

LIGA AGRICOLA INDUSTRIAL
DE LA CAÑA DE AZUCAR

DIRECCION DE INVESTIGACION Y EXTENSION DE LA CAÑA DE
AZUCAR



EVALUACION DE DIFERENTES ACIDIFICANTES Y COADYUVANTES
ADICIONADOS A UNA MEZCLA DE HERBICIDAS UTILIZADA PARA EL
CONTROL DE HERBICIDAS EN LA CAÑA DE AZUCAR EN ESPARZA,
PUNTARENAS

Roberto Alfaro Portugal*
Carlos Villalobos Méndez
Javier Bolaños Porras

Grecia, Costa Rica
Mayo, 2002

I. INTRODUCCIÓN

El uso racional y la optimización de los recursos disponibles y utilizados por cualquier actividad productiva, debe constituirse en un objetivo prioritario y permanente, si se desea que dicha actividad sea realmente rentable y competitiva en el entorno actual. Para aplicar la racionalidad como acción estratégica, se debe procurar en primera instancia, efectuar el mejor aprovechamiento de los elementos y métodos de trabajo disponibles, aplicándolos con la mayor eficiencia y con el menor costo posible.

En la agroindustria de la caña de azúcar uno de los costos más significativos es el concerniente al control de las malezas y, específicamente, el ejecutado mediante el empleo de herbicidas químicos, los cuales permanentemente varían en su costo de adquisición y aplicación. A pesar de ello, el productor cañero esta en capacidad de recurrir al uso de diversas opciones técnicas en este campo, con el fin de minimizar y optimizar los costos involucrados, lo cual se viabiliza incrementando la efectividad de los herbicidas utilizados.

Una forma de incrementar la efectividad de control y acción de los herbicidas utilizados, consiste en evitar o reducir las pérdidas de los mismos antes y después de la aplicación; por ejemplo, algunos productos químicos se descomponen (hidrolizan) si se utilizan aguas alcalinas. Es importante en estos casos, elevar el grado de acidez disminuyendo el valor del pH del agua previo a la elaboración de la mezcla, elevando a un pH ligeramente ácido (5,6), tal como lo recomiendan los fabricantes.

Hoy día existen en el comercio muchos productos destinados a modificar el pH del agua, aunque la información concerniente al beneficio técnico y el costo económico involucrado provocado por su uso es muy escaso; además de que las investigaciones existentes sobre esa materia, se han realizado mayoritariamente a nivel de laboratorio, situación que abre un enorme espacio a la interrogante de cuales mezclas de herbicida y cuales productos acidificantes considerando precio y efectividad, son los mejores y más recomendables para ser empleados por los agricultores cañeros nacionales.

La ventaja económica de lograr mejorar la eficiencia de los herbicidas por medio del uso de algún acidificante o coadyuvante complementario, consiste en que las cantidades adicionadas de estos productos a la mezcla son complementariamente menores y los precios de las mismas son relativamente bajos, por lo que su empleo no representa ningún incremento significativo extra en los costos de aplicación.

La teoría química señala la enorme ventaja de utilizar un material coadyuvante o acidificador del agua, pero dada la complejidad de las reacciones que se establecen en la solución, permite también dudar sobre el beneficio final que se pueda obtener con esta práctica ante la diversa gama de productos químicos que se puedan utilizar y combinar en una aplicación comercial de herbicidas.

** Ing. Agr. Roberto Alfaro Portugal, Programa de Agronomía. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar DIECA. Teléfono: 24-94-1129/24-94-7555. E-mail: ralfaro@laica.co.cr*

Por tal motivo y ante la escasa información que sobre este tema existe en el país y obviamente en el sector azucarero, tal como se mencionó, se estableció esta prueba experimental en una región productora de caña de azúcar que por sus condiciones de clima favorece la rápida proliferación de malezas y la posible pérdida potencial de los productos herbicidas utilizados en su control, si no se toman algunas medidas preventivas prudentes durante su aplicación en el campo.

II. OBJETIVOS

Se establecieron como objetivos básicos los siguientes:

- 1- Evaluar en que grado la eficiencia técnica control de malezas de una mezcla comercial de herbicidas se mejora o afecta, luego de adicionar al agua algún acidificante de acción específica.
- 2- Evaluar si con la incorporación de un coadyuvante se mejora la eficiencia técnica de una mezcla comercial de herbicidas empleada en el control de malezas.
- 3- Evaluar el efecto provocado sobre el control de las malezas por parte de una mezcla de herbicidas, a la cual se le acidificó el agua y agregó un coadyuvante.
- 4- Determinar la relación aproximada de costos de los tratamientos estudiados y evaluados, así como también las posibles diferencias económicas existentes entre los mismos.

III. MATERIALES Y METODOS

a. Ubicación

La prueba experimental se estableció en los terrenos de la Finca del MAG ubicada en la localidad de Marañonal, cantón de Esparza, provincia de Puntarenas, a un altitud de 220 msnm. La localidad posee una temperatura media anual de 23 °C y una precipitación total anual de 1600 mm/año.

b. Orden de Suelo

La investigación se realizó en un suelo clasificado Taxonomicamente según USDA como Inceptisol y cuya textura es Franco Arcillosa, con un contenido promedio de Materia Orgánica del 7,8%.

c. Unidad Experimental

Cada parcela experimental estuvo constituida por 5 surcos de caña de 9 metros de largo cada uno sembrados a 1,50 m entre sí, para un área total de 67,5 m². Cada parcela se evaluó en su totalidad.

d. Diseño Experimental

El Diseño Experimental utilizado fue el de Bloques Completos al Azar en Arreglo Factorial con 4 repeticiones y 10 tratamientos completamente aleatorizados, para un total de 40 parcelas.

e. Variedad

La variedad de caña sembrada en el estudio fue la SP71-5574, la cual representa una de las variedades comerciales más cultivadas en la Región del Pacífico Central en el país, ocupando actualmente la tercera posición en importancia en la zona con un 10,77% del área total cultivada en la región (Chaves et al, 2001).

f. Aplicación

Para asegurar la correcta aplicación de las dosis evaluadas en el campo, se procedió a calibrar previamente las personas que realizarían la aplicación, los cuales utilizaron bombas de espalda con boquillas 8002 y reguladores de presión de 40 libras por pulgada cuadrada.

Durante el experimento se realizó una sola aplicación de los productos en estado de post emergencia temprana (10 de julio 2001), cuando la edad de la caña era de 3 meses y se encontraba en ciclo vegetativo de soca.

De acuerdo con los datos obtenidos durante la calibración del equipo, el volumen aproximado de agua gastado por hectárea fue de 300 litros.

La acidificación del agua se realizó previa adición de la mezcla, la cual verificó un valor su pH inicial de 6,7.

Posteriormente se aplicó el coadyuvante en los tratamientos que así correspondía según lo previsto; por otra parte, los acidificantes evaluados fueron aquellos más utilizados comúnmente por parte de los productores cañeros y por consiguiente de fácil adquisición, con excepción del CQ-250 y el coadyuvante KEM-KOL, los cuales se encuentran aun en esta etapa de valoración e investigación por lo que están próximos a para ingresar al mercado nacional y a la disposición de los agricultores.

g. Evaluaciones

El indicador técnico establecido por DIECA para evaluar el grado de control de las malezas fue el siguiente:

Escala de Control:

- ADECUADA = Superior a un 85%
MODERADA = Entre un 60 y un 84%
DEFICIENTE = Inferior a un 60%

Todas las parcelas evaluadas presentaron en principio una buena cobertura con respecto a las malezas presentes en el lugar, cuya altura promedio fue de 15 a 20 cm, con excepción de la maleza Rottboellia cochinchinensis, la cual por su rápido crecimiento natural sobrepasó los 60 cm de altura.

1) Control de Malezas

Se realizó una única evaluación de efectividad a los 30 días posteriores a la aplicación de los productos (agosto 2001), siguiendo el criterio técnico de tres profesionales especialistas en el cultivo de la caña que valoraron individualmente cada parcela, desconociendo para alcanzar una mayor objetividad, la composición original de los tratamientos.

Algunas de las malezas presentes e identificadas en el estudio fueron las siguientes:

<u>Rottboellia cochinchinensis</u>	Caminadora, Zacate indio
<u>Conmelina difusa</u>	Siempre viva
<u>Digitaria sanguinalis</u>	Guarda rocío
<u>Borreria lavéis</u>	Chiquizacillo
<u>Ipomoea spp</u>	Churrystate
<u>Bidens pilosa</u>	Muriseco
<u>Desmodium tortuosum</u>	Pega pega
<u>Emilia sonchifolia</u>	Clavelillo
<u>Plimenus burmani</u>	Zacate Ratón

2) Valoración Económica

Se determinó como criterio diferenciador importante, el costo unitario de los productos comerciales utilizados mediante consulta directa a los almacenes de las Cámaras de Productores de Caña del país, utilizando para la determinación del precio empleado en el cálculo, el valor más bajo de venta (en mostrador) con el fin de no provocar variaciones ni distorsiones importantes por este motivo. En el caso de algunos productos se consultó el precio directamente al distribuidor, al no disponerse en los almacenes este producto para la venta por los motivos anotados con anterioridad. Esta valoración se realizó con carácter complementario.

h. Tratamientos Evaluados

La mezcla de herbicidas básica, seleccionada para formar parte de los tratamientos es comúnmente utilizada actualmente en la mayoría de las fincas de ésta y otras regiones cañeras del país, por ser relativamente económica y efectiva para controlar las malezas de hoja ancha y gramíneas; donde destaca la presencia de **Rottboellia cochinchinensis** también conocida como “caminadora”. La composición y naturaleza de los productos evaluados en el estudio se indican en el Cuadro 1, tipificando su composición química, nombre genérico, dosis utilizadas y su costo aproximado. En el Cuadro 2 se anotan y describen los 10 tratamientos estudiados en el experimento.

Cuadro 1
Características de los Acidificantes y Coadyuvantes Adicionados a una Mezcla Comercial de Herbicidas Empleados para el Control de Malezas en la Caña de Azúcar en Esparza, Puntarenas.

Nombre Comercial *MR	Nombre Genérico/Químico	Características	Dosis	Presentación	Precio Unitario	
					¢	\$
INDICATE 60% L	Acido Inorgánico + Polyols	Acidificante	1,5 ml/l	litro	3.345,00	9,98
CQ. 250 2.5%	Acido Etano Dioico	Acidificante	0,5 ml/l	litro	623,10	1,86
COSMO AGUAS 100 SP	Citratos + Edetatos	Acidificante	0,5 gr/l	kg	2.207,00	6,59
SAREFI ÁCIDO CÍTRICO ANHIDRO 99%	Acido Cítrico	Acidificante	0,5 gr/l	kg	998,30	2,98
JUGO DE LIMÓN	Acido Cítrico	Acidificante	2,0 ml/l	litro	167,50	0,50
KEM-KOL 99 EC	Polimero de Bloqueo Llineal C 10 a C 8	Coadyuvante	0,125 ml/l	50 ml	1.675,00	5,00
NP -7 10,4 L	Poli Alquilaril	Coadyuvante	0,5 ml/l	litro	2.519,00	7,52
IGRAN 50 SC	Terbutrina	Herbicida	3,0 l/ha	litro	3.688,00	11,01
KILURON 48 SC	Diuron	Herbicida	3,0l/ha	litro	2.328,00	6,95
HEDONAL 68,2 SL	2,4-D	Herbicida	2,0 l/ha	litro	1.698,45	5,07

* Marcas registradas

Tipo de Cambio US\$= ¢335

* Precios obtenidos en los Almacenes de las Cámaras Productores de Caña del país y distribuidores de los productos más recientes en el mercado.

Antes de adicionar la mezcla de herbicidas al agua tal como se mencionó, ésta se adicificó y finalmente se agregó el coadyuvante en los casos donde correspondía.

El tratamiento que contiene el coadyuvante KEM-KOL recibió un trato diferente, al reducir la dosis de la mezcla de herbicidas básicos en un 25 y 50%, por sugerencia, recomendación e interés particular del distribuidor, debido a que este producto según criterio de los mismos, permite esta reducción al aumentar la eficiencia de los herbicidas, particularidad que constituyó también un elemento investigativo a evaluar.

El tratamiento testigo lo representó la aplicación de la mezcla básica de herbicidas, sin adición complementaria de acidificantes y coadyuvantes.

IV. RESULTADOS

En el Cuadro 2 se expone el resultado del análisis de varianza realizado al porcentaje de control de malezas, verificando que se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas (1%) entre los tratamientos valorados en el estudio; cumpliendo así con uno de los objetivos planteados originalmente, cual fue comprobar si existen diferencias en la eficiencia de control, al adicionar acidificantes y coadyuvantes a una mezcla comercial de herbicidas.

CUADRO 2
ANALISIS DE VARIANZA REALIZADO EN LA EVALUACIÓN DE
CONTROL DE MALEZAS EN ESPARZA

FUENTE VARIACIÓN	GL	PORCENTAJE CONTROL
REPETICIONES	3	939,80
TRATAMIENTOS	9	394,86
ERROR	27	166,19
TOTAL	39	10860,43
PROBABILIDAD (F)		0,04
SIGNIFICANCIA		AS
CV(%)		19,21

AS- Diferencia Estadística Altamente Significativa al Nivel del 1%

En el Cuadro 3 se verifica y anota el grado promedio de control de malezas ejercido por los diferentes tratamientos evaluados, a los cuales se les aplicó para fines de análisis comparativo la prueba de medias según Tuckey (5%).

CUADRO 3
TRATAMIENTOS ESTUDIADOS Y RESULTADO DEL CONTROL DE MALEZAS
OBTENIDO EN LA EVALUACIÓN DE DIFERENTES ACIDIFICANTES Y
COADYUVANTES. ESPARZA, JULIO 2001.

No.	Tratamientos*	% Control Malezas **
1	MEZCLA + CQ-250	80,00 a
2	MEZCLA + INDICATE	78,37 ab
3	MEZCLA + COSMOAGUAS	76,87 ab
4	MEZCLA + JUGO DE LIMON	73,75 ab
5	MEZCLA (75% DE LA DOSIS) + KEM-KOL	65,62 ab
6	TESTIGO (MEZCLA SIN ACIDIFICAR EL MEDIO)	64,37 ab
7	MEZCLA + ACIDO CITRICO ANHIDRO	63,75 ab
8	MEZCLA + NP-7	60,00 ab
9	MEZCLA +INDICATE + NP-7	58,75 ab
10	MEZCLA (50% DE LA DOSIS) +KEM-KOL	49,37 b

* Mezcla Básica: IGRAN 50 SC (3,0l/ha) + KILURON 48 SC (3,0l/ha) + HEDONAL 68,2 SL (2,0l/ha)
 Fecha de evaluación: 01 agosto del 2001

** Cada valor es el promedio de las lecturas realizadas por 3 evaluadores en 4 repeticiones para un total de 12 datos por tratamiento. Valores con igual letra no son estadísticamente diferentes entre si, según Prueba de Tuckey al 5%

El Tratamiento correspondiente a la mezcla de los herbicidas previamente tratada con el acidificante CQ-250 presentó el mayor control promedio de malezas (80%), pese a lo cual las diferencias con los otros tratamientos no fueron estadísticamente diferentes, con excepción del Tratamiento No. 10 en el cual se redujo las dosis de la mezcla de herbicidas en un 50%, utilizando KEM-KOL como coadyuvante. Entre los demás tratamientos no se presentaron diferencias estadísticas significativas, según Tuckey 5%, sobresaliendo también los tratamientos en que se usaron INDICATE y COSMO AGUAS como acidificantes, respectivamente, al alcanzar valores de control superiores al 76%.

El ÁCIDO CÍTRICO, el producto KEM-KOL con una reducción del 75% de la dosis de la mezcla de herbicidas y el Testigo sin acidificar el medio, fueron muy similares entre si en cuanto al control de malezas ejercido con valores del 63,7%, 65,6% y un 64,3%, respectivamente.

Por otra parte, se evidencio el hecho de que al combinar la acidificación de la mezcla de herbicidas con el uso de un coadyuvante como el NP-7, no se mejoro significativamente la eficiencia de control en el las malezas ejercido, como era en teoría esperable.

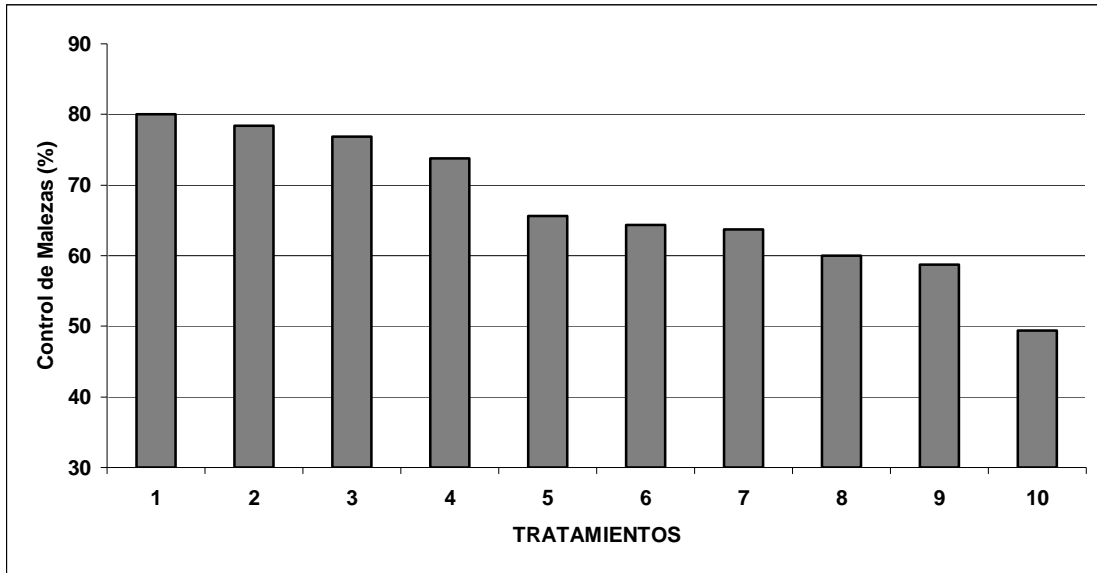
Resulta digno de destacar el buen efecto provocado por el JUGO DE LIMÓN, producto barato y muy fácil de encontrar, preparar y adicionar, por lo que debe ser muy tomado en cuenta en las circunstancias actuales de costos, pese a lo cual se deben investigar otros tópicos relacionados como son la estabilidad de la mezcla.

En la Figura 1 se muestran gráficamente los resultados obtenidos y antes anotados en el Cuadro 3, donde los tratamientos correspondientes al uso de los acidificantes INDICATE, CQ 250 y COSMO AGUAS respectivamente, presentaron conjuntamente con la mezcla de herbicidas usada, el mayor control de las malezas, superando al testigo sin acidificante en más de un 16% , valor importante pero estadísticamente no significativo según la prueba de Tuckey al 5% de probabilidad.

De acuerdo con la Escala de Control establecida previamente y los resultados promedio obtenidos en el estudio (Cuadro 3), la categorización alcanzada fue apenas moderada para todos los tratamientos.

En el campo económico existen sin embargo diferencias importantes que podrían ser determinantes en cuanto a su potencial de uso (Cuadro 4), sobresaliendo por su bajo costo las mezclas que contenían KEM-KOL, debido a la reducción de la dosis de los herbicidas utilizados, demostrando que con el uso de un coadyuvante adecuado es posible reducir la dosis hasta en un 25% y el costo en un 19%, igualando en el resultado final al testigo con un 100% de la dosis sin acidificar. Esta condición tiene importantes implicaciones económicas y sobre todo ambientales. Los demás tratamientos no presentaron mucha diferencia entre si en cuanto al costo, incluido el testigo, por lo que el beneficio económico es positivo.

Figura 1
Control de Malezas Alcanzado en la Evaluación de Diferentes Acidificantes y Coadyuvantes, Aplicados a una Mezcla de Herbicidas Empleada en el Control de Malezas en la Caña de Azúcar .



El detalle de los tratamientos se anota en el Cuadro 3.

CUADRO 4
COSTO DE LOS TRATAMIENTOS UTILIZADOS EN LA EVALUACION DEL EFECTO DE DIFERENTES ACIDIFICANTES Y COADYUVANTES, APLICADOS A UNA MEZCLA DE HERBICIDAS EMPLEADA EN EL CONTROL DE MALEZAS EN LA CAÑA DE AZUCAR EN ESPARZA, PUNTARENAS.

No.	TRATAMIENTOS	COSTO/ha	
		¢	\$
1	MEZCLA + CQ- 250	19.319,0	57,67
2	MEZCLA + INDICATE	20.638,0	61,61
3	MEZCLA + COSMO AGUAS	19.464,0	58,11
4	MEZCLA + JUGO DE LIMON	19.235,0	57,42
5	MEZCLA (75% DOSIS) + KEM-KOL	15.604,0	46,58
6	TESTIGO	19.133,0	57,12
7	MEZCLA + ACIDO CÍTRICO ANHIDRO	19.283,0	57,57
8	MEZCLA + NP-7	19.512,0	58,25
9	MEZCLA + INDICATE + NP-7	21.017,0	62,74
10	MEZCLA (50% DOSIS) + KEMKOL	10.820,0	32,30

Tipo de cambio US\$= ¢ 335

V. CONCLUSIONES

Para las condiciones en que se desarrollo la presente investigación y considerando la mezcla de herbicidas utilizada, puede concluirse lo siguiente:

- El efecto inducido por los acidificantes (reductores de pH) del agua complementados con la mezcla de herbicidas usada en el estudio, fue positiva en lo que respecta al control de las malezas presentes.
- La acidificación del agua con CQ-250 fue la más efectiva, sin embargo, el grado de control (%) de malezas ejercido por este tratamiento no fue estadísticamente superior respecto a los tratamientos en que se acidificó el agua; por lo que la diferencia obtenida es básicamente de índole económica.
- La acidificación con “JUGO DE LIMÓN” fue también positiva al superar al Testigo sin acidificar, aunque sin mostrar diferencia estadística con respecto al resto de tratamientos evaluados, exceptuando el No. 10 donde se redujo la dosis de la mezcla básica de herbicida en un 50%.
- El coadyuvante KEM-KOL permite de acuerdo con los resultados, aplicar una importante reducción de un 25%, en la dosis de la mezcla de herbicidas al igualar al Testigo con un 100% de la dosis, por lo que presumiblemente podría obtenerse una mayor diferencia de los herbicidas si se utiliza un 100% de la dosis.
- La acidificación del agua combinada con el uso de un coadyuvante como el NP-7 parece ser contraproducente sobre la efectividad de la mezcla de herbicidas utilizados en este estudio, lo que requiere y sugiere realizar más pruebas experimentales para constatar la consistencia del efecto verificado.
- Ningún tratamiento en las condiciones en que se aplicó causo algún tipo de fitotoxicidad visible y perceptible sobre el cultivo de la caña, lo que resulta muy positivo.

VI. RECOMENDACIONES

Con fundamento en los resultados y conclusiones obtenidas en el presente estudio, se establecen las siguientes recomendaciones:

- ❖ Valorar otros acidificantes y otras mezclas de herbicidas con el objeto de obtener conclusiones más generales al respecto.

- ❖ El uso de acidificantes y coadyuvantes utilizando diferentes mezclas de herbicidas deben ser necesariamente valoradas previamente, antes de emitir recomendaciones al respecto.
- ❖ La acidificación del agua constituye una práctica importante, si se desea mejorar la efectividad de la mezcla de herbicidas utilizada para realizar el control de malezas.
- ❖ Debe verificarse y asegurarse la ausencia en el agua de contaminantes que limiten o interfieran negativamente con los productos herbicidas usados.
- ❖ Antes de realizar la acidificación del agua es muy importante revisar la etiqueta del producto a aplicar, ya que el fabricante recomienda por lo general el pH ideal que debe tener el agua que se usa en la aplicación.
- ❖ Se recomienda revisar a futuro la estabilidad (tiempo) de la mezcla de herbicidas complementada con acidificante y coadyuvantes.

VII. LITERATURA CONSULTADA

- ALFARO P, R. 2001. Principios Económicos Básicos en el Control de Malezas de Caña de Azúcar . Grecia, Costa Rica, LAICA- DIECA. Enero. 41 p.
- ALFARO P, R.1996. Evaluación de 7 Mezclas de Herbicidas Utilizados para el Control de Malezas en el Cultivo de la Caña de Azúcar en la Región del Pacífico Central. Grecia , Costa Rica, LAICA – DIECA, Noviembre.12 p.
- ALFARO P, R. 2001. Evaluación de la Acidificación del Agua y Cinco Coadyuvantes Adicionados en Una Mezcla de Herbicidas Utilizada para el Control de Malezas en el Cultivo de la Caña De Azúcar en Turrialba, Cartago. Grecia, Costa Rica. LAICA-DIECA. Noviembre. 9 p.
- CHAVES SOLERA, M.; RODRÍGUEZ R, M; VILLALOBOS M, C; ANGULO M, A; CALDERON A, G; ALFARO P, R; RODRÍGUEZ F, JM; BARRANTES M, JC. 2001. Censo de Variedades de Caña de Azúcar de Costa Rica Año 2000. San José, Costa Rica, LAICA-DIECA. Marzo. 87 p.
- CHAVES SOLERA, M.A. 1992. Calibración de Equipos de Aspersión Terrestre y Cálculo de la Dosis Optima para la aplicación de Agroquímicos en el Cultivo de la Caña de Azúcar. San José, Costa Rica, LAICA- DIECA. 23 p.
- KLINGMAN, G; ASHTON M.E. 1980. Estudio de las Plantas Nocivas: Principios y Prácticas. Editorial Limusa, S.A. México. 385 p.
- PITTY, A; MUÑOZ, R. 1975. Guía Práctica para el Manejo de Malezas. Colegio Zamorano, San Pedro de Sula, Honduras. 220 p.
- ROJAS, G.M. 1978. Manual Teórico Práctico de Herbicidas y Fitorreguladores. Editorial Limusa, México. 280 p.

