

## **ESTUDIO QUIMICO DEL FRUTO DE LA MAURITIA FLEXUOSA (PALMA DE "MORICHE")**

ELIZABETH MILA DE CAMARGO, Q. F. Resumen de los trabajos "Estudio Químico de las proteínas, de los minerales y de los ácidos grasos del fruto de Moriche" y "Estudio Químico de los azúcares de la Mauritia Flexuosa", realizados bajo la dirección del doctor EDUARDO CALDERÓN G.

### *INTRODUCCION*

*La palma de "Moriche" crece abundantemente, de modo espontáneo, en diversas regiones de los Llanos Orientales, donde se utiliza para la preparación de algunos alimentos y bebidas, tanto para el hombre como para los animales, constituyendo una de las principales fuentes de alimentación de los animales silvestres.*

*Se decidió hacer un estudio químico de cada una de las partes del fruto de la palma, con el fin de evaluar sus propiedades nutricionales. Consultada la bibliografía, no se encontraron datos referentes a análisis químico de esta especie; únicamente se ha llevado a cabo su clasificación taxonómica.*

### **PARTE EXPERIMENTAL**

#### **RECOLECCION DEL MATERIAL**

Los frutos de la palma de "Moriche" empleados para el presente estudio fueron recogidos en las cercanías del río Tomo, en la Comisaría del Vichada (Colombia).

ESTUDIO BOTANICO (1-9)

El material recolectado fue clasificado en el Herbario Nacional Colombiano (Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional) por R. Jaramillo.

a) *Nombre científico:*

“*Mauritia Flexuosa*” L. f., Familia Palmae.

b) *Nombres vulgares según la región y distribución geográfica:*

— Canangucha: Comisaría del Putumayo, Puerto Ospina.

— Canangucha hembra: Amazonas.

— Canangucha macho: Amazonas. Caquetá: Florencia, Venecia (400 m.).

— La Tagua: Amazonas (400 m. de altura).

— Moriche: Llanos Orientales: San José del Guaviare, margen derecha del río (400 m. de altura), Meta, Vichada, Río Meta. Cuatrecasas.

— Mirití: Amazonia, Bocas del Carurú, afluente del Vaupés.

— Idení: Río Guaviare, Río Isana.

c) *Descripción de la planta.*

Palma que prefiere los sitios cenagosos. Tallo de unos veinte metros de altura por 40 a 50 centímetros de diámetro; base cubierta por un cono de raíces delgadas. Hojas palmeadas de gran tamaño, con 200 a 300 folíolos. Flores masculinas o femeninas en racimos largos y grandes, de color anaranjado vivo, muy aromáticas. Enormes regímenes de más de 45 racimo. Frutos anaranjados, rojizos, escamosos.

d) *Descripción del fruto.*

Fruto globoso de tres a cuatro centímetros de diámetro con un peso promedio de 26 gramos, recubierto por escamas.

— *Endocarpo pétreo:* Semilla de un cotiledón, de color blanco, con un diámetro de un centímetro. De consistencia dura cuando el fruto está maduro y blanda cuando está verde. Peso promedio de 12 gramos.

- *Mesocarpo*: 1) De estructura fibrosa, con un espesor de medio centímetro, color blanco y con un peso promedio de 8 gramos.
- 2) Mesocarpo rico en aceite fijo. El espesor de esta capa es aproximadamente de 3 — 5 milímetros, de consistencia blanda y de color amarillo quemado. Su peso promedio es de 3 gramos.
- *Exocarpo pétreo*: Cubierta formada por pequeñas escamas de 1 a 2 mm<sup>2</sup>. Su consistencia es dura y su color pardo rojizo. El peso promedio del exocarpo total es de 4 gramos.

#### ESTUDIO QUIMICO

Con cada una de las partes que componen la estructura del fruto se realizaron los siguientes análisis:

a) *Determinación de la humedad.*

- 1) Por rayos infrarrojos, usando la balanza R. I. Cenco.
- 2) Desecando el material a 60° C hasta peso constante.

b) *Determinación de cenizas.*

El material procedente de la determinación de la humedad se calcinó a 600° C hasta peso constante. (10).

c) *Determinación de proteínas totales: (N x 6,25) (11).*

Por el método de Kjeldahl. Se hicieron los análisis en material sin previa desecación y en material desecado.

d) *Determinación de hierro, calcio, magnesio. (12).*

El material que se utilizó para los análisis fue desecado hasta peso constante, a una temperatura de 100° C. Se mineralizó cada una de las partes del fruto por tratamiento con agua regia. La determinación de los elementos se hizo por el método de absorción atómica, empleando un espectrofotómetro Perkin - Elmer, modelo 303. Para cada uno de ellos se elaboró una curva de calibración.

e) *Estudio de la grasa.*

Los análisis se realizaron en frutos casi maduros, después de 24 horas de haber sido recolectados, sin desecación previa.

1) *Determinación cuantitativa de la grasa.*

Se siguió el método de Lünde. (13).

2) *Composición química del aceite.*

Como técnica de determinación se utilizó la cromatografía de gas, empleando un cromatógrafo Varian-Aerograph, modelo 1.800.

La muestra se preparó de la manera siguiente: 10,00 miligramos de la grasa procedente de la determinación cuantitativa se disolvieron en 1,0 mililitro de hexano normal. Se evaporó esta solución bajo corriente de nitrógeno, empleando un baño de agua caliente. Al residuo se agregó 1,0 ml. de solución (1 + 9) de ácido sulfúrico en metanol. El recipiente se llenó con nitrógeno puro, se cerró herméticamente y se calentó a 65° C durante una hora. Durante este proceso se hidrolizó la grasa y se esterificaron los ácidos grasos presentes. Enseguida, se agregó 1,0 ml. de agua y 2,0 ml. de hexano y se agitó durante dos minutos. De la capa de hexano se tomó 1,0 ml. y se evaporó a sequedad en atmósfera de nitrógeno. El residuo formado por los ésteres metílicos se disolvió en 0,1 ml. de hexano, para obtener una solución que corresponde a 0,05 miligramos de grasa original por microlitro de n-hexano. De esta última solución se toman las muestras para inyectar en el cromatógrafo de gas.

Para la evaluación cuantitativa se empleó el método de normalización interna, para el cálculo del porcentaje de cada uno de los ácidos grasos presentes. (14, 15).

f) *Estudio de los azúcares.*

Se utilizaron frutos medianamente maduros y sin desecarlos previamente.

1) *Extracción y determinación cuantitativa de los azúcares.*

(16 - 18). La determinación final después de la defecación de la solución, se realizó por el método cuantitativo de Fo-

lin-Wu. Se determinaron azúcares reductores y azúcares totales previa hidrólisis con HCl 0,1 N.

2) *Separación de los azúcares.*

Se emplearon las cromatografías en papel y en capa delgada. El análisis se realizó con las soluciones defecadas y se utilizaron como patrones azúcares puros.

— *Para cromatografía en papel* se empleó como solvente n-butanol, ácido acético, agua (10 : 10 : 10). Se corrió por seis horas a 17° C. Como revelador se empleó ftalato de anilina, calentando a 105° C durante 15 minutos.

— También se ensayó como solvente n-butanol, acetona, agua (4 : 5 : 1).

— *Para cromatografía en capa delgada* se utilizó placa de sílica gel-G de Merck; como solvente n-butanol, acetona, agua (4 : 5 : 1). Se corrió por tres horas a 17° C. Como revelador se empleó ftalato de anilina, calentando a 110° C durante 15 minutos.

— También se empleó como revelador nafto-resorcina alcohólica en ácido tricloroacético. (19).

## RESULTADOS

TABLA I

### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

| Material           | Balanza R. I. Cenco<br>% | Desecación a 60° C<br>% |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|
| Endocarpo pétreo   | 6,5                      | 6,0                     |
| Mesocarpo fibroso  | 7,9                      | 7,5                     |
| Mesocarpo oleífero | 7,8                      | 7,6                     |
| Exocarpo pétreo    | 9,7                      | 11,0                    |

TABLA II

### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE CENIZAS

|                    |       |
|--------------------|-------|
| Endocarpo pétreo   | 4,52% |
| Mesocarpo fibroso  | 4,98  |
| Mesocarpo oleífero | 2,45  |
| Exocarpo pétreo    | 2,10  |

TABLA III  
DETERMINACION DEL CONTENIDO  
DE PROTEINAS TOTALES

| Material           | Muestra<br>g | Nitrógeno<br>en la muestra<br>g | Nitrógeno<br>g% | Proteína<br>(N x 6,25)<br>g% |
|--------------------|--------------|---------------------------------|-----------------|------------------------------|
| EN MATERIAL FRESCO |              |                                 |                 |                              |
| Endocarpo pétreo   | 3,025        | 0,0240                          | 0,79            | 4,96                         |
| Mesocarpo fibroso  | 3,000        | 0,0178                          | 0,59            | 3,72                         |
| Mesocarpo oleífero | 3,000        | 0,0274                          | 0,91            | 5,67                         |
| Exocarpo pétreo    | 3,000        | 0,0137                          | 0,45            | 2,86                         |
| Fruto total        |              |                                 |                 | 17,21                        |
| EN MATERIAL SECO   |              |                                 |                 |                              |
| Endocarpo pétreo   | 2,800        | 0,0240                          | 0,83            | 5,21                         |
| Mesocarpo fibroso  | 2,840        | 0,0178                          | 0,63            | 3,95                         |
| Mesocarpo oleífero | 2,840        | 0,2750                          | 0,96            | 6,04                         |
| Exocarpo pétreo    | 2,780        | 0,0137                          | 0,49            | 3,09                         |
| Fruto total        |              |                                 |                 | 18,29                        |

TABLA IV  
DETERMINACION DEL CONTENIDO  
DE HIERRO, CALCIO Y MAGNESIO

| Material           | Muestra<br>g | ppm<br>leídas | Resultados<br>ppm | g%   |
|--------------------|--------------|---------------|-------------------|------|
| CALCIO             |              |               |                   |      |
| Endocarpo pétreo   | 1,39         | 1,92          | 1.200             | 0,09 |
| Mesocarpo fibroso  | 3,00         | 1,75          | 4.375             | 0,15 |
| Mesocarpo oleífero | 3,00         | 3,15          | 3.937             | 0,13 |
| Exocarpo pétreo    | 3,00         | 1,22          | 1.525             | 0,05 |
| Fruto total        |              |               | 11.037            | 0,42 |
| MAGNESIO           |              |               |                   |      |
| Endocarpo pétreo   | 1,39         | 0,75          | 1.875             | 0,13 |
| Mesocarpo fibroso  | 3,00         | 0,60          | 3.000             | 0,10 |
| Mesocarpo oleífero | 3,00         | 1,18          | 2.950             | 0,10 |
| Exocarpo pétreo    | 3,00         | 0,39          | 975               | 0,03 |
| Fruto total        |              |               | 8.800             | 0,36 |
| HIERRO             |              |               |                   |      |
| Endocarpo pétreo   | 1,39         | 2,05          | 51                | 0,01 |
| Mesocarpo fibroso  | 3,00         | 4,71          | 471               | 0,02 |
| Mesocarpo oleífero | 3,00         | 6,82          | 341               | 0,01 |
| Exocarpo pétreo    | 3,00         | 5,76          | 288               | 0,01 |
| Fruto total        |              |               | 1.151             | 0,05 |

TABLA V  
 DETERMINACION DEL CONTENIDO DE GRASA

| Material           | Muestra<br>g | Grasa<br>en la muestra<br>g | Grasa<br>g% |
|--------------------|--------------|-----------------------------|-------------|
| Exocarpo pétreo    | 9,00         | 0,05                        | 1,50        |
| Mesocarpo fibroso  | 9,00         | 0,11                        | 1,25        |
| Mesocarpo oleífero | 8,44         | 0,27                        | 3,21        |
| Endocarpo pétreo   | 6,21         | 0,13                        | 2,12        |
| Fruto total        |              |                             | 8,08        |

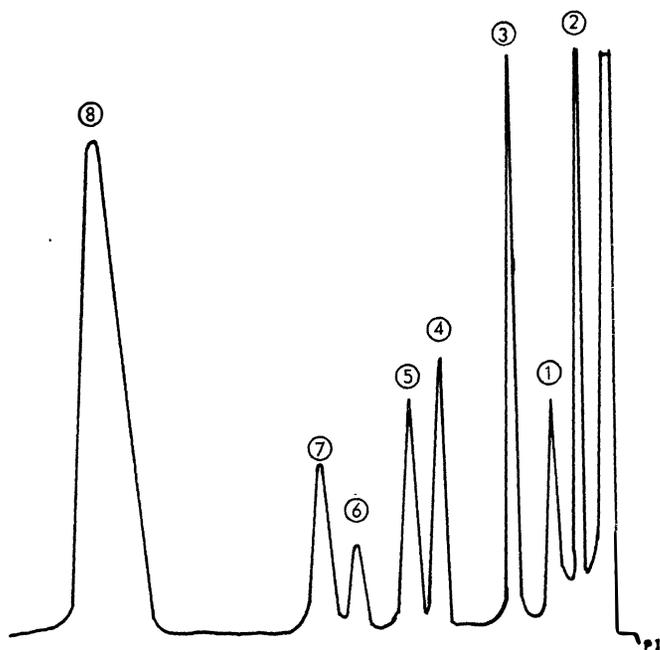
TABLA VI  
 DETERMINACION DEL CONTENIDO  
 DE ACIDOS GRASOS

| Acidos                | Exocarpo<br>pétreo<br>g% | Mesocarpo<br>fibroso<br>g% | Mesocarpo<br>oleífero<br>g% | Endocarpo<br>pétreo<br>g% | Fruto<br>total<br>g% |
|-----------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------|
| Hendecanoico          |                          | 0,22                       |                             |                           | 0,22                 |
| Undecilénico          | 0,21                     | 0,23                       |                             | 0,06                      | 0,50                 |
| Dodecanoico           |                          | 0,05                       |                             |                           | 0,05                 |
| Mirístico             | 0,31                     |                            |                             |                           | 0,31                 |
| Palmitico             | 0,06                     | 0,18                       | 1,02                        | 0,66                      | 1,92                 |
| Palmitoléico          | 0,11                     |                            |                             |                           | 0,11                 |
| Esteárico             | 0,42                     | 0,17                       | 0,41                        | 0,22                      | 1,22                 |
| Oléico                | 0,18                     | 0,14                       | 0,60                        | 0,75                      | 1,67                 |
| Linoléico             |                          | 0,06                       | 0,78                        | 0,35                      | 1,19                 |
| Araquídico            | 0,17                     | 0,13                       | 0,28                        |                           | 0,58                 |
| Acidos grasos totales | 1,46                     | 1,18                       | 3,09                        | 2,04                      | 7,77                 |

IDENTIFICACION Y CUANTIFICACION  
 DE LOS ACIDOS GRASOS

Los resultados obtenidos pueden observarse en las figuras 1, 2, 3, 4 y 5.

# PATRONES DE LOS ESTERES METILICOS DE ACIDOS GRASOS (CROMATOGRAFIA GAS-LIQUIDO)



VOLUMEN DE INYECCION: 5  $\mu$ l de una soluci3n de 0.1 ml/ml  
CROMATOGRAFO: varian aerograph MOD: 1800  
COLUMNA: de vidrio D. E. G. S. 5% - CHROMOSORB G 60/80 mesh.  
longitud: 8.00 pies  
diámetro: 1/8"<sup>11</sup>  
temperatura: 215 °C  
GAS DE ARRASTRE: nitr3geno  
presi3n: 14 ml/min  
DETECTOR: ionizaci3n de llama  
temperatura: 235 °C  
RANGO: 10<sup>-9</sup>  
ATENUACION: 64  
VELOCIDAD DEL REGISTRADOR: 10 pul/hora  
TEMPERATURA DEL INYECTOR: 230 °C

## MUESTRAS:

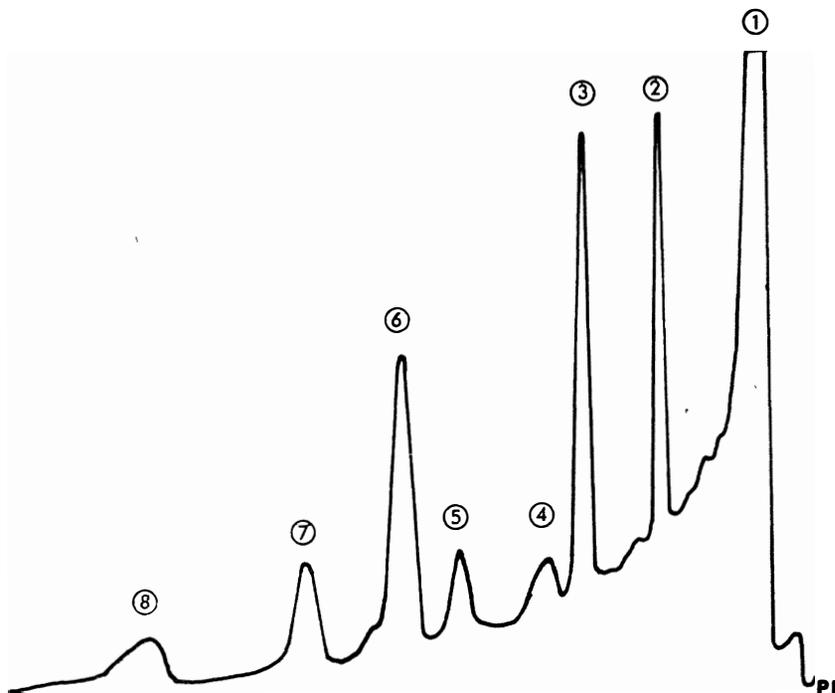
SOLVENTE: n - hexano

- ① ME - UNDECILENATO
- ② ME - HENDECANOATO
- ③ ME - PALMITATO
- ④ ME - ESTEARATO

- ⑤ ME - OLEATO
- ⑥ ME - LINOLEATO
- ⑦ ME - ARAQUIDATO
- ⑧ ME - DOCOSANOATO

# ESTERES METILICOS DE LOS ACIDOS GRASOS EN EL EXOCARPO PETREO

(CROMATOGRAFIA GAS-LIQUIDO)



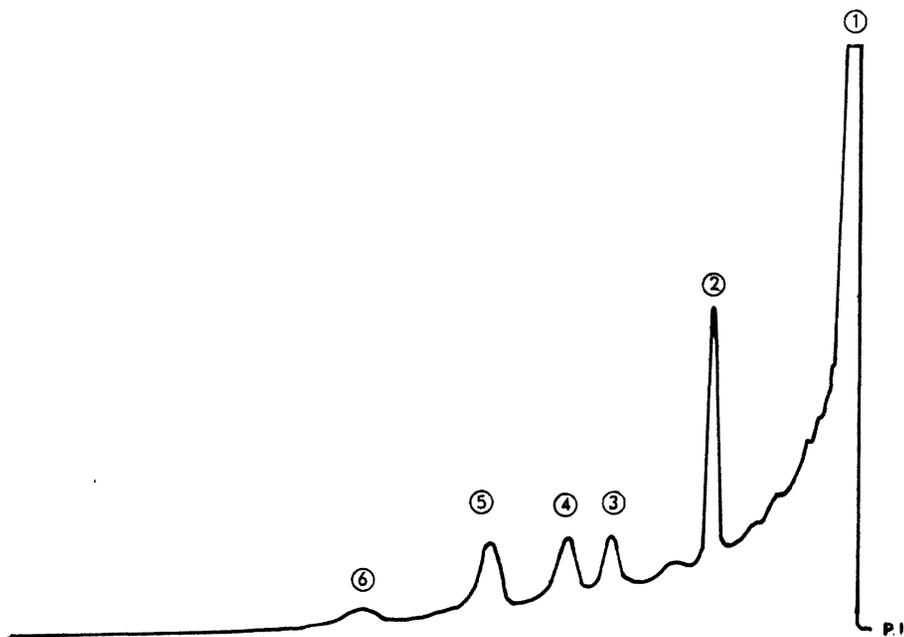
CROMATOGRAFO: VARIAN AEROGRAPH MOD. 1800  
COLUMNA: de vidrio D. E. G. S. 5% CHROMOSORB G 60/80 mesh  
longitud: 8.00 pies  
 $\phi$ : 1/4''  
temperatura: 190 °C  
GAS DE ARRASTRE: nitrógeno  
presión: 15 ml/min  
DETECTOR: ionización por llama  
temperatura: 230 °C  
RANGO: 10<sup>-11</sup>  
ATENUACION: 16  
TEMP. INYECTOR: 220 °C  
VELOCIDAD DEL REGISTRADOR: 20 pul/hora  
VOLUMEN DE INYECCION: 7 ul de una solución de 0.05 mg/ul.

## MUESTRAS:

- ① ETER
- ② ME-UNDECILENATO
- ③ ME-MIRISTATO
- ④ ME-PALMITATO
- ⑤ ME-PALMITOIFATO
- ⑥ ME-ESTEARATO
- ⑦ ME-OLEATO
- ⑧ ME-ARAQUIDATO

# ESTERES METILICOS DEL MESOCARPO OLEIFERO

(CROMATOGRAFIA GAS-LIQUIDO)

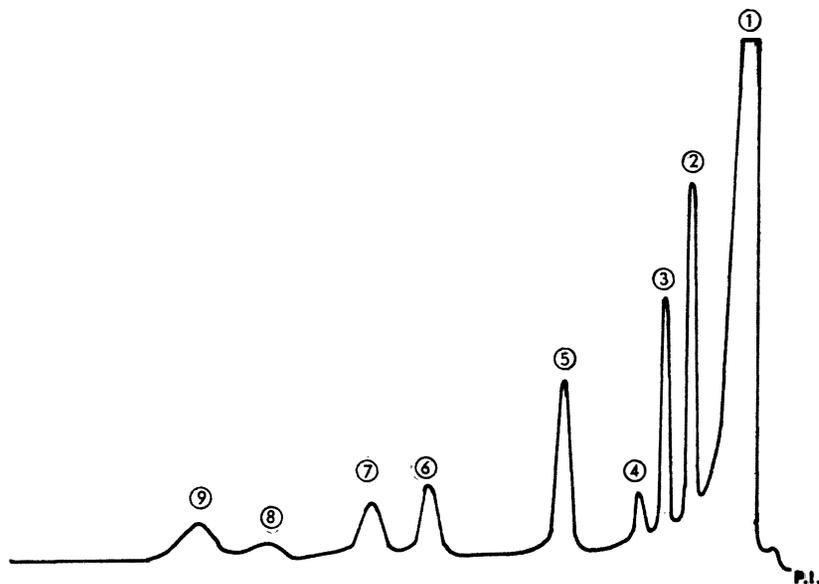


CROMATOGRAFO: varian aerograph. MOD: 1800  
COLUMNA: de vidrio D. E. G. S. 5% CHROMOSORB. G 60/80 mesh.  
longitud: 8.00 pies  
diámetro: 1/4"  
temperatura: 215 °C  
GAS DE ARRASTRE: nitrógeno  
presión: 21 ml/min  
DETECTOR: ionización de llama  
temperatura: 230 °C  
RANGO: 10<sup>-10</sup>  
ATENUACION: 64  
VELOCIDAD DEL REGISTRADOR: 20 pul/hora  
TEMPERATURA DE INYECTOR: 240 °C  
MUESTRAS:

- |                  |                   |
|------------------|-------------------|
| ① n - HEXANO     | ④ ME - OLEATO     |
| ② ME - PALMITATO | ⑤ ME - LINOLEATO  |
| ③ ME - ESTEARATO | ⑥ ME - ARAQUIDATO |

VOLUMEN DE INYECCION: 7.0 ul de una solución de 0.05 mg/ul

ESTERES METILICOS DE LOS ACIDOS GRASOS  
EN EL MESOCARPO FIBROSO  
(CROMATOGRAFIA GAS-LIQUIDO)



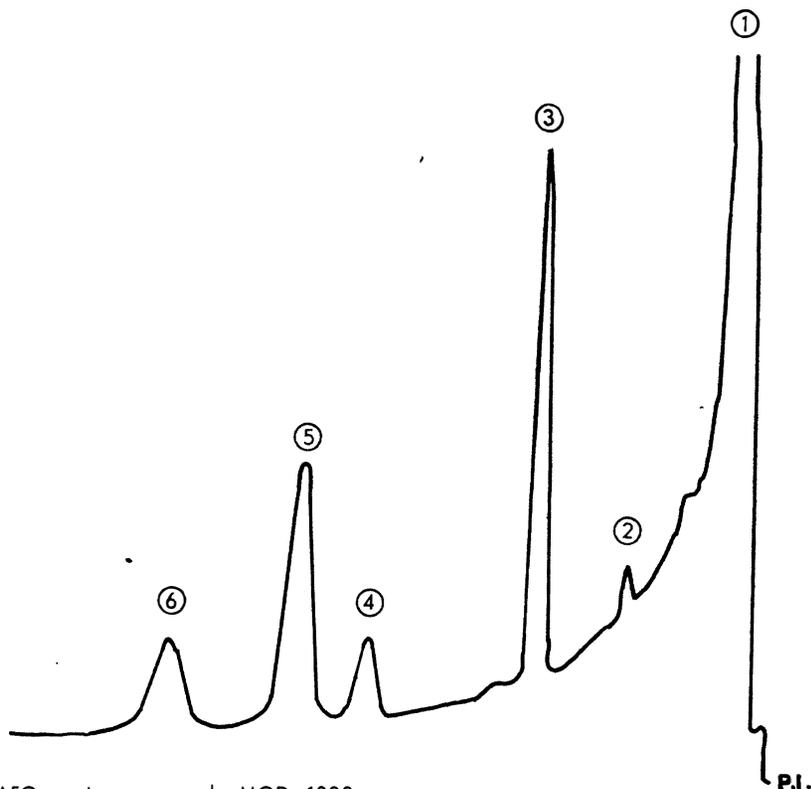
- CROMATOGRAFO: VARIAN AEROGRAPH MOD: 1800
- COLUMNA DE VIDRIO D. E. G. S. 5% CHROMOSORB G 60/80 mesh.  
LONGITUD: 8.00 pies  
DIAMETRO: 1,4"
- TEMPERATURA: 190 °C
- GAS DE ARRASTRE: NITROGENO  
PRESION: 15 ml/min
- DETECTOR: IONIZACION DE LLAMA  
TEMPERATURA: 230 °C
- RANGO 10<sup>-11</sup>
- ATENUACION: 32
- VELOCIDAD DEL REGISTRADOR: 20 pulg/hora
- TEMPERATURA DEL INYECTOR: 240 °C
- MUESTRAS

- |                     |                  |                   |
|---------------------|------------------|-------------------|
| ① n - HEXANO        | ⑤ ME - PALMITATO | ⑨ ME - ARAQUIDATO |
| ② ME - HENDECANOATO | ⑥ ME - ESTEARATO |                   |
| ③ ME - UNDECILENATO | ⑦ ME - OLEATO    |                   |
| ④ ME - DODECANOATO  | ⑧ ME - LINOLEATO |                   |

VOLUMEN DE INYECCION: 7.0 ul DE UNA SOLUCION AL 0.05 mg/ul

FIGURA No. 4

ESTERES METILICOS DE ACIDOS GRASOS  
EN EL ENDOCARPO PETREO  
(CROMATOGRAFIA GAS-LIQUIDO)



CROMATOGRAFO: varian aerograph. MOD: 1800

COLUMNA: de vidrio D. E. G. S. 5% CHROMOSORB G 60/80 mesh

longitud: 8.00 pies

diámetro: 1/4"

temperatura: 190 °C

GAS DE ARRASTRE: nitrógeno

presión: 15 ml/min

DETECTOR: ionización de llama

temperatura 135 °C

RANGO: 10<sup>-11</sup>

ATENUACION: 32

VELOCIDAD DEL REGISTRADOR: 20 pul/hora

TEMPERATURA DEL INYECTOR: 135 °C

VOLUMEN DE INYECCION: 2 ul de una solución de 0.05 mg/ul.

MUESTRAS:

① SOLVENTE n-hexano

② ME-UNDECILENATO

③ ME-PALMITATO

④ ME-ESTEARATO

⑤ ME-OLEATO

⑥ ME-LINOLEATO

TABLA VII  
AZUCARES PRESENTES

| Material           | Azúcares             |
|--------------------|----------------------|
| Exocarpo pétreo    | Glucosa              |
| Mesocarpo fibroso  | Glucosa y lactosa    |
| Mesocarpo oleífero | Sacarosa y fructosa  |
| Endocarpo pétreo   | No contiene azúcares |

TABLA VIII  
DETERMINACION CUANTITATIVA  
DE LOS AZUCARES REDUCTORES  
Y DE LOS AZUCARES TOTALES EN EL FRUTO

| Material                      | Azúcares reductores<br>antes de la hidrólisis<br>g% | Azúcares<br>totales<br>g% |
|-------------------------------|---|---------------------------|
| Exocarpo pétreo               | 2,17  | 2,17                      |
| Mesocarpo fibroso             | 1,60  | 2,44                      |
| Mesocarpo oleífero            | 2,84  | 9,16                      |
| Azúcares totales en el fruto: | 13,77 gramos por ciento, como glucosa               |                           |

### CONCLUSIONES

De los resultados de los análisis puede concluirse que el "Mori-  
che" puede ser una buena fuente en la alimentación, tanto para  
el hombre como para los animales. La parte más rica del fruto en  
proteínas, grasas y azúcares es el mesocarpo oleífero y la más rica  
en calcio, hierro y magnesio es el mesocarpo fibroso.

La grasa contiene ácidos grasos esenciales, especialmente el  
ácido linoléico, básicos en toda dieta.

## RESUMEN

La parte experimental del estudio del fruto de *Mauritia Flexuosa* incluye las determinaciones de:

- Proteínas por el método de Kjeldahl.
- Hierro, calcio y magnesio por absorción atómica empleando un espectrofotómetro Perkin-Elmer, modelo 303.
- Grasas por el método de Lünde.
- Acidos grasos por cromatografía de gas, usando un cromatógrafo de gas Varian-Aerograph, modelo 1800.
- Azúcares reductores y totales luego de haber sometido el material a extracción alcohólica y el extracto al proceso de “defecación”.
- Finalmente el reconocimiento de los azúcares por medio de la cromatografía en papel y en capa delgada.

Los resultados fueron bastante satisfactorios, comprobándose así el valor nutritivo del fruto.

## SUMMARY

This work on the fruit of *Mauritia Flexuosa* includes the quantitative determination of proteins by the Kjeldahl's technique; of iron, calcium and magnesium by atomic absorption; the isolation, identification and quantitative determination of the fatty acids by means of gas chromatography (GLC); the sugars will be identified by means of filter paper chromatography and thin layer chromatography (TLC).

## RÉSUMÉ

L'étude du fruit de la *Mauritia Flexuosa* comprend les déterminations correspondantes a protéines par Kjeldahl; calcium, fer et magnesium au moyen de la absorption atomique; la détermination des acides gras d'huile au moyen de la chromatographie en phase gaseuse et finalement pour reconnaître des sucres a été employée la chromatographie en papier et en couche mince.

BIBLIOGRAFIA

1. CAROLI U. LINNÉ, "Genera Plantarum", 6ª Ed., Laurentii, Salvii, 1764.
2. LINNEUS fil., "Supplementum Plantarum, Systematis Vegetabilium XIII, Generum Plantarum VI, Specierum Plantarum II", Brunsvigae, Smpensif Ophanotrophei, 454, 1781.
3. ANTONII LAURENTII DE JUSSIEN, "Genera Plantarum", Parissii, 40, 1789.
4. INDEX GREY, Notizblatt, Col., 11:1, 1930.
5. HOOKER y JACKSON, "Index Kwensis", Oxonii, Tomo II, 178, 1895.
6. "Index Kwensis", Suplementum Oxonii XI, 1941 a 1950, 153, 1953.
7. "Herbario Nacional de Colombia", Nos. 10860 - 8959 - 7071 - 7768.
8. DUGAND ARMANDO, "Palmas de Colombia", Caldasia, Inst. de Cienc. Nat. U. N., Bogotá, 32, 78, Dic. 1940.
9. BARBOSA RODRIGUES, "Sertum Palmarum Brasiliensium", I pte., Veuve Monnon, Bruxelles, 9, 1903.
10. A. O. A. C., "Official Methods of Analysis", Sec. 18007, 24, 1960.
11. A. O. A. C., "Official Methods of Analysis", sec. 38010, 24, 9 th. Ed., Washigton D. C., 1960.
12. PERKIN-ELMER, "Analytical Methods For Atomic Absorption Spectrophotometry".
13. OTERO AENLLE, "Análisis de grasa, ceras y sus mezclas comerciales", Dossat S. A., Madrid, 5, 1946.
14. STAMBUK J., "Aplicaciones en cromatografía de gases", Perkin-Elmer, 1970.
15. MACNAIR and BONELLI, "Basic gas chromatography", 5ª Ed., Berkeley, California, 1969.
16. CALDERÓN E., "Guía para análisis de plantas y notas prácticas sobre fitoquímica", Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 153, 1963.
17. ANDERSON'S Laboratory Experiments in Biochemistry, The C. V. Mosby Company, Saint Louis, 73, 1968.
18. HAWK, OSER, SUMMERSON, "Practical Physiological Chemistry", 13ª ed., Mc Graw Hill Book Company Inc., New York, Toronto, London, 240, 1947.
19. PAGET M. et COUSTENOBLE P., "La chromatographie sur couches minces des oses et osidos recontrés dans des enzymopathies affectant les glucides", Annales de Biologia Clinique. 10 - 12, 1239 - 1247, 1967.