

EFECTO DEL AMARILLAMIENTO DE VENAS TRANSMITIDO POR *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) EN PAPA

Alfredo Saldarriaga V.*

Angela M. Alvarez**

Jorge E. Jaramillo**

RESUMEN

La mosca blanca de los invernaderos *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae), es transmisora del patógeno causante de la enfermedad "amarillamiento de venas" en papa. Poco se conoce del patógeno y de las relaciones insecto-patógeno-enfermedad-planta. Bajo condiciones de campo se evaluó el efecto de la enfermedad en los rendimientos. Se hizo un reconocimiento de su distribución, incidencia e intensidad en ocho municipios paperos del Oriente Antioqueño y se relacionaron esos datos con las poblaciones del vector y algunos de sus principales huéspedes. Los resultados mostraron que los rendimientos se redujeron 41,82 y 53,76% en las variedades Capiro y Picacho, respectivamente. El número y desarrollo de los tubérculos en plantas enfermas fue significativamente inferior al de las plantas sanas. Ninguna de las estructuras de la planta: tallos, hojas, flores o tubérculos sufrieron deformaciones. Los síntomas de amarillamiento se iniciaron más o menos 25 días después de la brotación de los tubérculos, alcanzando su máxima incidencia entre los 50 y 60 días de edad y suspendiéndose su manifestación una vez se inició la maduración del cultivo. Las parcelas de papa más afectadas, con incidencias que variaron entre 40 y 100% se hallaron en los municipios de El Santua-

rio, Marinilla, Guarne y Rionegro, a 2.100 m.s.n.m., donde el sistema del cultivo asociado papa-fríjol da lugar a que se desarrollen altas poblaciones del insecto vector en este último cultivo que es uno de sus principales huéspedes. Los cultivos de papa del municipio de la Unión a 2.500 metros de altura fueron los menos afectados.

SUMMARY

Effect of Potato Yellow Vein: Transmitted by the Vector *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) in Potato

There is scarce knowledge of the disease "potato yellow vein", its etiology, physiology, epidemiology and ecology. It has been proved, under greenhouse conditions, that the greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae) is vector of the disease. Field studies were conducted in order to evaluate distribution, severity and losses due to "potato yellow vein" in the potato growing area of Antioquia (Colombia); these data were correlated with population studies of the vector and several of its plant hosts. The disease causes yield reduction of 41,82% in var "capiro" and of 53,76% in var "picacho". There was significant reduction in tubers, regarding their size and the number of them. None of the plant parts: stems, leaves, flowers, tubers suffered structural deformations. Vein yellowing starts 25 days after sprout development, in reaches its peak at 50-60 days age; but does not show any more as soon as plant maturity 40 and 100% occurred

in El Santuario, Marinilla, Guarne and Rionegro area at 2.100 m.a.s.l., where mixed crops potato-dry bean allow explosive development of the insect vector, a major pest of dry beans. Lowest incidence of disease occurred in La Unión area, at 2.500 m.a.s.l.

INTRODUCCION

La mosca blanca de los invernaderos *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae), transmite el patógeno causante de la enfermedad "amarillamiento de venas" en papa. Se ha señalado que el organismo infeccioso es de tipo viroso, pero aún no se tiene su identificación científica ni se conoce mucho de sus propiedades físicas y biológicas.

Poblaciones altas de la mosca blanca han venido presentándose desde 1982 en varios municipios de la zona papera del Oriente Antioqueño (Colombia), y casi conjuntamente con ella se inició un aumento en la incidencia del "amarillamiento de venas".

El presente estudio, desarrollado en varias localidades de la región papera del Oriente Antioqueño, tuvo como objetivos:

1. Hacer un seguimiento del desarrollo de la enfermedad.
2. Evaluar su distribución, incidencia e intensidad.
3. Medir su efecto en los rendimientos y calidad de los tubérculos.
4. Correlacionar las observaciones de distribución e incidencia de la enfermedad con las poblaciones del *T. vaporariorum* y algunos de sus principales huéspedes.

* Profesor Facultad Agronomía, Universidad Nacional de Medellín. Apartado Aéreo 1779 Medellín.

** Estudiantes último semestre de Agronomía. Univ. Nacional de Medellín. Apartado Aéreo 66420 Medellín, Colombia.

REVISION DE LITERATURA

Origen, Distribución, Incidencia y Daño Económico

La primera mención sobre transmisión de la enfermedad por el método de injerto la hizo Smith en Inglaterra en 1937. Sin embargo, en ese país no ha existido la enfermedad y el material empleado en la investigación procedía de Sudamérica (Díaz, 2). Según Fernow (4), quien denominó la enfermedad "Amarillez de las venas", no se conoce ni en Europa ni en América del Norte. Hawkes y Fernow, citados por Alba (1), dicen que es originaria del Ecuador. De acuerdo con Fernow (4) fue introducida, aparentemente, a Colombia desde el Ecuador.

La existencia de la enfermedad, su distribución e importancia económica en Colombia se puede reseñar así:

Según Alba (1) la enfermedad llegó en 1943 a fincas de la vereda de Santa Elena, municipio de Medellín, departamento de Antioquia, procedente, posiblemente de la Estación Central de Papa de Tabio (Cundinamarca), a donde se introducía material de papa ecuatoriana. Fernow y Garcés (5) la hallaron con una distribución localizada en Santa Elena y en el municipio de Rionegro, donde algunas plantaciones presentaron una infección alta. Para el año 1984 Tamayo y Navarro (7) determinaron la distribución en Antioquia como más acentuada en fincas paperas de los municipios de El Santuario, Marinilla y Rionegro, en las cuales la incidencia fue del 40 al 90% en la variedad Picacho y del 10 al 20% en la Cumanday.

En el departamento de Nariño, Fernow (4) y Fernow y Garcés (5) encontraron que algunos de los campos de papa tenían entre 50 y 70% de plantas con la enfermedad, pero que aparentemente no afectaban los rendimientos. Según Alba (1), la incidencia de la enfermedad para el año 1952 fue del 30%. Para el año 1969, Calvache y Checa (3) establecieron un 52; 44 y 36% de las plantas enfermas en los

municipios de Túquerres, Pasto e Ipiales, respectivamente; anotando además que la reducción en el número de los tubérculos fue del 33,6% pero sin diferencias en cuanto a su calidad. Durante 1987, en un reconocimiento del problema a finales de mayo, mes correspondiente al semestre de menor área sembrada, Saldarriaga (en un informe no publicado) observó en los municipios de Potosí, Pedregal, Imues, Túquerres, Ospina, Pinzón, Sapuyés y Pupiales que el 0,25% de las plantas estaban afectadas con la enfermedad.

En Ecuador la enfermedad se halló hasta una altura de 3.400 m.s.n.m. En el período comprendido entre los años 1958 y 1965 fue registrada en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo. Las variedades Curipamba y Rosada, sembradas en campos comerciales de la provincia de Carchi mostraron entre 10 y 23% de las plantas con la enfermedad, y se estimó una reducción en la producción de tubérculos del 50% (Díaz, 2).

En general, el efecto de la enfermedad en los rendimientos ha sido observado como variables y dependiente de la variedad, origen de la semilla y condiciones ambientales. Díaz (2); Alba (1); Tamayo y Navarro (7), hallaron disminución en la producción en más de un 50% de las variedades susceptibles.

MATERIALES Y METODOS

Seguimiento del Desarrollo de la Enfermedad

Con el fin de observar cómo transcurre el desarrollo de la enfermedad en un cultivo de papa, se sembró una parcela de 500 m con la variedad Diacol Capiro, semilla-tubérculo proveniente del Centro Regional de Investigaciones C.R.I. San Jorge del ICA, en el municipio de Soacha, departamento de Cundinamarca, considerada como libre del patógeno. La parcela estaba localizada en un lote donde se tenían cultivos de papa afectados por la enfermedad y otros de fríjol y habichuela, huéspedes

primarios muy importantes de *T. vaporariorum* en la zona.

Después de la siembra se visitó el campo, cada ocho días, y se hicieron cuentas del número de plantas tanto de aquellas aparentemente sanas como de las que mostraban síntomas de la enfermedad.

Distribución, Incidencia e Intensidad de la Enfermedad

Para establecer la distribución de la enfermedad se visitaron cultivos en diferentes localidades de los principales municipios paperos del Oriente Antioqueño; anotándose: variedad(es), altura sobre el nivel del mar, edad de la plantación en el momento de la observación, y una reseña histórica, dada por el agricultor, de la enfermedad e insectos plagas en cada lote.

La incidencia del virus se estableció contando tanto las plantas con síntomas del amarillamiento como las que no la presentaban en muestras de 5 ó 6 surcos de 10 a 20 m de largo, tomados al azar dentro de la parcela.

La intensidad se midió siguiendo la escala de valores: 0 = plantas sin amarillamiento; 1 = plantas con síntomas iniciales y con aproximadamente 1 a 20% del follaje de la planta con la enfermedad; 3 = plantas con un 40 a 60% de su follaje con síntomas de amarillamiento y 4 = plantas con un 80 a 100% de su follaje enfermo.

Efecto en la Producción y Calidad de los Tubérculos

Con el propósito de determinar el efecto del amarillamiento en la producción y calidad de los tubérculos, se escogieron tres lotes de papa infectadas y cultivadas con las técnicas practicadas por los agricultores de la región. En cada lote se seleccionaron y marcaron 20 ó 25 plantas sanas e igual cantidad de plantas enfermas. De las enfermas se marcaron preferiblemente aquellas plantas que mostraron un porcentaje mayor del 80%, de su follaje con la

enfermedad. Los tubérculos de cada planta se cosecharon, pesaron y clasificaron. La clasificación se hizo según el tamaño de los tubérculos y dentro de las tres categorías siguientes: papas de primera (papa grande); de segunda (tamaño mediano) y de tercera (papas pequeñas).

Los tubérculos procedentes de plantas enfermas se guardaron y, posteriormente se sembraron 100, con el fin de establecer el porcentaje de transmisión de la enfermedad por semilla-tubérculo.

Población de la Mosca Blanca y sus Huéspedes

Para cumplir con el objetivo relacionado con las posibles correlaciones de la incidencia de la enfermedad con la presencia del insecto transmisor, *T. vaporariorum* y sus huéspedes, se hicieron observaciones de la abundancia del insecto en los cultivos asociados de papa con frijol o papa con arveja. También se inspeccionaron plantas huéspedes del insecto que crecían alrededor o cerca de los cultivos de papa estudiados, entre ellos habichuela, tomate, frijol y algunas malezas. La abundancia del insecto se evaluó así: 0 = no se observó población del insecto; 1 = población rara o muy escasa; 3 = población común y 4 = muy abundante.

RESULTADOS Y DISCUSION

Desarrollo de la Enfermedad

Los datos de porcentaje de plantas con síntomas del "amarillamiento de venas", en la variedad Diacol Capiro en diferentes edades del cultivo se presentan en la Tabla 1.

Como se describió en Materiales y Métodos, la semilla-tubérculo empleada en esta parte de la investigación podía considerarse como libre de la enfermedad; sin embargo, llegó a tener 16,85% de plantas con amarillamiento. Lo anterior puede explicarse por la alta población del transmisor *T. vaporariorum*, el cual se desarrolló permanentemente en los cultivos de frijol y habichuela, mientras se inició y cum-

TABLA 1. Porcentaje de plantas de la variedad Capiro con síntomas del amarillamiento de venas en diferentes períodos del cultivo. Semestre A de 1987.

Edad (días) después de brotación	% Amarillamiento
25	0,26
37	1,10
48	5,80
53	11,32
61	16,85
68	16,85

plió el período vegetativo de papa (Figura 1). Los adultos del insecto estuvieron migrando dentro de las parcelas de los cultivos, uno de ellos era un cultivo asociado de papa enferma y frijol, y estos insectos fueron vistos en las plantas de papa Capiro desde su brotación.

Los datos y observaciones permiten establecer que:

- Las primeras plantas bajo condiciones de campo, requirieron para

manifestar los síntomas de la enfermedad, un período de 25 días después de brotación.

- Los porcentajes más altos 11,32 y 16,85%, se observaron entre los 53 y 61 días.
- Plantas que mostraron los síntomas cuando el cultivo tenía mayor edad debieron corresponder a un desarrollo más lento de la enfermedad o a que fueron infectadas más tarde.
- Cuando las plantas entraron al período de maduración, a partir de los 68 días después de brotación, los síntomas no se manifestaron.
- A partir de este último período el color amarillo de la enfermedad tiende a cambiarse por un blanco crema.

Distribución, Incidencia e Intensidad de la Enfermedad

La Tabla 2 presenta el aspecto sanitario en relación con el amarillamiento de venas y abundancia de su insecto



Figura 1. Parcela de papa variedad Capiro. Al fondo (derecha) cultivo de habichuela.

TABLA 2. Distribución, incidencia e intensidad del amarillamiento de venas en papa según la edad y variedad en cultivo asociado y población de mosca blanca en 8 municipios de Antioquia. Semestre A 1987.

Municipio Vereda	Variedad y/o cultivo asociado	Edad (meses)	% de plantas amarillas (incidencia)	Calificación de:		
				Intensidad enfermedad	Población adultos <i>T. vaporariorum</i>	
1. Medellín Sta. Elena	Capiro	1	0,38	3,5	2	
	Capiro-Picacho	2,5	0,01	2	0	
	Capiro	3	0,04	1	1	
2. Rionegro El Tablazo Llano Grande	?	2	17,70	2	4	
	Picacho-Frijol	2,5	90,20		3,5	
3. Marinilla Las Mercedes	Cumanday	2,5	28,00	4	4	
	Picacho-frijol	3	100,00	4,5	5	
	Arveja					
4. El Santuario Saladitos	Picacho-frijol	1	15,00	1,5	3,5	
	Picacho-frijol	3	39,00	2	3,5	
5. El Carmen de Viboral Cristo Rey	Capiro-frijol	15 días	0,00	0,0	3	
	El Carmen de Viboral	Cumanday-Capiro	2	0,01	1	1,5
		Frijol-arveja				
La María La Palma	Cumanday ? Frijol	2 2,5	0,00 1,50	— 2	— 1	
6. La Ceja Aguas Claras	? Frijol	3	0,25	1	3	
7. La Unión La Concha	Capiro-Frijol	1	0,00	—	—	
	Capiro-Frijol	1	0,01	1	0,5	
	Capiro-Frijol	2,5	0,01	1	0	
	Las Acacias	Picacho-Frijol	2,5	0,04	3,5	0
Cumanday-Frijol		3	0	—	—	
?-Frijol		3	0,03	2	0,5	
Capiro-Frijol		3	0,01	1	0,5	
8. Sonsón Guayabal	Papa-Frijol	2,5	1,20	3	4,5	

? = No se conocía el nombre de la variedad.

vector, *T. vaporariorum*, de diferentes variedades de papa sembradas como monocultivo o asociado con otras plantas en 8 municipios del Oriente Antioqueño. También se presentan en esta tabla los valores correspondientes a la calificación relacionada con la abundancia de mosca blanca *T. vaporariorum* en cada finca y durante el semestre A de 1987.

Las parcelas más afectadas se hallaron en los municipios de Marinilla, Rionegro y el Santuario a 2.100 m.s.n.m., donde existían lotes hasta con 100, 90 y 39% de plantas amarillas, respectivamente, (Figura 2). Estos porcentajes coinciden con las más altas poblaciones de adultos de la mosca blanca que explican, en parte, la alta incidencia de la enfermedad.

Otros factores implicados en el aumento de la incidencia de la enfermedad en los municipios antes nombrados lo constituyeron:

a) el cultivo de papa en asocio con frijol (Figura 3); b) los cultivos de parcelas con tomate, frijol y habichuela, contiguos a los de papa. Estos cultivos, huéspedes primarios muy importantes de la mosca blanca, contribuyen a mantener altas poblaciones del vector y por consiguiente son focos para la distribución y mayor incidencia de la enfermedad; y c) la utilización de semilla-tubérculo enferma, bien sea traída de zonas en donde estuvo presente la enfermedad o porque el agricultor continúa empleando como semilla la producida por él en parcelas infectadas.

Las parcelas más sanas se encontraron en los municipios de La Unión, el Carmen de Viboral y la vereda Santa Elena del municipio de Medellín.

Los cultivos del municipio de la Unión y de la vereda Santa Elena, situados por encima de los 2.500 m.s.n.m., presentaron los menores porcentajes de la enfermedad, coincidiendo también con niveles de poblaciones muy bajos de la mosca blanca. Al parecer una mayor altura sobre el nivel del mar y temperaturas bajas son adversas para el desarrollo del insecto.

En general y de acuerdo con las observaciones realizadas, la variedad Picacho presenta comparativamente y según los valores de intensidad de la enfermedad, una mayor susceptibilidad al amarillamiento que las variedades Cumanday y Capiro (Figura 4).

Efecto en la Producción y Calidad de los Tubérculos

Los resultados relacionados con las pérdidas en los rendimientos causados por el amarillamiento de venas en las variedades Picacho y Diacol Capiro en el municipio de El Santuario, se presentan en la Tabla 3, el virus afectó en

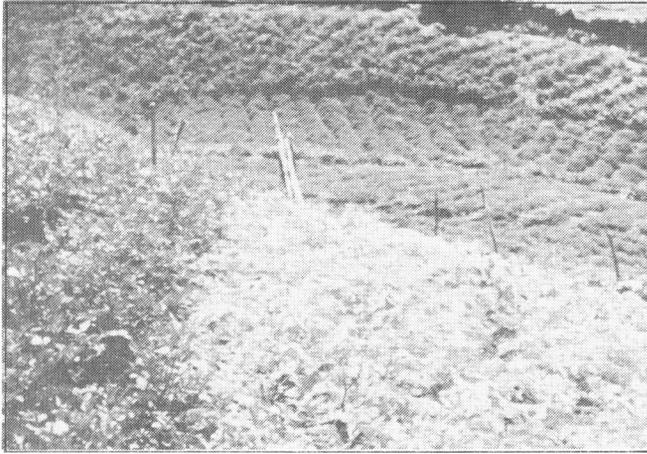


Figura 2. Lote de papa variedad Picacho con 100% de plantas totalmente amarillas



Figura 3. Cultivo asociado papa-frijol. En frijol población de *T. vaporariorum*.



Figura 4. Al fondo cultivo de papa variedad Cumanday con pocas plantas amarillas. Abajo variedad Picacho totalmente amarilla

forma altamente significativa la producción, siendo un 10% mayor, aproximadamente, en la variedad Picacho que se ha observado como más susceptible al patógeno.

La Tabla 4 contiene los datos que miden el efecto de la enfermedad en la calidad de los tubérculos, según el tamaño y porcentaje de transmisión de la enfermedad a través de los tubérculos.

Los resultados indican que las plantas sanas produjeron significativamente, un mayor número de tubérculos en las categorías primera y segunda de las dos variedades ensayadas.

La calidad de los tubérculos no fue afectada en cuanto a mala configuración o desarrollo de anomalías; contrario a lo hallado por Díaz (2). Tampoco se observó diferencias entre los tubérculos de plantas sanas y enfermas en relación con el número de ojos en éstos.

La siembra de tubérculos cosechados en plantas enfermas dieron 97,92% en Picacho y 64% en Capiro de plantas que manifestaron los síntomas de la enfermedad, comprobándose los resultados de transmisión por tubérculos obtenidos por varios investigadores. Un resultado sobresaliente lo constituyó la siembra de 25 tubérculos procedentes de plantas sanas de la variedad Capiro y la manifestación del amarillamiento en 19 de ellas, es decir un 76%, lo cual significa la presencia de plantas asintomáticas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La enfermedad "amarillamiento de venas" en papa no afecta el desarrollo aéreo de las plantas, debido a que los síntomas se inician, entre 20 y 40 días después de la brotación, cuando ya mucha parte de tallos y follaje se ha formado. Además no causa formación de las hojas y los tallos.

TABLA 3. Disminución del rendimiento en 20 plantas sanas y 20 con amarillamiento de venas en dos variedades de papa.

Variedad	Peso grs./planta		% de disminución	Prueba "t"
	Sana	Enferma		
Picacho	908	458	50,44	6.025++
Picacho	2 325	1.250	53,76	5.267++
Capiro	2 403	1.005	41,82	5.506++

++ Altamente significativa al nivel de 1%.

TABLA 4. Efecto del amarillamiento de venas en las variedades Picacho y Capiro según la calidad de los tubérculos y transmisión de la enfermedad a través de los tubérculos cosechados en plantas enfermas y sanas.

Variedad	Categoría	Número tubérculos en plantas:			% transmisión a través de tubérculos de plantas:	
		Sana	Enferma	Prueba "t"	Enferma	Sana
Picacho	Primera	1,70	0,21	4 ++	97,92	—
	Segunda	5,75	3,95	2 112+		
	Tercera	5,80	6,89	0 898		
Capiro	Primera	1,75	0,65	2 455++	64,00	76
	Segunda	8,60	3,70	6 053++		
	Tercera	12,70	6,50	3 238++		

+ Significativa al nivel de 5%

++ Altamente significativa al nivel de 1%

Contrario a lo anterior, el amarillamiento a los 40 y 60 días sí afecta la producción, pues coincide con la iniciación de formación de tubérculos, que están siendo asistidos por hojas deficientes en clorofila y por lo tanto en los procesos de fotosíntesis.

Según los datos observados en la zona papera del Oriente Antioqueño y durante el año 1987, el cultivo de papa no constituyó huésped preferido por el *T. vaporariorum*, tal como fueron los cultivos de frijol, la habichuela y el tomate, en los cuales el insecto se reprodujo abundantemente bajo condiciones de campo.

La región papera comprendida entre los municipios de El Santuario, Marinilla, Guarne y Rionegro fue la más afectada por la enfermedad y

donde se hallaron las plantaciones más altas del insecto. En muchas de las parcelas del municipio de La Unión, el mayor productor de papa del Oriente Antioqueño, la enfermedad apenas inició su presencia y muchos de los agricultores no conocen el problema.

La distribución, incidencia y severidad de la enfermedad está muy correlacionada con: los sistemas de cultivo empleados en la región; papa asociada con frijol o papa rodeada con cultivos de frijol, habichuela o de tomate, y con la población del insecto vector *T. vaporariorum*.

La enfermedad ha ido ocupando áreas donde antes no se conocía debido al uso de semilla-tubérculo infectada y a que el insecto vector también ha estado conolizándolas.

A pesar del uso muy frecuente de insecticidas, la mosca blanca de los invernaderos continuó presente todo el tiempo en las zonas donde es más crítico el problema de la enfermedad, debido principalmente a los numerosos huéspedes del insecto, a aplicaciones desprogramadas y solo dirigidas a partes de la población en el cultivo de papa o del frijol.

Se recomienda evaluar los efectos de la enfermedad en las diferentes variedades comerciales de papa.

Hacer estudios que conduzcan a establecer el efecto de diferentes intensidades de la enfermedad en la producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Alba, V. 1952. El "amarillamiento de venas" de papa, una enfermedad causada por virus. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia. Medellín.
2. Díaz, V. 1966. Incidencia del amarillamiento de venas en papa en el Ecuador y su transmisión a través de los tubérculos. *Turrialba* 16(1): 15-24.
3. Calvache, J.; Checa, J. 1969. Evaluación de pérdidas de los cultivos de papa (*Solanum tuberosum* L.) debidos al amarillamiento de venas y al enanismo amarillo en el departamento de Nariño. Tesis Instituto Tecnológico Agrícola Pasto.
4. Fernow, K.H. 1949. Certificación de semilla de papa en Colombia. *Agricultura Tropical* 5(9): 35-48.
5. Fernow, K.H.; Garcés, C. 1949. Producción de semilla certificada de papa. *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía* 10(36): 257-295.
6. Sánchez, de L.; Rico, C. 1985. Posible virus del amarillamiento de venas de la papa en la Sabana de Bogotá. *Ascolfi Informa* 10(4): 47-48, Cali.
7. Tamayo, P.J.; Navarro, R. 1984. Aumenta la incidencia del virus del amarillamiento de venas de la papa en Antioquia. *Ascolfi Informa* 10(5): 40-42, Cali.