

ANÁLISIS DE EPIFITIAS DEL PRSV-W EN PARCELAS DE MELÓN TRATADAS CON INSECTICIDAS Y COBERTURA REFLECTIVA PLATEADA EN AZUERO. 1997.

*Kilmer Von Chong*¹; *Orencio Fernández*²; *Juan Carlos García*³

RESUMEN

Para una mejor comprensión del efecto de insecticidas de acción específica y general, aceite agrícola y cobertura reflectiva sobre las epifitias del virus de la Mancha anillada de la papaya - raza de las cucurbitáceas PRSV-W se monitoreó semanalmente (enero-marzo 1997) la incidencia del PRSV-W, identificada con la prueba ELISA y dos veces por semana las poblaciones de áfidos alados y ápteros en follaje de melón sembrado en la Estación Experimental del IDIAP en La Villa de Los Santos. Los tratamientos evaluados fueron aceite agrícola, cobertura reflectiva plateada, insecticida pymetrozina, mezcla aceite agrícola y pymetrozina, y el testigo regional (insecticidas organofosforados, carbamato, piretroides alternados semanalmente). Se encontraron diferencias altamente significativas para la incidencia de PRSV-W y poblaciones de áfidos alados ($P < 0.0007$ y $P < 0.0013$). Los mejores rendimientos se obtuvieron con la mezcla de aceite agrícola pymetrozina y el promedio más bajo de incidencia de virosis con la cobertura reflectiva. Los modelos que mejor explicaron las curvas de incidencia de PRSV-W fueron logístico y Gompertz. El coeficiente de determinación para la mezcla de aceite agrícola-pymetrozina fue $R^2 = 0.990$ ($P < 0.0001$). La tasa de infección aparente TIA fue de 0.187 y la máxima tasa de crecimiento $dy/dt = 53.24\%$ se detectó entre los 34 y 48 días después de la siembra (dds). El área bajo la curva de progreso de enfermedad ABCPE fue de 482.9. El incremento en producción obtenido al comparar el ABCPE y los rendimientos del testigo regional y la mezcla aceite agrícola pymetrozina fue de 38.13%. El manejo eficiente de las enfermedades policíclicas implica reducir la población inicial del vector y las fuentes de inóculo primario para bajar la tasa de incremento de la infección.

PALABRAS CLAVES: Epifitias; PRSV-W; melón.

¹ Ph.D., Fitopatología. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC). e-mail: idiap_div@cwpanama.net

² Ph.D., Virología. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC). + agosto de 2003.

³ Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Panamá.

ANALYSIS OF PRSV-W EPIPHYTIES IN TREATED PLOTS OF MELON WITH INSECTICIDES AND REFLECTIVE SILVER COVERING IN PANAMÁ- AZUERO. 1997.

For a better understanding of the effects of agricultural oil; reflective silver covering, insecticide pymetrozina mix with agricultural oil pymetrozina alone, and a regional treatment (organofosfate, carbonate and pyretroide, insecticides alternate every week) on epiphytias of PRSV-W. The incidence of plants affected by PRSV-W was weekly assessed and detected with ELISA test, and twice a week was estimated the population of winged and wingless aphids in the foliage of melon plots at the experimental station of IDIAP, located in "Villa de Los Santos" from January to March of 1997. The data analyzed showed highly significant differences within treatments in virus incidence and population of winged aphids ($P < 0.0007$ and $P < 0.0013$). The best yields were obtained with the mixture of agricultural oil pymetrozina and the lowest virus incidence with the reflective silver covering. The models that better explained the virus incidence curves were logistic and Gompertz models. The agricultural oil pymetrozina treatment has a coefficient of determination of $R^2 = 0.990$ ($P < 0.0001$), the rate of apparent infection was of 0.187 and the maximum rate of growth ($dy/dt = 53.24\%$) was detected between 34 and 48 days after sowing and the area under disease progress curves was AUDPC = 482.9. The increment in production when comparing the AUDPC of the regional and the agricultural oil - pymetrozina treatments was 38.13%. The efficient management of polycycle virus diseases required reduction of the initial population of the vector and the sources of initial inoculum, to lower the rate of disease increment.

KEYWORDS: Epiphytias; PRSV-W; melon.

INTRODUCCIÓN

En la región de Azuero, en las décadas de los 80's y 90's se incrementó la intensidad de las enfermedades virales en hortalizas como consecuencia directa del aumento en la superficie cultivada y el uso masivo e indiscriminado de insecticidas.

En Panamá, las enfermedades virales del melón son causadas por virus tales como el del mosaico del pepino (CMV), el del mosaico amarillo del zucchini (ZYMV), el del mosaico 2 de la sandía (WMV-2) y el de la mancha anillada de la

papaya - raza de los cucurbitáceas (PRSV-W). Este último es el virus con mayor prevalencia en el país (Von Chong y col., 1996).

La compañía Agrofruit informó rechazos de hasta un 40% de la producción de melones por causa de las virosis (Agr. Antúnez, GANTRAP, comunicación personal).

Tradicionalmente, los productores tratan de controlar los vectores de virosis con aplicación de insecticidas de forma intensiva y calendarizada en un periodo de producción caracterizado por siembras

continuas, sin aplicar estrategias de protección vegetal, tales como la eliminación de residuos de cosecha, uso de barreras vivas, aplicación de repelentes, aceites agrícolas, eliminación de hospederos alternos y empleo de coberturas reflectivas. Las coberturas reflectivas con superficies similares a láminas de aluminio o plástico gris reducen el número de áfidos que llegan al cultivo y los índices de incidencia de virosis (Loebenstein y col., 1975; Wyman y col., 1979). Las coberturas reflectivas tipo aluminio han demostrado ser más efectivas que el plástico gris (Loebenstein y col., 1980), posiblemente debido a su alto nivel de reflectividad.

Este trabajo tuvo como objetivo estudiar el comportamiento de las epifitias del virus de la mancha anillada de la papaya (PRSV-W) en parcelas tratadas con insecticidas de acción específica y general y coberturas reflectivas en el cultivo de melón en Azuero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en el Centro Experimental de Investigación Agropecuaria "Ing. Germán De León", IDIAP, en Los Santos, durante los meses enero a marzo de 1997. El diseño experimental de campo fue de Bloques Completos al Azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. La parcela experimental tenía una superficie de 500 m² y las unidades experimentales de 20 m².

Los tratamientos evaluados fueron: aceite agrícola ("carrier") a dosis de producto comercial, 1% volumen/volumen; cobertura reflectiva tipo aluminio, complementada con aplicaciones de insecticidas a partir de 32 días después de germinación (ddg); insecticida pymetrozina ("chess") a dosis de producto comercial de 1 kg/ha y la mezcla aceite agrícola + pymetrozina a dosis de producto comercial de 1% volumen/volumen + 1 kg/ha y el testigo regional (insecticidas, carbamatos, piretroides, organofosforados, aplicados semanalmente en forma alternada).

El material genético utilizado fue "Honey Dew Tam Dew Improved", sembrado a 1.60 m entre surcos y 0.20 m entre plantas. La fertilización se realizó con una aplicación basal de abono completo y fertirrigación a dosis de 309 kg de N/ha; 173 kg de P₂O₅/ha; y 86 kg de K/ha. El nitrógeno se fraccionó en tres aplicaciones. El riego se hizo por goteo a un volumen de 4 litros/hora con una frecuencia de dos días. Las malezas se controlaron en forma manual. Se realizó poda de guías a los 48 días después de siembra (dds), a 1.25 m de la línea de siembra.

La población de áfidos alados se monitoreó colocando en el centro de cada repetición, trampas amarillas tipo Moericke con agua, jabón líquido (1-2 ml) y formaldehído al 1% (Apablaza y col., 1990).

Los tratamientos se asperjaron con bomba de mochila con base en los índices

de poblaciones de áfidos alados y ápteros. Los insecticidas se aplicaron a un índice de 1.5 áfidos alados/hoja/planta y el aceite agrícola a niveles de cinco alados o 50 ápteros/hoja/planta. En el testigo regional los insecticidas se aplicaron semanalmente en forma calendarizada. Los insecticidas en el tratamiento cobertura reflectiva se aplicaron con un índice de cinco áfidos alados o 50 ápteros/hoja/planta.

Mediante muestreos semanales se estimó la incidencia de plantas con síntomas de virosis cada siete días, a partir de plántulas con hojas verdaderas hasta inicio de fructificación en forma visual, empleando láminas a colores publicadas por Blancard y col. (1991) y Zitter y col. (1996).

Los datos de incidencia se analizaron mediante ecuaciones transformadas para los modelos logísticos ($\ln y/1-y$); monomolecular ($\ln 1/1-y$) y Gompertz [$\ln(-\ln y)$]. La selección de los modelos a utilizar se realizó mediante análisis de regresión de mínimos cuadrados entre las variables; incidencia y tiempo (t) para cada modelo. El mayor coeficiente de determinación (R^2) obtenido, determinó el modelo a utilizar (Madden, 1980). Para cada tratamiento se calculó el área bajo la curva de progreso de enfermedad (ABCPE), la tasa de infección aparente (TIA) y la máxima tasa de incremento (dy/dt). Se graficaron los datos de incidencia de virosis por día después de siembra. También se graficó el ABCPE de los trata-

mientos testigo relativo, el mejor tratamiento contra sus rendimientos.

RESULTADOS

La curva de progreso de la incidencia de virosis muestra que ésta tendió a aumentar a medida que avanzó el ciclo del cultivo y alcanzó el 100% de plantas infectadas a los 62 dds. Adicionalmente, muestra que el tratamiento cubierta reflectiva demoró el inicio y desarrollo de la epidemia de PRSV-W hasta el estadio de floración e inicio de fructificación (Figura 1).

El análisis de varianza de los datos de incidencia de virosis mostró diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos ($P < 0.0007$). Los promedios de incidencia del PRSV-W y los rendimientos por tratamiento ordenados mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan indican que los promedios más bajos de incidencia de virosis se lograron con el tratamiento cobertura reflectiva y los mejores promedios de rendimiento con la mezcla aceite + insecticida pymetrozina, seguido por los tratamientos aceite agrícola e insecticida pymetrozina (Cuadro 1).

Los modelos que mejor explicaron las epifitias (curvas de progreso de incidencia de virosis) fueron el logístico para los tratamientos aceite agrícola y testigo regional y Gompertz para los tratamientos pymetrozina, cobertura reflectiva y la mezcla aceite agrícola + insecticida pymetrozina. La mayor ABCPE se logró en

CUADRO 1. PROMEDIOS DE INCIDENCIA DE VIROSIS Y RENDIMIENTOS POR TRATAMIENTOS EVALUADO ORDENADOS MEDIANTE LA PRUEBA DE RANGOS MÚLTIPLES DE DUNCAN. AZUERO. 1997.

Tratamientos	Promedio de incidencia de virosis	Rendimiento Promedio (cajas/ha)
Insecticida Chess (pymetrozina)	57.06 a	2452 a b
Cobertura reflectiva	39.54 b	1639 b
Aceite agrícola+ pymetrozina	52.84 a	2711 a
Aceite agrícola	53.24 a	2479 a b
Testigo regional	59.86 a	1802 b

Promedios de la misma columna con letras iguales no difieren entre sí ($P = 0.05$).

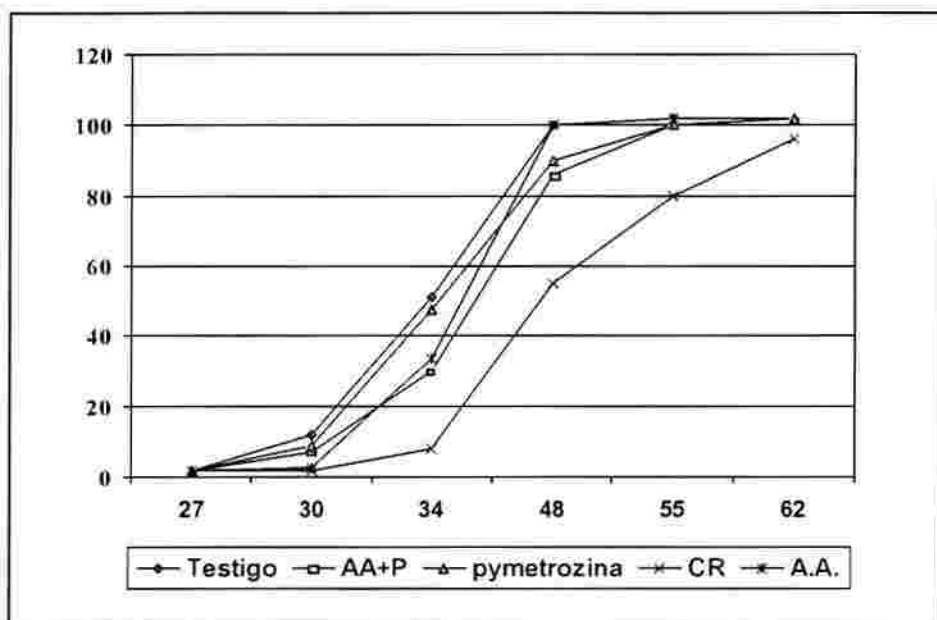


FIGURA 1. CURVA DE PROGRESO DE LA INCIDENCIA DE PRSV-W EN ENSAYO DE MELÓN. AZUERO 1997.

(AA+P = ACEITE AGRÍCOLA + PYMETROZINA; CR= COBERTURA REFLECTIVA; AA= ACEITE AGRÍCOLA).

los tratamientos aceite agrícola + insecticida pymetrozina, seguidos por aceite agrícola y cobertura reflectiva (Cuadro 2).

El incremento de producción estimada con la reducción de la incidencia de virosis empleando los datos de rendimientos y del ABCPE de las epifitias registradas con el tratamiento (mezcla aceite agrícola carrier + pymetrozina) y el testigo regional fue de 33.53% (Figura 2).

DISCUSIÓN

Este estudio permite afirmar que en el área de Azuero, la velocidad de establecimiento de las epidemias del PRSV-W en el melón se incrementa a medida que avanza la temporada del cultivo y, por consiguiente, la disminución de los rendimientos es mayor en parcelas que sufren infecciones virales en estadios fenológicos iniciales, comparadas con infecciones en estadios posteriores al inicio de floración. Las infecciones tardías permiten lograr rendimientos superiores a los que se pudieran obtener con infecciones en estadios iniciales del ciclo del cultivo. Adicionalmente, se puede establecer que la menor ABCPE no es sinónimo de mejores rendimientos o menor incidencia de enfermedad.

La descripción matemática de las epifitias mediante el modelo logístico, indica que éstas son de tipo policíclico (Madden, 1980) durante una estación de cultivo. En este tipo de epidemias, la

máxima tasa de incremento de la virosis aumentó en función del tamaño de la población del vector, la eficacia de la población del vector para transmitir virus y la proporción del tejido vegetal disponible.

El modelo logístico describió las epifitias registradas en los tratamientos con insecticidas con modo de acción general. Estos insecticidas se caracterizan por no matar en forma instantánea y los áfidos intoxicados experimentan, antes de morir, un aumento en la actividad alimentaria (Lastra, 1987a y b). En el período previo a la muerte, los áfidos pueden adquirir y transmitir el virus, de modo que el progreso de la enfermedad se incrementa en forma similar o más rápida que cuando no se aplican insecticidas. Estos resultados coinciden con los documentados por Gray y col. (1986) y Von Chong y col. (1996), quienes indicaron que las epifitias del virus del mosaico 1 de la sandía se ajustan al modelo logístico.

La descripción matemática de epifitias virales mediante el modelo de Gompertz, se asocia a enfermedades policíclicas en que la tasa máxima de incremento ocurre en los primeros estadios fenológicos del cultivo. El modelo de Gompertz se ajustó a las epifitias registradas en los tratamientos en que se aplicó insecticida con modo de acción directa sobre el sistema nervioso e inhibición del comportamiento alimentario al afectar el sistema nervioso de la bomba de saliva de los áfidos, y el tratamiento de cobertura

CUADRO 2. MODELOS MATEMÁTICOS AJUSTADOS A LAS CURVAS DE PROGRESO DE LA INCIDENCIA DE VIROSIS; COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN; PROBABILIDAD DE F, TASA DE INFECCIÓN APARENTE, MÁXIMA TASA DE INCREMENTO Y ÁREA BAJO LA CURVA DE PROGRESO DE ENFERMEDADES POR TRATAMIENTO. AZUERO 1997.

Tratamiento	Modelo	R ²	Pr> F	TIA	dy/dt (%)	ABCP E
Insecticida Chess - pymetrozina)	Gompertz	0.990	0.0001	0.187	41.6	422.2
Cobertura reflectiva	Gompertz	0.986	0.0001	0.119	46.5	476.8
Aceite agrícola + pymetrozina	Gompertz	0.992	0.0001	0.172	53.14	482.9
Aceite agrícola	Logístico	0.936	0.0015	0.335	51.8	479.1
Testigo regional	Logístico	0.964	0.0005	0.333	42.8	435.5

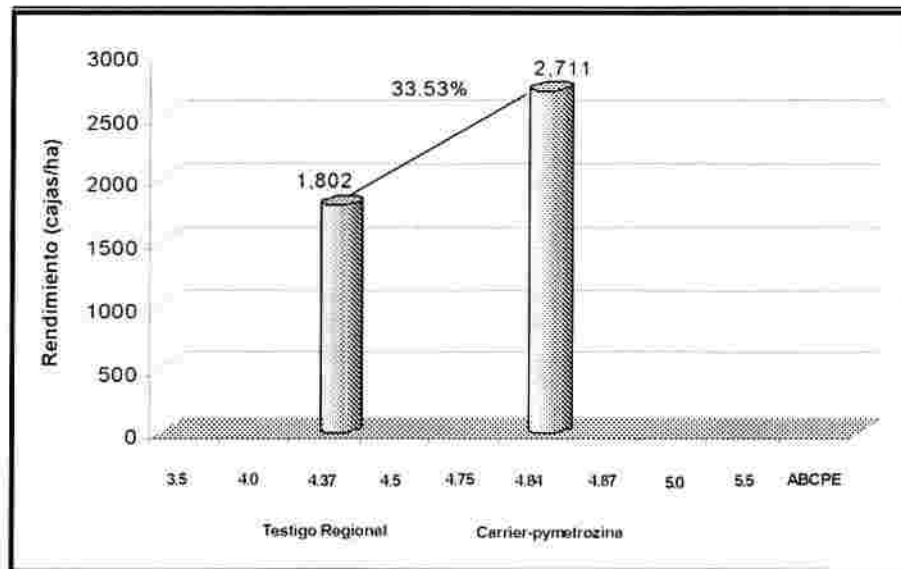


FIGURA 2. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL RENDIMIENTO Y EL ÁREA BAJO LA CURVA DE PROGRESO DEL PRSV-W EN ENSAYO DE MELÓN. AZUERO, 1997.

reflectiva, que modificó el vuelo del vector y produjo una repelencia directa de los áfidos durante los primeros 23 dds, cuando la reflexión de la luz solar no está reducida por el follaje del cultivo. Tresh (1984) indicó que el modelo de Gompertz se ajusta a epifitias en que se aplican productos que modifican el comportamiento alimentario y vuelo de los insectos vectores. En México, Mora y Teliz (1987) y en El Salvador, Rivas - Platero y Larios (1994) encontraron que las epidemias de PRSV-W se ajustan al modelo de Gompertz.

En términos de manejo de las enfermedades policíclicas, los resultados obtenidos se pueden explicar mediante principios documentados por Fry (1982), quien indicó que, a través de la reducción el inóculo inicial y/o limitación de la tasa de incremento de la enfermedad, se puede lograr suprimir eficientemente el desarrollo de una epidemia. En resumen, los modelos logísticos y de Gompertz describen epifitias policíclicas. El PRSV-W es un virus del grupo de Potyvirus, transmitido por insectos vectores en forma no persistente en múltiples ciclos por temporada de cultivo.

También se puede indicar que es posible estimar el incremento de la producción o en su defecto, pérdidas en rendimiento, a través de la tabulación del ABCPE y los rendimientos.

Finalmente, la información generada permite establecer que es posible re-

ducir la intensidad de las epifitias, retardando el desarrollo de las epidemias más allá del período crítico, con la ayuda de repelentes tipo extractos de ajo, cobertura reflectiva, aceites agrícolas (carrier - aceite de pescado), reducir la población inicial del vector con la aplicación de insecticidas como la pymetrozina y eliminar las fuentes de inóculo primario (residuos de cosecha, plantas voluntarias, malezas hospederas, etc.), medidas que en su conjunto disminuyen la tasa de incremento de la infección (Von Chong y col., 1996).

CONCLUSIONES

- ⊗ Los niveles más bajos de incidencia de virosis se lograron con el tratamiento cobertura reflectiva y aceite agrícola carrier + insecticida pymetrozina.
- ⊗ El modelo logístico explica mejor la epifitia del PRSV-W en los tratamientos de insecticidas con modo de acción general.
- ⊗ El modelo de Gompertz explica mejor la epifitia del PRSV-W en los tratamientos de insecticidas con modo de acción directa sobre el sistema nervioso e inhibición del comportamiento alimentario y modificación del vuelo del vector.
- ⊗ La comparación del área bajo la curva de progreso de enfermedad y los rendimientos de los tratamientos aceite agrícola carrier + insecticida

pymetrozina y el testigo regional demuestran el logro de un incremento en producción del 33.53%.

BIBLIOGRAFÍA

- APABLAZA, J.U.; LA TORRE, B.A.; VANGHAN, M.A.; AGUILAR, P.G. 1990. Plagas de las hortalizas. Manual de Manejo Integrado. Santiago, Chile. pp. 345-346.
- BLANCARD, D.; LECOQ, H.; PITRAT, M. 1991. Enfermedades en las cucurbitáceas. Observar, identificar, luchar. Edición Española. Mundi Prensa. 301 p.
- FRY, E.W. 1982. Principles of plant disease management. Academic Press. USA. 378 p.
- GRAY, S.M.; MOYER, J.W.; KENNEDY G.G.; CAMPBELL, C.L. 1986. Virus-suppression and aphid resistance effects, spatial and temporal spread of water melon mosaic virus. *Phytopathology* 76:1264-1259.
- LASTRA, R. 1987a. Transmisión de virus por insectos. *En Cursos de áfidos*. Artículo selecto sobre áfidos y su importancia económica en la agricultura de Centro América. Panamá.
- LASTRA, R. 1987b. La virología vegetal en el contexto del manejo integrado de plagas. *En Fundamentos y Componentes del MIP*. San Salvador, El Salvador. Artículo selecto del curso de filosofía y componentes del MIP. J.F.Larios C. (ed.) CATIE. Serie Técnica Infor. Tec. 136: 82-91.
- LOEBENSTEIN, G; ALPER, M; LEVY, S; PALEVITCH, D; MENAGEM, E. 1975. Protecting peppers from aphid-borne viruses with aluminum foil or plastic mulch. *Phytoparasitica* 3: 43-53.
- LOEBENSTEIN, G.; RACCAH, B. 1980. Control of non-persistently transmitted aphid-borne viruses. *Phytoparasitica* 8: 221-235.
- MADDEN, L.V. 1980. Quantificación de disease progression. *Protection Ecology* 2: 159-176.
- MORA, G.; TELIZ, D; 1987. Incidencia de la mancha anular de la papaya en Veracruz. *En Curso Nacional de Fitopatología (XIV, 1987)* Morelia, Mexico. 10 p.
- RIVAS PLATERO; LARIOS, J.F 1994. Epidemiología del virus de la mancha anular del papayo (UMAP) en Zapotitán, El Salvador. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 32: 5-7.
- TRESH, J.M. 1984. Progress Curves of plant virus diseases. *Adv.appl. Biol.* 8: 1-85.

VON CHONG, K; FERNÁNDEZ, O; OSORIO, N.; GONZÁLEZ, A. 1996. Estudio epidemiológico del virus de la mancha anular de la papaya Raza W en melón. Resumen. Encuentro Científico. IDIAP. Agosto 1997.

WYMAN, J.A.; TOSCANO, N.C; KIDOK, A.; JOHNSON, H.; MAYBERRY, K.S. 1979. Effects of mulching on the speed of aphid-transmitted watermelon Mosaic virus to summer squash. J. Econ. Ent. 72: 139-412.

ZITTER, T.A.; HOPKINS, D.L.; THOMAS, C.E. 1996. Compendium of cucurbit diseases. The American Phytopathological Society. pp.37-45.