

Transmisión de 'zucchini yellow mosaic virus' y 'papaya ringspot virus - strain watermelon' por *Aphis gossypii* Glover, *A. spiraecola* Patch y *Myzus nicotianae* Blackman (Homoptera: Aphididae) sobre *Cucúrbita pepo* Linnaeus (Cucurbitaceae) en el estado de Sao Paulo, Brasil

Javier A. Vázquez-Castro

RESUMEN

VÁSQUEZ-CASTRO JA. 2004. Transmisión de 'zucchini yellow mosaic virus' y 'papaya ringspot virus - strain watermelon' por *Aphis gossypii* Glover, *A. spiraecola* Patch y *Myzus nicotianae* Blackman (Homoptera: Aphididae) sobre *Cucúrbita pepo* Linnaeus (Cucurbitaceae) en el estado de Sao Paulo, Brasil. Rev. per. Ent. 44.- Se estudió algunas características de la transmisión de 'zucchini yellow mosaic virus' (ZYMV) y 'papaya ringspot virus - strain watermelon' (PRSV-W) por especies de áfidos en *Cucúrbita pepo*, en el Laboratorio de Insectos Vectores de Fitopatógenos, Departamento de Entomología, Fitopatología y Zootología Agrícola de la Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de Sao Paulo, Brasil. Fueron evaluados el efecto del ayuno y periodo de adquisición en la transmisión de ZYMV por *Aphis gossypii*; eficiencia de la transmisión interespecífica y periodo de retención de ZYMV por *A. gossypii* y *Myzus nicotianae*; y efecto del componente auxiliar (HC) en la transmisión de ZYMV por *M. nicotianae*. El ayuno tuvo influencia directa sobre la eficiencia de transmisión de ZYMV por *A. gossypii*, alcanzando el máximo de 70 % con un periodo de acceso a adquisición de 2 min. *A. nicotianae* fue el vector más eficiente en la transmisión de PRSV-W (92,85 %) y junto a *A. spiraecola* fueron los más eficientes en la transmisión de ZYMV (35,71 y 32,14 %, respectivamente). El periodo máximo de retención de ZYMV por *A. gossypii* y *M. nicotianae* fue 60 min y la vida media de 1,0 y 0,7 min, respectivamente. El componente auxiliar de PVY no ayudó la transmisión de ZYMV por *M. nicotianae*.

Palabras clave: áfidos, *Cucúrbita pepo*, PRSV-W, transmisión no persistente, vector, virus, ZYMV.

SUMMARY

VÁSQUEZ-CASTRO JA. 2004. Transmission of 'zucchini yellow mosaic virus' and 'papaya ringspot virus - strain watermelon' by *Aphis gossypii* Glover, *A. spiraecola* Patch, and *Myzus nicotianae* Blackman (Homoptera: Aphididae) on *Cucúrbita pepo* Linnaeus (Cucurbitaceae) in Sao Paulo state, Brazil. Rev. per. Ent. 44 - Some characteristics of the transmission of 'zucchini yellow mosaic virus' (ZYMV) and 'papaya ringspot virus - strain watermelon' (PRSV-W) by aphids in *Cucúrbita pepo*, were studied in the Laboratory of Insect Vectors of Phytopathogens, Department of Entomology, Phytopathology and Agricultural Zoology, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Sao Paulo University, Brazil. The following aspects were evaluated: effect of fast and acquisition period in the transmission of ZYMV by *A. gossypii*; efficiency of interspecific transmission and retention period of ZYMV by *A. gossypii* and *M. nicotianae*; and effect of the helper component (HC) in the transmission of ZYMV by *M. nicotianae*. Fast had direct influence on the transmission efficiency of ZYMV by *A. gossypii*, up to a maximum of 70 % with an access period at acquisition of 2 min. *M. nicotianae* was the most efficient vector in the transmission of PRSV-W (92.85 %) and together with *A. spiraecola* were the most efficient in the transmission of ZYMV (35.71 and 32.14 %, respectively). The maximum retention period of ZYMV by *A. gossypii* and *M. nicotianae* was 60 min and average life 1.0 and 0.7 min, respectively. The helper component of PVY did not assist in the transmission of ZYMV by *M. nicotianae*.

Key words: aphids, *Cucúrbita pepo*, non-persistent transmission, PRSV-W, vector, virus, ZYMV.

Introducción

Las enfermedades de plantas ocasionadas por virus constituyen una importante causa de prejuicios para el agricultor, llegando a ocasionar en algunos casos pérdidas de hasta 100 % de la producción. Como los virus de plantas dependen para su diseminación natural de la asis-

tencia de vectores, resulta fundamental el estudio de las interrelaciones virus-vector-hospedero para el delineamiento de programas de control dentro de un contexto de manejo integrado de plagas.

Las cucurbitáceas son ampliamente cultivadas alrededor del mundo y, como toda especie vegetal, están sujetas a diversos problemas fitosanitarios, entre los cuales se puede destacar las enfermedades causadas por virus, siendo bastante diferenciadas sus características de ocurrencia y severidad, dependiendo de la especie de virus y sus estirpes, cultivar plantada, proxi-

midad de la fuente de inóculo y población de insectos vectores (LIMA & VIEIRA 1992).

El género *Potyvirus* contiene el mayor número de especies de virus que infectan plantas, constituyendo así, desde el punto de vista económico, el más importante grupo de virus fitopatógenos. Colectivamente, los potyvirus causan pérdidas superiores a las registradas por todos los otros virus de plantas en conjunto (ZERBINI & ZAMBOLIM 1999). Entre los potyvirus más importantes, el '*papaya ringspot virus - strain watermelon*' (PRSV-W) es considerado como el principal limitante de la producción de diversas cucurbitáceas en Brasil, mientras el '*zucchini yellow mosaic virus*' (ZYMV) es el principal patógeno en la mayoría de regiones productoras de cucurbitáceas del mundo (ZAMBOLIM & Dusí 1995). Ambos virus son transmitidos por diversas especies de áfidos, siendo la relación virus-vector del tipo no-persistente. Entre los vectores destacan *Aphis craccivora* Koch, 1854, *A. gossypii* Glover, 1877, *A. spiraecola* Patch, 1914, *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach, 1843), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas, 1878) y *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) por ser los más eficientes en la transmisión de estos virus (YUKI 1990, PERRING *et al.* 1992, ZITTER *et al.* 1996, GIAMPAN & REZENDE 2001). Los áfidos son generalmente polífagos, con ciclo de vida corto y elevada fecundidad, características que los colocan entre los vectores más importantes en la transmisión de fitovirus. Según COSTA (2003) el orden Hemiptera contribuye con vectores para cerca de 83 % de los virus que necesitan de ellos para ser transmitidos, siendo que los áfidos corresponden a aproximadamente un tercio de tales vectores.

En el estudio de los insectos como vectores de virus fitopatógenos, se verifica que ejercen tal papel principalmente a través de sus relaciones alimentares con las plantas hospederas, de allí su clasificación en relaciones no-persistente, semi-persistente y persistente. Además, varios factores pueden afectar la transmisión de estos patógenos por insectos vectores, sea la influencia de la planta hospedera en la adquisición e inoculación del virus por el vector (influencia de la planta fuente de virus, influencia de la parte de la planta donde el insecto se alimenta, lugar de adquisición del virus en los tejidos de la planta, concentración del virus en la planta, resistencia de la planta al vector), la influencia del vector (especificidad de transmisión, influencia del ayuno previo sobre la adquisición del virus) y la influencia del virus (especificidad) (COSTA 1976). Las características del modo de transmisión no-persistente y la ausencia de especificidad en la transmisión de potyvirus por áfidos permiten comprender el papel fundamental que los vectores desempeñan en la diseminación de dichos patógenos.

La no-especificidad de este tipo de transmisión se debe al hecho que la adquisición e inoculación ocurren durante picadas de prueba, no habiendo por tanto necesidad de colonización de la planta por el áfido para que ocurra la transmisión (SHUKLA *et al.* 1994, COSTA 1998, ZERBINI & ZAMBOLIM 1999). La transmisión de tipo no-persistente puede o no ser dependiente de componentes auxiliares, referidos eventualmente como auxiliares o "HC" (Helper Component). La necesidad de componente auxiliar en la transmisión de fitovirus por áfidos fue ampliamente estudiada en diferentes especies de virus, principalmente *Potyvirus*, donde hay evidencias de selectividad y especificidad. A pesar de la inespecificidad de la transmisión, en la mayoría de los casos el componente auxiliar de una especie de *Potyvirus* puede interferir en la transmisión de otra especie heteróloga (FROISSART *et al.* 2002). Por medio de experimentos de transmisión vía membrana (parafilm) de virus purificado, se constató la no-transmisión de los mismos, lo que evidenció la necesidad de mediación de una proteína auxiliar, responsable por la transmisibilidad, descartándose la hipótesis de pérdida de infectividad del virus purificado, una vez que el mismo era transmitido mecánicamente (SHUKLA *et al.* 1994, FROISSART *et al.* 2002). Esta estrategia de transmisión, mediada por un componente auxiliar (proteína HC-Pro) fue elucidada para diversos *Potyvirus*, implicando una interacción molecular de motivos específicos de aminoácidos de la envoltura proteica del virus, de la proteína HC-Pro, y de receptores de la cutícula del estilete del áfido (RACCAH *et al.* 2001).

En función de la problemática expuesta, se realizó el presente trabajo, con el objetivo de evaluar las características de la transmisión de ZYMV y PRSV-W por *Aphis gossypii*, *A. spiraecola* y *Myzus nicotianae* Blackman, 1987 (Aphididae) en *Cucurbita pepo* Linnaeus, 1753 (Cucurbitaceae).

Material y métodos

Los experimentos fueron realizados en el Laboratorio de Insectos Vectores de Fitopatógenos del Departamento de Entomología, Fitopatología y Zoología Agrícola de la Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de Sao Paulo, Brasil, entre los meses de julio y diciembre 2003.

Los potyvirus ZYMV y PRSV-W y los áfidos *Aphis gossypii*, *A. spiraecola* y *Myzus nicotianae* fueron mantenidos y criados, respectivamente, en plantas de *Cucurbita pepo* cv Caserta. La planta hospedera para las pruebas de transmisión (*C. pepo* cv Caserta) fue lutilizada a la edad de 15 días.

Efecto del ayuno y periodo de adquisición en la transmisión de ZYMV por Aphis gossypii: Para este experimento se establecieron los siguientes tratamientos: a) insectos mantenidos en ayuno por 1 h y periodos de acceso a adquisición (PAA) de 2, 10 y 20 min; y b) insectos mantenidos bajo alimentación continua (sin ayuno) con PAA de 2, 10 y 20 min. El periodo de acceso a inoculación (PAI) fue de 10 min para todos los tratamientos. Fueron utilizados cinco insectos por planta y 10 plantas-prueba por tratamiento. Los áfidos fueron cuidadosamente transferidos para las plantas-fuente infectadas con ZYMV y dejados por un tiempo correspondiente a los diferentes PAA, siendo posteriormente transferidos para las plantas-prueba donde cumplieron el PAI, después del cual fueron eliminados manualmente y las plantas colocadas en invernadero. Como tratamiento testigo fueron transferidos áfidos sin PAA para plantas sanas. La evaluación fue realizada a los 7 y 15 d después de la inoculación, y consistió en la observación de síntomas característicos del virus.

Eficiencia de la transmisión interespecífica: Para la evaluación de la eficiencia de transmisión de ZYMV y PRSV-W por los áfidos, fueron estandarizados el periodo de ayuno (1 h), PAA (5 min) y PAI (10 min). Los tratamientos correspondieron a las interacciones insecto-virus de cada una de las especies de vector con los virus en estudio. Fueron utilizados cinco insectos por planta y siete plantas-prueba por tratamiento, con cuatro repeticiones. Después del PAI, todos los áfidos fueron manualmente eliminados y las plantas transferidas para invernadero. La evaluación fue realizada a los 7 y 15 d después de la inoculación y consistió en la observación de síntomas característicos del virus. El análisis estadístico fue de tipo bifactorial (áfidos x virus) y la comparación de promedios fue realizada a través del test de Tukey a 5,0 % de probabilidad.

Periodo de retención de ZYMV por Aphis gossypii y Myzus nicotianae: Los vectores fueron sometidos a ayuno de 1 h y PAA de 10 min,

después de lo cual fueron transferidos para plantas intermediarias sanas y mantenidos allí por periodos de 5, 15, 30, 60 y 120 min. Transcurridos éstos, los vectores fueron transferidos para plantas-prueba, y sometidos a un PAI de 15 min; también se transfirió áfidos directamente de las plantas-fuente a las plantas-prueba. Se utilizó cinco insectos por planta y 10 plantas-prueba por tratamiento, con dos repeticiones. Una vez cumplido el PAI, todos los áfidos fueron eliminados manualmente y las plantas transferidas para invernadero. La evaluación se realizó a los 7 y 15 d después de la inoculación y consistió en la observación de síntomas característicos del virus. Fue realizado un análisis de regresión lineal para ambas especies de áfidos. Para la evaluación de la retención, se calculó la vida media de la transmisión, empleándose la fórmula $t(iy_x) = \log(0,5) / -R$, donde i/y_x es el tiempo en que la eficiencia de transmisión disminuye en 50 % y R el coeficiente angular obtenido de la regresión lineal entre proporción de plantas infectadas (%) y tiempo después de la adquisición (minutos).

Efecto del componente auxiliar (HC) en la transmisión de ZYMV por Myzus nicotianae: El componente auxiliar de 'potato virus Y' (PVY) fue utilizado para facilitar en la transmisión de ZYMV. El vector adquirió los virus a partir de plantas de *Solanum tuberosum* Linnaeus cv Inglesa (Solanaceae) infectadas con PVY y vía técnica de adquisición de ZYMV por membrana. En la adquisición por membrana se utilizó el virus purificado, diluido en tampón fosfato (1 : 3) y complementado con 5 % de sacarosa (fagoestimulante). Las membranas fueron preparadas superponiendo dos láminas de parafilm, colocando entre ambas 160 mL de la solución de ZYMV purificado. El vector fue sometido a ayuno de 1 h y PAA de 10 min en plantas-fuente (*S. tuberosum*) y/o 20 min en membrana, después de lo cual los áfidos fueron transferidos para plantas-prueba (*C. pepo* cv Caserta) para un PAI de 15 min. Fueron utilizados cinco insectos por planta y 10 plantas-prueba por tratamiento, con

TABLA 1.- Secuencia de adquisición de ZYMV por *Myzus nicotianae*.

Tratamiento	Secuencia de adquisición		Planta-prueba
	Fuente 1 →	Fuente 2 →	
I	ZYMV purificado	—	<i>C. pepo</i>
II	PVY (<i>S. tuberosum</i>)	ZYMV purificado	<i>C. pepo</i>
III	ZYMV purificado	PVY (<i>S. tuberosum</i>)	<i>C. pepo</i>
Control 1	ZYMV (<i>C. pepo</i>)		<i>C. pepo</i>
Control 2	Vector sin adquisición de virus		<i>C. pepo</i>
Control 3	Inoculación mecánica de ZYMV purificado		<i>C. pepo</i>

dos repeticiones. Después del PAI, todos los áfidos fueron eliminados manualmente y las plantas transferidas para invernadero, donde fueron evaluadas a los 15 d después de la inoculación. Adicionalmente, se efectuó tres controles: 1) adquisición de ZYMV por el vector en *C. pepo*; 2) vector sin adquisición de virus; y 3) inoculación mecánica de ZYMV purificado. Los tratamientos estuvieron constituidos por diferentes secuencias de adquisición de virus (Tabla 1). Todos los experimentos fueron conducidos bajo diseño experimental completamente randomizado, con número de tratamientos y repeticiones variables para cada prueba.

Resultados y discusión

Efecto del ayuno y periodo de adquisición en la transmisión de ZYMV por Aphis gossypii: Se observó un efecto directo del ayuno sobre la eficiencia de transmisión de ZYMV (Tabla 2). Esta influencia posiblemente se debió a cambios en el comportamiento de alimentación del vector, aumentando el número de picadas de prueba y con ello la eficiencia de transmisión. Este efecto fue mencionado por HARRIS & MARAMOROSCH (1977), quienes indican que el ayuno antes de la adquisición aumenta considerablemente la eficiencia de transmisión cuando el vector es retirado de la planta-fuente inmediatamente después de la alimentación. La mayor eficiencia (70 %) fue obtenida con un PAA de 2 min, tiempo después del cual disminuyó considerablemente. Por otro lado, cuando los áfidos no fueron sometidos a ayuno se obtuvo una eficiencia máxima de 30 % con un PAA de 10 min, no habiendo transmisión con PAA de 2 y 20 min. Aparentemente, los áfidos no se alimentaron sobre la planta-fuente en los primeros minutos, por lo que el tiempo requerido para realizar la primera picada de prueba parece estar relacio-

nado con la eficiencia de transmisión. YUAN & ULLMAN (1996) verificaron que el tiempo requerido para el inicio de la primera picada de prueba varía con la especie de vector, siendo que para *Aphis craccivora* (2,7 min) fue significativamente menor que para *A. gossypii* (8,6 min), determinando la mayor eficiencia del primero.

Eficiencia de la transmisión interespecífica: Fue observado efecto significativo del virus ($F = 11,59$; g.l. = 1,18; $P < 0,05$), vector ($F = 15,46$; g.l. = 2, 18; $P < 0,05$) y de la interacción virus-vector ($F = 6,6$; g.l. = 5,18; $P < 0,05$). *M. nicotianae* fue el vector más eficiente en la transmisión de PRSV-W (92,85 %), y junto a *A. spiraecola* fueron los más eficientes en la transmisión de ZYMV (35,71 y 32,14 %, respectivamente) (Tabla 3). *A. gossypii* fue el vector menos eficiente en la transmisión de ZYMV (7,14 %) y relativamente poco eficiente en la transmisión de PRSV-W (28,57 %). Vale resaltar que solo *A. gossypii* es considerado plaga de las cucurbitáceas, colonizando plantas de esta familia (GALLO *et al.* 2002), lo que explicaría la menor eficiencia de esta especie como vector, ya que realizaría menor número de picadas de prueba que las especies no colonizadoras de cucurbitáceas. Este comportamiento es importante en la transmisión de tipo no-persistente, pues la adquisición e inoculación del virus ocurre durante las picadas de prueba, estimuladas cuando el vector se alimenta de una planta que no coloniza. Estos resultados concuerdan con YUKI (1990), quien encontró una eficiencia de transmisión del virus PRSV-W de 92,3 y 15,4 % para *M. persicae* y *A. gossypii*, respectivamente. YUAN & ULLMAN (1996), encontraron mayor eficiencia de transmisión de ZYMV por *Aphis craccivora* comparada con *A. gossypii*.

Periodo de retención de ZYMV por Aphis gossypii y Myzus nicotianae: Hay tendencia a la disminución de la retención de ZYMV por ambos vectores con el transcurrir del tiempo, llegando a un periodo máximo de retención de 60 min, después del cual los vectores perdieron completamente su capacidad de transmisión (figs. 1- 2), concordando con YUAN & ULLMAN (1996), quienes registraron un periodo máximo de retención de ZYMV por *A. gossypii* y *A. craccivora* de 1 h. La vida media de la transmisión por *M. nicotianae* fue menor cuando comparada a *A. gossypii*, con valores de 0,7 y 1,0 min, respectivamente (figs. 1-2). La menor vida media por *M. nicotianae* se debe al mayor número de picadas de prueba del vector sobre una planta que no coloniza. En la transmisión de tipo no-persistente el virus es retenido apenas en el canal alimentario del insecto, siendo las partículas virales liberadas junto con la saliva durante las picadas de prueba, de allí la relación directa en-

TABLA 2.- Efecto del ayuno y periodo de acceso a adquisición (PAA) sobre la eficiencia de transmisión de ZYMV por *Aphis gossypii* en *Cucurbita pepo* cv Caserta.

Tratamientos	PAA (min)	Eficiencia de transmisión (%)
Insectos en ayuno	2	70
	10	40
	20	20
Insectos sin ayuno	2	0
	10	30
	20	0
Testigo		0

TABLA 3.- Eficiencia de transmisión de ZYMV y PRSV-W por *Aphis gossypii*, *A. spiraeicola* y *Myzus nicotianae*.

Virus	Eficiencia de transmisión (%)		
	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Aphis spiraeicola</i>	<i>Myzus nicotianae</i>
ZYMV	7,14 bA	32,14 abA	35,71 aB
PRSV-W	28,57 bA	26,19 bA	92,85 aA

* Letras minúsculas para comparación entre líneas y mayúsculas para comparación entre columnas. Valores seguidos de letras iguales no difieren significativamente entre si por el test de Tukey a 5 %.

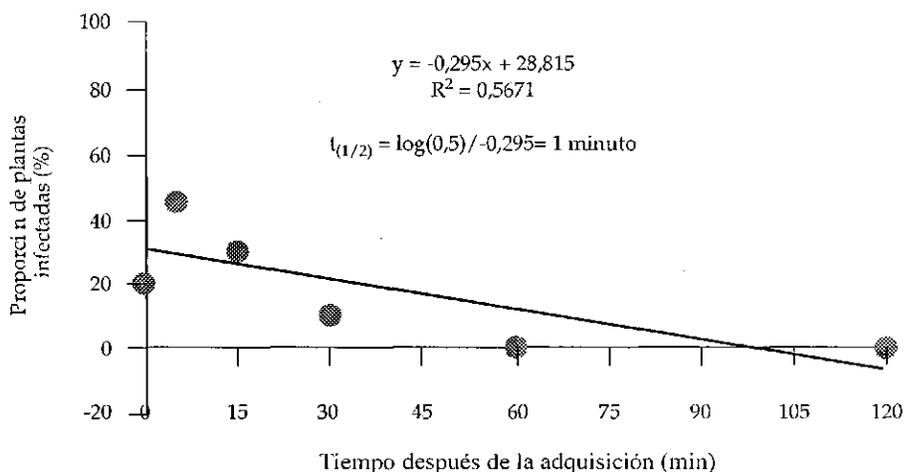


FIGURA 1.- Retención de ZYMV por *Aphis gossypii*.

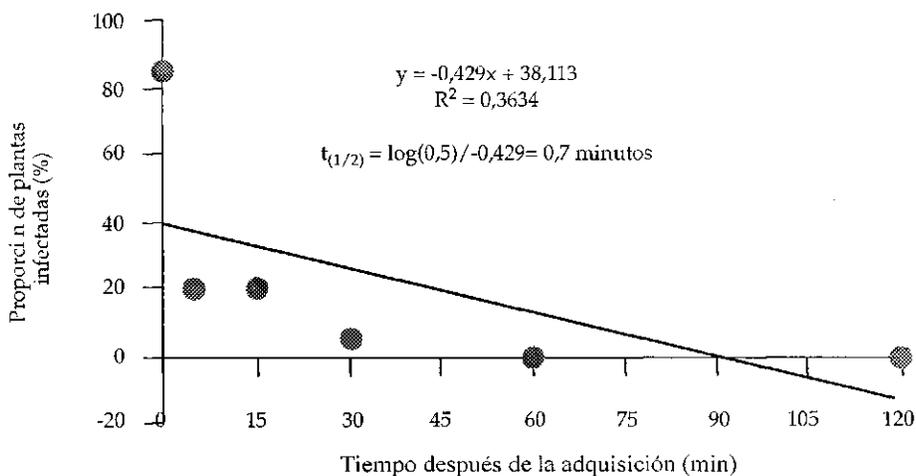


FIGURA 2.- Retención de ZYMV por *Myzus nicotianae*.

tre eficiencia de transmisión y número de picadas de prueba.

Efecto del componente auxiliar (HC) en la transmisión de ZYMV por Myzus nicotianae: Únicamente se observó transmisión cuando el vector adquirió el virus ZYMV directamente de la

planta-fuente y cuando se realizó la inoculación mecánica del virus purificado, con valores de 30 y 58,8 % de plantas infectadas, respectivamente (Tabla 4). Esto sugiere la necesidad de una proteína no-estructural en la transmisión de ZYMV por *M. nicotianae*, la misma que es eliminada durante el proceso de purificación del virus. La

TABLA 4.- Efecto del componente auxiliar (HC) en la transmisión de ZYMV por *Myzus nicotianae*.

Secuencia de adquisición		Plantas infectadas (%)
Fuente 1 → ~	Fuente 2	
ZYMV purificado	—————	0
PVY (<i>S. tuberosum</i>)	ZYMV purificado	0
ZYMV purificado	PVY (<i>S. tuberosum</i>)	0
ZYMV (<i>C. pepo</i>)		30
Vector sin adquisición de virus		0
Inoculación mecánica de ZYMV purificado		58,8

transmisión de *Potyvirus* por áfidos es dependiente de una proteína o componente auxiliar (HC), codificado por el genoma viral y producido solamente en las células de las plantas infectadas (BARNETT 1992). La proteína no-estructural de PVY aparentemente no auxilia la transmisión de ZYMV, esto se debe posiblemente a un problema de especificidad del componente auxiliar. En ese sentido, PIRONE (1981), realizando experimentos de transmisión de PVY y '*tobáceo vein mottling virus*' (TVMV), sugirió que hay una especificidad del componente auxiliar (HC), ya que éste ayudó la transmisión de ambos virus, pero no la transmisión del '*bean yellow mosaic virus*' (BYMV). Otra causa de la no-transmisión por el vector de ZYMV purificado pudo ser la ausencia de alimentación del insecto sobre la membrana, posibilidad que debe ser considerada en experimentos de transmisión.

Conclusiones

Existe influencia positiva del ayuno sobre la eficiencia de transmisión de ZYMV por *Aphis gossypii* en *Cucurbita pepo*. *Myzus nicotianae* es el vector más eficiente en la transmisión de PRSV-W. *M. nicotianae* y *A. spiraecola* son los vectores más eficientes en la transmisión de ZYMV. *M. nicotianae* retiene por menos tiempo ZYMV que *A. gossypii*, y el componente auxiliar de PVY aparentemente no ayuda en la transmisión de ZYMV por *M. nicotianae*.

Agradecimientos - Al Departamento de Entomología, Fitopatología y Zoología Agrícola, Escuela Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de Sao Paulo, por las facilidades prestadas para la ejecución del presente trabajo.

Literatura

- Barnett OW. 1992. Potyvirus taxonomy. Arch. Virol. Suppl. 5: 1-450.
- Costa CL. 1976. WMtefly-transmitted diseases. Ann. Rev. Phytopathol. 14: 429-449.
- Costa CL. 1998. Vetares de virus de plantas - 1. Insetos. Rev. an. Patol. Plantas 6: 103-171.
- Costa CL. 2003. Implicacoes das inter-relações insetos vetores virus, no controle de vetores de plantas. Fitopatol. bras. 28: 15-23.
- Froissart R, Michalakakis Y, Blanc S. 2002. L1elper component- transcomplementation in the vector transmission of plant viruses. Phytopathol. 92: 576-579.
- Gallo D, Nakano O, Silveira Neto S, Carvalho RPL, Baptista GC, Berti Filho E, Parra JRP, Zucchi RA, Alves SB, Vendramim JD, Marcl-iini LC, Lopes JRS, Omoto C. 2002. Entomología agrícola. Piracicaba, Fealq. 920 pp.
- Giampam JS, Rezende JAM. 2001. Transmissibilidade por afídeos e reação de diversas especies vegetais as estirpes iracas premunizantes do PRSV-W. Summa Phytopathol. 27(3): 279-283.
- Harris KF, Maramorosch K. 1977. Aphids as virus vectors. London, Academic Press. 559 pp.
- Lima JA, Vieira AC. 1992. Distribuicao do virus do mosaico da abóbora em municipios cearenses e gama de hospedeiros de um isolado. Fitopatol. bras. 17(1): 112-114.
- Perring TM, Farrar CA, Mayberry K, Blua MJ. 1992. Research reveals pattern of cucurbit virus spread. Calif. Agric. 46: 35-40.
- Pirone TP. 1981. Efficiency and selectivity of the helper-component-mediated aphid transmission of purified potyviruses. Phytopathol. 71(9): 922-924.
- Raccah B, Huet H, Blanc S. 2001. Potyviruses, pp. 181-206. In: Harris KF, Smith OP, Duffus JE (Eds.), Virus-Insect-Plant-Interactions. New York, Academic Press.
- Shukla DD, Ward CW, Brunt AA. 1994. The Potyviridae. Cambridge, Cambridge University Press. 516 pp.
- Yuan C, Ullman DE. 1996. Comparison of efficiency and propensity as measures of vector importance in Zucchini yellow mosaic Potyvirus transmission by *Aphis gossypii* and *A. craccivora*. Phytopathol. 86(7): 698-703.
- Yuki VA. 1990. Epidemiologia e controle do mosaico (VMM-Me) em abobrinha-de-moita. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de Sao Paulo. Tesis de Doctorado.
- Zambolim EM, Dusi AN. 1995. Doencas causadas por virus em cucurbitáceas. Inf. agropec. 17(182): 60-62.
- Zerbini FM, Zambolim EM. 1999. A familia Potyviridae - Parte I. Rev. an. Patol. Plantas 7: 1-66.
- Zitter TM, Hopkins DL, Thomas CE. 1996. Compendium of cucurbit diseases. St. Paul, The American Phytopathological Society. 87 pp.