Posibilidades de uso de agentes microbianos nativos para el control de plagas en la Agricultura Orgánica e Integrada en Uruguay

POR ALDA RODRÍGUEZ
Ingeniera agrónoma

Este trabajo se realizó en el marco de la tesis doctoral de su autora en la Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Cuba, en el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), de Uruguay, y en predios de productores integrantes de Punto Verde y de la Asociación de Productores Orgánicos de Uruguay (Apodu).

1. INTRODUCCIÓN

El concepto de plaga es un concepto dinámico y dependiente de muchos factores, tales como nivel poblacional, momento de aparición, valor económico del cultivo, objetivo de producción, etc.

Los conceptos modernos de control de plaga incluyen estrategias dinámicas de reducción poblacional, empleándose diferentes alternativas de control, de acuerdo a la situación del momento. Entre los métodos de control encontramos los culturales o uso de prácticas agronómicas (cultivares resistentes, rotaciones, fechas de siembra, destrucción de restos de cultivo), químicos (insecticidas, repelentes, etc.), genéticos (liberación de insectos estériles) y biológicos.

El Control Biológico utiliza o maneja a los enemigos naturales u organismos benéficos nativos o introducidos (predadores, parasitoides, entomopatógenos, antagonistas, competidores, etc.) para reducir las poblaciones y el efecto de las plagas.

El Control Microbiano, principal meta de la patología de insectos, está referido a la rama del Control Biológico que utiliza microorganismos para reducir y estabilizar las poblaciones de insectos plaga, es decir bacterias, hongos, virus, protozoarios y nematodos (Lecuona, 1996).

Con la intensificación de las investigaciones actuales en Latinoamérica y en el mundo sobre producción masiva, formulación y almacenamiento, así como los avances en la aplicación en el campo, el uso de micoinsecticidas se está incrementando

Las enfermedades en los insectos han sido observadas desde tiempos remotos: ya en el año 2700 AC, los chinos (Steinhaus, 1956) habían registrado enfermedades en el gusano de seda. Pero es a partir de 1835 que la patología de insectos comienza a ser considerada como ciencia, gracias a los trabajos de Agostino Bassi, quien estudió una enfermedad en el gusano de seda provocada por el hongo *Beauveria bassiana*.

Continuaron los importantes estudios de Louis Pasteur (1866-70), describiendo una enfermedad en ese insecto, provocada por un protozoario *(Nosema bombycis)*. Fue este investigador quien sugirió emplear las enfermedades en los insectos útiles como medidas de control en los insectos plaga; es decir, anticipó el concepto de Control Microbiano y Bioplaguicidas.

En todos los sistemas de agricultura prevalecientes (Agricultura Orgánica o Ecológica, Convencional, Integrada, etc.) se debe tener en cuenta que, cuando la población de insectos plagas supere cierto umbral, será el momento de tomar las medidas de control más adecuadas. Si bien en todos los sistemas citados el uso de los Bioplaguicidas es muy conveniente y apropiado, es en la Agricultura Orgánica donde estos insumos deben jugar un papel preponderante y aliado del productor.

En muchos países se ha dado un gran empuje a estas alternativas, mediante el impulso de industrias localizadas nacionalmente que utilizan organismos nativos, insumos baratos locales, y realizan controles de calidad y evaluaciones en el campo. Encontramos algunos ejemplos en Cuba, Brasil y Colombia.

En Cuba existen 222 unidades locales de producción de Bioinsecticidas llamadas Crees

(Centros de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos), que permiten obtener, con bajos costos de producción, Bioinsecticidas accesibles para los usuarios.

En Colombia alrededor de 11 compañías ofrecen más de 16 micoinsecticidas (Bioinsecticidas en base a hongos entomopatógenos) empleados para plagas del café, flores, frutales, pasturas, etc. En este país, desde 1988, la política del Cenicafé y sus investigadores han desarrollado junto al gobierno programas que, además de la investigación y la producción de hongos entomopatógenos, brindan capacitación a los agricultores para el manejo y la producción local, junto a las demás estrategias de control de plagas (Florez, 2002).

Brasil tiene 200.000 há/año tratadas con micoinsecticidas, lleva más de 30 años de experiencia en control de plagas de la caña de azúcar y las pasturas con el hongo *Metarhizium anisopliae*. Las biofábricas brasileras tienen un costo final de producción de 6-8 U$S el kilo, siendo 60% del costo empleado en mano de obra y gastos fijos, y con un margen de ganancia de 10% (Leite *et al* 2002).

Con la intensificación de las investigaciones actuales en Latinoamérica y en el mundo sobre producción masiva, formulación y almacenamiento, así como los avances en la aplicación en el campo, el uso de micoinsecticidas se está incrementando.

En Uruguay se ha incursionado poco en esta rama del Control Biológico. Estudios recientes, enmarcados en el desarrollo de una tesis doctoral en la Universidad de La Habana (Cuba), y trabajos de investigación llevados a cabo en sistemas de producción orgánica (en predios hortícolas certificados de Canelones) e integrada (en la Estación Experimental INIA Las Brujas), brindan resultados promisorios en este campo.

Resultados que motivan a buscar darle continuidad al desarrollo de esta tecnología, que le puede permitir a Uruguay significativas ventajas para el sector productivo nacional en general y, en especial, al de la producción orgánica, que representa ya 4% de la superficie total explotable (770.000 há) (Predeg/GTZ).

Estas ventajas se resumen en la oportunidad que el desarrollo del Control Biológico brinda para:

* Conocer y conservar la biodiversidad existente en nuestras condiciones, de organismos entomopatógenos presentes y potenciales de uso para las más diversas plagas (desde garrapatas de la ganadería, hormigas, plagas de los cultivos cerealeros, hasta plagas de la horticultura-fruticultura). (Rijo, 1997; Lecuona, 2002).
* Desarrollar metodologías de reproducción económicas para obtener Bioplaguicidas de bajo costo (usando sustratos alternativos).
* Obtener una producción diversificada, seleccionando cepas nativas eficientes, según las necesidades.
* Obtener alternativas al uso de algunos insumos importados y costosos.
* Disminuir el uso de plaguicidas, con el beneficio que esto conlleva para la salud de trabajadores y consumidores, así como para el ambiente.

/AP

En Brasil, Colombia y Cuba se ha dado un gran empuje al uso de los Bioplaguicidas.

2. CONTROL BIOLÓGICO DE MOSCA BLANCA *TRIALEURODES VAPORARIORUM* CON USO DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS

En ecosistemas naturales y en agroecosistemas donde no se usan plaguicidas o se usan selectivamente, los enemigos naturales -entre los que se reportan 75 especies de depredadores, y cerca de 100 especies de parasitoides y patógenos- mantienen a las poblaciones de moscas blancas en niveles por debajo de los umbrales económicos (Lenteren *et al.*, 1996).

En los últimos 25 años, cerca de 70 especies de enemigos naturales han sido evaluados, de los cuales 25 son usados comercialmente para el control. (Lenteren *et al.*, 1997a; Ignat *et al.*, 1998; Lenteren y Martin, 1999).

El espectro de patógenos de moscas blancas es pequeño, limitándose exclusivamente a hongos; no existen reportes de nematodos entomopatógenos y la muerte de moscas blancas por bacterias o virus responde a infecciones secundarias (Lenteren y Martin, 1999).

Los hongos entomopatógenos son considerados como potenciales agentes de Control Biológico, se han desarrollado numerosas investigaciones sobre aspectos relacionados con su biología, fisiología y ecología (Driesche y Belows, 1996).

Actualmente constituyen alternativas de gran valor para controlar plagas en la agricultura (Mc Coy, 1990; Taborsky, 1992; Tanada y Kaya, 1993; Hayek y Leger, 1994; Rodríguez *et al.*, 1997; Wraight *et al.*, 1998; Hoddle, 1999; Yankovskaya, 2000; James, 2001), a la vez que resultan inocuos al medio ambiente, al hombre y a los animales (Taborsky, 1992; Goettel y Johnson, 1992; Tanada y Kaya, 1993; Sterk y Mertens, 1998.

Más de 20 especies de hongos se han reportado infectando moscas blancas; entre los géneros más importantes se encuentran: *Verticillium, Paecilomyces* y *Aschersonia* (Hall, 1981; Chandler y Heale, 1990; Mc Coy, 1990; Helyer *et al.*, 1992; Osborne y Landa, 1992; Tanada y Kaya, 1993; Landa *et al.*, 1994; Meekes *et al.*, 1994; Lacey *et*

Figura 1. Población media de formas juveniles de *T. vaporarium* en tomate tratados con *Paecilomvces fumosoroseus*

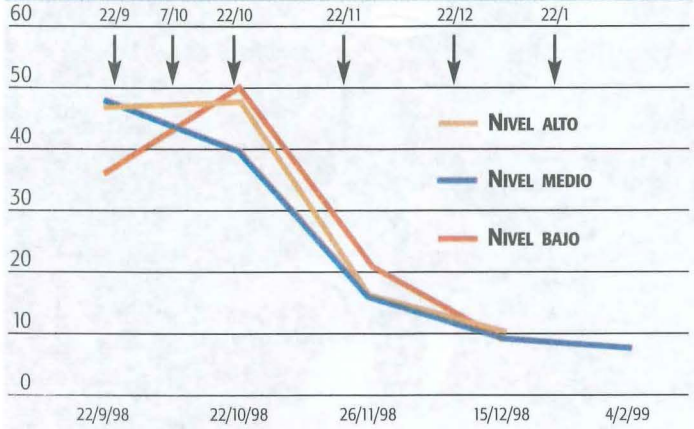

Figura 2. Efectos de los diferentes tratamientos sobre la población de *T. Vaporarium*

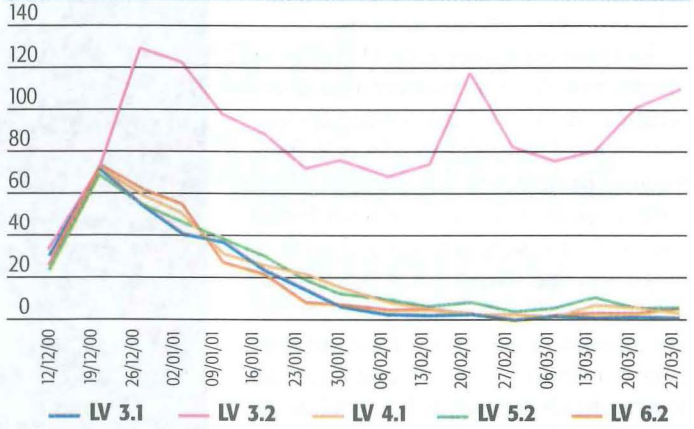

Figura 3. Efecto de los diferentes tratamientos sobre los rendimientos del tomate

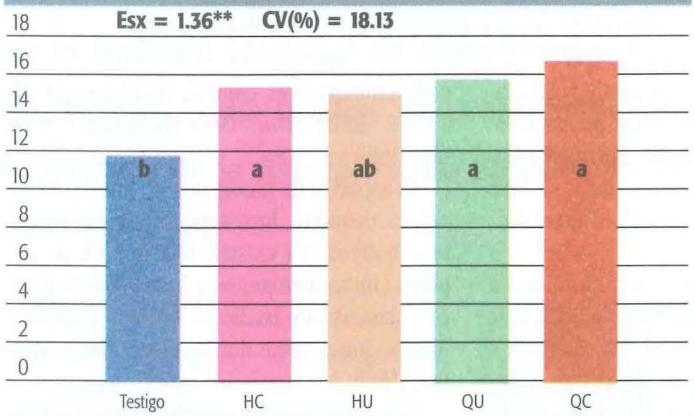

Tabla 1. Costos de producción (USD) para invernáculo de 1.000 m², en las distintas variantes

Costos de producción	QU	QC	HU	HC	SC
Amortización del invernáculo	600	600	600	600	600
Mano de obra	677	677	677	677	677
Plantines	290	290	290	290	290
Insumos *	282	282	282	282	282
Insumos para *T. vaporariorum*	50	114	7	10	0
Total	1.899	1.963	1.856	1.859	1.849

** Fertilizantes y tratamientos sanitarios, excepto los usados para el control de T. vaporariorum.*

al., 1996; Vargas *et al.*, 1997; Ortiz y Alatorre, 1998; Lenteren y Martin, 1999).

La posibilidad de utilización de hongos entomopatógenos para el control de plagas en la agricultura constituye una alternativa de gran valor (Mc Coy, 1990; Taborsky, 1992; Tanada y Kaya, 1993; Hajek y Leger, 1994; Van Driesche y Belows, 1996), siendo la mayoría, además, totalmente inocuos para el medio ambiente, el hombre y los animales (Taborsky, 1992; Goettel y Johnson, 1992; Tanada y Kaya, 1993; Sterk y Mertens, 1998; Alatorre, 2001).

2.1 Eficiencia de uso de hongos entomopatógenos en el control de *T. vaporariorum* en tomate, bajo condiciones de producción orgánica

Este ensayo se desarrolló entre setiembre de 1998 y febrero de 1999 en un predio ubicado en la localidad de San Bautista, Departamento de Canelones, Sur de Uruguay. Como unidad experimental se tomó un invernáculo de 12 por 35 m, cultivado de tomate cultivar Alambra, con un total de 990 plantas.

Las prácticas de manejo fueron las comunes al resto del predio: manejo de la rotación (el cultivo anterior fue lechuga), fertilización orgánica (con estiércol de ganado compostado), manejo de la biodiversidad a través de cultivos intercalados (frijol, lechuga, maíz y flores), bordes empastados (con alta población de leguminosas, tales como trébol blanco y rojo), transplante de plantines en buen estado fisiológico y sanitario, desarrollados sobre sustrato de buena calidad (compost de lombriz).

El almácigo del cultivo se realizó en la primera quincena de agosto, efectuándose el transplante en la primera quincena de setiembre. La cosecha comenzó a fines de noviembre y se extendió hasta febrero, obteniéndose un total de 4.655 kg de tomate, con un promedio de 4,7 kg/planta.

Para garantizar la cantidad de inóculo necesaria para realizar la validación, el hongo fue reproducido sobre arroz, en bolsas de polipropileno. Se realizaron seis aplicaciones en total del aislamiento de *Paecilomyces fumosoroseus*, que comenzaron el 22 de setiembre y continuaron cada 15 días, al inicio, y más espaciadas a partir de noviembre. Se aplicó una suspensión conidial de concentración 5 x 107 conidios. ml-1, garantizando una dosis de 1.012 conidios.ha1.

En la Figura 1 se muestra la evolución de la población de moscas blancas durante todo el ciclo del cultivo. Al comienzo del ciclo se observa una población alta de moscas blancas, cercana a 50 insectos/foliolo.

Esta situación comienza a modificarse

después de la tercera aplicación, o sea, un mes después de que se inician. A partir de ese momento, las poblaciones comienzan a disminuir hasta alcanzar niveles inferiores a los 10 insectos/foliolo, a pesar del advenimiento de las condiciones ideales para la reproducción del insecto. Este comportamiento fue muy distinto al observado en invernaderos donde el control se hizo en la forma convencional.

La observación periódica de los cadáveres de insectos luego de su permanencia en condiciones de cámara húmeda permitió reconocer la sintomatología característica de la acción del hongo, su desarrollo micelial y sus estructuras reproductivas, lo que permite afirmar que su acción fue la causante principal de la disminución de la población de la plaga.

En condiciones de producción orgánica de tomate en invernaderos, el aislamiento de *P. fumosoroseus* produjo un control adecuado, manteniendo a la población de mosca blanca en niveles que no afectaron la producción, lo que nos sugiere que el control biológico de la misma a través del uso de hongos entomopatógenos representa una alternativa muy valiosa para Uruguay.

2.2 Eficiencia de uso de hongos entomopatógenos en el control de *T. vaporariorum* en tomate, bajo condiciones de producción integrada

El ensayo se desarrolló en la Estación Experimental INIA Las Brujas, Departamento de Canelones, entre setiembre de 2000 y marzo de 2001, en invernáculos bajo el sistema de manejo conocido como "producción integrada". Las plantas de tomate (híbrido Empire) se transplantaron el 3 de octubre del año 2000, a 3.03 plantas/m^2. Los invernáculos se mantuvieron libres de malezas durante todo el ciclo; las prácticas de poda, conducción, fertilización y manejo sanitario realizadas fueron las establecidas para este cultivo.

En noviembre se instalaron mallas de sombra (35%), las que se mantuvieron hasta el fin del ciclo. Las condiciones de humedad y temperatura de los invernáculos fueron registradas por medio de un termohigrógrafo. La cosecha comenzó a fines de diciembre de 2000.

Cada uno de los cuatro macrotúneles (3 por 10 m) se subdividió con malla antiáfido, en dos unidades experimentales, en cada una de las cuales se colocaron 16 plantas, en dos filas de a 8. Las variantes evaluadas como alternativas para el control de *T. vaporariorum* fueron:

I . CQC - Control químico calendario (cada 10 días).

II. CQU - Control químico, tomando como criterio de aplicación un umbral de 30% de foliolos con presencia de *T. vaporariorum.*

III. CBC - Control biológico calendario (cada 10 días) con el aislamiento Pf-001 de *P. fumosoroseus* a dosis de 1.012 conidios/ha.

IV. CBU - Control biológico con el aislamiento Pf-001 de *P. fumosoroseus* a igual dosis, tomando como criterio de aplicación un umbral de 30% de foliolos, con presencia de *T. vaporariorum.*

V. SC - Sin control de mosca blanca.

Los resultados obtenidos motivan a buscar darle continuidad al desarrollo de esta tecnología, que le puede permitir a Uruguay significativas ventajas para el sector productivo nacional en general y, en especial, al de la producción orgánica, que representa ya 4% de la superficie total explotable (770.000 há) (Predeg/GTZ)

En la Figura 2 se muestra la evolución de la población de *T. vaporariorum* expresada en larvas vivas/foliolo durante todo el ciclo del cultivo, para todas las variantes evaluadas como control.

Como se puede observar, una vez iniciados los tratamientos la infestación fue decreciendo progresivamente a medida que transcurrió el tiempo en todos los casos, excepto en el testigo sin control, en el que, si bien se observa un descenso, luego y durante el ciclo se mantiene un rango alto de infestación.

La curva de población se presenta muy similar cuando se usó control químico calendario (CQC), control químico umbral (CQU), control con hongo calendario (CHC) y control con hongo umbral (CHU), manteniendo bajos niveles de población en todo el ciclo, siendo la variante CQC la que logra niveles más bajos, pero con un total de diez aplicaciones contra la mitad que se realizaron en el caso de CQU.

Cuando se trató de control con el hongo, las diferencias fueron menores: diez aplicaciones en CHC y siete en CHU.

Los resultados obtenidos en este ensayo corroboran la efectividad del aislamiento Pf-001 de *P. fumosoroseus* para el control de la mosca blanca *T. vaporariorum* en invernáculo, lo cual concuerda con lo planteado por Kasperovich y Solovei, 1992; Kirk *et al.*, 1993; Landa *et al.*, 1994; Sosnowska y Piatkowski, 1995; Sosnowska *et al.*, 1995; Bolckmans *et al.*, 1995; Sterk *et al.*, 1996; Veire *et al.*, 1996; Fabregat *et al.*, 1997; Ohta *et al.* 1998; quienes obtienen buenos resultados con este hongo en condiciones de invernáculo.

Los datos sobre el rendimiento fueron organizados y procesados estadísticamente, encontrándose diferencias altamente significativas entre los tratamientos. Tal como se muestra en la Figura 3, los rendimientos obtenidos en las distintas variantes de control no difirieron estadísticamente entre sí y sí lo hicieron respecto del tratamiento testigo, sin control.

Como puede apreciarse en la Tabla 1, se presentan los costos de producción estimados; se puede observar el costo de aplicación para el control de *T. vaporariorum*, que varió ampliamente entre los diferentes tratamientos, resultando 10 veces más económica la utilización del biopreparado en forma calendario que el uso de los plaguicidas en la misma frecuencia.

Las aplicaciones del aislamiento Pf-001 de *P. fumosoroseus* en tomate en condiciones de invernáculo lograron reducir las poblaciones de *T. vaporariorum* y mantenerlas aún bajo nivel muy similar al logrado con los insecticidas buprofezim e imidacloprid durante todo el ciclo del cultivo, garantizando rendimientos y efectividad económica acorde con las potencialidades del cultivo para esas condiciones de producción. ●