

EVALUACIÓN EN INVERNADERO DE PRODUCTOS QUÍMICOS PARA EL COMBATE DE DIFERENTES ESPECIES DE JOBOTOS EN INGENIO TABOGA E INGENIO COOPEAGRI.

Ing. Agr. Jose Daniel Salazar Blanco

Resumen

En dos experimentos ubicados en invernadero para el control de jobotos, se procedió a realizar la evaluación de la eficacia de trece productos químicos. Se evaluaron productos químicos con diferentes ingredientes activos, modo de acción, concentraciones y formulaciones. Se obtuvieron diferencias altamente significativas ($p > .01$) para las variables % de eficacia y % de mortalidad entre los tratamientos, sobresaliendo el efecto del Ethoprop (Mocap) en sus formulaciones líquidas y granuladas.

Introducción

El nivel de incidencia y daño ocasionado por los jobotos en diversos cultivos en nuestro país, ha venido provocando pérdidas agroindustriales y económicas significativas, sin tener aún un método de control de estas larvas altamente eficaz. Varias estrategias de manejo (prevención y control), fundamentadas en diversas alternativas implementadas por el sector azucarero (enfoques MIP y MIC), han permitido por varios años mantener poblaciones en niveles aceptables, aunque en el último trienio, eso no ha sido suficiente ya que se ha notado un incremento en las infestaciones (jobotos/m²) y colonización de más áreas de cultivo y, por lo tanto mayor presencia y capturas de abejones. Se especula que un menor régimen de lluvias entre los meses de junio-agosto (Veranillo de San Juan + Canícula) y una menor influencia de depresiones tropicales en el Caribe entre setiembre y octubre que pueden generar altas precipitaciones e inundaciones en las regiones de Guanacaste y Puntarenas, ha permitido una mayor sobrevivencia de larvas lo que ha provocado un incremento de abejones y por lo tanto, de manera consecuente año con año mayor infestación por jobotos.

Es bien conocido que las regiones con mayores problemas son Guanacaste, Puntarenas, la Región Sur y el Valle Central, como se nota, regiones con los periodos secos y lluviosos bien establecidos.

El control de esta plaga, se debe enfocar desde un punto de vista, no solo de MIP, sino de Manejo Integrado del Cultivo. La implementación de diferentes estrategias y prácticas con el objeto de afectar cada uno de los estadios de vida (huevo - larva – pupa –adulto) son fundamentales para disminuir la presión de la plaga. Algunas estrategias se pueden desarrollar durante la época seca, al inicio de las lluvias y durante un periodo temprano de desarrollo del cultivo.

Alternativas válidas para el control directo de las larvas son el uso de productos químicos eficaces o el uso de biológicos (en proceso de valoración). La oferta de productos es amplia, alguno de ellos con referencias de eficacia contra estas larvas, mientras otros con limitaciones debido a que las investigaciones desarrolladas en otros lugares se ejecutaron en condiciones muy diferentes o contra otras especies de la plaga.

Encontrar productos altamente eficientes que permitan un manejo racional, con un bajo impacto al ambiente y con costos que sean manejables para los agricultores, es una lucha que ha venido dando el sector azucarero desde hace muchos años, pero lo deseable sería que otros sectores agrícolas, pecuarios o agroindustriales e instituciones académicas y del estado desarrollen proyecto de manera conjunta para buscar y establecer acciones de manejo y control más eficientes.

Objetivos

Evaluar la eficacia de productos químicos en el control de diferentes especies de jobotos.

Valorar la mortalidad de larvas de jobotos con el uso de productos químicos.

Materiales y métodos

Experimento 1. Evaluación de 13 productos químicos en Ingenio Taboga.

En búsqueda de alternativas de manejo de plagas se consideró necesario realizar la evaluación de algunos productos con acción química, recomendados y usados en el cultivo y dirigidos a los primeros estadios larvales de la plaga (L1 – L2). En este caso se presenta una alta probabilidad de que las larvas colectadas en el campo pertenecen a la especie *Phyllophaga elenans*. Se utilizaron productos de formulación líquida y granulados, de acción insecticida o insecticida-nematicida, de diversos grupos químicos y modo de acción (cuadro 1).

Cuadro 1. Productos utilizados en la evaluación de control de jobotos (*P. elenans*) Ingenio Taboga, 2013.

Producto	Nombre genérico	Grupo Químico	Acción	Modo de Acción
Brigadier 0,3 GR	Bifentrina	Piretroide	Insecticida/Acaricida	Modular Channel Sodium
Counter 15 GR	Terbufos	Organofosforado	Insecticida/Nematicida	Inhidor de Acetilcolinesterasa
Dimilin 24 SL	Diflubenzuron	Benzoylurea	Insecticida Regulador crecimiento larva	Inhidor de la biosíntesis de quitina
Jade 1,4 GR	Imidacoprid	Neonicotinoide	Insecticida/Fungicida	Antagonista de receptor de acetilcolina nicotínico
Lorsban 15 GR	Clorpirifos	Organofosforado	Insecticida	Inhidor de Acetilcolinesterasa
Lorsban 48 EC	Clorpirifos	Organofosforado	Insecticida	Inhidor de Acetilcolinesterasa
Bayfidan Duo 1,4 GR	Imidacoprid (0,8%)+Triadimenol (0,6%)	Neonicotinoide	Insecticida/Fungicida	Inhidor de Acetilcolinesterasa
Swat 75 WG	Clorpirifos	Organofosforado	Insecticida	Inhidor de Acetilcolinesterasa
Mocap 15 GR	Ethoprop	Organofosforado	Insecticida/Nematicida	Inhidor de Acetilcolinesterasa
Mocap 72 EC	Ethoprop	Organofosforado	Insecticida/Nematicida	Inhidor de Acetilcolinesterasa
Thimet 10 GR	Forato	Organofosforado	Insecticida	Inhidor de Acetilcolinesterasa
Tokuthion 50 EC	Protiofos	Organofosforado	Insecticida	Inhidor de Acetilcolinesterasa
Perka	Cianamida cálcica	Ácido cianamídico	Fumigante	
Testigo				

En el cuadro 2 se presenta la información de las dosis de producto comercial por hectárea recomendada y la dosis de producto comercial aplicada por maceta.

Cuadro 2. Dosis de producto comercial (por hectárea y maceta) de los diferentes productos utilizados para el control de jobotos (*P. elenans*) Ingenio Taboga, 2013.

Producto	dosis PC/ha	dosis PC/maceta
Brigadier 0,3 GR	20 kg	0,40 g
Counter 15 GR	20 kg	0,40 g
Dimilin 24 SL	2 l	0,04 ml
Jade 1,4 GR	20 kg	0,40 g
Lorsban 15 GR	12 kg	0,24 g
Lorsban 48 EC	2 l	0,04 ml
Bayfidan Duo 1,4 GR	15 kg	0,30 g
Swat 75 WG	1,5 kg	0,03 ml
Mocap 15 GR	20 kg	0,40 g
Mocap 72EC	8 l	0,16 ml
Thimet 10 GR	20 kg	0,40 g
Tokuthion 50 EC	4 l	0,08 ml
Perlka	400 kg	8,00 g
Testigo		

Periodo

El proyecto se ejecutó entre el 16 de mayo y el 17 de julio del 2013. Se realizaron tres evaluaciones para cada tratamiento a los 7, 30 y 45 días después de la aplicación.

Características del suelo

Se utilizó un suelo franco-arcillo-limoso de buena fertilidad con un contenido de materia orgánica de 0,62% (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resultado del análisis físico – químico del suelo utilizado en el ensayo.

pH	cmol(+)/l				mg/l				
	Acidez	Ca	Mg	K	P	Zn	Mn	Cu	Fe
5,7	0,15	11,9	4,5	0,52	13	4,3	2	5	22

Textura	Arena	Arcilla	Limo	Textura	%MO	C.E. Dsm/m
	18	32	50	FAL	0,62	0,87

Laboratorio de Suelos . INTA, 2013.

Análisis microbiológicos realizados dan como resultado la identificación de hongos dominantes de los géneros *Rhizopus sp.*, *Fusarium sp.*, *Aspergillus niger* y *Penicillium sp.*

(Laboratorio de Microbiología, CIA – UCR, 2013). Además se diagnosticó la presencia de los nematodos *Pratylenchus* sp. y *Criconemella* sp. (Análisis Nematológico, Laboratorio Nematología, UCR, 2013).

Condiciones del invernadero

En el invernadero se ubicaron las macetas en el piso de cemento. Se les suministro riego por aspersión 2-3 veces al día según las necesidades. Se registró entre 31 °C y 38°C y 38 a 64% HR en el invernadero en diferentes días y horas.

Procedimiento y Manejo

1. Llenado de las macetas con suelo representativo de la finca
2. Siembra de plántulas de la variedad NA 56-42 provenientes de cultivo de tejidos
3. Colecta en plantaciones de caña de azúcar e inoculación de jobotos en los maceteros
4. Aplicación de los tratamientos

VARIABLES EVALUADAS

Porcentaje de Eficacia (Abbott): $\%Eficacia = (Cd - Td / Cd) \times 100$ en donde: Cd = población en el testigo (control) y Td = población en el tratamiento.

Larvas sanas: conteo de las larvas vivas

Larvas enfermas: colecta, revisión y acondicionamiento de larvas con poca movilidad, necrosadas o deformes.

Mortalidad = Larvas inoculadas - larvas sanas

$\% \text{ de mortalidad} = (\text{larvas inoculadas} - \text{larvas sanas} / \text{larvas inoculadas}) \times 100$

DISEÑO

Los catorce (14) tratamientos, incluido un testigo o control sin aplicar se componían de 6 macetas inoculadas con 5 larvas, distribuidas en hileras en bloques completos al azar con tres repeticiones.

R1													
T8	T13	T5	T11	T4	T10	T6	T12	T1	T7	T14	T3	T9	T2
T8	T13	T5	T11	T4	T10	T6	T12	T1	T7	T14	T3	T9	T2
T8	T13	T5	T11	T4	T10	T6	T12	T1	T7	T14	T3	T9	T2
T8	T13	T5	T11	T4	T10	T6	T12	T1	T7	T14	T3	T9	T2
T8	T13	T5	T11	T4	T10	T6	T12	T1	T7	T14	T3	T9	T2

R2													
T12	T5	T2	T13	T1	T7	T11	T9	T4	T14	T10	T3	T6	T8
T12	T5	T2	T13	T1	T7	T11	T9	T4	T14	T10	T3	T6	T8
T12	T5	T2	T13	T1	T7	T11	T9	T4	T14	T10	T3	T6	T8
T12	T5	T2	T13	T1	T7	T11	T9	T4	T14	T10	T3	T6	T8
T12	T5	T2	T13	T1	T7	T11	T9	T4	T14	T10	T3	T6	T8

R3													
T7	T8	T12	T9	T14	T2	T10	T5	T1	T11	T4	T6	T3	T13
T7	T8	T12	T9	T14	T2	T10	T5	T1	T11	T4	T6	T3	T13
T7	T8	T12	T9	T14	T2	T10	T5	T1	T11	T4	T6	T3	T13
T7	T8	T12	T9	T14	T2	T10	T5	T1	T11	T4	T6	T3	T13
T7	T8	T12	T9	T14	T2	T10	T5	T1	T11	T4	T6	T3	T13



Figura 1. Distribución de los tratamientos en el invernadero.

Experimento 2. Evaluación de 12 productos químicos en Ingenio El General (Coopeagri).

Se evaluaron doce (12) insecticidas de cinco grupos químicos (piretroide, organofosforado, benzoylurea, neonicotinoide y ácido cianamídico), con modo de acción diferentes (inhibidores de acetilcolinesterasa, inhibidor de biosíntesis de quitina y otros), en formulaciones líquidas (4), granuladas (7) y gránulo dispersable (1) (cuadro 4).

Periodo

El proyecto se ejecutó entre el 04 de junio y el 08 de julio del 2013. Se realizaron dos evaluaciones para cada tratamiento a los 7 y 30 días después de la aplicación.

Cuadro 4. Productos utilizados en la evaluación de insecticidas químicos para el control de jobotos.

Ingenio Coopeagri, 2013.

Producto	Nombre genérico	Grupo Químico	Acción	Modo de Acción
Brigadier 0,3 G	Bifentrina	Piretroide	Insecticida/Acaricida	Afecta el canal de sodio
Counter 10 G	Terbufos	Organofosforado	Insecticida/Nematicida	Inhidor de Acetilcolinesterasa
Dimilin 24SL	Diflubenzuron	Benzoylurea	Insecticida Regulador crecimiento larva	Inhidor de la biosíntesis de quitina
Jade 1,4G	Imidacloprid	Neonicotinoide	Insecticida/Fungicida	Antagonista de receptor de acetilcolina nicotínico
Lorsban 15G	Clorpirifos	Organofosforado	Insecticida	Inhidor de Acetilcolinesterasa
Lorsban 48EC	Clorpirifos	Organofosforado	Insecticida	Inhidor de Acetilcolinesterasa
Mocap 15G	Ethoprop	Organofosforado	Insecticida/Nematicida	Inhidor de Acetilcolinesterasa
Mocap 72EC	Ethoprop	Organofosforado	Insecticida/Nematicida	Inhidor de Acetilcolinesterasa
Thimet 10G	Forato	Organofosforado	Insecticida	Inhidor de Acetilcolinesterasa
Tokuthion 50EC	Protiofos	Organofosforado	Insecticida	Inhidor de Acetilcolinesterasa
Swat 75 WG	Clorpirifos	Organofosforado	Insecticida	Inhidor de Acetilcolinesterasa
Perlka G	Cianamida cálcica	Acido cianamídico	Fumigante	
Testigo				

En el cuadro 5 se presenta las dosis de producto comercial por hectárea recomendada y la dosis de producto comercial aplicada por maceta.

Cuadro 5. Dosis de producto comercial (por hectárea y maceta) de los diferentes productos utilizados para el control de jobotos (*P. elenans*) Ingenio Coopeagri, 2013

Producto	dosis PC/ha	dosis/maceta
Brigadier 0,3 GR	20 kg	0,40 g
Counter 15 GR	20 kg	0,40 g
Dimilin 24 SL	2 l	0,04 ml
Jade 1,4 GR	20 kg	0,40 g
Lorsban 15 GR	12 kg	0,24 g
Lorsban 48 EC	2 l	0,04 ml
Mocap 15 GR	20 kg	0,40 g
Mocap 72EC	8 l	0,16 ml
Thimet 10 GR	20 kg	0,40 g
Tokuthion 50 EC	4 l	0,08 ml
Swat 75 WG	1,5 kg	0,03 g
Perlka	400 kg	8,00 g
Testigo		

Características del suelo

El suelo de Coopeagri presentó características muy diferentes. Las limitantes propias de los suelos de la región se manifiestan en el resultado del análisis químico – físico. Además, se reportan los mismos microorganismos de suelos que en Taboga, pero no hay presencia de nematodos.

Cuadro 6. Resultado del análisis físico – químico del suelo utilizado en el ensayo.

pH	Acidez	cmol (+)/l			P	Zn	mg/l		
		Ca	Mg	K			Mn	Cu	Fe
4,9	0,3	2,7	0,6	0,12	6	1,3	4	4	96

Textura	Arena	Arcilla	Limo	Textura	%MO	C.E. Dsm/m
	32	36	32			

Laboratorio de Suelos, INTA, 2013

Condiciones del invernadero

En el invernadero se ubicaron las macetas sobre bancales. Se les suministro riego por aspersión 2-3 veces al día según las necesidades.

Procedimiento y Manejo

Se colectaron larvas de diversos estadios en campos comerciales de caña de azúcar, se presume de dos especies predominantes, *Phyllophaga menetriesi* y *Anomala inconstans* (Solís, 2012). Se colocaron 4 larvas por macetero 7-8 días antes de la aplicación de los productos. Las larvas estaban en estadio de desarrollo L1 y L2.

Cada tratamiento lo constituyeron 6 macetas de aproximadamente 19cm de diámetro por 16cm de alto. El proceso de preparar las macetas fue el siguiente:

1. Llenado de las macetas con suelo representativo de la finca
2. Siembra de plántulas de caña de azúcar de la variedad LAICA 05-802 que estaban en el mismo invernadero en bandejas y provenientes del proceso de cultivo de tejidos
3. Colecta en plantaciones de caña de azúcar e inoculación de jobotos en los maceteros
4. Aplicación de los tratamientos

VARIABLES EVALUADAS

Se evaluaron tres macetas en cada periodo de evaluación (7 y 30 dda). Las variables evaluadas fueron:

Porcentaje de Eficacia (Abbott): $\%Eficacia = (Cd - Td / Cd) \times 100$ en donde: Cd = población en el testigo (control) y Td = población en el tratamiento.

Larvas sanas: conteo de las larvas vivas

Larvas enfermas: colecta, revisión y acondicionamiento de larvas con poca movilidad, necrosamiento o deformes.

Mortalidad = Larvas inoculadas - larvas sanas

$\% \text{ de mortalidad} = (\text{larvas inoculadas} - \text{larvas sanas} / \text{larvas inoculadas}) \times 100$

DISEÑO

Los tratamientos se componían de 6 macetas inoculadas con 4 larvas cada una, distribuidas en hileras en bloques al azar con tres repeticiones.

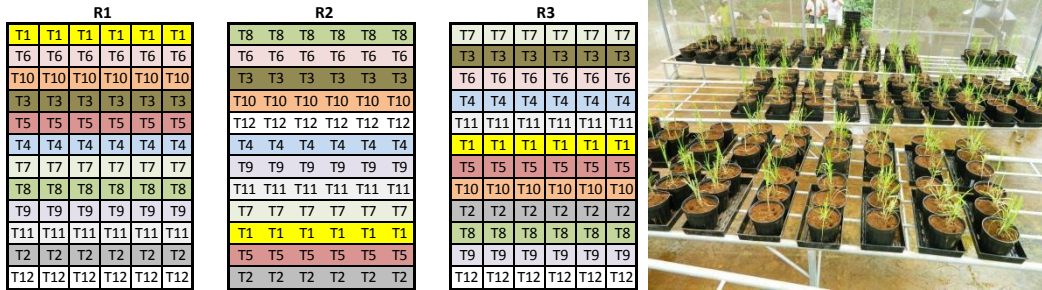


Figura 2. Distribución de los tratamientos en el invernadero.

En ambos ensayos se realizó la aplicación con las medidas de protección y seguridad personal necesaria. Los productos granulados aplicados en las macetas ubicadas en Taboga se incorporaron, no así los aplicados en Coopeagri.



Figura 3. Aplicación de productos químicos.

Resultados y Discusión

Experimento 1 Taboga

Se encontraron diferencias altamente significativas (Tukey 0.01) entre los tratamientos, bloques y periodos de evaluación, para la variable Eficacia. Para la Mortalidad se determinaron diferencias altamente significativas solo entre los tratamientos (cuadro 7).

La mayor eficacia se determinó en el caso de los dos tratamientos con Mocap (granulado y líquido), sin ser diferentes estadísticamente con el Tokuthion, Thimet, Jade y Counter, pero si con el resto de tratamientos. La eficacia relativa supero el 80% para los mejores tratamientos, pudiendo encontrar un grupo en donde la eficacia estuvo en el rango del 57 al 70%, mientras otros productos ejercieron un control muy deficiente o nulo (cuadro 8). La mortalidad para los dos primeros productos fue superior al 90%, pero diferente estadísticamente solo con los tres productos que mostraron la menor eficacia (Brigadier, Dimilin y Perlka).

Al aplicarse los productos al suelo (formulaciones líquidas y granuladas) se puede presentar una diferencia importante en el tiempo de acción y la eficiencia, pudiendo ser una razón por la cual se presentan variaciones entre los tratamientos, pero no se debe dejar de lado que los resultados obtenidos deben verse influenciados principalmente por el principio activo y el modo de acción de los agroquímicos utilizados.

Igual que en el ensayo realizado en Coopeagri los porcentajes de mortalidad en el testigo no son depreciables, pudiendo deberse a causas diferentes a la aplicación como es la manipulación de las larvas, pero también existe la posibilidad de una disminución natural de las poblaciones como lo demuestran diversos trabajos de la Tabla de Vida de los insectos, mortalidad que se da por depredación, enfermedades, estrés y otras causas.

Cuadro 7. Resultado del Análisis de Varianza de las variables Eficacia y Mortalidad del ensayo de control de jobotos con productos químicos en Ingenio Taboga. Año 2013.

Análisis de varianza Eficacia					
Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Promedio de cuadrados	F	Probabilidad
Bloques	2	9950,789680	4975,39484	11,23	<0,0001
Tratamientos	13	82012,263890	6308,63568	14,24	<0,0001
DDA	2	26499,05159	13249,52579	29,9	<0,0001
Trat*DDA	26	19192,00397	738,154	1,67	0,0431
Error	82	36337,377000	443,13870		
Total	125	173991,486100			

Análisis de varianza Mortalidad					
Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Promedio de cuadrados	F	Probabilidad
Bloques	2	295,767200	147,88360	1,21	0,31530
Tratamientos	13	10700,793650	823,13797	6,72	<0,0001
Error	26	3185,714290	122,52757		
Total	41	14182,275130			

Cuadro 8. Eficacia relativa (%) respecto al tratamiento testigo y mortalidad (%) de jobotos en invernadero en Ingenio Taboga. Año 2013.

Tratamientos	Eficacia relativa (%)	Mortalidad (%)
Mocap 15 GR	87,56 a	93,33 a
Mocap 72 EC	81,67 a	91,11 a
Tokuthion 50 EC	70,78 ab	77,78 ab
Thimet 10 GR	65,61 abc	75,56 abc
Jade 1,4 GR	58,72 abc	75,56 abc
Counter 15 GR	57,94 abc	73,33 abcd
Lorsban 48 EC	47,11 bcd	68,89 abcd
Bayfidan Duo 1,4 GR	41,89 bcd	67,78 abcd
Lorsban 15 GR	35,67 cd	61,11 abcd
Swat 75 WG	34,94 cd	62,22 abcd
Brigadier 0,3 GR	20,17 ed	43,33 cd
Dimilin 24 SL	16,11 ed	44,44 cd
Perlka	16,11 ed	51,11 bcd
Testigo	0,00 e	42,22 d
Promedio	45,31	66,27
DS	21,05	11,07
CV (%)	46,46	16,70

Valores promedio con letra diferente en una misma columna difieren estadísticamente entre sí, según Tukey ($p \leq 0,01$)

Del cuadro anterior y en las figuras siguientes se puede observar, como es de esperar, que los productos de mayor mortalidad, son por lo tanto los de mayor eficacia, siendo que los que presentaron más diferencia con respecto al testigo fueron las dos formulaciones del Mocap con una mortalidad cercana al 50% (figura 5) y una eficacia entre el 79% (EC) y 85% (G). Los productos Tokuthion, Thimet, Jade y Counter forman un grupo con características de control similares, ligeramente por encima de las presentaciones de clorpirifos (G, EC, WG) y el Bayfidan Duo. Los productos que no mostraron ninguna acción de control, al ser comparados con los demás tratamientos y con el testigo fueron el Brigadier, Dimilin y el Perlka (figuras 5 y 6).

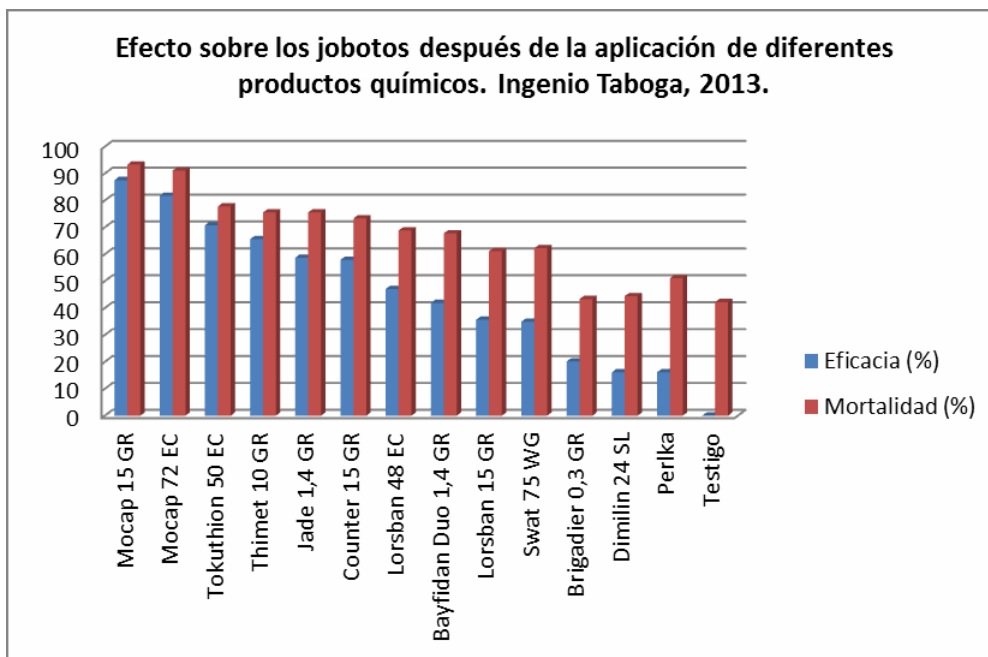


Figura 4. Eficacia relativa (%) y mortalidad (%) de jobotos en invernadero en Ingenio Taboga. Año 2013.

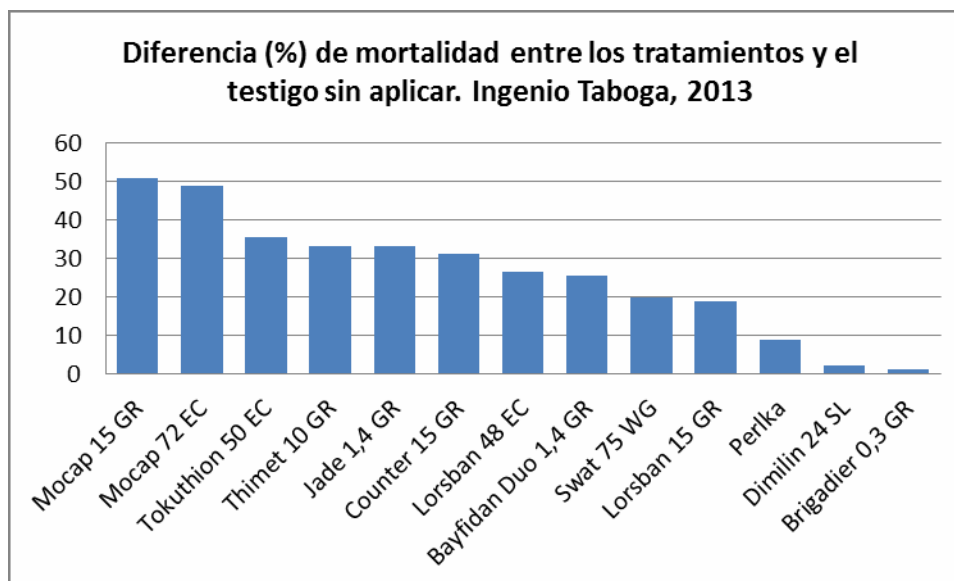


Figura 5. Comparación de la mortalidad (%) de jobotos de 13 tratamientos con productos químicos respecto al testigo sin aplicar en invernadero en Ingenio Taboga. Año 2013.

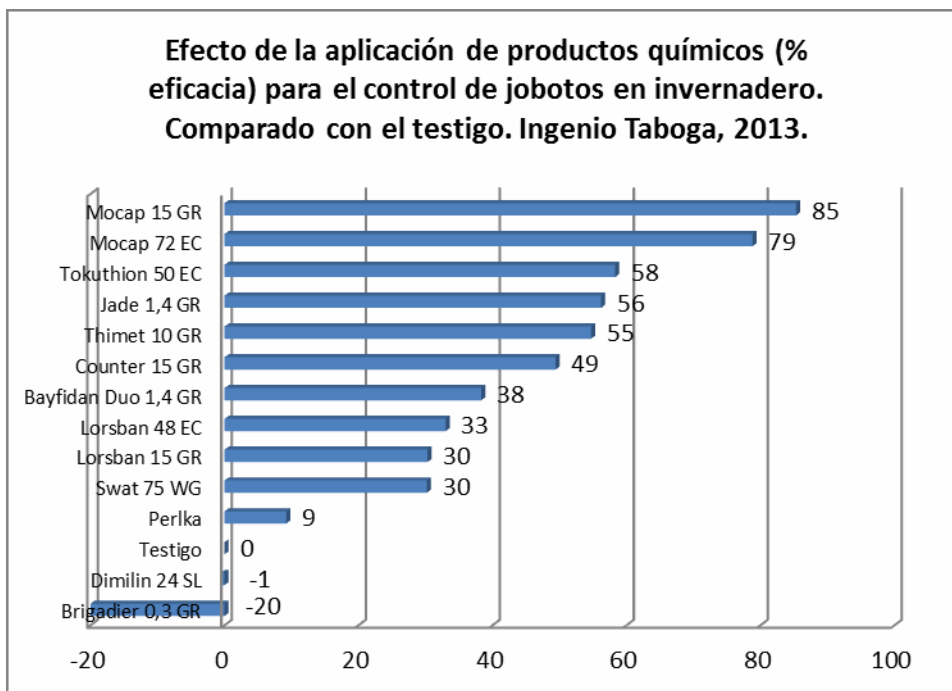


Figura 6. Eficacia encontrada de los productos utilizados para el control de jobotos. Se compara cada tratamiento contra el testigo. Ingenio Taboga. Año 2013.

Los resultados obtenidos en los tres periodos de evaluación se muestran en la figura 7. A los 8 días después de la aplicación (dda) se observó una importante disminución en la presencia de larvas vivas y sanas para las dos formulaciones de Mocap, se conforma el grupo de productos con un efecto menos impactante (Jade, Bayfidan Duo, Counter, Thimet, Lorsban, Swat, Tokuthion) y los que se comportan de manera similar al testigo sin aplicar (Brigadier, Dimilin y Perlka). A los 30dda se nota un mejor efecto en la mayoría de los tratamientos, siendo muy bueno en el caso de Mocap, Tokuthion y Thimet, manteniéndose una tendencia a disminuir las poblaciones hasta los 45 días, aunque se puede notar que en la totalidad de los tratamientos (incluyendo el testigo) se nota esa misma tendencia, pero con una diferencia marcada en la cantidad de larvas vivas.

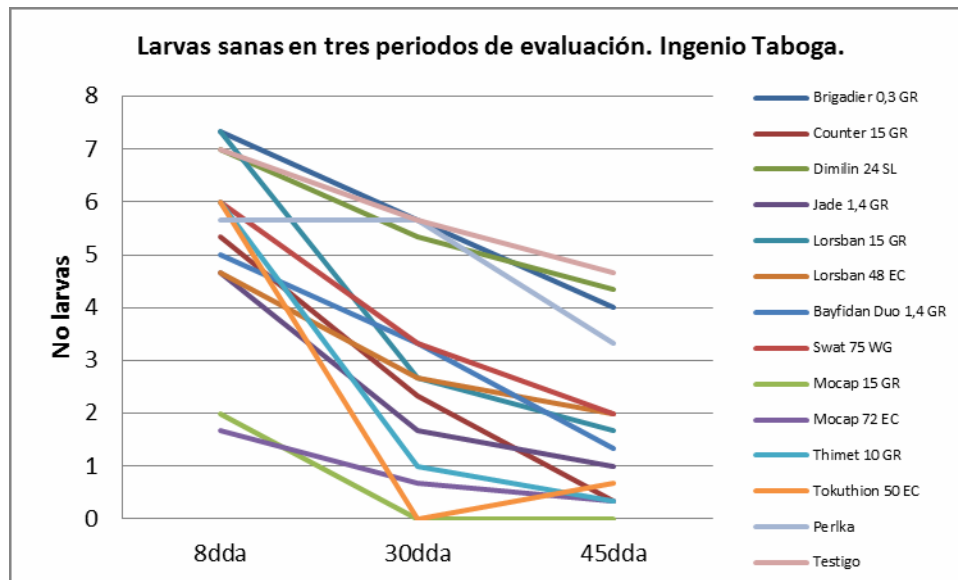


Figura 7 Disminución de la presencia de larvas vivas hasta los 45 dda de los productos. Ingenio Taboga. Año 2013.

Experimento 2 Coopeagri

Los resultados obtenidos mostraron diferencia altamente significativa (Tukey $P=0.01$) entre los tratamientos para la variable porcentaje de eficacia. Mientras para la mortalidad no se encontró diferencias significativas (Cuadros 9 y 10). A diferencia de los resultados obtenidos en Ingenio Taboga, en este caso sobresale la formulación líquida del Mocap con una eficacia y mortalidad del 100%, pero estadísticamente no es diferente a otros siete tratamientos con un rango de valores entre 75,3% y 48,1% de eficacia relativa. Los mismos productos que mostraron poca o nula eficiencia en el control en la región de Guanacaste tuvieron un comportamiento similar en las condiciones de suelo e invernadero de la región Sur.

Importante recordar que el tipo de suelo utilizado en los dos invernaderos tiene características muy diferentes entre sí y además, después de la aplicación de los productos granulados, se incorporaron al suelo con un pequeño rastrillo en Taboga, no así en Coopeagri. Podría entonces presumir que diferencias en el comportamiento entre los tratamientos y lugares (no evaluado durante el proceso) se deban a condiciones diferentes de manejo y de suelo, aunque las tendencias de eficacia se mantuvieron.

Cuadro 9. Resultado del Análisis de Varianza de las variables Eficacia y Mortalidad del ensayo de control de jobotos con productos químicos en Ingenio Coopeagri. Año 2013.

Análisis de varianza Eficacia

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Promedio de cuadrados	F	Probabilidad
Bloques	2	2805,923080	1402,96154	1,38	0,2619
Tratamientos	12	64965,871790	5413,82265	5,31	<0,0001
DDA	1	2020,62821	2020,62821	1,98	0,1654
Trat*DDA	12	9715,87179	809,65598	0,79	0,6541
Error	82	50970,743600	1019,41490		
Total	125	130479,038500			

Análisis de varianza Mortalidad

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Promedio de cuadrados	F	Probabilidad
Bloques	2	131,766382	65,88319	0,28	0,75810
Tratamientos	12	7339,743590	611,64530	2,60	0,0223
Error	24	5643,696580	235,15402		
Total	38	13115,206550			

Cuadro 10. Eficacia relativa (%) respecto al tratamiento testigo y mortalidad (%) de jobotos en invernadero en Ingenio Coopeagri. Año 2013.

Tratamientos	Eficacia relativa (%)	Mortalidad (%)
Mocap 72EC	100,00 a	100,00 a
Thimet 10 GR	75,33 ab	88,89 a
Counter 15 GR	70,50 abc	81,94 a
Mocap 15 GR	63,33 abcd	79,17 a
Lorsban 48 EC	55,67 abc	81,94 a
Tokuthion 50 EC	55,50 abcd	81,94 a
Lorsban 15 GR	53,83 abcd	75,00 a
Swat 75 WG	48,17 abcd	79,17 a
Jade 1,4 GR	34,50 bcd	68,06 a
Dimilin 24 SL	15,17 bcd	58,33 a
Perlka	10,83 cd	55,56 a
Brigadier 0,3 GR	7,67 cd	54,17 a
Testigo	0,00 d	56,94 a
Promedio	45,42	73,93
DS	31,93	15,33
CV (%)	70,28	20,74

Valores promedio con letra diferente en una misma columna difieren estadísticamente entre sí, según Tukey ($p \leq 0,01$)

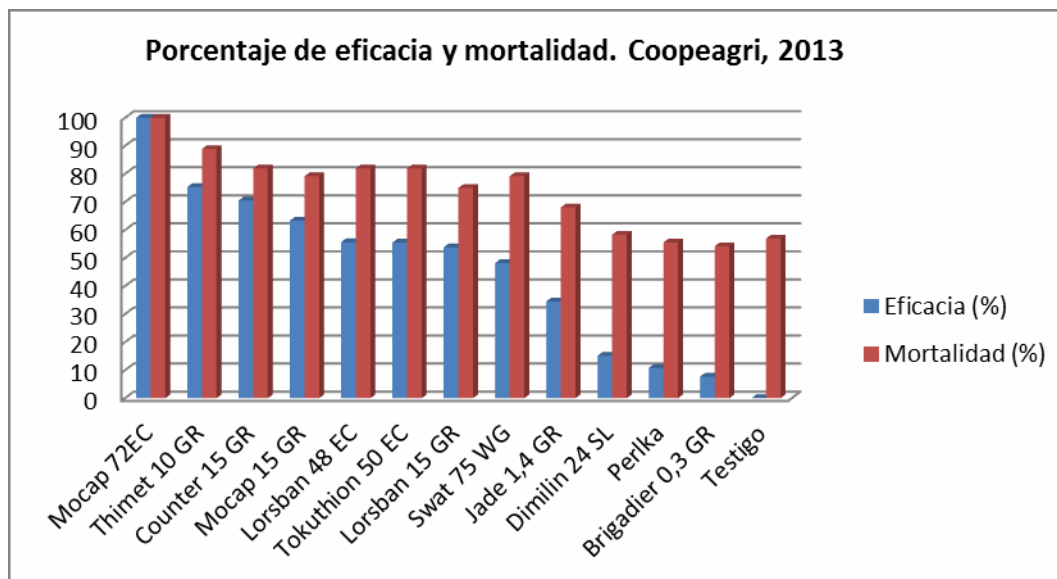


Figura 9. Eficacia relativa (%) y mortalidad (%) de jobotos en invernadero en Ingenio Coopeagri. Año 2013.

En la figura 10 se muestra los resultados de eficacia obtenida de los tratamientos observando que el Mocap líquido sobresale respecto a los demás tratamientos, seguido por el Thimet, mientras la mayor cantidad de tratamientos tuvieron valores cercanos al 50% y otros tres similares o inferiores al testigo.

Cuando se revisan los datos de mortalidad, se concluye que el mejor tratamiento para la variable eficacia, produjo una mortalidad superior al 43% respecto al testigo (figura 11), el Thimet un 32%, cinco tratamientos en un rango del 25,0 al 22,2%, Lorsban 15GR el 18%, Jade 11%, mientras en los maceteros tratados con Dimilin, Perlka y Brigadier no se observó control. Es necesario señalar que se presenta una mortalidad de larvas del 57% en los maceteros sin aplicaciones de químicos, siendo una razón que explica las marcadas diferencias de los valores de eficacia y mortalidad. La mortalidad en el testigo se puede deber a diversas causas que ya se mencionaron en la discusión de resultados de Taboga, como es manipulación, estrés y mortalidad natural, mismas condiciones que deben sufrir las larvas inoculadas en el resto de maceteros tratados, pero que adicionalmente presentan el efecto del producto químico cuando el mismo es eficiente.

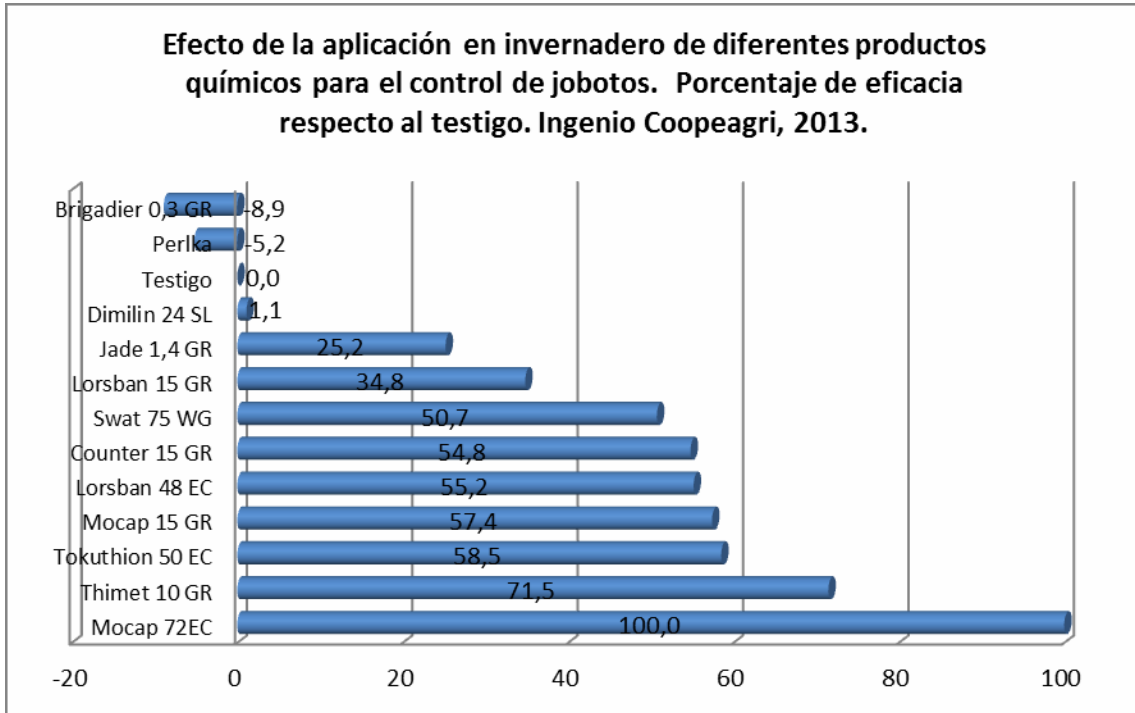


Figura 10. Eficacia encontrada de los productos utilizados para el control de jobotos. Se compara cada tratamiento contra el testigo. Ingenio Coopeagri. Año 2013.

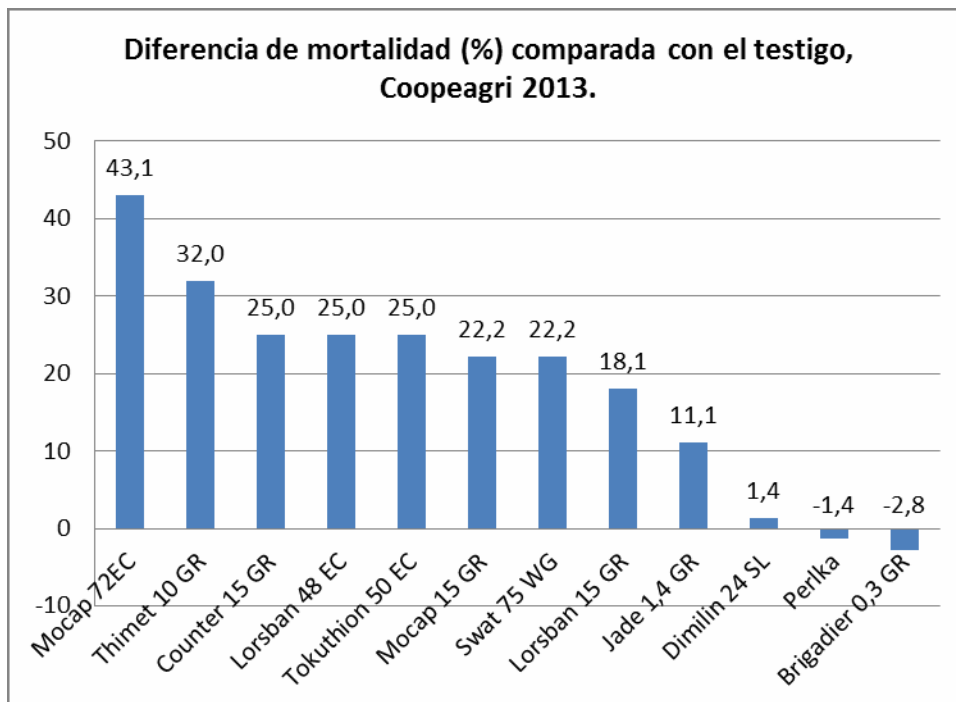


Figura 11. Comparación de la mortalidad (%) de jobotos de 12 tratamientos con productos químicos respecto al testigo sin aplicar en invernadero en Ingenio Coopeagri. Año 2013.

Los tratamientos se evaluaron 8 y 30 días después de la aplicación, siendo que en el caso del Mocap formulación líquida a la semana mostró un 100% de control y que obviamente se refleja en la segunda evaluación 30dda. Con una excepción, los demás tratamientos mostraron una tendencia de disminución de larvas entre los periodos de evaluación; el Tokuthion fue el único que tuvo una población mayor en los maceteros evaluados a los 30dda respecto a la primera evaluación, resultado diferente al obtenido en Taboga, donde el mejor control de ese producto se dio a los 30dda.

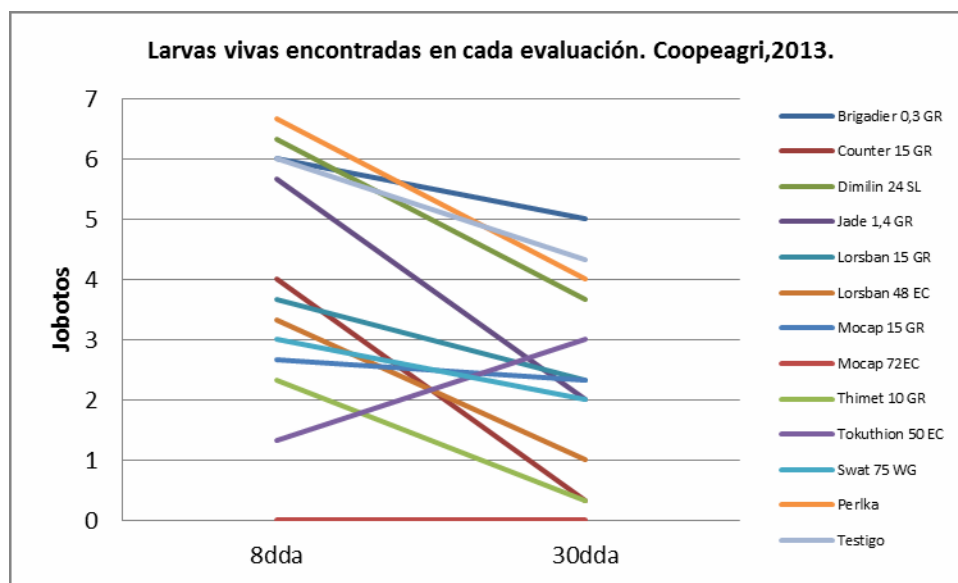


Figura 12. Presencia de larvas vivas a los 8 y 30 dda de los diferentes tratamientos. Ingenio Coopeagri. Año 2013.

Comentarios adicionales

No hay duda que el daño de los jobotos en las raíces de las plantas puede generar efectos negativos, al limitar la absorción de agua y nutrientes y comprometer el anclaje de la planta en el suelo. El nivel de daño ocasionado dependerá del momento de aparición de los jobotos en el campo, relacionado con el estado de desarrollo del cultivo (Estado Fenológico), siendo probable mayores perjuicios en estado juveniles de la planta. Las condiciones físicas y químicas del suelo juegan un papel significativo, principalmente para el desarrollo de las raíces de las plantas, siendo que suelos con limitantes no corregidas, van a afectar el desarrollo de raíces y por lo tanto plantas con sistemas radiculares pobres van a ser más sensibles y tener menor capacidad de soportar diferentes poblaciones de jobotos.

La menor o mayor densidad de jobotos en el suelo y el periodo de exposición de las raíces a los mismos también provoca diferentes niveles de daño. En las figuras siguientes se

muestran los efectos de 4 a 5, 2 a 3 y 0 a 1 jobotos inoculados en los maceteros donde previamente se sembraron plántulas de caña de azúcar con un sistema de raíces debidamente desarrollado. Se observa que plantas expuestas por 37 días a 4 o 5 larvas de abejones de mayo prácticamente pierden las raíces por lo cual están destinadas a la muerte. A menores densidades existe la posibilidad de “salvar” la planta si se ejecuta un control oportuno y eficaz. En un cultivo de caña de azúcar establecido en soca el efecto va a ser de menor impacto ya que la cepa le confiere mayor resistencia y capacidad de sobrevivencia, pero ello dependerá, como se menciona anteriormente, al estado desarrollo del cultivo y la densidad de jobotos.



Figura 13. Condición del sistema radicular de la planta al someterla a la presencia de 4 - 5 jobotos/maceta por un periodo de 37 días. Se observa por lo tanto lento crecimiento y clorosis del follaje.

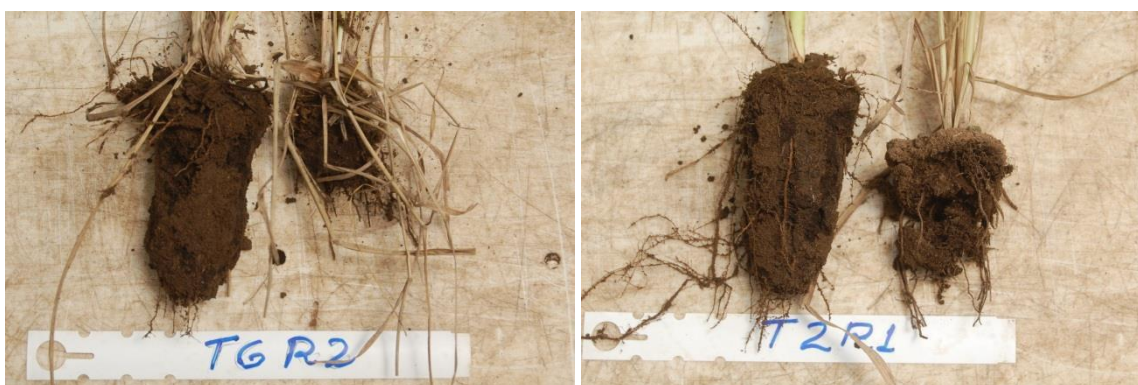


Figura 14. Efecto de 2 a 3 jobotos/maceta sobre el sistema radicular de plantas de caña de azúcar a los 37 días de inoculadas y 30 dda. El efecto sobre el follaje es poco perceptible.

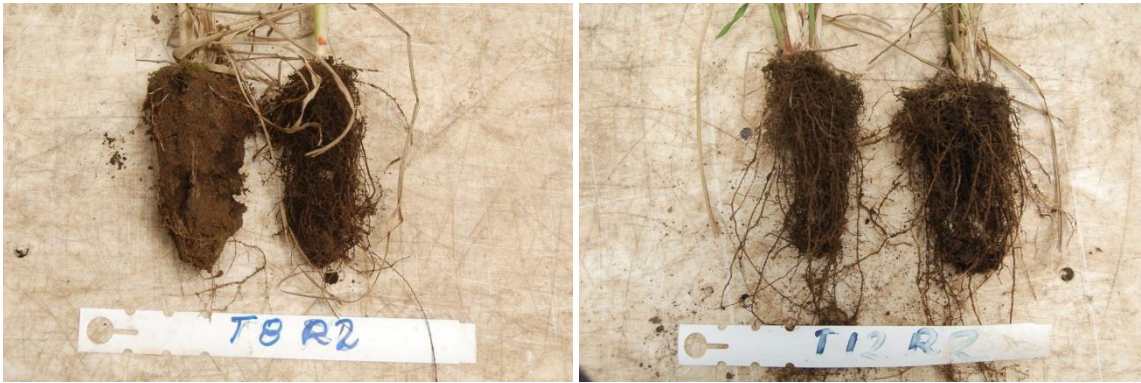


Figura 15. Efecto de 0 a 1 jobotos/maceta sobre el sistema radicular de plantas de caña de azúcar a los 37 días de inoculadas y 30 dda. No se observan efectos negativos en la planta.



Figura 16. Daño en el sistema radicular ocasionados por diferentes densidades de jobotos cerca de 37 días después de ser colocados en macetas con plantas de caña de azúcar. Izquierda a derecha 0-1, 2-3 y 4 a 5 jobotos por maceta.

Reportes de poblaciones promedio por encima de 50 larvas/m² (30 cm profundidad) en algunas fincas del Pacífico Central y Guanacaste o registros de casi 200 jobotos/m² comprometen definitivamente la producción de caña de azúcar.

Por esa razón, es necesario establecer un plan de manejo de esta plaga con un enfoque integral. Poder contar con productos eficaces es una herramienta de valor, pero deben darse condiciones para el uso oportuno con el objeto de tener un buen control y quizá esa es una de las limitantes que se tiene en el sector azucarero. Las condiciones de muchos de




los suelos cañeros y el desarrollo de las plantaciones en los meses en que los primeros estadios de las larvas están en las plantaciones (mayo-junio), además de la cantidad de área infestada, por lo general no permite realizar la aplicación de productos en un porcentaje significativo de esa área. El monitoreo de larvas en las fincas debe ser una estrategia para priorizar los lotes con mayores poblaciones de jobotos.






Las condiciones de clima, considero, han venido favoreciendo el establecimiento y una mayor sobrevivencia de las larvas, pupas y abejones alojados en el suelo, ya que bien sabemos que la sequía no es un factor limitante, pero se supone que el exceso de humedad en el suelo por periodos prolongados de días, si provocan alta mortalidad de los insectos y la presencia de mayor cantidad de patógenos que enferman y provocan la muerte, condiciones estas que no se han presentado en los últimos cuatro años.

Por esas razones y conociendo el ciclo de vida de esta plaga, es necesario crear conciencia que el uso de diversas acciones integradas entre sí y ampliamente expuestas por diferentes técnicos del sector, son de valor para cortar el ciclo de vida, disminuir poblaciones y por lo tanto tener un menor efecto negativo en las plantaciones.

Las prácticas de labranza de suelo, la renovación de plantaciones altamente infestadas, la captura de abejones por medio de trampas (feromonas o luz) y el control mecánico y químico (Salazar, 2013 a, b), y quizá más adelante teniendo como complemento alternativas biológicas (Salazar, 2014), deben ser las acciones que se deben estructurar de manera, insisto, oportunas y eficientemente para prevenir y controlar esta plaga.

Conclusiones

-  Con esta modalidad de trabajo se pretendió tener condiciones más homogéneas entre los tratamientos, en la aplicación y con un ambiente más estable (atmósfera y suelo), para evitar tener mayor sesgo y variaciones como suponemos ocurre en campo abierto.
-  Aquellos productos cuyo mecanismo de acción es la inhibición de la Acetilcolinesterasa mostraron un mejor efecto que aquellos con modo de acción hacia el insecto diferente.
-  Entre los productos que inhiben la Acetilcolinesterasa se presentan diferencias en los resultados muy evidentes, por lo que el ingrediente activo y su concentración pueden ser determinantes en los resultados obtenidos.

-  Es fundamental conocer las áreas de mayor infestación y realizar control temprano para evitar efectos negativos en las raíces, por lo tanto el monitoreo de poblaciones de jobotos y las medidas de control deben realizarse durante los 30 días posteriores a la aparición de los abejones.
-  La aplicación de los productos debe ser dirigida a la cepa de caña y debe haber buena humedad en el suelo para lograr mejor penetración y movimiento de los mismos en el perfil del suelo.
-  Diversos factores como el tipo de suelo, la humedad del suelo, la precipitación y temperatura, pueden afectar la eficacia de los productos, por lo cual se deben tener las previsiones necesarias para obtener un beneficio de las mismas y evitar la influencia negativa de las condiciones señaladas.
-  Las dosis utilizadas son las recomendadas por los fabricantes y que se derivan de una serie de investigaciones que ejecutan durante el desarrollo y registro de los productos, por lo cual no se debe realizar aplicaciones con dosis superiores. La eficacia de un producto no necesariamente se mejora al incrementar la dosis, ya que puede depender en mayor medida del ingrediente activo y del modo de acción.
-  Los productos que mostraron mejores resultados tienen un riesgo implícito en la salud y el medio ambiente, por lo cual las medidas de prevención para su transporte y aplicación deben ser las recomendadas por el fabricante.

Referencias Bibliográficas

- Salazar B., Jose D. 2014. Evaluación en invernadero de siete productos biológicos y uno de origen botánico para el combate de jobotos en Ingenio Taboga y en Ingenio Coopeagri. *En* <http://www.laica.co.cr/biblioteca2/verSubcategoria.do?p=1&c=443&s=1774>
- Salazar B., Jose D. 2013. Jobotos. Boletín informativo. *En* <http://www.laica.co.cr/biblioteca2/verSubcategoria.do?p=1&c=443&s=1774>. 06-02-2013
- Salazar B., Jose D. 2014. Confección de trampas para la captura de abejones. *En* <http://www.laica.co.cr/biblioteca2/verSubcategoria.do?p=1&c=443&s=1774>. 06-02-2013.
- Solis, Angel. 2012. Escarabajos en la Caña de Azúcar. *En* <http://www.laica.co.cr/biblioteca2/verSubcategoria.do?p=1&c=443&s=1774>. 16-10-2012.

Agradecimiento

A la Gerencia Agrícola de Ingenio Taboga y de Ingenio Coopeagri por permitir desarrollar los proyectos en sus invernaderos.

A cada una de las personas que colaboraron en la ejecución de los dos experimentos: personal de campo y estudiantes de la UCR y EARTH en pasantías.

Al Ing. Albar Conejo, Ing. Javier Calvo, Ing. Roberto Santana y al señor Johnny Ruiz de Taboga.

Ing. Oldemar Navarro, Ing. Willy Valverde y al señor Luis Mora en Coopeagri.

Técnicos Rodrigo Oviedo y Daniel Alfaro y a los Ingenieros Julio Barrantes y Alvaro Angulo de LAICA - DIECA.

Los proveedores y representantes de las empresas que brindaron su apoyo y colaboración durante la planificación y ejecución del proyecto.