MANEJO INTEGRADO DE MALEZAS EN CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum officinarum*)

Carlos Segura y Renán Agüero

Centro de Investigación en Protección de Cultivos, Universidad de Costa Rica

1. RESUMEN

El control de las malezas de la caña de azúcar representa un importante costo de producción para cualquier cañicultor; por lo tanto, se debe adoptar una actitud racional en esa actividad.

La historia de la agricultura es rica en ejemplos que corroboran a la estrategia integral como la manera más racional y sostenible de manejar la vegetación espontánea.

El manejo integrado involucra varios componentes que varían con las distintas circunstancias. A continuación se mencionan elementos comunes a la estrategia integral:

- Levantamientos taxonómicos, los cuales permiten una mejor toma de decisiones en el diseño de los programas de manejo. Estos se pueden realizar de varias maneras, que incluyen desde métodos cualitativos muy simples, hasta el uso de sistemas de información geográfica y de posicionamiento global por satélites.
- Estudio de la biología de las malezas. Conocer el comportamiento de las malezas tiene gran importancia para el logro de un manejo sostenible.
- Diseño del programa de manejo. Se aporta información local sobre el manejo integrado que se pretende desarrollar para la maleza *Cyperus rotundus* L., en caña de azúcar.

Los dos primeros componentes proveen la base que aumenta las posibilidades de éxito del tercer componente, cual es el diseño propiamente dicho del programa de manejo de malezas que se adoptará según la situación particular.

Con el transcurrir de los años, se puede acumular un gran volumen de información en torno al manejo de malezas, de difícil acceso por métodos convencionales. Los sistemas expertos son poderosas herramientas, promisorias para el procesamiento sistemático de la información en apoyo de la toma de decisiones.

2. INTRODUCCION

Las malezas constituyen un componente del agroecosistema con un comportamiento poblacional muy dinámico, con significativos cambios en la composición florística como respuesta a las distintas prácticas de manejo. Por ello, el manejo también debe ser dinámico e ir paralelo a la dinámica poblacional que se observe.

Tecnología moderna como el uso de muestreo remoto y sistemas de información geográfica podrían facilitar el seguimiento de la dinámica poblacional de malezas.

El control de malezas es un componente importante del costo de producción. Tradicionalmente se ha hecho a base de herbicidas de la familia de las triazinas, a menudo en mezclas con diurón y hormonales.

Otro método de control de malezas común a los cañeros es el mecánico, que además se lleva a cabo con otros objetivos como son: reducir la compactación producida por las labores propias de cosecha, mejorar la alineación del surco y ayudar en el drenaje parcelario de los lotes. Esta alternativa está limitada a la época de menor precipitación pluvial y las etapas tempranas del desarrollo fenológico del cultivo.

3. LEVANTAMIENTOS TAXONÓMICOS

Pitty y Muñoz (1991) coinciden con nosotros en que el primer paso al desarrollar un programa integrado de malezas, es el conocimiento de la composición de la flora de malezas presente en el campo, dicho conocimiento debe responder preguntas tales como: frecuencia, porcentaje de cobertura, distribución geográfica y quizá la más importante, diversidad de malezas.

Para responder a esas preguntas se puede proceder de varias maneras. Rojas (1995), discute seis métodos para realizar un muestreo de la composición florística de una región. Algunos de esos métodos pueden resultar imprácticos y económicamente no atractivos para ser usados de manera rutinaria por los agricultores.

En los últimos años se estudia el potencial de nuevas tecnologías para ese propósito. Un ejemplo de ello son los sistemas de ubicación por satélite o "posicionamiento global" (SPG) y de información geográfica (SIG). La tecnología SPG, desarrollada por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América, permite una documentación precisa de las coordenadas cartesianas en cualquier parte de la superficie terrestre (Lass y Callihan, 1993).

Everitt y colaboradores (1995) citan que el uso de datos obtenidos por muestreo remoto e integrados al SIG pueden ser usados en la agricultura en actividades como mapeo de la distribución de malezas, desarrollo de estrategias de manejo, así como evaluación de una medida de control.

Es posible que en el mediano plazo podamos dar seguimiento a la dinámica poblacional de malezas, de manera efectiva, práctica y rápida. En Costa Rica, algunas empresas ya utilizan información de satélite para banderilleo electrónico en aplicaciones aéreas de agroquímicos.

4. BIOLOGIA DE MALEZAS: EL CASO DEL COYOLILLO (*Cyperus rotundus*)

Conocer sobre distintos aspectos de la biología de las malezas es una de las mejores herramientas para la toma de decisiones, cuando se desea desarrollar un programa de manejo sostenible.

El coyolillo es una especie perenne, cuyo principal mecanismo de reproducción es por tubérculos y rizomas. Menos del 5% de la semilla sexual es fértil.

Conocedores de las anteriores características, llevamos a cabo un experimento para determinar si para la caña de azúcar variedad CP-721210, era suficiente una franja de control de medio metro de ancho alrededor de cada surco, o si por el contrario, es necesario controlar esta maleza sobre toda el área.

El coyolillo tiene una gran capacidad reproductiva. Produjo 48 plantas/0.25 m² en los primeros 21 días después de la siembra del cultivo (d.d.s), llegando a 100 plantas/0.25 m² a los 91 d.d.s. (Cuadro 1). De acá en adelante, la maleza no es importante pues la sombra del cultivo la regula a un nivel no competitivo.

Cuadro 1. Número de plantas de *Cyperus rotundus* en 0.25 m², en varias épocas de muestreo. Guanacaste, Costa Rica. 1994.

Herbicidas o labor (g ia/ha)	Dosis	Época	21 d.d.s	35 d.d.s	49 d.d.s	91 d.d.s
⇒ A. Pyrazosulfuron-etil	75	Pre1	22.6 a	28.1 ab	29.5 ab	60.6 b
⇒ B. Pyrazosulfuron-etil /2,4-D	75/ 2160	Pre1/ Post	17.8 a	23.8 ab	34.3 abc	37.3 ab
⇒ C. Pyrazosulfuron-etil/ 2,4-D*	75 / 2160	Pre1/ Post	27.1 a	29.4 ab	33.5 abc	23.9 a
⇒ D. Varias deshierbas			23.0 a	17.6 a	23.1 a	45.8 ab
E. Varias deshierbas			27.1 a	17.1 a	31.0 abc	44.5 ab
F. Testigo con coyolillo			48.1 b	52.4 c	64.1 d	100.5 c
G. 2,4-D*	2160	Post	25.0 a	35.3 bc	49.3 cd	41.8 ab
H. Glifosato/ 1	1440	Pre2	29.4 ab	25.4 ab	29.3 ab	35.5 ab
pase de escardillo (52 dds)						
I. 2 pases de escardillo (24 y 52 dds)			47.5 b	35.9 bc	43.0 bc	45.6 ab

Medias (promedio de 8 repeticiones), dentro de una columna, seguidas por las mismas letras, no difieren según la prueba de DMS, protegida de Fisher($\alpha=0.05$).

⇒ tratamientos aplicados sobre una banda de 0.5 metros de ancho alrededor de los surcos del cultivo.

* en estos casos, el 2,4-D se aplicó sobre toda el área.

Pre1 = en preemergencia a la caña (11 d.d.s.). Ya había algunas plantas de coyolillo, con un promedio de 5.4 hojas y 13.6 cm de altura.

Pre2 = en preemergencia a la caña (14 d.d.s.), en postemergencia al coyolillo.

Post = cincuenta días después de la siembra.

Deshierbas =12, a intervalos semanales, la primera se hizo a los 15 d.d.s.

Hasta los 35 días después de la siembra, el coyolillo no había afectado el número de tallos de la caña/m. Esto, por cuanto los tallos de la variedad CP-721210 empiezan a emerger entre 25 y 30 días después de la siembra. Ya para

los 49 días después de la siembra, se detectaron diferencias en el número de tallos de la caña, entre las áreas donde la maleza creció libremente y aquellas que recibieron algún tratamiento.

Cuadro 2. Número de tallos de caña de azúcar por metro de surco en varias épocas de muestreo (se muestreó el surco central de cada parcela). Guanacaste, Costa Rica. 1994.

Tratamiento (ver cuadro 1)	22 d.d.s	35 d.d.s	49 d.d.s	57 d.d.s
A	5.0 NS	5.9 NS	10.8 C	12.6 D
B	4.6	6.7	10.1 bc	12.3 cd
C	5.1	5.4	10.5 c	12.8 d
D	4.6	5.9	10.1 bc	12.4 d
E	4.7	5.7	10.3 bc	13.0 d
F	4.0	5.4	6.6 a	7.8 a
G	4.3	5.9	8.3 ab	10.2 bc
H	4.8	6.5	10.1 bc	11.1 bcd
I	4.9	6.5	7.7 a	10.1 b

Medias (promedio de ocho repeticiones), dentro de una columna, seguidas por las mismas letras, no difieren según la prueba de DMS, protegida de Fisher ($\alpha = 0.05$). Cuando se indica NS al inicio de una columna, significa que no hubo diferencias entre tratamientos, según el análisis de varianza.

No se encontró efecto de *Cyperus rotundus* sobre las variables agro-industriales: brix, pol de jugo, pureza, pol de caña, humedad de la caña, ni los kilogramos de azúcar por tonelada de caña (datos no incluidos). En cambio, su efecto sobre el rendimiento por hectárea fue notorio, debido principalmente a que la maleza afectó el número de tallos de caña por metro, parámetro que contribuye a definir la cantidad de biomasa procesable (Cuadros 2 y 3).

C. rotundus, a libre crecimiento, disminuyó la producción de la caña en un 30%, comparado con los mejores tratamientos y en un 15% comparado con el tratamiento de la finca que consiste en aplicar 2,4-D sobre coyolillo, que en esta ocasión se hizo a los 50 d.d.s., lo cual resultó inconveniente, por cuanto en este tratamiento se manifestó la mitad del daño potencial por esta maleza.

Cuadro 3. Rendimiento de la caña var. CP-721210, sometida a distintos tratamientos de control de coyolillo. Guanacaste, Costa Rica. 1994.

Trat.	Toneladas de caña/ha	Toneladas de azúcar/ha
A	107.4 bc	13.7 bcd
B	103.3 ab	13.1 ab
C	105.5 b	13.2 abc
D	110.7 bcd	14.2 bcd
E	117.6 cd	15.2 d
F	93.6 a	11.7 a
G	109.5 bc	13.9 bcd
H	116.9 cd	14.9 cd
I	121.4 d	15.3 d

Medias (promedio de 8 repeticiones) dentro de una columna, seguidas por las mismas letras, no difieren, según la prueba de DMS, protegida de Fisher ($\alpha=0.05$).

5. MANEJO INTEGRADO DE *Cyperus rotundus*

Con base en los datos del experimento anterior (Cuadros 1, 2 y 3) y observaciones de campo de los autores, se visualiza una estrategia de manejo integrado de esta especie como sigue:

5.1 Sistema de mínima labranza

Lotes con altas poblaciones de coyolillo, que se vayan a renovar en el próximo ciclo, se puede hacer con mínima labranza. Esta consiste en eliminar la caña vieja con glifosato (2.4 - 3.4 kg. i.a./ha). Si se sincroniza esa aplicación con la presencia de coyolillo (ejemplo: aplicar un riego varias semanas antes de la aplicación del herbicida), esas dosis de glifosato reducen sustancialmente la población de esta maleza.

5.2 Uso de herbicidas preemergentes

En vista de que el tratamiento convencional con hormonales como el 2,4-D, permitió un daño cercano al 50% del potencial competitivo del coyolillo, cuando se aplicó 50 d.d.s., los esfuerzos deben enfocarse al desarrollo de moléculas que controlen esta maleza por lo menos desde el momento en que la caña empieza a brotar del suelo.

Se tienen datos promisorios con dos sulfonilureas, para el pyrazosulfuron-etil se incluyen datos en este documento. Cuando integramos la eficiencia de esas sulfonilureas, al conocimiento de que una banda de control de 50 cm de ancho fue suficiente para prevenir el daño del coyolillo a la caña de azúcar, entonces se hace factible pensar en moléculas, que como las sulfonilureas, en general, tienen un costo superior a los herbicidas tradicionales, pues se estaría asperjando un 66% menos del área.

Como una ventaja potencial de aspejar sólo en bandas, se hipotiza que disminuirían las posibilidades de desarrollo de poblaciones resistentes de coyolillo a los herbicidas que se usen, en vista de que las reinfestaciones ocurrirán, en buena medida, a partir de rizomas del coyolillo de las zonas no tratadas, que reinvadirán la zona tratada, una vez que se pierda la residualidad, dando origen a tubérculos, en su mayoría susceptibles. Esto obviamente es una gruesa especulación que sólo podrá constatare o desecharse, luego de varios años de observación en el campo.

La conveniencia de controlar solo las franjas o toda el área, es algo que se sabrá a mediano o largo plazo. La ventaja es que mientras arribamos a una conclusión definitiva, según los datos que hemos

discutido, ambas estrategias conducen al mismo rendimiento. Esto, habrá de corroborarse en lotes comerciales.

5.3 Control biológico

En Guanacaste, en ocasiones hemos observado poblaciones de coyolillo infestadas por una especie del hongo *Puccinia*. Se sospecha que podría tratarse de *Puccinia romagnoliana*, pero esto no se ha confirmado. El follaje de coyolillo luce clorótico por un tiempo considerable, antes de morir en ataques severos.

A futuro, si se concluyera que es importante controlar el coyolillo en toda el área, quizás todavía se podría insistir en control químico sólo en las franjas y favorecer el desarrollo de *Puccinia sp* en el resto del área, manipulando artificialmente el nivel de inóculo.

5.4 Uso de implementos agrícolas

El correcto uso de los implementos agrícolas es una herramienta más en el manejo del coyolillo.

El tratamiento I (Cuadros 1,2 y 3) que consistió de dos pases de escardillos (rastra integral de picos), el primero a los 24 d.d.s. y el segundo a los 52 d.d.s., fue mejor que varias deshieras a intervalos semanales, tanto en banda (0.5 m), como sobre toda el área. A su vez, el rendimiento de la caña en el tratamiento con los pases de escardillo fue similar a aquel en los mejores tratamientos químicos. El éxito de esta labor se asocia a la escasez de lluvia o agua de irrigación, en los días posteriores a su realización, con lo que las cadenas de coquitos del coyolillo pierden humedad, al encontrarse seccionadas por acción del implemento.

5.5 Siembra de variedades de germinación y cierre rápido

Observaciones preliminares de campo han mostrado que la velocidad de germinación de la caña es otro factor a tomar en cuenta para el manejo de *Cyperus rotundus* L. La variedad CP-721210, de rápida germinación, es menos afectada por esta maleza que variedades de germinación más lenta como la B-74132, cuando se les compara en el porcentaje de disminución de tallos por metro.

Si además de un rápido establecimiento, la variedad también cubre el entresurco en un tiempo menor que otras variedades, entonces se facilitará notoriamente el manejo de muchas malezas.

5.6 Uso de sistemas expertos en el manejo de malezas

Dejando a un lado al coyolillo y volviendo al contexto general de malezas, luego de varios años de

un manejo sistemático, se puede acumular una cantidad tal de información, que no será explotada con eficiencia; por el contrario, es probable que ocurra una tendencia hacia la pérdida de información, dando origen a situaciones donde se "tropieza con la misma piedra" en más de una ocasión. Los sistemas expertos son una formidable herramienta para el manejo sistemático de la información, en apoyo a la toma de decisiones.

Un sistema experto se puede definir como un programa de cómputo que usa el conocimiento especializado para desenvolverse como lo haría un humano en el área en que es experto. Normalmente, un sistema experto es capaz de examinar y explicar su proceso de razonamiento y manejar áreas de conocimiento que a un humano le llevaría años de entrenamiento y educación (Gutiérrez, 1989).

Linker y colaboradores (1990), consideran que es imposible lograr dominar todas las relaciones de cada uno de los tratamientos químicos, con el cultivo, las malezas y el suelo.

Una de las ventajas del uso de los sistemas expertos es la gran flexibilidad en su uso, ya que se les puede integrar la mayoría de los componentes de la producción, facilitando al agricultor la toma de decisiones. Esta es una tecnología poco desarrollada en el país, pero algunas empresas de avanzada ya la consideran entre sus planes futuros de investigación.

6. CONCLUSION

Por muchos años se ha dependido del uso de herbicidas. Estos raras veces solucionan los problemas por malezas a largo plazo. El manejo integrado es la mejor alternativa para proveer sostenibilidad en los agroecosistemas. Existe una clara oportunidad de lograr ese propósito en la caña de azúcar, en el ámbito local.

7. LITERATURA CITADA

- EVERITT, J., ANDERSON, G., ESCOBAR, D., DAVIS, M., SPENCER, N. and ANDRASCIK, R. 1995. Use of Remote Sensing for Detecting and Mapping Leafy Spurge (*Euphorbia esula*). *Weed Technology* 9: 599-609.
- LASS, L. and CALLIHAN, R. 1993. GPS and GIS for weed surveys and management. *Weed Technology* 7: 249-254.
- LINKER, H.; YORK, A.; WILHITE, D. 1990. Weeds - A System for Developing a Computer - Based Herbicide Recommendation Program. *Weed Technology* 4: 380-385.
- GUTIÉRREZ, C. 1989. Sistemas expertos. Rho Sigma S. A. (Ed.). San José, Costa Rica. 32 p.
- PITTY, A.; MUÑOZ, R. 1993. Guía práctica para el manejo de malezas. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 223p.
- ROJAS, M. 1995. Estudio de las malezas asociados a canales de riego y zonas aledañas del cultivo de arroz anegado en el Distrito de Riego Arenal - Tempisque y Combate biológico de *Hydrilla verticillata* Vahl con carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella* Via). Tesis Mag.Sc. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Sistema de Estudios de Posgrado. 218 p.