberse extendido a otros estados como Veracruz, Colima, Nayarit y Jalisco entre otros, los resultados fueron similares, ocasionando que la -- producción nacional sufriera una serie de altibajos.⁵³

Actualmente dentro de la producción frutícola nacional, el plátano se encuentra en segundo lugar dentro de esta actividad agrícola, solamente superada por la producción de naranja (según estadísticas de la Dirección General de Economía Agrícola de la SARH y del Departamento de Promoción Comercial de CONAFRUT, de 1975 a 1984).^{14, 15}

Tanto CONAFRUT como SARH, están incorporando en las regiones productoras, las mejores técnicas para obtener rendimientos elevados de fruta de buena calidad. Con el fin de impulsar este cultivo, ya que la fruta que se viene produciendo, no llena en la mayoría de los casos los requisitos para la exportación, y el mercado nacional se encuentra saturado.

Para poder comprender mejor varios aspectos relacionados con el cultivo del plátano, dentro del presente trabajo, fué necesario hacer una descripción general de los organos que componen la planta, y seguir su proceso durante el desarrollo hasta la aparición de los frutos.

El plátano como cualquier otro cultivo, requiere de ciertos satisfactores para su conveniente y rentable explotación. Por lo que, en el capítulo referente al cultivo del plátano, se pretende presentar el mayor número de datos que permitan informar al lector de los cuidados, condiciones y necesidades de la planta para su adecuada reproducción, desarrollo y cosecha.

Como el plátano no se consume inmediatamente después de-

ser cosechado, sino que debe pasar por un proceso de maduración hasta adquirir las cualidades organolépticas para el consumo. Durante este proceso, dentro y fuera del fruto suceden diversos cambios químicos y físicos, los cuales también son descritos en detalle, cubriendo en forma más completa los acontecimientos relevantes que afectan al fruto en su cambio del estado inmaduro en que es verde, dura, harinosa y de sabor astringente, hasta llegar al estado maduro de color amarillo en que es dulce, suave y agradable al paladar.

Uno de los objetivos más importantes de este trabajo, es el análisis de la posibilidad de industrializar la fruta rechazada de las empacadoras (siempre y cuando la causa de rechazo no provoque problemas de salud) o de los excedentes. Que permitirá aprovechar las cosechas en su totalidad, a la vez que fortalecerá el mercado interno mediante la diversificación en la utilización de la fruta con la introducción de nuevos productos para el consumo. Y para el aprovechamiento integral del cultivo, es posible obtener algunos productos de la planta de banano, de gran utilidad para la industria y ganadería.

Esperando que la lectura de las siguientes páginas aclare algunas dudas sobre el plátano, y despierte inquietudes -- para investigaciones más detalladas de los procesos de elaboración que se sugieren para lograr la optimización de los productos que se mencionan.

C A P I T U L O I

CLASIFICACION Y EVOLUCION GENETICA

El plátano es una planta herbácea de la familia Musaceae del orden Eclitaminea. El género *Musa* es el más importante de esta familia y comprende especies que producen fibras como *Musa textilis*, especies ornamentales como *Musa coccinea*, y comestibles originados de las especies *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*.⁴³

Los nombres científicos más comunes propuestos para los plátanos comestibles son: *Musa paradisiaca* L., para el plátano macho y *Musa sapientum* L., para el plátano común o banano. Sobre todo esta última especie incluye gran número de variedades, a las cuales se les asignan nombres locales en las diferentes regiones.⁴³

El plátano comestible se originó a través de una serie de mutaciones y cambios genéticos a partir de especies silvestres de frutos pequeños, con numerosas semillas duras y no comestibles. Las mutaciones para partenocarpía (ausencia de semilla en el fruto) y los cambios en el número de cromosomas dieron origen al plátano comestible a través de siglos de evolución natural.^{12,51}

Las especies silvestres de banano con semilla son diploides y las comestibles son triploides. El banano triploide tiene tres grupos de cromosomas. Teóricamente, las variedades triploides provienen de polinización en la cual el proge-

nitro diploide hembra contribuye a la progenie con sus dos -- grupos completos de cromosomas, en vez de hacerlo de manera normal, con uno solo.⁵¹

Para la producción comercial, los triploides tienen ventajas sobre los diploides por varias razones. Los triploides son más vigorosos, sus frutos son más grandes y carecen de semilla. La ausencia de semillas (esterilidad femenina) es impuesta por el grupo non de cromosomas, el cual bajo polinización resulta en un número impar de cromosomas en las células germinales femeninas ocasionando fallas de apareamiento -- paterno con un grupo de cromosomas. Las semillas abortan en vez de desarrollarse y las motitas oscuras en el interior de la fruta son las semillas abortadas.⁵¹

De los grupos triploides Gross Michel y Cavendish, las variedades originadas por mutación, son producto de evolución natural. Cocos y Highgate son mutantes enanos del Gross Michel, Valery y Grand Nain son también mutantes enanos del grupo Cavendish.⁵¹

Desde los comienzos la industria del plátano ha tenido una serie progresiva de problemas con enfermedades como: Nemátodo, mal de Panamá, Sigatoka y Moko. La variedad Valery, es regularmente resistente al mal de Panamá, y algunas otras variedades de este mismo grupo como Lacatán y Pisang muestran varios grados de resistencia a este mal. Contrariamente el popular Gross Michel es muy susceptible al mal de Panamá. El Nemátodo barrenador de la raíz ataca a las variedades Cavendish.^{1,13,51}

La función más importante del mejoramiento genético, es desarrollar híbridos con resistencia a las enfermedades. Las variedades resistentes reducirán en gran medida las pérdidas causadas por enfermedades y los gastos para su control.⁵¹

C A P I T U L O I I

LOS CEGANOS DEL PLATANO Y SU DESARROLLO

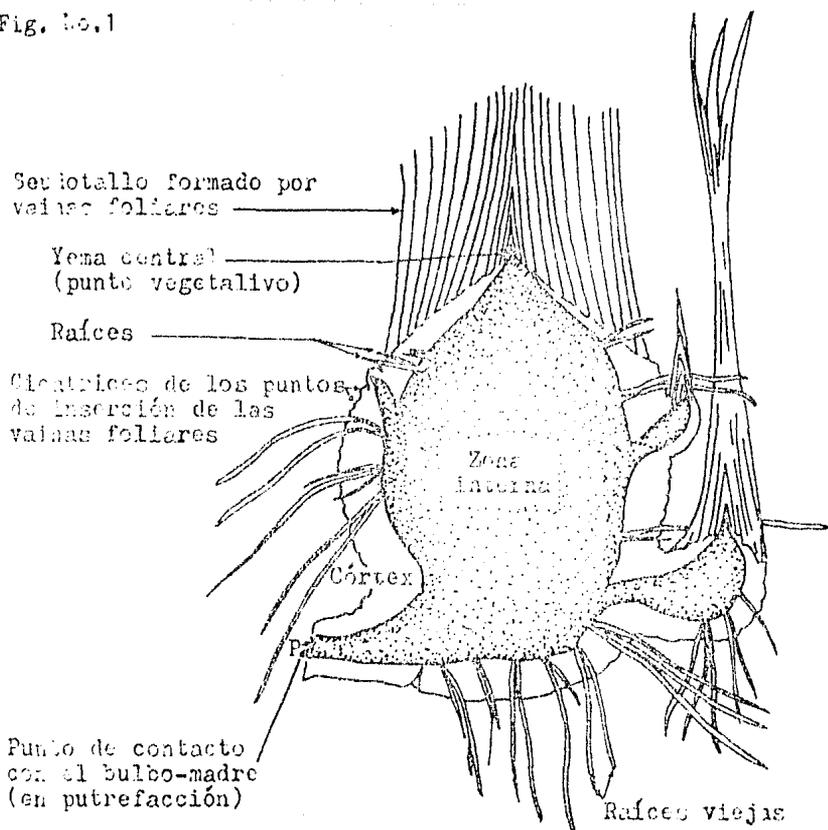
EL RETOÑO

Si extraemos de la tierra el bulbo de una planta adulta, (Fig. No.1) nos daremos cuenta de que la masa globulosa principal tiene varias yemas o retoños pequeños bien definidos. La yema en principio se desarrolla lateralmente, casi perpendicular a la superficie del bulbo, esto durante un cierto -- tiempo, debido a la tierra que lo envuelve. Luego el meristema (ápice de la yema) empieza a enderezarse por geotropismo negativo y el retoño tiende a salir fuera de la tierra, en su búsqueda natural de la luz. La forma del retoño es cónica con escamas triangulares como insertadas sobre la cara - externa del córtex, y ya fuera del suelo principia a crecer - diametralmente. ^{12,51,62}

Cuando el diámetro de la yema llega a 6 u 8 centímetros - la parte basal tiende a inflarse y redondearse, cuyo efecto - es una constricción entre el bulbo principal y el retoño, que dando unidos por una zona estrecha en las partes cilíndricas - de ambos. ¹²

Conforme avanza en edad y durante algun tiempo, la nutri ción y crecimiento del retoño es controlado por la planta ma - dre o tallo principal, y no se convierte en una planta autosu ficiente hasta que desarrolla su propio sistema de raíces y - produce hojas anchas. ^{12,51}

Fig. No.1



DESARROLLO ESQUEMATICO DEL BULBO

El bulbo ha llegado a su completo desarrollo. Se distingue todavía la parte inicial (P). Se ha desarrollado visiblemente hacia arriba y los lados, y produce yemas laterales.

Fuente: 12

EL BULBO

El bulbo o rizoma se forma por el crecimiento diamétrico del retoño. La parte que unía al retoño con el bulbo o tallo principal envejece y desaparece lentamente. (Fig. No.1).¹²

El bulbo nuevo ya formado consta de un cilindro central o zona interna, una zona cortical que envuelve al cilindro central y que es mas delgada en la parte superior, desapareciendo en el punto vegetativo o yema central. (Fig. No.1). Este punto vegetativo al desplazarse hacia afuera inicia el crecimiento externo de la planta. De la zona interna se formarán las raíces y varias yemas vegetativas que serán los nuevos retoños.⁵¹

Debido al aumento de tamaño del rizoma conforme la producción de hojas aumenta, éste se convierte en un tejido en donde se acumulan sustancias importantes y necesarias para el desarrollo de la planta.⁵¹

LAS RAICES

La producción de raíces en el retoño principia poco después de emerger a la superficie, prosiguiendo hasta el momento en que el tallo verdadero (inflorescencia) se hace aéreo y cesa poco después de la floración.¹²

Las raíces son blancas y tiernas en un principio, amarillean y se endurecen a medida que van envejeciendo. Tienen de 5 a 8 milímetros de diámetro y 2 metros y más de longitud. Las raíces primarias emiten gran cantidad de raicillas secundarias de aproximadamente 2 milímetros de diámetro que cumplen funciones de absorción.⁴³

El desarrollo radicular alcanza un crecimiento lateral - hasta de 2.5 a 3.0 metros de longitud y verticalmente puede crecer hasta 1.5 metros de profundidad en suelos de textura franca y de buena estructura. Sin embargo la mayor parte de

las raíces se encuentra en los primeros 60 centímetros de profundidad.^{51,62}

EL SEUDOTALLO

Se origina a partir del bulbo o rizoma, (Fig. No.1) en el cual se insertan las bases superpuestas de las vainas foliares para formar el seudotallo que es cilíndrico, recto y rígido, llegando su altura hasta 6 y 8 metros.⁴³

El crecimiento diametral del seudotallo es de adentro hacia afuera, ya que las vainas más antiguas van siendo rechazadas hacia el exterior por el desarrollo de las más jóvenes en el centro.^{12,51}

La conformación sumamente apretada del seudotallo; así como la rigidez de cada vaina foliar debida a que sus alveolos están llenos de aire y a su perfil en forma creciente, proveen en conjunto el sosten físico de la inflorescencia y del limbo.^{12,51}

LAS HOJAS

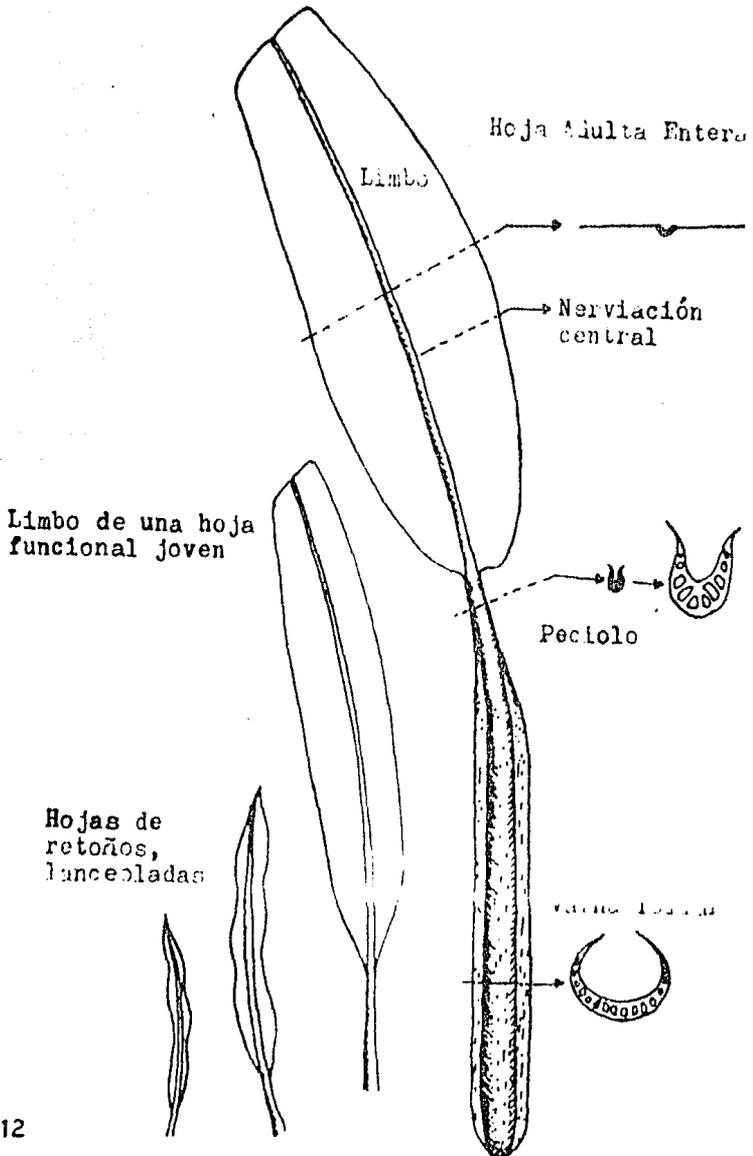
Un retoño tiene normalmente hojas rudimentarias, hojas estrechas en forma de espada, y finalmente hojas anchas en el curso de su desarrollo. (Fig. No.2).¹²

Al brotar del seudotallo, la lamina de la hoja se presenta como un cilindro enrollado en forma apretada. La mitad derecha está enrollada sobre sí misma, y la mitad izquierda enrollada sobre la mitad derecha y sobre la vena central. El despliegue comienza en la punta de la hoja y progresa hacia abajo, conforme la base de la hoja va saliendo del seudotallo. Este proceso puede durar de 6 a 8 días en el trópico, y de 14 a 15 días en latitudes mayores.⁴³

Una hoja adulta completa mide de 1.5 a 4 metros de longitud

Fig. No.2

I A H O J A



Fuente; 12

tud por 0.9 metros de ancho, dependiendo de la variedad. La hoja esta formada por una vaina foliar que se contrae gradualmente hasta transformarse en un peciolo redondeado por debajo y acanalado por arriba.(Fig. No.2). La lámina de la hoja o limbo se compone de dos mitades unidas a una vena central o nerviación central, de la cual salen venas secundarias casi paralelas.⁴³

Durante el período de crecimiento, la planta produce 30 a 35 hojas adultas completas (aproximadamente una por semana), en un lapso de 7 meses. La producción de hojas cesa cuando la inflorescencia emerge, pero la pérdida de hojas continúa a un ritmo más lento.⁵¹

El número de hojas funcionales depende del estado de vigor de la plantación. La planta necesita por lo menos 12 a 14 hojas funcionales para producir racimos de buen tamaño. En áreas frondosas durante el período de crecimiento de la fruta, se pierden de 5 a 7 hojas.^{43,51}

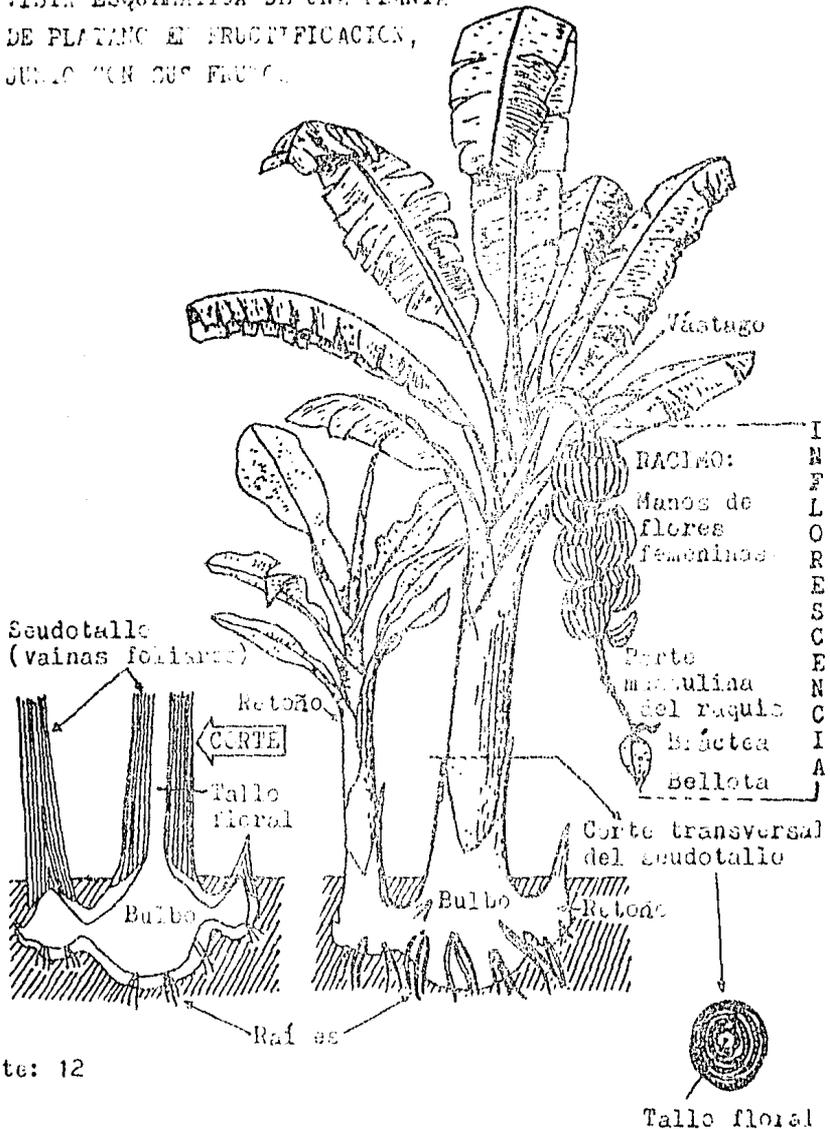
Cada hoja tiene un área foliar promedio de 1.8 metros cuadrados, en consecuencia el área fotosintética de una planta que posee 14 hojas, es equivalente a 25.2 metros cuadrados.⁵¹

LA INFLORESCENCIA

Después de que la planta a producido aproximadamente la mitad de sus hojas, la diferenciación foliar cesa en el meristema terminal (punto central de crecimiento), y sufre transformaciones para convertirse en yema floral. Esto marca el comienzo del tallo verdadero que ha permanecido al ras del suelo, y se convertirá en un tallo aéreo que crecerá por el centro delseudotallo.(Fig. No.3). Por termino medio, suelen quedar todavía en el interior delseudotallo de 10 a 12 hojas en desarrollo, todas ellas se producirán sucesivamente antes de que aparezca la inflorescencia.^{12,43}

Fig. No.3

VISTA ESQUEMATICA DE UNA PLANTA DE PLATANO EN FRUCTIFICACION, JUNTO CON SUS FRUCCO.



Fuente: 12

Las células del brote floral continúan su crecimiento longitudinal por la parte central del pseudotallo, para luego en un lapso de 90 a 110 días emerger por la parte superior de la planta. Cuando la inflorescencia terminal o bellota sale en medio de las últimas hojas, los brotes florales ya están diferenciados, por lo que el número de manos y dedos por mano están determinados. Como al quinto día de haber salido empieza a curvarse por geotropismo, ya que el raquis (vástago o mango) no posee muchos haces fibrosos; al séptimo día ya está totalmente inclinada, al octavo día las primeras brácteas se abren y a los catorce días la inflorescencia constituida por las flores femeninas queda totalmente expuesta.⁵¹

LAS FLORES

La inflorescencia está formada por un tallo central con nudos (nudos). (Fig. No. 3). En los primeros 9 a 12 nudos basales se producen las flores femeninas o pistiladas, dispuestas en manojos biserialados o manos de 12 a 30 flores por nudo; y en los nudos terminales las flores masculinas o estaminadas, estériles.^{12,43}

La bráctea que cubre cada manojito se levanta poco antes de la apertura de las flores, enrollándose hacia atrás, desde la punta. Las flores femeninas descubiertas, tienen el ápice dirigido hacia abajo y están apretadas unas con otras; sus ovarios son ya de gran magnitud, de la mitad a dos tercios de su longitud definitiva. Las piezas florales se desecarán pronto y luego irán cayendo, pero el estigma seco puede persistir hasta la cosecha. El desarrollo del ovario se efectúa sin intervención del polen, del que por otra parte carecen las flores masculinas, de la mayoría de las variedades comerciales.^{12,43}

EL FRUTO

Los plátanos jóvenes inician entonces su rápido enderezamiento hacia lo alto, en un tiempo aproximado de una a dos semanas. (Fig. No.3). De esta forma, los frutos que estaban situados en hilera interna, se vuelven exteriores, y viceversa. ¹²

Después del enderezamiento, el racimo ha adquirido ya su conformación definitiva, lo que sucede aproximadamente en unas tres semanas después que la inflorescencia haya apuntado en la parte superior del pseudotallo. ¹²

Un racimo típico de plátano tiene de 9 a 12 manos, y el número de frutos (dedos) por mano varía según su posición. La primera mano aparecida, y a veces la segunda son las que tienen 30 a 32 dedos, las manos subsiguientes tienen aproximadamente 20 dedos y la mano apical como 16 dedos. ^{12,43,51}

Bajo las últimas manos, el tallo continúa alargándose en dirección al suelo y la yema disminuye progresivamente de volumen. Casi cada día se levanta una bráctea y se descubre una mano de flores masculinas. Esta parte de la inflorescencia carece de interés. ^{12,51}

El tiempo necesario para el desarrollo de la fruta, después de emerger la flor hasta el grado de cosecha, por lo general toma de 83 a 104 días, que es cuando se cortan los racimos para la exportación. A partir de este punto el crecimiento se acelera y finalmente al iniciarse la maduración, alcanza aproximadamente el doble del grosor. ^{39,43}

Los racimos se recolectan cuando sus frutos son ya bastante gruesos, pero mientras el pericarpio (cáscara) está todavía verde. ^{43,51}

La maduración del racimo sin separarlo de la planta re -

sulta mediocre, por ser incompleta la transformación del almi
dón en azúcares. Esta recolección señala el término de la -
existencia de la planta. 12,51

C A P I T U L O I I I

C U L T I V O D E L P L A T A N O

CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

El plátano se cultiva en una amplia variedad de climas, desde tropicales húmedos que es el clima ideal, hasta tropicales secos. Se desarrolla bien desde el nivel del mar hasta 1700 metros de altura, dependiendo de la variedad.^{12,43,62}

Las temperaturas ideales para el cultivo varían entre -- los 18.5 y 35°C, las temperaturas abajo de 15.5°C retrasan el crecimiento de la planta y del fruto, y a 12°C causa daños -- por enfriamiento a la fruta si es por un período mayor de cuatro horas. Puede soportar temperaturas hasta de 40°C, no -- mostrando ningún efecto detrimental, si la planta tiene un suministro adecuado de agua en el suelo.^{51,62}

Se cultiva en un rango de precipitación pluvial anual total de 600 a 4000 milímetros. El promedio anual de lluvia -- que se considera adecuado para la planta es de 1270 a 2286 milímetros, con buena distribución durante el año. Cuando la frecuencia e intensidad de las lluvias no permiten el mantenimiento de la humedad adecuada en el suelo, se hace necesario el riego para obtener una producción económica de fruta de -- buena calidad.^{12,51}

Los vientos fuertes, con velocidades mayores de 60 kilómetros por hora, dañan las plantaciones, rompiendo las hojas en los pecióslos o lacerando los limbos en franjas paralelas, --

reduciendo la superficie activa y por lo tanto el rendimiento de la planta hasta en un 20%. Puede quebrar el seudotallo - generalmente bajo el ramo foliar o desarraigando las plantas-enteras con o sin retoños.^{12,43}

Debido a la sequía, los estomas se cierran durante el día disminuyendo la actividad fotosintética, y provocando un retraso en la vegetación. Ya que produce una salida más lenta de las hojas y una disminución del crecimiento de los órganos foliares o florales, seguida de una desecación acelerada de las hojas viejas. La sequía provoca un repliegue de los semilimbos hacia la parte inferior, lo que es una defensa contra las pérdidas de agua, porque es por las caras inferiores - por donde transpira con mayor frecuencia. El cierre de los estomas hace más lenta la transpiración, pero como no la detiene, se agrava el déficit hídrico hasta el extremo de que los limbos se desecan irremediablemente, luego la marchitez de las vainas y finalmente la rotura del seudotrunko.¹²

El rayo produce la quemadura total de la planta incluyendo el bulbo, seguida de podreduras rápidas.¹²

El granizo es raro, pero cuando lo hay, produce manchas-necrosificadas en los puntos de impacto sobre los frutos y agujeros en los limbos.¹²

Se ha observado que los plátanos que crecen a 100 metros más alto, el período entre la plantación y la salida de la inflorescencia se alarga de 30 a 45 días.¹²

EL SUELO

Los suelos de formación aluvial que se encuentran en los valles costeros, son los más aptos para el cultivo del plátano.⁵¹

Para un buen desarrollo la planta requiere de suelos con

no menos de 1.2 a 1.5 metros de profundidad, de buena estructura, bien aireados, de buen drenaje y alta fertilidad. Se cultiva en una amplia variedad de suelos, desde las arcillas compactas a las arenas casi puras, siendo los más favorables los bien equilibrados con tendencia arenosa, pero suficientemente provistos de arcilla y limo para retener el agua.^{12,43,51}

En los suelos bien aireados y bien estructurados, silíceo arcillosos o silíceo calcáreos, las raíces crecen en dirección rectilínea, pero en suelos compactos y no tan bien estructurados, las raíces son irregulares y menos gruesas.^{12,51}

Suelos muy arcillosos (más de 40%) y compactos, así como los muy arenosos y cascajosos, no deben sembrarse debido a que los primeros ocasionan problemas de drenaje, y los segundos se secan rápidamente y las plantas sufren por escases de agua. Si el suelo no se drena adecuadamente causa desarrollo deficiente y superficial del sistema radicular, además de pudrición de raíces y bulbo. En ambos suelos el crecimiento de la planta es pobre, por lo que el tamaño de la fruta es pequeño.⁵¹

Las condiciones ideales de pH del suelo para la planta es 6.5, pero es tolerante a variaciones entre 5.5 y 7.5.⁵¹

En las tierras que presentan características físicas favorables, el nitrógeno es por lo general un elemento insuficiente en los trópicos. Las aportaciones naturales consistentes, en la fijación de nitrógeno atmosférico y del aportado por las aguas de lluvia (puede llegar a 10 kilogramos por hectárea), son totalmente insuficientes para la obtención de rendimientos altos en la producción de plátanos, por falta de nitrógeno. Las características físicas deben ser propicias en el comienzo y se han de controlar, para evitar la disminución del contenido de materia orgánica, mediante fertilizan -

tes. 12,62

La presencia de un mínimo de elementos minerales es una primera condición de fertilidad, pero además, éstos deben de hayarse unos con relación a los otros en un equilibrio tal -- que no provoquen efectos de toxicidad en la planta y fruto. 12,62

PREPARACION DEL SUELO

Como el plátano permanece por varios años en el terreno, es necesario adecuarlo bien. Esta preparación, en tierras -- que no han sido cultivadas anteriormente puede incluir el des -- monte, la nivelación y la labranza primaria. 43

Se procederá a esponjar la tierra con un laboreo profundo en suelos ricos en sustancias minerales, sino lo son, conviene efectuar entonces una ligera labor de unos 25 centí -- metros de profundidad, para no dispersar o disolver demasiado -- la capa superficial, que es la más rica en humus y que tiene -- la función esencial del mantenimiento de la fertilidad. 12,43

Las tierras llanas que con anterioridad han sido cultiva -- das, se suelen arar; y a medida que pasa el tiempo, la labor -- antes de sembrar es menos intensa. 12

SELECCION DEL MATERIAL VEGETAL

El plátano se propaga vegetativamente por retoños o hi -- jos. Estos deben seleccionarse de plantas vigorosas, sanas -- y de mayor producción. 43

La selección de el hijo consiste en una poda de retoños -- no deseados para eliminar competencias, conservando el hijo -- más vigoroso, de mayor tamaño y mejor ubicación (al lado -- opuesto de donde cuelga el racimo de la madre). La poda o -- deshije es una de las prácticas más importantes en el cultivo -- del plátano, ya que de esta labor depende en gran parte una --

producción alta y de buena calidad de racimos. Esta poda se realiza, utilizando un machete desinfectado con solución de - formol al 10%, para evitar la propagación de enfermedades.^{1,51}

Los retoños que se han desarrollado partiendo de la yema central, o sea a partir del meristema del bulbo madre, dan racimos de peso bajo; en cambio los retoños que se han desarrollado del bulbo a partir de una yema lateral, rinden cosechas más rápido y con racimos de buen peso.^{12,51}

Es necesaria una clasificación de los hijos o retoños -- por diámetro del bulbo o talla del pseudotallo. Los hijuelos seleccionados deben tener la base ancha, las hojas sin abrir y una altura de 80 a 100 centímetros.^{43,51}

El material vegetal a utilizar será lo más homogéneo posible, para obtener un desarrollo de nivel simultáneo en todos los tallos, y evitar que los más débiles queden sofocados por las plantas vecinas.^{12,51}

Los hijos seleccionados, deben desinfectarse antes de -- ser plantados, para prevenir ataques de plagas y enfermedades; dejándolos 15 minutos dentro de una solución de 100 litro de agua, 12 litro de formol al 40% y 3 litros de clordano.⁴³

DISPOSITIVOS Y DENSIDAD DE PLANTACION

Pensando en un reparto homogéneo de las plantas en el terreno, se debe tomar en cuenta, que cada planta ha de tener a su disposición la superficie aproximada para que su ramo foliar quede bien iluminado y su retoño sucesor.^{12,51}

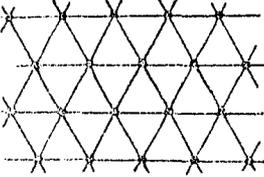
La población vegetal normalmente se mantiene entre 1500- a 1750 plantas por hectárea.¹¹

La mejor disposición recientemente establecida, es en -- forma de red hexagonal o nido de abejas, la cual permite a lo

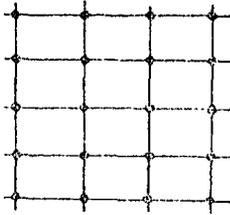
Fig. No.4

DISPOSITIVOS DE PLANTACION

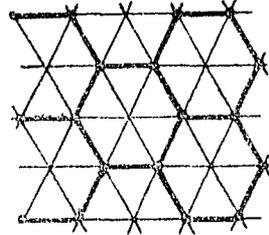
Triángulo Equilátero



En Rectángulo



En Hexágono



En Líneas Paralelas o Gemelas Simples con caminos:

	4 x 2 x 2	1600 plantas/hectárea.
	3.5 x 2 x 2	1600 plantas/hectárea.
	3 x 2 x 2	2000 plantas/hectárea.

En Líneas Paralelas o Tresbolillo con 1 camino:

<p>4 x 2 x 1 2000 plantas/Ha.</p>	<p>3.5 x 2 x 1 2222 plantas/Ha.</p>	<p>3 x 2 x 1 2500 plantas/Ha.</p>
---------------------------------------	---	---------------------------------------

das las plantas recibir una iluminación mejor y más uniforme. (Fig. No.4). Le sigue en resultados obtenidos, la efectuada en triangulos equiláteros, aunque poco utilizada. Los dispositivos más comunes son en cuadrado y en rectángulo. Sin embargo, la implantación en líneas paralelas o gemelas simples-bastante separadas, presenta muchas ventajas para la vigilancia y tratamientos antiparasitarios, que pueden hacerse sin afectar demasiado con los productos químicos a las hojas de las plantas. Si estas líneas paralelas son muy cercanas -- unas a otras, las plantas son colocadas en trespelillo. (Fig. No.4).^{12,43,51,62}

La densidad de plantación que debe usarse depende de varios factores:

- a.- Según la variedad de plátano, el tamaño del ramo foliar -- también varia.^{12,51}
- b.- En las áreas de baja precipitación pluvial se siembra a -- mayor distancia, mientras que en zonas de alta precipitación debe sembrarse a menor distancia.⁵¹
- c.- Si la duración productiva prevista para la plantación es de 3 a 4 años, la densidad de plantación será alta; mientras que si es anual o de un ciclo, la población es más -- alta; pero si se le asigna una vida productiva de más de 10 años, la densidad será más baja, de acuerdo al clima y suelo.^{12,51}
- d.- En suelos livianos (arenosos) la distancia será mayor y -- para suelos pesados (arcillosos) la distancia será menor. En tanto, si son suelos menos fértiles será menor la distancia, y si los suelos son más fértiles la distancia será mayor.⁵¹
- e.- Los plátanos sembrados muy separadamente tienden a producir pocos racimos, pero estos promedian un grado de cali-

dad alto; mientras que los sembrados a distancias cortas rinden más racimos, pero de grado de calidad más bajo.^{12,62}

f.- También en el aspecto económico, los rendimientos estimados por unidad de área, costo de producción por racimo, y las fluctuaciones del precio en el mercado.⁵¹

IMPLANTACION

Los hijuelos seleccionados se plantan en hoyos, cuyas dimensiones estan en relación con la estructura del suelo y el volumen del material vegetal a utilizar.^{12,51}

Normalmente los huecos para plantar los retoños, se hacen de 45 por 45 centímetros y 45 centímetros de profundidad. Cuando los suelos sean de tipo desfavorable, los hoyos deben hacerse de 60 por 60 centímetros y 60 centímetros de profundidad.^{12,43}

En el fondo del hoyo se coloca material orgánico descompuesto, luego el hijuelo, después la tierra que estaba en la superficie al hacer el hoyo, y al final la que se sacó del fondo del hueco. El bulbo debe quedar en posición vertical, a unos 5 a 10 centímetros bajo el suelo, con la parte más angosta del bulbo al nivel de la superficie. Evitando que quede enterrado profundamente, pues en tal caso, el tallo verdadero crece rápidamente hasta que el meristema terminal está al nivel del suelo. Seguidamente se formará un nuevo bulbo bajo éste meristema, que se redondea y desarrolla claramente por encima del primero.^{11,12,43}

Dos meses después de la siembra, deben reponerse los hijuelos que no brotaron.^{12,43}

La época de implantación más favorable, es a finales del período de secas, con lluvias espaciadas, ya que las necesidades de agua después de la siembra serán débiles durante los -

tres primeros meses. Algunos riegos, pueden también permitir la siembra durante el curso de la sequía. Deben evitarse las estaciones de marcada pluviosidad, durante las cuales el suelo está empapado y mal drenado, porque la podredura se apodera fácilmente de los bulbos. 12,62

Los plantadores experimentados, confieren gran importancia a la fecha de implantación, que calculan según su conocimiento del ciclo vegetativo de la variedad elegida, para que el momento de la recolección coincida con el mejor período de comercialización. 12,51

MANEJO DE LA PLANTACION

Periódicamente es necesario realizar deshierbes. En terrenos inclinados, se recomienda arrancar a mano todas las malezas en un radio de un metro de distancia del tronco. No debe usarse azadón ni machote, pues se pueden herir las raíces y propagar enfermedades. Después se cortan todas las hierbas que crecen en las calles de la plantación, a una altura de 5 centímetros; así se evita descubrir totalmente el suelo, además de protegerlo contra la erosión. Generalmente se requiere de cuatro a seis deshierbes por año. 11,12,43,51

En terrenos planos o ligeramente ondulados, el control de malezas puede hacerse con herbicidas, evitando rociar las hojas del plátano, así como cuidar que el viento no se lleve las gotitas hacia las plantas cercanas. 11,12,43

Nunca deben cortarse las hojas verdes, a menos que estas lleguen a frotar el racimo mientras éste se desarrolla, causando rozaduras en la piel del fruto. La planta necesita por lo menos 12 a 14 hojas verdes para producir racimos de buen tamaño. 12,39,43

Con el objeto de proteger la fruta contra enfermedades fungosas transmitidas por insectos, se lleva a cabo una fumi-

gación semanalmente y después del deshoje, a partir de la presencia de 2 a 3 manos en el vástago; embolsándose después de cada fumigación.³⁹

La operación de embolsado se realiza con el objeto de -- controlar los ataques de insectos y enfermedades por hongos -- en la fruta, asperjando fungicidas o insecticidas en el interior de las bolsas antes de su uso. Otro propósito es el de reducir en los frutos los daños por hoja. La bolsa se ata a 40 centímetros por arriba del punto de inserción de la primera mano del racimo, utilizando cinta plástica de colores, que ayuda como indicador del período de cosecha del racimo. En tiempo de sequía se recomienda amarrar junto con la bolsa, hojas de papel periódico, para cubrir el racimo contra la luz solar y de esta manera reducir las pérdidas de fruta por quemadura de sol.³⁹

El desmane se realiza tan pronto el racimo es embolsado. Y consiste en la eliminación de las dos manos apicales (más -- bajas), con el fin de prevenir el avance de la pudrición que generalmente sucede en la punta del vástago.³⁹

La operación de desbellotado se lleva a cabo, con el fin de reducir la incidencia de casos de la enfermedad denominada Moko, transmitida por insectos que se posan en las flores masculinas de plantas enfermas. La práctica se recomienda realizarla a mano, teniendo lugar entre los 10 a 32 días después que la inflorescencia brote, porque es entonces cuando el vástago se puede sujetar con la mano, mientras que con la otra -- se quiebra la bellota sin dañar la fruta. Con el desbellotado se ha notado el aumento del tamaño y peso del racimo, los frutos adquieren mejor forma, el racimo sazona más rápidamente y se le quita parte del peso.^{39,43}

La planta es susceptible a caerse debido al peso del ra-

cimo y al azote de los vientos, por lo que es necesario apuntalarlo. Esto se realiza después del desbellotado utilizando dos cañas de bambú o madera, colocandolas en tijera, recargadas alseudotallo de la planta y de manera opuesta a la caída del racimo.^{12,39}

EL RIEGO

Como la planta de plátano es de naturaleza herbácea y -- tiene una gran superficie foliar, además de que del 85 a 88% de su peso es agua; es muy importante que tenga un suministro adecuado de agua durante todo el año, mediante riego si las -- lluvias no son suficientes y bien distribuidas.^{12,51}

Los plátanos necesitan recibir aportaciones de agua muy-frecuentes para que las raíces puedan absorber la que preci -- san, para mantener la turgencia de sus tejidos y para su -- transpiración. Las plantaciones jóvenes tienen necesidades -- de agua reducidas, pero es preciso tener en cuenta la impor -- tante pérdida de la humedad del suelo por evaporación, ya que la reserva de agua del suelo disminuye 1/12 en día cubierto, -- 1/7 en día semicubierto y 1/5 en día soleado.¹²

Es evidente que las necesidades hídricas varían mucho -- con el desarrollo de la planta, ya que la transpiración varía -- según la superficie del ramo foliar, la exposición de éste al sol y el estado hídrico del suelo (se requiere de 20 a 50 me -- tros cúbicos de agua por día por hectárea).^{12,51}

Si el agua de riego se aplica por anegado superficial me -- diante canales, la distribución homogénea es difícil y requie -- re de bastantes recursos de agua. El otro método es por as -- persión, el cual aunque es más costoso, permite economizar -- agua, se logra una distribución homogénea sobre el terreno y -- es más adaptable a irregularidades del suelo. Siempre que -- sea posible, es preferible regar durante la noche para evitar

pérdidas por evaporación, que pueden ser altas.^{12,62}

FERTILIZACION

Uno de los factores del suelo más importantes para determinar la cantidad y tipo de abono que se debe usar, es conocer los requisitos específicos de nutrientes que el plátano necesita. Esta condición puede variar de una región a otra. Los análisis químicos del suelo y tejido vegetal, juntamente con la historia del área y observaciones de crecimiento, ayudan a aplicar las cantidades adecuadas de nutrientes. Estos deben estar en el suelo en forma aprovechable para que sean absorbidos por la planta.^{11,12,51}

Los fertilizantes se aplican a los hijuelos en crecimiento, no se recomienda fertilizar plantas con racimos porque no alcanzan a aprovecharlo.⁴³

Para producir una tonelada de plátanos, la planta extrae del suelo 2 kilogramos de nitrógeno, 1 kilogramo de fósforo y 4 kilogramos de potasio, aproximadamente.⁴³

A excepción del nitrógeno y en algunas regiones el potasio, la mayor parte de los suelos cultivados con plátano contienen cantidades suficientes de los otros elementos necesarios.⁵¹

NITROGENO.- A las plantaciones hay que proveerles un suministro continuo y adecuado de nitrógeno, debido a que el crecimiento es un proceso continuo, durante todo el año.⁵¹

Se aplica anualmente 397 a 510 gramos por planta, de urea (al 46% de nitrógeno) que es repartido en cantidades fraccionadas en 4 a 12 partes, para un mejor aprovechamiento. La urea es más económica y da buenos resultados.^{12,51}

Se han realizado ensayos utilizando complejo urea-formaldehído, con resultados excelentes pero el producto es caro. - El sulfato de amonio es excelente, pero muy conocido por su -

efecto acidificante, por lo que se recomienda su uso en tierras de tendencia alcalina, deficientes en azufre. Los nitratos de amonio, calcio o potásio, dan buenos resultados, pero por su precio se utilizan poco.^{11,12,51}

El fertilizar con materiales nitrogenados, trae los siguientes beneficios:^{12,39}

- a.- Acelera el crecimiento e induce a que la floración sea -- más temprana.
- b.- El peso de los racimos aumenta
- c.- La calidad de la fruta se mejora.
- d.- El área foliar aumenta y el color de la hojas mejora.

Quando las plantaciones sufren deficiencia de nitrógeno, se observa que:

- a.- El color del follaje se torna a un verde amarillento pálido.
- b.- El crecimiento se retrasa, mostrandose en pseudotallos delgados, hojas más pequeñas y producción lenta de hojas.
- c.- La producción de hijos y el vigor de los mismos disminuye.

POTASIO.-- Los requisitos de potásio son altos. Conviene saber después del análisis de la tierra, si es indispensable efectuar el abonamiento potásico ya desde el momento de la implantación.^{12,51}

Se aplican al suelo anualmente 200 a 500 gramos por planta, de sulfato de potásio, que presenta la ventaja de mantener un buen nivel de azufre en las plantaciones. Se distribuye mejor, en dos dosis al año en cantidades que dependen -- del análisis del suelo. Se utiliza también el cloruro de potásio.^{11,12,43}

Las aplicaciones de abonos potásico, han dado aumentos significativos en el peso del racimo.⁵¹

Si las plantas sufren deficiencia de potásio, se observa que:^{12,51}

- a.- Producen racimos pequeños que se desarrollan anormalmente.
- b.- El número de hojas producidas por la planta es menor.
- c.- Las hojas viejas, toman un color amarillento comenzando en las orillas y se mueve hacia adentro.
- d.- La producción de hijuelos también baja.
- e.- La planta reduce drásticamente su crecimiento.

Quando la planta muestra los síntomas que caracterizan la deficiencia de potásio, es cuando el estado de carencia es ta muy avanzado. Las correcciones tardías, por lo tanto, to man varios meses y a veces hasta años para que la respuesta - en términos de rendimiento se obtengan. Sin embargo los sin tomas de deficiencia pueden desaparecer después de la primera aplicación.^{12,43,51}

FOSFORO.- Las necesidades del plátano en fósforo, son re lativamente bajas, pero sin embargo precisa asegurarlas.¹²

El fósforo se aplica en dos dosis al año, en cantidades que dependen del análisis del suelo. Se aplica al terreno - como fosfato de calcio, y también como superfosfato normal o triple pero son de uso más limitado.^{11,12}

AZUFRE, CALCIO Y MAGNESIO.- La aplicación de éstos nu -- trientes a la planta, no se recomienda a menos que se esta -- blesca una deficiencia regional definida.^{12,51}

MICRONUTRIENTES.- Estos son: hierro, zinc, manganeso, co bre, boro, molibdeno y cloro. Aunque son requeridos en can tidades muy pequeñas, sin embargo, sus funciones son muy va -

riadas y de mucha importancia para su crecimiento.^{12,51}

METODO DE APLICACION.- El fertilizante o abono debe mezclarse con la tierra en la zona de máxima absorción, que en ésta planta se encuentra dentro de un radio de un metro de la base de la planta hacia afuera. Además hay que esparcirlo - del lado del hijo que esta seleccionado para producción.^{12,43}

Quando el abono se aplica, el suelo debe tener suficiente humedad para que éste se disuelva, y se incorpore más fácilmente al suelo.¹²

LA COSECHA

Dependiendo de la variedad de plátano, en un período de 12 a 15 mese la fruta es cosechada.³⁹

El plátano o banano se corta durante todo el año, existiendo en México una época de alta producción que aproximadamente va de enero a agosto, y la época de baja producción que es de septiembre a diciembre.^{10,39,51}

La determinación del momento de recolección en las zonas plataneras de nuestro país, se basa principalmente en dos indicadores:^{39,43}

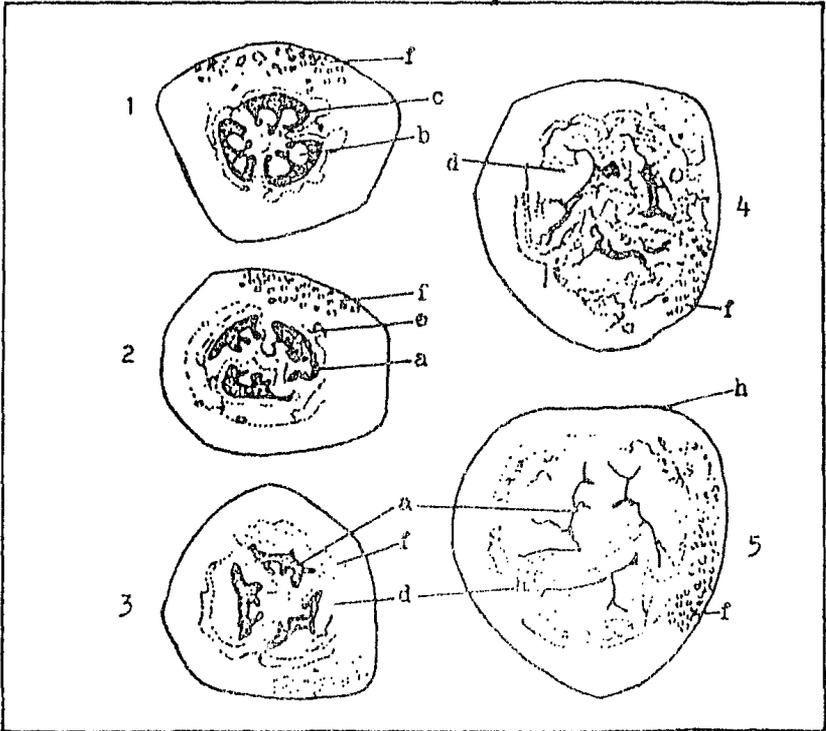
- a.- Edad de la inflorescencia.
- b.- El grosor o calibre del dedo.

Es necesario considerar el número de días transcurridos desde el brote de la inflorescencia, hasta el punto de corte característico para cada región y variedad de plátano. Este período varía entre los 88 y 104 días después de brotar la inflorescencia, que es cuando el fruto ha alcanzado su madurez fisiológica, es decir, cuando estan verdes pero ya sazonados. (Fig. No.5).^{39,43}

Para determinar mejor el tiempo de cosecha, se debe com-

Fig. No. 5

ESTRUCTURA DEL PLATANO VERDE
EN DIFERENTES ETAPAS DE DESARROLLO



Los diagramas 1 al 5 son las secciones transversales de un plátano verde durante 0, 2, 4, 3 y 12 semanas de la brotación del fruto respectivamente (tiempo de inflorescencia hasta madurez de corte), donde:

- a.- Diagrama de ovulos
- b.- Ovulo
- c.- Cavidad ovarica
- d.- Pulpa (mesocarpio)
- e.- Célula intercalares de la pulpa
- f.- Conjunto celular
- g.- Cáscara (epicarpio)

Fuente: 41

pletar con la medición del grosor o grado de calibre del dedo. Para esto se mide el diámetro central de los dedos centrales de la parte exterior de la segunda mano del racimo pendiente de la planta. (Fig. No.6).³⁹

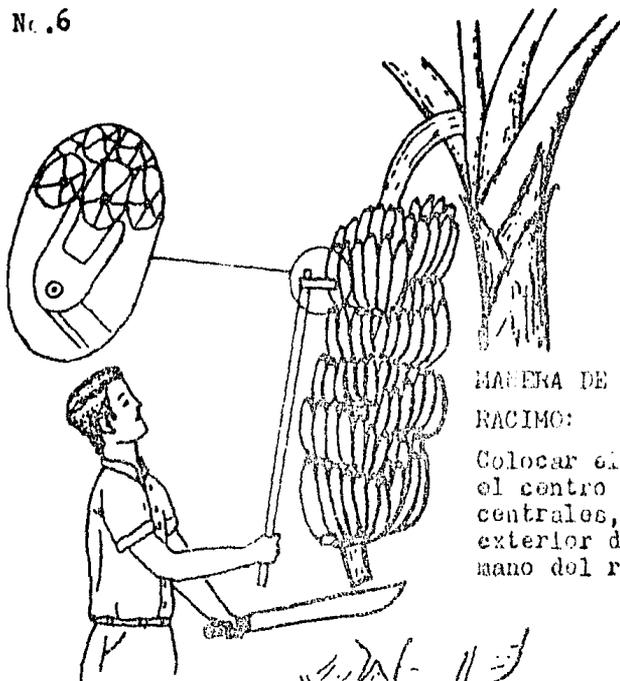
Los racimos que tienen 11 a 13 semanas de edad, según la cinta de color y que cumplen con la calibración, podrá cortarse. La calibración para plátano de exportación es de 3.25 centímetros (41/32 de pulgada). (ver Anexo No.1). Pero si el racimo que cumplió las 14 semanas, no da la calibración de seada, entonces en éste caso tendrá que ser cortado.^{17,39}

Deben cosecharse los racimos con mucho cuidado, para evitar las raspaduras (cicatrices), daños de cuello y magulladuras. La operación de corte se efectuará entre dos personas, a fin de no maltratar el racimo. (Fig. No.6). El cortador elimina primeramente el sistema de soporte o apuntalado, y en seguida el cargador se coloca bajo el racimo. El cortador utilizando un machete (desinfectado con solución de formol al 10%), hará dos o tres cortes ligeros alseudotallo a una altura mayor que la mitad de su longitud, del lado de la caída -- del racimo; para permitir que baje el racimo, hasta colocarlo horizontalmente sobre la almohadilla y hombro del cargador -- sin dañarlo. Por último el cortador separará el racimo de la planta con machete, cuidando que quede con su cinta de color amarrada al vástago.^{39,43}

Se recomienda que:^{39,55,56}

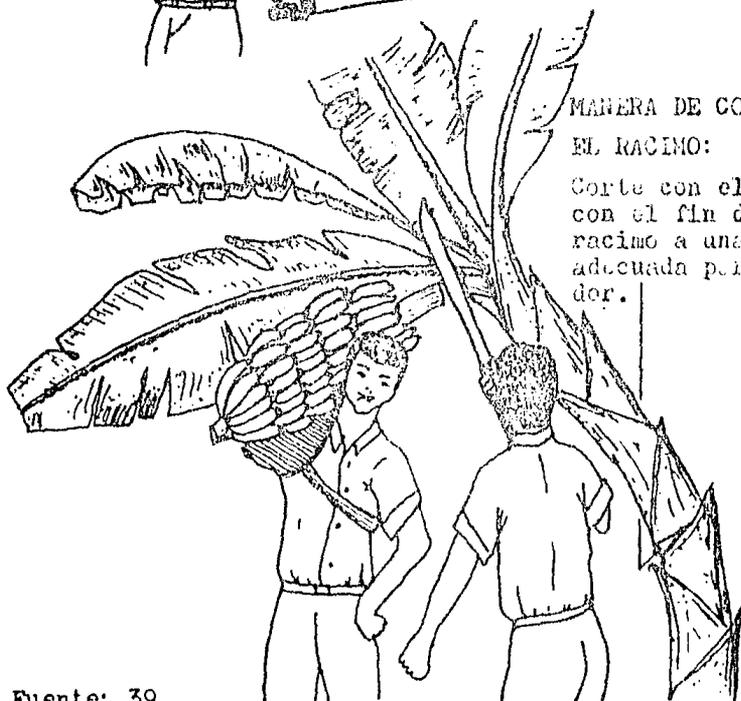
- a.- Al cosechar la fruta, se debe evitar arrancarla o jalarla de la planta, para no descartar fruta con lesiones.
- b.- La fruta no debe permanecer bajo los rayos del sol, después de su corte, ya que le produce quemaduras que afectan su grado de calidad.
- c.- La fruta se manipulará con mucho cuidado, evitando gol --

Fig. No. 6



MANERA DE CALIBRAR LOS
RACIMO:

Colocar el calibrador en
el centro de los dedos -
centrales, de la parte -
exterior de la segunda -
mano del racimo.



MANERA DE COSECHAR
EL RACIMO:

Corte con el machete, -
con el fin de bajar el
racimo a una altura -
adecuada para el carga
dor.

pearla durante el transporte de las huertas a la empacadora.

- d.- La fruta de buena calidad debe separarse desde un principio y no mezclarla con la fruta que presente enfermedades fungosas y otras plagas.
- e.- No se debe mezclar la fruta caída al suelo o dañada, con la destinada a selección y empaque para comercialización.
- f.- La fruta que comienza a madurar en la planta o esta dañada por agentes mecánicos, meteorológicos, plagas o enfermedades, será desechada.

Tan pronto se cosecha el racimo, se elimina la planta -- que lo produjo. Se hace, utilizando un machete desinfectado con solución de formol al 10%, al pasar de una planta a otra, para evitar la diseminación de enfermedades. El tronco y -- las hojas se parten en trozos y se distribuyen como abono verde, sobre el suelo alrededor de los retoños. Se dejan crecer los hijuelos y se selecciona uno de nuevo para producción. 1,39,43

Normalmente una plantación dura en producción de 5 a 20-años, dependiendo de la fertilidad del suelo y del mantenimiento de la plantación.⁴³

Los rendimientos de plátano registrados, son de 16 a 21-toneladas por hectárea, según estadísticas de Producción Frutícola Nacional, de CONAFRUT (Departamento de Promoción Comercial) y SARH (Dirección General de Economía Agrícola).^{14,15}

VARIETADES DE PLATANO CULTIVADAS EN MEXICO

En nuestro país, una misma variedad de plátano es conocida con nombres distintos de una región a otra. Incluso hay varios nombres con que se les conoce a una variedad en los -- diferentes países productores.

A continuación se presentan los nombres de las variedades cultivadas en México, junto con los nombres con que se les conoce a esa misma variedad.^{2,12,51,53,62}

- a.- Tabasco, conocido como: Roatán, Portalimón, Gross Michel, Banano, Pouyat, Bluefield.
- b.- Morado, conocido como: Baracoa, Red Jamaica, Red banana,- Red spanish banana.
- c.- Dominico, conocido como: Blanco, Letondal, Chotda.
- d.- Dátil, conocido como: Ciento en boca, Lady finger, Golden early banana.
- e.- Macho, conocido como: Bellado, Hartón cuerno de toro, -- Plantain.
- f.- Manzano, conocido como: Brazilian, Apple.
- g.- Rombón, conocido como: Lacatán, "bout-round".
- h.- Cavendish gigante, conocido como: Enano gigante, Gian cavendish, Gran naine.
- i.- Cavendish enano, conocido como: Enano, Curro, Chino.
- j.- Valery. (variedad de la especie Musa cavendish)

Estas variedades, se encuentran distribuidas en los principales estados productores de la Republica, como sigue:^{2,10,}

- TABASCO.- Valery, Macho, Dominico, Tabasco, Cavendish enano,- Cavendish gigante, Morado, Manzano, Dátil.
- CHIAPAS.- Rombón, Valery, Cavendish enano, Cavendish gigante, Macho, Morado, Manzano.
- VERACRUZ.- Tabasco, Macho, Valery, Morado, Manzano.
- NAYARIT.- Tabasco, Manzano, Macho, Morado.
- COLIMA.- Cavendish enano, Cavendish gigante, Valery.

Cuadro 1

CARACTERISTICAS DEL RACIMO DE ALGUNAS VARIETADES

	Valery	C.gigante	C.enano	Macho	Tabasco	Rombón
Longitud del racimo - (cm.)	81.00	75.00	60.00	45.00	90.00	85.00
Peso del racimo (kg.)	35.00	33.00	25.00	10.00	31.50	22.50
Peso del vástago(kg.)	2.00	1.63	1.50	0.40	1.60	1.30
Peso del plátano en - manos (kg.)	33.00	31.37	23.50	9.60	29.90	21.20
Rendimiento plátano - en manos (%)	94.20	95.00	94.00	96.00	95.00	94.20
Número de manos por - racimo	11	10	10	6	12	12
Peso por mano (kg.)	3.72	3.37	2.30	1.60	3.32	2.05
Número de dedos por - mano	18	17	16	6	16	13
Peso por dedo (g.)	206.0	197.0	143.0	400.0	207.0	157.0

Fuente: 2

PRINCIPALES ENFERMEDADES Y SUS EFECTOS EN EL FRUTO

Se hace la aclaración que no se presentan todas las enfermedades que atacan al plátano, sino que se exponen de modo -- breve las más comunes. No se incluye el combate de plagas y enfermedades que ocasionan daños, por lo que las personas que tengan interes en estos aspectos, deberán consultar el Manual de Plaguicidas Autorizado para 1985, el cual es elaborado por la Dirección General de Sanidad Vegetal, de la SARH.

A continuación, se describen los defectos en el fruto como consecuencia de estas enfermedades, las cuales pueden ser de origen microbiológico, entomológico y por nemátodos.

DE ORIGEN MICROBIOLÓGICO

- * Mal de Panamá, Marchitez del Plátano (Fusarium oxysporum f. cubense).¹

ORIGEN.- El hongo entra a las plantas de banano, al través de raicillas delgadas y rizomas dañados. Una vez que el hongo alcanza un vaso leñoso, la esporulación es rápida matando los retoños del bulbo y continuando la infección al través de la masa leñosa del pseudotallo hasta llegar a las hojas. Las esporas pueden diseminarse transportadas por el viento o por el agua.

DEFECTO.- Aparece un amarillamiento que se extiende -- hacia el centro de la nervadura, luego las hojas se marchitan y mueren. Las vainas de las hojas así como la base del pseudotallo se van endureciendo y desarrollan grietas longitudinales. La planta termina por morir. La savia de las plantas infectadas tiene olor ligeramente similar a una mezcla de alcohol-formol.

Los rizomas que no mueren inmediatamente pueden producir retoños los cuales siempre enferman, pudiendo en corto tiempo producir anormal desarrollo y prematura e irregular maduración de los racimos.

CLASIFICACION DEL DEFECTO.- Es CRÍTICO ya que los plátanos que llegan a desarrollarse son esponjosos, ácidos y amarillos.

- * Sigatoka, Chamusco, Manchado de hoja (Mycosphaerella musicola).¹³

ORIGEN.- La infección se propaga a través de vientos, --

Las esporas penetran mediante estomas de hojas jóvenes.

Mycosphaerella, produce dos tipos de esporas:

Conidios.- Producidos vegetativamente en la superficie - de la hoja afectada y es la forma de diseminación más frecuen - te.

Ascosporas.- Se producen sexualmente en el cuerpo fructí - fero, que es en forma de botella con un poro terminal por don - de se expulsan las ascosporas, que antes son fecundadas por - espermacias producidas en el cuerpo fructífero llamados esper - mogonios.

DEFECTO.- En las hojas se presentan rayas horizontales y paralelas a las nervaduras, presentando un centro de tejido - muerto de color negro o grisáceo, rodeados por una zona estre - cha pardo-rojiza y al exterior una franja amarillo brillante; esta enfermedad no afecta el crecimiento vegetativo pero redu - ce la calidad de los frutos debido a la falta de superficie - foliar, para llevar a cabo efectivamente la fotosíntesis.

CLASIFICACION DEL DEFECTO.- Puede ser MENOR, MAYOR y CRI - TICO, depende del grado de ataque en la fruta.

* Moko, Marchitez bacteriana, "Mal de machete" o Pudrición. (Pseudomonas solanacearum).^{1, 13}

ORIGEN.- La infección natural se produce a través de -- raíces y se disemina por medio de machetes infectados, insect - os que llevan la infección de las brácteas al ápice de la -- flor femenina que está en proceso de cicatrización, esto suce - de durante el desarrollo del fruto. Las plantas Heliconias, frecuentemente presentan infección latente, siendo esta la -- forma como subsiste la infección en el campo.

DEFECTO.- En épocas de floración, al ser atacado el ban - no por el hongo, se presenta una detención en el desarrollo -

del fruto quedando los dedos deformes, tornandose negros y -- arrugados.

CLASIFICACION DEL DEFECTO.- Es CRITICO, ya que si la fru-- ta esta cerca de madurar cuando se infecta, puede no mostrar-- sintomas por fuera, pero la pulpa de algunos dedos puede es-- tar descolorida y podrida.

* "Muñeca", Manchas grasientas o Mancha de Johnston (Piri-- cularia grisea).¹³

ORIGEN.- El hongo se encuentra en el campo en hojas que-- cubrían las flores y han caído, estas hojas son de color vio-- laceo o violeta, grandes y puntiagudas llamadas brácteas. -- Ahí persiste la infección y cuando afecta a los frutos, se -- presenta en el corte o después de la cosecha, durante la madu-- ración.

DEFECTO.- Consiste en manchas redondas hundidas de 4 a 6 mm. de diámetro, una zona café rodea el centro de la lesión y al exterior una franja verde acuosa; este tipo de lesiones se localiza en frutos, en la región de la corona y vástago.

CLASIFICACION DEL DEFECTO.- Es MAYOR ya que presenta man-- chas redondas de varios milímetros, sin embargo la pulpa no -- es afectada, pero sí la apariencia.

* Mancha café (Macrophoma musae, Cercospora hayi).¹³

ORIGEN.- Esta enfermedad es más frecuente en época de -- vientos y se presenta en bananos de más de 50 días, o sea, en frutos que todavía no han sido cosechados. El hongo es sa-- prófito facultativo, se encuentra en hojas viejas dobladas y-- muertas, las esporas son llevadas por el viento, se diseminan y al estar en contacto con la cáscara del fruto germinan en -- 3 horas.

DEFECTO.- Se presenta en dedos, corona y vástago en for-- ma de manchas que son de color café claro u oscuro, con un --

diametro aproximado de 5 a 6 mm. de borde regular y rodeada - de un área de tejido acuoso.

CLASIFICACION DEL DEFECTO.- Es MENOR debido a que las -- manchas no se expanden a través de la superficie del fruto -- después de la cosecha, el área afectada es menor de 200 mm².

* Antracnosis (Collatotrichum musae).¹³

ORIGEN.- El hongo invade la cáscara cuando el fruto toda vía no es cosechado (siendo el color de los bananos verdes) y se mantiene latente, causándole lesiones hasta que los frutos presentan el color amarillo característico de la madurez, que es cuando se lleva a cabo la proliferación del hongo influenciado por dicha madurez.

DEFECTO.- Se presenta como manchas hundidas de color naranja, que se extienden y pueden llegar a juntarse para formar lesiones de mayor área.

CLASIFICACION DEL DEFECTO.- Es CRITICO porque las manchas necróticas no cierran, y en casos severos afecta a la -- pulpa y deforma el banano.

* Mancha diamante (Cercospora hayi, Fusarium roseum y Fusarium solani).¹³

ORIGEN.- Este defecto es causado e iniciado por Cercospora hayi seguido de Fusarium solani y Fusarium roseum. La diseminación es a través del aire, al estar las esporas en contacto con la cáscara del banano, la lesión se produce a las - 72 horas.

DEFECTO.- La mancha diamante se distingue con facilidad de otras manchas cuando está joven y cuando está vieja, pero en sus estados intermedios se puede confundir con la mancha - Johnston ("Muñeca"). El primer síntoma es una mancha pequeña de 3 a 5 mm. de diámetro, ésta es ligeramente abultada y -

de color amarillo, las células infectadas no se pueden expandir como lo hacen las células sanas, lo que produce una rajadura longitudinal que se agranda en el centro y es de color negro; en esta etapa la lesión se asemeja a la forma de un -- diamante negro con las siguientes dimensiones: 1.0 a 3.5 cm. de largo y 0.5 a 1.5 cm. de ancho.

Este defecto se presenta cuando la fruta se aproxima a la madurez, después de la cosecha las manchas no aumentan en número ni tamaño.

CLASIFICACION DEL DEFECTO.- Es CRITICO porque la superficie afectada es mayor de 200 mm² y la pulpa no es afectada.

* Manchado del banano, "Ojo rojo" (Peightoniella torulosa - sinónimo Helminthosporium torulosum).¹³

ORIGEN.- El hongo esporula en flores y hojas viejas del banano, en el período de lluvia se produce bastante inóculo y al bajar la humedad las esporas son transportadas por el viento, al caer éstas en el fruto a los 3 días aparece la lesión.

DEFECTO.- Este consiste en manchas similares a un tope de borrador de lápiz, al madurar los bananos dichas manchas cambian a un color café rojizo creandole apariencia de estar-sobremadura.

CLASIFICACION DEL DEFECTO.- Es MENOR ya que presenta --- áreas manchadas con diámetro menor de 200 mm². Estas lesiones no afectan demasiado la apariencia de la fruta.

DEFECTOS CAUSADOS POR NEMATODOS

* Cabeza negra (Radopholus similis).¹³

ORIGEN.- El nemátodo al penetrar a raíces ocasiona lesiones pequeñas rojizas y necróticas, éstas se van alargando longitudinalmente, formando así cavidades en el parénquima, las-

cuales, en un corte longitudinal aparecen como lesiones alargadas.

DEFECTO.- Aparece indirectamente como raquitismo que se manifiesta en la reducción del grosor del pseudotallo, disminución en el tamaño y número de hojas, debido al ataque del sistema radicular cuya función es absorber sustancias nutritivas, siendo además un sistema de anclaje que permite al pseudotallo soportar condiciones climáticas adversas (vientos).

CLASIFICACION DEL DEFECTO.- Puede ser MENOR o CRITICO.

MENOR.- En cultivos con infestaciones leves producen frutos de calidad aceptable.

CRITICO.- Al disminuir el vigor de la planta produce racimos con fruta de menor tamaño y baja calidad que nunca llegan al grado de corte.

DE ORIGEN ENTOMOLOGICO (Insectos).

* Mancha roja o Tizón por trips (Chaetothrips orchidii).¹⁵

ORIGEN.- Los trips juvenes son amarillentos y delgados - en estado de ninfa. Durante las dos primeras mudas, se alimentan raspando la superficie donde se tocan los dedos.

DEFECTO.- Los trips causan una mancha roja entre los dedos, al principio esta es de forma oval y se localiza en las áreas donde los dedos se tocan unos con otros, despues se extiende sobre la superficie del banano y a menudo la cáscara - se agrieta presentando costras; los trips atacan únicamente - fruta y el defecto que causan puede ser confundido con la mancha de la madurez, la diferencia es que esta última, no se -- presenta entre los dedos del racimo.

CLASIFICACION DEL DEFECTO.- Es CRITICO ya que puede cu--

brir gran parte del fruto o incluso ocasionar cuarteaduras.

* Trips de las flores (Frankliniella parvula).¹³

ORIGEN.- Las larvas de dichos insectos ovopositan en el fruto a nivel de cáscara, produciendole alergia.

DEFECTO.- Esta alergia se presenta como puntos ásperos - azulados, que se sienten al tacto en forma de protuberancia, - cuando el banano afectado esta maduro, se manifiesta como puntos negros; en un racimo no todas las manos son afectadas.

CLASIFICACION DEL DEFECTO.- Es MENOR debido a que el aspecto del banano, no se ve afectado grandemente, ya que la -- pulpa conserva sus cualidades y la integridad de esta no se altera.

* Daño causado por avispa costurera (Orasema costaricensis)
13

ORIGEN.- La avispa costurera ovoposita en la fruta y hojas del banano. La hembra logra poner aproximadamente 2000-huevecillos y una vez que se establece la infestación, esta - aumenta con rapidez debido a que la avispa tiene pocos enemigos naturales.

DEFECTO.- Se presenta en el fruto, en forma de líneas -- rectas en fila que semejan las puntadas de una máquina de coser.

CLASIFICACION DEL DEFECTO.- Es MENOR porque las cicatrices cubren una pequeña zona del dedo.

* Fumagina en la fruta (Pentalonia nigrospora; agente secundario Capnodium sp.).¹³

ORIGEN.- La chinche del banano Pentalonaria nigrospora y con menor frecuencia la chinche harinosa, defecan sobre la superficie del banano al tiempo que se alimentan; dicha deyec--

ción es una melaza que sirve de nutriente para que se desarrolle el hongo que actúa como oportunista y produce la fumagina.

DEFECTO.- Se presenta una película de color negro mate, que cubre la superficie del banano; la incidencia de fumagina aumenta durante los meses fríos y lluviosos porque la diseminación de hongos se lleva cabo por vientos y al llover existe la humedad necesaria para el desarrollo de dichos hongos.

CLASIFICACION DEL DEFECTO.- Es CRITICO ya que este daño disminuye el valor comercial del banano, cuando la superficie que cubre estas manchas es excesivo afectan grandemente el aspecto de la cáscara, razón por la cual las manos afectadas -- simplemente se eliminan.

* Carate (varias "polillas" y mariposas de diferentes especies).¹³

ORIGEN.- Al alimentarse del banano, las larvas de varias "polillas" y mariposas ocasionan daños a la cáscara.

DEFECTO.- Se presentan en la cáscara, como costras de color café en forma variable, afectando superficialmente el fruto.

CLASIFICACION DEL DEFECTO.- Es MENOR porque las áreas -- afectadas cicatrizan y la pulpa no presenta daño; en ataques-intensos el área afectada puede cubrir gran parte del fruto, -- considerandose este como MAYOR.

* Daños causados por "babosa" del banano (Vaginula olivacea).¹³

ORIGEN.- La babosa tiene hábito nocturnos, y cuando come raspa la cáscara del fruto produciendo heridas que no cicatrizan.

DEFECTO.- Se presenta como agujeros circulares profundos que no producen costras. La lesión se encuentra en la super

ficie del fruto y no en los filos de este.

CLASIFICACION DEL DEFECTO.- Es CRITICO debido a que la cáscara es afectada en su integridad lo mismo que la pulpa.

C A P I T U L O I V

COMPOSICION QUIMICA Y VALOR NUTRITIVO

CAMBIOS QUIMICOS Y FISICOS EN EL FRUTO DURANTE LA MADURACION

Para que el plátano pueda tener las cualidades organolépticas para el consumo en forma fresca, requiere de una maduración lenta o rápida bajo condiciones controladas de temperatura y humedad. Durante este proceso suceden cambios físicos y químicos partiendo del estado inmaduro, en que es verde, dura harinosa y de sabor astringente. Conforme avanza la maduración la fruta va adquiriendo gradualmente, el aroma característico, la textura suave, se torna de verde a amarillo, y -- llega a ser dulce y agradable al paladar. ^{23,41,65}

Los factores y sus efectos, que producen estos cambios -- son los siguientes:

RELACION PULPA/CASCARA

En las etapas iniciales del desarrollo de la fruta, el -- peso de la pulpa es bajo mientras que el de la cáscara es alto. Conforme avanza la maduración, hay un aumento en la relación pulpa/cáscara, la cual es casi 1.2 en la fruta verde, -- 2.7 en la fruta madurando, y 3.6 cuando la fruta esta completamente madura. ^{21,41}

De acuerdo con Loesecke H.W. ⁴¹ el incremento en el peso-

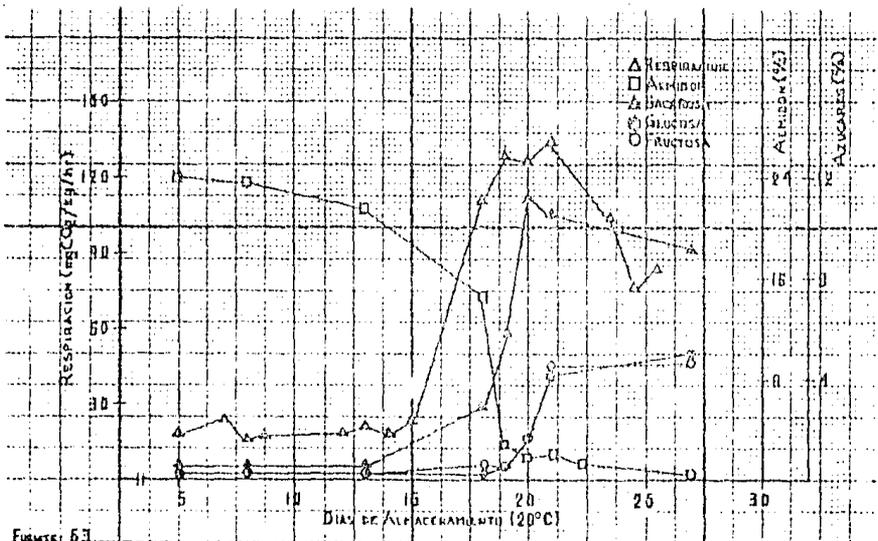
de la pulpa que afecta la proporción pulpa/cáscara, es una -- consecuencia de la sustracción de humedad de la cáscara, por una marcada diferencia de presión osmótica entre cáscara y -- pulpa que se desarrolla durante la maduración, y es debida a -- que el contenido de azúcar se incrementa mas rapidamente en -- la pulpa que en la cáscara.

Esta relación entre la pulpa con respecto a la cáscara, -- es también utilizada como índice de madurez. La relación au -- menta lentamente cuando la fruta se almacena en frío y aumenta rapidamente cuando se coloca en cuartos de maduración.^{23,41}

RESPIRACION

El plátano es un fruto climatérico que continúa respirando después que se separa de la planta, produciendo bióxido de carbono, junto con etileno y pequeñas cantidades de ésteres -- volátiles.⁴¹

Grafica 1.- Actividad respiratoria y cambios en los contenidos de almidón, glucosa y fructosa durante la maduración.



FUENTE: 53

Los cambios en los contenidos de almidón, sacarosa, glucosa y fructosa, están relacionados con la respiración como puede verse en la grafica 1. El contenido de almidón en el período preclimatérico es muy alto, alrededor de 25% en base húmeda. Empieza a decrecer lentamente antes de la rápida elevación al pico respiratorio, y después disminuye rápidamente llegando a valores abajo de 1%. Al mismo tiempo el contenido de sacarosa se incrementa de 0.3% a 11% cerca del pico, declinando después ligeramente. ⁶³

Observando la grafica 1 proporcionada por Terra N.N. et al. ⁶³ coincide con lo reportado por Loesecke H.W. ⁴¹ respecto a que la respiración en la etapa inicial es baja para plátano verde, no maduro. A medida que la madurez se inicia, la velocidad de respiración se eleva a un máximo o punto climatérico, consecuentemente la transpiración también se eleva, ocasionando un movimiento osmótico de agua desde la cáscara a la pulpa.

En las frutas maduras y sobremaduras la velocidad de respiración no es uniforme, hasta que la cáscara cambia completamente a color café, originandose una etapa fungosa, y en la que puede ocurrir un aumento final en la velocidad de respiración. ⁴¹

El calor producido por la fruta durante el período en que aumenta la velocidad de respiración, liberandose más bioxido de carbono, es de gran importancia para el control de la maduración en las cámaras respectivas. ⁴¹

HUMEDAD

El agua proveniente de los carbohidratos utilizados en la respiración y la utilizada en la hidrólisis del almidón, es igual durante la maduración y solamente en frutas sobrema-

duras se rompe este equilibrio.⁴¹

La diferencia de presiones que se desarrollan durante la maduración, en que hay un aumento de presión osmótica en la pulpa y una disminución en la cáscara, origina una migración de agua desde el exterior al interior del fruto.⁴¹ Por esto, el contenido de humedad aumenta conforme la fruta madura, como puede verse en el cuadro siguiente:

Cuadro 2

Grado de Madurez No.	1	2	3	4	5	6	7-8
Humedad en 100g. de pulpa	70.7	70.8	71.2	72.1	72.5	74.5	76.0

Fuente: 2,56

ENZIMAS

Prácticamente todo cambio en apariencia, textura, y composición química del plátano, depende directa o indirectamente, de la acción de ciertas enzimas. La proporción de estos cambios depende sobre todo de la actividad relativa de estas diferentes enzimas. Si estas son estimuladas o reprimidas -- por las condiciones a las cuales es expuesta la fruta. Así, durante la maduración a alta temperatura se puede afectar en mayor grado la textura, que el color y sabor. En cambio a baja temperatura, se puede afectar más a las enzimas que controlan el desarrollo del color, que las otras características de la fruta.^{23,65}

Se ha encontrado que en la fruta madura existen varias enzimas como: Fenolasa (polifenol oxidasa),^{25,26,41,69} α y β Amilasas.^{27,41,46,61,63} Fosforilasa.^{46,61,63} Pectinesterasa.⁴⁶ -- Sacarosa sintetasa.⁶³ Invertasa.^{27,41,63} Peroxidasa.^{41,48} -- Catalasa.⁴¹ Proteasa.⁴¹ Maltasa.²⁷ Las actividades de estas varían durante la etapa de maduración.

Galeazzi A.M. et al.²⁵ reportan que aislaron y purificaron polifenol oxidasa de plátano. La fenolasa (polifenol -- oxidasa) es la que efectua la reacción de oscurecimiento en la pulpa, cuando esta es expuesta al aire y a la luz. Durante estas reacciones enzimáticas, se oxidan específicamente -- o-difenoles y se obtienen como producto o-quinonas, las que -- al polimerizarse produce pigmentos oscuros llamados melanoi-- dinas.^{4,26,60,69}

El ácido ascórbico, metabisulfito de sodio y cisteína -- son agentes inhibidores de la fenolasa, por su capacidad re-- ductora sobre las o-quinonas. Mientras que el ión amonio y -- β -nicotin adenin dinucleotido actuaron como activadores. Los iones Fe^{+2} , Fe^{+3} , Al^{+3} , Ca^{+2} y Zn^{+2} muestran varios grados -- de inhibición, y en el otro lado Cu^{+1} , Cu^{+2} , Mg^{+2} y Mn^{+2} no mo-- traron efecto significativo sobre la actividad enzimática en -- el plátano.^{20,26}

De acuerdo con Sukla R.N. et al.⁶¹ están presentes en el plátano las enzimas α -amilasa, β -amilasa y fosforilasa.

La actividad amilásica total está en un rango de 14-20 -- unidades/ mg. de preparación cruda, entre madurez No.4 (cásc-- ra más amarilla que verde) y No.6 (completamente amarillo). Esta amilasa tiene una máxima actividad a pH 6.5-7.0 y muy le-- ve a pH 4.0. La temperatura óptima para su actividad es de -- 30-38°C. Respecto a la estabilidad al calor, la actividad -- amilásica bajo después de 2 min. a 100°C y toda actividad se-- perdió después de 5 min. de blanqueo. La preparación amila-- sica es muy estable a 4°C.⁴⁶

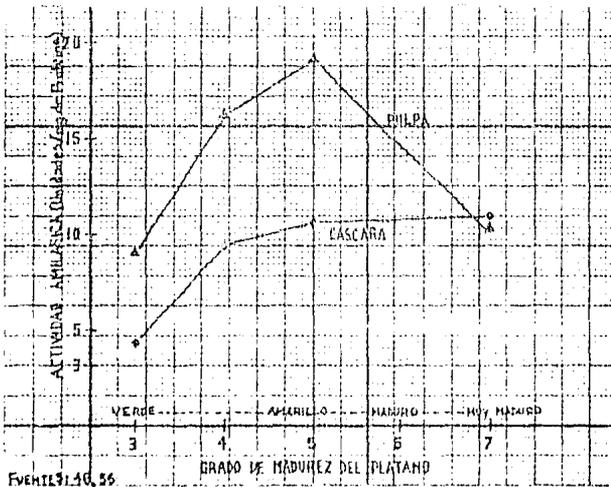
Tanto el calcio (acetato de calcio) como cisteína (clor-- hidrato de cisteína) ayudan a mantener las actividades de α y -- β -amilasas respectivamente. La actividad amilásica en pre

paraciones crudas se estimula 40% con la adición de iones calcio, además el calcio estabiliza la estructura amilásica y -- mantiene la conformación enzimáticamente activa. La polivinil pirrolidona actúa como secuestrante para inhibir los compuestos fenólicos, mejorando la actividad amilásica en el plátano.⁴⁶

La distribución de la actividad amilásica a lo largo del dedo del plátano es variable. La actividad a ambos lados -- distal-final (flor) y tallo-final, son altos comparado con la sección media de la fruta.^{41,46}

Sobre el 80% de la actividad amilásica observada, es -- atribuida a α -amilasa, la de β -amilasa es cercana a 10% y -- la actividad de la fosforilasa del almidón de 3-5%.⁴⁶

Grafica 2.- Relación entre la actividad amilásica y los estados de madurez del plátano. Incubación a 30°C por 24 hr.



La actividad amilásica en la pulpa se incrementa conforme avanza la maduración, del No.3 (verde tornando a amarillo) al No.5 (solo las puntas verdes) y del No.6 en adelante baja. Extractos hechos de cáscara de plátano también contienen actividad amilásica. La actividad de esta amilasa (de la cáscara) se incrementa del No.3 al No.4 (trazas de verde), después se mantiene casi constante. La actividad amilásica es mas alta en la pulpa que en la cáscara, durante la maduración de la fruta, hasta que en el No.7 (completamente maduro) la actividad amilásica en pulpa y cáscara son casi iguales.^{46, 56}

El mas importante incremento en la actividad amilásica tanto en pulpa como en cáscara ocurrieron cuando la cáscara del plátano cambió del No.3 al No.4. Esto también coincide con el punto mas alto en la fase climaterica, indicando que la hidrólisis del almidón requiere de un punto de respiración mas intensa durante la maduración de la fruta. El incremento en actividad amilásica conjuntamente con el incremento en la temperatura, esta de acuerdo con la observación de que la fruta madura mas rápido a alta temperatura.⁴⁶

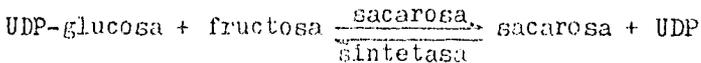
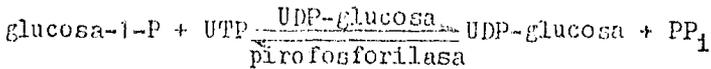
También Glass y Rand,²⁷ encontraron enzimas con actividades de amilasa, maltasa e invertasa, que proporcionaron evidencia indirecta de la biosíntesis e hidrólisis de sacarosa en la pulpa de plátano maduro. La maltasa puede actuar junto con amilasas, convirtiendo al almidón en glucosa libre. Y la actividad de la invertasa hidróliza a la sacarosa dividiendola en fructosa y glucosa, con casi 100% de eficacia.

Terra N.N. et al.⁶³ observaron durante la maduración un aumento en la actividad de α -amilasa y β -amilasa las cuales son $\alpha(1\rightarrow4)$ glucosidasas, y demostró la presencia e incremento de $\alpha(1\rightarrow6)$ glucosidasas. También encontraron fosforilasas, que pueden actuar en la síntesis o en la degradación del almidón. Reportan que se verificó un aumento en la activi--

dad de la fosforilasa exactamente antes de comenzar la transformación del almidón y antes de la rápida elevación al picoclimatérico.⁶³

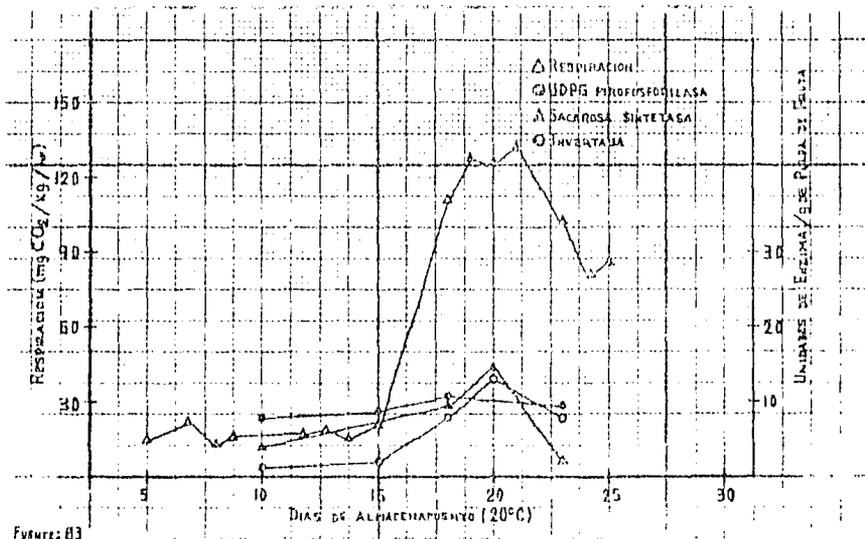
La vía mas probable propuesta por Terra N.N. et al.⁶³ para la transformación del almidón en sacarosa, supuestamente - se inicia por medio de la acción de la fosforilasa de acuerdo a la reacción:

Almidón(n) + P₁ $\xrightarrow{\text{fosforilasa}}$ glucosa-1-P + almidón(n-1)
Seguida por la acción sucesiva de otras dos enzimas, UDP-glucosa pirofosforilasa y sucrosa sintetasa, como sigue:



La fructosa utilizada para la síntesis de sacarosa es producida dentro del tejido de la pulpa de plátano y el mecanismo es ta bajo investigación.

Grafica 3.- Cambios en la actividad de UDP-glucosa pirofosforilasa, sacarosa sintetasa o invertasa durante la maduración.



A pesar del pequeño incremento, aún en el estado verde, la actividad de la fosforilasa (9 unidades/g) es bastante alta, lo cual permite efectuar una rápida fosforólisis de uniones $\alpha(1\rightarrow4)$ en el almidón y esto deriva en la producción de glucosa-1-fosfato para mantener la síntesis de sacarosa observada (gráficas 1 y 3). Esta actividad de UDPG-fosforilasa permanece prácticamente constante durante el período climatérico.^{46,63}

En frutos muy jóvenes (5 cm. de largo), de solo 40 días después de la floración, se detectó actividad de UDPG y ADPG-pirofosforilasas. En estos tejidos las enzimas están probablemente enlazadas a la reacción inversa, para la síntesis de almidón a partir de la sacarosa.⁶³

La actividad de sacarosa sintetasa es muy baja (2.5 U/g) durante la etapa preclimatérica, pero se incrementa junto con el aumento de sacarosa y el inicio de la etapa de aceleración de la degradación del almidón (gráficas 1 y 3). Esta máxima actividad coincide con la cima respiratoria, declinando después del mismo modo que la respiración y la concentración de sacarosa.⁶³

El comportamiento de la invertasa es similar al anteriormente descrito y puede ser explicado en parte por el incremento en concentración de glucosa y fructosa. Es posible que la síntesis de esta enzima este inducida por el incremento en concentración de sacarosa.⁶³

Nagle and Haard⁴⁸ reportan la presencia de peroxidasas, las cuales están en forma aniónica y catiónica. El pH óptimo para ambas fracciones es de 4.5 a 6.0. Además, Loesecke-H.W.⁴¹ encontró que esta enzima está presente en todas las --

etapas de maduración del plátano.

El incremento en actividad amilásica es paralelo al incremento en actividad de pectinesterasa durante la maduración.
46

ALMIDON Y AZUCARES

En el plátano verde, gran cantidad de almidón se acumula rápidamente, mientras que la concentración de azúcares totales es muy baja.⁴¹

Las primeras indicaciones de madurez se manifiestan en la región placentar, donde los tejidos comienzan a suavizarse adquiriendo un color miel, de sabor dulce. Durante este período, hay una rápida disminución de almidón en la pulpa, el cual es transformado en sacarosa. En esta etapa, la cáscara está todavía verde, firme e hinchada, pero la pulpa comienza a ablandarse. También, hay una pequeña disminución en la cantidad de carbohidratos, debido a la utilización de una parte de la glucosa existente para la respiración.^{23,41}

Durante la maduración, en la fase preclimática, el casi 21% de almidón de la pulpa de plátano verde es hidrolizado a azúcares (ver cuadro 3 y grafica 1), produciéndose un incremento en el contenido de azúcares totales de 2% en la fruta verde (grado de madurez No.4) a casi 20% en la pulpa de la fruta madura (No.7) y quedando después del pico climático alrededor de 1% de almidón.^{35,37,41,63}

En la fruta madura se encuentran los azúcares, sacarosa, glucosa y fructosa en 66%, 20% y 14% respectivamente y cantidades trazas de maltosa.^{33,41} Se ha encontrado que la sacarosa empieza a acumularse antes que la glucosa y fructosa, paralelamente a la desaparición del almidón. Pudiéndose comprobar en la grafica 1, que la formación de sacarosa se anti-

Cuadro 3

TABLA DE GRADO DE MADUREZ DEL PLATANO Y
EVOLUCION DE LA CONVERSION DE ALMIDON EN AZUCARES TOTALES

Grado de madurez No.	Color de la Cáscara	Almidón (%)	Azúcares Totales(%)
1	VERDES Los plátanos en el lugar de la cosecha.	21.5-19.5	0.1- 2.0
2	VERDES CON LIGERO MATIZ AMARILLO Primer grado de maduración en las cámaras respectivas.	19.5-16.5	2.0- 5.0
3	MAS VERDE QUE AMARILLO Grado de maduración poco antes de abandonar las cámaras respectivas.	18.0-14.5	3.5- 7.0
4	MAS AMARILLO QUE VERDE Apropiado para despacharse en forma lenta gradual.	15.0- 9.0	6.0-12.0
5	VERDE EN LAS PUNTAS Apropiado para la venta en forma normal.	10.5- 2.5	10.0-18.0
6	COMPLETAMENTE AMARILLO Apropiado para venta y consumo.	4.0- 1.0	16.5-19.5
7	AMARILLO CON PUNTOS CAFES Tiene sabor de completa madurez, especial para niños pequeños.	2.5- 1.0	17.5-19.0
8	AMARILLO CON MANCHAS CAFES Sobremaduro.	1.5- 1.0	18.5-19.0

Fuentes: 23,56,65

cipó 5 días a la aparición de la glucosa y fructosa.^{9,61,63}

El almidón de plátano se semeja a la harina de papa en propiedades.^{46,59} Se le ha determinado según diversos estudios, un contenido de amilosa de 16 a 21%, y una estructura de amilopectina que es similar a la de papa, tapioca y cereales.^{34,47,52}

La composición relativa de almidón y azúcar depende en mucho del estado de madurez y variedad de la fruta.³³

Mediante observaciones al microscopio sobre almidón aislado, se definió la morfología de los granulos de almidón, -- los cuales estan torneados irregularmente con predominio de formas esferoidales alargadas. El tamaño de los granulos -- del tipo esferoidal varía de 15 a 40 μ . Los granulos alargados son de 7 a 25 μ de ancho por 20 a 50 μ de largo.^{33,40}

La superficie de los granulos de almidón de plátano verde parecen lisos, en tanto que, los granulos de plátano maduro muestran estriados paralelos. Estas estructuras estriadas son debidas a la acción de la amilasa durante la maduración.³³

Según Kayieu K. et al.³³ la temperatura de gelatinización del almidón de plátano es de 67-70°C, considerando que es similar a la del almidón de milo y maíz, pero mucho más bajos que de papa y tapioca. Por otro lado, Lii Cheng-Yi et al.⁴⁰ encontró que la temperatura de gelatinización es del -- rango de 74-83°C.

En el cuadro siguiente No.4, puede observarse que, el -- rango de tamaño de los granulos de almidón es de 6-80 μ , encontrandose la mayor parte en el rango de 20-60 μ . Los rangos de temperatura de gelatinización son afectados solo ligeramente por los diferentes grados de madurez y son algo más --

altos que para el almidón de papa.⁴⁰

Cuadro 4.- Propiedades del almidón de plátano en diferentes estados de madurez.

Madurez (No.)	Tamaño del granulo(μ)	Rango de temperatura de gelatinización($^{\circ}$ C)
1	6-60	74-81
2	9-66	75-80
3	18-60	77-80.5
4	18-60	75-77.5
5	18-75	76-81
6	20-60	76-80
7	18-60	76-83
8	15-81	79-83

Fuente: 40

Los granulos con un tamaño menor de 15 μ desaparecen antes del estado de madurez No.3, tamaños menores de 20 μ desaparecen antes del estado de madurez No.6. Así, los granulos de almidón pequeños son convertidos más rápidamente que los grandes, durante la maduración.⁴⁰

El almidón de plátano tiene poder de hinchamiento bajo, que no se comparan con los almidones de leguminosas. La solubilidad se comporta de manera similar al poder de hinchamiento.⁴⁰

Lii Cheng-Yi et al.⁴⁰ encontraron que el almidón de plátano contiene 0.05-0.07 mg de fósforo/ g de almidón aislado. El fósforo esta esterificado y tiene carácter no ionico, por lo que se piensa, que se encuentra como un enlace en las uniones de las cadenas del almidón, lo cual resulta en un reforzamiento de la estructura granular.

FIBRA CRUDA Y PECTINA

El plátano maduro contiene 1.27% de fibra cruda y 2.03% cuando esta verde, como puede verse en el cuadro siguiente.

Cuadro 5.- Composición de la fibra cruda de pulpa de plátano.

	Pulpa de plátano	
	Maduro	Verde
Lignina (%)	0.03	0.04
Celulosa (%)	0.28	0.38
Hemicelulosa(%)	0.96	1.61

Fuente: 33

Los contenidos de celulosa y lignina de la pulpa de plátano maduro son ligeramente más bajos que los de la pulpa verde. Esta diferencia es mucho más pronunciada en el caso de la hemicelulosa. Y esto puede deberse a que la hemicelulosa es hidrolizada, formandose acidos y azucares durante la maduración.^{33,41} Aunque Kayisu K. et al.³⁵ no encontró pentosas, que son productos de la hidrólisis de la hemicelulosa.

El contenido de sustancias pécticas del plátano en base húmeda es 0.7-1.2%.^{4,35} Esto concuerda con Vidal-Valverde et al.⁶⁸ que reporta en base húmeda un contenido de 0.82±0.1% y en base seca 3.84±0.05% para la porción comestible del plátano.

La pectina aumenta y la protopectina decrece durante la maduración. Se supone que durante este período la protopectina es convertida a pectina y finalmente a ácido péctico.⁴¹

TEXTURA

La pulpa del plátano esta compuesta de un gran número de

pequeñísimas células. Cuando la fruta está verde, cada célula tiene pared rígida, compuesta principalmente de sustancias insolubles conocidas como, protopectina, hemicelulosa y celulosa. Dentro de estas paredes hay numerosos granos firmes de almidón.^{23,65}

En la maduración la protopectina es parcialmente hidrolizada enzimáticamente, dando pectina soluble con el resultado de suavizar las paredes de la célula. Al mismo tiempo el almidón es convertido por enzimas, en azúcares solubles, los cuales quedan dispersados en la materia sólida dentro de la célula formando una masa semisólida. De este modo, al través de cambios químicos los cuales suavizan las paredes y parcialmente los contenidos celulares, la banana verde y dura es tornada en un alimento suave y agradable.^{23,65}

Los otros componentes de la pared celular, hemicelulosa y celulosa, que generalmente se reportan como fibra cruda. En la maduración conforme avanza la edad de la fruta, se efectúa el catabolismo de la hemicelulosa, formándose ácidos y azúcares. La cáscara de la fruta contiene menos hemicelulosa que la pulpa, por lo que tiene un decremento menor.^{23,65}

PROTEINA

El contenido de proteína en la pulpa de plátano es de 1.0-2.0 dependiendo de la variedad de que se trate (ver Cuadro 9). Estos datos concuerdan con los reportados por Jacobs M.B.,³² ya que él marca un mínimo de 0.8% de proteína y un máximo de 2.0%, con un promedio de 1.2%.

Es baja la cantidad de proteína, aunque esta es de buena calidad como puede verse en el cuadro 6, en el que se muestra que el plátano contiene todos los aminoácidos indispensables para el hombre.

Cuadro 6.- Contenido de aminoácidos esenciales en el plátano (gramos de aminoácido por 100 gramos de proteína).

Lisina	4.92
Isoleucina	5.75
Treonina	4.00
Valina	6.92
Leucina	3.25
Triptofano	1.08
Metionina	2.00
Fenilalanina	3.33

Fuente: 31

Kenyhercz and Kissinger,³⁶ identificaron triptofano y tirosina en la pulpa de plátano. Además, Tressl and Drawert⁶⁴ reportan la presencia de leucina, valina y L-fenilalanina, en plátano.

No hay variaciones significativas en el contenido de proteína durante la maduración.^{40,41}

GRASA Y CENIZA

El contenido de grasa en la pulpa madura es de 0.2-0.6% dependiendo de la variedad de que se trate (ver cuadro 9).

Según Tressl and Drawert,⁶⁴ el plátano contiene los ácidos grasos linoleico y linolénico los cuales son esenciales para el organismo. Estos sirven como precursores del ácido araquidónico, que es necesario para proporcionarle rigidez a la mitocondria de las células.⁴ No se encontraron diferencias significativas en el contenido de grasa durante la maduración.⁴⁰

Con respecto al contenido de ceniza, Jacobs M.B.³² reporta para el plátano un máximo de 1.4% y un mínimo de 0.5%, con

un promedio de 0.84%. Por otro lado, Kayisu K. et al.³³ encuentra para la pulpa de plátano maduro, un contenido de ceniza de 0.8% y para la pulpa verde un contenido de 0.9%.

Cuadro 7.- Composición de la ceniza de pulpa de plátano-(mg /100 g de pulpa).

Sodio	0.006-0.415	Fósforo	28.0
Potasio	300-450	Azufre	13.0
Calcio	8.0	Cloro	78-125
Magnesio	31-42	Iodo	0.02
Manganeso	0.64-0.82	Zinc	0.28
Hierro	0.6	Cobre	0.16-0.21

Fuentes: 23,41,65

Conforme avanza el grado de maduración, el contenido de ceniza casi no varía.⁴⁰

SABOR Y AROMA

Los frutos climatéricos como el plátano, no tienen aroma al momento de la cosecha, sino que lo desarrollan durante el período de maduración o post-cosecha, que va paralelo a un aumento en su respiración.⁴

Después de la cosecha del fruto, el plátano produce etileno, llamado hormona de la maduración, que origina diversas reacciones metabólicas las cuales producen compuestos aromáticos de bajo peso molecular, que al ser liberados imparten el olor a la fruta. Además de cambios físicos y químicos en la textura, el color y la permeabilidad de las membranas del fruto.^{4,64}

Durante esta actividad bioquímica, utilizando ácidos grasos como sustrato, se producen ácidos, alcoholes, ésteres y cetonas, al través de diferentes rutas de degradación. Algu

nos aminoácidos como la leucina y valina, son convertidos en compuestos metilados ramificados derivados de ésteres y de alcoholes. La ruptura de los ácidos grasos linoleico y linoléico catalizada por enzimas oxidativas, producen los aldehídos C_6 y C_9 y los oxiácidos C_9 y C_{12} . Además, la L-fenilalanina sirve como precursor en las reacciones de formación de ésteres fenólicos como el eugenol y metileugenol. Todos estos compuestos son los que finalmente imparten al plátano sabor suave y olor característicos.⁶⁴

ACIDEZ

Los principales ácidos presentes en el plátano durante la maduración, en orden de importancia son: ácido málico, ácido cítrico, ácido tartárico, ácido fórmico, ácido acético y trazas de ácido oxálico.^{4,21,32,41}

Conforme avanza la maduración, se observa un aumento gradual en la acidez de la pulpa, hasta un máximo en el punto climatérico, continuando con una caída ligera con el avance de la maduración. La pulpa es ligeramente más ácida que la cáscara.^{23,41}

Cuadro 8.- Cambios en la acidez de la pulpa de plátano durante la maduración.

Grado de Madurez	Acidez (ácido málico) (%)
No.1 muy verde	0.25
No.2 verde	0.48
No.5 amarillo-verde	0.57
No.7 maduro	0.67
No.8 muy maduro	0.52

Fuentes: 21,56

Según Jacobs M.B.³² el plátano tiene una acidez máxima - de 0.55% de ácido málico y una mínima de 0.26%. Estos valores son similares a los observados en el Cuadro 8.

El constante incremento en acidez durante la maduración, puede deberse a la hidrólisis de la hemicelulosa. Algunos - de los productos de esta hidrólisis son respirados y otros como los ácidos urónicos son oxidados a ácidos málico o succínico.³³

Durante la maduración de la fruta, el nivel de vitamina-C disminuye en un 40%.^{41, 65}

En la evolución, el pH de 5.2-5.8 en el plátano verde baja a 4.2-4.7 en la fruta madura, aunque estos valores dependen de la variedad.^{2, 41}

TANINOS

El sabor astringente en los plátanos verdes esta asociado con la presencia de particulares formas oligoméricas de -- flavonoles llamados taninos.⁵⁷ El contenido de compuestos -- fenólicos presentes es alto (800-900 mg/100 g de pulpa fresca).^{29, 47}

Dentro de los mayores cambios que tiene lugar durante la maduración del plátano verde, esta la pérdida de astringencia junto con una reducción en la cantidad total de compuestos fenólicos.⁵⁷

Para explicar la pérdida de astringencia en el plátano, - Goldstein and Swain²⁸ sugieren que es resultado de reacciones de polimerización, en las que los oligomeros astringentes son convertidos en polimeros no reactivos.

Otra explicación, nos la dan Ramirez-Martinez J.R et -- al.⁵⁷ Una de las interesantes características del plátano, -

es que los taninos están restringidos a las células de latex del sistema vascular. En la fruta inmadura están en forma libremente difusible, mientras que en la fruta madura está en forma de gel no difusible. La pared de las células de látex del plátano maduro no se rompe durante el proceso de masticado debido tanto a su espesor como a su elasticidad, y por -- ello las células son ingeridas en forma intacta. Este mecanismo explicará el hecho de que no se note la astringencia en el tejido fresco de plátano maduro.

PIGMENTOS

Los plátanos verdes contienen dos clases de pigmentos, -- uno verde que es la clorofila, y otro amarillo compuesto por carotenos y xantofilas (forma oxigenada de los carotenos).

Durante la maduración la clorofila es gradualmente destruida por acción enzimática, permitiendo a los carotenos ser más y más evidentes conforme progresa la madurez. El total de pigmentos amarillos permanece aproximadamente constante, -- al través de la maduración de la fruta.^{23,41,65}

Los carotenos, son el precursor para la formación de la vitamina A en el organismo.⁴

VITAMINAS

La vitamina más analizada es el ácido ascórbico (vitamina C). Se sabe que el contenido en vitamina C llega a su -- máximo, en la etapa temprana de maduración, después decrece -- gradualmente conforme la fruta se acerca al amarillo con puntos cafés. Después de esta etapa, el contenido disminuye -- más rápidamente hasta aproximadamente el 60% del máximo, cuando el plátano está completamente maduro.^{23,65}

Además de la vitamina A, contiene algunas vitaminas del-

complejo B principalmente tiamina, riboflavina y niacina (ver cuadro 9). Aunque de acuerdo con Lossecke H.W.⁴¹ también -- contiene: piridoxina (0.32 mg), ácido pantoténico (0.07 mg), - inositol (34 mg), ácido fólico (0.095 mg) y vitamina E (poco).

VALOR NUTRITIVO DEL PLATANO FRESCO

Generalmente la buena aceptación de esta fruta por el -- consumidor, es debida a sus cualidades de sabor y aroma, y no a su valor nutritivo.

Las diferentes variedades de plátano en general tienen - un bajo contenido de proteína (1.0-2.0%) y grasa (0.2-0.6%), - con alto contenido de humedad (75-76%) y carbohidratos (22-27 %). El valor nutritivo es bajo, comparado con alimentos que son fuente de proteínas, como las carnes de res, puerco y pollo, que contienen 16-18% de proteína, 10-20% de grasa y sin-carbohidratos. Pero si se comparan las cantidades de estos elementos nutritivos, con los de otras frutas de mayor consumo manzana, naranja, etc., se encuentra que en la mayoría de los casos en el plátano son mayores.

El plátano tiene la ventaja de que es una fruta que se - consume de manera aséptica, por mantenerse la pulpa protegida hasta el momento del consumo por la cáscara que es fácil de - eliminar. Posee una pulpa suave pero no pegajosa, un aroma - poco fuerte pero agradable, un sabor dulce y algo ácido pero - no astringente.

Como alimento el banano es rico en azúcares que son fá-- cilmente asimilables y suministran una cantidad importante de calorías. Conforme evoluciona la maduración, hay una conver-- sión del almidón que está en la pulpa de la fruta no madura, - a azúcares en la fruta madura, como se muestra en el cuadro 3. A la pequeña cantidad de almidón que la fruta madura contie-- ne, Loesecke H.W.⁴¹ le determinó un 54 a 80% de digestibili-- dad en pruebas de nutrición con animales.

La fibra y pectina no irritantes en las bananas maduras realza su valor como alimento para infantes y como una dieta durante desordenes intestinales. Algunos médicos aconsejan la pulpa de plátano como eficaz en caso de diarreas infantiles graves, porque es bien tolerado por el organismo y parece ser que ejerce una acción favorable sobre la flora intestinal. Otro caso, es la enfermedad Celiaca en los niños que se manifiesta como una intolerancia a los carbohidratos, sin embargo estos niños digieren satisfactoriamente los plátanos.^{12,41,62}

Los componentes nutritivos del plátano son de buena calidad, aunque en cantidad no son suficientes como base para una alimentación completa.

El análisis bromatológico varía de una variedad de plátano a otra, según se puede observar en el cuadro 9. Los contenidos de proteína y grasa son bajos, aunque son de buena calidad nutricional; ya que contiene todos los aminoácidos esenciales que requiere el organismo (ver el cuadro 6) y además los ácidos grasos esenciales poliinsaturados que son, el linoleico y linolénico. El ácido araquidónico, otro ácido graso no saturado, no es verdaderamente esencial en el sentido que debe estar incluido en la dieta, ya que puede ser formado del ácido linoleico en el cuerpo.⁵⁴

Contiene minerales importantes como calcio, fósforo y -- hierro, aunque el hierro de fuentes vegetales no tiene buena biodisponibilidad, por formación de complejos que hace que -- sea absorbido muy pobremente.⁴ Las vitaminas están principalmente representadas en el plátano por el complejo vitamínico B (tiamina, riboflavina y niacina); contiene además vitaminas C y A.

El fruto pesa de 150 a 200 gramos según la variedad y -- contiene de 55 a 70% de pulpa comestible. Unos veinticuatro

plátanos que pesen algo más de 100 gramos, proporcionarán --- 2400 kilocalorías diarias que necesita un hombre sedentario. Esta alimentación por sí sola, no es satisfactoria, por deficiencia de grasa y proteínas, pero podría mejorarse combinando con otros alimentos. En el cuadro 10, se indica en cuanto contribuye de los principales elementos nutritivos, un plátano maduro con 100 gramos de pulpa comestible, a una ración diaria para un hombre adulto de 70 kilogramos, de 1.78 metros de estatura y que lleva a cabo una actividad normal en climatemplado. Puede verse en este cuadro que el mayor aporte a la ración diaria recomendada, es en vitamina C (23.3%), ácido fólico (22.5%), piridoxina (14.5%), tiamina (6.4%), vitamina-A (6.3%), hierro (14%) y iodo (13.3%).

Desde el punto de vista nutritivo, los plátanos son muy-similares a las papas, como puede observarse en el cuadro 11, donde se compara al banano con otras frutas y vegetales. Las papas son algo más húmedas, por lo que su valor calórico-es más bajo, pero en otros aspectos, incluso en el contenido-de minerales y vitaminas se parecen bastante.

De las frutas populares que se producen en México, única-mente la uva y el tejocote tienen un valor energético similar al del plátano.³¹

Cuadro 9

VALOR NUTRITIVO DE ALGUNAS VARIEDADES DE PLATANO
CULTIVADAS EN MEXICO

	Tabasco	Valery	Manzano	Morado	Macho	Dominico	Promed.
Energía(kcal)	86	107	96	84	130	96	99
Proteínas (g)	1.2	2.0	1.0	1.9	1.2	1.7	1.5
Grasa (g)	0.3	0.2	0.6	0.2	0.2	0.2	0.3
Carbohidratos (g)	22.0	27.3	24.2	21.1	34.4	24.7	25.6
Vitamina A (mcg RE)	63.3		1.1	12.2	76.7	36.7	63.3
Ac. Ascórbico (mg)	13.0	13.0	13.0	8.0	13.0	23.0	14.0
Tiamina (mg)	0.06	0.06	0.05	0.19	0.09	0.08	0.09
Riboflavina (mg)	0.04	0.06	0.04	0.06	0.04	0.07	0.05
Niacina (mg)	0.5	0.7	0.7	0.4	0.5	0.7	0.6
Calcio (mg)	13.0	9.0	8.0	14.0	13.0	8.0	10.8
Fósforo (mg)	29.0	29.0	44.0	10.0	44.0	24.0	30.0
Hierro (mg)	2.3	0.5	1.29	1.42	1.37	1.35	1.4

Fuentes: 30,31

Cuadro 10

CONTRIBUCION DE UN PLATANO A LA RACION DIARIA RECOMENDADA

En base a un plátano que contenga
100 g de pulpa comestible.

	Ración diaria recomendada.*	Contribución- de un plátano con 100 g de- pulpa.	Porcentaje en que contribuye un plá- tano a la ración- diaria.
Energía (kcal)	2700	99	3.6 %
Proteína (g)	56	1.5	2.6 %
Vitamina A (mcg RE)	1000	63.3	6.3 %
Vitamina D (mcg)	5	0	0 %
Vitamina E (mg TE)	10	0	0 %
Acido ascórbico (mg)	60	14	23.3 %
Tiamina (mg)	1.4	0.09	6.4 %
Riboflavina (mg)	1.6	0.05	3.1 %
Niacina (mg)	18	0.6	3.3 %
Piridoxina (mg)	2.2	0.32	14.5 %
Acido fólico(mcg)	400	95.0	22.5 %
Vitamina B ₁₂ (mcg)	3.0	0	0 %
Calcio (mg)	800	10.8	1.3 %
Fósforo (mg)	800	30.0	3.7 %
Hierro (mg)	10	1.4	14.0 %
Magnesio (mg)	350	0.82	0.2 %
Zinc (mg)	15	0.28	1.8 %
Iodo (mcg)	150	20.0	13.3 %

*Para una persona adulta de 70 kg de peso y 178 cm de estatura,
que lleva a cabo una actividad normal en clima templado.

Fuentes: 23,31,41,51

Cuadro 11

VALOR NUTRITIVO DEL PLÁTANO, COMPARADO
CON OTRAS FRUTAS Y VEGETALES
 Por 100 gramos de porción comestible

	Plátano	Papas	Manzana	Uvas	Jitomate	Peras	Naranja
Porción comestible (%)	68	82	67	68	88	81	63
Humedad (%)	71.1	77.8	84.1	81.9	94.1	82.7	84.1
Energía (kcal)	99	76	65	68	11	61	40
Proteína (g)	1.5	1.6	0.3	0.6	0.6	0.5	1.0
Grasa (g)	0.3	0.1	0.5	0.7	0.1	0.2	0.1
Carbohidratos (g)	25.6	17.5	16.5	16.7	2.4	15.9	10.0
Vitamina A (mcg RE)	63.3	1.1	3.3	1.1	506.7	1.1	13.3
Tiamina (mg)	0.09	0.07	0.02	0.05	0.07	0.03	0.09
Riboflavina (mg)	0.05	0.03	0.01	0.04	0.05	0.07	0.04
Niacina (mg)	0.6	1.1	0.2	0.5	0.8	0.2	0.3
Ac. ascórbico (mg)	14.0	15.0	10.0	3.0	17.0	7.0	67.0
Calcio (mg)	10.8	13.0	7.0	12.0	59.0	9.0	48.0
Fósforo (mg)	30.0	56.0	10.0	21.0	27.0	16.0	10.0
Hierro (mg)	1.4	2.72	0.8	0.94	0.36	1.95	1.01
Fibra (g)	0.5	0.4	1.0	0.5	0.6	1.4	1.0
Cenizas (g)	0.9	1.0	0.3	0.4	0.6	0.4	0.3

Fuentes: 23,31,65

C A P I T U L O V

DIVERSOS PRODUCTOS PARA CONSUMO Y APROVECHAMIENTO INDUSTRIAL

INDUSTRIALIZACION DEL FRUTO

Los diversos procedimientos que se describen en este capítulo, están enfocados a:

- 1.- Aumentar la vida de anaquel del plátano.
- 2.- Cambiar las características del fruto.
- 3.- Separar algún componente de la mezcla compleja de -- bioquímicos.
- 4.- Mejorar las características nutricionales del alimento procesado. 42

SELECCION Y PREPARACION DE LA FRUTA

SELECCION

Durante la selección de la fruta de acuerdo a los niveles de calidad, en base a la Norma Oficial Mexicana NOM-FF-29-1982¹⁷ (ver anexo 1). La fruta que tenga características de presentación poco aceptables por su tamaño, sanidad, por daños mecánicos, etc., es conveniente utilizarla para la industrialización.

MADURACION

Como la fruta fresca es cosechada verde (cuando a alcan-

zado su lleno completo), se hace necesario introducirla en cámaras de maduración. Dentro de esta cámara, debe conseguirse una concentración de gas etileno de 0.1%, con una humedad relativa de 85 a 95%, y una temperatura de 14.0 a 21°C que dependerá de la rapidéz con que se desee la maduración.^{65,66}

Para controlar la temperatura y humedad deseadas, cada cuarto de maduración deberá contar con una tubería de vapor de una pulgada. El tiempo de maduración varía en proporción inversa a la temperatura y en forma directa a la ventilación.^{3,65}

A partir de los cinco días de estar dentro de la cámara, se empieza a determinar el grado de madurez de acuerdo al color de la cáscara, o también determinando el contenido de azúcar y humedad. Para saber con un día de anticipación, el momento en que la carga deba ser procesada.³

El día en que el plátano tenga que ser procesado, se abren completamente las puertas y ventanas del cuarto, para enfriarlo y desalojar los gases y olores. Una vez hecho esto, se procederá a cortar la fruta en manos colocándola en cajas de madera, las cuales serán acarreadas a la línea de proceso.^{3,66}

Para ser procesada la fruta, el grado de madurez puede variar del No.6 (completamente amarilla), hasta el No.8 (fruta amarilla con puntos cafés), aunque el grado óptimo para el tratamiento se sitúa en el No.7, que es el momento en que el fruto encierra un mínimo de almidón y llega al máximo contenido de azúcares.

La fruta madura en manos o racimos, debe pesarse con el propósito de llevar un control de la materia prima a procesar, destarando tanto los vástagos como las cáscaras, y así poder obtener rendimientos que servirán para deducir costos de los-

productos.

LAVADO

Los plátanos seran separados en dedos para ir alimentando la banda de lavado. El lavado se efectua con agua a presión para quitar todo tipo de impurezas de la superficie de la fruta, tales como basura, insectos muertos, tierra, restos de insecticidas y fungicidas.³

PELADO

Se toma el dedo de plátano con la mano izquierda y con la punta hacia arriba. Con un cuchillo pequeño de acero -- inoxidable o plástico que se tiene en la mano derecha se le hace un pequeño corte en la punta, al mismo tiempo que se rasga una parte de la cáscara hasta la parte inferior. En un segundo movimiento se estruja la fruta con la mano izquierda, desprendiéndose el resto de la cáscara y cayendo el plátano pelado a la banda. La eficiencia en el pelado varía de 3/4 a 1 kg/min por persona con este método, dependiendo del tamaño de la fruta y de la habilidad de cada persona. La cáscara se deposita en una banda colocada en la parte inferior, la cual avanza en sentido contrario a las bandas de pelado.³

Durante el pelado que es manual, el fruto no debe ser dañado o aplastado.²

Tanto en el pelado como durante el procesamiento, los materiales que entran en contacto con la pulpa deben ser de acero inoxidable, madera o materiales plásticos, con el fin de que la pulpa no tome una coloración oscura que perjudica la presentación y comunica un gusto desagradable.

INSPECCION

La fruta pelada es inspeccionada, para eliminar los pedacitos de cáscara o fibra que hayan quedado adheridos a la pulpa, ya que estos fragmentos al secarse toman un tinte diferen

te al conjunto, perjudicando su presentación. También, se mondan las partes dañadas que hayan sobremadurado.^{2,3}

CORTE O MOLIENDA

Si los plátanos se van a procesar en rebanadas o en rodajas, estas se cortan de 1 cm de grueso, con utensilios de acero inoxidable, plástico o madera.^{2,3} Procediéndose enseguida a la inmersión de estas en la solución de bisulfito.^{2,6,7}

Si se procesaran en forma de puré, entonces ya sea que se metan los plátanos en solución de bisulfito antes de la molienda. O se desee moler los plátanos y enseguida agregar directamente el bisulfito hasta la concentración deseada.^{2,5,6}

La molienda se efectúa en molino con tamiz de perforaciones de 0.5 a 1.0 mm de diámetro, el número de veces deseado para separar la pulpa de la fibra. De esta forma se obtiene el puré de color blanco cremoso y consistencia viscosa.^{2,3,38}

TRATAMIENTO CON SO₂

El plátano es una fruta que si se expone al contacto del aire, una vez que haya sido pelado, sufre una rápida oxidación enzimática, debida a la presencia de fenolasa (polifenol oxidasa), que produce un oscurecimiento de la pulpa, lo cual da un aspecto desagradable.

Los métodos comerciales más comunes para el control de reacciones de oscurecimiento enzimático, incluyen el tratamiento térmico, el uso de bioxido de azufre (SO₂), la adición de ácidos, y la eliminación de oxígeno.^{4,54}

La adición de bioxido de azufre (gas), o como sulfito de sodio, bisulfito de sodio, o metabisulfito de potasio, es una práctica común en la industria alimentaria, permitiendo obtener productos de color amarillo pálido después del procesamiento.⁴

La técnica más sencilla y eficaz para la adición de SO_2 , es la inmersión de los plátanos enteros, en rebanadas, o en rodajas, en una solución de bisulfito de sodio al 1% durante 2 a 3 minutos, quedando alrededor de 125 ppm de SO_2 en base húmeda, o sea aproximadamente 500 ppm en base seca.^{6,7}

Las rebanadas o plátanos enteros, después del tratamiento con bisulfito de sodio se escurren, para luego procesarse. Para mejorar la penetración del SO_2 , después de escurridos se puede dejar reposar por 1 o 2 horas.^{2,54} El bisulfito de sodio podrá también ser adicionado directamente al puré en suficiente cantidad, para llevar el contenido de SO_2 en el puré a 1000 ppm en base húmeda.^{6,7}

Embs and Markakis,²⁰ demostraron que el bisulfito de sodio actúa como inhibidor de polifenol oxidasa por medio de ligamentos a las o-quinonas y de este modo previene la formación de melanina. También impide el desarrollo de enmohecimiento y ciertas fermentaciones.

Si el bisulfitado es excesivo podría comunicar al producto un gusto desagradable. Pero entre mayor sea el nivel de bioxido de azufre, mayor sera la estabilidad del producto.^{6,7} Aunque, según Robach M.C.⁵⁸ a 500 ppm de sulfitos el sabor es detectable.

De acuerdo a la National Academy of Science,⁴⁹ los niveles permitidos para el uso de bisulfito de sodio o potasio, sulfito de sodio y metabisulfito de sodio o potasio son de -- 1500 a 3500 ppm en base húmeda. La S.S.A. se rige por estos niveles para el control de aditivos.

PLATANO PASA O EVAPORADO

(Secado en Horno)

Los plátanos enteros, en rebanadas, o en rodajas se extienden en una sola capa, sobre enrejados o en charolas perforadas de acero inoxidable. Las perforaciones deben estar lo más cercano posible, permitiendo que las piezas se sostengan sobre la charola y a la vez pueda estar la mayor área del producto a secar en contacto con el aire caliente. Se recomiendan perforaciones en las charolas de 5/32 de pulgada y 5/16 de pulgada de centro a centro. La superficie de las charolas será tratada con un producto a base de silicón, para evitar que se peguen las rebanadas.^{6,7}

El secado se efectúa en un horno o gabinete con circulación forzada de aire caliente. La velocidad del aire será de 610 metros por minuto, operando a una temperatura de 82°C durante las primeras 2 horas, después continuando a una temperatura de 60°C hasta terminar el secado (la temperatura del producto no debe exceder de 60°C). El tiempo de secado total depende de la carga de las charolas y del horno, humedad del aire que entra, tamaño o grueso del producto a secar, y contenido de humedad final del producto. En tiempos de secado de 8 a 11 horas, se obtienen productos satisfactorios con un contenido de humedad del 17 a 20%, para rebanadas de 1 cm de grueso.^{6,7,18}

Para operaciones a mayor escala, este mismo producto también puede obtenerse procesándolo en secadores de tunel, donde la dirección del flujo de aire es contrario o paralelo al movimiento de las charolas.¹⁸

Los plátanos pasa o evaporados al final del proceso, encogen aproximadamente 1/3 de la forma original, la superficie aparece algo glaseada, y la consistencia es algo pegajosa y - muy dulce.^{6,7}

Las rebanadas bisulfitadas, al final del proceso contienen aproximadamente 240 ppm de SO₂ y son de un amarillo claro. Y las no bisulfitadas para comparación, son algo oscuras en la superficie dandoles una apariencia desagradable. El sabor - de las rebanadas no es igual al del plátano fresco, pero el - sabor que tienen las que fueron tratadas con bisulfito, es -- más parecido al plátano fresco que las no bisulfitadas por -- comparación.^{6,7}

Es importante mencionar, que entre mayor sea la humedad final del producto, menor será su estabilidad durante el almacenamiento a 0°C.

El producto final, debe protegerse mediante envolturas - como bolsas de polietileno, para su comercialización.^{6,7}

PLATANO PASA CUBIERTO CON CHOCOLATE

Como un producto sugerido en base al plátano pasa ya sea entero o en rebanadas, se propone sumergirlo en chocolate de cobertura fundido. De tal forma que quede cubierto con una capa de chocolate. Después de la inmersión, podría espolvorearse encima con trocitos de cacahuete o nuez, dejandose solidificar a temperatura ambiente y luego se introduce al congelador a 0°C.

PLATANO DESHIDRATADO POR LIOFILIZACION
(Secado en Congelación)

Esta deshidratación a baja temperatura protege todos los atributos de calidad del alimento, tales como textura, color, sabor y contenido vitamínico.⁵⁴

Para este proceso de secado, los plátanos enteros o en rebanadas son extendidas en una sola capa, en charolas galvanizadas de 1/2 pulgada de grueso especiales para este propósito, y congelados a -18°C . Las charolas son entonces colocadas dentro de la cámara de sublimación, quedando los paneles de calor radiante a aproximadamente 1 centímetro de los plátanos. Cuando la temperatura de las charolas con plátanos llega a -12°C , la temperatura del anaquel se eleva a 60°C durante 4 horas, bajándose después a 38°C durante el resto del tiempo de secado. El vacío de la cámara durante la sublimación es de 5 mm Hg y el tiempo de duración del proceso de secado es de 24 horas.^{6,7}

A este respecto Potter N.N.⁵⁴ indica que hay que mantener el vacío entre 0.1 a 2 mm Hg. Alcanzándose el final de la sublimación en 9 horas o más (para alcachofas), cuando la temperatura de toda la masa seca alcanza a la de la placa calentadora. Al romper el vacío es necesario hacerlo utilizando gas nitrógeno inerte y enseguida el producto es envasado herméticamente bajo nitrógeno.

Los plátanos deshidratados contienen 3 a 3.5% de humedad, conteniendo los que fueron tratados con bisulfito, alrededor de 300 ppm de SO_2 .^{6,7}

Los plátanos liofilizados son más o menos de color blanco crema, frágiles, porosos, y de la misma forma y tamaño como los plátanos frescos. Ya que el plátano congelado permanece rígido durante la sublimación, las moléculas de agua que se escapan dejan huecos, lo cual resulta en una estructura -- igual pero mucho más ligera que los plátanos frescos, porque alrededor del 70% del volumen del producto seco consiste de huecos.^{6,7,54}

El sabor del producto bisulfitado y no bisulfitado, es excelente, casi idéntico al sabor de los plátanos frescos. Aunque en el caso de los que recibieron el tratamiento con bisulfito, el sabor de SO_2 puede ser detectado.^{6,7}

Estos plátanos liofilizados, son 10 veces más estables -- que los plátanos evaporados.^{6,7}

El producto es empacado en latas, las que se sellan herméticamente para evitar la absorción de humedad atmosférica y oxígeno.^{6,7,54}

Los plátanos enteros o en rebanadas pueden ser rehidratados, volviendo a ser lo más parecido a la banana fresca.^{6,7,54}

El costo de este proceso de secado es de 2 a 5 veces mayor, que los otros métodos de deshidratación.⁵⁴

HOJUELAS DE PLATANO

(Secado en Tambor)

Este proceso es el indicado para secar productos triturados, purés y pastas. Además es uno de los procesos más económicos para secar productos alimenticios relativamente resistentes al calor, aunque por la alta temperatura de secado imparte a los productos algo de sabor y color de cocimiento, -- que cuando se seca a temperaturas más bajas.⁵⁴

El puré se suministra desde arriba, a un secador de doble tambor. El espacio entre los dos tambores es de 0.010 - de pulgada de separación, y son calentados mediante vapor. -- La presión de vapor dentro de los tambores será de 50 libras por pulgada cuadrada, o sea 147°C. Los tambores darán vuelta a 2 rpm, a esta velocidad de tambor el puré está sobre la superficie del tambor durante 20 segundos.^{6,7,18}

En el siguiente cuadro se muestra la relación entre la permanencia en el tambor y el contenido de humedad de las hojuelas de plátano (a 50 lb/in² y 0.010 in de espacio entre -- tambores).

Cuadro 12

Permanencia en el tambor (seg)	r.p.m.	% humedad
30	1.3	1.75
26.5	1.5	2.13
20	2.0	2.5
17	2.3	4.5

Fuentes: 6,7

El material seco es quitado de la superficie de los tambores con cuchillas raspadoras.

El contenido de humedad de las hojuelas, es de alrededor de 2.5%. El producto bisulfitado contiene aproximadamente - 700 ppm de SO_2 . Las hojuelas secas son quebradizas, casualmente brillantes y fácilmente se desmoronan.^{6,7}

Las hojuelas que contienen 3.5% de humedad, tienden a - conglutinarse y aquellas de contenido menor de 3% de humedad remanente, tienden a permanecer sueltas.^{6,7}

El producto bisulfitado tiene un color ligeramente marfil y el no bisulfitado esta ligeramente más oscuro. Ambos tienen un buen sabor, aunque un poco a plátano cocido, pero - de ninguna manera amargo o quemado.^{6,7}

Las hojuelas bisulfitadas son aproximadamente 10 veces - más estables que los plátanos pasa.^{6,7}

El producto final es muy higroscópico, por lo que debe - ser recibido en bolsas de polietileno que enseguida se sellan, de manera que se minimize la absorción de humedad del aire. Después, son empacadas en botes de hojalata y sellados herméticamente, si se considera adecuado.^{2,6,7}

Mao and Kinsella,⁴⁶ observaron que las hojuelas después - de algun tiempo pueden cambiar a color café, debido a oscurecimiento de Maillard y no a la acción de la polifenol oxidasa ya que esta enzima esta inactivada. Esta tendencia al oscurecimiento de las hojuelas, esta en relación directa al grado de madurez de los plátanos utilizados para la elaboración. Y es atribuida al incremento en el contenido de azúcares reductores, formados por la vía de la hidrólisis del almidón durante la etapa climatérica, que esta asociada con la maduración.

Las hojuelas pueden ser ingredientes para la elaboración de pasteles, bizcochos, caramelos y alimentos dietéticos e infantiles.

POLVO DE PLÁTANO

(Secado por Atomización)

Mediante este proceso, pueden obtenerse polvos que se disuelven más fácilmente.

Este procedimiento consiste en atomizar el puré de plátano, dentro de un secador por aspersión. El puré es rociado en diminutas gotitas mediante un disco o cesto rotatorio centrífugo de alta velocidad, colocado en la parte alta de la cámara; dentro de la cual se mueve aire calentado a 145°C , secándose en cosa de segundos. A medida que las gotitas finas hacen contacto con el aire caliente, pierden humedad instantáneamente, convirtiéndose en pequeñas partículas secas que caen al fondo de la cámara, de donde se recogen. La temperatura de las partículas no sube arriba de 60°C , debido al enfriamiento por evaporación de estas. El flujo de aire caliente debe ser contrario a la caída de las gotitas, ya que el polvo de plátano es muy higroscópico.^{5,18,54}

El producto final es un polvo menos acaramelado y más soluble que las hojuelas del proceso anterior.

El polvo por ser muy higroscópico debe ser conservado -- dentro de bolsa de polietileno y bote de hojalata sellados -- herméticamente.^{6,7}

Kayisu K. et al.³³ proporciona algunos datos sobre el análisis bromatológico, los cuales se detallan en el cuadro siguiente.

Cuadro 13.- Composición del polvo de plátano en base seca.

		Polvo de Plátano		
		Maduro	Verde	
	Humedad (%)	7.0 [±] 0.1	4.5 [±] 0.1	
	Proteína(%)	4.0	3.8	
	Ceniza (%)	3.1	3.0	
	Almidón (%)	16.1 [±] 0.5	78.8 [±] 0.4	
A Z U C A R E S	{	Glucosa (%)	10.0 [±] 0.2	0.7
		Fructosa(%)	8.1	0.2
		Sacarosa(%)	38.3 [±] 0.6	2.1 [±] 0.1
		Total (%)	56.4 [±] 0.8	3.0 [±] 0.1

Fuente: 33

El polvo puede ser utilizado para los mismos fines en la industria alimentaria, que las hojuelas secadas en tambor. Con la ventaja de que con el polvo pueden formularse productos instantáneos, para preparar bebidas.

Ya se encuentran en el mercado productos que contienen dentro de su formulación polvo de plátano, para ser licuados con leche:

Sabor plátano.- Formulado con 10% de huevo entero en polvo, plátano en polvo, azúcar, carragenina, vitaminas, sabores y colores artificiales.

Sabor chocolate.- Formulado con 10% de huevo entero en polvo, cocoa, plátano en polvo, carragenina, sabores y colores artificiales.

PURE DE PLATANO CONGELADO
(Con conservadores, sin pasteurizar y pasteurizado)

PURE DE PLATANO SIN PASTEURIZAR:

Los conservadores en alimentos se usan para inhibir el crecimiento microbiano. El puré de plátano sin pasteurizar, se puede conservar mediante la adición de alguna de las siguientes combinaciones de productos químicos:^{2,4,44}

- a.- Con 0.1% de ácido cítrico o ascórbico.
- b.- Con 0.1% de ácido cítrico y 0.05% de benzoato de sodio.
- c.- Con 0.1% de ácido cítrico y 0.05% de sorbato de potasio.

Es necesario mezclar bien los conservadores en toda la pulpa, para lograr un efecto homogéneo. Además, debe eliminarse el aire atrapado durante la molienda, mediante la aplicación de vacío en un tanque cerrado, ya que este aire atrapado puede provocar oscurecimiento por oxidación enzimática.^{2,44}

DESAERACION

El puré se bombea a un tanque de desaeración, el cual de antemano debe tener el vacío máximo. El mecanismo de asperjado debe estar cerrado al principio. Al comenzar a bombear el puré se comienza a abrir poco a poco, hasta que empieza a fluir el puré en forma de una fina película. Cada vez que se tenga que dejar de bombear el puré por algún motivo, debe cerrarse la esprea para evitar que pase aire al interior del tanque, especialmente si este contiene todavía puré.³

El puré se puede envasar en botes de cartón o plástico, colocando dentro bolsas de polietileno. Los botes ya cerrados son introducidos en un congelador, al cual se le manten--

drá en un rango de temperatura de -14 a -16°C .^{2,8} Aunque -- Arroyo E.³ indica una temperatura de almacenamiento de -40°C y 0°C para el transporte.

Alvarado y Sosa L.² reporta que las pruebas se conservaron muy bien por más de 8 meses, continuando con sus características originales de sabor y aroma. No encontrándose en este lapso, diferencias apreciables en los tres diferentes -- tratamientos.

PURÉ DE PLÁTANO PASTEURIZADO

El procedimiento es igual que para el puré sin pasteurizar, elaborando una prueba para cada una de las tres combinaciones de conservadores, recomendadas para el puré de plátano sin pasteurizar.² Aunque ya que se va a pasteurizar, podría eliminarse los conservadores de acuerdo a Arroyo E.³

Para este caso, Alvarado y Sosa L.² llevó a cabo la pasteurización de la pulpa a 85°C durante 3 minutos y enfriando rápidamente hasta 30°C .

En el trabajo de Arroyo E.³ después de la desaeración -- viene el precalentamiento, homogenización, calentamiento, pre enfriamiento, enfriamiento, envasado y congelación, como se -- indican a continuación:

PRECALENTAMIENTO

El puré desaerado es bombeado a un cambiador de calor -- de placas. El calentamiento se efectúa con agua caliente y -- bombeando el puré a contracorriente através del cambiador. La temperatura deseada es de 80°C , pero puede oscilar entre -- 75 y 85°C . Una presión de 0.5 kg puede considerarse normal -- en la descarga, pero conforme aumenta puede indicar una obs -- trucción general, que puede deberse al aumento en espesor de -- la película de puré en las paredes de las placas. Este efec --

to va acompañado de una disminución de la temperatura, debido a la dificultad en la transmisión del calor a través de la película de puré.³

HOMOGENIZACION

El puré precalentado, es homogenizado a continuación impartiendo una textura más fina y uniforme.³

CALENTAMIENTO

En esta etapa se eleva la temperatura desde 80°C (temperatura de gelatinización del plátano) a 121°, para lo que se utiliza un intercambiador de calor con aspas giratorias internas, evitándose de esta manera que el puré se queme o pegue. El tiempo de paso a través del intercambiador es de 3 minutos como mínimo.³

PREENFRIAMIENTO

Habiéndose alcanzado la temperatura y tiempo de esterilización, se procede a enfriar el producto, mediante un intercambiador de calor tubular, usando agua fría a contracorriente como medio enfriador. La temperatura del puré se baja hasta 50 - 60°C.³

ENFRIAMIENTO

La segunda etapa de enfriamiento se lleva a cabo en otro intercambiador de calor tubular, colocado inmediatamente después del anterior. El medio enfriador es una salmuera de cloruro de sodio al 30%, enfriada mediante amoníaco de la sala de refrigeración. La temperatura del producto al salir es de 10 a 15°C.³

ENVASADO

Se lleva a cabo en botes, colocando bolsas de polietileno dentro de cada uno. Enseguida se pesan las latas y se tapen.³

CONGELAMIENTO

Los botes llenos y cerrados se llevan inmediatamente al congelador que esta a -40°C . Después de 24 horas pueden ser transportadas a 0°C .³

Otros autores indican una temperatura del congelador para almacenamiento, de -14 a -16°C .^{2,8}

Alvarado y Sosa L.² reporta que se conservaron muy bien las tres muestras pasteurizadas con conservador por más de 8 meses, solo que estas pruebas presentaron un color ligeramente oscuro, perdiendo parte del olor y sabor característicos del plátano.

El puré de plátano congelado, puede ser utilizado para la elaboración de pasteles, helados, dulces, alimentos infantiles y cremas heladas.

PURE DE PLATANO ENVASADO ASEPTICAMENTE

(Pasteurizado, sin conservador)

El puré que es descargado del molino a temperatura ambiente (23°C), es bombeado dentro de un tanque con agitación. Mediante una bomba que esta bajo el tanque de agitación, el producto es enviado (a 23°C) a un desaereador, para eliminar el aire atrapado en el producto mediante una bomba de vacío, haciendo que la temperatura de la pulpa baje a 17°C . Con esto, el puré recupera su aroma y se minimiza el oscurecimiento por oxidación.²²

Después de la desaereación el producto es bombeado al través de un intercambiador de calor tubular con chaqueta, del tipo "superficie raspada", que esta equipado con cuchillas raspadoras para evitar que el puré se adhiera y se quemee sobre la superficie del cambiador de calor. En el intercambiador de calor, mediante vapor es esterilizado el puré a una temperatura de 130°C durante 30 segundos.^{22,54}

El puré pasteurizado enseguida pasa por una torre de enfriamiento donde con agua se baja la temperatura a 31°C , y posteriormente en un tubo con chaqueta es enfriado a 29.5°C utilizando agua a 1.7°C . El producto llega a un tanque aséptico, donde conforme se va llenando de pulpa, va siendo desplazado el nitrógeno estéril que contiene el tanque, y el producto pasa por la línea para llenado de tambores. Este desplazamiento de nitrógeno hace que vaya aumentando la presión dentro del tanque conforme decrece el espacio libre, manteniendo una presión positiva sobre el producto y ayudando al llenado de tambores.²²

Dentro de una cámara especial automática, el tambor de 200 litros entra y es esterilizado junto con el interior de la cámara a 130°C durante 80 segundos, y después presurizado a 1.0 atmósfera durante 40 segundos. Se baja la presión a 0.1 atmósfera, manteniendo esta presión con nitrógeno estéril durante el llenado. El tubo para llenado baja dentro del tambor, hasta unos 6 centímetros del fondo, procediéndose a llenarlo dejando de 1.0 a 1.5 centímetros de espacio de cabeza. La tapa es puesta y sellada, saliendo después de la cámara de esterilización y llenado.²²

El puré tiene al final del proceso, un sabor y olor agradables propios del plátano fresco.²²

A este respecto Kayisu K, et al.³³ proporciona algunos datos, que se presentan a continuación.

Cuadro 14.- Composición de la pulpa de plátano.

		Pulpa de Plátano		
		Maduro	Verde	
	Humedad (%)	75.0 [±] 0.5	73.5 [±] 0.1	
	Proteína(%)	1.0	1.0	
	Ceniza (%)	0.8	0.9	
	Almidón (%)	4.0	20.7	
A Z U C A R E S	{	Glucosa (%)	2.5	0.2
		Fructosa(%)	2.0	0.05
		Sacarosa(%)	9.6	0.6
		Total (%)	14.1	0.85

Fuente: 33

Este puré de plátano envasado asépticamente, puede ser utilizado para los mismos fines que el puré de plátano congelado, con la ventaja de ser un producto de mayor calidad.

PLATANOS EN ALMIBAR

Para este caso es necesario seleccionar la fruta de preferencia con un grado de madurez No.5 (verde en las puntas) o No.6 (completamente amarillo), ya que es muy importante que la textura sea lo más firme, a fin de que durante la esterilización, la fruta no se desbarate.^{44,54}

Los plátanos pelados y partidos en mitades o en rebanadas, son inmediatamente tratados con solución de bisulfito de sodio al 1%, y escurridos.²

Las latas deben ser lavadas y preesterilizadas con vapor, y escurridos antes del llenado con la fruta.⁴⁴

El jarabe de 36^oBrix (determinado a 20^oC) que se va a utilizar, se prepara mezclando 0.6 kilogramos de azúcar por cada litro de agua desmineralizada, y a esto se agrega un gramo de ácido cítrico por litro de agua; el jarabe se hierve durante 3 minutos.^{2,44}

Para el envasado, se llenan los botes de 2 1/2 (401x411) y 1 1/2 (211x413) hasta 75% de su capacidad con mitades o rebanadas de plátano. A continuación, se agrega el jarabe de 36^oBrix a 90^oC (hirviendo), hasta que el nivel del líquido llegue a 0.5 centímetros de la tapa (espacio de cabeza). Las latas se pasan por un agotador calentado a 90^oC, saliendo de la preesterilización cuando la temperatura en el centro del producto sea como mínimo 82^oC, y en seguida se cierran las latas. Lo más rápido posible se esterilizan los botes a 100^oC en autoclave o baño maría, durante 50 y 25 minutos respectivamente. Al final de la esterilización, se sumergen --

las latas en agua con objeto de enfriarlas hasta temperatura ambiente.^{2,44}

Según Loesecke H.W.⁴¹ parece ser que el pH de 4.2 a 4.3 es el mejor para enlatar el plátano.

La textura del producto al final del proceso se conservó firme, con ligera tendencia a forma un conjunto. El sabor es un poco a cocido y mínimo aroma característico a plátano.²

Alvarado y Sosa L.² también informa que, tres meses después de finalizadas las pruebas realizó algunas determinaciones físicas del producto envasado en almibar, encontrando lo siguiente:

Cuadro 15.- Determinaciones físicas del plátano en almibar.

	Tamaño del envase	
	401 x 411	211 x 413
Peso bruto (kg)	0.990	0.440
Peso drenado (kg)	0.500	0.280
Peso lata vacía (kg)	0.110	0.065
Peso de la fruta (kg)	0.390	0.215
Cantidad de jarabe (ml)	430.0	155.0
Vacío (cm de mercurio)	25.0	32.0
Espacio de cabeza (cm)	0.500	0.400
Densidad del jarabe (°Brix)	29.5	30.0

Fuentes: 2,45

MERMELADA DE PLATANO

Los plátanos maduros (No.7) o sobremaduros (No.8) son adecuados para la elaboración de mermelada.²

Debido a que el plátano tiene un bajo contenido en pectina, es necesario adicionarla de otra fuente para disminuir el tiempo de elaboración y mejorar la calidad del producto final. Para este propósito, puede agregarse la pectina comercial o -- también las pulpas de tejocote o manzana, aunque estas últimas podrían interferir el sabor y aroma propios del plátano.^{2, 44}

El procedimiento para la elaboración de la mermelada, -- utilizando paila abierta, se inicia con la mezcla de 65 kg de pulpa de plátano, con 21 kg de azúcar y 12.5 litros de agua -- desmineralizada. Los ingredientes se ponen a hervir para -- concentración, agitando la mezcla durante todo el proceso, -- hasta que su volumen se haya reducido a un tercio. Luego el azúcar restante 44 kg, se agregan gradualmente continuando -- con la agitación. Deben tomarse muestras para evaluar el -- progreso de la concentración en un refractómetro, ya que poco antes de llegar a los 68^oBrix, se agregan 300 gramos de pectina de grado 150, más 250 gramos de ácido cítrico (para obtener un pH entre 3.0 a 3.4), y demás ingredientes como aroma, -- colorante y conservadores.^{44,45} Se continúa la concentra-- ción, y a los 68^oBrix se interrumpe el calentamiento. La -- mermelada se enfría rápidamente a 85^oC, para evitar una excesiva inversión de sacarosa y eliminar el aire contenido en la mezcla.⁴⁴

Se envasa la mermelada a 85^oC en frasco con tapa preeste

rilizados. Se cierran y esterilizan en baño maría o autoclave a 100°C, para frascos de 250, 500 y 960 mililitros, será durante 25, 45 y 60 minutos respectivamente. Los envases esterilizados se enfrían en agua hasta temperatura ambiente.^{2,44}

De acuerdo con los resultados obtenidos por Alvarado y Sosa L.,² el color de la mermelada es un poco oscura, con poco sabor y aroma característicos del plátano.

CAJETA DE PLÁTANO

El procedimiento es el mismo que para la mermelada, solo que se agregan 20 litros de leche pasteurizada de vaca junto con los 65 kg de pulpa de plátano y los 21 kg de azúcar. La mezcla se pone a hervir para concentrarse hasta un tercio del volumen original. Y continuando de la misma forma que para la preparación de la mermelada.^{2,44}

Alvarado y Sosa L.,² reporta que la combinación con leche le imparte un sabor bastante bueno, como a "Cajeta de Plátano".

ATE DE PLATANO

Para la elaboración del ate, los plátanos maduros o sobre maduros son los adecuados, por ser más dulces aunque el color del producto terminado es algo oscuro.

Al igual que para la mermelada, en este caso también es necesario agregar pectina para disminuir el tiempo de elaboración y para mejorar la calidad del producto.⁴⁴

Para obtener aproximadamente 100 kg de ate de plátano -- utilizando paila abierta, se mezclan 93 kg de pulpa de plátano, más 20 kg de azúcar y 12 litros de agua desmineralizada. Durante todo el proceso la mezcla debe estar agitando. -- Los ingredientes se ponen a hervir para concentración, hasta que su volumen se haya reducido a un tercio. Luego el azúcar restante 41 kg, se agregan gradualmente continuando con la agitación. Mediante la toma de muestras se debe determinar en que momento la mezcla tiene aproximadamente una concentración de 66°Brix, en este momento se agregan 950 gramos de pectina de grado 150, más 280 gramos de ácido cítrico (para obtener un pH de 3.0 a 3.5), y demás ingredientes como aroma, conservador y colorante. La concentración se continúa hasta que la mezcla llegue a 74 - 76°Brix, entonces se interrumpe el calentamiento.^{44,45}

El producto concentrado se vierte en moldes untados con glicerina. Entre la masa y el molde se debe poner papel parafinado untado con glicerina. La solidificación se lleva a cabo en 20 - 24 horas. Ya solidificados, se sacan los ates de los moldes y se dejan secar unas 20 horas.⁴⁴

Se cubre con envolturas de polietileno o papel encerado.

Según los resultados obtenidos por Alvarado y Sosa L.,² el producto tiene un color oscuro, conservandose el sabor y en menor grado el olor a plátano.

MIEL DE PLATANO

Para la fabricación de miel, no es necesaria una correcta selección de la fruta. Un grado de madurez No.7 (fruta amarilla con puntos café) es recomendable, pero no debe ser demasiado suave de tal manera que permita el fácil pelado de la fruta.^{38,56}

Los métodos para la producción de miel a partir de almidón consisten en una hidrólisis parcial, requiriéndose primero una licuefacción en la que se producen dextrinas y enseguida una sacarificación de la que se obtienen compuestos de bajo peso molecular, como monosacaridos y disacaridos.³⁸

El procedimiento presentado por Lamshing Fu W.³⁸ para la elaboración de miel de plátano, es el que se describe a continuación. La pulpa de plátano se introduce a un tanque de acero inoxidable con agitación, cerrado y con chaqueta para poder calentar el producto mediante vapor. La pulpa es agitada a 200 rpm constantemente y diluida con agua desmineralizada hasta 80%. Esto, se calienta a una temperatura de 55°C - durante 10 minutos para que se lleve a cabo la gelatinización.

A continuación se adiciona al tanque cloruro de calcio - hasta obtener una concentración en la pulpa de 300 ppm. El cloruro de calcio es un estabilizador de la enzima amilasa, - ya que el ión calcio estabiliza contra el efecto de la temperatura y el ión cloro preserva la actividad enzimática.^{4,38}

El pH se ajusta a 6.0 y se controla durante el proceso, - con la adición de hidróxido de sodio o de ácido clorhídrico - según sea el caso.³⁸

Una vez ajustado el pH, se agrega la enzima α -amilasa -bacterial (B. Subtilis) necesaria para obtener una concentración de enzima de 0.2 unidades por miligramo de almidón, que es el recomendado para almidón de maíz.³⁸

Se sube la temperatura de la mezcla a 85°C durante 15 minutos, después de lo cual se da por terminada la licuefacción.

Como siguiente paso, para llevar a cabo la sacarificación se debe mantener el mismo pH 6.0 y se baja la temperatura a 60°C, manteniéndose con agitación de 200 rpm durante 80 minutos.

Posteriormente se centrifuga a 6250 rpm durante 18 minutos y después se filtra. Según Lamshing Fu W.,³⁸ se obtiene una miel diluida con las características siguientes:

Color amarillo claro

pH 6.0

Sólidos solubles 17% (17°Brix)

Densidad 1.08 g/cm³

Antes de realizar la concentración de la miel, se ajusta el pH del producto a 7.0 para evitar alteraciones en el sabor final, que podría ser ácido. Además, se agrega bisulfito de sodio hasta obtener una concentración final de 100 ppm como antioxidante, para evitar el oscurecimiento. Para efectuar la concentración en paila abierta, se calienta la miel a una temperatura de 60°C y se agita continuamente, para proveer un calentamiento uniforme. Aunque puede realizarse con vacío para poder evaporar a menor temperatura y un tiempo menor, pudiéndose obtener mayor concentración (80°Brix) y evitar el oscurecimiento por calentamiento prolongado.

Lamshing Fu W.³⁸ reporta que el producto final tiene las siguientes características:

Color amarillo café

Olor ligeramente a plátano

Sabor a dulce de plátano

pH 6.5

Sólidos solubles 70% (70°Brix)

Densidad 1.34 g/cm³

Azúcares totales 67.78%

Azúcares reductores 41.4%

Los azúcares que contiene el producto final son glucosa, fructosa, maltosa, sacarosa y dextrinas. De estos los que - están en mayor proporción son: glucosa, fructosa y sacarosa. Parte de la glucosa y fructosa provienen de la inversión de - parte de la sacarosa.³⁸

INDUSTRIALIZACION DE LA PLANTA

HARINA DE PLATANO VERDE Y HOJAS, PARA ALIMENTACION DE BOVINOS

Es un producto que se elabora utilizando como materia -- prima, plátanos verdes con cáscara y un cierto porcentaje de hojas tiernas de plátano, las cuales contienen un mayor contenido de proteínas (22.3% en base seca y digestibilidad de -- 76%).⁵

Después de haberse molido y tamizado la mezcla de plátanos verdes con cáscara y hojas, esta posiblemente es secada - en tambor; debido a lo económico del proceso y a su adaptabilidad para poder secar productos triturados y pastas.⁵⁴

Los resultados del análisis bromatológico de la harina - obtenida, proporciona la siguiente composición en base seca.

Cuadro 16.- Composición de la harina de plátano verde y - hojas.

Proteínas	5.0%
Grasa	3.2%
Fibra cruda	6.6%
Cenizas	5.3%
Carbohidratos	79.9%

Fuente: 67

La harina puede reemplazar al maíz en la elaboración de - alimentos balanceados para bovinos, con rendimientos simila--

res, y sin efectos tóxicos a largo plazo por el contenido de taninos. Algunas formulaciones recomendadas en base a esta harina, comparadas con formulaciones elaboradas con maíz, el análisis bromatológico de estas y los resultados de pruebas - IN VIVO, son las siguientes:

Cuadro 17.- Concentrado para TERNEROS o animales juvenes.

	Alimento Experimental	Alimento Testigo
Harina de plátano verde y hojas	50	0
Pasta de cacahuete extraída	10	10
Melaza	5	5
Maíz	17	47
Pólvo de huesos no gelatinizados	4	4
Carbonato de calcio	0.5	0.5
Milo	10	10
Urea	2	2
Sal	0.5	0.5
Premezcla de vitaminas, minerales y Terramicina.	1	1

Fuente: 5

Cuadro 18.- Análisis bromatológico del concentrado para TERNEROS.

	Experimental %	Testigo %
Proteínas	16.5	17
Celulosa	5	3.5
Calcio	1.05	0.95
Fósforo	0.6	0.65
Almidón	60	68

Fuente: 5

Cuadro 19.- Resultados en los terneros experimentados IN VIVO, utilizando concentrado para TERNEROS.

Días de ensayo	Peso promedio (kg)		Aumento diario en el período (g)	
	Experimental	Testigo	Experimental	Testigo
0	46.54	46.37	0	0
28	58.48	59.54	426	470
56	71.31	76.41	458	602
84	87.85	92.12	590	561
105	108.15	111.00	966	899
140	148.37	147.50	1149	1042

Fuente: 5

Es posible utilizar el concentrado de harina de plátano-verde y hojas para el destete precoz de los terneros, en cantidades del 50% del consumo diario de materias secas, como complemento de la leche materna y de la hierba o pastos.

Pudiendose dar al ternero una provisión de concentrado, como se indica:

- De 2 a 4 semanas 1/4 kg diario
- De 5 a 6 semanas 1/2 kg diario
- De 7 a 9 semanas 1 kg diario
- De 10 a 26 semanas 1 1/2 kg diario

Fuente: 67

Cuadro 20.- Concentrado para ENGORDE.

	Alimento Experimental	Alimento Testigo
Harina de plátano verde y hojas	50	0
Melaza	5	5
Maíz	15	50
Polvo de huesos	3	3
Carbonato de calcio	1	1
Milo	20	35
Urea	3	3
Sal	1	1
Premezcla de vitaminas, minerales, y Terramicina.	2	2

Fuente: 5

Cuadro 21.- Análisis bromatológico del concentrado para-
ENGORDE.

	Experimental	Testigo
	%	%
Proteínas	14	15
Celulosa	3	4.5
Calcio	1.05	0.95
Fósforo	0.5	0.55
Almidón	61	69

Fuente: 5

Cuadro 22.- Resultados IN VIVO de las vacas en ensayo, -
utilizando concentrado para ENGORDE.

Días de ensayo	Peso promedio (kg)		Aumento diario en el período (g)	
	Experimental	Testigo	Experimental	Testigo
0	276.25	272.50	0	0
21	279.00	294.50	938	1048
43	321.00	328.25	1000	1403
63	336.75	351.00	875	1264
84	349.00	369.50	583	881
112	377.25	399.25	1009	1062
126	393.00	414.00	1120	1070

Fuente: 5

Cuadro 23.- Resultados IN VIVO de los toros en ensayo,
utilizando concentrado para ENGORDE.

Días de ensayo	Peso promedio (kg)		Aumento diario en el período (g)	
	Experimental	Testigo	Experimental	Testigo
0	310.33	316.00	0	0
21	338.70	345.30	1349	1397
45	377.30	384.00	1611	1611
63	400.30	404.70	1278	1150

Fuente: 5

Se puede proporcionar el concentrado de harina de plátano verde y hojas para el engorde, tanto de toros como de vacas lecheras, en cantidades del 50% del consumo de materias secas, como complemento de los pastos.

Aproximadamente 3 kilogramos del concentrado experimental, pueden producir un kilogramo de bovino, cuando las necesidades de mantenimiento estan cubiertas por pastos.^{5,67}

OBTENCION DE FIBRAS
A PARTIR DEL SEUDOTALLO DE LA PLANTA

Es una posibilidad nueva de obtener fibras en cantidades industriales, de los seudotallos de los plátanos de las especies de frutos comestibles, que contienen de 1.2 a 2 % de fibra. Y no de plantaciones especialmente destinadas para obtener fibra de abacá, como es el caso de la Musa Textilis que contiene 4% de fibra, y que es conocida en el mercado como Cañamo de Manila.^{12, 19}

En esta forma es posible un doble aprovechamiento de la plantación, porque se cosechan plátanos y además se pueden obtener fibras. Como la densidad normal de una plantación -- fluctúa entre 1000 y 1500 plantas por hectárea, y un tallo de banano pesa 65 kilogramos (el del enano cavendish pesa 30 kilogramos); se encuentra que cada 10 o 12 meses se producen -- más de 65000 kilogramos de seudotallos por hectárea, que es -- un producto secundario.¹⁹

El seudotallo esta compuesto de:

Agua	90 a 95 %
Fibras	1.2 a 2 %

El resto lo constituye la pulpa. Fuente: 19

OBTENCION DE LA FIBRA:

En el proceso descrito por EMAG B6A Fibre Extraction Machine of Banana and Abaca Systems,¹⁹ después que se ha terminado con la recolección de los racimos de plátanos en una zona de la plantación, se talan los falsos tallos a los que se les puede separar facilmente las vainas que los componen. -- Los seudotallos se apilan en un lugar determinado junto a un camino de la plantación.

En una maquina desfibradora con capacidad de 4000 kilogramos por hora y movil para evitar transportar inutilmente una materia prima cuyo peso en un 95% es agua; se van colocando las vainas sueltas sobre una cinta transportadora de 60 centímetros de ancho, y pasan entre pares de rodillos prensadores. Estos rodillos eliminan el contenido líquido de los tallos, y comprimen la fibra y la pulpa. La corteza y pulpa de las caras superior e inferior de las vainas, son eliminadas por cuchillas rotativas. Una cinta transportadora hace salir la fibra por la parte posterior de la maquina.¹⁹

El procedimiento de trabajo impide que sean deterioradas las fibras, cosa que sucedería si se utilizaran maquinas raspadoras como las utilizadas para el sisal. La pulpa pastosa que se elimina durante el proceso de desfibrado, es arrastrada por una cinta transportadora transversal y tirada en el suelo de la plantación (para evitar sustraer a la plantación, materias que pudieran ser importantes para el abono de la tierra).¹⁹

Se van tomando las fibras que salen húmedas de manera continua, según el ritmo de alimentación de la banda. Si las fibras han de ser secadas al aire, es conveniente colgarlas sobre bambúes y dejarlas así hasta que estén secas. Después del secado, las fibras se atan en haces y se transportan a las prensas embaladoras.¹⁹

La fibra se obtiene sin tratamiento previo ni ulterior de las vainas y sin el empleo de agua.

La fibra obtenida es una de las llamadas fibras duras, que practicamente es tan larga como el tallo mismo. Tiene excelentes propiedades mecánicas y tecnológicas, pudiendo ser utilizada para los mismos fines que el sisal, el yute, o el cañamo de Manila. La fibra de banano es mucho más resisten-

te a la fermentación por humedad que el yute, cosa que es — prácticamente importante en la fabricación de costales.^{12,19}

Se puede utilizar la fibra para la elaboración de: costales, sombreros, redes de pesca, cortinas, encuadernación de libros, para la fabricación de pulpa para papel de alta calidad (como bolsitas para té, papel para filtros de alta resistencia al desgarró), fabricación de cordajes para barcos (teniendo la ventaja de flotar en el agua).^{12,19}

PRODUCCION DE ALMIDÓN A PARTIR DEL SEUDOTALLO

El contenido de almidón del seudotallo generalmente es de 1 a 2% del peso vivo. En los seudotallos ocurre un descenso rápido del contenido de almidón durante la semana siguiente al corte del racimo, pero esta pérdida puede reducirse al mínimo, cortando el falso tallo y acostandolo a la sombra.⁶²

De acuerdo con Simmonds N.W.,⁶² la producción comercial de almidón a partir del falso tallo después de la cosecha, se puede realizar por medios mecánicos, mediante una combinación de molino de caña y batidor de pulpa para papel. Obteniendo se 88% de recuperación, sobre cuya base se calcularon rendimientos brutos de 100 a 230 kilogramos de almidón por hectárea por año. Para comparación, el maíz rinde aproximadamente 1500 a 2000 kilogramos de almidón por hectárea.

Los subproductos de la extracción de fibra del seudotallo, descrita en el proceso anterior (OBTENCION DE FIBRAS A PARTIR DEL SEUDOTALLO DE LA PLANTA), son precisamente los que aquí se extraen para obtener el almidón. Estos son tanto el líquido que escurre durante el prensado en los rodillos, como la pulpa pastosa que es extraída por cuchillas rotativas y eliminada por una cinta transportadora transversal, durante el desfibrado. Pudiendose recolectar ambos, para la producción de almidón, en vez de que sean tirados al suelo de la plantación. De esta forma, se vuelve aun más integral la industrialización del seudotallo del plátano.

Shantha and Siddappa,⁵⁹ estudiaron el almidón de seudota

llo de plátano y concluyeron que es similar al almidón de papa en muchos aspectos, pero diferente a los almidones de tapioca y maíz.

Cuadro 24.- Composición química del almidón de pseudotallo de plátano.

	%
Almidón	88.28
Humedad	10.8 [±] 0.2
Proteína	0.2
Ceniza	0.02
Lípidos	0.2

Fuente: 33

Estos valores son cercanos a los publicados por Shanthand Siddappa,⁵⁹ para almidón de pseudotallo de plátano. Aunque estos autores reportan 0.3-1.5% de ceniza, que es más alto que el obtenido por Kayisu K. et al.³³ Esto puede ser debido a la presencia de impurezas, puesto que reportaron alrededor de 88% de pureza del almidón, comparado con 99.5% obtenido por Kayisu K. et al.³³

Según Lih Cheng-Yi et al.,⁴⁰ el contenido de proteína del almidón aislado fué de 0.09% el cual es mucho más bajo que 0.17% reportado por Fujimoto S. et al.²⁴ y 0.2% por Kayisu K. et al.³³

El producto final en cuanto a propiedades físicas, podría ser clasificada entre los almidones de cereales y de los tubérculos. Es apenas soluble en agua y produce polvos satisfactorios para la elaboración de flanes, natillas, pastas para el apresto de telas, y pegamentos.⁶²

DISCUSION

Por su situación, México es un país que cuenta con las características ecológicas favorables para la explotación platanera, por lo que puede intervenir en forma más amplia en el comercio internacional de plátano fresco. En los últimos años, la mayor exportación realizada fué en 1979 con 17 047 toneladas que significó solo el 1.43% de la producción nacional, encontrándose que tanto en años anteriores (1975) como en posteriores (1981), la exportación a llegado a bajar hasta 3556 toneladas y 604 toneladas respectivamente y es en ambos el 0.3% de la producción nacional (según Tabulares de Comercio Exterior de la Dirección de Estadística y Aduanas de la SPP de 1975 a 1984).¹⁶

Debe tomarse en cuenta la posición geográfica del país con respecto al principal importador del mundo que es Estados Unidos, resultando ventajosa si se compara con la posición de fuertes productores como Ecuador, Colombia, Honduras, Costa Rica, Panamá y Brasil, que ocurren al mercado con mayores costos de transporte y mayores riesgos por el tiempo que dura el mismo.²

Los agricultores podrían adoptar las técnicas más avanzadas, si se les asegura buen mercado y precios razonables para sus productos. Porque en el mercado interno, el cual ha absorbido la producción nacional en los últimos años, la calidad de la fruta no es un factor determinante en la fijación del precio.^{2,10}

Las regiones mejor tecnificadas actualmente son las de -

Chiapas, Tabasco y Colima, en las que se están obteniendo los mejores rendimientos. Por una elección adecuada de las variedades (Valery, Cavendish gigante y Cavendish enano son resistentes al Mal de Panamá), el manejo del cultivo sobre todo en lo referente a la protección del racimo en la etapa cercana al corte, la fertilización, el riego y el combate de plagas se realiza adecuada y oportunamente.^{2,39,51}

Del aprovechamiento de los volúmenes de plátano que no reúnen las condiciones de calidad, o de los excedentes; pueden elaborarse varios productos de plátano que pueden ayudar a la creación de nuevas industrias, al mayor aprovechamiento de las cosechas, al fortalecimiento del mercado interno mediante la introducción de nuevos productos para el consumo y también a proporcionar mejores ingresos al agricultor.

Los procesos descritos para la elaboración de mermelada y ate de plátano, tienen incluidas varias mejoras en dosificación y datos de proceso, por lo que se espera que los resultados que se obtengan siguiendo estos procesos sean mejores a los resultados presentados, que corresponden a procesos menos precisos, pero que se tuvieron que presentar como una guía de los problemas que han aparecido, sobre todo en cuestión de sabor y aroma. Aparte del proceso en paila abierta, hay otra opción que se realiza en paila cerrada, en la cual mediante vacío y menor temperatura se concentra hasta los grados Brix deseados, según sea el caso. Esta forma de concentración se realiza a 70°C y el máximo vacío posible, además de sustituir el azúcar hasta en un 20% por glucosa o azúcar invertido, que se agregará casi al final de la concentración. Esta concentración en paila cerrada con vacío, presenta las ventajas de reducir el tiempo de concentración, reduce el oscurecimiento del producto y además puede hacerse una recuperación y rein-

corporación de aromas que se evaporan, lograndose productos - con mejores características organolépticas.^{2,44,54}

En el caso de los plátanos en almíbar, es muy importante determinar el grado óptimo de madurez de los plátanos a utilizar, porque esto puede ser motivo de una mala textura en el producto terminado. Tanto en este, como en los demás productos hay que considerar la variedad de plátano más adecuada, ya que dependiendo de la elección hay variaciones en el sabor, aroma, textura y color; lo cual afecta directamente el producto elaborado, por lo que en lo posible debe considerarse esto para obtener mejoras en los productos presentados.^{2,44,54}

En virtud del oscurecimiento de la pulpa ocasionada por la rápida oxidación enzimática; antes del procesamiento de la fruta ya pelada, es necesario tratarla con sustancias antioxidantes como el bisulfito de sodio. Entre mayor sea la concentración de SO_2 en el producto, mayor será la estabilidad de este, pero un exceso comunicará al producto un sabor desagradable, o estará fuera de niveles de tolerancia. Otra técnica para el pretratamiento antioxidante, es el sulfitado con SO_2 gaseoso que da buenos resultados pero es de uso más delicado y oneroso. Necesita cámaras de azufrado en las que debieran ser tomadas todas las precauciones contra los riesgos de incendio y de intoxicación del personal. Se requiere de una concentración de 4% de SO_2 dentro de la cámara, la que será alcanzada mediante combustión directa del azufre sobre invernillo, o por insulfitado de SO_2 comprimido en botella.

La duración del sulfitado aproximadamente es de 20 minutos -- aunque varía según la disposición de las frutas, capacidad de la cámara y disposición del enrejado. Todo esto hace a este proceso menos conveniente, que el de la inmersión en una solución de bisulfito de sodio como se ha recomendado anteriormen

te. Ya que este tratamiento en cámaras es más costoso, tardado y delicado.^{4,44,54}

La desaereación mediante la aplicación de vacío, para -- eliminar las burbujas de aire que pudieran producir oscurecimiento, es recomendable en la preparación de purés, mermelada y ate. Y posiblemente en el envasado en almibar, para mejor eliminación del aire y penetración del azúcar en los tejidos de la fruta.^{4,44,56}

En comparación con la forma industrial para la obtención de miel a partir de maíz, resulta preferente hacerlo a partir de plátano, dado que el maíz es un producto de primera necesidad para la alimentación de la población de nuestro país.³⁸

La industrialización de la planta del banano, viene a -- ser un complemento para poder utilizar el cultivo en forma integral, mediante la obtención de otros productos como el almidón, harina de plátano verde con cáscaras y hojas tiernas, y además fibras similares al yute.

Como los pseudotallos son un subproducto de la cosecha y tienen que ser cortados a fin de que los nuevos retoños tengan espacio para su desarrollo, llegan a ser un estorbo dentro de la plantación, además de que donde se amontonan pueden desarrollar nidos de ratas e insectos. Su procesamiento para obtener fibras y almidón, vuelve a este producto secundario en una materia prima valiosa con posibilidades para el desarrollo de alguna industria.^{19,62}

El maíz por su disponibilidad durante el año, según la -- época esta sujeto a fluctuaciones tanto de existencia como de precio. La harina de plátanos verdes con cáscara y hojas -- tiernas para aumentar su contenido en proteínas, que se presenta, puede reemplazar al maíz en la elaboración de alimen--

tos balanceados para la crianza de terneros y a la soya para el engorde de machos juvenes. Estando a disposición durante todo el año y con mínima variación en los precios. Esta es otra forma de aprovechar la fruta rechazada en la selección o el exceso de existencia de banano, sin que fuera necesario so meterla a una maduración en cámaras especiales antes de su -- procesamiento, como debe hacerse para la industrialización -- del fruto.

CONCLUSIONES

La intención al elaborar este trabajo, fué reunir en un volumen la mayor información referente al plátano y presentar la de la manera más sencilla. Por lo que durante la revisión bibliográfica, se buscó obtener en lo posible datos claros e importantes, que permitan al lector tener la información que busca respecto a los temas que trata este trabajo.

Se quiso dar un mayor énfasis a las diversas formas como puede ser procesado el plátano, para obtener otros productos alimenticios. Con el doble propósito de evitar pérdidas al productor, mediante el aprovechamiento de la fruta de mala calidad o excedente; y como un aporte, para diversificar las formas de consumo de esta fruta tan común en nuestra mesa.

Es una realidad que se dispone de plátano fresco durante todo el año, por lo que los plátanos en almíbar, pueden no justificar su elaboración a gran escala como sucede con los duraznos, mangos, etc. Sucede lo mismo con los plátanos liofilizados, ya que es un proceso muy costoso y se utiliza solo para deshidratar productos de alto precio. Los productos de plátano con mejores perspectivas, pueden ser el puré, hojuelas, polvo, miel y plátanos pasa. Porque los plátanos en almíbar, mermelada y ate, necesitan mejoras en los procedimientos para recuperar y reincorporar los aromas, que mejorarán sus cualidades organolépticas.

El valor nutritivo del plátano es bajo, en relación a otros productos que son tomados como fuente de proteína. Pero comparado con otras frutas, la situación cambia mucho ya -

que el plátano es muy completo.

Es de esperarse que el procesamiento afecte toda clase de nutrientes (vitaminas, lípidos, proteínas, carbohidratos y minerales). En cuanto a las vitaminas A y C, que son tomadas como índices de contenido de vitaminas liposolubles e hidrosolubles respectivamente. Hay pérdidas del 5 - 40%, dentro de la gran variedad de procesos de deshidratación (secado en congelación, secado en tambor, secado por atomización y secado en aire), ya que estos nutrientes son lábiles al calor y sensibles a la oxidación. El proceso de deshidratación resulta en una pérdida de nutrientes similar a la del enlatado y congelamiento.⁴²

El dióxido de azufre y las sales de sodio o potasio de los sulfitos, bisulfitos y metabisulfitos, son utilizados comercialmente para el control de microorganismos, pero no deben ser usados en alimentos que son fuente importante de tiamina. El uso de estos aditivos produce pérdidas de tiamina, que aumentan a medida que se incrementa la concentración de sulfito, mientras que la niacina y la riboflavina se estabilizan en su presencia.^{40,49,52} Los derivados azufrados, son metabolizados por el hombre y eliminados en la orina en forma de sulfatos sin ningún efecto dañino.⁴

Dentro de los procedimientos descritos para la industrialización del fruto, es necesario tomar en cuenta la variedad a utilizar, porque varía también el sabor, aroma, textura y color del producto final. En el caso especial de los plátanos en almíbar, es preferible un grado de madurez (No. 4 a 6) que permita obtener una buena consistencia en el producto terminado.

Los productos mencionados para la industrialización de la planta, como son: almidón, fibras y harina de plátano ver-

de con cáscara y hojas tiernas (para elaboración de alimentos balanceados). Son complemento, para el aprovechamiento de las partes de la planta que generalmente se desechan o queman en los caminos de la plantación. La elaboración de almidón y alimentos balanceados a partir del plátano, ayudarían a disminuir el consumo de maíz para estos usos, lo cual sería muy beneficioso dado que el maíz es un producto alimenticio de primera necesidad para nuestro país. Además, puede ayudar a mejorar los ingresos de quienes explotan la plantación.

Con el presente trabajo, se espera contribuir dentro de las limitaciones del mismo, para que en un futuro se puedan producir a escala industrial, algunos de los productos descritos que logren tener una mayor aceptación. Y como una ayuda para la aclaración de dudas en lo referente a los temas tratados sobre el plátano.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Agrios N. George. Plant Pathology. 2o.ed. Academic - Press. New York, N.Y. (1978).
- 2.- Alvarado y Sosa, Lorenzo. Conservación e Industrialización de Algunas Variedades de Plátano (Musa sp.) Cultivadas en México (Tesis). Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México (1973).
- 3.- Arroyo, Elpidio. Proceso de Obtención de Pure de Plátano. Rev. Industria Alimentaria. México (19).
- 4.- Badui Dergal, Salvador. Química de los Alimentos. Ed. Alhambra Mexicana. México (1982).
- 5.- BANHARINA (Folleto). Harina de Banano. Alimento para Animales. Ecuador, Julio (1969).
- 6.- Brekke, John E. and Allen Lyle. Banana Dehydration. Technical Progress Report. No.153 Hawaii Agricultural-Experiment Station. University of Hawaii. December -- (1966).
- 7.- Brekke, John E. and Allen Lyle. Dehydrated Bananas. - Food Technology Vol.21 No.10 :101-105 (1967).
- 8.- Brekke, J.E. et al. Stable Banana Puree for long-term Refrigerated Storage. J. Sci. Food Agr. 20:376 (1969).
- 9.- Carlos Belsa, A. et al. Composition of the Canarian Banana and Changes in its Components During Ripening. -- Chem. Abstr. (1977) 87:50237z.
- 10.- CONAFRUT. 32 Frutales. Aspectos Generales de su Producción en México. Folleto No.7 S.A.G. México (1972).

- 11.- CONAFRUT. Manejo de las Plantaciones y la Cosecha del-
Plátano. Folleto No.31 S.A.G. México (1975).
- 12.- Champion, Jean. El Plátano. Ed. Blume. Barcelona,-
España (1968).
- 13.- Departamento de Normalización e Inspección de Calidad --
Frutícola. Clasificación de Defectos "Banano". CONA-
FRUT. México (1980).
- 14.- Departamento de Promoción Comercial. Estadísticas de --
Producción Frutícola Nacional (1975-1984). CONAFRUT. --
México.
- 15.- Dirección General de Economía Agrícola. Estadísticas --
de Producción Nacional de Fruta (1975-1984). S.A.R.H.,
México.
- 16.- Dirección General de Estadística y Aduanas. Tabulares-
de Comercio Exterior. Exportación Nacional de Fruta --
Fresca (1975-1984). S.P.P., México.
- 17.- Dirección General de Normas. Norma Oficial Mexicana --
NOM-FF-29-1982. Productos Alimenticios No Industriali-
zados para uso Humano--Fruta Fresca-Plátano (Banano). --
(Musa sapientum L.) en Estado Fresco. México (1982).
- 18.- Earle, R.L. Ingeniería de los Alimentos. Editorial -
Acribia. Zaragoza, España (1968).
- 19.- EMAG B6A Maschinen fabrik. Fibre Extraction Machine-
of Banana and Abaca Systems. D 7335 Salach/Württ., --
Austra Be 24, Postfach 1210. West Germany.
- 20.- Embs, J.R. and Markakis, P. Mechanism of Sulfite Inhi-
bition of Browning Caused by Polyphenoloxidase. J. Food
Sci. 30:753 (1965).
- 21.- Fernandez, K.M. et al. Physical Changes During Ripen--

- ing of Silver Bananas. J. Food Sci. 44(4): 1254-1255 - (1979).
- 22.- Fran Rica Mfg. Inc. Aseptic Drum Filling Sistem for - Fruit Purees. Bishopric Company. Stockton, Califor-- nia, U.S.A. (1981).
- 23.- Fruit Dispatch Company. Chemical and Physical Changes- in Banana During Ripening and their Relation to Flavor - and Food Value. United Fruit Company, New York (1942).
- 24.- Fujimoto, S. et al. Studies on Banana Starch 1. Iso- lation of Starch from Green Bananas. Chem. Abstr.(1979) 91: 15671w.
- 25.- Galeazzi, M.A.M., et al. Isolation, Purification and - Physicochemical Characterization of Polyphenoloxidase -- (PPO) from a Dwarf Variety of Banana (Musa cavendishii, - L.). J. Food Sci. 46(1): 150-155 (1981).
- 26.- Galeazzi, M.A.M., et al. Substrate Specificity and Inhi- bition of Polyphenoloxidase (PPO) from a Dwarf Variety - of Banana (Musa cavendishii, L.). J. Food Sci. 46(5):- 1404-1406 (1981).
- 27.- Glass, R.N. and Rand, A.G. Jr. Alginate Immobilization of Banana Pulp Enzymes for Starch Hydrolysis and Sucrose Interconversion. J. Food Sci. 47(6): 1836-1839 (1982).
- 28.- Golstein, J.L. and Swain, T. Changes in Tannins in Ri- pening Fruits. Phytochemistry 2:371 (1963).
- 29.- Hulme, A.C. The Proteins of Fruits and their Involve-- ments as Enzymes in Ripening. J. Fd. Technol. 7:343 -- (1972).
- 30.- Instituto de Nutrición de Centroamerica y Panama. Ta-- bla de Composición de los Alimentos para uso en América- Latina. Guatemala, C.A. (1961).

- 31.- Instituto Mexicano de la Nutrición. Tablas de Valor Nutritivo de los Alimentos Mexicanos. México (1974).
- 32.- Jacobs, Morris B. The Chemical Analysis of Foods and Food Products. Robert E. Kieger Publishing 3a. Edition (1973).
- 33.- Kayisu, K., et al. Characterization of Starch and Fiber of Banana Fruit. J. Food Sci. 46(6): 1885-1890 - (1981).
- 34.- Kayisu, K. and Hood, L.F. Molecular Structure of Banana Stach. J. Food Sci. 46(6): 1894-1897 (1981).
- 35.- Kawabata, A. and Sawayama S. Changes of the Contents of Sugars, Starch and Pectic Substances of the Activity in Banana During Ripening. Chem. Abstr.(1974)81:48718q.
- 36.- Kenyhercz, T.M. and Kissinger, P.T. Identification and Quantitation of Tryptofan and Tyrosine Metabolites in the Banana by Liquid Chromatography with Electrochemical Detection. J. Food Sci. 43(4): 1354-1356 (1978).
- 37.- Ketiku, A.O. Chemical Composition on Unripe(Green) and Ripe Plantain (Musa paradisiaca). J. Sci. Food Agr. -- 24:703 (1973).
- 38.- Lamshing Fu, Winston. Anteproyecto para la Elaboración de Mielles a Partir de los Rechazos de la Producción de Plátano (Tesis). Facultad de Química, UNAM (1978).
- 39.- León A. Manual de Prácticas Recomendadas para la Preco-secha, Cosecha, Transporte, Selección y Clasificación, - Envasado y Conservación del Banano en Estado Fresco. - CONAFRUT. México (1976).
- 40.- Lii Cheng-Yi, et al. Investigation of the Physical and Chemical Properties of Banana Starches. J. Food Sci. -

- 41.- Loesecke, H.W. Von. Bananas. 2o. Ed. Interscience-Publishers Inc., New York (1950).
- 42.- Lund, Daryl B. Effect of Commercial Processing on Nutrients. Food Technology Vol.33 No.2 28-34 (1979).
- 43.- Manuales de Educación Agropecuaria, S.E.P. Cultivos de Plantación. Area: Producción Vegetal. Editorial Trillas. México (1982).
- 44.- Manuales de Educación Agropecuaria, S.E.P. Elaboración de Frutas y Hortalizas. Area: Industrias Rurales. -- Editorial Trillas. México (1983).
- 45.- Manuales de Educación Agropecuaria, S.E.P. Control de Calidad de Productos Agropecuarios. Area: Industrias Rurales. Editorial Trillas. México (1982).
- 46.- Mao, W.W. and Kinsella, J.E. Amilasa Activity in Banana Fruit: Properties and Changes in Activity with Ripening. J. Food Sci. 46(4): 1400-1403 (1981).
- 47.- Medina, M.B., et al. Identification of Starch and Protein Components of Green Banana Tissue by Scanning Electron Microscopy and Using Selective Stains for X-Ray -- Fluorescent Microanalysis. J. Food Sci. 43(1): 116-120 (1978).
- 48.- Nagle, N.E. and Haard, N.F. Fractionation and Characterization of Peroxidase from Ripe Banana Fruit. J. Food Sci. 40: 576-579 (1975).
- 49.- National Academy of Science. Chemicals used in Food -- Processing. National Research Council. Washington, - D.C. (1974).
- 50.- National Academy of Science. Recommended Dairly Dietary Allowance. Food and Nutrition Board. National Rese--

- arch Council. Washington D.C. (1980).
- 51.- Ostmark, E.H. and Evers, C. Guía Practica para el Cultivo del Banano. Departamento de Investigaciones Agrícolas Tropicales. United Fruit Company (1975).
- 52.- Partil, D.L. and Magar, N.G. Biochemical Changes in Banana Fruits During Ripening. Biol. Abstr. (1977) 64: - 68667.
- 53.- Polo Celis A. El Plátano en México. Secretaría de -- Agricultura y Fomento. México (1942).
- 54.- Potter Norman N. La Ciencia de los Alimentos. Editorial Edutex. México (1978).
- 55.- Programa Nacional del Plátano. Patrón de Calidad para Bananas: Valery, Enano, Rombón, Roatán. CONAFRUT. -- S.A.G. (1978).
- 56.- Programa Nacional del Plátano. Reglas de Oro para el - Manejo de las Bananas: Escala de Colores. CONAFRUT. - S.A.G. (1978).
- 57.- Ramirez-Martinez, J.R. et al. Astringency in an Intermediate Moisture Banana Product. J. Food Sci. 42(5): - 1201-1203 (1977).
- 58.- Robach, M.C. Use of Preservatives to Control Microorganisms in Foods. Food Technology Vol.34 No.10 81-83 - (1980).
- 59.- Shantha, H.S. and Siddappa, G.S. Physicochemical Nature of Banana Pseudostem Starch. J. Food Sci. 35:72 - (1970).
- 60.- Shibamoto, Takayuki. Occurrence of Mutagenic Products - in Browning Model Systems. Food Technology Vol.36 No.3 59-62 (1982).

- 61.- Shukla, R.N., et al. Carbohydrate Metabolism in Musa paradisiaca. Chem. Abstr. (1973) 79:40029d.
- 62.- Simmonds, N.W. Los Plátanos. Editorial Blume. Barcelona, España (1973).
- 63.- Terra, N.N. et al. Starch-Sugar Transformation During-Banana Ripening: The behavior of UDP-Glucose Pyrophosphorylase, Sucrose Synthetase and Invertase. J. Food Sci. 48(4): 1097-1100 (1983).
- 64.- Tressl R. and Drawert F. Biogenesis of Banana Volatiles. J. Agr. Food Chem. 21:560 (1973).
- 65.- United Fruit Sales Corporation. Banana Ripening Manual. Boston, Mass. (1964).
- 66.- UNIFRUIT-Equipment Departament (No.14, 2o, Rev.). Banana Ripening Manual. The Fruit Dispatch Company. New-York (1942).
- 67.- Van der Kuip, E.J. et al. Utilización de Harina de Banano Verde en el Concentrado para Terneros. Instituto-Nacional de Investigaciones Agropecuarias (I.N.I.A.P.) - del Ecuador. Estación Experimental de Santa Catarina. Ecuador, Noviembre (1969).
- 68.- Vidal-Valverde C., et al. Pectic Substances in Fresh, Dried, Disiccated, and Oleaginous Spanish Fruits. J. - Agric. Food Chem. 30: 832-835 (1982).
- 69.- Weaver C. and Charley H. Enzymatic Browning of Ripening Bananas. J. Food Sci. 39(4): 1200-1202 (1974).

SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL
NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-FF-29-1982

PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO INDUSTRIALIZADOS PARA
USO HUMANO - FRUTA FRESCA - PLÁTANO (BANANO) -
(MUSA SAPIENTUM L.) EN ESTADO FRESCO.

DIRECCION GENERAL DE NORMAS

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Oficial Mexicana establece las características de calidad que debe cumplir el plátano (Musa sapientum L.) en sus distintas variedades destinado al consumo humano directo.

2 REFERENCIAS

Esta Norma Oficial se complementa con las vigentes de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

- NOM-FF-6 Productos alimenticios no industrializados para uso humano - Fruta Fresca - Terminología.
- NOM-FF-8 Productos alimenticios no industrializados para uso humano - Fruta Fresca - Determinación del Tamaño en base al peso unitario.
- NOM-FF-9 Productos alimenticios no industrializados para uso humano - Fruta Fresca - Determinación del Tamaño en base al diámetro ecuatorial.
- NOM-Z-12 Muestreo para la Inspección por atributos.
- PM/NORCOFRUT 1/1976 Plan de muestreo e inspección de calidad para fruta fresca.

3 DEFINICION DEL PRODUCTO

Para los efectos de esta Norma, se entiende por plátano* a la fruta de color verde al amarillo, de pulpa blanca a blanco -- cremoso, correspondiente al género Musa y especie sapientum L.

* Aunque botánicamente se designa como banano, para efectos de esta Norma lo denominaremos plátano.

4 TERMINOLOGIA

4.1 Defectos Menores

Se consideran defectos menores, las ligeras manchas por raspa duras, costras, romaduras, látex y cualquier otro defecto que no ha penetrado o quebrado la cáscara, que cubra 1.5 cm^2 del dedo, que no afecte más de dos dedos por mano o gajo.

4.2 Defectos Mayores

Los detallados en 4.1 cuando la superficie afectada sea mayor de 1.5 cm^2 pero menor de 2.0 cm^2 , además de presencia de daños de plagas, quemaduras de sol, grietas cicatrizadas, magulladuras y otros que no afecten la pulpa.

4.3 Defectos Críticos

Heridas no cicatrizadas, ataques por enfermedades, plagas o cualquier otro defecto que cause que la fruta sea considerada sin valor comercial.

4.4 Dedo

Denominación de una fruta individual.

4.5 Gajo

Es el conjunto de 4 a 10 dedos insertos en una corona y que se obtienen al dividir por corte u otro medio la mano.

4.6 Grado de llenura

Es el grosor de la fruta, medido a la mitad de la longitud del dedo.

4.7 Mano

Significa el conjunto de dedos o frutas individuales que se insertan en una corona en el eje del racimo.

4.8 Racimo pobre

Se llaman así los caracterizados por tener 5 o 6 manos.

4.9 Para otras definiciones relacionadas con esta Norma se debe consultar la NOM-FF-6 (véase Capítulo 2).

5 CLASIFICACION Y DESIGNACION DEL PRODUCTO

El plátano se clasifica de acuerdo a sus especificaciones en cuatro grados de calidad.

México Extra
México No. 1
México No. 2
México No. 3

El producto clasificado se designa por su nombre, variedad, - color y grado de calidad. El producto que no ha sido clasificado de acuerdo con alguno de los grados anteriormente enunciados se designará como "No Clasificado".

El término "No Clasificado" no es un grado dentro del texto - de esta Norma, sino una designación que denota que ningún grado de calidad se ha dado al lote.

6 ESPECIFICACIONES

El producto objeto de esta Norma en sus diferentes grados de calidad, debe cumplir con las especificaciones siguientes:

6.1 Especificaciones sensoriales

6.1.1 Los plátanos deben:

6.1.1.1 Estar bien desarrollados, enteros, sanos, frescos, de consistencia firme y cáscara lisa.

6.1.1.2 Tener forma, sabor y olor característicos.

6.1.1.3 Estar exentos de humedad exterior anormal.

6.1.1.4 Estar prácticamente libres de descomposición o pudrición.

6.1.1.5 Estar prácticamente libres de defectos de origen-mecánico, entomológico, microbiológico, meteorológico y genético-fisiológico.

6.1.2 Los racimos:

6.1.2.1 No deben presentar ni mano falsa, ni bellota y -- tampoco estar demasiado raleados.

6.1.3 Color:

6.1.3.1 El plátano se clasifica del verde al amarillo con

puntos de color café de acuerdo a su Patrón Oficial de Color.

6.1.3.2 Para considerar que un lote es de la calidad, México Extra, México No. 1, México No. 2 o México No. 3, su color debe corresponder con uno de los colores del Patrón Oficial de color para plátano.

6.2 Especificaciones físicas

6.2.1 Tamaño

a) De los plátanos

Se determina en base a la longitud en cm. de la curvatura externa y al grado de llenura de los dedos.

b) De los racimos

Se determina en base al número de manos que tenga el racimo o al peso del mismo.

6.2.1.1 México Extra

Los plátanos deben presentar un largo mínimo de 20 cm y un grado de llenura mínimo de 3.25 cm (41/32 de pulgada).

6.2.1.2 México No. 1

Los plátanos deben presentar un largo mínimo de 18 cm y un grado de llenura mínimo de 3.0 cm (37/32 de pulgada).

6.2.1.3 México No. 2

Los plátanos deben presentar un largo mínimo de 17 cm y un grado de llenura mínimo de 3.0 cm (37/32 de pulgada).

6.2.1.4 México No. 3

Los plátanos deben presentar un largo mínimo de 15 cm y un grado de llenura mínimo de 2.85 cm (36/32 de pulgada).

6.3 Especificaciones de madurez

Los plátanos deben cortarse en su punto sazón el cual se determina en base al grado de llenura que no debe ser menor de 2.85 cm (36/32 pulgadas).

6.4 Especificaciones de defectos

6.4.1 México Extra

Estar libres de cualquier defecto y dentro de las tolerancias

establecidas para esta calidad (véase 6.6.2).

6.4.2 México No. 1

Estar prácticamente libres de cualquier defecto y dentro de las tolerancias establecidas para esta calidad (véase 6.6.2).

6.4.3 México No. 2

Puede presentar como máximo un defecto menor y dentro de las tolerancias establecidas para esta calidad (véase 6.6.2).

6.4.4 México No. 3

Puede presentar como máximo un defecto mayor y dentro de las tolerancias establecidas para esta calidad (véase 6.6.2).

6.5 Especificaciones de presentación

6.5.1 México Extra

Los plátanos deben ser envasados siguiendo una rigurosa selección dejando cada envase perfectamente presentado y su aspecto global debe ser uniforme, en cuanto a color y tamaño, dentro de las tolerancias establecidas para color y tamaño para esta calidad (véase 6.6.1).

6.5.2 México No. 1

Los plátanos envasados pueden presentar variaciones en cuanto a homogeneidad en lo concerniente a color y tamaño, dentro de las tolerancias establecidas para color y tamaño para esta calidad (véase 6.6.1).

6.5.3 México No. 2 y México No. 3

Los plátanos dentro de estas calidades pueden presentarse a granel (en racimos) y pueden presentar variaciones en cuanto a color y tamaño, dentro de las tolerancias establecidas para color y tamaño para estas calidades (véase 6.6.1).

6.6 Tolerancias

Para las especificaciones sensoriales, físicas y de defectos, en los distintos grados de calidad, se permiten como máximo las tolerancias siguientes:

6.6.1 Tolerancias de tamaño y color

TOLERANCIA DE	CALIDAD			
	MEXICO EXTRA	MEXICO No. 1	MEXICO No. 2	MEXICO No. 3
Color	10%	20%	-	-
Tamaño	10%	20%	25%	30%

6.6.2 Tolerancias de defectos

Para todos los grados de calidad mencionados, se permitirán - las siguientes tolerancias de defectos.

TABLA 2

TIPO DE DEFECTOS	TOLERANCIAS EN	
	PUNTO DE EMBARQUE	PUNTO DE ARRIEO
Defectos Críticos	4%	5%
Defectos Mayores	6%	7%
Defectos Menores	10%	12%
Acumulativo	10%	12%
Pudrición	0.5%	1%

6.6.3 En las tolerancias de color, tamaño y defectos, - se da el porcentaje permitido para el lote.

6.6.4 Cuando el plátano se envasa, la evaluación se debe hacer por peso y cuando no se envasa la evaluación debe hacerse por conteo.

NOTA: Residuos tóxicos.- Estarán sujetos a las tolerancias establecidas por la Secretaría de Agricultura y Recursos-Hidráulicos y la Secretaría de Salubridad y Asistencia, incluyendo aquellos correspondientes a los residuos de plaguicidas, de productos mejoradores de la apariencia y otros.

7 MUESTREO Y TOMA DE MUESTRA

El muestreo del producto podrá establecerse de común acuerdo entre el vendedor y comprador, a falta de este, se debe llevar a cabo, de acuerdo con las indicaciones dadas en la NOM-2-12- y el Plan de Muestreo e Inspección de Calidad de Fruta Fresca PM/NORCCFRUT-1/1976.

TABLA 1

TOLERANCIA DE	CALIDAD			
	MEXICO EXTRA	MEXICO No. 1	MEXICO No. 2	MEXICO No. 3
Color	10%	20%	-	-
Tamaño	10%	20%	25%	30%

6.6.2 Tolerancias de defectos

Para todos los grados de calidad mencionados, se permitirán - las siguientes tolerancias de defectos.

TABLA 2

TIPO DE DEFECTOS	TOLERANCIAS EN	
	PUNTO DE EMBARQUE	PUNTO DE ARRIBO
Defectos Críticos	4%	5%
Defectos Mayores	6%	7%
Defectos Menores	10%	12%
Acumulativo	10%	12%
Pudrición	0.5%	1%

6.6.3 En las tolerancias de color, tamaño y defectos, - se da el porcentaje permitido para el lote.

6.6.4 Cuando el plátano se envasa, la evaluación se debe hacer por peso y cuando no se envasa la evaluación debe hacerse por conteo.

NOTA: Residuos tóxicos.- Estarán sujetos a las tolerancias establecidas por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y la Secretaría de Salubridad y Asistencia, incluyendo aquellos correspondientes a los residuos de plaguicidas, de productos mejoradores de la apariencia y otros.

7 MUESTREO Y TOMA DE MUESTRA

El muestreo del producto podrá establecerse de común acuerdo entre el vendedor y comprador, a falta de este, se debe llevar a cabo, de acuerdo con las indicaciones dadas en la NOM-Z-12- y el Plan de Muestreo e Inspección de Calidad de Fruta Fresca PM/NORCOFRUT-1/1976.

8 METODOS DE PRUEBA

Para verificar si un lote cumple con las especificaciones de tamaño y madurez establecidas en esta Norma, las determinaciones correspondientes deben realizarse de acuerdo a los procedimientos establecidos en las Normas enunciadas en el Capítulo 2 (véase Capítulo 2).

NOTA: Los métodos consisten principalmente en medir la longitud y grado de llenura de un dedo exterior de una mano.

9 MARCADO, ETIQUETADO, ENVASE Y EMBALAJE

9.1 Marcado o etiquetado

9.1.1 Cada envase debe llevar en el exterior una etiqueta o impresión permanente, con caracteres legibles e indelebiles, -- redactados en español, que tengan como mínimo los datos siguientes.

- Plátano en estado fresco
- Identificación simbólica del plátano en estado fresco.
- Marca o identificación simbólica del productor o envasador
- Nombre y dirección del productor, distribuidor y cuando se requiera, el del importador
- Zona regional de producción y la leyenda "Producto de México"
- Fecha de envasado y designación del producto
- Contenido neto en gramos o kilogramos

NOTA: Todos los textos anteriores pueden figurar en otro idioma, cuando el producto sea para exportación y el importador lo requiera.

9.2 Envasado y presentación

El acomodo de los plátanos dentro de cada envase, debe hacerse de acuerdo con el "Manual de Prácticas Recomendadas para la cosecha, transporte, selección y clasificación, envasado y -- conservación de plátano en estado fresco".

9.3 Características de los envases

Las características de los envases establecidas en esta sección, son de carácter general.

9.3.1 Los envases deben reunir la calidad y resistencia que garanticen el estibado y la transportación al lugar de consumo.

9.3.2 Los envases pueden ser de madera, cartón u otro material aceptable y conveniente, de las dimensiones que se adapten a las necesidades de transportación nacional e internacional.

9.3.3 Los envases deben reunir las condiciones de higiene, ventilación y resistencia a la humedad y temperatura, que garanticen una adecuada conservación de la fruta y su manejo.

9.3.4 Envase de cartón

Con las siguientes dimensiones.

TIPO DE ENVASE	DIMENSIONES (cm)		CAPACIDAD APROXIMADA
	EXTERIORES	LARGO X ANCHO X ALTO INTERIORES	
Cartón	52.0 x 39.5 x 25.0	50.0 x 37.0 x 23.0	* 19 kg. - netos.

* La resistencia del cartón es de 19.3 kg/cm²

10 BIBLIOGRAFIA

Anónimo. Archivo del Departamento de Normalización e Inspección de Calidad Frutícola de la Comisión Nacional de Fruticultura (S.A.R.H.)

NOM-Z-13-1977. Guía para la redacción, estructuración y presentación de las Normas Oficiales Mexicanas.