

Distribución de las fitomonas en palma de aceite afectadas por marchitez sorpresiva

Distribution of phytomonas on oil palms sudden welt sick

Nubla Rairán Cortés ¹; Henry Mejía ²; Hugo Calvache Guerrero ³; Jurge Zambrano Rosero ⁴; Orlando Grijalva ⁵

RESUMEN

La Marchitez Sorpresiva es una enfermedad de la Palma de Aceite propia de América Latina; es letal y ataca palmas en edad productiva causando la destrucción de lotes enteros dentro de las plantaciones. Se cree que el organismo causal es un flagelado del género *Phytomonas*, ya que no ha sido posible comprobar los postulados de Koch, debido a que aún no se conoce el insecto vector. Con el fin de conocer el sitio de penetración del flagelado y encaminar todos los esfuerzos hacia la evaluación de la entomofauna asociada a dicho lugar, se desarrolló este estudio en dos plantaciones ubicadas en Cumaral (Meta) y Puerto Wilches (Santander). Se tomaron muestras de ráquis de flechas y hojas 1, 9, 17, 25 y 33; pedúnculos de las inflorescencias masculinas y racimos; trozos de estipe a 1, 3, y 5 metros de la base de la palma (en palmas adultas) y raíces de palmas afectadas por marchitez sorpresiva. Posteriormente se determinó la concentración de flagelados por ml⁻¹ en el hematocitómetro. Todas las palmas analizadas fueron portadoras de fitomonas. La mayor concentración de la fitomona en palmas jóvenes con síntomas iniciales se observó en pedúnculos de inflorescencias y racimos (16-30 x 10⁶ flagelados por ml⁻¹), al igual que en las adultas (1.03-32x10⁶ flagelados por ml⁻¹), seguidas por partes jóvenes de la palma como flechas y hoja uno (0.8-3.9x10⁶ flagelados por ml⁻¹), y en los casos de la palma adulta por las muestras tomadas a mayor altura del estipe (1-11x10⁶ flagelados por ml⁻¹). En palmas con síntomas avanzados no se pudo contar las fitomonas, debido al alto grado de descomposición de las inflorescencias en estos casos se observó una tendencia descendente, presentándose una mayor acumulación en las raíces de palmas jóvenes (34 x 10⁶ flagelados por ml⁻¹) mientras que en las palmas adultas la mayor concentración se observó en el estipe a mediana y baja altura (1-11x10⁶ flagelados por ml⁻¹), seguidos por las raíces. Paralelamente, se realizó la correlación entre las inflorescencias masculinas y la incidencia de la enfermedad en diferentes lotes, encontrando que hay un 72.9% más de probabilidad de adquirir la enfermedad al aumentar el número de inflorescencias masculinas. Todo esto conduce a reforzar que el sitio de penetración de la fitomona se encuentra en el pedúnculo de las inflorescencias y hacia él se conducirá la búsqueda del insecto vector.

SUMMARY

Sudden Welt is an oil palm disease proper of Latin America. It is lethal and attacks palms in productive age causing the destruction of complete lots of lands within the plantations. It is believed that the causing organism is a flagellated cell of the genus *Phytomonas*. It has not been possible to prove Koch's postulates, for the vector insect is still unknown. With the objective of knowing the penetration place of the flagellated cell, as well as to

- 1 Ing. Agrónomo. Área Sanidad Vegetal. Cenipalma Apartado Aéreo 079. Santa Marta, Colombia
- 2 Estudiante de Agronomía. Instituto Universitario De La Paz - Uni Paz. Barrancabermeja, Colombia
- 3 Ing. Agrónomo, M.Sc. Área Sanidad Vegetal. Cenipalma. Apartado Aéreo 252171. Bogotá, D.C. Colombia
- 4 Ing. Agrónomo. Hacienda La Cabaña. Villavicencio, Colombia
- 5 Biólogo. Promociones Agropecuarias Monterrey. Barrancabermeja, Colombia

direct all the efforts towards the evaluation of the insect fauna associated to such place, this study was developed in two plantations located in Cumaral (Meta) and Puerto Wilches (Santander). The following samples were taken: leaf rachis and leaves 1, 9, 17, 25, and 33; peduncles of the masculine inflorescence and bunches; stem pieces at 1, 3, and 5 meters from the base of the palm (in adult palms) and roots of palms affected by sudden wilt. Subsequently the concentration of flagellated cells by ml⁻¹ in the hematocito-meter was determined. All the analyzed palms were carriers of *Phytomonas*. The greatest concentration of *phytomona* in the young palm with initial symptoms was observed in bunches and masculine inflorescence peduncles (16-30 x 10⁶ flagellated cells by ml⁻¹), just like in the adult ones (1.03 - 32 x 10⁶ flagellated cells by ml⁻¹). This were followed by young parts of the palm as spears and leaf one (0.8 , 3.9 x 10⁶ flagellated cells by ml⁻¹), and in the case of the adult palm by the samples taken at higher estipe height (1 - 11 x 10⁶ flagellated cells by ml⁻¹). In palms with advanced symptoms it was not possible to count the *Phytomonas* because of the high grade of decomposition of the inflorescence. In this cases a descendent tendency was observed, presenting a greater accumulation in the roots of young palms (34 x 10⁶ flagellated cells by ml⁻¹) while in the adult palms with higher concentration it was observed in the estipe at medium and low height (1 - 11 x 10⁶ flagellated cells by ml⁻¹), followed by the roots. At the same time, the correlation between masculine inflorescence and the incidence of the disease in the different lots of land was made. It was found that it is 72.9% more possible to acquire the disease when the number of masculine inflorescence rises. This strengthens the fact that the place of penetration of the *phytomona* is in the peduncle of the inflorescence and towards that the search of the vector insect will be conducted.

Palabras claves: *Fitomonas*, Palma de aceite, Marchitez sorpresiva.

INTRODUCCIÓN

En el cultivo de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.), el manejo de las enfermedades genera un incremento en los costos totales de producción, involucrando actividades de vigilancia y control. Algunas de ellas, como la Marchitez Sorpresiva y el Anillo Rojo no dejan otra alternativa diferente a la erradicación de la palma, convirtiéndose en un rubro delicado, especialmente cuando involucran palmas en edades tempranas.

Aunque no se ha logrado comprobar los postulados de Koch, se cree que esta enfermedad es causada por un flagelado de la Familia Tripanosomatidae, Orden Kinetoplastidae, debido a que se observa en todas las palmas afectadas por la enfermedad y está ausente en palmas sanas. Cabe recordar que a nivel mundial los tripanosomátidos están ampliamente distribuidas como patógenos de animales, algunos de importancia económica, como el causante de la enfermedad conocida con el nombre de Nagana que ocasiona la muerte de aproximadamente tres millones de cabezas de ganado vacuno al año en África (Muñoz-Chapuli 1998). En humanos, la afección de estos parásitos causa cerca de 350 mil muertes al año ocasionadas por enfermedades como el mal de Chagas y la Leishmaniasis (Manzullo, 1999).

Con la intención de facilitar la clasificación de los flagelados, éstos se han dividido en dos grupos (Vickerman 1976): los grandes tripanosomátidos que se caracterizan por ser parásitos de mamíferos y se pueden observar con el microscopio en un aumento 10X y los pequeños tripanosomátidos, propios de animales invertebrados y plantas, para cuya observación es necesario un microscopio con aumento 40X. Estos últimos se clasifican según su morfología en los siguientes géneros:

- *Leptomonas* (asociados con animales invertebrados) y *Herpetomonas* (asociados con insectos): Tienen el flagelo cerca al borde interior, y se denominan promastigote. En algunos casos, el flagelo puede emerger en el borde posterior de la célula y extenderse a lo largo de la misma denominándose opistomastigote.
- *Blastocrithidia* (asociados con animales invertebrados): El flagelo emerge de un lado de la célula y se extiende hacia la parte anterior siguiendo la ondulación de la membrana (epimastigote).
- *Crithidia* (asociados con animales invertebrados): Se caracterizan por tener el flagelo tan corto que es difícil observarlo (choanomastigote).

- *Phytomonas* (asociados con plantas): No existe una diferenciación clara entre este género y los demás, arbitrariamente fue denominado así por Donovan en 1909, cuando observó flagelados en plantas. Generalmente se encuentra en estado promastigote, aunque también puede cambiar a trypomastigote y choanomastigote. Actualmente se realizan investigaciones con técnicas moleculares, como PCR, para determinar su clasificación (Dollet 1994).

Igualmente, el género *Phytomonas* puede ser aislado de diferentes plantas (Tabla 1), que se clasifican según su localización en tres grupos bien definidos (Camargo et al. 1990):

- *Phytomonas* en tubos laticíferos en especies de las familias Apocynaceae, Asclepiadaceae y Euphorbiaceae.
- *Phytomonas* en frutos como en tomate y maíz.
- *Phytomonas* intrafloémicos que aparentemente son los únicos que causan daño como en la necrosis del floema del café, el Hartrot en coco y la Marchitez Sorpresiva en palma de aceite (Kastelein 1997). Muy probablemente ésta sea la respuesta a la ubicación en dos tejidos muy diferentes, ya que aparentemente las células del látex son individuales y no se comunican entre sí, a diferencia de lo

que ocurre con los vasos conductores; Camargo et al (1990); argumentan que esto se puede deber a la toxicidad propia de las células de látex que sirven como mecanismo de defensa de la planta.

La transmisión de estas enfermedades en mamíferos requiere de un vector, ya sea un díptero como en la Leishmaniasis, o un hemíptero como en el mal de Chagas. El insecto se pone en contacto con una persona o animal que sea portador (puede ser asintomático) del tripanosomátido, se contagia del parásito, el cual se reproduce en el sistema digestivo del insecto y posteriormente pasa a las glándulas salivares o a las heces fecales y allí finalmente está listo para transmitir la enfermedad.

En general, las similitudes de las parasitemias ocasionadas por los tripanosomátidos deja en claro que es necesaria la intervención de un agente infeccioso o vector encargado de propagar la enfermedad, que a su vez puede verse favorecida por la presencia de otros organismos hospedantes que se encuentren alrededor. Ha sido comprobado que la Leishmaniasis puede ser transmitida de humano a humano, de mamífero (perro, gato, rata, etc.) a humano, de humano a mamífero, siempre y cuando exista un insecto vector contaminado. En el caso de la palma de aceite las fuentes de contagio podrían ser las malezas circundantes, palmas con la enfermedad que no se erradiquen rápidamente u otras plantas de la familia Palmae; y los vectores, los insectos que se han encontrado portadores de flagelados y asociados con palmas con la enfermedad (Tabla 2).

Tabla 1. Relación de diferentes aislamientos de *Phytomonas* sp. encontrados en diferentes plantas portadoras.*

Planta Hospedante	Familia
<i>Allamanda cantartica</i> L.	Apocynaceae
<i>Mandevilla scabra</i>	Apocynaceae
<i>Rhabdadenia biflora</i>	Apocynaceae
<i>Blepharodon nitidus</i>	Asclepiadaceae
<i>Euphorbia characias</i>	Euphorbiaceae
<i>Euphorbia hirta</i>	Euphorbiaceae
<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	Euphorbiaceae
<i>Euphorbia pinea</i>	Euphorbiaceae
<i>Jatropha macrantha</i>	Euphorbiaceae
<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Euphorbiaceae
<i>Cocos nucifera</i> L.	Palmae
<i>Citrus bergamia</i> Risco et Poiteau	Rutaceae
<i>Lycopersicum esculentum</i> Miller	Solanaceae
<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	Palmae

* Fuente: Camargo et al. (1990).

La reproducción de estas enfermedades en las plantas se ha realizado en diversos estudios, Conchon et al. (1989) inyectaron en la base del

Tabla 2. insectos portadores de flagelados asociados a la enfermedad.

Insecto	Estado
Cydnidae (Hemiptera)	Adulto
Pyrocoridae (Hemiptera)	Adulto - ninfa
<i>Galgupha</i> sp.	Adulto - ninfa
<i>Lincus</i> sp. (Hemiptera: Pentatomidae)	Adulto - ninfa
<i>Edessa</i> sp. (Hemiptera: Pentatomidae)	Adulto - ninfa

pedúnculo de tomates sanos una solución con 0,1 mililitros de PBS que contenía 1 a 6×10^4 flagelados pertenecientes a *Crithidia I. thermophila* y lograron colonizar y multiplicar en estos frutos al parásito, y éstos se utilizaron para alimentar moscas domésticas, *Musca domestica* L. (Díptera: Muscidae), y tres días después el 40% de las moscas fueron positivas para flagelados. Luego se cultivaron los tripanosomátidos y se observaron en el microscopio, concluyendo que morfológica y enzimáticamente fueron iguales a los usados para inocular los tomates. Igualmente se observa que en café se puede reproducir la enfermedad haciendo injertos con raíces infectadas en raíces de plantas sanas (Agrios 1996).

En palma de aceite, en repetidas ocasiones, se ha tratado de reproducir la Marchitez Sorpresiva haciendo inoculaciones de solución con flagelados a raíces, meristemo y otras partes de la palma (Urueta 1987). Igualmente se han utilizado varios insectos como vectores colocándolos en las raíces: Martínez-López et al. (1978) con *Myndus crudus* Van Duzee (Homoptera: Cixiidae), Desmier de Chenon (1984) con *Lincus* sp. (Hemiptera: Pentatomidae) y Genty (1981) con *Macropygium reticulare* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae). Sin embargo, no se ha logrado comprobar los postulados de Koch. Nieto (1998) colocó injertos de raíces afectadas en palmas sanas, sin ningún éxito.

Debido a que los síntomas de la enfermedad evolucionan con gran rapidez, en el campo generalmente, se observa la fase avanzada, en la que una de las partes más afectadas de la palma es la raíz. De allí se toman las muestras que posteriormente son llevadas al laboratorio para determinar la presencia de flagelados. Hasta el momento se había pensado que los flagelados sólo se ubicaban allí; sin embargo, se deseaba establecer si el flagelado únicamente se albergaba en esta parte de la planta y cual era su distribución según el avance de la sintomatología de la enfermedad. Por lo tanto se estableció este trabajo con el que se pretendía determinar el sitio de penetración del flagelado a la palma de aceite y dirigir hacia él la búsqueda de posibles insectos vectores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se dividió en dos fases, la primera se desarrolló en la Hacienda La Cabaña, en el municipio de Cumaral (Meta), entre 1998 y 1999, con palma joven. La segunda fase se realizó en la plantación Promociones Agropecuarias Monterrey, en el municipio de Puerto Wilches (Sant.) entre 1999 y 2000 en palmas de diferentes edades.

Durante cada una de las fases, las palmas que resultaron afectadas por la enfermedad se erradicaron y se separaron en dos grupos: Palmas con sintomatología inicial y palmas con sintomatología avanzada (Tabla 3). En la primera fase se tomaron muestras de los siguientes órganos de la planta: Raíces, raquis de las flechas, raquis de las hojas 1, 9, 17, 25 y 33; y pedúnculos de racimos y de las inflorescencias masculinas. En la segunda fase del estudio además de las anteriores, se incluyeron muestras del estípite ubicadas a 1, 3 y 5 metros de altura a partir de la base.

Las muestras se llevaron al laboratorio donde por presión se obtuvo 1 ml de extracto de savia de cada una de ellas; posteriormente se colocó una gota del extracto en el hematocitómetro, y usando el mismo procedimiento para el conteo de esporas pequeñas, se determinó la concentración de flagelados por mililitro para cada una de las partes de la palma en estudio.

Tabla 3. Descripción de la sintomatología utilizada para agrupar las palmas en cada una de las dos fases.

Sintomatología inicial	Sintomatología avanzada
<ul style="list-style-type: none"> - Los racimos se pudren aún estando verdes - En algunas zonas del país se observa pudrición de flecha y de cogollo. - Las inflorescencias masculinas se pudren y secan aún sin abrir. - Las hojas se secan desde el ápice hasta la base. 	<ul style="list-style-type: none"> - El secamiento de las hojas se generaliza y se extiende desde las más viejas hasta las jóvenes. - Se pudren las raíces y toman un olor fétido. - Por último se observa pudrición de estípite.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Palmas con sintomatología inicial

En la Hacienda La Cabaña, las mayores concentraciones de flagelados se encontraron en los pedúnculos de las inflorescencias masculinas y de los racimos (Tabla 4), con cantidades que oscilaron entre 1,2 a 48×10^6 flagelados/ml, seguidas por la concentraciones en las flechas y hoja 1 con valores entre 0 y 6×10^6 flagelados/ml y por la raíz con 0,15 y 8×10^6 flagelados/ml.

En algunos casos, las diferencias en las concentraciones fueron extremas, como en las palmas 3 y 4, donde las cantidades en los pedúnculos superaron a las cantidades en las raíces en más de 30 veces. Seguramente estos resultados están ligados con el tiempo de inoculación de la enfermedad, ya que entre más inicial era la sintomatología de la palma mayor la concentración en los pedúnculos. En las hojas 9, 17, 25 y 33 no se encontraron flagelados.

Los resultados en Puerto Wilches corroboran los obtenidos en Cumaral, y allí las palmas con Marchitez Sorpresiva inicial presentaron las mayores concentraciones de flagelados en los pedúnculos de las inflorescencias y los racimos, con valores entre 0,53 a $32,75 \times 10^6$ flagelados/ml (Tabla 5). En algunos casos como en los de las palmas 14, 16 y 29 las concentraciones de flagelados en los racimos fueron muy variadas, debido probablemente a que no todos los racimos presentaron igual descomposición en el momento de la erradicación. Los racimos

maduros o los que están próximos a entrar en la etapa de maduración suelen verse mas afectados, lo que podría ser un indicativo de que la infección inició varios meses atrás.

Las concentraciones de flagelados en el estípote, medidas en la fase dos, presentaron valores intermedios que oscilaron entre 0.08 a 27×10^6 flagelados/ml. Se observó que las concentraciones de flagelados en el estípote presentan un desplazamiento descendente, donde los mayores valores se localizan en la parte más alejada de la base a 3 ó 5 metros de altura (en las palmas cuyo estípote alcanzó este tamaño), y los menores valores en las raíces con 0.08 y 5.5×10^6 flagelados/ml.

Con el fin de comprender la distribución de los flagelados en el estípote se decidió dividir las palmas en tres grupos según la altura del estípote, así:

- El primero comprende las palmas cuyo estípote era menor a 3 m de altura.
- El segundo grupo o P2 comprende las palmas cuyo estípote tenía una altura entre 3 y 5 m.
- El último grupo, las palmas con un estípote de 5 o más metros de altura.

Con esta división se comprobó que las concentraciones de flagelados en el estípote disminuían en dirección de la raíz, superando en todos los casos, los promedios encontrados en raíz, flecha y hoja 1 (Fig. 1). En las palmas de los tres grupos se observan concentraciones de flagelados bajas tanto en la flecha, hoja 1 y raíz.

En las palmas cuyo estípote era menor a 3 metros de altura se observó la mayor concentración de flagelados en los racimos e inflorescencias seguidas por el estípote a 1 metro y decayeron al llegar a la raíz. Un comportamiento similar se observó en las palmas con un estípote entre 3 y 5 metros de altura, donde la mayor concentración se observó en los racimos, seguida por los valores en

Tabla 4. Concentración de *Phytomonas* sp. x 10^6 en un mililitro de muestra de diferentes partes de la palma con Marchitez Sorpresiva Inicial. Fase 1. Hacienda La Cabaña. Cumaral (Meta).

Palma	F*	F	H1	I	R	R	R	RAIZ
1	6	NR	0	NR	12,3	NR	NR	2,7
2	0,2	NR	0,6	0,25	28	NR	NR	7,05
3	0,45	NR	0,2	NR	38	NR	NR	0,3
4	6	0,6	4,5	48,5	48,5	18,5	28,5	0,25
5	0,25	0,5	0,55	1	NR	NR	NR	0,7
6	7,8	0	0,07	NR	11	NR	NR	0,15
7	7	1,5	4,05	NR	16	65	74	8

* F: Flecha; H1: Hoja 1; I: Inflorescencia; R: Racimo; NR.: No se tomó la muestra por no tener la altura suficiente.

Tabla 5. Concentración de *Phytomonas* sp. x 10⁶ en un mililitro de muestra de diferentes partes de la palma con Marchitez Sorpresiva Inicial. Zona Oriental. Promociones Agropecuarias Monterrey. Puerto wilches (Sant.)1

Palma	F	H1	I	R	R	E 1m	E 3m	E 5m	Raíz
1	3,43	4,73	3,18	2,00	MA	1,35	2,28	1,30	0,50
2	0	0,03	MA	MA	8,25	2,33	3,00	NR	0,25
3	0,85	0	MA	2,15	MA	0,75	1,15	1,88	0,28
4	0,15	0,13	MA	0,53	MA	0,50	1,23	2,08	0,33*
5	0	0	2,85	4,52	MA	1,65	3,85	2,25	0,35
6	0,05	0,23	MA	1,65	MA	0,95	1,15	1,45	0,25
7	0,10	0	MA	1,15	MA	1,93	2,25	0,95	0,15
8	0	0	MA	6,65	MA	1,15	NR	NR	0,08
9	0,18	0,23	0,65	0,95	MA	0,35	0,85	0,75	0,15
10	1,05	0	MA	1,25	4,00	5,50	8,25	NR	1,00
11	0,18	0	32,75	MA	MA	2,5	0,75	NR	1,25
12	0	0	MA	9,50	1,25	0,08	3,43	NR	2,25
13	0,30	5,25	10,00	18,75	15,75	3,5	4,75	NR	1,00
14	0	0	1,65	13,00	5,25	4,50	NR	NR	2,75
15	0,45	1,23	MA	18,50	11,50	1,95	NR	NR	3,68
16	0	0	MA	27,25	6,00	0,25	NR	NR	0,23
17	0,45	0,80	MA	15,00	13,50	6,50	NR	NR	3,50
18	0	0	8,50	7,50	13,00	8,50	NR	NR	5,50
19	0	0	12,50	6,75	18,00	7,00	10,50	NR	3,75
20	0	0	9,75	8,00	MA	0,90	1,20	NR	0,45
21	0	0	MA	10,50	MA	2,75	13,75	20,75	4,25
22	0	0	MA	0,13	MA	2,53	4,60	NR	0,2
23	0,10	0,18	2,65	1,03	3,10	1,95	3,05	NR	0,2
24	0	0	MA	31,5	23,50	2,25	6,00	NR	2,75
25	0	0	MA	13,00	20,75	24,25	33,50	NR	1,75
26	0	0	20,00	11,50	MA	13,50	27,50	NR	2,75
27	0,08	0,18	16,25	26,25	MA	9,25	21,75	NR	1,25
28	0,65	0	MA	14,00	11,75	6,25	13,50	NR	2,00
29	0	0	28,25	0,58	5,75	2,75	4,00	11,75	1,23

1: F: Flecha; H1: Hoja 1; I: Inflorescencia; R: Racimo; E1m: Estípote a 1m de la base; E2m: Estípote a 3 m de la base; E3m: Estípote a 3 m de la base. N:R.: No se realizó la muestra por no tener la altura suficiente.; M.A.: La muestra no se pudo tomar por tener una avanzada descomposición.

las inflorescencias, estípote a 1m, 3m y, por último, la raíz. Estos datos sugieren que los flagelados tienen un movimiento vertical descendente por el estípote a medida que avanza la enfermedad; este hecho fue más claro en las palmas que tuvieron un estípote con más de 5 metros de altura, donde las mayores concentraciones se encontraron en las inflorescencias, seguidas por las del estípote a 5m, 3m y 1m de altura, en estricto orden, y por último en la raíz.

Es importante recalcar que las mayores concentraciones de flagelados en las inflorescencias y raíces las presentaron las palmas con una menor altura de estípote, lo que muy probablemente se debió al corto recorrido que deben hacer estos parásitos en estas palmas, comparado con las

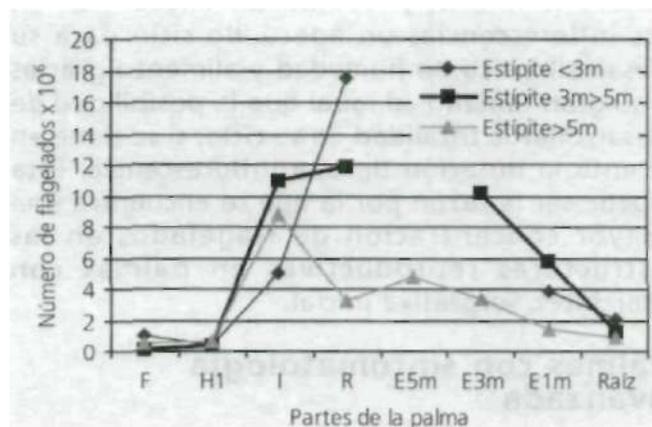


Figura 1. Concentración promedio de *Phytomonas* sp. X 10⁶ en palmas con Marchitez Sorpresiva Inicial

palmas de mayor altura, donde las concentraciones fueron más bajas, ya que los flagelados se distribuyen a lo largo del estípote, como se observa en los datos obtenidos. Probablemente esta menor concentración de flagelados en cada una de las partes es lo que ocasione que en palmas con mayor altura de estípote los síntomas sean más tardíos y el período previo a la muerte de la planta se incremente.

Vickerman (1984) observó que la ubicación de los flagelados en cortes de palmas de cocotero se limitaba al floema; es importante recordar que este sistema conductor es el principal medio de exportación de nutrientes a los órganos demandantes y partes jóvenes de la planta (Gil 1994), lo cual se ajusta a los resultados obtenidos en palmas inicialmente afectadas por la enfermedad. Las mayores concentraciones de flagelados se encuentran en sitios de gran demanda dentro de la planta como los racimos e inflorescencias y órganos jóvenes de la misma, como la flecha y la hoja 1.

En los frutos de plantas como *L. esculentum* (tomate), *Zea mays* L. (maíz), *Citrus reticulata* Blanco (tangelo), *C. bergamia* (bergamote), *Averrhoa carambola* L. (carambolo), *Anacardium occidentale* L. (anacardio) y *Urtica* sp. (ortiga), se han encontrado flagelados bajo la corteza cerca de áreas que muestran la picadura de un insecto. En maíz y tomate se ha logrado reproducir la enfermedad colocando insectos infectados a alimentarse de los frutos (Conchon et. Al. 1989). Probablemente, en palma de aceite suceda lo mismo, y los insectos encuentren en las inflorescencias un adecuado sitio para su desarrollo, rico en humedad y alimento gracias a su gran tamaño, al igual que la posibilidad de desarrollar la totalidad de su ciclo, si se tiene en cuenta la duración de una inflorescencia. Ésta puede ser la razón por la que se encuentra una mayor concentración de flagelados en las estructuras reproductivas en palmas con Marchitez Sorpresiva inicial.

Palmas con sintomatología avanzada

En palmas con Marchitez Sorpresiva avanzada (Tabla 6), las muestras de pedúnculos de racimos

e inflorescencias no se analizaron debido a su avanzado grado de descomposición. Por lo tanto, se concluyó que éste es el órgano de la palma que se deteriora con mayor rapidez en el desarrollo de la enfermedad. Al contrario del resultado que se obtuvo con palmas en estado inicial, la mayor concentración de flagelados en palmas con sintomatología avanzada, en la Zona Oriental, se encontró en la raíz, con valores entre 13 y 340 x10⁶ flagelados/ml, seguidas por las flechas con concentraciones entre 0,14 y 91,5 x10⁶ flagelados/ml y la hoja 1 con 0,1 y 11,6 x10⁶ flagelados/ml.

Esta situación es muy similar a la que se presenta en la necrosis del floema del café, donde al principio de la infección el flagelado *Phytomonas leptovosorum* es de gran tamaño y se encuentra en pocas cantidades dentro del floema, adoptando su forma promastigote, y a medida en que la sintomatología avanza, se multiplican en grandes cantidades y se hace más pequeño y cuando la planta está a punto de morir una gran cantidad de flagelados se encuentra sólo en los tejidos vivos, mientras las células previamente ocupadas quedan vacías. Al parecer, los flagelados viajan en forma vertical y se desplazan en sentido descendente hasta las raíces sanas (Agris 1996).

El mismo comportamiento se observó en Puerto Wilches (Tabla 7), en donde la concentración de flagelados en las raíces y flechas de la palma afectada por Marchitez Sorpresiva avanzada tendió a aumentar frente a los resultados

Tabla 6. Concentración de *Phytomonas* sp. x 10⁶ en un mililitro de muestra de diferentes partes de la palma con Marchitez Sorpresiva Avanzada. Zona Oriental. Promociones Agropecuarias Monterrey. Puerto Wilches (Sant)

Palma	Flecha	Flecha	Hoja 1	Raíz
1	0	0	0,55	340,00
2	0,10	0,30	0,10	13,00
3	0,14	1,65	0,55	8,50
4	34,00	91,50	2,00	335,00
5	1,50	4,50	4,50	28,00
6	6,40	14,00	11,60	22,50
7	3,00	2,50	8,50	18,50
8	2,15	4,00	1,90	5,10
9	0,75	1,50	0,04	0,50

Tabla 7 Concentración de *Phytomonas* sp. x 10⁶ en un mililitro de muestra de diferentes partes de la palma con Marchitez Sorpresiva Avanzada. Zona Central. Promociones Agropecuarias Monterrey. Puerto Wilches (Sant).

Palma	Flecha	Hoja 1	Raíz
L16P14	12,25	0	5,00
L20P3	0	0	3,25
L2P8	0	0,45	0,12

observados en las palmas afectadas inicialmente por la enfermedad. Las concentraciones medias de las flechas y hoja 1, en palmas inicialmente afectadas, fueron de 3,96 y 2,15 flagelados/ml frente a 5,34 y 13,37 flagelados/ml en palmas con sintomatología avanzada; esto mismo sucedió con la hoja 1 y especialmente las raíces, cuya concentración media de flagelados en palmas con sintomatología avanzada superó en 40 veces el de palmas con sintomatología inicial.

Los pedúnculos, luego de haber tenido una concentración muy elevada, entraron en un proceso de descomposición y no se pudo hallar flagelados. Es muy probable que suceda lo mismo en los otros órganos de la palma. La concentración en las raíces caerá cuando su grado de descomposición sea muy alto, como en el caso de la palma 9 de la Tabla 6, lo cual corrobora los resultados obtenidos en investigaciones anteriores (Fedepalma 1986) cuando en palmas en estados muy avanzados se había observado pudrición de flecha, cogollo, raíces y estípite, y no se detectaron flagelados en las raíces.

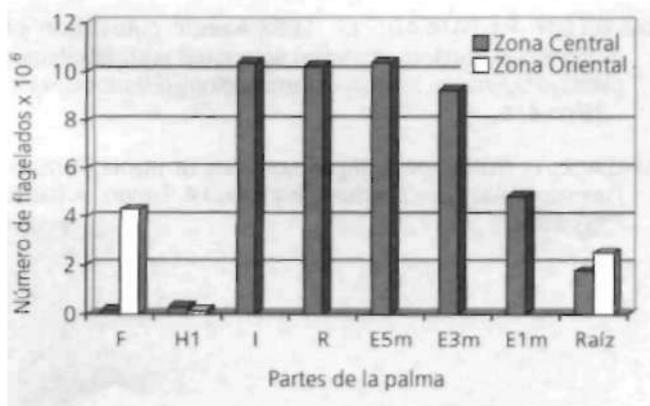


Figura 2. Concentración promedio de flagelados X 10⁶ en palmas con sintomatología inicial de Marchitez Sorpresiva, para las dos zonas.

En la Figura 2 se observa la comparación de los resultados en palmas inicialmente afectadas por Marchitez Sorpresiva en cada una de las zonas.

En esta Figura se observa cómo las menores concentraciones se encuentran en la hoja 1, las flechas y las raíces, promedios que no presentan diferencias significativas entre sí. Las concentraciones más altas las presentan las inflorescencias y los racimos, seguidas por el estípite a 5 y a 3 m, respectivamente, sin presentar diferencias significativas, y un último grupo conformado por el estípite a 1 m, el cual tiene un promedio menor a los anteriores. Esto sugiere, una vez más, que la concentración del flagelado es descendente en dirección a la raíz, orden que también sigue la descomposición de los órganos. Lo que se observa en palmas con marchitez sorpresiva avanzada, donde las concentraciones de flagelados varían significativamente (Fig. 3), ya que allí se observa que la raíz supera las concentraciones de los demás órganos de la planta que aún presentan flagelados.

En este punto se observan diferencias entre zonas ya que para la Zona Oriental los promedios de las concentraciones de flagelados son mayores en las raíces que en la flecha frente a la Zona Central donde sucede lo contrario. Este resultado probablemente se deba a las diferencias en la sintomatología, ya que en la Zona Oriental dentro de la sintomatología se observa pudrición de flecha y cogollo, lo cual no sucede en la Zona Central. Es muy probable que las pudriciones de

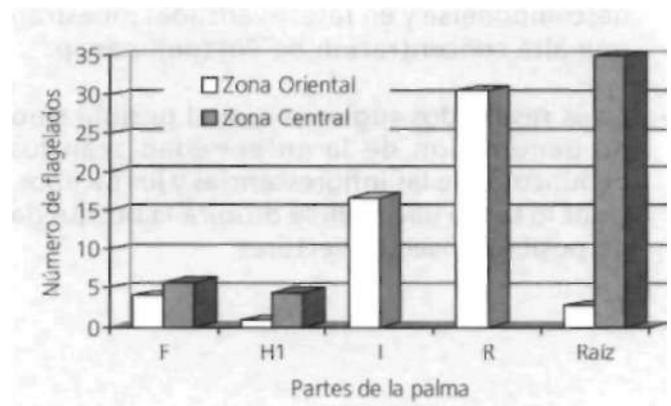


Figura 3. Promedio de la concentración de flagelados X 10⁶ en palmas con sintomatología avanzada de Marchitez Sorpresiva, para las dos Zonas.

flecha y de cogollo desencadenen una migración de flagelados hacia la raíz, lo que explicaría las altas concentraciones de flagelados en la raíz de las palmas de la Zona Oriental. Cabe anotar que el movimiento puede ser ascendente o descendente (Gil 87); además, una hoja asimiladora puede transportar asimilados hacia regiones heterótrofas, como la meristemática o la radical, lo que aclararía las altas concentraciones de flagelados en las palmas con sintomatología avanzada en las dos zonas. Las altas concentraciones del parásito en la flecha y la raíz en las fases terminales de la enfermedad sugieren la posibilidad de que ninguno de estos órganos sea el sitio de penetración de la fitomona a la palma, ya que es muy probable que se conserve el mismo comportamiento de enfermedades causadas por este parásito en otras plantas, como en la necrosis del floema del café.

CONCLUSIONES

- Las mayores concentraciones de *Phytomonas* sp. en palmas de aceite con sintomatología inicial de Marchitez Sorpresiva se encuentran en los pedúnculos de las inflorescencias y los racimos, órganos que son los primeros en descomponerse al avanzar la enfermedad.
- Las concentraciones encontradas en el estípite muestran que *Phytomonas* sp., al avanzar la enfermedad, desciende por el floema hasta alcanzar las raíces.
- Las raíces son unos de los últimos órganos en descomponerse y en fases avanzadas muestran una alta concentración de *Phytomonas* sp.
- Estos resultados sugieren que el posible sitio de penetración de la enfermedad sean los pedúnculos de las inflorescencias y los racimos, y por lo tanto hacia allí se dirigirá la búsqueda de posibles insectos vectores.

AGRADECIMIENTOS

A las plantaciones Hacienda La Cabaña y Promociones Agropecuarias Monterrey por permitir la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- AGRIOS, G 1996 Fitopatología. Editorial Limusa S.A., Grupo Noriega Editores. Mexico, D.F.
- ALVAÑIL, F. Marchitez Sorpresiva y Hartrot. Una revisión. Revista Palmas Vol. 17 No.1, 1996.
- AZCON-BIETO, J.; TALON, M. Fisiología y bioquímica vegetal. Interamericana Mc. Graw Hill. Madrid, España, 1993.
- CAMARGO, E.; WALLACE, F. Vectors of plant parasites of the genus *Phytomonas* (protozoa, zoomastigophora, kinetoplastida). Advances in Disease vector Research, vol. 10. Springer-Verlag New York, Inc., 1994.
- CAMARGO, E.; KASTELEIN, P; ROITMAN, I. 1990. Tripanosomatid parasites of plants (*Phytomonas*). Parasitology Today v.6 no. 1.
- FEDEPALMA. Reconozca usted la marchitez sorpresiva. Boletín técnico No.1. Enero 1986.
- CONCHON, I.; CAMPANER, M.; SBRAVATE, C; CAMARGO, E. 1989. Tripanosomatids other than *Phytomonas* spp., isolated and cultured from fruit. Journal of Protozoology (Estados Unidos) v.36 no.4.
- DOLLET, M. 1994. A Plant Trypanosomes: Case Study. Identification and Characterization of Pest Organisms.: CAB International, Wallingfor.
- GIL, F. 1994. Elementos de Fisiología Vegetal. Ediciones Mundi-Prensa, España.
- KASTELEIN, P; PARSADI, M. 1988. Axenic cultivation of *Phytomonas* (triptanosomatidae) associated with laticiferous plants in Suriname. Journal of Protozoology (Estados Unidos) v.35 no.4, p.
- WALLACE, F; ROITMAN, I. Tripanosomatids of plants. Parasitic Protozoa Vol.II, Cap. 2. Kreier J.P y Baku J.R. Editors. Ardamic Press 1992.