



TITULO: Evaluación de las aplicaciones del Isoxaflutol e Imazapic para el control de malezas en *Saccharum sp. Híbrida* en la UEB Antonio Sánchez de Aguada de Pasajeros.

Autor: Jorge Alberto Cecilia Juvier.

TUTORES: Ing. Carlos Fresneda Quintana.

Lic. Freddys Ramírez González Msc.

AÑO 2012

Pensamiento.

“Mantener viva la llama de la tradición histórica, cultural y política que nació de la caña de azúcar, es un empeño patriótico, noble y generoso”.

Eusebio Leal Spengler.

Agradecimiento

Mi eterno agradecimiento a la Revolución cubana y su sistema educacional.

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento al Ingeniero Carlos Fresneda Quintana y el Licenciado Freddy Ramírez González por su grata ayuda, dando lo mejor de ello para la realización del trabajo.

En especial a mis padres que sin su ayuda me hubiese sido imposible concluir el trabajo.

A los profesores que durante 6 años han sabido dar lo mejor de si para la formación profesional de nosotros sus discípulos.

A mis compañeros de estudios, que día a día compartimos el aula y los conocimientos adquiridos durante la carrera.

Una vez más gracias a todos que desinteresadamente me brindaron su apoyo.

Dedicatoria.

A todos mis familiares en especial a mis hijos, padres y hermanos

A mi tutor Freddys Ramírez González.

A la Revolución, y en especial al comandante en jefe Fidel Castro Ruz que nos dio la posibilidad de ampliar nuestros conocimientos a través de la tarea Álvaro Reinoso.

Síntesis.

El presente estudio se desarrolló en la UEB "Antonio Sánchez" del municipio Aguada de Pasajeros, provincia de Cienfuegos. Durante la campaña 2010 – 2011. Se montaron experimentos de campo, usando un diseño experimental cuadrado latino, con cinco tratamientos y cinco réplicas en la localidad: Unidad Básica de Producción Cooperativa Victoria, en un suelo del tipo Ferralítico rojo típico (FRT). La variedad de caña usada fue la C8612 y los tratamientos empleados fueron: Limpia a guataca (Testigo), Isoxaflutol (Merlin) a 200 g. ha^{-1} , Isoxaflutol (Merlin) a 150 g. ha^{-1} , Imazapic 24 ls a 0.70 l. ha^{-1} , Imazapic 24 ls a 0.60 l. ha^{-1} e Imazapic 24 ls a 0.55 l. ha^{-1} . Las aplicaciones se efectuaron antes de la brotación de la caña en el experimento de campo. En el testigo se aplicaron dos decape manuales a los 30 y a los 65 días de la cosecha. Los parámetros muestreados fueron: porcentaje cobertura de malezas (por método visual), fitotoxicidad en el cultivo por la escala EWRS de tolerancia del cultivo y evaluación de las especies existentes por el método visual. Se realizaron 4 evaluaciones: a los 45, a los 60, a los 90 y a los 120 días. En el procesamiento estadístico se aplicó la comparación de medias por la d-ócima de Tukey para $P < 0.05$ siempre y cuando se cumpliesen las condiciones para una ANOVA paramétrica. Los resultados indican que las aplicaciones de Merlin superan el resto de las variantes utilizadas en el experimento en cuanto a los menores porcentajes de cobertura de malezas en todos los momentos evaluados, así como en el rendimiento agrícola e industrial. El Imazapic aunque no muestra en el experimento resultados superiores al Merlin supera a la limpia manual en cuanto a los menores porcentajes de cobertura, rendimiento agrícola e industrial y desde el punto de vista económico y productivo, donde la dosis a 0.60 l. ha^{-1} resulta ser la más efectiva. No se observó fitotoxicidad en el cultivo de la caña en ninguna de las dosis aplicadas en el experimento. El tratamiento más efectivo desde el punto de vista económico y productivo para el control de malezas en el experimento resultó ser la aplicación de Merlin a 150 g. ha^{-1} .

Acápite	Tabla de contenidos	Páginas
1.0	Introducción.	1
1.1	Antecedentes.	1
1.2	Justificación del estudio.	2
1.3	Problema de investigación.	3
1.4	Hipótesis	
1.5	Objetivo general.	3
1.6	Objetivos específicos.	4
1.7	Beneficios esperados.	4
1.8	Limites del alcance de la investigación.	4
2.0	Desarrollo.	5
2.1	Marco teórico de la investigación.	5
2.1.1	Valoración del contexto local, nacional y mundial.	5
2.1.2	Estado actual del conocimiento del problema de investigación.	16
2.1.3	Carencia que se quiere llenar con la investigación.	24
2.2	Materiales y métodos.	25
2.2.1	Comparación de los tratamientos de aplicación del Isoxaflutol (Merlin) e Imazapic con relación a la disminución de la cobertura de malezas.	27
2.2.2	Determinación del tratamiento más efectivo para el control de malezas en caña de azúcar desde el punto de vista económico.	28
2.3.0	Resultados y discusión.	29
2.3.1	Comparación de los tratamientos de aplicación del Isoxaflutol (Merlin) e Imazapic con relación a la disminución de la cobertura de malezas.	29
2.3.2	Determinación del tratamiento más efectivo para el control de malezas en caña de azúcar desde el punto de vista económico.	34
3.0	Conclusiones.	36
4.0	Recomendaciones.	37
5.0	Bibliografía.	38

1.1 Antecedentes.

Las malezas siguen constituyendo el mayor problema en los cultivos de interés económico para alcanzar altos rendimientos agrícolas, por cada quince días de competencia durante el período crítico se pierde 0.75 a 1 t.ha⁻¹ de competencia libre o sin control. Las pérdidas de cosecha que ocasionan generalmente entre el 33 y 66 por ciento, pueden ser mucho mayores y hasta totales si la competencia es permanente. En el cultivo de la caña de azúcar se pierde 35% de la cosecha total mundial, debido al control insuficiente de las malezas. El control de las malas hierbas sólo es efectivo si se conocen las especies presentes, se emplea medidas preventivas, y se combina el control manual, mecánico y químico con el empleo de prácticas agronómicas conocidas (Toala *et al.*, 2007).

Aquellas plantas que interfieren con la actividad humana en áreas cultivables y no cultivables son consideradas arvenses. En las situaciones agrícolas las arvenses, como producto de la alteración de la vegetación natural, son plantas indeseables y, posiblemente, constituyen el componente económico más importante del total del complejo de plagas, que también incluye insectos, ácaros, vertebrados, nemátodos y patógenos de plantas. Las pérdidas anuales causadas por las arvenses en la agricultura de los países en desarrollo ha sido estimada ser del orden de 125 millones de t de alimentos, cantidad suficiente para alimentar 250 millones de personas (Rodríguez, 2007).

El control de malezas en caña de azúcar en Cuba a partir de la década de 1970 se ha basado en el uso intensivo de herbicidas y labores de desyerbe mecanizado, en un esquema de producción donde los retoños alcanzan entre el 70-80 % del área cosechada anualmente, lo que convierte a esta cepa en la más importante por sus potencialidades para producir caña. Sin embargo, la capacidad productiva de esta cepa, por lo general, ha sido limitada por la presencia de factores que han

impedido brindarles adecuada atención cultural, particularmente en lo referido al control de malezas (Álvarez, 2004).

La caña de azúcar, de acuerdo con lo planteado por (Anon, 1975) es un cultivo polianual y en consecuencia el ciclo de vida de cualquier retoño se inicia con la cosecha o corte. Las condiciones climáticas, continúa explicando, reinantes durante la zafra no favorecen el empleo del control químico con herbicidas residuales porque, en general, la humedad del suelo permanece en niveles muy bajos, tanto por las pocas precipitaciones del período enero a abril como por las limitadas posibilidades de regadío. Otro factor limitativo del control químico pre-emergente de malezas, explica el autor, en los primeros meses de desarrollo de los retoños está asociado a la cosecha de caña verde, la cual genera gran cantidad de residuo vegetal sobre la superficie del suelo que, si bien por una parte beneficia porque protege al suelo, conserva la humedad y controla malezas, por la otra constituye una barrera para los tratamientos residuales tradicionales que, además de su poca efectividad en condiciones de poca humedad, tampoco son foto estables y de aplicarse sobre los residuos la luz solar los descompondría y serían poco efectivos (Anon, 1975).

Este cultivo se fue extendiendo poco a poco hacia todas las zonas cubanas convirtiéndose en el principal renglón de la economía.

Tanto en Cuba como en otros países productores de caña de azúcar unos de los factores de mayor peso que atenta la productividad por área es la competencia de las hierbas indeseables. (González R. Tomeu A. Jorge H. Santana e. Vega A, 2001).

1.2 Justificación del estudio.

Las condiciones tropicales y subtropicales de las zonas cañeras favorecen la abundancia de diferentes especies de malezas en los campos de caña. En los meses de primavera la infestación puede llegar hasta el 100% de los campos. Por estas razones, los productores de caña de azúcar en todo el mundo utilizan recursos humanos y materiales para evitar las pérdidas ocasionadas por las

malezas en las plantaciones de caña de azúcar. Es de suma importancia en todo el ciclo de vida de la planta hasta la cosecha, el mantenimiento de los campos libres de malezas y sobre todos en los primeros 4 o 5 meses iniciales de la planta.

El principal enemigo de la caña, son las malezas. Los resultados de múltiples investigadores demuestran que las malezas roban una tonelada de azúcar por 15 días libres de competencia a partir de las plantaciones.

La unión de ambos factores, determinó que la tecnología tradicional de control de malezas en los retoños durante los últimos 30 años no incluyera tratamientos pre emergentes y se basara fundamentalmente en el empleo de herbicidas de acción foliar, combinados con desyerbe mecanizado, la tracción animal y labores manuales, lo que ha significado una carga contaminante considerable para el ambiente, no sólo por el uso de herbicidas de alta dosis y concentración sino también por los gases dañinos emanados durante el uso de la maquinaria (Milanés *et al.*, 1997).

El programa tecnológico tradicional, según plantea Díaz *et al.* (2005), demostró mayor efectividad en períodos relativamente secos, pero poca eficacia durante los meses iniciales de la temporada lluviosa, porque la mayor parte del área cañera no ha sido previamente tratada con herbicidas residuales y está desprotegida contra la brotación de malezas, la caña aún no ha alcanzado el desarrollo necesario para auto controlar las malezas, las condiciones de humedad y temperatura favorecen la brotación y crecimiento “explosivo” de las malezas y los residuos provenientes de la cosecha anterior han perdido efectividad, todo ello en un medio agrícola donde la fuerza de trabajo manual y los medios siempre son insuficientes para controlar las malezas en el tiempo requerido. De ahí que se necesita evaluar el uso de herbicidas residuales de última generación para determinar cuál es el más efectivo y la dosis adecuada desde el punto de vista productivo y económico. El uso de aplicaciones de Isoxaflutol (Merlin) e Imazapic

en caña de azúcar para el control de malezas, podría ser la opción más efectiva desde el punto de vista económico y productivo.

1.3 Problema científico.

¿Será efectiva para el control de malezas la aplicación de Isoxaflutol (Merlin) e Imazapic en caña de azúcar plantada en áreas de la UEB Antonio Sánchez?

1.4 Hipótesis.

El uso de aplicaciones de Isoxaflutol (Merlin) e Imazapic en caña de azúcar para el control de malezas, podría ser la opción más efectiva desde el punto de vista económico y productivo, en la UEB Antonio Sánchez.

1.5 Objetivo General.

Evaluar la efectividad del Isoxaflutol (Merlin) e Imazapic para el control de malezas en caña de azúcar en la UEB “Antonio Sánchez”.

1.6 Objetivos Específicos.

1.6.1. Comparar los tratamientos de aplicación del Isoxaflutol (Merlin) e Imazapic con relación a la disminución de la cobertura de malezas, en la UEB “Antonio Sánchez”.

1.6.2 Determinar el tratamiento más efectivo para el control de malezas en caña de azúcar desde el punto de vista económico.

1.7 Beneficios esperados.

- ✓ Obtenidas las malezas predominantes dentro del cultivo.
- ✓ Evaluada la Cobertura de malezas a los 45, 60, 90, 120 días.
- ✓ Comparados los tratamientos de aplicación del Isoxaflutol (Merlin) e Imazapic con relación a la disminución de la cobertura de malezas.
- ✓ Determinado el tratamiento más efectivo para el control de malezas en caña de azúcar desde el punto de vista económico.

1.8 Limites del alcance de la investigación.

En el trabajo se evalúa el uso de aplicaciones de Isoxaflutol (Merlin) e Imazapic en caña de azúcar para el control de malezas en la UEB Antonio Sánchez a diferentes dosis y se compara con el control tradicional de limpia a guataca, donde se determina el tratamiento más efectivo en condiciones de suelo Ferralítico rojo típico, lo cual puede ser aplicado a este cultivo en condiciones análogas, además puede servir como material de consulta a quienes realicen estudios sobre el cultivo de la caña de azúcar en condiciones similares.

2. 0- Desarrollo.

2.1 Marco teórico de la investigación.

2.1.1 Valoración del contexto local, nacional y mundial.

Características de las malezas.

Algunas características biológicas y morfológicas determinantes del carácter invasor de las malezas, tales como: elevada plasticidad, gran vigor vegetativo, elevado número y vitalidad de las semillas y alta presión osmótica, razones por las cuales estas especies de plantas son muy competitivas y pueden abastecerse mejor en condiciones de sequía que las plantas cultivadas según Fuentes (1982). Además Acuña (1974) y Casamayor (1988) mencionan otras características importantes como el desarrollo del sistema radicular en breve tiempo, alta velocidad de crecimiento foliar, producción de inhibidores y elevada adaptabilidad ambiental, las que optimizan su eficiencia competitiva por los elementos vitales, reproducirse y perpetuarse.

La producción de altas cantidades de semillas es un factor a través del cual las malezas se perpetúan y alcanzan elevadas poblaciones de plantas por unidad de superficie (Anon, 1975). Además, plantea que la cantidad de semillas cambia según la especie, existiendo algunas capaces de producir más de 200 000 semillas por planta. Este propio autor agrega que, por mecanismos naturales, las semillas tienen la capacidad de mantenerse viables en el suelo durante muchos

años y germinar escalonadamente, haciendo mucho más difícil su erradicación. Benech *et al.*, (1990) demostraron que la latencia de las semillas puede ser interrumpida por ciclos fluctuantes de temperatura. En estas especies el tiempo acumulativo térmico es un factor importante para la ruptura gradual de la latencia, propiciando liberaciones sucesivas de cantidades de semillas aptas para germinar.

Otros autores como Fischer *et al.* (1985) plantean que el tiempo requerido para alcanzar la madurez reproductiva en las malezas varía considerablemente entre las especies, existiendo algunas con tiempo similar al cultivo acompañante o notablemente más corto, como es el caso de *Echinochloa colona* L. (Metabravo), la cual puede florecer en 30-45 días. También *Rottboellia cochinchinensis* L. (Zancaraña) puede producir semillas maduras a los 50 días de iniciado su ciclo de vida.

Además de la semilla botánica varias especies de malezas se multiplican vegetativamente por medio de tallos, raíces, hojas o de sus modificaciones, tales como rizomas, bulbos, bulbillos y estolones, siendo extremadamente difícil lograr efectividad en el control de estas especies, por cuanto los órganos reproductores no están expuestos.

Malezas predominantes en caña de azúcar en Cuba.

Estudios realizados por Rodríguez *et al.* (1997), demuestran amplia diversidad de especies de malezas en caña de azúcar, destacándose la clase Magnoliatae (Dicotiledóneas) como la más numerosa, con especies de hábitos de crecimientos rastreros, trepadores y arbustivos y de consistencia leñosa o herbácea. Se propagan por semillas, con sistema radicular pivotante, hojas de forma general redondeadas, por lo que a veces estas especies se clasifican como de hoja ancha. Sus puntos de crecimientos están expuestos y la posición de las hojas facilita la intersección de la luz, pero también de las asperjaciones de herbicidas. Pertenecen a ese grupo *Ipomea spp* (Bejuco marrullero), *Dichrostachys cinerea* L. (Marabú), *Amaranthus dubius* L. (Bledo), *Mucuna pruriens* L. (Pica pica),

Chamaesyce hyssopifolia L. (Hierba lechera), *Euphorbia heterophylla* L. (Hierba lechosa), *Rhynchosia minima* L. (Bejuco culebra). La otra clase importante, agregan los autores, es Liliatae (Monocotiledóneas), de propagación por semillas y/o estructuras subterráneas, sistema radicular fasciculado de alta eficacia para la absorción, hojas planas y estrechas en posición cercana a la vertical y puntos de crecimientos ocultos por estructuras foliares protectoras. A esta clase pertenecen las especies más agresivas por su capacidad de competencia, tales como *Cyperus rotundus* L. (Cebolleta), *Cynodon dactylon* L. (Hierba fina), *Dichanthium annulatus* L. (Pitilla villareña), *Echinochloa colona* L. (Metabravo), *Rottboellia cochinchinensis* L. (Zancaraña), *Sorghum halepense* L. (Don Carlos), en su mayoría perteneciente a la familia Poaceae (Rodríguez et al., 1997).

Estudios locales realizados por Stay et al. (1998) en Guantánamo, Morales et al. (1999) en Holguín y Rodríguez et al. (1996) en las provincias occidentales confirman la predominancia en caña de azúcar de especies pertenecientes a ambas clases.

De acuerdo con Posos (2001) en Cuba existen especies de malezas anuales que compiten con la caña de azúcar tales como Rottboellia cochinchinensis (Zancaraña), Echinochloa colona L. (Metabravo), Ipomea trifida L. (Bejuco aguinaldo), Mucuna pruriens L. (Pica pica), Rhynchosia minima L. (Bejuco culebra) y otras. Como su nombre lo indica son especies que completan su ciclo de vida en un año o menos. El otro grupo de malezas de importancia en caña de azúcar son las denominadas perennes, cuya principal vía reproductiva es a través de órganos subterráneos; son las más competitivas y difíciles de controlar y entre ellas se puede mencionar el Sorghum halepense L. (Don Carlos), Cynodon dactylon L. (Hierba fina), Dichanthium annulatus L. (Pitilla villareña), Panicum maximum L. (Hierba de Guinea) y otras (Posos, 2001).

Más recientemente Díaz et al. (2005), determinaron las 32 especies de malezas predominantes en caña de azúcar en Cuba, señalando a *Cyperus rotundus* L. (Cebolleta), *Sorghum halepense* L. (Don Carlos), *Dichanthium annulatus* L. (Pitilla villareña), *Panicum maximum* L. (Hierba de guinea), *Cynodon dactylon* L. (Hierba

finá) y *Brachiaria mutica* L. (Hierba bruja) como las más difíciles de controlar (Díaz *et al.*, 2005).

Pérdidas producidas por las malezas

Las pérdidas anuales causadas por las malezas en la agricultura de los países en desarrollo han sido estimadas en 125 millones de toneladas de alimentos, cantidad suficiente para alimentar 250 millones de personas (Parker y Fryer, 1975).

Según Anon (1975) las malezas pueden provocar disminución del rendimiento agrícola de los cultivos hasta de 35% como promedio en las condiciones de Colombia y agrega que, las malezas dificultan las labores de cosecha particularmente si hay presencia de especies trepadoras y disminuir la calidad del producto cosechado por la mezcla de semillas de malezas.

En el caso particular de la caña de azúcar estudios realizados por Velasco *et al.* (1968) demostraron que la libre competencia de las malezas con el cultivo en los primeros 120 días de vida, puede reducir la población de tallos molibles en más del 50 %, a causa de la reducción del proceso de ahijamiento por la interferencia de la luz y la falta de espacio.

Por su parte, Casamayor (1972) en investigaciones de campo plantea que la producción de azúcar disminuye entre 0.75-1.0 t.ha⁻¹ por cada 15 días de competencia libre o sin control. También Morales (1987) sitúa las pérdidas en la cosecha entre 33 y 66 %, pudiendo ser muchos mayores y hasta totales si la competencia es permanente.

Más recientemente Álvarez (2004) acota que varias investigaciones demuestran que la hierba no controlada a tiempo, afecta el rendimiento agrícola de la caña entre 14 y 75 % de la producción posible y agrega que, bajo condiciones de producción las afectaciones son más severas porque se agrega el problema de la falta de población. Además, puntualiza que las mayores pérdidas ocurren en los primeros 120 días del desarrollo de la plantación, pudiendo alcanzar más del 40 % en los primeros 30 días de competencia.

Las malezas también pueden afectar el rendimiento agrícola de los cultivos como hospederas de plagas y enfermedades. En este sentido Rodríguez (2002) señala a *Panicum maximum* L. (Hierba de guinea) como hospedera de los géneros cuarentenados Perkinsiella, Aeneolamia, Sesamia y Chilo, a *Sorghun halepense* L. (Don Carlos) hospedante de las plagas Gusano medidor de las hierbas (Mocis latipes genée), Gusano soldado (Mythima unipuncta Haworth), Leucania (Mythima inconspicua Herrich Schaffer), *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith. (Palomilla del maíz) y *Diatraea saccharalis* Fabricius (Bórer de la caña de azúcar), además se han observado en esta planta síntomas del Virus del Mosaico de la caña de azúcar (VMCA), *Puccinia melanocephala* Syd. & P. Syd. (Roya) y *Ustilago scitamineas* Syd. [Sydow] (Carbón). Además, las malezas pueden provocar daños en áreas no agrícolas como infestación de carreteras, caminos, pistas, canales y lagos, donde pueden obstruir seriamente la corriente de agua y ocasionar inundaciones, impedir el drenaje y deteriorarlos gradualmente (Álvarez, 2004).

Control de malezas

El control de malezas es una de las actividades agrícolas más importantes realizadas por el hombre, para garantizar la producción de alimentos procedentes del campo. Las grandes pérdidas de producción causadas por las malezas han obligado a especialistas y técnicos a buscar y perfeccionar permanentemente los métodos y tecnologías para contrarrestar la efectiva capacidad de las malezas para predominar sobre las plantas cultivadas. En este sentido, en los últimos años la agricultura cañera del país, ha recibido beneficios con la introducción de herbicidas de nueva generación, con mayor amplitud de uso y efectividad que los productos tradicionales. Además, como política estatal se establece el empleo máximo posible de alternativas de control más ecológicas, aprovechando las bondades de este cultivo para producir biomasa (Milanés *et al.*, 1997).

La cobertura de paja como método de control de malezas

Al respecto, Dillewijn (1951) plantea que alrededor del 60 % de la materia seca de la caña es tallo molible y el 40 % restante cogollo y paja, agregando que las variedades precoces tienen mayor cantidad de hojas que las tardías. En Mauricio,

Faunconnier *et al.* (1980) determinaron que aproximadamente el 30 % de la producción total de materia vegetal de la caña está compuesta por paja y cogollo, mientras Irvine (1981) en Louisiana plantea que la paja y el cogollo representan el 26 % de la biomasa aérea total de este cultivo. Por su parte, Baxter (1983) considera que en Sudáfrica la paja puede llegar al 30 % de la biomasa total.

En Cuba, Álvarez (1997) señala que la cantidad de paja y cogollo producida por este cultivo depende de factores agronómicos, características de las variedades, comportamiento del clima, rendimiento agrícola y hasta del ciclo de cosecha, puntualizando que la proporción de paja y cogollo fluctúa entre el 15 y el 29 % de la producción total de biomasa. Milanés *et al.* (1997) en estudios realizados para recomendar variedades para la alimentación animal, plantean que el cogollo y la paja representan, como promedio de 12 variedades, el 30.95 % de la producción total de biomasa.

Las proporciones de paja y cogollo señaladas anteriormente permiten estimar, por término medio, que alrededor del 30 % de la producción de materia vegetal está compuesta por paja y cogollo, los cuales junto a las raíces componen la biomasa no molible de la caña de azúcar.

En las condiciones del sistema de cosecha mecanizado de la caña de azúcar en Cuba, una parte importante de la masa foliar queda en el campo cubriendo la superficie del suelo en forma de cobertura. Los beneficios principales atribuidos a la cobertura de residuos son el control de maleza, la conservación de la humedad al disminuir la tasa de evaporación, protección del suelo de los impactos directos de la lluvia y de la erosión hídrica al constituir una barrera contra la escorrentía superficial, que disminuye las pérdidas y mejora la percolación y almacenamiento de agua. Como limitaciones se señalan el posible incremento de enfermedades, sobre humedecimiento en suelos de mal drenaje, dificultades en el avance del agua, en el riego por gravedad y mayores problemas para la fertilización (Anon, 1983; Baxter, 1983; Sturgess, 1985; Moberly *et al.*, 1987; Calcino, 1989; Lorenzi *et al.*, 1989; Díaz *et al.*, 1989; 1991; Hardy, 1990).

Las ventajas señaladas, unido a otras derivadas de un esquema de producción más sustentable, han incentivado a productores cañeros de varios países para adoptar la cobertura como principal manejo cultural de las plantaciones de retoño. En este sentido, Calcino (1987) plantea que en el norte de Queensland el sistema de cosecha de caña verde aumentó de 21 a 59 % en el período 1985-1987. Más recientemente Anon (2001) señala que en la década 1991-2000 Australia invirtió cerca de 2.4 millones de dólares en un proyecto de investigación y extensión de la cosecha de caña verde y mantenimiento de la cubierta de residuos, logrando aumentar de 32 al 63 % el área cañera con esta tecnología, lo que trajo beneficios notables en la reducción de la erosión de los suelos y pérdida por arrastre de nutrientes y pesticidas, estimándose en 60 millones de dólares el retorno neto a la industria azucarera y otros 26 millones extras por concepto de preservación del ambiente. En este propio país Chapman (2001) considera que la introducción de la cosecha de caña verde y el uso de la cobertura, es uno de los principales avances ambientalistas alcanzados por los agricultores cañeros en Queensland, logra no sólo incrementar el rendimiento agrícola si no también reducir la erosión, controlar malezas y mejorar la eficiencia en el uso del agua.

La eficacia de la cobertura de paja como barrera muerta para impedir la germinación de las malezas, depende de la cantidad y uniformidad de la distribución de los residuos sobre el suelo. Baxter (1983) en Sudáfrica especifica que son necesarias entre 16 y 20 t. ha⁻¹ de residuos como mínimo para conseguir un control efectivo de las malezas. Este propio autor considera que la paja representa el 30 % del peso de la caña cosechada y por tanto, serían necesarios rendimientos agrícolas superiores a 60 t. ha⁻¹ para lograr coberturas eficientes.

En Brasil, Arévalo (1999) justifica la eliminación de los residuos solamente en condiciones de mal drenaje, ataque de plagas o en áreas a reponer. En contraposición puntualiza que la cosecha de caña verde contribuye a la sustentabilidad de la producción cañera, siendo necesarias entre 10 y 20 t. ha⁻¹ de residuos para controlar, de forma eficaz, a más del 50 % de las especies de malezas existentes en los agroecosistemas cañeros de ese país. Por su parte,

Manechini (1997) señala que la cantidad de residuos para lograr coberturas eficientes debe estar entre 13 y 15 t. ha⁻¹ , acotando que el volumen de residuos está muy asociado a las características de la variedad.

En Cuba los residuos de cosecha de la caña de azúcar siempre se han aprovechado en beneficio de la plantación, tanto en la época del corte manual en el siglo pasado como en la actualidad, donde predomina el corte mecanizado y los residuos forman parte de las alternativas de control cultural de malezas, ya sea como cobertura total inalterada o en forma de arroyo al surco. Ambas opciones de manejo junto al desyerbe mecanizado y manual constituyen las variantes de control de menor impacto ambiental, aunque no suficientes para el control total y efectivo de las diferentes especies que compiten con la caña (Cuellar *et al.*, 2003).

Control de malezas mediante programas que impidan la entrada de semillas a las áreas de producción de caña y rotaciones de cultivos.

Otras medidas para el control cultural de malezas según Torcazo (1992) y Díaz (1999), se refieren a evitar la aparición y desarrollo de las malezas a través de programas que limiten la producción de semilla. Este propio autor puntualiza en la necesidad de no permitir la introducción de semilla desde áreas vecinas infestadas, para lo cual es necesario la limpieza, previa al traslado, de equipos e implementos de preparación de tierra, cultivo y cosecha. En coincidencia, Cuellar *et al.* (2003), plantean que el control preventivo intenta minimizar la introducción, establecimiento y diseminación de malezas hacia nuevas áreas y debe incluir además, la limpieza de orillas de campo, cercas, caminos, carreteras y canales para impedir la introducción externa o propagación interna de malezas problemáticas.

El cambio a otro cultivo, aunque sea cada cinco o seis años es una forma de control cultural de malezas, que ha demostrado efectividad en muchos países donde se cultiva la caña de azúcar en el mundo, sin embargo, en Cuba la rotación con caña no está incluida dentro del esquema de producción a escala comercial, independientemente que diferentes estudios muestran beneficios como método de lucha contra las malezas, desde el punto de vista económico y como mejorador

del suelo, al aumentar el contenido de materia orgánica y de nitrógeno, con la incorporación de los restos de cosecha y exploración del suelo por el sistema radicular (Cuellar *et al.*, 2003).

Así, Creach (2001) demostró que el monocultivo de la caña de azúcar en Cuba, requiere de la aplicación de técnicas como el cultivo intercalado y la rotación como métodos preventivos de erradicación de malezas. El cultivo intensivo de la caña en Cuba propicia la proliferación de semillas de malezas, las cuales mediante las sucesivas labores se estratifican en los suelos cañeros y brotan después de manera sistemática en los campos. Sin embargo, el intercalamiento y la rotación contribuyen a destruir la vegetación espontánea, más aún si se usan cultivos de ciclo corto, rápido cierre y buena cobertura foliar, que impiden la penetración de los rayos solares (Creach, 2001).

Ciertas malezas tienden a asociarse con determinados cultivos y el cambio a un cultivo diferente interrumpe este ciclo y disminuye la presión de selección por determinadas especies, explica Pérez (2000). Este propio autor señala que las rotaciones variables conducen a mejores resultados porque no permite manifestación repetida de iguales condiciones para el crecimiento poblacional de determinadas especies. En caña de azúcar, se han obtenido buenos resultados rotando con soya, maní, caupí, girasol y boniato, especie esta última eficiente para controlar determinadas especies de malezas consideradas de difícil control como *Sorghum halepense* L. (Don Carlos) y otras como *Rottboellia cochinchinensis* L. (Zancaraña), *Amaranthus dubius* L. (Bledo) y *Parthenium hysterophorus* L. (Escoba amarga) (Pérez, 2000).

Otras labores culturales y el clima como método de control de malezas en la caña.

El manejo efectivo de la fertilización orgánica o mineral es una herramienta utilizable en el marco de un programa de control cultural de maleza, según plantea Cuellar *et al.*, (2003). Estos autores puntualizan que la fertilización en el momento oportuno, enterrada y sin malezas establecidas eleva la producción de biomasa y acelera el cierre temprano del campo, influyendo positivamente sobre el control de

malezas. Agregan que en presencia de malezas disminuye significativamente el aprovechamiento de los fertilizantes por el cultivo y por el contrario, las hierbas absorben más elementos nutritivos principales como nitrógeno, fósforo y potasio que la caña.

Las condiciones climáticas predominantes durante la plantación y primeros meses de desarrollo de la caña, ayudan también al manejo más efectivo de los diferentes métodos de control. Reynoso (1868) y Pérez (2000) consideran la plantación de “frío” como la más adecuada para la lucha contra las malezas en Cuba, porque los primeros meses de vida del cultivo transcurren en un clima más seco y de menor temperatura y por tanto, menos propicio al desarrollo de las malezas. Además, en ese período del año se dispone de más fuerza de trabajo y maquinaria para esas labores, siendo menos intensa la competencia con otras actividades del proceso productivo de la caña. Agregan estos autores que las plantaciones de “frío” permiten sembrar en la primavera previa, cultivos en rotación.

Variantes de marco de plantación para el control de malezas

Otra posibilidad tecnológica en favor de la lucha contra las malezas en caña de azúcar, es la reducción de la distancia entre surcos para conseguir así altas poblaciones de tallos. En este sentido, Díaz *et al.* (2001) plantean que altas densidades del cultivo ayudan considerablemente a reducir las poblaciones de malezas, y agregan que la disminución de la distancia entre surcos hasta 0.9-1.0 m, reduce significativamente la infestación de malezas, el costo y número de labores de control de malezas en alrededor del 50%, debido al cierre del campo 2.0-2.5 meses antes en comparación al espaciamiento tradicional de 1.4-1.6 m., unido a incrementos de 10-20% en el rendimiento agrícola.

Diversos estudios en el mundo han demostrado la efectividad de las distancias estrechas para aumentar el rendimiento agrícola, reducir costos y mejorar el control de las malezas en caña de azúcar. Sin embargo, en las condiciones de alta dependencia de la mecanización del proceso productivo de la caña, como es el caso de Cuba, la maquinaria se convierte en fuerte limitante para la introducción

de marcos más estrechos de plantación, aunque a nivel investigativo y de pequeña extensión se han diseñado algunos esquemas que resuelven la contradicción máquinas-distancia de forma efectiva, pero quedan aspectos pendientes de solución principalmente los relacionados con el implemento surcador, el cual debe ser efectivo en las disímiles condiciones de suelo y calidad de preparación de suelo que actualmente se logran en la producción de caña comercial en el país (Díaz *et al.*, 2001).

Manejo de variedades en función del control de malezas

En la lucha contra las malezas, es posible apoyarse en características del propio cultivo para hacerlos más competitivos. Siguiendo esta línea de reflexión (Díaz, 1999) y González *et al.* (2001) plantean, que las variedades de rápida germinación y profuso ahijamiento cierran el espacio más rápido y son altamente competitivas con las malezas y pueden reducir hasta 20-30 % los requerimientos de actividades de deshierbe, respecto a otras de lento desarrollo y mala germinación. Estos autores patentizan que la competitividad está relacionada con la precocidad y arquitectura foliar de la variedad, mencionando como variedades altamente competitivas en Cuba a CP52-43 por su buena germinación y ahijamiento, alta población y superficie foliar, así como a C266-70 por su alta rusticidad.

Método de control mecánico de malezas

Como se aprecia son amplias las posibilidades de usar diferentes alternativas para lograr conducir la lucha contra las malezas hacia la predominancia del control cultural y no a favor de otras variantes más costosas y dañinas al ambiente como las actuales, sin embargo, aún falta conocimientos y cultura ecológica en el productor cañero para aprovechar más eficazmente esas tecnologías y no continuar considerando a los herbicidas como la única solución posible (Díaz *et al.*, 2005).

Entre los métodos utilizados en caña de azúcar en Cuba, el control mecánico es de los más importantes, con diferentes variantes como el mecanizado, tracción

animal y manual. Las labores de cultivo entre surcos, mecanizado o por tracción animal, en plantaciones establecidas, constituye un método productivo y económico de control de malezas, disponible a la mayoría de los agricultores. Resulta muy útil en caña y otros cultivos, principalmente para el control de malezas en el entresurco o calle, combinado con el control químico de la banda o hilera de cultivo. Sin embargo, está limitado por condiciones de humedad, rocosidad y pendiente del suelo; sus efectos sobre las malezas son de corta duración en comparación con los herbicidas residuales, porque promueve la germinación de nuevas generaciones de malezas y además, destruye la cubierta de residuos (Díaz *et al.*, 2005).

Este tipo de control se utiliza tanto en cañas nuevas como retoños, principalmente dirigido a la zona del camellón y muy esporádicamente en caña planta se desyerba también el surco o narigón, agregando órganos diseñados al efecto (rakes) que controlan malezas pequeñas y no dañan los tallos de caña. El control mecanizado es la variante más productiva dentro del control mecánico de malezas, pero al igual que las demás opciones son poco duraderas (Santana *et al.*, 2005).

Díaz *et al.* (2005) plantean que la opción de control manual para agricultores pequeños, de limitados recursos, es un componente importante de las prácticas de manejo de malezas. Sin embargo, su eficacia está limitada por condiciones de humedad del suelo y su disponibilidad por los crecientes costos de la mano de obra, y por tanto, debe ejecutarse bajo condiciones de suelo seco y siempre que sea posible, en combinación con otros métodos de control, por ejemplo, deshierbe manual a la banda del surco, combinado con labores de cultivo de desyerbe al entresurco y preferiblemente después de un período de control de una aplicación en banda de herbicidas. También es muy útil en áreas donde se requiere la extirpación y extraer de áreas donde existan pequeñas infestaciones de especies peligrosas y agresivas, para evitar su diseminación. Sin embargo, su efecto es de muy corta duración y puede causar daños directos al cultivo o favorecer el ataque de enfermedades. Este método en plantaciones grandes tiende a desaparecer en varios

países hace años por la creciente escasez y elevado costo de la mano de obra para tan agotadora y poco productiva labor (Santana *et al.*, 2005).

2.1.2 Estado actual del conocimiento del problema de investigación.

Control químico de malezas en caña de azúcar

Respecto al control químico, existen diversos herbicidas selectivos apropiados para la caña de azúcar y, al igual que en otros métodos o prácticas de control, el requisito o regla más importante para el éxito es la aplicación oportuna, generalmente expresado en los estadios más jóvenes de las malezas y adecuadas condiciones climáticas, principalmente de alta humedad del suelo. Es imprescindible disponer de suficiente capacidad de aplicación, principalmente en el pico o “explosión” de las malezas, durante los meses iniciales del período lluvioso, cuando también la mayoría de los campos no están "cerrados". Otros requisitos son los de aplicar la dosis requerida para cada situación malezas-cultivo, con la cobertura por cm² y tamaño de gotas que ofrezcan una máxima eficacia herbicida, sin deriva o arrastre del asperjado y con una solución final por hectárea adecuada según las características del herbicida y el estado de desarrollo de las malezas. Para cumplir estos requisitos es imprescindible una correcta y periódica calibración de la asperjadora, ya sea mochila, máquina o avión (Díaz, 2002).

El surgimiento de resistencia a herbicidas en algunas especies antes susceptibles constituye un grave problema en casi todos los países con intenso uso de estos productos. Así, entre los herbicidas más aplicados en caña en Cuba, se reportan hasta el año 2000 internacionalmente 60 especies de maleza con resistencia adquirida a atrazina PH 80, 26 a paraquat CS 20, 17 a 2,4-D, 7 a trifluralin CE, 3 a glifosato CS 36 y una a MSMA CS 72. Las estrategias de prevención contra el surgimiento de resistencia a herbicidas incluyen: la rotación de cultivos, la rotación y la mezcla de herbicidas con diferentes modos de acción y el manejo integral de malezas incluyendo otros medios de control y prevención (Arévalo, 2000).

El uso de herbicidas, intensamente explotados desde inicio de la década de los setenta en los países desarrollados y muchos otros en vías de desarrollo, entre ellos Cuba, se pronostica mantenga y aún aumente en términos de área en el futuro previsible, debido al creciente costo de la mano de obra, la expansión de la industria de agroquímicos hacia los países en vías de desarrollo y el vencimiento de patentes, aunque probablemente se reduzca significativamente los volúmenes totales y la contaminación ambiental, debido a la introducción de nuevos productos y grupos de herbicidas efectivos en dosis muy bajas, mejores tecnologías de aplicación, legislaciones ambientales más estrictas, así como por la integración más efectiva y económica de las prácticas de manejo. La integración de la aplicación de herbicidas con otros métodos de control, como las coberturas o acolchados de residuos, las labores de cultivo entre surcos, las distancias estrechas entre surcos, la preparación adecuada del terreno y las rotaciones de cultivos, permiten una mayor economía en el consumo de herbicida progresivo al aplicarlo en años sucesivos (Santana *et al.*, 2005).

La introducción de nuevas tecnologías e instrumentos, como herbicidas de dosis muy bajas, campanas o protectores acoplados a asperjadoras, sensores que distinguen entre vegetación y suelo (respectivamente entre malezas y cultivo), sistemas automatizados de soporte de decisiones, variedades transgénicas tolerantes a herbicidas totales y Sistemas de Posicionamiento Global, permitirá el uso más extenso, económico y seguro de los herbicidas (Santana *et al.*, 2005).

Según Labrada (2004) la siembra de variedades transgénicas tolerantes a herbicidas totales se encuentra en extensión acelerada, con más de 50 millones de hectáreas en 2003 en soya, colza, maíz y algodón en EE.UU., R. P. China, Argentina, Brasil y en menor escala en muchos otros países. Se reporta de una variedad de caña tolerante a glufosinato en EE.UU (Gallo-Meagher e Irving, 1996) y un grupo de estas tolerantes a glufosinato y glifosato CS 36 en evaluación por Copersucar en Brasil. Los Cultivos resistentes a herbicidas (CRHs) ofrecen varios beneficios al agricultor, tales como: control de malezas en los períodos requeridos del ciclo del cultivo; reducción de la fuerza laboral, combustible y uso de

maquinaria para la preparación del terreno y el combate temprano de malezas; reducción de costos generales de producción; mejor uso de la mínima o cero labranza, posibilidad de desarrollar procedimientos de agricultura de conservación; y se evitan pérdidas de rendimiento por fallos de la selectividad del herbicida en uso. Por otra parte, los riesgos de impacto ecológico son debidos a: flujo potencial del gen de resistencia del CRH a especies afines botánicamente, lo cual puede resultar en la aparición de biotipos resistentes de malezas mejor adaptados al ambiente y más agresivos en los campos agrícolas; posible aparición de CRH espontáneos en cultivos subsiguientes o vecinos; y efectos adversos sobre los procesos ecológicos y organismos no objeto de control. La FAO ha desarrollado y está capacitando procedimientos para la evaluación, caso a caso, de los riesgos ecológicos de los CRH (Labrada, 2004).

Principales experiencias del uso de herbicida Isoxacflutol (Merlin).

Cruz *et al.* (2006), teniendo en cuenta resultados obtenidos en Brasil con Isoxacflutol (Merlin) en periodo seco, aplicó el producto herbicida en diferentes cepas (retoños verdes con coberturas, quemados o cultivados y caña nueva) y en periodos de humedad (seco, semi -húmedo y húmedo) en cinco unidades de producción cañeras, obteniéndose un control más duradero en periodo seco (130 días) y un costo por días limpio de 0.26 USD, mientras que en periodo semi-húmedo fue de 102 días con 0.24 USD y en el húmedo de 88 días con 0.22 USD, así como reporta una disminución de los porcentajes de áreas enyerbadas en todos los periodos evaluados. Concluye que el Merlin se puede aplicar en cualquier periodo de humedad y tipo de cepa, con lo cual se logró resultados superiores de producción.

Merlín es un herbicida residual, efectivo tanto en caña planta o nueva como en retoños, estos últimos quemados o verdes, cultivados o con cobertura de paja. Es un miembro de una nueva familia de herbicidas: los oxazoles, formulado como granulado dispersable en agua, al 75 % de ingrediente activo isoxaflutol

(Programa de control de malezas en caña de retoño con el herbicida Merlín, 2005).

Según González (2009) las ventajas del Merlin radican en que se pueden aplicar con igual eficacia en caña planta o nueva y en retoños cosechados quemados o verdes, cultivados o con cobertura de paja. Pueden ser aplicados en cualquier condición de humedad, lo cual permite evitar los picos de aplicación. Combinan efecto pre y post-emergente temprano. Amplio espectro contra gramíneas y dicotiledóneas, incluyendo un efecto temporal sobre Don Carlos (*Sorghum halepense*). Se reactiva con la lluvia hasta varios meses después de aplicado. Es noble o poco tóxico al hombre, animales y medio ambiente en general. Presenta facilidad y bajo costo de transportación, manipulación y almacenamiento. No requiere de pre-mezcla.

Según el programa Merlin (2005) dentro de las principales ventajas de este herbicida están que se ha demostrado que es posible en retoño invertir los tratamientos de correctivos, foliares o postemergentes a preventivos, residuales o preemergentes, lográndose menos competencia con la caña y como consecuencia mayor rendimiento de esta. El uso del Merlín en seco y semi-húmedo posibilita terminar las aplicaciones en retoño con la terminación de la zafra, o por lo menos en los primeros 15 días de las lluvias, evitando así, los picos de aplicación que se originan con el brote masivo de las malezas al empezar estas, haciendo un mejor uso de los medios de aplicación. Se puede desarrollar el control de malezas a la par con las actividades de zafra con un mínimo de recursos y medios, dadas las condiciones del suelo, las cuales son difíciles para la mayoría de otros herbicidas residuales. Permite liberar fuerza de trabajo, tractores e implementos hacia otras actividades, al mantener las áreas limpias. Los costos totales por hectárea en el primer año de aplicación de Merlín en retoño son similares al tradicional en condiciones normales, consistentes en un descepe químico, una aplicación foliar y un pre-cierre, pero con la ventaja de que en el primero no existe competencia de la maleza con el cultivo. Se disminuye el consumo de herbicidas hormonales hasta un 50%. Se incrementan los ritmos de limpia manual hasta normas de 0.5 a 0.8 ha

y más por jornada/hombre. El Merlín en retoños ha demostrado que se puede aplicar desde las primeras horas de la madrugada y con soluciones finales entre 200 – 400 litros/ha sin afectar la calidad de los tratamientos. Los tratamientos de Merlín en retoño con cobertura de paja en cualquiera de los periodos son las variantes más duraderas y de menos costos por día limpio. Se logran tratamientos de manchoneo (subsiguientes al residual inicial) a un bajo por ciento del área.

Dentro de las desventajas de este producto, refiere el programa Merlin (2005), se plantea que debido a la baja dosificación del Merlín, es necesario una correcta calibración del medio de aplicación, cuidado en la preparación del caldo de aspersión y demás componentes de la técnica de aplicación. Puede producir síntomas de albinismo transitorios, de mayor o menor intensidad, según la dosis, variedad y suelo. Por su relativa larga residualidad, no es recomendable su empleo en áreas donde se roten otros cultivos con caña. No es recomendable su empleo en áreas de bajo rendimiento agrícolas, porque no resulta económicamente viable.

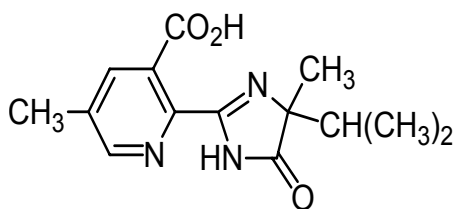
Según Díaz *et al.* (2005) el programa Merlin y sus acompañantes debe ejecutarse de acuerdo a las condiciones existentes en cada lugar a partir de lo señalado en la siguiente tabla:

Texturas	Periodo seco	Periodo húmedo
De	Merlin solo	Merlín Ametrina PH 80
Suelos	(kg p.c. y USD. ha ⁻¹)	(kg p.c y USD/ha)
Ligeros	0.18-0.20 (27.0-30.0)	0.150 + 1.50 (31.45)
Medios	0.20-0.23 (30.0-34.5)	0.175 + 1.75 (36.70)
pesados	0.23-0.27 (34.5-40.5)	0.200 + 2.00 (41.93)

Principales características del herbicida IMAZAPIC 24 LS

IMAZAPIC

- IMAZAPIC *Herbicide*
- HRAC B WSSA 2; imidazolinone



Se utiliza para el control pre y post emergente de malezas y hojas anchas, cyperaceas y gramíneas anuales y perennes; así como otras arbustivas. Se aplica en cultivos con medidas de control y es selectivo a muchas leguminosas. Peso molecular 275.3. Polvo blanco hasta naranja. Punto de fusión: 204-206 °C. Solubilidad: 2150 ppm en agua y 18.9 mg / ml en acetona. Establece un año a 37 ° establece PH 5-9. En solución lo afecta la luz solar.

Efecto de los herbicidas aplicados, sobre el suelo.

El efecto de los herbicidas sobre la macro y microflora del suelo parece tener un carácter temporal, lo cual puede estar determinado por diversos factores. El tipo de tratamiento es un elemento a considerar por cuanto los herbicidas preemergentes se aplican, por lo general, en suelo desnudo y por tanto, todo el producto entra en contacto directo con la superficie, mientras en los postemergentes o foliares una porción considerable es interceptada por la parte foliar de las malezas y las plantas cultivables y metabolizada y degradadas a otras sustancias sin afectar el suelo (INICA, 2009).

Dubach (1970) considera que la cantidad de herbicidas por unidad de superficie de suelo en aplicaciones para controlar malezas es ínfima y la desestima como factor desestabilizador del equilibrio de la vida en el medio edáfico. En este

sentido se puede agregar que los herbicidas y dosis recomendados en Cuba para el control de malezas en caña de azúcar, la cantidad de ingrediente activo fluctúan entre 0.002 - 0.01 gramos/m² en algunos productos de nueva generación hasta 0.1 - 1.2 gramos/m² en los herbicidas tradicionales de mayor dosis. La introducción en el país de herbicidas cuya dosis efectiva es hasta 100 veces menores que sus similares de uso convencional, constituye un paso a favor del aprovechamiento de las bondades del control químico y a la vez, tratar de disminuir el efecto nocivo al ambiente, que durante décadas ha ocurrido por el empleo de herbicidas de alta dosis (Dubach, 1970).

Otros autores como Martínez (1976) plantean que el efecto de los herbicidas sobre los microorganismos del suelo depende del contenido de materia orgánica, y agregan que en pruebas realizadas en suelos Ferralíticos Rojo con Atrazina, se encontró efecto pasajero sobre la microflora, que es mayor si la materia orgánica era baja y viceversa; lo cual contribuyen a la mayor absorción e inmovilización del ingrediente activo del herbicida cuando la materia orgánica estaba en niveles relativamente elevados. Un comportamiento similar se manifiesta respecto al contenido de arcilla de los suelos, lo cual influye sobre la dosis óptima de los herbicidas residuales, que al aplicarse directamente sobre el suelo, son absorbidos y retenidos en mayor cantidad por las partículas de arcillas, razón por la cual se requiere mayor dosis en suelos más arcillosos (Martínez, 1976).

Fuentes (1982) señala que los herbicidas aplicados directamente al suelo interactúan con los minerales, humus, sustancias disueltas y seres vivos, siendo sometidos a diferentes procesos como la absorción por las plantas, lixiviación, degradación microbiana, volatilización y descomposición química. El propio autor puntualiza que la totalidad de los efectos depresivos de los herbicidas sobre los microorganismos, incluso sobre las bacterias simbióticas, son de acción breve seguidos, a menudo, por un periodo de estimulación de la efectividad microbiana.

De acuerdo con resultados expuestos por Alfonso (1980) obtenidos en laboratorio, el tiempo medio para la desaparición de los restos de Diuron en suelo Ferralíticos

Rojo no rebasa los 50 días, lo cual fue ratificado por el propio autor en condiciones de campo.

Más recientemente Hill *et al.* (1995) estudiaron la velocidad de degradación de herbicidas residuales en condiciones de campo y concluyeron que los microorganismos desempeñan un rol fundamental en la descomposición de los herbicidas, puntualizando que la velocidad del proceso depende de factores como la humedad, descomposición química, lixiviación y volatilización pero sin señalar un tiempo determinado.

Propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos ferralíticos y pardos en la UEB Antonio Sánchez”.

Según Pérez *et al.* (2008), en las áreas de la UEB “Antonio Sánchez”, se distinguen 4 agrupamientos fundamentales de suelo, representando los Ferralíticos el 78.5 % del área, los Pardos el 17.1% y en un menor cantidad se encuentran los Húmicos y Vertisuelos. Actualmente las principales limitaciones de estos suelos están dadas por compactación, drenaje deficiente y escasez de humedad, sobre todo en el periodo seco del año que provoca estrés hídrico y la caña se foguea. Los suelos Ferralíticos, explican los autores, que se desarrollan esencialmente a partir de rocas calcáreas, presentan minerales del tipo 1:1, pH generalmente entre 6.0 y 6,5, el subtipo lixiviado presenta transición notable en sus horizontes, los Amarillentos tienen drenaje deficiente generalmente, y son medianamente desaturados. En los suelos Pardos los minerales que predominan son arcilla del tipo 2:1 principalmente montmorillonita, son de poco a mediana profundidad, ocupan topografía ondulada a casi plana, la textura varía desde loam hasta arcilla. Los autores explican que los suelos pardos poseen mejores propiedades físicas y químicas que los ferralíticos. Sánchez *et al.* (1982) plantean que esta superioridad de los pardos sobre los ferralíticos en cuanto a propiedades físicas y químicas, en cultivos de secano como la caña de azúcar, está dada por ser suelos más fértiles y poseer mejor retención de humedad lo que se acentúa más en el pardo sin carbonato. Por otra parte, según el autor, la actividad de los

microorganismos depende de varios factores en el suelo, como son: estructura, temperatura, humedad del mismo, nivel de materia orgánica, PH y equilibrio entre los nutrientes.

2.1.3 Carencia que se quiere llenar con la investigación.

El programa tecnológico tradicional, según plantea Díaz *et al.* (2005), demostró mayor efectividad en períodos relativamente secos, pero poca eficacia durante los meses iniciales de la temporada lluviosa, porque la mayor parte del área cañera no ha sido previamente tratada con herbicidas residuales y está desprotegida contra la brotación de malezas, la caña aún no ha alcanzado el desarrollo necesario para auto controlar las malezas, las condiciones de humedad y temperatura favorecen la brotación y crecimiento “explosivo” de las malezas y los residuos provenientes de la cosecha anterior han perdido efectividad, todo ello en un medio agrícola donde la fuerza de trabajo manual y los medios siempre son insuficientes para controlar las malezas en el tiempo requerido. De ahí que se necesita evaluar el uso de herbicidas residuales de última generación para determinar cuál es el más efectivo y la dosis adecuada desde el punto de vista productivo y económico. El uso de aplicaciones de Isoxaflutol (Merlin) e Imazapic en caña de azúcar para el control de malezas, podría ser la opción más efectiva desde el punto de vista económico y productivo.

2.2.0 Materiales y métodos.

El presente estudio se desarrolló en la UEB “Antonio Sánchez” del municipio Aguada de Pasajeros, provincia de Cienfuegos. Durante la campaña 2010 – 2011. Se montaron experimentos de campo, usando un diseño experimental cuadrado latino, con cinco tratamientos y cinco réplicas en la localidad: Unidad Básica de Producción Cooperativa Victoria, Ferralítico rojo típico (FRT). Para la selección de las parcelas dentro de la unidad productora de caña, se buscó que tuvieran similares condiciones climáticas, manejo agronómico e incidencia de plagas y enfermedades. La variedad de caña usada fue la C8612 y los tratamientos empleados fueron:

1- Limpia a guataca (Testigo).

2- Isoxaflutol (Merlin) ----- 200 g. ha⁻¹

3- Isoxaflutol (Merlin) ----- 150 g. ha⁻¹

3- Imazapic 24 ls ----- 0.70 l. ha⁻¹

4- Imazapic 24 ls ----- 0.60 l. ha⁻¹

5- Imazapic 24 ls ----- 0.55 l. ha⁻¹

Las aplicaciones de los productos a las dosis en cada tratamiento se efectuaron según las recomendaciones del manual de Control Integral de malezas (2010) y las de Díaz (2009), para el cultivo de la caña de azúcar. Las aplicaciones se efectuaron antes de la brotación del retoño en las parcelas. En el testigo se aplicaron dos decepe manuales a los 30 y a los 65 días de la cosecha.

Se seleccionaron los puntos de muestreo en cada parcela experimental al azar (Figura 1). Para la determinación de estos se tuvo en consideración la metodología de INICA (2007) que recomienda parcelas de 96m² para la ejecución del muestreo.

El montaje, conducción y evaluación del experimento de campo se realizó según la metodología del Departamento de Agronomía INICA (1983). Los muestreos se efectuaron una vez cosechados los campos en el mes de febrero del 2010, así como la aplicación de los tratamientos y el resto de las evaluaciones.

Para la determinación de las malezas predominantes se realizó una encuesta, donde se determinó las malezas fundamentales por orden de aparición de % de cobertura de las mismas.

PARÁMETROS MUESTREADOS

- ✓ % de cobertura y malezas (por método visual).
- ✓ Fitotoxicidad en el cultivo por la escala EWRS de tolerancia del cultivo.
- ✓ Evaluación de las especies existentes por el método visual.

Se realizaron 4 evaluaciones: a los 45, a los 60, a los 90 y a los 120 días.

La evaluación de los parámetros se efectuó en 3 calles de cada parcela para el % de cobertura de malezas y la fitotoxicidad en la caña, dejándose de evaluar una calle como promedio de cada parcela como efecto de borde. Las especies predominantes se evaluaron por el método visual según Díaz *et al.*, (2005) y la fitotoxicidad se midió por la escala EWRS de tolerancia del cultivo según Días (2009), donde se contemplan las siguientes variantes:

1. Ausencias absolutas de síntomas.
2. Síntomas muy ligeros.
3. Síntomas ligeros pero claramente visibles.
4. Síntomas muy marcados, sin pérdidas de rendimiento.
5. Mayor clorosis y pérdidas de rendimientos.
6. Idéntica a la 5 pero mayor.
7. Idéntica a la 6 pero más intenso.

El esquema del diseño empleado aparece en la siguiente figura:



Figura 1 Esquema experimental.

El rendimiento se determinó pesando la caña total cortada en cada réplica de los tratamientos y se calculó dividiendo las toneladas pesadas entre el área de la parcela en hectáreas.

2.2.1 Comparación de los tratamientos de aplicación del Isoxaflutol (Merlin) e Imazapic con relación a la disminución de la cobertura de malezas.

Para ello se determinó el % de cobertura de malezas que se midió según las recomendaciones de Días (2009), en tres hileras y dentro de ellas varios puntos de muestreo al azar en cada tratamiento, dejándose de evaluar un espacio entre hileras sin evaluar como efecto de borde en cada tratamiento, donde se determinó visualmente el área ocupada por malezas dentro del cultivo. Se realizaron observaciones de malezas según el procedimiento explicado por Toala *et al.* (2009) donde se procedió a identificar las malezas predominantes a partir de la determinación de la composición de especies de las mismas en cada parcela experimental, recorriendo sus diagonales y anotando de mayor a menor las especies por su grado de propagación dentro del cultivo.

Para el procesamiento de los datos se efectuó el paquete estadístico SPSS versión 15.0 donde se aplicó la comparación de medias por la dócima de Tukey para $P < 0.05$ siempre y cuando se cumpliesen las condiciones para una ANOVA paramétrica.

2.2.2 Determinación del tratamiento más efectivo para el control de malezas en caña de azúcar desde el punto de vista económico.

Para la evaluación económica de los tratamientos aplicados se empleó la Instrucción complementaria 01 del MINAZ, (2006), que instruye para la entidades productoras de caña, el cálculo de los costos por hectáreas, incluyendo los totales resultantes de la sumatoria de las monedas CUC y MN, teniendo en cuenta que el índice de conversión entre ellas es de uno por uno. De igual manera se procede con los ingresos, cuyo valor base para el cálculo es de 105.00 pesos. t^{-1} de producción de caña. Para el índice de rentabilidad se procedió a dividir los ingresos por tratamiento entre los costos por tratamiento.

2.3.0 Resultados y discusiones.

2.3.1 Comparación de los tratamientos de aplicación del Isoxaflutol (Merlin) e Imazapic con relación a la disminución de la cobertura de malezas.

Las malezas predominantes obtenidas dentro del cultivo fueron las siguientes:

Nombre Científico	Nombre vulgar	% cobertura
Andropogon sp.	Pasto	42.3
Panicum maxima L.	Hierba guinea	28.3
Ipomea s.p	Bejucos	26.8
Sorghum halepense	Don Carlos	2.6

Las evaluaciones de fitotoxicidad no arrojaron síntomas en ninguno de los tratamientos durante el desarrollo de la investigación.

Las mediciones de la cobertura de malezas se muestran en la Figura 1:

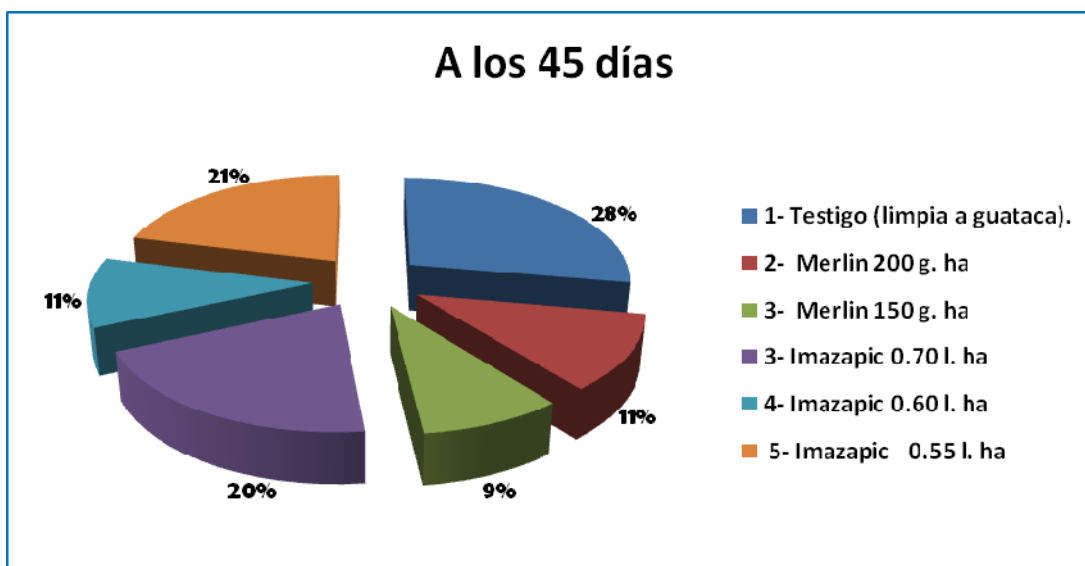


Figura 1 Cobertura de malezas a los 45 días.

En las mediciones efectuadas al porcentaje de cobertura de las malezas en el cultivo a los 45 días (Figura 1) muestra el valor más elevado en el tratamiento de limpia a guataca (28%), mientras que donde se aplicó Imazapic la menor cobertura se observa a la dosis de 0.60 l. ha⁻¹. El resto de los tratamientos con ese producto muestran valores similares. Las aplicaciones de Merlin por su parte exhiben los menores porcentajes de cobertura de malezas de la evaluación. Estos resultados concuerdan con lo planteado por Díaz (2002) quien refiere que esto se deben a la edad temprana del cultivo y además que la brotación de las malezas comienzan a partir de las primeras lluvias que a su vez activan la acción herbicida de los productos, aunque se observa que hay control de malezas lo cual corrobora lo planteado por González (2009) que explica que esto se debe a la lipofilia, o sea que se produce la penetración del producto dentro de la semilla aún cuando no exista humedad pero que dicho control es lento al igual que la brotación de las malezas, de ahí que en esta etapa la acción de los productos es limitada y se observa poca diferencia entre los tratamientos aplicados.

Las mediciones de la cobertura de malezas a los 60 días aparecen en la Figura 2:

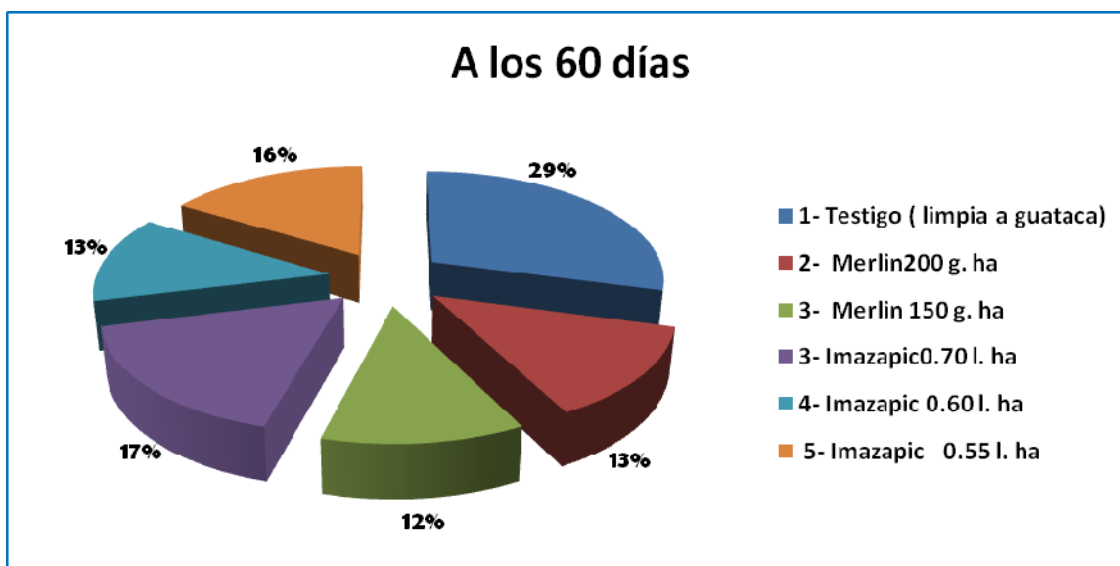


Figura 2 % de cobertura de malezas a los 60 días.

En la evaluación de la cobertura a los 60 días se observa que se mantiene como la más elevada en el tratamiento testigo: limpia a guataca lo que ratifica la reducida eficacia del método. Sin embargo el uso del Imazapic, así como de Merlin muestran los menores valores que a su vez exhiben una gran homogeneidad entre sí, aunque el segundo supera discretamente al primero. Esta homogeneidad entre los tratamientos a base de productos químicos está dada por la ocurrencia de precipitaciones durante el mes de abril en que se realizó la evaluación, donde estos se activaron y comenzaron a ejercer su acción sobre las malezas (Díaz *et al.*, 2005).

Las mediciones de la cobertura de malezas a los 90 días aparecen en la Figura 3:

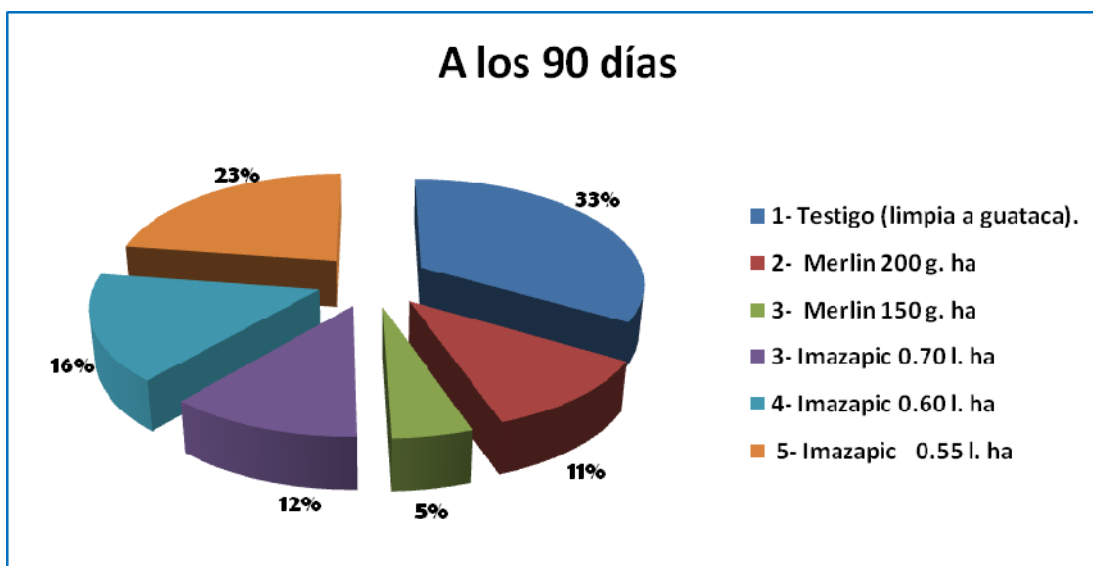


Figura 3 % de cobertura de malezas a los 90 días.

La figura muestra como la aplicación de Merlin, al igual que lo expuesto anteriormente, presenta las menores coberturas de malezas de una manera más marcada. Resultando ser un producto de gran eficacia para el control de las malezas, lo cual corrobora lo obtenido por González (2009). El testigo con guataca muestra los mayores valores de cobertura lo que ratifica la pobre eficacia del mismo. Se destaca que dentro de las aplicaciones con Imazapic la dosis a 0.70 l. ha⁻¹ presenta la mayor efectividad en el control de malezas lo concuerda con lo obtenido por Díaz *et al.* (2005) quienes plantean que esto está dado por existir mayor concentración del producto en el suelo lo que trae consigo un control más rápido de las malezas.

Las mediciones de la cobertura de malezas a los 120 días aparecen en la Figura 4:

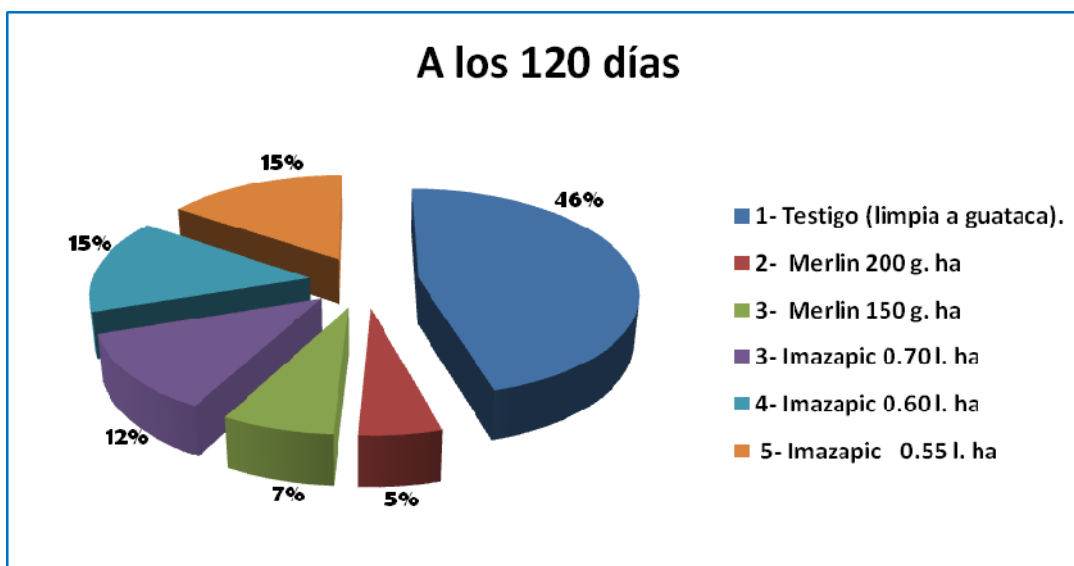


Figura 4 % de cobertura de malezas a los 120 días.

Se puede observar resultados similares a los antes obtenidos, cuando se evaluó la cobertura a los 120 días donde se mantiene que las aplicaciones de Merlin poseen los menores valores de cobertura de malezas lo cual demuestra la durabilidad de la acción del producto en las condiciones evaluadas coincidiendo esto con lo obtenido por González (2009) quien propone el producto para el cultivo de la caña de azúcar en la UEB “Antonio Sánchez”. La mayor efectividad en las aplicaciones con Imazapic se presenta a la dosis de 0.70 l. ha^{-1} aunque el resto de los tratamiento con este producto muestran resultados similares a este. El tratamiento testigo: limpia a guataca, exhibe los mayores porcentajes de cobertura de malezas dada por su pobre eficacia en comparación con estos productos químicos.

En las comparaciones de media con prueba de Tukey (Tabla 1) se observa que el uso de la guataca en el control de malezas presenta los valores más elevados de cobertura con diferencia significativa con el resto de los tratamientos. No se observó diferencia estadística entre las aplicaciones de Merlin e Imazapic hasta los 60 días. A los 90 y 120 días las aplicaciones de Merlin a 150 g. ha^{-1} e Imazapic a 0.70 l. ha^{-1} muestran los menores porcentajes de coberturas, no existiendo diferencia significativa ($P < 0.05$) entre ellos. Se destaca que en las aplicaciones con Imazapic los resultados a la dosis de 0.70 l. ha^{-1} , concuerdan con lo obtenido

por Díaz *et al.* (2005) quienes plantean que esto está dado por existir mayor concentración del producto en el suelo lo que trae consigo un control más rápido de las malezas. En el Merlin coinciden con lo obtenido por González (2009) quien propone el producto para el cultivo de la caña de azúcar en la UEB “Antonio Sánchez y en los suelos ferralíticos rojos a 150 g. ha⁻¹. El testigo con guataca muestra los mayores valores de cobertura y con diferencia significativa con el resto de los tratamientos, lo que ratifica la pobre eficacia del mismo.

Tabla 1 Comparaciones de media con prueba de Tukey Para P<0.005.

Tratamientos	45 días	60 días	90 días	120 días
1- Testigo (limpia a guataca)	42.00a	75.00a	50.00a	70.75a
2- Merlin200 g. ha ⁻¹	5.10b	33.80b	16.85bc	8.05d
3- Merlin 150 g. ha ⁻¹	3.90b	30.00b	7.25c	10.85cd
3- Imazapic 0.70 l. ha ⁻¹	8.90b	43.35b	17.50bc	18.6c
4- Imazapic 0.60 l. ha ⁻¹	4.70b	32.50b	24.00bc	22.85b
5- Imazapic 0.55 l. ha ⁻¹	9.30b	41.60b	33.85ab	23.95b
ES±	4.13	4.84	4.31	5.57
CV (%)	0.34	0.11	0.17	0.16

*Letras diferentes en las columnas existe diferencia significativa para P<0.05.

2.3.2 Determinación del tratamiento más efectivo para el control de malezas en caña de azúcar desde el punto de vista económico.

El análisis de los costos e ingresos en el cultivo, con la aplicación de los tratamientos en estudio se pueden observar en la tabla 2:

Tabla 2 Resultados económicos de los tratamientos.

Tratamientos	UM	Dosis	Costo en peso. ha ⁻¹	Rend t.ha ⁻¹	Ingresos por tratamientos (pesos. ha ⁻¹)	Índice de rentabilidad (pesos. ha ⁻¹)
Limpia a guataca.	-	-	401.04	40.6	649.60	1.61
Merlín 1	g. ha ⁻¹	200	398.93	61.8	988.80	2.48
Merlín 2	g. ha ⁻¹	150	299.20	63.4	1014.4	3.39
Imazapic 1	l. ha ⁻¹	0.70	466.00	62.3	996.80	2.14
Imazapic 2	l. ha ⁻¹	0.60	427.25	58.5	936.00	2.41
Imazapic 3	l. ha ⁻¹	0.55	388.50	55.8	892.80	2.30

Como se observa se obtienen los mayores índices de rentabilidad cuando se aplicó Merlin a 150 g. ha⁻¹(3.39) que a su vez mostró anteriormente un control de malezas más efectivo y duradero que el resto de los tratamientos. De igual manera el Imazapic a 0.70 l. ha⁻¹ que anteriormente mostró un control efectivo y duradero en relación con el resto de los tratamientos, se observa que su índice de rentabilidad fue inferior a estos, donde solo superó al testigo lo cual se debe al costo del producto y a lo elevado de la dosis empleada. En la limpia con guataca los valores de rentabilidad fueron los menores debido a que aunque el costo no fue tan elevado en comparación a las aplicaciones química su pobre efectividad provocó que el cultivo terminara con un 46% de cobertura de malezas que redujo considerablemente el rendimiento y por ello disminuyó la rentabilidad.

Los ingresos por azúcar producida aparecen en la tabla 4:

Tabla 4 Ingresos por toneladas de azúcar producida

Tratamientos	Producción Azúcar (t.ha ⁻¹).	Ingresos MN.ha ⁻¹ (MP).	Ingresos CUC.ha ⁻¹ (MP).
Limpia a guataca.	4.18	5.0	3.1
2- Merlin200 g. ha ⁻¹	6.37	7.7	4.7
3- Merlin 150 g. ha ⁻¹	6.53	7.9	4.8
3- Imazapic 0.70 l. ha ⁻¹	6.42	7.7	4.7
4- Imazapic 0.60 l. ha ⁻¹	6.03	7.3	4.4
5- Imazapic 0.55 l. ha ⁻¹	5.75	6.9	4.2

En la tabla se observa como el tratamiento Aplicación de herbicida Merlin a 150 g.ha⁻¹ presenta los valores más elevados en toneladas de azúcar producida y los mayores ingresos en MN y CUC, lo que nos ratifica su efectividad económica observada en el análisis anterior. De igual manera los menores valores se observan en el tratamiento Limpia a guataca, lo que se debe a que al mostrar una reducción en el tiempo de aparición de las malezas se favoreció la competencia entre las mismas y el cultivo lo que provocó la disminución del rendimiento agrícola e industrial con relación a los demás tratamientos.

3.0 Conclusiones.

1. Las aplicaciones de Merlin superan el resto de las variantes utilizadas en el experimento en cuanto a los menores porcentajes de cobertura de malezas en todos los momentos evaluados, así como en el rendimiento agrícola e industrial.
2. El Imazapic aunque no muestra en el experimento de campo resultados superiores al Merlin supera a la limpia manual en cuanto a los menores porcentajes de cobertura, rendimiento agrícola e industrial y desde el punto de vista económico y productivo, donde la dosis a 0.60 l. ha^{-1} resulta ser la más efectiva.
3. No se observó fitotoxicidad en el cultivo de la caña en ninguna de las dosis aplicadas en el experimento de campo.
4. El tratamiento más efectivo desde el punto de vista económico y productivo para el control de malezas en el experimento de campo resultó ser la aplicación de Merlin a 150 g. ha^{-1} .

4.0 Recomendaciones.

A partir de los resultados obtenidos en este trabajo se recomienda:

1. El uso del Merlin a 150 g. ha^{-1} en condiciones de suelos ferralíticos rojos típicos en áreas de retoño, por su probada efectividad económica y productiva.
2. El uso del Imazapic a 0.60 l. ha^{-1} en condiciones de suelos ferralíticos rojos típicos en áreas de retoño, por su probada efectividad económica y productiva.
3. Darle continuidad a este trabajo en otros tipos de suelos para probar la efectividad del Merlin e Imazapic.

5.0 Bibliografía.

- Acuña, J (1974). Plantas indeseables en los cultivos cubanos. Instituto de Investigaciones Tropicales. Academia de Ciencias de Cuba. La Habana. p. 11.
- Alfonso, M (1980). Resistencia del Diurón y su metabolito, la 3,4- dicloroanilina, en dos tipos de suelos cubanos. Ciencias de la Agricultura. Academia de Ciencias de Cuba. No 5. p. 125- 133.
- Álvarez, A. (1997). El potencial agrícola de la caña de azúcar en Cuba como fuente productora de biomasa renovable. Revista ATAC. Enero-Marzo. Vol. 56 No.1. La Habana. p. 10-15.
- Álvarez, A. (2004). Las malas hierbas nos reducirán la Zafra 2003-2004 en 641225 toneladas de azúcar como mínimo 10.2 millones de dólares menos de ingresos netos en el valor de la caña. III Congreso Nacional de la Sociedad Cubana de Malezas. INICA-INISAV. Jardín Botánico Nacional Ciudad Habana Cuba. Abril 28-30 del 2004. Libro Memoria Volumen 2. p.138-141.*
- Anon. (1975). Curso Corto Postgrado en Control de Malezas, IPPC. Cali, Colombia. pv.
- Anon. (1983). Compaction studies. Annual Report South African Sugar Assoc. Expt Station 31. p. 15-23.
- Anon. (2001). Reduction of adverse impacts on the environment: Reducing the impacts of sugarcane harvesting. Innovating Rural, Australia. p. 47.
- Arévalo, R. (2000). Manejo sostenible de malezas en *Saccharum* spp. Disertación del Académico Correspondiente, Academia de Ciencias de Argentina, 44 p.
- Arévalo, R. A. y Bertoncini, E. J. (1999). Manejo químico de plantas daninhas nos residuos de colheita de cana crua. STAB- Marzo-Abril vol. 17 N° 4.p. 36-38.
- Baxter, B. (1983). Green cane harvest review. Australian Canegrower, Vol. 5, No.5 Mayo. p. 95-96.
- Calcino, D. (1989). North Queensland trash blanketing continues to increase. BSES Bulletin, p. 26- 30.
- Casamayor, R. (1988). Plantas indeseables en el cultivo de la caña de azúcar. p.9.

- Chapman, L. S. (2001). Trash conservation increase cane yield in the Mackay district. Proceedings of the Australian Society of Sugar Cane Technologists 23. p. 176-184.
- Creach, I. (2001). Influencia de cultivos antecedentes a la caña de azúcar sobre la incidencia de malezas. II Congreso Nacional de la sociedad Cubana de Malezas. INICA-INISAV. Jardín Botánico Nacional Ciudad.
- Cruz, M.; Sayas, E.; Rodríguez, L.; Díaz, J. C.; Quesada, A.; Grau, V.; Escobar, L., 2006. Isoxaflutol (Merlin 75GD) en diferentes condiciones de humedad en los retoños de caña de azúcar de las Empresas azucareras de las Tunas. Revista ATAC1/2006 enero/ junio.
- Cuellar, I. A.; de León, M.; Gómez, A.; Piñón, D.; Villegas, R.; Santana, I. (2003). Caña de azúcar paradigma de sostenibilidad. Editorial PUBLINICA. Ciudad de la Habana Cuba. p.87-94.
- Díaz, J. C. y Hernández, D. (2001). Influencia de la población del surco y la distancia entre estos en la competencia de las malezas en caña de azúcar. II Congreso Nacional de la sociedad Cubana de Malezas. INICA-INISAV. Jardín Botánico Nacional. Ciudad Habana. Cuba. Noviembre 23-25 del 2001. Libro Memoria pp.53-55.
- Díaz, J. C. (1999). Manejo integrado de malezas. I Encuentro Nacional de Ciencias de Malezas. INICA-INISAV. Jardín Botánico Nacional Ciudad Habana Cuba. Diciembre 14 al 16 de 1999 Cuba, pp. 22-29.
- Díaz, J. C. (2001). Manual de usuario de Sistema Automatizado PCMalezas. En: Control integral de malezas en caña de azúcar. Ministerio del Azúcar, La Habana, pp. 34-52.
- Díaz, J. C. (2005). Manual de Control Integral de Malezas en Caña de Azúcar. Sistema Automatizado de Soporte de Decisiones para el Control Integral de Malezas en Caña "PC Malezas". INICA. p. 92.*
- Díaz, J. C.; Calzadilla, M. y Díaz, J. J. (1991). Situación actual y perspectivas del control integral de malezas en caña de azúcar. Memorias X Congreso ALAM, Habana Vol. 1. p. 29-45.

- Díaz, J. C.; Piñero, J.; Cutiño, A. L.; Pérez, L. y Carrasco, E. (1989). Cobertura de paja y distancia de plantación: Factores fundamentales en el control de malezas. Memorias X Congreso ALAM, Habana Vol. 1. p. 87.
- Díaz, J. J. 2001. Isoxaflutol en retoños de caña de azúcar. Resultados de ensayos en varios CAI de la provincia de Matanzas. II Encuentro nacional de ciencias de malezas Resúmenes. INICA. INISAV. C. Habana del 23 al 25 de noviembre del 2001. P 20-22.
- Díaz, J.C. (2002). Curso de control integral de malezas en caña de azúcar, año 2001. INICA, La Habana, 138 pp.
- Díaz, J.C., Santana, M.; Zuasnabar, R.; Rodríguez, C. N., Rodríguez, E., García, I., Sánchez, M., Rodríguez, I., Alvarez, A., Hernández, S., Zayas, E., Noy, M. y Vidal, L. (2005a). Manual de Control Integral de Malezas en Caña de Azúcar. Ministerio del Azúcar. Control mecanizado de malezas. INICA. La Habana, pp. 104.*
- Díaz, J.C., Santana, M.; Zuasnabar, R.; Rodríguez, C. N., Rodríguez, E., García, I., Sánchez, M., Rodríguez, I., Alvarez, A., Hernández, S., Zayas, E., Noy, M. y Vidal, L. (2005b). Manual de Control Integral de Malezas en Caña de Azúcar. Ministerio del Azúcar. Manejo Integral de Malezas en Caña de Azúcar. INICA. La Habana, pp. 2.*
- Díaz, J.C.; Zayas, E.; García, I. y Díaz, J. J. (2001). Isoxaflutole más ametrina o diurón: nuevos tratamientos de dosis reducidas, amplio espectro, efecto recargable y bajo impacto ambiental en caña de azúcar. Memorias, XV Congreso de Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM), Maracaibo, pp. 201.
- Dillewijn, C. V. (1951). Botánica de la Caña de Azúcar. Edic. Rev. La Habana, 460 pp.
- Dubach, (1970). Conferencia presentada Geigy S.A.Basilea/ Suiza a la Universidad Central de las Villas- Septiembre de 1970.
- Fauconnier, R. y Bassereau, D. (1980). Caña de Azúcar. Edic. Rev. La Habana, 460 pp.

- Fisher H.H., F. López, Margate, L., Elliott, P. y Burrill, L. (1985). Problems in control of *Rottboellia exaltata* in maize in Bukidnon province, Mindanao, Filipinas. *Weed Research* 25: 93-102.
- Fuentes, J. (1982). Algunos aspectos fundamentales para la lucha contra las malezas en la Agricultura. Dirección de investigaciones de cítricos y otros frutales. Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba. Mayo.pp. 5-6; 25-35
- Gallo-Meagher, M. y J.E. Irvine. 1996. Herbicide resistant transgenic sugarcane plants containing the bar gene. *Crop Sci.*, 36: 1367-1374.
- González; R.; A. Tomeu; H. Jorge; I. Santana (2001). La producción de variedades de caña de azúcar. Retos para el presente milenio. Contribución al conocimiento y manejo de las variedades de caña de azúcar, INICA, pp 90.
- González, M. 2009. Evaluación del programa tecnológico de las aplicaciones del Isoxaflutol y sus acompañantes para el control de malezas y del Bioestimulante Fitomás- E en *Saccharum officinarum* sp. Híbrida en la Empresa Antonio Sánchez de Aguada de Pasajeros. Tesis para optar por título de máster en agricultura sostenible. CETAS. UCF. Cuba.
- Hardy, G. (1990). An integrated approach to weed control management in the Cuban sugar industry. *Memorias X Congress ALAM*. Havana. Vol. 1. p. 46-55.
- Hill. G: D; J. M. Mc Gahan; H. M. Baker; D. W. Finnerty; C. W. Bingemann (1995). The fate of substituted urea herbicides in agricultural soils. *Agr. J.* 47(2): 93-104.
- INICA. 2009. Programa de control integral de malezas. Folleto 30 pp.
- Irvine, J. E. (1981). Sugarcane *Saccharum* hybrids (production, cultural practices, composition and physical properties). *CRC Handbook of Biosolar Resources*, USA, Vol. 2, p. 211-229.
- Labrada R. (2004). Procedimientos para la evaluación de los riesgos ecológicos de los cultivos resistentes a herbicidas e insectos con énfasis en problemas de malezas. *FAO*, Roma, 24 pp.*
- Lorenzi, H. J, M. O. Gandini y A. G. Gazon (1989). Trash blankets: The potential to control weeds and the effect on ratoon cane development. *Proceedings XX Congress ISSCT*, Sao Paulo, p. 571-576.

- Manechini, C. (1997). Manejo agronómico de caña crua. Seminario de Tecnología Agronómica Copersucar, 7. Peracibaca. p. 309-327.
- Martínez, R (1976). Efecto de las s-triazinas sobre la actividad biológica de un suelo Ferralítico. En diez años de colaboración Cuba- R. D. A., Academia de Ciencias de Cuba, La Habana, pp. 80-88.
- Milanés Ramos, N., J. M. López, M. C. Balance y N. Hervis (1997). Recomendación de variedades de caña de azúcar para la ganadería en la provincia de La Habana. Revista ATAC, Abril-Junio, Volumen 57, No. 2, La Habana, p. 13-15.
- Moberly, P. K. and R. K. Mc. Intire (1987). Some post-harvest management practices on ratoon cane in the rain-fed areas of the Natal Sugarbelt. Proc. XVIII Congress ISSCT. La Habana, p. 423-451.
- Morales, M. y R. Martínez (1999). Distribución de plantas indeseables en plantaciones cañeras de la UBPC San Juan del CAI Cristino Naranjo. I Encuentro Nacional de Ciencias de Malezas. INICA-INISAV. Jardín Botánico Nacional Ciudad Habana. Diciembre 14 al 16 de 1999 pp. 98-99.
- Parker C. y J. Fryer. (1975). Weed control problems causing major reduction in world food supplies. FAO Plant Protection Bulletin 23 (3/4): 83-95.
- Pérez, R. (2000). Manual práctico para el cultivo y uso del frijol de soya. Consejo de Iglesias de Cuba, La Habana, pp31.
- Posos, P. (2001). CD. Principales malezas en el cultivo de la caña en México. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.
- Reynoso, A. (1868) Ensayo sobre el cultivo de la caña de azúcar. Sexta Edición. Publicaciones Azucareras, La Habana, pp. 222
- Rodríguez, C y Ayda Espino, (1996). Guerra Inteligente a las malas hierbas. Revista Cañaveral. Vol.2. No.2. Abril- Junio. INICA. pp. 55-57.
- Rodríguez, C.; R. Vallisana; D. Pérez y M. Álvarez (1997). Distribución de plantas indeseables en plantaciones cañeras de la provincia de Matanzas en épocas de lluvias. Boletín INICA. No 2(3), pp. 22-30.
- Sánchez, R. Ortega. P. 1982. Edafología. Editorial Científico- técnica. La Habana. Cuba.

- Santana, M. A. Alvarez, J. González, T. Fuentes, J. Fuentes y J. Coca (2005). Control Integral de Malezas en Caña de Azúcar. Ministerio del Azúcar. INICA. La Habana, pp. 111.*
- Stay, M.E y Marta Barrera, (1998). Malezas asociadas al cultivo de la caña de azúcar. Revista Cañaveral. Vol.4. No 1. Enero- Marzo. pp. 28-30.
- Sturgess, O. W. (1985). Weed control methods adapt to changing industry needs. BSES Bulletin, No. 9, January. Australia. p. 2-3.
- Tarcazo, F. (1992). Síntomas de labranza, abonos verdes y en el domo agrícola del chaco. Manual del sistema de labranza para América Latina. FAO-INTA, Roma; Cáp.12 pp154-158.
- Velazco, A. y E. Rodríguez (1968). Pérdidas económicas producidas por las malas hierbas en la caña de azúcar. Academia. Ciencias. Cuba, Ser. Caña Azúc., No. 14.