

# EFECTO DE TIPOS DE LABRANZA SOBRE LA POBLACIÓN DE MALEZAS EN CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.)<sup>1</sup>

Ramón León<sup>2</sup>, Renán Agüero<sup>3</sup>

## RESUMEN

**Efecto de tipos de labranza sobre la población de malezas en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.).** En dos lotes de caña de azúcar, uno con baja presión de malezas (lote 1) y otro con alta (lote 2), se evaluaron cuatro tratamientos: cosecha en verde con rastrojo (VCR), cosecha en verde sin rastrojo (VSR), cosecha con quema sin labranza (QSL) y cosecha con quema con labranza (QCL). Se evaluó las especies de malezas así como su población y cobertura del suelo hasta los 75 días después de cosecha, tanto en el surco como en el entre-surco. Además, se evaluó la altura y el número de tallos del cultivo por metro lineal. No se observaron diferencias entre las poblaciones de malezas en el lote 1. En el lote 2 las malezas se vieron beneficiadas por la labranza y por la quema; así los tratamientos QSL y QCL mostraron las mayores coberturas, siendo este último el que presentó las poblaciones más altas y en el que se dio una disminución en el número y altura de tallos de la caña de azúcar. *Cyperus rotundus* L. y *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) Clayton presentaron las mayores coberturas, especialmente en QCL. En el surco se dio un desarrollo superior de las poblaciones de malezas, al observado en el entre-surco, ya que presentó mejores condiciones de germinación y disponibilidad de nutrimentos.

## ABSTRACT

**Effect of tilling practices on weed population in sugarcane (*Saccharum officinarum* L.).** Experiments were conducted in two sugarcane fields, one with low weed pressure (plot 1) and the other with high weed pressure (plot 2). Four treatments were established in each study: green harvest that left plant mulch on soil surface (VCR), green harvest without plant mulch on soil surface (VSR), burning the crop before harvest without soil disturbance (QSL) and burning the crop before harvest with soil disturbance (QCL). Evaluations were made 75 days after harvest. The evaluations were conducted separately in rows and between rows. In addition, sugarcane population and height were measured. Differences in weed populations were not observed for the field with low weed pressure (plot 1). In the field with high weed pressure (plot 2), weeds were favored by burning and soil disturbance caused by fertilizer incorporation. Thus the treatments QSL and QCL showed the highest percentage of surface coverage. Also, the QCL treatment had the greatest weed populations resulting in reduced sugarcane population and height. Purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) and itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton) had the greatest percentage surface coverage, especially in QCL. Weed populations were larger in rows than between rows. Apparently in rows, weeds found better conditions for germination and nutrient uptake.



## INTRODUCCIÓN

Dentro del proceso productivo de la caña de azúcar, existe una gran cantidad de labores de suma importancia para obtener buenos rendimientos. Muchas de estas labores se han diseñado pensando exclusivamente en su efecto directo y no se han tomado en cuenta los efectos indirectos que pueden tener en el sistema. La forma y el momento en que se realizan procesos como

la preparación del suelo, la fertilización, el riego, la quema para la cosecha y muchos más, no toman en cuenta la respuesta a éstos de otros elementos del sistema como las malezas u otras plagas.

Hoy en día, por necesidades ambientales, técnicas y económicas se están introduciendo cambios sustanciales en el sistema productivo de la caña de azúcar. Por ejemplo, se tiene la eliminación de la quema antes

<sup>1</sup> Presentado en la 55th Meeting of North Central Weed Science Society. Kansas City, Missouri

<sup>2</sup> Agronomy Department Iowa State University, Ames, IA 50011. E-mail: rleon@iastate.edu.

<sup>3</sup> CIPROC. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. E-mail: raguero@cariari.ucr.ac.cr

de la cosecha y en su lugar está la introducción de la cosecha mecánica en verde, que permite cortar la caña con follaje, picar este y dejarlo como cobertura en el terreno (Burrows y Shlomowitz, 1992). Cambios como estos pueden tener un impacto directo sobre las poblaciones de malezas presentes en el agroecosistema (Zimdahl, 1980), ya que algunas se pueden ver beneficiadas y otras no. Por tal razón no se puede pensar en continuar con las mismas estrategias de control, sino que primero se debe, identificar y entender los cambios de la flora del agroecosistema, además de su magnitud, y después de esto, se deben buscar nuevas opciones de control que incluyan las particularidades del nuevo proceso o práctica que se introduce dentro del sistema.

La labranza del suelo, así como su ausencia tiene un efecto directo sobre las poblaciones de malezas, ya que define en gran parte la dinámica de éstas en el largo y corto plazo (Buhler *et al.*, 1997). En diferentes estudios se ha encontrado que los distintos sistemas de labranza afectan la emergencia de las malezas, su manejo y la producción de semillas; además, se dan cambios en la composición, distribución vertical y densidad de dicho banco (Cardina *et al.*, 1991; Buhler, 1995). También en la producción de caña de azúcar, las prácticas de labranza como la aporca, la fertilización incorporada, la "escardillada", el subsolar, etc., pueden ser tan determinantes en el control de malezas, como la aplicación de herbicidas.

La integración de las distintas herramientas con que se cuenta para el manejo del agroecosistema y sobre todo, la interrelación de las formas en que éstas se usan, es indispensable para optimizar la utilización de las mismas y los resultados que se obtengan de ellas. Si esto se hace en forma racional se puede además, favorecer la estabilidad del agroecosistema y por tanto su sostenibilidad.

La falta de información en relación al comportamiento de las poblaciones de malezas en el agroecosistema de la caña de azúcar, bajo distintas formas de manejo y la necesidad de esta para el buen desarrollo de las nuevas tecnologías en la producción de este cultivo motivó la realización de este estudio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el cantón de Cañas, provincia de Guanacaste, Costa Rica. Según Holdridge (1982) esta zona se clasifica como Bosque Seco Tropical y presenta dos períodos climáticos bien definidos, uno lluvioso que inicia a mediados de mayo y se extiende hasta la mitad del mes de noviembre y otro seco, que se

presenta desde mediados de noviembre hasta mediados de mayo y se caracteriza por una gran estabilidad. Esta región se encuentra entre 0 y 100 msnm, presenta una temperatura promedio de 27,5°C, con mínima de 22,7°C y máxima de 32,4°C. La humedad relativa promedio es de 68% y con un rango que va de 82% a 54% y la precipitación promedio anual es de 1500-1800 mm, la cual se distribuye en forma errática e irregular.

Se llevaron a cabo dos experimentos, uno en un lote con baja presión de malezas (lote 1) y otro con alta (lote 2). Cada lote se dividió en dos, una mitad se quemó tres días antes de cosecharse mecánicamente y la otra mitad no (cosecha en verde), estos a su vez se dividieron en dos unidades. Se fertilizó de cuatro a diez días después de la cosecha, con 138,5 kg N y 70,3 kg SO<sub>4</sub>/ha por hectárea con base en la fórmula comercial 39-0-0-6,7S. La fertilización de una de las unidades quemadas se realizó incorporando el fertilizante en el entresurco con picos a 30 cm de profundidad, por lo tanto disturbando el suelo. La otra unidad al igual que las cosechadas en verde, se fertilizó en forma superficial sobre el surco (sin disturbar el suelo). Veinte días después de la fertilización se realizó el primer riego y catorce días después de este el segundo. En el lote con baja presión de malezas se aplicaron los tratamientos que fueron quemados antes de la cosecha, seis días después del primer riego, labor que no se realizó en el lote con alta presión. Se contó con cuatro tratamientos: cosecha en verde con rastrojo (VCR), cosecha en verde sin rastrojo (VSR), cosecha con quema sin labranza (QSL) y cosecha con quema con labranza (QCL).

Para evaluar los tratamientos, primero se determinó en los dos lotes estudiados, el área mínima de muestreo como lo sugieren Soto y Agüero (1992). Se encontró que en el lote uno dicha área era de 150 m<sup>2</sup> y en el lote dos de 6 m<sup>2</sup>. En cada tratamiento se tomaron 10 muestras distribuidas al azar en dos microhábitats del agroecosistema de la caña de azúcar:

**1. Surco (S):** área sobre la que va la línea de siembra de la caña de azúcar que comprende el lomillo y el área de aporca.

**2. Entresurco (ES):** espacio entre dos surcos contiguos de la caña de azúcar, generalmente coincide con la línea de avance del agua de riego.

A los 75 días después de la cosecha (DDC) se determinó cuáles y cuantas especies de malezas se presentaron. Para analizar la importancia de estas se evaluó la cobertura, la cual se estimó en forma visual. En el Cuadro 1 se indica la escala de cobertura propuesta por Soto y Agüero (1992), que se usó en este trabajo.

**Cuadro 1.** Escala de cobertura relativa para la estimación visual de una población de malezas.

Valor	Porcentaje de cobertura	Marca de clase <sup>1</sup>
0	Ausente	0,0
1	Menor del 1%	0,5
2	1% - 5%	3,5
3	6% - 30%	18,5
4	31% - 66%	49,0
5	67% - 100%	84,0

<sup>1</sup> La marca de clase es el valor medio del intervalo porcentual de cada categoría.

Además, se evaluó el número de tallos de caña en 10 m lineales en el lote uno, en dos metros lineales en el lote dos y la altura de éstos. Esto también se realizó en cada punto de muestreo donde se determinó la cobertura de las malezas.

Para analizar los resultados, se promedió el porcentaje de cobertura de cada maleza, utilizando la marca de clase, el número de tallos y la altura de plantas. Tanto a las malezas más importantes, como al número de tallos y la altura de plantas se les realizó un análisis de variancia ( $P \leq 0,05$ ) y la prueba de la Diferencia Mínima Significativa ( $P \leq 0,05$ ) para comparar entre tratamientos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados dejaron ver que en lote uno (baja infestación de malezas), la cobertura por las poblaciones de malezas fue muy similar en los distintos tratamientos, en cambio en el lote dos (alta infestación) se observaron diferencias significativa, tal y como se muestra en el Cuadro 2. Es importante destacar como en el lote dos, los tratamientos con quema previa a la cosecha mostraron valores de cobertura superiores a los tratamientos restantes. En esta condición la quema previa más labranza (QCL) favoreció aún más la cobertura por malezas. Además, tanto los tratamientos que se cosecharon en verde, como el que se quemó pero no se labró, presentaron poblaciones de malezas, predominantemente en el surco.

En el Cuadro 3 se especifican las malezas predominantes en los distintos tratamientos para ambos lotes y el porcentaje de cobertura que presentaron. Se puede apreciar nuevamente como en el lote uno no se encontró diferencias. Sin embargo, en el lote dos tres especies presentaron comportamientos diferentes en los distintos tratamientos.

*Cyperus rotundus* y *Rottboellia cochinchinensis* mostraron las mayores coberturas en el lote dos, de he-

**Cuadro 2.** Porcentaje de cobertura del total de malezas y número de especies promedio en cuatro tipos de labranza, para dos microhábitats, en un lote con baja infestación de malezas (lote 1) y en otro con alta (lote 2), en el Trópico Seco de Costa Rica.

Tratamiento	Microhábitat	% cobertura de malezas	#especies
<b>Lote 1</b>			
VCR	surco	8,97	2,41 bc <sup>1</sup>
	entresurco	14,03	1,12 a
VSR	surco	9,05	3,24 c
	entresurco	8,22	1,88 ab
QSL	surco	4,53	1,47 ab
	entresurco	5,00	2,18 b
QCL	surco	4,33	2,12 ab
	entresurco	6,17	1,65 ab
<b>Lote 2</b>			
VCR	surco	11,98 b	1,12 ab
	entresurco	0,32 a	0,71 a
VSR	surco	6,12 ab	1,88 c
	entresurco	1,28 a	1,71 c
QSL	surco	24,07 c	1,88 c
	entresurco	6,32 ab	1,71 c
QCL	surco	41,67 d	1,41 bc
	entresurco	49,65 d	1,76 c

<sup>1</sup> Separación de medias según la prueba D.M.S ( $P \leq 0,05$ ).

cho, se han reportado como malezas problemáticas en el agroecosistema de la caña de azúcar (Rochecoste, 1956; Lencse y Griffin, 1991). Para ambas especies se observó que los tratamientos con cosecha en verde mostraron las menores coberturas, QSL presentó valores intermedios mientras que QCL fue el tratamiento que más benefició el desarrollo de las poblaciones de dichas malezas. La disturbación del suelo por medio de la labranza, propicia una dinámica constante en el banco de semillas, al aumentar la magnitud de la variación ambiental, y bajo condiciones favorables, la germinación de semillas y producción de plántulas es mayor (Roberts y Potter, 1980). Más importante aún, es que la variación de un año a otro en la densidad de malezas y semillas de éstas que se incorporan al banco aumentará, lo que hará menos predecibles los problemas de malezas en el futuro (Clements *et al.*, 1996).

Por su parte, la no disturbación del suelo y la presencia de rastrojo sobre éste, pueden afectar la dinámica de las poblaciones de malezas, sobre todo en un sistema donde generalmente se utiliza la labranza. Así factores como la no exposición a la luz de las semillas enterradas, o la presencia de residuos vegetales producto de la cosecha en verde, que dificulten el establecimiento de plántulas y beneficien la actividad microbiana, impiden el desarrollo de las poblaciones de malezas

**Cuadro 3.** Porcentaje de cobertura de las especies de malezas predominantes en cuatro tipos de labranza, para dos microhabitats, en un lote con baja infestación de malezas (lote 1) y en otro con alta (lote 2), en el Trópico Seco de Costa Rica.

	VCR		VSR		QSL		QCL	
	surco	entresurco	surco	entresurco	surco	entresurco	surco	entresurco
<b>Lote 1</b>								
<i>Amaranthus spinosus</i>	0,12	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00	0,13	0,03
<i>Cyperus rotundus</i>	4,85	13,87	4,00	1,63	1,75	2,62	2,05	5,12
<i>Leptochloa filiformis</i>	2,33	0,02	2,63	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Phyllanthus stipulatus</i>	0,47	0,00	0,32	0,03	0,13	0,02	0,05	0,00
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	0,12	0,05	0,68	1,87	0,18	0,05	0,95	0,12
<i>Urochloa fasciculata</i>	0,98	0,05	1,08	4,57	1,58	1,73	0,08	0,80
<b>Total</b>	8,87	13,98	8,95	8,15	3,65	4,42	3,27	6,07
<b>Lote 2</b>								
<i>Cyperus rotundus</i>	7,02	0,08	0,48	0,20	12,80	2,33	26,58	28,57
<i>Ipomoea</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,02	1,65	0,13	0,07	0,68
<i>Phyllanthus stipulatus</i>	0,00	0,00	0,62	0,13	0,02	0,02	0,00	0,00
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	4,95	0,23	4,33	0,72	9,22	3,33	15,00	19,38
<i>Trianthema portulacastrum</i>	0,00	0,00	0,03	0,05	0,08	0,25	0,02	1,02
<i>Urochloa fasciculata</i>	0,00	0,00	0,62	0,17	0,28	0,25	0,00	0,00
<b>Total</b>	11,97	0,32	6,08	1,28	24,05	6,32	41,67	49,65

(Swanton y Murphy, 1996), tal y como se observó en los resultados. Si bien no se observó un efecto claro del rastrojo sobre las malezas, es importante evaluar con más detalle este factor, ya que se puede dar una regulación diferenciada de la germinación, que depende tanto de la especie como de la naturaleza del rastrojo (Purvis *et al.*, 1985), factor que podría determinar cuáles especies predominarán en el futuro en la cosecha en verde al dejar el rastrojo, además, la presencia de mucha materia orgánica en el suelo puede disminuir la efectividad de algunos herbicidas (Fadayomi, 1988) e inclusive propiciar grandes variaciones en la disponibilidad de nutrimentos (Spain y Hodgen, 1994).

El porqué en el lote uno en la quema con labranza las poblaciones fueron mucho menores que en el lote dos, se puede deber a dos factores, el primero es que existía una diferencia sustancial en la presión inicial de malezas según los historiales de cada lote, como se mencionó anteriormente y el otro factor fue la aporca realizada en el lote uno (se da vuelta a una capa de suelo), ya que se ha visto que las semillas de muchas especies al ser enterradas no germinan, reduciéndose de esta manera el número de plantas que aparecerán (Pollard y Cussans, 1981).

En el caso de *C. rotundus* la labranza favorece notoriamente el establecimiento y desarrollo de sus poblaciones ya que divide las cadenas de tubérculos y elimina así la dominancia apical que ejerce la parte distal de la cadena promoviendo la germinación de muchos tubérculos (Smith y Fick, 1937; Muzik y Cruzado, 1953;

Williams, 1982; Godoy *et al.*, 1995). Por su parte, las semillas de *R. cochinchinensis* rompen su latencia al verse expuestas a la luz y al tener una condición adecuada de humedad, temperatura y oxigenación, la cual se alcanza aumentando el espacio poroso a su alrededor, factores que se ven favorecidos con la labranza (Thomas, 1973; Pamplona y Mercado, 1974; Thomas y Allison, 1975; Hernandez y Soto, 1990).

En algunas especies hubo diferencias en la cobertura que mostraron en el surco y en el entresurco (Cuadro 3). La constante que se encontró fue que las mayores coberturas se presentaron en el surco y que este comportamiento fue más frecuente en los tratamientos con cosecha en verde. El efecto del paso de maquinaria en el entresurco, sobre la emergencia de malezas es variable y aunque se ha observado que las especies de semilla pequeña, aumentan su porcentaje de germinación más que aquellas de semilla grande (Jurik y Zhang, 1999), dicho efecto es difícil de medir. El que haya habido mayor cobertura en el surco no debió ser precisamente por efecto de la compactación de la maquinaria en el entresurco, de tal forma que perjudicara la emergencia de las especies, es más probable que en el surco existiera un mayor balance entre humedad y oxigenación (Hernández y Soto, 1990) y más importante aún, es que donde se observó con mayor claridad este comportamiento fue en los tratamientos de cosecha en verde, donde la fertilización se realizó sobre el surco, así la disponibilidad de nitrógeno ayudó al desarrollo de las poblaciones de malezas en dicho microhábitat.

La labranza del suelo favorece la germinación (Yenish *et al.*, 1992) y la distribución vertical del banco de semillas, lo que quiere decir que se coloca semilla de malezas en diferentes condiciones, lo que a su vez se traduce en mayor latencia, diferentes momentos de germinación y aumento en la complejidad del problema (Pareja *et al.*, 1985; Cardina *et al.*, 1991; Clements *et al.*, 1996), aunque se ha visto que la labranza puede reducir la emergencia de malezas durante el primer año de esta práctica, ya que coloca la semilla nueva en condiciones no favorables para la germinación, en sistemas con un banco de semillas estable y más de un año de recibir dicha labor, tal resultado no se obtiene en forma consistente (Egley y Williams, 1990). En cambio, la labranza reducida y sobre todo la labranza cero, propician la acumulación de semillas de malezas en los primeros cinco cm y aunque tiende a aumentar el número total de las que tienen la capacidad de germinar, se ha observado que mediante la aplicación de herbicidas este número se puede reducir sustancialmente (Schreiber, 1992; Hoffman *et al.*, 1998).

Al comparar el efecto de los diferentes tratamientos sobre el número promedio de especies se puede ver como en el lote uno aunque hubo diferencias significativas el comportamiento fue sumamente errático, en cambio en el lote dos, se observó claramente que la cosecha en verde con rastrojo tuvo la menor cantidad de especies. En muchos trabajos se ha encontrado que la cero labranza favorece la presencia de un mayor número de especies y por tanto de diversidad, en cambio la labranza convencional beneficia el establecimiento y desarrollo de pocas especies pero éstas alcanzan grandes poblaciones (Monroy *et al.*, 1993; Buhler *et al.*, 1994; Zelaya *et al.*, 1997), esto contradice los resultados obtenidos en este estudio. Sin embargo, por ser el primer año en que se hace este tratamiento, un cambio en las condiciones, como el realizado, altera el sistema y los ciclos de las malezas, por lo que las poblaciones de éstas pueden disminuir. Probablemente si se mantienen las mismas condiciones durante varios años, se de un cambio significativo en la flora, que inclusive represente la aparición de nuevas especies, mejor adaptadas a la ausencia de quema y labranza y presencia de rastrojo, permitiendo así que aumente el número de especies.

El efecto de la quema fue muy claro en el lote dos, ya que en los dos tratamientos donde se llevó a cabo, la cobertura de las malezas fue mayor. Los resultados sugieren que dicha práctica favorece la ruptura de la latencia de las semillas de algunas malezas. Está bien documentado que algunas especies requieren de temperaturas de hasta 40°C para que sus semillas germinen y otras requieren cambios marcados de este factor (Grime *et al.*, 1981). Mediante la quema de rastrojo sobre la superficie del suelo, en los primeros centíme-

tros de este, se pueden presentar temperaturas altas que no son letales para el embrión y que favorecen la germinación. En la superficie, aunque puede haber mortalidad de semillas, es posible que ocurra escarificación de semillas que poseen una cubierta seminal gruesa y dura y que requieren de tal proceso para germinar.

Como se aprecia en el Cuadro 4, la caña de azúcar mostró respuestas diferentes tanto entre lotes como entre tratamientos. En el lote uno la mayor altura de planta y número de tallos se presentó en el tratamiento QCL, los demás tratamientos no difirieron entre sí. En el lote dos la quema con labranza fue el tratamiento que mostró menos tallos y altura de planta y los tratamientos restantes fueron similares entre ellos. En el primer lote, que presentó bajas poblaciones de malezas, como se mencionó, el cultivo mostró el mejor desarrollo en QCL ya que la ruptura del suelo mediante picos indirectamente realiza una poda de raíz que beneficia la producción de raíces y brotes nuevos. En el caso del tratamiento VCR, este tuvo la ventaja de que el rastrojo al reducir la evapotranspiración, prolongó la disponibilidad de humedad en el suelo (Prove *et al.*, 1986; Wood, 1991) y esto permitió un buen desarrollo de las plantas a pesar de la densa cobertura. Lo contrario ocurrió en el lote dos, ya que en este caso las altas poblaciones de malezas fueron un factor más importante que los beneficios en sí de la labranza. La ausencia de rastrojo, la quema, la disturbación y fertilización temprana favorecieron el desarrollo de las malezas, principalmente *C. rotundus* y *R. cochinchinensis*, las cuales representaron una gran interferencia en el desarrollo del cultivo, al punto de retrasar su crecimiento en comparación con los otros tratamientos donde las malezas, no fueron tan importantes. Glaz *et al.* (1989) encontraron al evaluar el nivel del control de malezas, que éste no tuvo efecto

**Cuadro 4.** Altura y número de tallos por metro lineal promedio de la caña de azúcar, en cuatro tipos de labranza, en un lote con baja infestación de malezas (lote 1) y en otro con alta (lote 2), en el Trópico Seco de Costa Rica.

Tratamiento	altura (cm)	# tallos/m
<b>Lote 1</b>		
VCR	90,00 a <sup>1</sup>	14,94 ab
VSR	99,30 a	12,03 a
QSL	105,00 ab	12,05 a
QCL	120,20 b	20,11 b
<b>Lote 2</b>		
VCR	113,30 b	13,20 bc
VSR	108,00 b	10,10 ab
QSL	99,50 b	16,80 c
QCL	64,00 a	7,40 a

<sup>1</sup> Separación de medias según la prueba D.M.S (P<0,05).

sobre el número de tallos, mientras que en otros estudios se observaron importantes disminuciones tanto en el número de tallos (Cerrizuela *et al.*, 1965; Ibrahim, 1984; Millholon, 1992) como en la altura de éstos (Ibrahim, 1984). Tales resultados sugieren que dependiendo de las especies presentes y del tamaño de sus poblaciones, tanto a nivel de banco de semillas como de plantas establecidas, las malezas serán o no, uno de los principales factores que determinen el máximo potencial que se tendrá en un ciclo productivo. Así, a bajas poblaciones se podrían realizar labores de labranza que a altas poblaciones, perjudicarían al cultivo por beneficiar a éstas.

### LITERATURA CITADA

- BUHLER, D. 1995. Influence of tillage systems on weed population dynamics and management in corn and soybean production in the central USA. *Crop Science* 35: 1247-1257.
- BUHLER, D.; STOLTENBERG, D.; BECKER, R.; GUNSO-LUS, J. 1994. Perennial weed populations after 14 years of variable tillage and cropping practices. *Weed Science* 42: 205-209.
- BUHLER, D.; HARTZLER, R.; FORCELLA, F. 1997. Implications of weed seedbank dynamics to weed management. *Weed Science* 45: 329-336.
- BURROWS, G.; SHLOMOWITZ, R. 1992. The lag in the mechanization of the sugarcane harvest: some comparative perspectives. *Agricultural History* 66(3): 61-75.
- CARDINA, J.; REGNIER, E.; HARRISON, K. 1991. Long-term tillage effects on seed banks in three Ohio soils. *Weed Science* 39: 186-194.
- CERRIZUELA, E.; MARIOTTI, J.; AREVALO, R. 1965. Influences of weeds on the growth of sugarcane. *Revista de la Industria Agrícola. Tucuman* 43: 1-12.
- CLEMENTS, D.; BENOIT, D.; MURPHY, S.; SWANTON, C. 1996. Tillage effects on weed seed return and seedbank composition. *Weed Science* 44: 314-322.
- EGLEY, G.; WILLIAMS, R. 1990. Decline of weed seeds and seedling emergence over five years as affected by soil disturbances. *Weed Science* 38: 504-510.
- FADAYOMI, O. 1988. Weed control in sugar cane with hexazinone alone and in combination with diuron. *Journal of agricultural science, Cambridge* 111: 333-337.
- GLAZ, B.; ULLOA, M.; PARRADO, R. 1989. Cultivation, cultivar, and crop age effects on sugarcane. *Agronomy Journal* 81: 163-167.
- GODOY, G.; VEGA, J.; PITY, A. 1995. El tipo de labranza afecta la flora y la distribución vertical del banco de semillas de malezas. *CEIBA* 36(2): 217-229.
- GRIME, J.; MASON, G.; CURTIS, A.; RODMAN, J.; BAND, S.; MOWFORTH, M.; NEAL, A.; SHAW, S. 1981. A comparative study of germination characteristics in a local flora. *Journal of Ecology* 69: 1017-1059.
- HERNANDEZ, R.; SOTO, A. 1990. Influencia del déficit hídrico en la germinación de *Rottboellia exaltata* bajo sequía simulada. *Agronomía Costarricense* 14(2): 135-140.
- HOFFMAN, M.; OWEN, M.; BUHLER, D. 1998. Effects of crop and weed management on density and vertical distribution of weed seeds in soil. *Agronomy Journal* 90: 793-799.
- HOLDRIDGE, L. 1982. *Ecología basada en zonas de vida*. 1a. ed., 2a. reimpression. San José, Costa Rica. IICA. 216 p.
- IBRAHIM, A. 1984. Weed competition and control in sugarcane *Saccharum officinarum*. *Weed Research* 24: 227-232.
- JURIK, T.; ZHANG, S. 1999. Tractor wheel traffic on weed emergence in central Iowa. *Weed Technology* 13: 741-746.
- LENCSE, R.; GRIFFIN, J. 1991. Itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis*) interference in sugarcane (*Saccharum* sp.). *Weed Technology* 5: 396-399.
- MILLHOLON, R. 1992. Effect of itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis*) interference on growth and yield of sugarcane (*Saccharum* spp. hybrids). *Weed Science* 40: 48-53.
- MONROY, J.; PITY, A.; MUÑOZ, R. 1993. El sistema de labranza cambia la flora de malezas en maíz y frijol en relevo. *CEIBA* 34(1): 67-80.
- MUZIK, T.; CRUZADO, H. 1953. The effect of 2,4-D on sprout formation in *Cyperus rotundus*. *American Journal of Botany* 40: 507-512.
- PAMPLONA, P.; MERCADO, B. 1974. Dormancy and germination of *Rottboellia exaltata* L. *The Philippine Journal of Science* 103(4): 193-197.
- PAREJA, M.; STANIFORTH, D.; PAREJA, G. 1985. Distribution of weed seed among soil structural units. *Weed Science* 33: 182-189.
- POLLARD, F.; CUSSANS, G. 1981. The influence of tillage on the weed flora in a succession of winter cereal crops on a sandy loam soil. *Weed Research* 21: 185-190.
- PROVE, B.; TRUONG, P.; EVANS, D. 1986. Strategies for controlling caneland erosion in the wet tropical coast of Queensland. *In Proceedings of Australian Society of Sugar Cane Technology, Brisbane*. p. 77-84.

- PURVIS, C.; JESSOP, R.; LOVETT, J. 1985. Selective regulation of germination and growth of annual weeds by crop residues. *Weed Research*. 25: 415-421.
- ROBERTS, H.; POTTER, M. 1980. Emergence patterns of weed seedlings in relation to cultivation and rainfall. *Weed Research*. 20: 377-386.
- ROCHECOUSTE, E. 1956. Observations on nutgrass (*Cyperus rotundus*) and its control by chemical methods in Mauritius. In Proceedings of Ninth Congress of the International Society of Sugar Cane Technologist. p. 1-11.
- SCHREIBER, M. 1992. Influence of tillage, crop rotation, and weed management on giant foxtail (*Setaria faberi*) population dynamics and corn yield. *Weed Science* 40: 645-653.
- SMITH, E.; FICK, G. 1937. Nutgrass eradication studies. 1. Relation of the life history of nut grass, *Cyperus rotundus* L., to possible methods of control. *Journal of the American Society of Agronomy* 29: 1007-1013.
- SOTO, A.; AGÜERO, R. 1992. Combate químico de malezas en arroz. San José, Costa Rica. Editorial Universidad de Costa Rica. 81 p.
- SPAIN, A.; HODGEN, M. 1994. Changes in the composition of sugarcane harvest residues during decomposition as a surface mulch. *Biology and Fertility of Soils* 17: 225-231.
- SWANTON, C.; MURPHY, S. 1996. Role of integrated weed management in agroecosystem health. *Weed Science* 44: 437-445.
- THOMAS, P. 1973. Studies on *Rottboellia exaltata* (Shamva grass or Guinea fowl grass). *Rhodesia Agricultural Journal* 70: 140-142.
- THOMAS, P.; ALLISON, J. 1975. Seed dormancy and germination in *Rottboellia exaltata*. *Journal Agricultural Science* 85(1): 129-134.
- YENISH, J.; DOLL, J.; BUHLER, D. 1992. Effects of tillage on vertical distribution and viability of weed seed in soil. *Weed Science* 40: 429-433.
- WILLIAMS, R. 1982. Growth and reproduction of *Cyperus esculentus* L. and *Cyperus rotundus* L. *Weed Research* 22: 149-154.
- WOOD, A. 1991. Management of crop residues following green harvesting of sugar cane in north Queensland. *Soil Tillage Research* 20: 69-85.
- ZELAYA, I. A.; OWEN, M. D. K.; PITY, A. 1997. Effect of tillage and environment on weed population dynamics in the dry tropics. *Ceiba* 38(2):123-125.
- ZIMDAHL, R. 1980. Weed-crop competition, A review. Corvallis, Oregon. International Plant Protection Centre. 196 p.