

EVALUACIÓN DE INSECTICIDAS BIOLÓGICOS CON BASE EN EL ¹ *Bacillus thuringiensis* Berliner PARA EL CONTROL DE *Plutella xylostella* EN REPOLLO

¹Rodrigo A. Morales A.

RESUMEN

Este ensayo se realizó en la época seca para evaluar la efectividad de insecticidas biológicos, con base en *Bacillus thuringiensis* Berliner en el manejo de *Plutella xylostella* en repollo. El diseño experimental fue el de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los productos comerciales y dosis evaluadas fueron: Javelin 6.4% WG (1.0 kg/ha); Javelin 6.4% WG (0.5 kg/ha + Pinolene); Thuricide HP (0.5 kg/ha), Dipel 2X (0.5 kg/ha). Testigo del productor: Cipermetrina (0.5 lt/ha) + Cipermetrina/Profenofos (0.5 lt/ha) y el testigo sin biocidas ni insecticidas. Los parámetros evaluados fueron: Diámetro de cabezas cosechadas, porcentaje de daños, grado de daños y los rendimientos comerciales de repollo. Con las aplicaciones de Javelin 6.4% WG se obtuvieron los más bajos porcentajes de daños a las plantas de repollo, así como un menor grado de daño, superando estadísticamente a los demás tratamientos. El biocida Dipel 2X (0.5 kg/ha) produjo los mayores beneficios netos con los menores costos variables.

EVALUATION OF THE BIOLOGICAL INSECTICIDES WITH BASE ON THE *Bacillus thuringiensis* Berliner TO THE CONTROL OF *Plutella xylostella* IN THE CABBAGE CROP.

This experiment was done during the dry season to evaluate the effectivity of biological insecticides with base on *Bacillus thuringiensis* Berliner in the management of *Plutella xylostella* in the cabbage crop. The experimental design used was of complete blocks at random with four repetitions. The commercial products and doses evaluated were: Javelin 6.4% WG (1.0 kg/ha); Javelin 6.4% WG (0.5 kg/ha + Pinolene); Thuricide HP (0.5 kg/ha), Dipel 2X (0.5 kg/ha). Farmer's witness: Cipermetrina (0.5 lt/ha) + Cipermetrina/Profenofos (0.5 lt/ha) and the witness neither biocides nor insecticides. The parameters evaluated were: diameter of harvested heads, percentage of damage, degree of damage and the commercial output of the cabbage. With the applications of Javelin 6.4% WG were obtained the lowest percentages of damage on the cabbage crop, as well as a low level of damage, surpassing statistically the rest of the treatments. The biocide Dipel 2X (0.5 kg/ha) produced the highest net utilities with the lowest variable costs.

¹Ing. Agr., Estación Experimental Agropecuaria de Cerro Punta. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. IDIAP.

INTRODUCCIÓN

La principal limitante en la producción de repollo en la zona hortícola de Panamá, lo constituye la mariposa del repollo, *Plutella xylostella*.

Los productores del área utilizan el control químico con todos los grupos tóxicos, dominando los piretroides. El uso excesivo de insecticidas en el manejo de la plaga, incrementa los costos de producción, aumenta la cantidad de residuos de plaguicidas en el producto, hay una mayor posibilidad de resistencia de la plaga a los insecticidas y ocasiona efectos no conocidos en el ambiente (Carballo, Calvo y Quezada, 1989).

Como componente importante de sistemas de manejo integrado de plagas, los insecticidas microbianos como el *Bacillus thuringiensis* Berliner (B. t.) juegan un papel relevante. Al menos 2.3 millones de kilogramos de insecticidas basados en el B. t. se usan anualmente para el control de plagas de cultivos agrícolas, forestales y otros (Fuentes, 1991; Ugalde, Canessa y Segura, 1983). El descubrimiento del B.t. lo hizo Berliner en Alemania, alrededor de 1910; sin embargo, no lo relacionó como tóxico a plagas. Hoy día, ya se han aislado cientos de cepas y se buscan las más eficaces para su comercialización (Fuentes, 1991).

El presente estudio se realizó con el objetivo de determinar la eficiencia biológica y económica de diversos productos microbianos con base en B. t. para el manejo de *P. xylostella* en repollo.

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se llevó a cabo entre los meses de diciembre de 1991 y febrero de 1992 en la Estación Experimental de Cerro Punta, Panamá, ubicada al Noroeste de la provincia de Chiriquí (8° 51' 5" de latitud Norte y los 82° 34' 20" de longitud Oeste) y a una altitud de 1800 msnm. La temperatura promedio anual es de 17 °C con una precipitación promedio de 2300 mm. Los suelos de Cerro Punta son de origen volcánico, de textura franco-arenoso, alto contenido de materia orgánica y ligeramente ácidos.

Para esta evaluación se aplicaron semanalmente seis tratamientos, producto de los siguientes insecticidas biológicos con base en *Bacillus thuringiensis* variedad kurstaki, serotipo 3a, 3b, con las siguientes dosificaciones:

1. Javelin 6.4% WG (1.0 kg/ha)
2. Javelin 6.4% WG (0.5 kg/ha) + Pinolene (adherente)
3. Thuricide HP (0.5 kg/ha)
4. Dipel 2X (0.5 kg/ha)
5. Práctica del productor:
Cipermetrina (0.5 lt/ha)
+ Cipermetrina/Profenofos (0.5 lt/ha).
6. Testigo sin biocida ni insecticidas.

Se empleó el diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La parcela experimental consistió de cuatro

hileras de cuatro metros de largo, separadas a 35 y 30 cm entre plantas. El área de la parcela experimental fue de 4.8 m² con una parcela efectiva de 2.38 m² (dos surcos centrales); se usó semilla de la variedad Golden Acre, donde el trasplante se realizó un mes después de establecido el semillero.

La preparación del terreno en labranza convencional consistió en pases de azadón rotativo adaptado a un monocultivador, confeccionándose manualmente las parcelas. Las prácticas de fertilización, prevención de insectos del suelo y de enfermedades fueron las recomendadas para el cultivo en la región.

En la parcela efectiva se tabuló el diámetro de cabezas cosechadas, porcentaje de daños y grado de daños; además, se cuantificó el rendimiento de repollo comercial. Para el grado de daños se utilizó la escala modificada de Workman y col. (1980), basado en la observación del grado de daño a la cabeza: 1, sin daño; 2-3, daño moderado; 4-5, daño muy severo. Repollos con grados de 1 a 3 fueron considerados comerciables, y de 4 a 5 como no comerciables.

Se realizó el análisis de varianza y la prueba de rangos múltiples de Duncan. Además, se efectuó un análisis económico del experimento (Perrin y col., 1976).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los resultados del diámetro de cabezas de repollo cosechados, porcentaje de daños,

grado de daños y rendimientos comerciales del ensayo.

En el diámetro de cabezas de repollo cosechados, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos; sin embargo, los daños de *P. xylostella* influyeron drásticamente en la calidad comercial de las cabezas de repollo.

En el análisis de porcentaje de daños por *P. xylostella* al momento de la cosecha, se presentaron diferencias altamente significativas para el efecto de los tratamientos ($P < 0.001$). El testigo sin insecticidas y la práctica del productor obtuvieron los mayores porcentajes de daños en las plantas cultivadas con 100 y 90.77%, respectivamente, sin existir diferencias significativas entre sí. Esto demuestra que el productor no está utilizando insecticidas eficientes para el control de *P. xylostella*. Los porcentajes de daños a las plantas más bajos se obtuvieron con la aplicación de Javelin 6.4% WG en las dosis de 0.5 y 1.0 kg/ha con 49.73 y 47.57%, respectivamente, sin existir diferencias estadísticamente significativas entre sí. Con la aplicación de Thuricide HP se obtuvo un promedio de 65.76% de daño, seguido por el Dipel 2X con 83.78%, mostrando diferencias estadísticas en relación al testigo sin insecticidas.

En relación al grado de daños, se observaron diferencias altamente significativas ($P < 0.001$). El grado de daño presentado con las aplicaciones del producto Javelin 6.4% WG (1.0 y 0.5 kg/ha) fueron los más bajos, superando estadísticamente a los demás tratamientos con 1.67 y 1.22 (daño muy ligero). Le siguieron los

CUADRO 1. Efecto de insecticidas biológicos en las variables de diámetro de cabezas, porcentaje de daños, grado de daños y rendimiento comercial.

TRATAMIENTOS	Diámetro de cabezas (cm)	Por ciento de Daños	Grado de Daños	Rendimiento Comercial (t/ha)
Javelin 6.4% WG (1.0 kg/ha)	42.21 a	47.57 d	1.67 d	30.80 ab
Javelin 6.4% WG (0.5 kg/ha + Pinolene)	42.37 a	49.73 d	1.22 d	31.60 ab
Thuricide HP (0.5 kg/ha)	43.62 a	65.76 c	3.38 b	33.55 ab
Dipal 2X (0.5 kg/ha)	41.73 a	83.78 b	2.62 c	38.60 a
testigo Productor	40.71 a	90.77 ab	4.08 a	28.35 b
Testigo sin Insecticidas	37.87 a	100.00 a	5.00 a	0.00 c
C.V. (%)	8.02	9.62	15.76	26.20

• Datos con la misma letra dentro de cada columna no son significativamente diferentes entre sí (P>0.01).

productos Dipel 2X, Thuricide HP y la práctica del productor con grados de 2.62, 3.38 y 3.50 (daños moderados), respectivamente. En el testigo sin insecticidas el grado de daño fue de 5.0 considerado como daños muy severos, no comerciables.

En cuanto a los rendimientos, el análisis de varianza señaló diferencias altamente significativas ($P < 0.001$) entre los tratamientos. Las aplicaciones con Dipel 2X superaron el rendimiento promedio con 38.60 t/ha, seguido por Thuricide HP, Javelin 6.4% WG (0.5 kg/ha + Pinolene), Javelin 6.4% WG (1.0 kg/ha) con 33.55, 31.60 y 30.80 t/ha, respectivamente, sin existir diferencias significativas entre sí. De éstos, sólo el Dipel 2X (0.5 kg/ha) supera a los tratamientos testigo del productor y testigo sin insecticidas. Al realizar el análisis de regresión, es importante señalar la relación significativa entre el grado de daños en las cabezas de repollo cosechadas con el rendimiento comercial.

Se realizó el análisis económico para evaluar los diferentes productos comerciales a base de B. t. Se recolectaron datos de las dosis utilizadas en los factores variantes entre los tratamientos, la mano de obra utilizada en las aplicaciones, la cosecha y el transporte. El costo de los plaguicidas corresponde a los precios actuales en la zona, así como el precio de la mano de obra y del repollo.

En base al presupuesto parcial (Cuadro 2), los tratamientos se ordenaron de menor a mayor en cuanto a los costos totales que varían. El tratamiento que resultó con mayor beneficio neto fue el biocida Dipel 2X (0.5 kg/ha) con

B/6,688.96. El resto de los tratamientos se eliminó al obtener beneficios netos menores con los mayores costos variables.

Por efecto de la aplicación del adherente Pinolene al tratamiento Javelin 6.4% WG (0.5 kg/ha) los costos aumentaron; además, no se encontró diferencias significativas en los rendimientos de los tratamientos sin adherente. Esto nos indica que es innecesario añadir Pinolene al producto Javelin 6.4% WG.

CONCLUSIONES

1. Los niveles de infestación de *Plutella xylostella* durante el ciclo del cultivo fueron altos. En el testigo sin biocida se alcanzaron niveles del 100% de plantas afectadas.
2. Los menores porcentajes de daños y grados de daños por *P. xylostella* registrados al momento de la cosecha, se obtuvieron con la aplicación de Javelin 6.4% WG.
3. Hubo una relación significativa entre el grado de daños en las cabezas de repollo con el rendimiento comercial.
4. El biocida Dipel 2X (0.5 kg/ha) obtuvo los mayores beneficios netos con los menores costos variables.
5. Los insecticidas microbianos como el *Bacillus thuringiensis* son componentes importantes de los sistemas de manejo integrado de plagas. No poseen efectos nocivos para la salud humana (empleándose

CUADRO 2. Presupuestos parciales en la evaluación de insecticidas a base del B.t. para el control de *P. xylostella*.

T R A T A M I E N T O S						
	1	2	3	4	5	6
Rendimiento medio (t/ha)	30.80	31.60	33.55	38.60	30.35	0
Rendimiento ajustado (t/ha)	27.72	28.44	30.20	34.74	27.32	0
Beneficios Brutos de campo (B./ha)	5363.82	5503.14	5843.70	6722.19	5286.42	0
Costos del Insecticida (B./ha)	19.00	10.69	9.00	7.63	26.30	0
Costos de aplicación (B./ha)	25.60	25.60	25.60	25.60	25.60	0
Costos Totales que varían (B./ha)	44.60	36.29	34.60	33.23	51.90	0
Beneficio Neto (B./ha)	5319.22	5466.85	5809.10	6688.96	5234.52	0

1. Javelin 6.4% WG (1.0 kg/ha)
2. Javelin 6.4% WG (0.5 kg/ha) + Pimolene (Adherente)
3. Thuricide HP (0.5 kg/ha)
4. Dipel 2X (0.5 kg/ha)
5. Práctica del productor: Cipermetrina (0.5 lt/ha) + Cipermetrina/Profenofos (0.5 lt/ha).
6. Testigo sin biocida ni insecticidas.

hasta el día de la cosecha), ni influyen en el deterioro ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

- CARBALLO, M.; CALVO G.; QUEZADA, J. 1989. Evaluación de criterios de evaluación de insecticidas para el manejo de *Plutella xylostella* en repollo. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) (13):23-38.
- FUENTES, G. 1991. Uso de *Bacillus thuringiensis* en el control de plagas agrícolas. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) (20-21):26-33.
- PERRIN, K.; WINKELMANN, D.; MOSCARDI, E.; ANDERSON, J. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México, D.F. CIMMYT. 79p.
- UGALDE, H.; CANESSA, W.; SEGURA, L. 1983. Combate biológico y químico de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) en repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*). Estación Fabio Baudrit. Boletín Técnico (Costa Rica) 16(3):7-12.
- WORKMAN, R.B.; CHALFANT, R.B.; SCHUSTER, D.J. 1980. Management of the cabbage looper and diamondback moth on cabbage by using two damage thresholds and five insecticide treatments. Journal of Economic Entomology (EE.UU.) 73:757-758.