

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA NATURALEZA DE LA RESISTENCIA DEL
CAFETO A *Ceratocystis fimbriata* (Ell. Halst.) Hunt.

Jaime Zuluaga V.*

Germán Valencia A.**

Jaime González ***

INTRODUCCION

La llaga macana (*Ceratocystis fimbriata*), es la enfermedad más importante que ataca el tallo y las ramas del cafeto. Entre los métodos para combatir esta enfermedad, se considera como ideal y más efectivo, el empleo de árboles resistentes.

En distintos tipos de plantas (13, 18, 19, 23), se ha comprobado que el mayor contenido de algunos polifenoles en las hojas, está asociado con la resistencia a diferentes hongos patógenos.

En relación con la resistencia del cafeto a la llaga macana, Echandi y Fernández (5) encontraron que el ácido clorogénico en concentraciones de 625 ppm inhibe totalmente la germinación de esporas de *C. fimbriata*. Se sabe además que las especies *C. canephora* y *C. libérica*, que son inmunes a esta enfermedad, tienen un mayor contenido de ácido clorogénico que la especie *C. arábica* que es susceptible (5).

Por otra parte J. J. Castaño encontró una planta de *C. arábica* cultivar Borbón, que al ser inoculada con *C. fimbriata* presentaba una reacción de resistencia. Posteriormente, Fernández (7) comprobó dicha resistencia,

* Ex-Asistente de la Sección de Química Agrícola del Centro Nacional de Investigaciones de Café. Chinchiná. Caldas. Colombia.

** Jefe de la Sección de Fitofisiología del Centro Nacional de Investigaciones de Café. Chinchiná. Caldas. Colombia.

*** Profesor Departamento de Química. Universidad Nacional. Bogotá, Colombia.

trabajando con la primera progenie de esa planta. Fernández (7) agrega que esta resistencia parece ser de naturaleza bioquímica.

Con este estudio se pretende averiguar si existe alguna diferencia en la composición polifenólica de las hojas de las variedades Caturra, Típica y Borbón, susceptibles al ataque de *C. fimbriata*, cuando se comparan con las especies *C. libérica*, y *C. canephora* que son inmunes a dicha enfermedad y con la descendencia de una planta resistente de la variedad Borbón.

MATERIALES Y METODOS

Para determinar los compuestos fenólicos presentes en las hojas de café, se consideraron los siguientes tratamientos: Caturra, Típica y Borbón susceptibles; Borbón resistente; (*Canephora* y *Libérica*) inmunes; Borbón susceptible (hojas tiernas).

De cada uno de los tratamientos se tomaron tres muestras de 20 gramos de hojas.

El último tratamiento, Borbón susceptible, hojas tiernas, se incluyó en el estudio con el fin de verificar si realmente existe un mayor contenido de polifenoles en las hojas nuevas del cafeto, tal como lo afirma Rabechault (16) y teniendo en cuenta que Echandi y Fernández (5) encontraron que las ramas jóvenes son relativamente resistentes a *C. fimbriata*.

El método de extracción empleado fue el utilizado por Pictet y Brandenberger (15).

Para cada una de las muestras se corrió un cromatograma ascendente en dos direcciones, utilizando papel cromatográfico Whatman N° 1 de 28 x 32 cms, y ácido acético al 2% como primer solvente; como segundo solvente se usó una mezcla de n-butanol, ácido acético y agua (4: 1: 2.2 v/v/v). La cantidad de muestra utilizada para el cromatograma fue de 15 microlitros de la solución de 10 mgr. de polifenoles, en un mililitro de etanol al 90%. Con el fin de determinar las diferencias cuantitativas en el contenido de polifenoles, se observaron los cromatogramas bajo luz ultravioleta y bajo luz ultravioleta en presencia de vapores de amoníaco (3).

RESULTADOS

Contenido de polifenoles

En la tabla 1 se presentan los contenidos de polifenoles totales expresados en porcentaje de las sales de plomo.

TABLA 1. Porcentaje de polifenoles puros* obtenidos a partir de 20 gramos de hojas de diferentes variedades de café.

| Tratamiento | Muestra I | Muestra II | Muestra III | Promedio |
|---------------------|-----------|------------|-------------|----------|
| Caturra susceptible | 3.75 | 3.95 | 3.81 | 3.84 |
| Típica susceptible | 3.55 | 3.32 | 3.75 | 3.54 |
| Borbón susceptible | 4.10 | 3.57 | 4.00 | 3.89 |
| Borbón resistente | 4.34 | 4.85 | 4.30 | 4.49 |
| Libérica inmune | 5.25 | 5.00 | 5.60 | 5.25 |
| Canephora inmune | 4.75 | 4.50 | 4.95 | 4.73 |

* El porcentaje de polifenoles se tomó en base al contenido de sales de plomo.

El análisis de varianza (tabla 2), realizado a los promedios de los porcentajes del contenido de polifenoles, mostró diferencia significativa al 1% entre las variedades susceptibles y las resistentes e inmunes.

TABLA 2. Variaciones en el contenido promedio de polifenoles puros en las hojas de diferentes variedades de café.

| Tratamiento | % de polifenoles: | Tratamiento | % de polifenoles |
|-----------------------|-------------------|-------------|------------------|
| Susceptibles | 3.75** | Resistente | 4.49* |
| Resistentes e inmunes | 4.83 | Inmunes | 4.99 |

** D.M.S.: 1% = 0.48 : * D.M.S.: 5% = 0.49

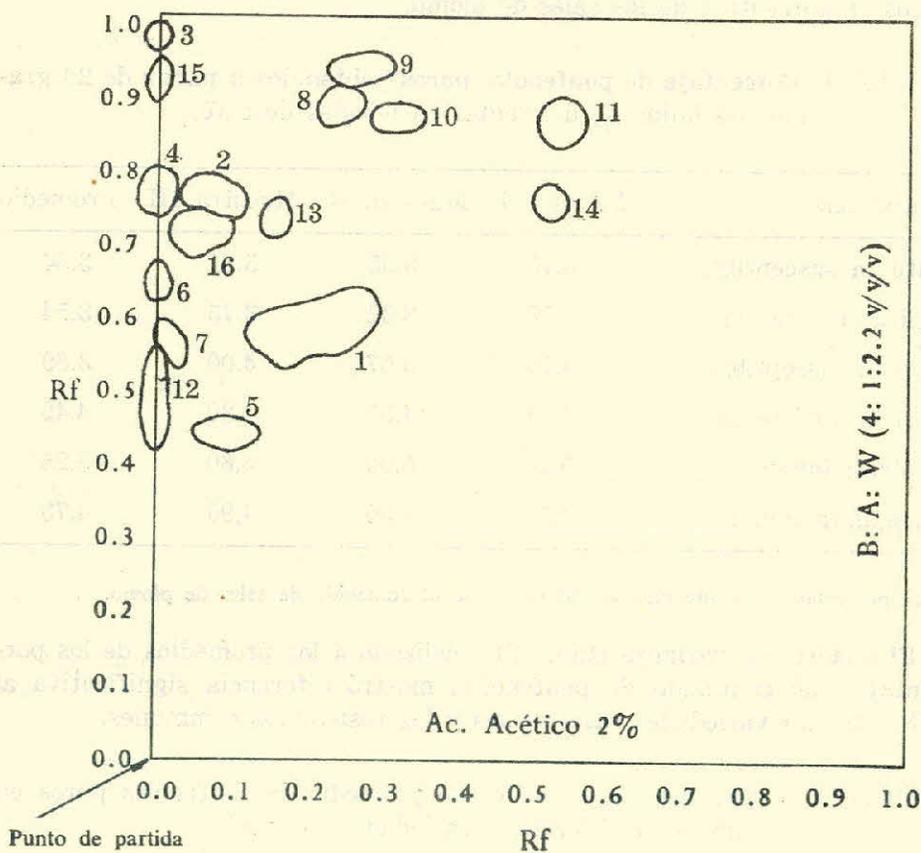


FIGURA 1 Cromatograma de los polifenoles en las hojas de café, de la variedad Caturra (susceptible).

TABLA 3. Valores de los Rf, color bajo luz Ultra-Violeta y bajo luz Ultra-Violeta previa exposición a vapores de amoníaco de los polifenoles en las hojas de café de la variedad Caturra (susceptible).

| MANCHA | | Rf. | Color* | |
|--------|------------------|---------------------|-------------------|---------------------------------------|
| Nº | Ac Acético 2% | B:A:W: (4:1:2.2) | Luz Ultra-violeta | Luz Ultra-violeta +NH ₃ |
| 1 | 0.16 | 0.65 | Rosa pálido | Amarillo brillante |
| 2 | 0.06 | 0.78 | Rosa pálido | Amarillo brillante |
| 3 | 0.00 | 0.96 | Rosado fuerte | No cambia |
| 4 | 0.00 | 0.74 | Azul blanco | Blanco |
| 5 | 0.06 | 0.45 | Rosa pálido | Amarillo brillante |
| 6 | 0.00 | 0.64 | Amarillo pálido | No cambia |
| 7 | 0.16 | 0.51 | Amarillo pálido | No cambia |
| 8 | 0.18 | 0.86 | Azul | Se intensifica |
| 9 | 0.25 | 0.91 | Azul pálido | Azul intenso |
| 10 | 0.25 | 0.85 | Azul | Se intensifica |
| 11 | 0.46 | 0.86 | ————— | Azul verde |
| 12 | 0.00 | 0.45 | Azul Blanco | Blanco |
| 13 | 0.12 | 0.74 | Morado | Amarillo pálido |
| 14 | 0.42 | 0.79 | ————— | Azul verde |
| 15 | 0.00 | 0.89 | Amarillo pálido | No cambia |
| 16 | 0.44 | 0.73 | ————— | Azul |

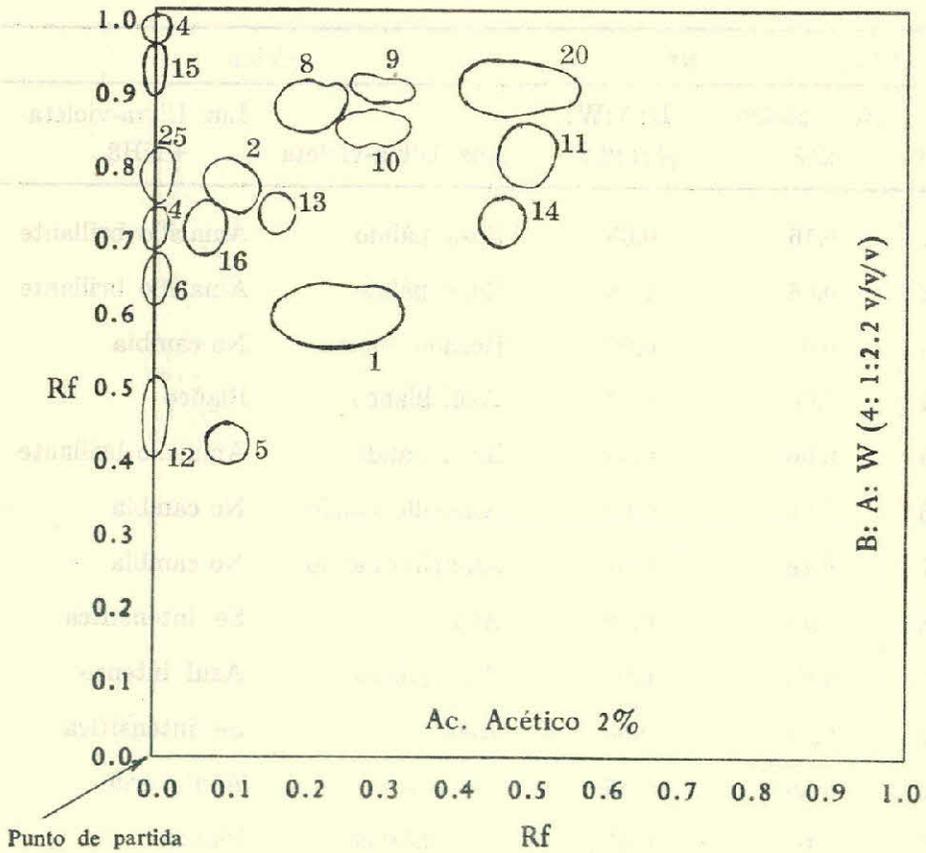


FIGURA 2 Cromatograma de los polifenoles en las hojas de café, de la variedad Típica (susceptible).

abril - junio 1971

TABLA 4. Valores de los Rf, color bajo luz Ultra-Violeta y bajo luz Ultra-Violeta previa exposición a vapores de amoniaco de los polifenoles en las hojas de café de la variedad Típica (susceptible).

| MANCHA | | Rf. | | Color* | |
|--------|------------------|---------------------|-------------------|---------------------------------------|--|
| Nº | Ac Acético 2% | B:A:W: (4:1:2.2) | Luz Ultra-Violeta | Luz Ultra-violeta +NH ₃ | |
| 1 | 0.20 | 0.63 | Rosa pálido | Amarillo brillante | |
| 2 | 0.09 | 0.78 | Rosa pálido | Amarillo brillante | |
| 3 | 0.00 | 0.97 | Rosado intenso | No cambia | |
| 4 | 0.00 | 0.77 | Azul Blanco | Blanco | |
| 5 | 0.10 | 0.45 | Rosa pálido | Amarillo brillante | |
| 6 | 0.00 | 0.67 | Amarillo pálido | No cambia | |
| 8 | 0.17 | 0.88 | Azul | Se intensifica | |
| 9 | 0.33 | 0.90 | Azul pálido | Azul intenso | |
| 10 | 0.31 | 0.85 | Azul | Se intensifica | |
| 11 | 0.48 | 0.84 | — | Azul-verde | |
| 12 | 0.00 | 0.48 | Azul Blanco | Blanco | |
| 13 | 0.18 | 0.75 | Morado | Amarillo pálido | |
| 14 | 0.47 | 0.74 | — | Azul-verde | |
| 15 | 0.00 | 0.88 | Amarillo pálido | Se intensifica | |
| 16 | 0.07 | 0.72 | — | Azul | |
| 20 | 0.46 | 0.93 | — | Azul | |

El A. a. y B. a. a. se separaron en los 10 primeros minutos de la corrida de la columna de 100 cm. de longitud y a los 15 minutos de la corrida de la columna de 200 cm. de longitud. En los 10 primeros minutos de la corrida de la columna de 100 cm. de longitud se separaron los 10 primeros minutos de la corrida de la columna de 200 cm. de longitud.

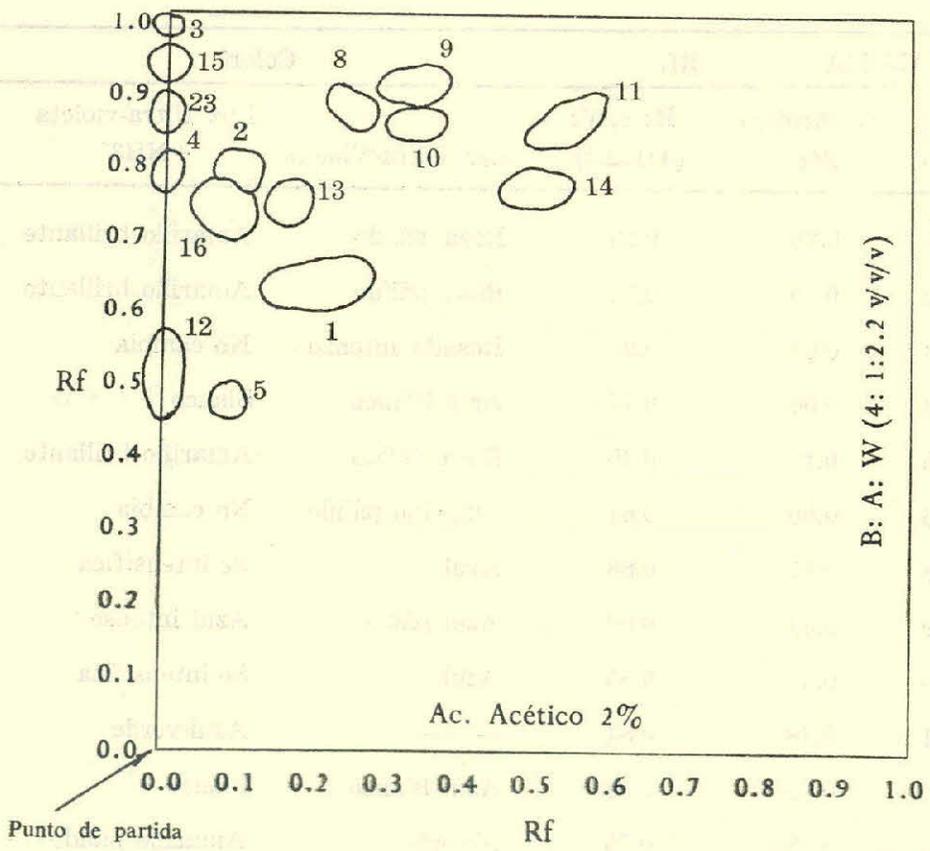


FIGURA 3 Cromatograma de los polifenoles de las hojas de café, de la variedad Borbón (susceptible).

TABLA 5. Valores de los Rf, color bajo luz Ultra-Violeta y bajo luz Ultra-Violeta previa exposición a vapores de amoniaco de los polifenoles en las hojas de café de la variedad Borbón (susceptible).

| MANCHA Nº | Rf. | | Color* | |
|--------------|------------------|---------------------|-------------------|---------------------------------------|
| | Ac Acético 2% | B:A:W: (4:1:2.2) | Luz Ultra-violeta | Luz Ultra-violeta +NH ₃ |
| 1 | 0.18 | 0.61 | Rosa pálido | Amarillo brillante |
| 2 | 0.09 | 0.76 | Rosa pálido | Amarillo brillante |
| 3 | 0.00 | 0.97 | Rosado intenso | No cambia |
| 4 | 0.00 | 0.77 | Azul pálido | Blanco |
| 5 | 0.08 | 0.45 | Rosa pálido | Amarillo brillante |
| 8 | 0.25 | 0.86 | Azul | Se intensifica |
| 9 | 0.32 | 0.89 | Azul pálido | Azul |
| 10 | 0.32 | 0.84 | Azul | Se intensifica |
| 11 | 0.52 | 0.83 | — | Azul-verde |
| 12 | 0.00 | 0.50 | Azul blanco | Blanco |
| 13 | 0.15 | 0.73 | Morado | Amarillo |
| 14 | 0.48 | 0.75 | — | Azul-verde |
| 15 | 0.00 | 0.92 | Amarillo | Se intensifica |
| 16 | 0.07 | 0.72 | — | Azul |
| 22 | 0.11 | 0.86 | — | Azul |
| 23 | 0.00 | 0.85 | Amarillo | Amarillo verde |

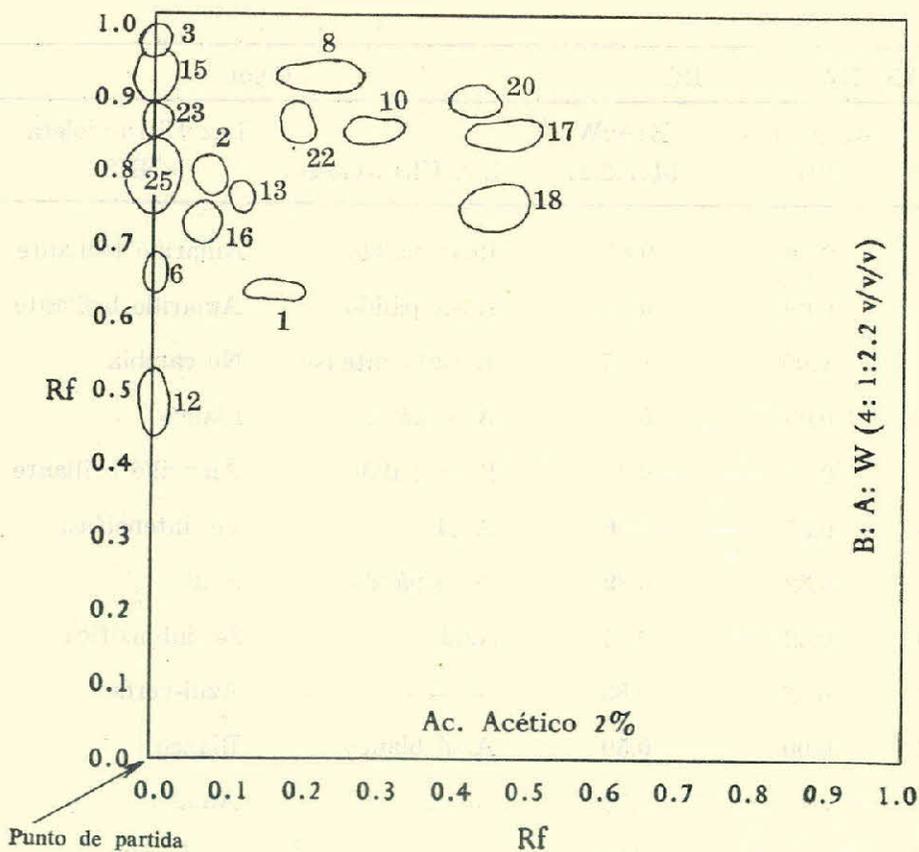


FIGURA 4 Cromatograma de los polifenoles en las hojas de café, de la variedad Borbón (línea resistente).

abril - junio 1971

TABLA 6. Valores de los Rf, color bajo luz Ultra-violeta y bajo luz Ultra-Violeta previa exposición a vapores de amoniaco de las hojas de café de la variedad Borbón (línea resistente).

| MANCHA | Rf. | | Color* | |
|--------|------------------|---------------------|--------------------|--|
| | Ac Acético 2% | B:A:W: (4:1:2.2) | Luz Ultra-violeta | Luz Ultra-violeta + NH ₃ |
| 1 | 0.16 | 0.62 | Rosa pálido | Amarillo |
| 2 | 0.07 | 0.78 | Rosa muy pálido | Amarillo |
| 3 | 0.00 | 0.96 | Rosa intenso | No cambia |
| 6 | 0.00 | 0.65 | Amarillo pálido | No cambia |
| 9 | 0.21 | 0.91 | Azul pálido | Azul |
| 10 | 0.29 | 0.84 | Azul | Se intensifica |
| 12 | 0.00 | 0.47 | Azul Blanco | Blanco |
| 13 | 0.11 | 0.75 | Morado | Amarillo |
| 15 | 0.00 | 0.91 | Amarillo | Se intensifica |
| 16 | 0.06 | 0.71 | — | Azul |
| 17 | 0.44 | 0.86 | Azul | Verde |
| 18 | 0.44 | 0.74 | Azul | Azul verde |
| 20 | 0.41 | 0.88 | — | Azul |
| 22 | 0.19 | 0.85 | — | Azul |
| 23 | 0.00 | 0.85 | Amarillo | Amarillo-verde* |
| 25 | 0.00 | 0.77 | Amarillo brillante | No cambia |

* La intensidad en el color de las manchas, pudo apreciarse que fué un poco mayor que en las variedades susceptibles, con excepción de las manchas números 1, 2 y 5 que fueron menores.

TABLA 7. Valores de los Rf, color bajo luz Ultra-Violeta y bajo luz Ultra-Violeta previa exposición a vapores de amoniaco de los polifenoles en las hojas de café C. Canephora (inmune).

| MANCHA | | Rf. | Color* | |
|--------|------------------|---------------------|-------------------|---------------------------------------|
| Nº | Ac Acético 2% | B:A:W: (4:1:2.2) | Luz Ultra-violeta | Luz Ultra-violeta +NH ₃ |
| 4 | 0.00 | 0.72 | Azul Blanco | Blanco |
| 8 | 0.23 | 0.85 | Azul | Se intensifica |
| 10 | 0.33 | 0.85 | Azul | Se intensifica |
| 13 | 0.14 | 0.69 | Morado | Amarillo |
| 17 | 0.46 | 0.74 | Azul | Verde |
| 22 | 0.11 | 0.84 | Azul | Verde-azul |
| 28 | 0.31 | 0.72 | ———— | Azul |
| 29 | 0.28 | 0.61 | ———— | Amarillo quemado |

* La intensidad de las manchas bajo luz ultra-violeta y bajo luz ultra-violeta, previa exposición a vapores de amoniaco fué mucho mayor que en las variedades susceptibles y resistentes.

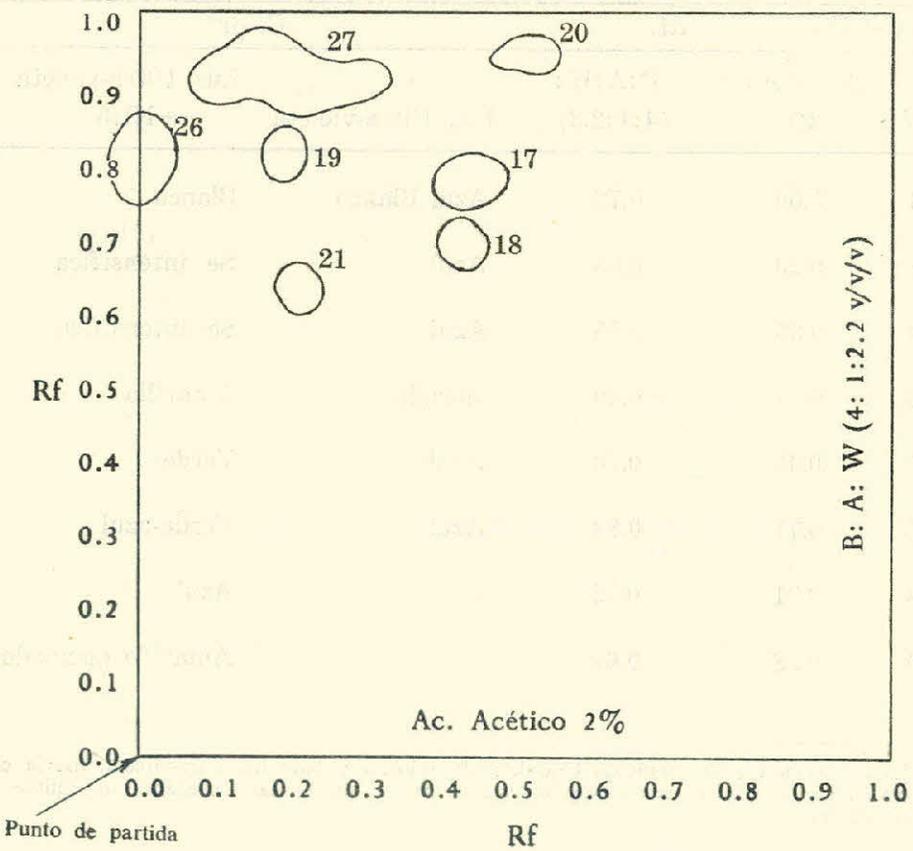


FIGURA 6 Cromatograma de los polifenoles en las hojas de café, *C. Libérica* (inmune).

abril - junio 1971

TABLA 8. Valores de los Rf, color bajo luz Ultra-Violeta y bajo luz Ultra-Violeta previa exposición a vapores de amoniaco de los polifenoles en las hojas de café C. Libérica (inmune).

| MANCHA Nº | Rf. | | Color* | |
|--------------|------------------|---------------------|-------------------|---------------------------|
| | Ac Acético 2% | B:A:W: (4:1:2.2) | Luz Ultra-violeta | Luz Ultra-violeta +NH3 |
| 17 | 0.44 | 0.77 | Azul | Verde |
| 18 | 0.42 | 0.69 | Azul | Azul verde |
| 19 | 0.12 | 0.81 | Azul | Azul verde |
| 20 | 0.50 | 0.95 | — | Azul |
| 21 | 0.14 | 0.62 | — | Azul |
| 26 | 0.00 | 0.81 | Azul Blanco | Blanco |
| 27 | 0.17 | 0.92 | Azul | Se intensifica |

* La intensidad de las manchas bajo luz Ultra-Violeta y bajo luz Ultra-Violeta, previa exposición a vapores de amoniaco fue mucho mayor que en las variedades susceptibles y resistentes.

El presente trabajo se refiere a los polifenoles de las hojas de café de la variedad Borbón susceptible (hojas tiernas). Los resultados se expresan en el cromatograma adjunto, el cual muestra 33 compuestos diferentes. En el caso de los compuestos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, se han identificado los compuestos correspondientes.

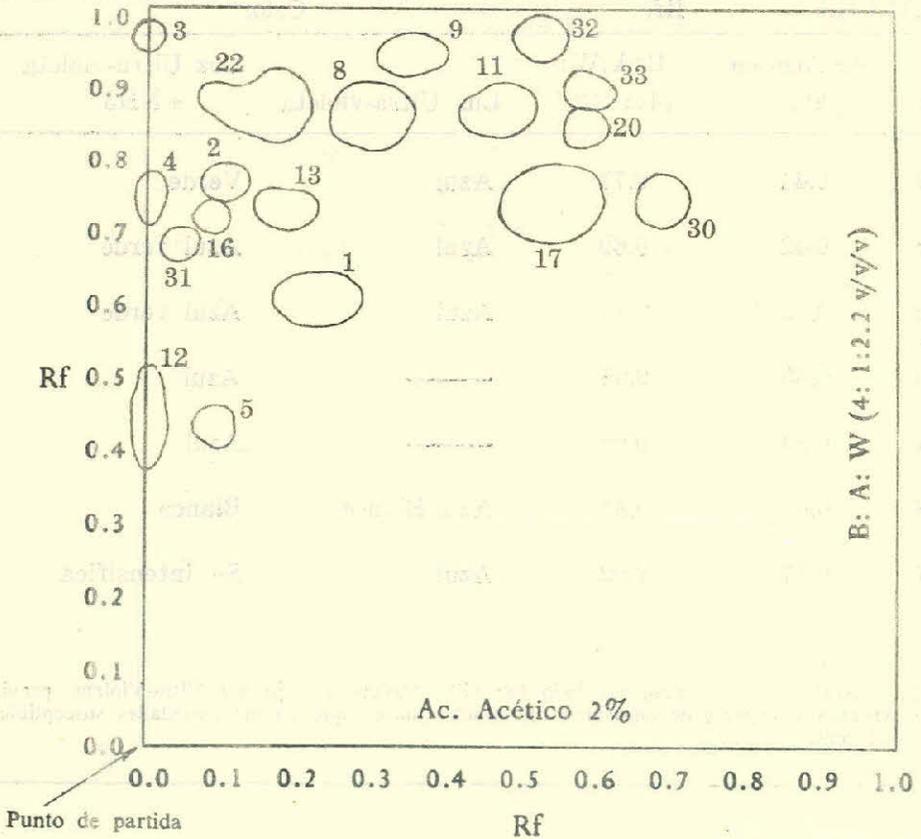


FIGURA 7 Cromatograma de los polifenoles de las hojas de café, de la variedad Borbón susceptible (hojas tiernas).

abril - junio 1971

TABLA 9. Valores de los Rf, color bajo luz Ultra-Violeta y bajo luz Ultra-Violeta previa exposición a vapores de amoníaco de los polifenoles en las hojas de café de la variedad. Borbón línea susceptible (hojas tiernas).

| MANCHA | Rf. | | Color* | |
|--------|------------------|---------------------|-------------------|--|
| | Ac Acético 2% | B:A:W: (4:1:2.2) | Luz Ultra-Violeta | Luz Ultra-violeta + NH ₃ |
| Nº 1 | 0.22 | 0.60 | Rosa muy pálido | Amarillo |
| 2 | 0.09 | 0.75 | Rosa muy pálido | Amarillo |
| 3 | 0.00 | 0.97 | Rosa intenso | No cambia |
| 4 | 0.00 | 0.74 | Azul Blanco | Blanco |
| 5 | 0.09 | 0.43 | Rosa muy pálido | Amarillo |
| 8 | 0.29 | 0.87 | Azul | Se intensifica |
| 9 | 0.35 | 0.93 | Azul pálido | Azul |
| 11 | 0.46 | 0.86 | — | Azul verde |
| 12 | 0.00 | 0.44 | Azul Blanco | Blanco |
| 13 | 0.18 | 0.72 | Morado | Amarillo |
| 16 | 0.08 | 0.71 | — | Azul |
| 20 | 0.58 | 0.83 | — | Azul |
| 22 | 0.14 | 0.86 | — | Azul |
| 30 | 0.68 | 0.74 | Azul | Azul verde |
| 31 | 0.04 | 0.67 | — | Amarillo |
| 32 | 0.51 | 0.96 | — | Azul |
| 33 | 0.58 | 0.88 | Azul | Azul verde |

* La intensidad de las manchas bajo luz Ultra-violeta y bajo luz ultra-violeta, previa exposición a vapores de amoníaco fué mucho mayor, para ésta muestra, que para cualquiera de las variedades susceptibles o resistentes.

El análisis de los ácidos fenólicos se realizó mediante cromatografía en capa fina (CCF) utilizando como fase estacionaria sílice gel y como fase móvil una mezcla de acetato de etilo y ácido acético (4:1:2.2 v v v). Los compuestos se visualizaron mediante el método de la ninhidrina.

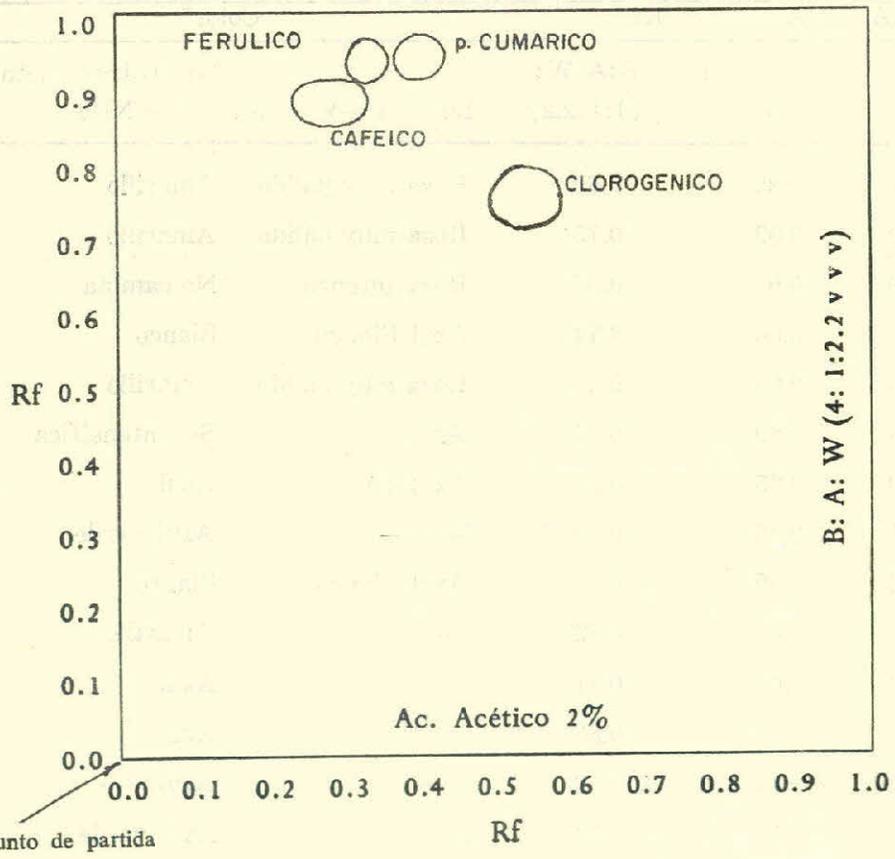


FIGURA 8 Cromatograma de patrones de los ácidos fenólicos.

abril - junio 1971

TABLA 10 Valores de los Rf, color bajo luz Ultra-violeta y bajo luz Ultra-Violeta, previa exposición a vapores de amoníaco de los patrones de los ácidos clorogénico, ferúlico, cafeico, p-cumárico y p-hidroxibenzoico.

| PATRON | | Ref. | | Color* | |
|------------------------|------------------|---------------------|-------------------|---------------------------|--|
| Nº | Ac Acético 2% | B:A:W: (4:1:2.2) | Luz Ultra-violeta | Luz Ultra-violeta +NH3 | |
| Clorogénico | 0.54 | 0.74 | Azul | Verde | |
| Cafeico | 0.27 | 0.88 | Azul Blanco | Azul blanco intenso | |
| Ferúlico | 0.33 | 0.93 | Azul | Azul más intenso | |
| P-cumárico | 0.40 | 0.93 | — | Azul | |
| P-hidroxi- benzoico | — | — | — | — | |

Se encontró también que no existe diferencia significativa al nivel del 5% dentro del grupo de variedades susceptibles, ni dentro del grupo formado por la variedad resistente y las especies inmunes.

También se observa que hay diferencia significativa al nivel del 5% entre la variedad resistente y las especies inmunes.

Cromatogramas

En las figuras uno a seis se observan los resultados de los cromatogramas para las diferentes variedades.

En este conjunto de cromatogramas corridos en dos direcciones, se notó la presencia de treinta y tres manchas diferentes. No todas ellas aparecieron en cada uno de los cromatogramas. A las manchas de igual Rf relativo e igual coloración bajo luz ultravioleta y bajo luz ultravioleta en presencia de vapores de amoníaco, se les asignó el mismo número.

Al estudiar los valores de los Rf y las reacciones de color bajo luz ultravioleta y bajo luz ultravioleta en presencia de vapores de amoníaco, de los diferentes compuestos que aparecen en los cromatogramas, y según las determinaciones hechas por varios autores, (1, 6, 9, 11, 12, 15, 20, 21), además de los presentados por los patrones (figura 8, tabla 10), se hizo la clasificación que aparece en la tabla 11.

De acuerdo a esta clasificación, se tiene que los polifenoles que se encuentran en las hojas del cafeto, pueden dividirse en dos grandes grupos: ácidos o ésteres de ácidos fenólicos, y compuestos de tipo flavonoide.

DISCUSION

Contenido total de polifenoles.

Como se puede observar en la tabla 1, el contenido total de polifenoles, muestra una tendencia a aumentar, a medida que aumenta el grado de resistencia a *C. fimbriata*.

En cuanto al número de compuestos que aparecen en los cromatogramas, se puede observar que este es mayor en los tratamientos que corresponden a las variedades susceptibles y la resistente.

TABLA 11. Clasificación tentativa de los polifenoles encontrados en las muestras analizadas, de acuerdo a los valores de sus Rf y a las reacciones de color bajo luz ultravioleta y luz ultravioleta con vapores de amoniaco.

| Tratamiento | Muestra No | Acidos ó ésteres de ácidos fenólicos | | | | | Compuestos de tipo flavonoide | | |
|---------------------------------|------------|--------------------------------------|-----------|----------|-------------|--------------------|-------------------------------|--------------------------|--|
| | | Clorogénicos | Ferúlicos | Caféicos | P-Cumáricos | | | | |
| | * | 11-14-17-18-19-22-30-33 | 8-10-27 | 9 | 20-28-32 | 1-2-5-6-7-13-25-31 | 23 | 3-4-12-15-16-21-24-26-29 | |
| Caturra susceptible | 1 | x x | x x | x | | x x x x x x | | x x x x x | |
| | 2 | x x | x x | x | | x x x x x x | | x x x x x | |
| | 3 | x x | x x | x | | x x x x x x | | x x x x x | |
| Típica susceptible | 1 | x | x x | x | | x x x x x x | | x x x x x | |
| | 2 | x x | x x | x | x | x x x x x | | x x x x x | |
| | 3 | x x | x x | x | x | x x x x x | | x x x x x | |
| Borbón susceptible | 1 | x x | x | x | x | x x x x x | x | x x x x x | |
| | 2 | x x | x x | x | x | x x x x | x | x x x x x | |
| | 3 | x x | x x | x | x | x x x x | x | x x x x x | |
| Borbón susceptible H. tiernas** | 1 | x | x x x | x | x | x x x x | x | x x x x | |
| | 2 | x x | x | x | x | x x x x | x | x x x x x | |
| | 3 | x x | x x | x | x | x x x x | x | x x x x x | |
| Libérica** inmune | 1 | x x x | x | x | x | | | x x | |
| | 2 | x | x | x | | | | x x | |
| | 3 | | x | | | | | x x | |
| Canephora** inmune | 1 | x | x x | x | x | | | x x | |
| | 2 | x | x x | x | x | | | x x | |
| | 3 | x x | x x | x | x | | | x x | |

* Números de identificación de las manchas en los cromatogramas.

** La intensidad del color, para las manchas que corresponden a los ácidos fenólicos, es mayor en éstas que en las variedades susceptibles.

Clases de compuestos.

Los tratamientos que corresponden a las especies inmunes, presentan un menor contenido de compuestos de tipo flavonoide, destacándose la ausencia, en estos tratamientos (figuras 5 y 6), de las manchas identificadas con los números 1, 2 y 5, las cuales se presentan en baja concentración en la variedad resistente (figura 4) y en alta concentración en las variedades susceptibles (figuras 1, 2 y 3).

El contenido de ácidos fenólicos es mayor en los tratamientos de las especies inmunes y la variedad resistente; sin embargo, debe hacerse notar la ausencia en estos tratamientos, de las manchas 11 y 14 que se han clasificado como ácidos fenólicos (tabla 11) y que se presentan en gran concentración en todos los tratamientos de las variedades susceptibles (figuras 1, 2 y 3). Al comparar los dos tratamientos de la variedad Borbón susceptible (hojas maduras y hojas tiernas, figuras 4 y 7) se puede apreciar que existe un mayor contenido de ácidos fenólicos en las hojas tiernas del cafeto, lo cual coincide con lo expresado por Rabechault (16).

De acuerdo con este resultado, y en concordancia con Echandi y Fernández (5), es de esperar que las hojas tiernas sean relativamente resistentes a *C. fimbriata*.

Si se acepta que la resistencia del cafeto a *C. fimbriata* puede deberse al mayor contenido de ácidos fenólicos en las hojas, la susceptibilidad a esta enfermedad podría explicarse a raíz de la disminución en contenido que sufren los ácidos fenólicos a medida que los tejidos se desarrollan (21).

Teniendo en cuenta que las especies inmunes contienen mayor cantidad de ácidos fenólicos, es lógico que la disminución mencionada no afecte su carácter de inmunidad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De la discusión anterior se puede concluir que existe una relación entre la susceptibilidad o resistencia del cafeto a *C. fimbriata* y el contenido de ácidos fenólicos y compuestos de tipo flavonoide en las hojas.

abril - junio 1971

Parece ser que la resistencia está directamente relacionada con el mayor contenido de ácidos fenólicos, y a su vez la susceptibilidad con el mayor contenido de compuestos de tipo flavonoide.

Es posible también que la presencia o ausencia en las hojas del cafeto de algunos compuestos identificados en este estudio, esté relacionada con el grado de resistencia a esta enfermedad. Por lo tanto, se sugiere continuar el análisis de compuestos que mostraron alguna relación con la resistencia del cafeto a *C. fimbriata*.

Por último, sería conveniente realizar estudios de naturaleza similar al que acaba de exponerse, en relación con el grado de resistencia o susceptibilidad de selecciones de café al ataque de otros organismos patógenos.

RESUMEN

Existen indicios de una aparente relación entre la presencia de compuestos polifenólicos en las hojas del cafeto y el grado de resistencia o susceptibilidad a la llaga macana, producida por *Ceratocystis fimbriata*.

Como una contribución al estudio de estas relaciones se realizó un análisis cromatográfico de los polifenoles presentes en hojas de café de plantas susceptibles (Típica, Borbón y Caturra), resistentes (Borbón) e inmunes (*C. canephora* y *C. libérica*,) al ataque de este patógeno.

Los resultados obtenidos mostraron que existe un mayor contenido de polifenoles totales en las plantas inmunes a *Ceratocystis fimbriata*. Este contenido disminuye en las plantas resistentes y es aún menor en las susceptibles.

Las determinaciones de los valores Rf y las reacciones de color bajo luz ultravioleta y bajo luz ultravioleta en presencia de vapores de amoníaco, para los diferentes compuestos, permitieron hacer una clasificación tentativa de ellos en ácidos fenólicos o ésteres de ácidos fenólicos (Clorogénicos - Ferúlicos, caféicos y P-Cumáricos) y flavonoides o compuestos relacionados (Quercentina, Kampferol y otros).

El contenido de compuestos flavonoides es más alto en las plantas susceptibles y resistentes, que en las plantas inmunes.

El contenido polifenólico total en las hojas de plantas inmunes a *Ceratocystis fimbriata* está constituido en su mayor parte por ácidos fenólicos o ésteres de los mismos. A su vez, el contenido polifenólico de las plantas susceptibles, está constituido por compuestos de tipo flavonoide o relacionados.

Se encontró también que las hojas tiernas de la variedad Borbón susceptible, tienen un contenido similar, tanto de ácidos fenólicos como de compuestos de tipo flavonoide al de las especies inmunes *C. canephora* y *C. libérica*.

Se concluyó que la resistencia del cafeto al ataque de *C. fimbriata* puede estar directamente relacionada con el mayor contenido de ácidos fenólicos e inversamente con el mayor contenido de compuestos de tipo flavonoide.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- BARDINSKAYA and T. A. SHUBERT. 1964. Rf Values of cereal phenolic compounds. *J. Chromatog.* 15: D 20-21.
- 2.- BHATIA, I. S. and M. R. ULLAH. 1968. Polyphenols of tea IV. Qualitative and quantitative study of the polyphenols of different organs and some cultivated varieties of tea plant. *J. Sci. Ed. Agric. (EE-UU)* 19(9):535-542.
- 3.- BROWN, G. B.; J. R. DEAKIN and M. R. WOOD. 1969. Identification of *Cucumis* species by paper chromatography of flavonoids. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 94(3): 231-234.
- 4.- DONALD A. LEVIN. 1971. Plant Phenolics: An ecological perspective. *The American Naturalist.* 105(942):157-181.
- 5.- ECHANDI, E. and C. E. FERNANDEZ. 1962. Relation between chlorogenic acid content and resistance to coffee canker incited by *Ceratocystis fimbriata*. *Phytopathology*, 52(6):544-546.
- 6.- EL SAYED A. S. and B. S. LUH. 1963. Polyphenolic compounds in canned apricots. Department of Food Science and Technology. University of California Davis, California 95616.
- 7.- FERNANDEZ, B. O. 1964. Patogenicidad del *Ceratocystis fimbriata* (Ell. Holst y Hunt) y posible resistencia en *coffea arábica* L. Var. Bourbon. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Chinchiná, Colombia. *Bol. Informativo* 15(1):3-17.
- 8.- HARBORNE, J. B., ed. 1968. *Biochemistry of phenolic compounds*. 2nd. ed. England. New York Academic Press.
- 9.- ————. 1959. The chromatography of flavonoid pigments. *J. Chromatog* 2: 581-604.
- 10.- ————. 1960. Rf Values of Coumarin and related compounds. *J. Chromatog* 4:D21.
- 11.- HEFTMANN, E., ed. 1964. *Chromatography*. New York, Reinhold Publishing. pp 56-91, 607-622.
- 12.- JAFFE, M. J. and F. M. R. ISENBERG. 1969. Red light photoenhancement of the synthesis of phenolic compounds and lignin on potato tuber tissue. *Pyton (Argentina)* 26(1):51-57.
- 13.- JOHNSON, G. and A. L. SCHAAL. 1957. Chlorogenic acid and other orthodihydroxyphenols in scab-resistant russet burbank and scab-susceptible triumph potato tubers of different maturities. *Phytopathology* 47(5):253-255.

- 14.- MOORES, R. G. et al. 1948. Determination of chlorogenic acid in coffee. *Anal. Chem* 20(7):620.
- 15.- PICTET, G. and H. BRANDENBERGER. 1960. Substances polyphenoliques des plantes. Separation des acides phenoliques du café vert et du café rôti. *J. Chromatog.* 4:396-409.
- 16.- RABECHAULT, G. 1954. Tanins et complexes tanniques chez les cafeiers. Bingerville, Cote d'Ivoire. *Centre Rech. Agron. Bull. Sci.* 5:181-219.
- 17.- RANADIVE, A. S. and N. F. HAARD. 1971. Changes in polyphenolics on ripening of selected pear varieties. *J. Sci. Fed. Agric.* 22 (21):86-89.
- 18.- RAMIAH, P. K. 1966. Differences in some chemical constituents of varieties of coffee and their possible relation to leaf rust resistance. *In Coffee Board. Research Department. (India) 19th annual report 1965/1966 pp.* 79-80.
- 19.- ———. 1970. Differences in some chemical constituents of varieties of coffee and their possible relation to leaf rust resistance. *In Coffee Board. Research Department. (India) 23rd. annual det. techn. report. 1969-1970. pp.* 93-97.
- 20.- SCHALLER, D. R. and J. H. VON ELBE. 1970. Polyphenols in Montmorency cherries. *J. Food Science.* 35(6):762.
- 21.- SIOUD, F. B. LUH. 1963. Polyphenolic compounds in pear purée. Department of Food Science and Technology. University of California. Davis, California 95616.
- 22.- SMITH, I., ed. 1963. Chromatographic and electrophoretic techniques. Phenolics of the plants and tanins. 2nd. ed. Interscience (Wiley) v.1 pp 308-354.
- 23.- VALLE, E. 1957. On anti-fungal factors in potato leaves. (Laboratory of the Foundation for Chemical Research, Biochemical Institute, Helsinki, Finland). *Acta Chem. Scand.* 11(2):395-397.
- 24.- WARREN, H. C. and H. W. SIMON. 1953. Identification of flavonoid compounds by filter paper chromatography. Additional Rf values and color tests. *Anal Chem* 25(3): 508-509.