

870127

# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

25  
2ej

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS



## IDENTIFICACION DE CONSTITUYENTES DE LA CASCARA DE CUATRO VARIETADES DE PLATANO (MUSA SAPIENTUM).

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO  
P R E S E N T A :  
**JOSE LUIS ROJAS AREVALO**

ASESOR: Q. F. B. ROSA MARIA MUÑOZ SAUCEDA  
GUADALAJARA, JAL. 1989.

**FALLA DE ORIGEN**



## **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.

# I N D I C E

	PAGS.
I.- Introducción	1
II.- Generalidades	5
a).- Plátano	5
b).- Flores	6
c).- Fruto	7
d).- Plátano macho	8
e).- Plátano pera	10
f).- Banano roatán	12
g).- Banano dominico	13
h).- Industrialización del fruto	14
i).- Utilización de la cáscara de banano y plátano	15
j).- Análisis químico	17
k).- Alcaloides	21
l).- Taninos	23
m).- Flavonoides	25
n).- Minerales	26
n).- Quinonas	27
o).- Glicósidos cardiotónicos y azúcares	27
III.- Estudio químico	29
1).- Análisis cualitativo	29
2).- Análisis cuantitativo	35
IV.- Resultados	37
V.- Conclusiones	39
VI.- Bibliografía	40

## I.- INTRODUCCION

La historia de la química abunda en intentos de separar substancias puras de los vegetales.

Entre ellos destacan el aislamiento de la sacarosa por Margraff en 1747, y la obtención por Scheele, entre 1769 y 1786, de los ácidos láctico, cítrico, oxálico, málico, gálico y tartárico.

En 1806, Serturner señaló una etapa importante en la ciencia, con la obtención del primer alcaloide: la morfina.

Años después, Pelletier y Caventou separan de otras plantas medicinales la quinina, estricnina y otros alcaloides.

Liebig y Wochler en 1837, separan la goma de Benjuí y el ácido benzoico y el benzaldehído. De las hojas de la digitalera se aisló, en 1828, la digitalina. Abreviando una larga historia, la teoría estructural de la química orgánica propuesta en 1858, permitió visualizar cómo estaban dispuestos los átomos en la molécula e inspiró la búsqueda de la estructura y síntesis de los productos vegetales y así, en 1868, Lieberman y Graebe aclararon la estructura de la alicarina y en 1873 lograron su síntesis total.

En 1833 se sintetizó el índigo. En 1923, Willstaetter sintetizó la cocaína aislada por Niemann en 1860. A partir de 1917, Robinson empezó a estudiar la biogénesis de alcaloides, pigmentos vegetales y otros productos de las plantas, mientras que otros investigadores trataron de encontrar

la relación entre las sustancias aisladas de los vegetales y su clasificación taxonómica, sus condiciones de cultivo y otros factores externos.

Se sabe que muchos de los once mil compuestos aislados hasta enero de 1971, son productos de degradación o transposición que ocurren durante el aislamiento y se deben a la influencia de enzimas o agentes químicos extraños.

Los productos naturales de origen vegetal son recursos renovables de múltiple uso para el hombre. Le proporcionan alimentos para la subsistencia, fibras textiles para vestirse y material para construir casas; deleitan por su aroma y colorido; curan o intoxican, según sus propiedades; y regeneran el aire que respira.

Por su participación en los ciclos biológicos, las plantas son indispensables para la supervivencia del hombre.

La información obtenida de la investigación de compuestos de origen vegetal ayuda a comprender la fisiología y bioquímica de los organismos que los producen y lograr su mejor aprovechamiento con fines científicos y económicos.

Los plátanos son plantas herbáceas de altura variable. Hay unas 70 especies y cerca de 200 variedades, nativas de Asia y África.

Pueden clasificarse en tres grupos: de frutos comestibles, plátanos ornamentales y plátanos filamentosos.

El plátano es feculento cuando no ha llegado a su completa madurez tornándose después azucarado y aromático.

Su forma es casi cilíndrica, más o menos grande según las especies, arqueado y de corteza verde cuando no está maduro, cambiando al amarillo manchado o morado después, según las especies. Tarda en madurar 3 ó 4 meses.

Las semillas, se atrofian por lo que esta clase de plátanos se reproduce por hijuelos que nacen al pie de las plantas adultas.

Para desarrollarse con lozanía, necesita un clima esencialmente tropical con abundante humedad atmosférica, y una temperatura media de 25 grados centígrados.

Prospera en terrenos sueltos y húmedos con abundancia de humus.

En el estado de Tabasco consideran como un terreno excelente el de aluvión de las márgenes de los ríos, que sufren ligeras inundaciones anuales, así como las tierras negras y sueltas de las lomas.

El más grande enemigo que tiene un plátano es el viento huracanado, que en pocos minutos destruye un plantío, el ganado también lo perjudica.

Otro enemigo del plátano es el mal de Panamá ocasionado por un hongo (*Fusarium cubense*) que marchita las plantas.

El desarrollo de esta plaga está favorecido por un suelo pobre, mal drenado y demasiado ácido.

Otro hongo nocivo es el *Cercospora musae* que ocasiona el chamusco, llamado así porque las hojas de la planta en---

terma aparecen como chamuscadas. El plátano constituye un alimento altamente energético, puede poseer determinadas propiedades terapéuticas, es bien tolerado por el organismo y ejerce una acción favorable sobre la flora intestinal.

Aunque se consume preferentemente fresco o en frituras como complemento de diferentes platos, son numerosas las posibles usos del banano, así como de los productos derivados del mismo elaborados a nivel industrial.

En los últimos años el proceso de industrialización del plátano se ha ido incrementando debido a que su comercialización ha prosperado, sobre todo en países donde no se dispone con facilidad de plátanos frescos.

Su cáscara es un elemento de bajo aprovechamiento y por lo tanto de poco estudio, se desconocen sus constituyentes pero se tiene idea de que es usada como droga alucinógena por individuos de escasos recursos, de allí el interés por determinar sus componentes.

En cuanto a su hipótesis se espera detectar alcaloides en la cáscara del plátano de cuatro variedades diferentes, para así comprobar el efecto alucinógeno, ya que usada alcohólica es usada como droga popularmente.

## II.- GENERALIDADES

### a).- Plátano:

Botánicamente hablando el plátano es el designado científicamente con el nombre de *Musa paradisiaca* y el banano, con el nombre de *Musa sapientum*.

Plantas del orden de las Escitamiáceas de la familia de las Musáceas. Estas plantas son de tronco herbáceo, (rizocárpico); por su configuración semejan esbelta palmera, su cepa es una masa carnosa, que recuerda a las cebollas o a alguna *Aracea* gigantesca, forma un disco o masa carnosa, de la que salen raíces de su cara inferior y lateral; éstas son fibrosas, largas, algo ramificadas, penetrantes oblicuamente y horizontalmente en la tierra.

De esta masa carnosa, en su parte superior, salen brotes cilíndricos en cono, que, con el desarrollo, forman pecíolos de las hojas que, al principio constituyen vaina en semicírculo, que alcanzan en su pleno desarrollo, según la variedad, entre 2 y 5 metros de altura y de 20 a 50 cms. de diámetro.

Estos pecíolos son herbáceos, cuentan de 2 láminas anchas, lisas, una interior y otra exterior, rellenas de un tejido esponjoso semejando células cuadradas, rellenas de agua vegetal; estos pecíolos son generalmente verdes o rojizos, violáceos o manchados de negro, según la variedad; en su interior la coloración pasa del verde claro a blanco marfil, por falta de luz para formar la clorofila, al no estar en contacto con el aire y el sol.



En el interior del conjunto de pecíolos se forma el --- verdadero tallo o escapo, este es de mayor consistencia que los pecíolos, por estar compuestos por una masa carnosa que reviste un conjunto de fibras; y al final de este tallo se --- desarrolla la flor.

Las hojas gigantescas, penatífidas, se desarrollan precisamente en el ápice o cumbre de los pecíolos y, en cada -- uno de éstos, se desarrolla una hoja de 2 a 3 metros de largo, por 30 a 50 centímetros de ancho, formando un elegante --- penacho de hojas enteras, al principio de lámina enrollada --- que en su pleno desarrollo se desenvuelven, con nervadura --- central y lateral; la central es prolongación del pecíolo y las laterales son simétricamente dispuestas, en ángulo recto al nervio central y separadas paralelamente en uno y otro -- lado, y una de otra según la variedad de 1 a 3 centímetros; entre estas nervaduras se encuentra una membrana lisa, delgada, frágil, de color verde oscuro o claro, en su faz superior y en la inferior está recubierta de un polvo blanquecino ceroso.

b).- Flores:

Epiginas, asimétricas con perianto de dos verticilos, --- androceo de cinco estambres infértiles, por aborto del óvu-- lo; el tallo floral, termina en un escapo cónico invertido y revestido de brácteas carnosas apretadas, de color púrpura o violáceo más o menos claro, que se enrollan hacia atrás y -- caen cuando cada grupo de flores termina su evolución, de--- jando al descubierto los frutos en dos hileras y terminados por la flor, representando cada hilera una bráctea o espata;

estas flores son blanco marfil, con nectario que escurre un líquido albuminoso, dulce, de grato sabor, muy buscado por toda clase de insectos y avcillas, especialmente los colibríes (pájaro monca).

Los racimos terminan en una bellota, formada por las brácteas, que no llegan a abrirse, semejando una especie de rabo sinuoso, por las hileras que no llegaron a ser fecundadas (formar fruto).

c).- Fruto:

Es una baya envuelta en una cápsula fibrosa, carnosa o algo coriácea, que semeja un zurrón, es diverso el colorido según la variedad, ya sea externo, (la envoltura) o interior (la pulpa), unas veces es amarillo claro u oscuro, rojizo o violáceo claro, el interior está compuesto de pulpa muculenta, compacta, tierna en su completa sazón, farinácea, dulce-bien maduro; esta masa está formada por tres divisiones en las que se pueden observar unos granos atrofiados de color moreno o negrusco, insertos en el borde de estas tres divisiones; el desarrollo de la pulpa se debe precisamente al atrofiamiento de las semillas; (en las especies ornamentales y textiles, la fecundación es perfecta, la semilla se forma a expensas de la pulpa y reservas alimenticias, especialmente el almidón) por este motivo en las especies comestibles, si no desarrollarse la semilla, esos almidones se transforman en azúcares muy especialmente en los bananos.

El número de frutos o manos, es menor en los plátanos-- que en los bananos sus troncos son por lo general más altos, alcanzando de 6 a 8 metros; la disposición de las manos o --

frutos es también distinta, siendo en curva divergente hacia arriba, los frutos son más curvos, la pulpa es feculenta, -- poco jugosa, azucarada y aromática.

d).- Plátano macho:

Es el plátano, tal vez de mayor tamaño conocido; generalmente son de 30 a 35 centímetros de largo y de 5 a 6 de diámetro; su pulpa es dulce y algo tudente, bien maduro, -- especial para trefr y para alimento de pájaros cautivos.

Posee un pseudo-tallo que varía desde 390 a 450 centímetros de altura, de forma cónica, de 41 centímetros de circunferencia y de color verde pálido tendiendo a rosado con -- ocultas manchas negras.

Las hojas son de tamaño medio con respecto a la mayoría de los clones, de 261 centímetros de largo por 90.5 centímetros de ancho, el peciolo es largo y delgado cuyo canal es -- medianamente cerrado con bordes de color rosado suave.

El limbo es de color verde pálido, de aspecto grueso y ligeramente rugoso.

Este clon completa su ciclo total en 352 días, de los -- cuales 237 corresponden al período desde la emergencia a la floración y 114 de este último estadio o hasta la madurez -- fisiológica, aproximadamente.

El racimo producido es de 78.5 centímetros de largo y -- pesa 15 kilogramos en promedio, contiene alrededor de 7.5 -- mannos igualmente separadas en un eje que es medianamente robusto y corto; contiene aproximadamente 4.5 dedos por mano.

Los dedos o frutos individuales son grandes, de forma - algo similar a un cuerno, razón por la cual se le ha clasi-  
ficado con anterioridad como *musa corniculata* Lour de pedú-  
nculos medianamente largos y delgados, con aristas relativemen-  
te pronunciadas. (3)

Son curvos, al madurar adquieren un color amarillo en - el exocarpio y rosado en el endocarpio.

Es un clon resistente al mal de Panamá y al chamunco; - por el contrario, es altamente susceptible al picudo negro y es posible que sea muy susceptible a nemátodos; resiste ade-  
cuadamente períodos prolongados de sequía, al igual que el - dominico.

Es conveniente hacer notar que posee un porcentaje me-  
nor de transformación de almidones en azúcares en compara-  
ción con el dominico, trayendo como consecuencia que primero  
sea menos dulce que esté último.

Este clon es también usado como sombra temporal de ca-  
cao o café.

Se le ha atribuido a la savia o jugo de todos los piá-  
tanos algunas propiedades curativas conocidas, encontrándose  
entre ellas el untado de la savia en el cuero cabelludo para  
evitar la caída y estimular el crecimiento del pelo, así co-  
mo la toma de ciertas cantidades de savia para curar la tu-  
berculosis.

Sobre este último aspecto, Arteaga (1957) señala los --  
resultados altamente positivos contra la tuberculosis obte--

nidos a base de tratamientos de savia de plátano en el Salvador, así como la terapéutica de algunos casos de ensanchamiento de la tiroides mediante la ingestión del extracto -- fluido de la raíz del plátano.

Agrega que si bien todos los plátanos tienen esta propiedad, el mejor para estos fines es el macho denominado por él como plátano lago o zapalote.

e).- Plátano pera:

Es de porte regularmente vigoroso, con pseudotallo de color verde pálido brillante, con ausencia completa de manchas negras, conforme, de 425 centímetros de altura y 35 -- centímetros de circunferencia, adquiriendo una marcada posición inclinada debido al peso del racimo sin embargo, no -- llega a quebrarse.

Las hojas son medianamente grandes, de 240 centímetros de largo por 75 centímetros de ancho y de color verde oscuro; los pecíolos son largos con margen completamente cerrado.

El ciclo total de la planta queda cubierto en 324 días, de los cuales 211 corresponden al período de emergencia a -- floración y 113 desde la floración hasta la madurez fisiológica, aproximadamente.

Presenta una gran capacidad para producir hijos.

El racimo de este clon es de tamaño medio, varía desde 12 hasta 17 kilogramos de peso y es de aproximadamente 69 -- centímetros de largo.

Posee un promedio de 6.2 manos medianamente separadas - entre sí con 12 dedos cada una.

Estos últimos son de forma rectangular con cuatro aristas bien definidas (de ahí el nombre de cuadrado), de 16 centímetros de longitud y 15.5 de circunferencia.

Los frutos son rectos, de color verde obscuro los cuales se transforman en un amarillo atractivo en la madurez de consumo; se disponen casi perpendicularmente con respecto al eje del racimo, existiendo una marcada separación entre las dos hileras de frutos en cada mano; con pedicelo largo y delgado no existiendo la tendencia a desprenderse del racimo en la madurez.

Aún cuando la forma y posición de los dedos es desventajosa con respecto al manejo, este cion no tiene problemas de magullamientos debido a la resistencia del exocarpio; contiene un promedio de 77 dedos o frutos por racimo. (3)

El cion cuadrado tiene características excepcionales en cuanto a resistencia a factores adversos.

Es altamente resistente al chancaco, al viento, a condiciones de escasa humedad en el suelo y al mal de Panamá.

Stover (1972) señala que existen dos razas de *Fuvarium-oxyporum* i.e. cubense que atacan a las especies de *Musa*.

Las variedades roñón y manzano son altamente susceptibles a una raza; por el contrario el cuadrado es susceptible a la otra raza, al igual que es susceptible al picudo negro.

La altura de los bananos oscila entre 2 a 6 metros de altura; sus racimos son de un tamaño que alcanza entre los 60 centímetros y un metro setenta de alto; los frutos desde los 8 a 25 de largo y de 3 a 6 de diámetro, según donde se cultiven, pues depende del clima y terreno el que sean más o menos largos y desarrollados. (3)

#### 1).- Banano rotán:

Rotán. Tabasco, Gros michel, Long yellow, Musa sapientum superba. Los anteriores nombres son con los que se conoce la variedad de banano de exportación, esta variedad es originaria de Costa Rica y Honduras, América Central.

El tallo de esta variedad es de 5 a 6 metros de alto -- por 30 a 40 centímetros de grueso, de un hermoso color verde oscuro, con grandes hojas de nervaduras bien marcadas; el fruto está constituido por un gran racimo, los normales alcanzan a tener de 2 a 300 frutos de 15 a 25 centímetros de largo por 4 a 5 de diámetro, casi circulares, de cáscara lisa, fuerte, de 2 a 3 milímetros de grueso, de color verde -- oscuro al principiar su desarrollo, pasando al verde claro cuando están varazon (punto de corte) para terminar en una coloración amarillo cromo, de pulpa pastosa, dulce, aromática, los racimos de exportación llegan a pesar hasta 65 kilos y alcanzan de un metro a una treinta de largo.

Se observó que el periodo emergencia-flor es de 285 días, el periodo desde la floración hasta la madurez fisiológica es de 120 días y el ciclo total de la planta es cubierta en 405 días promedios aproximados, respectivamente. (3)

Este cion presenta alta susceptibilidad al mal de Panamá y al chamusco; sin embargo, se observa bastante resistencia a nemátodos y picudo negro, además es susceptible como todos los demás clones al moko o pudrición bacteriana causada por *Pseudomonas solanacearum*.

g).- *Banano dominico:*

*Musa regia*. Variedad de origen Asiático, llevada a Santo Domingo en 1635 por los misioneros españoles; esta variedad es muy rústica.

Adaptase en todos los climas tropicales y subtropicales con mucha facilidad.

Su tallo es erguido, alcanza hasta 5 y 6 metros de altura con tallos de 25 a 35 centímetros de gruesos, terminados en hermoso penacho de hojas de un verde brillante; racimo de regular tamaño llegando a pesar de 35 a 40 kilos con 100 a 130 frutos de 15 a 25 centímetros de largo y de 3 a 5 de diámetro, su cáscara es fuerte, de 2 a 2.5 milímetros de espesor, de un color verde oscuro en su desarrollo, pasando al amarillo ocre, en su madurez; pulpa harinosa, algo perlumada, dulce.

De este banano se obtiene excelente harina para pastelería.

El período comprendido entre la emergencia y la floración es de 259 días, el de la floración a la madurez fisiológica es de 127 días, complementándose el ciclo total en 386 días aproximadamente. (3)



Este clon es resistente al mal de Panamá y al chamusco; por el contrario es susceptible al picudo negro.

#### h).- Industrialización del fruto:

Elaboración de harina de plátano o banano. Para obtener esta harina se usan frutos que estén sanos, esta harina es especial para pastelería y es conocida en el mercado con el nombre de bananina; de la soca y tallo floral, tanto del plátano como del banano, se obtiene la harina conocida en el comercio con el nombre de musarina.

Otra de las industrias de mayor importancia es la del plátano pasado (evaporado) u orejones.

Tanto del banano como del plátano, pueden obtenerse del fruto además de alimento; vinagre, vino, cerveza, forraje -- para engorda y sostenimiento de cerdos y ganado bovino.

Del tronco se obtiene tinta indeleble, mordiente para tintorería y para curtir, así como para fijar colores en las telas más finas, para fabricar papel una vez seco el tronco y fibras.

Elaboración de vinagre. Para obtener un excelente vinagre, se utilizan los frutos excesivamente maduros casi en vías de descomposición, se colocan machacados con todo y cáscara sobre cedazos cuyo fondo en vez de ser malla de alambre sea de manta lavada de trama regular de la usada para el cielo raso, pero en este caso se coloca doble; estos cedazos se colocan sobre barriles en los que una de las tapas se eliminó; la pasta resultante del machacamiento del fruto, se riega con agua limpia lo más potable posible, el -

agua se rocfa a razón de 2 litros por cada 25 kilos de pulpa, poco a poco cae en el barril, se deja fermentar y después no queda otra operación que hacer que la de clarificar el líquido resultante.

1).- Utilización de la cáscara de banano y plátano:

La cáscara de estos frutos verdes al ser destinada para la elaboración de harina, así como el espódice y el pedúnculo, secos al sol, se queman y la ceniza se utiliza para la fabricación de jabón, por la gran cantidad de potasa que contiene.

En Filipinas y otros lugares utilizan el tronco para la refinación del azúcar de caña; para ésto dentro de los recipientes que usan para obtener el azúcar, colocan capas de esta alternadas con láminas delgadas de tronco de plátano o banana cortadas, precisamente al través, el agua vegetativa de estas láminas de tronco, se infiltra entre el azúcar apoderándose de las materias extrañas y nocivas que el azúcar contiene, dejando a esta azúcar cristalizada y pura a bajo costo.

El plátano puede ser usado como emoliente, pectoral, hemontático, el jugo de tronco para curar llagas o encoraciones y como medicamento antituberculoso.

La cáscara del fruto hervida y concentrada, es un buen vermífugo; el plátano mondado, evaporado y tostado a punto de café y molido grueso, es un gran sustituto del café, especial para niños y personas enfermas de los nervios porque contiene cafeína que es un excitante del sistema nervioso.

La raíz es excelente remedio antirreumático.

En cuanto a los plátanos ornamentales, tomaremos como tipo el Musa en ensete Gmel o plátano Abinia.

Se cultiva casi en todas partes con tal de que el clima no sea muy frío.

En su clima natal, o sea el tropical, alcanza hasta 10-metros de altura y 2 de circunferencia.

No produce hijos, sino que sus frutos, que no son comestibles, contienen semillas.

Como plátano filamentosos citaremos como ejemplo el Abaca o Musa textilis Need., de las islas Filipinas.

Su tallo mide de 7 a 8 metros de altura. Sus hojas son elípticas, terminadas en ángulo, de color verde oscuro, de 2 metros de longitud. (3)

El espádice es inclinado y contiene un jugo lechoso amarillento.

Las brácteas son ovales, se enrollan hacia afuera y abrigan 16 flores por término medio.

El pétalo exterior es solamente dos veces más largo que el interior y los estambres comprimidos y con 5 lóbulos en la extremidad.

Tanto las brácteas como el espádice y las flores tienen un marcado olor sulfuroso.

El fruto es verde, duro, pequeño, difícilmente madura,

no es comestible y contiene numerosos granos, pero para la reproducción se usan los hijos que nacen al pie.

Fructifica hasta los 3 años, pero es antes de la floración cuando se utilizan para extraer la fibra.

Los tallos se remojan, se prensan, se lavan y se blanquean por medio del agua acidulada con limón o con ácido clorhídrico o con una solución de sosa. Un tallo mediano da un kilo de fibra.

#### 1).- Análisis químico:

Los cambios químicos que se efectúan durante la maduración de un plátano consisten en una declinación en el contenido de almidón, con un aumento consecuente en la sacarosa y los azúcares reductores.

En su estado de fruta seca el contenido de almidón de gran michel baja hasta casi el 30 % en los plátanos maduros, mientras que el de los azúcares reductores se eleva desde el 1 % hasta casi 18 %, y los azúcares no reductores, desde el 2.3 % hasta casi 27 % . (4)

Las proteínas totales en los frutos maduros secos promedian más o menos el 4 % . (4)

La ceniza llega a alrededor del 3 % y generalmente contienen los siguientes minerales, expresados en miligramos por 100 gramos de fruto fresco:

CONSTITUYENTE	ANALISIS (mg/100 g)
SODIO	42.00
CALCIO	8.00
HIERRO	0.6
MANGANESO	0.6
MAGNESIO	31.00
YODO	0.003
AZUFRE	12.0
COBRE	0.2
FOSFORO	28.0
POTASIO	373.0
CLORO	125.0
(4)	

El elevado contenido de potasio del fruto, lo mismo que el del tallo de la fruta representan un dren en el suelo, -- que eventualmente se debe regular en la forma de fertilizantes potásicos.

También se ha encontrado que la fruta fresca de plátano contiene las siguientes cantidades promedio de vitaminas por 100 gramos:

Vitamina A	250 a 335	U.I.
Timina	42 a 54	microgramos
Riboflavina	80	microgramos
Acido ascórbico	10 a 11	miligramos
(4)		

LISINA	4.10
ISOLEUCINA	2.89
TREONINA	3.40
VALINA	4.00
LEUCINA	4.70
METIONINA	2.00
FENILALANINA	3.90

Gramos del aminoácido por 100 gramos de proteína.

(9)

j).- Alcaloides:

Los alcaloides constituyen un grupo muy heterogéneo de bases vegetales nitrogenadas.

Conteniendo la mayor parte en su molécula uno o varios anillos cíclicos nitrogenados, de reacción más o menos básica dotadas corrientemente de una fuerte actividad fisiológica farmacodinámica.

La mayoría de los alcaloides se hallan en los vegetales como sales de ácido orgánicos. Un mismo vegetal contiene -- siempre, un conjunto de alcaloides vecinos constituidos por un complejo de productos que derivan de un núcleo común.

Se ha tratado de conocer la función de los alcaloides en las plantas, se les considera como productos terminales del metabolismo del nitrógeno, también se les anocia con la protección del vegetal ante los actos predatorios de insectos y animales herbívoros; se han aportado datos que sugieren que algunos alcaloides intervienen en el crecimiento vegetal, ya sea por su capacidad de formar quelatos o intervenir en fenómenos de oxidación y reducción.

La toxicidad de los alcaloides es variable y no siempre grande actúan de una manera selectiva sobre el sistema nervioso en general, pero con una especial afinidad sobre determinadas porciones del mismo, según la estructura del alcaloide.

En la planta se les puede encontrar restringidos en toda la planta.



Los alcaloides generalmente contienen un átomo de nitrógeno aunque algunas pueden contener hasta cinco.

El nitrógeno puede existir como una amina primaria ( $\text{RNH}_2$ ), como una amina secundaria ( $\text{R}_2\text{NH}$ ) y como una amina terciaria ( $\text{R}_3\text{N}$ ).

Puesto que el átomo de nitrógeno posee un par de electrones no compartidos, tales compuestos son básicos y se asemejan al amonio en propiedades químicas.

El grado de basicidad varía grandemente dependiendo de la estructura de la molécula y de la presencia y situación de otros grupos funcionales.

Como el amonio, los alcaloides son convertidos a sus sales por ácidos minerales acuosos y cuando la sal de un alcaloide es tratada con hidróxido, el nitrógeno cede un hidrógeno y se libera la amina libre.

compuestos de amonio cuaternario ( $\text{R}_4\text{N}^+\text{X}^-$ ), tales como el cloruro de tubocurina o cloruro de muscarina tienen cuatro grupos orgánicos enlazados covalentemente al nitrógeno y la carga positiva de este ión es balanceada por algún ión negativo.

El ión cuaternario que no tiene protón para ceder no es efectuado por ión hidróxido, consecuentemente compuestos de amonio cuaternario tienen propiedades químicas muy diferentes de las aminas.

La mayoría de los alcaloides son insolubles o casi insolubles en agua, pero las sales formadas al hacerlas reac-

cionar con ácidos son solubles en agua. Los alcaloides libres son generalmente solubles en éter, cloroformo y otros solventes relativamente no polares o inmiscibles, en los cuales, sin embargo las sales alcaloides son insolubles.

Esto permite una forma para su aislamiento y purificación de los alcaloides al mismo tiempo que para su estimación cuantitativa.

Las sales alcaloidales son cristalinas y la forma de su cristal es muchas veces el medio adecuado de una identificación rápida.

Los alcaloides generalmente son clasificados de acuerdo a la naturaleza de la estructura química de la cual se derivan.

#### 1).- Taninos:

Los taninos comprenden un largo grupo de sustancias complejas que son extensamente distribuidos en el reino de las plantas; además cada familia de plantas incluye especies que contienen taninos.

Cuando los taninos se encuentran en cantidades apreciables están usualmente localizados en partes específicas de las plantas como son: hojas, frutos, corteza o tallo.

Aunque frecuentemente se encuentran en frutos inmaduros, los taninos usualmente desaparecen durante el proceso de maduración.

Se ha dicho teóricamente que los frutos emplean la energía suministrada por la oxidación de estos taninos en nu-

proceso metabólico, también que los taninos son fuente de fructos ácidos. Se menciona también que los taninos tienen acción anti séptica, ellos previenen el daño por insectos y hongos.

Esta idea probablemente se originó de resultados de investigaciones de la presencia de taninos en las agallas, insectos de las plantas.

Obviamente el papel de los taninos en el metabolismo de las plantas es algo especulativo, pero probablemente sirven como una protección a las plantas, durante ciertas etapas de crecimiento y son finalmente ya sea destruidos o depositados como productos finales del metabolismo en ciertos tejidos -- muertos de la planta madura; corcho exterior, el corazón de la madera y agallas.

Los taninos son compuestos no cristalizados que con agua forman soluciones alcaloides que poseen una reacción ácida y un bien marcado sabor astringente.

Forman compuestos solubles; azul oscuro, verdoso o negro con sales de hierro, producen un intenso color rojo con ferrocianuro de potasio y amonio y son precipitados por sales de cobre, plomo y estaño y también por fuertes soluciones, acuosas de dicromato de potasio.

Los taninos precipitan proteínas y son capaces de combinarse con ellas venciendo la resistencia a enzimas proteolíticas.

Cuando se aplican a tejidos vivos esta acción se conoce

como una acción astringente y forma las bases de la aplicación terapéutica de los taninos.

Muchos taninos son drogas de sostén, son utilizados en medicina como astringente, en tracto gastrointestinal, en quemaduras, las proteínas de la piel de los tejidos expuestos son precipitados formando un leve antiséptico protector, cubre debajo de los tejidos y puede formar parte de la regeneración de nuevos tejidos.

La habilidad de los taninos de precipitar proteínas es además utilizada en los procesos de taninos vegetales, por el cual el pellejo del animal es convertido en piel.

Los taninos cambian no solo la flexibilidad y dureza de los cueros sino que son antisépticos, actúan como preservativos.

Los compuestos intensamente colorados obtenidos con sales de fierro han sido usados en la manufactura de tintas a una escala comercial.

Los grupos fenólicos de los taninos son responsables de su acción astringente y antiséptica así como de su coloración con sales de fierro.

#### m).- Flavonoides:

Son pigmentos vegetales que poseen un esqueleto carbonado C6-C3-C6.

Se conocen unos 200 flavonoides naturales, que se encuentran ampliamente distribuidos entre las plantas, tanto libres, como glicosidos; estos últimos contribuyen a dar co-

lor a las flores, frutos y hojas. Los flavonoides presentan todos los matices de solubilidad desde totalmente solubles en agua, hasta insolubles en ella, pero solubles en otros -- disolventes orgánicos, como éter etílico.

Son sintetizados por numerosos grupos de plantas y se -- puede decir que no se les encuentra en animales.

#### n).- Minerales:

Son sustancias inorgánicas con propiedades fisicoquímicas más o menos definidas, se encuentran en estado natural -- en la corteza terrestre.

La disposición de los átomos que constituyen su estructura elemental así como su fuerza de cohesión que los une, -- determinan las propiedades que los caracterizan.

Las principales propiedades físicas de los minerales -- son color, dureza, peso específico, lustre, fractura. Su -- brillo es debido a la reflexión de la luz sobre su superficie lisa, pero la mayoría de los metales carecen de este -- brillo.

Su color suele variar tanto en la misma clase que no es esta característica de más valor para identificarlos.

Un mineral es tanto más duro cuanto menores sean sus átomos y más estrechamente unidos se encuentren.

La mayor parte son quebradizos, la rotura suele producirse en direcciones paralelas a las caras de los cristales.

n).- Quinonas:

Las quinonas son dicetonas insaturadas, que por reducción, se convierten en polifenoles los que fácilmente las regeneran por oxidación.

Se han aislado unas 200 quinonas. Por sus colores, amarillo a violeta, contribuyen a la pigmentación de numerosas vegetales y de algunos animales.

Algunas, como la vitamina K, la ubiquinona (coenzima Q) y las plastoquinonas intervienen en los fenómenos respiratorios, transportando electrones, por lo que se les encuentra en todos los seres vivos.

Sin considerar las anteriores, alrededor de la mitad de las conocidas se han encontrado en las angiospermas, otras tantas en hongos y vegetales unicelulares; pero casi no se han localizado quinonas en las monocotiledóneas.

Por el sistema aromático que dan al reducirse, se les puede dividir en: benzoquinonas, naftaquinonas, antraquinonas y fenantraquinonas.

o).- Glicósidos cardiotónicos y azúcares:

Los glicósidos cardiotónicos son sustancias amargas, derivadas de los esteroides, que actúan sobre el corazón.

Son solubles en agua o alcoholes de bajo peso molecular. Los glicósidos cardiotónicos se han encontrado en plantas de familias muy diversas, apocinácea, asclepiadácea, liliácea, morúcea, escrofulariácea, ranunculácea.

Por lo que se refiere a su localización en los vegetales, se les ha encontrado en diversos géneros.

Los azúcares son carbohidratos de bajo peso molecular, cristalinos y solubles en agua, pudiendo ser monosacáridos, di, tri y tetrasacáridos.

Los más comunes en los glicónidos son glucosa, galactosa, xilosa, arabinosa y rhamnosa.

### III.- ESTUDIO QUIMICO

#### 1).- Análisis cualitativo:

Identificación de constituyentes en plantas.

Pruebas preliminares primarias:

Para poder realizar estas pruebas, hay que preparar un polvo seco a partir de la muestra.

#### a).- Ensayo para alcaloides:

Muestra en un tubo de ensayo	Agua	HCl diluido	Reactivo de Mayer
------------------------------	------	-------------	-------------------

Precipitado blanco lechoso indica la presencia de alcaloides.

#### b).- Prueba para glicónidos

Glicónidos cianogeneticos:

Solución al 1 % en un tubo de ensayo	Pieza de papel preparada con picrato de sodio
--------------------------------------	---

Cambio de color del papel, prueba positiva para HCN resulta en un color marrón a rojo.

#### c).- Presencia de 2-desoxiazúcares:

Extracto etanólico al 80 % en una cápsula	Baño a vapor hasta sequedad	Reactivo - de cloruro férrico
---	-----------------------------	-------------------------------

Tubo de ensayo	Acido sulfúrico concentrado
----------------	-----------------------------

Observar si se forma un anillo en la interfase, lo que indicaría la presencia de 2-desoxiazúcares.



## d).- Prueba para taninos y compuestos fenólicos:

Muestra en un tubo de ensayo	Agua	Solución reactivo de cloruro férrico
------------------------------	------	--------------------------------------

Si no hubo reacción al añadir el reactivo, indica que la droga no tiene taninos ni compuestos fenólicos.

## e).- Pruebas para azúcares:

1)

Muestra en un tubo de ensayo	Agua	solución fresca de alfa-naftol	ácido sulfúrico
------------------------------	------	--------------------------------	-----------------

La formación de un anillo rosa-violeta indica la presencia de carbohidratos.

2)

Muestra en un tubo de ensayo	Reactivo de Biala	Calentar a ebullición
------------------------------	-------------------	-----------------------

Un precipitado verde flocculento, indica la presencia de una pentosa.

3)

Muestra en un tubo de ensayo	Agua	solución de Benedict	Hervir
------------------------------	------	----------------------	--------

Un precipitado verde amarillento, luego a rojo ladrillo indica la presencia de un azúcar reductor.

## f).- Prueba para flavonas:

Muestra en un erlenmeyer	Eter de petróleo	Calentar y filtrar
--------------------------	------------------	--------------------

El residuo es tratado con volúmenes adicionales de éter de petróleo se calienta, se combinan los filtrados etéreos - y se evaporan a sequedad.

Residuo desengrasado	Etanol al 50 %	Filtrar	Filtrado en cada uno de 2 tubos
----------------------	----------------	---------	---------------------------------

Tubo de ensayo # 1	Acido clorhídrico concentrado	Calentar en baño de vapor
--------------------	-------------------------------	---------------------------

El desarrollo de color rojo-violeta, indica la presencia de leucoantocianinas.

Tubo de ensayo # 2	Acido clorhídrico concentrado	Granallas de magnesio
--------------------	-------------------------------	-----------------------

Si se observa cambio de coloración, es indicativo de la presencia de flavonoles.

Si ocurre un color, enfríe y diluya con un volumen igual de agua y agregue octil-alcohol, agite y déjelo separar.

El color en la capa de octil-alcohol es debido a las agliconas, mientras que el color en la capa acuosa es debido a los glicósidos.

## g).- Pruebas para antraquinonas:

Muestra en un tubo de ensayo	Agua	Benceno y agitar	Capa bencénica en un tubo	Amoníaco
------------------------------	------	------------------	---------------------------	----------

Muestra en tubo de ensayo	KOH 0.5 N
---------------------------	-----------

Un cambio a un color rojo indica la presencia de antraquinonas.

h).- Prueba para aceites volátiles:

Muestra en un tubo de ensayo	Calentar a ebullición
------------------------------	-----------------------

Un olor aromático indica la presencia de aceites volátiles.

## R E A C T I V O S

AGUA DESTILADA  
ACIDO SULFURICO  
ACIDO CLORHIDRICO  
AMONIACO  
ETANOL  
SOLUCION 0.5 N DE KOH  
SULFATO CUPRICO  
SOLUCION DE ALFA-NAFTOL  
CLORURO FERRICO  
CLORURO MERCURICO  
CITRATO DE SODIO  
CARBONATO DE SODIO ANHIDRO  
GRANALLAS DE MAGNESIO  
ETER  
ETER DE PETROLIO  
BENCENO  
OCTIL-ALCOHOL  
ACIDO PICRICO  
ORCINOL  
YODURO DE POTASIO  
ACIDO ACETICO GLACIAL

**Reactivos:****Reactivo de Mayer:**

Se disuelven 1.358 gramos de cloruro mercúrico, en 60 - mililitros de agua destilada; se disuelven 5 gramos de yoduro de potasio en 10 mililitros de agua destilada; se mezclan las dos soluciones y se agregan la cantidad suficiente de -- agua destilada para completar 100 mililitros de solución.

**Reactivo de Benedict:**

Se disuelven calentando 17.3 gramos de citrato de sodio y 100 gramos de carbonato de sodio anhidro, en 800 mililitros de agua destilada.

Se disuelven 17.3 gramos de sulfato cúprico, en 100 mililitros de agua destilada, se mezclan con agitación las dos soluciones y se afora a un litro con agua destilada.

**Reactivo de Biela:**

Se disuelve 1 gramo de orcinol en 50 mililitros de ácido clorhídrico al 30 % al cual han sido añadidas 30 gotas de cloruro férrico al 10 % .

**Picrato de sodio:**

1 gramo de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  y 100 miligramos de ácido picrico se disuelven en 10 mililitros de agua destilada.

**KOH 0.5 N:**

Dinolver 2.8 gramos de KOH en 100 mililitros de agua -- destilada.

Reactivo de cloruro férrico:

Mezclar 0.3 mililitros de solución al 10 % de cloruro ferrico en 50 mililitros de ácido acético glacial.

Solución reactivo de cloruro férrico:

Se disuelven 9 gramos de cloruro férrico en la cantidad suficiente de agua destilada para hacer 100 mililitros de solución.

2).- Análisis cuantitativo:

Alcaloides:

Se pesa cierta cantidad de la droga, la cual se pone en un mortero y se agregan 30 mililitros de agua destilada para ser triturada y mezclada a la vez.

Donde a continuación se agregan 5 mililitros de hidróxido de sodio t.s.

Esta mezcla es filtrada y el filtrado se coloca en un embudo de separación. Se agregan 20 mililitros de cloroformo, se agita y se deja reposar por 3 minutos.

La fase orgánica es separada de la fase acuosa y es transferida a una cápsula de porcelana previamente pesada a peso constante.

Esto se repite 4 veces, y por último los extractos no-evaporados a sequedad y se determina el contenido de alcaloides por diferencia de peso.

Metales:

Se determinarán por absorción atómica los siguientes metales: Na, Ca, Fe, Mn, Mg, Co y K.

Reactivos:

AGUA DESTILADA

ACIDO CLORHIDRICO

ESTANDARES DE LOS SIGUIENTES METALES:

SODIO

CALCIO

HIERRO

MANGANESO

MAGNESIO

COBRE

POTASIO

HIDROXIDO DE SODIO T.S.

CLOROFORMO

Reactivos:

Hidroxido de sodio t.s.

Disolver 4 gramos de sosa en 100 mililitros de agua ---  
destilada.

## IV.- RESULTADOS

## 1).- Análisis cualitativo:

En el análisis cualitativo se obtuvieron los resultados siguientes:

PRUEBAS PRELIMINARES	MACHO	PERA	ROATAN	DOMINICO
ALCALOIDES	+	+	+	+
GLICOSIDOS CIANOGENE- TICOS	-	-	-	-
2-DESOXIAZUCARES	+	+	+	+
TANINOS Y COMPUESTOS FENOLICOS	-	-	-	-
AZUCARES: CARBOHIDRATOS	+	+	+	+
PENTOSAS	-	-	-	-
AZUCARES REDUCTORES	+	+	+	+
FLAVONAS	-	-	-	-
ANTRAQUINONAS	-	-	-	-
ACRITES VOLATILES	+	+	+	+



## 2).- Análisis cuantitativo:

En el análisis cuantitativo se obtuvieron los resultados siguientes.

## Alcaloides:

	GRAMOS DE MUESTRA	% DE ALCALOIDES
MACHO	3	5
PERA	3	5
ROATAN	5	3.6
DOMINICO	5	3.2

## Metales:

	Na	Ca	Fe	Mn	Mg	Co	K
MACHO	17.5	75	1.75	1.25	0.5	0.5	3125
PERA	5	10	1.0	0.75	0.25	0.5	1675
ROATAN	10	100	0.75	1.25	0.5	0.5	2500
DOMINICO	27.5	200	3.75	1.25	1.0	0.75	3750

Miligramos en 100 gramos de muestra.

## V.- CONCLUSIONES

1).- Al realizar los análisis cualitativos para alcaloides - las cuatro variedades dieron pruebas positivas lo cual confirmó la hipótesis planteada.

2).- Los análisis cuantitativos reportan un 5 % de alcaloides en las variedades de plátano macho y pera. Las variedades de bananos roatán y dominico dieron 3.6 y 3.2 % respectivamente. Podemos concluir que existen alcaloides en la cáscara de plátano y banano lo que les confiere un efecto alucinógeno cuando la cáscara seca es quemada.

De las variedades analizadas el plátano macho y el pera son los que poseen una mayor actividad alucinógena debido a su porcentaje de alcaloides.

3).- Ya que hubo una maduración total en la cáscara del plátano los taninos como se observan en los resultados dieron negativos, es decir los taninos se convierten en azúcares.

4).- Al realizar las pruebas la de los azúcares fueron las más claras para determinar el resultado ya que la reacción fue rápida y muy notoria.

5).- Los resultados de los metales no son constantes ya que representan un dren en el suelo.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

## VI.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- Xorge A. Dominguez: METODOS DE INVESTIGACION FITOQUIMICA  
Editorial Limusa.
- 2.- Miguel A. Contreras Martinez de Escobar: IDENTIFICACION-  
Y CARACTERIZACION DE 16 CLONES DE PLATANO EN TABASCO. --  
Coleccion cuadernos univervitarios.
- 3.- Carlos Gajon Sanchez: CULTIVO DEL PLATANO Y DEL BANANO.
- 4.- J.J Ochse, M.J. Soule Jr., M.J. Dijkman, C. Wehlburg: --  
CULTIVO Y MEJORAMIENTO DE PLANTAS TROPICALES Y SUBTROPIC-  
CALES. Editorial Limusa. Volumen 1. paginas 433-460.
- 5.- M. Martinez: PLANTAS UTILES DE LA FLORA MEXICANA. BOTAS-  
MEXICO.
- 6.- Badui Dergal Salvador: QUIMICA DE LOS ALIMENTOS, MEXICO-  
Segunda reimpression, Editorial Alhambra, Universidad, --  
1984.
- 7.- Harold Egan, Ronald S.Kirk, Ronald Sawyer: ANALISIS QUI-  
MICO DE LOS ALIMENTOS DE PEARSON, CECSA.
- 8.- Adalbert M.Knevez, Frank E.Digangi: JENKINS QUANTITATIVE  
PHARMACEUTICAL CHEMISTRY, 7 Edition, Mc graw-Hill Book -  
Company.
- 9.- Hernández Mercedes; Chávez Adolfo, Bourges Hector: VALOR  
NUTRITIVO DE LOS ALIMENTOS MEXICANOS, Publicaciones de -  
la división de nutrición, Instituto Nacional de Nutri---  
ción, México. 1980.