





ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

## Plantación en surcos de base ancha, alternativa tecnológica para reducir el porcentaje de arvenses en caña de azúcar

### Double furrow planting, technological alternative to reduce the percentage of weeds in sugarcane

Dailín Rodríguez Tassé<sup>1\*</sup> , René Nivardo Barbosa García<sup>1</sup> , Adrián García Perú<sup>2</sup> ,  
Alexeis Urquiza Ricardo<sup>3</sup> 

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA) Oriente – Sur, Carretera central km 2 ½, Los coquitos, Palma Soriano, Santiago de Cuba, Cuba

<sup>2</sup>Empresa Azucarera Santiago de Cuba, Calle L entre 6ta y avenida Las América, Reparto Sueños, Santiago de Cuba, Cuba

<sup>3</sup>Unidad Empresarial de Base Dos Ríos, Avenida Victoria de Girón, Poblado Dos Ríos, Palma Soriano, Santiago de Cuba, Cuba

#### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 30/09/2019  
Aceptado: 9/12/2019

#### CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran no existir conflictos de intereses.

#### AUTOR PARA CORRESPONDENCIA

Dailín Rodríguez Tassé  
[dailin.rodriguez@inicas.azcuba.cu](mailto:dailin.rodriguez@inicas.azcuba.cu)



#### RESUMEN

El trabajo se realizó durante el período húmedo de la campaña de Control Integral de Malezas, en plantaciones del periodo junio - diciembre de 2018 de la Unidad Básica de Producción Cañera "Vitalio Acuña", perteneciente a la Unidad Empresarial de Base Dos Ríos, Santiago de Cuba, con el objetivo de evaluar la efectividad de dos métodos de plantación en el manejo de arvenses en caña de azúcar plantada en época de frío. El ensayo se ejecutó bajo un diseño en franjas, con tres réplicas, cada franja contó de 14 surcos, sobre un suelo Sialitizado Cálculo. A los diferentes métodos de plantación se le determinó la cobertura de arvenses a los 30, 60, 90 y 120 días posteriores a la aplicación de herbicida y se evaluó el cierre de campo. Se determinó el Coeficiente de Impacto Ambiental y la carga contaminante a la atmósfera. El cierre de campo en el surco de base ancha se produjo 60 días antes que el tradicional, limitando así la presencia de las arvenses, donde fue menor el porcentaje de cobertura de las mismas con diferencias significativas respecto a la siembra tradicional, la cual demandó cuatro labores más de control. La realización de mayores cantidades de labores de control aumentó el coeficiente de impacto ambiental y la expulsión de

gases contaminantes a la atmósfera. El método de plantación más efectivo para el control de arvenses es el de surcos de base ancha que a la vez reduce la contaminación al medioambiente.

**Palabras clave:** cierre del campo, cobertura de malezas, distancias de plantación, impacto ambiental

## ABSTRACT

The experimental work was carried out during the wet period of the Integral Weed Control Campaign, in plantations of the cold season (June - December) of 2018, in the Sugarcane Growers Farm "Vitalio Acuña", belonging to the Sugar Mill Dos Ríos, Santiago de Cuba. The objective was to assess the effectiveness of two planting methods for weed management in sugarcane. The experiment was laid out in split plot design using three replications, each plot contained 14 furrows of 100 m long, on a cambisol soil. In each planting methods the weeds coverage at 30, 60, 90 and 120 days after the application of herbicide were determined and field closure was evaluated. The Environmental Impact Coefficient and the pollutant load to the atmosphere were determined. Field closure in dual furrow system occurred 60 days before the traditional one, thus limiting the presence of weeds. There were significant differences between the two planting systems. Traditional plantation required four more tasks for weed control. The performance of more control tasks increased the environmental impact coefficient and the expulsion of polluting gases into the atmosphere. The most effective planting method for weed control in sugarcane was dual furrow system, which at the same time reduces pollution to the environment.

**Keywords:** field closure, weed cover, planting distances, planting method, environmental impact

## INTRODUCCIÓN

La necesidad de alcanzar una producción azucarera eficiente, evaluada en cantidad de azúcar por unidad de área, lleva implícita la urgencia de cambios en las prácticas agrícolas tradicionales. Por ello, la búsqueda de tecnologías más apropiadas para el incremento del rendimiento agrícola ha sido siempre preocupación de los productores e investigadores (Sacerio *et al.*, 2017).

En el mundo cañero se emplea una amplia gama de distancias de plantación que van desde 0,90 hasta 1,80 m, donde se obtienen incrementos en el rendimiento agrícola con las distancias menores al aumentar el número de tallos por unidad de área (García, 1998). Debido a esta situación, se buscan distancias de plantación capaces de producir el máximo rendimiento agrícola que proporcionen un correcto desarrollo de las diferentes labores culturales y permitan un mejor control de las arvenses (González, 2013).

El control de las arvenses mediante el estrechamiento de la distancia de plantación, significa incrementos del rendimiento agrícola y ahorros en desyerbes manuales y con herbicidas. Esta actividad es de gran importancia para la agricultura cañera, especialmente en la actualidad en que las arvenses constituyen uno de los factores que más afectan la productividad en las plantaciones de caña de azúcar en Cuba (Gómez *et al.*, 2015).

El desarrollo de mejores técnicas para el control de arvenses en los cultivos debe integrar sistemáticamente todos aquellos factores de manejo que puedan contribuir a disminuir su incidencia. De esta forma, se deben establecer sistemas donde intervengan métodos culturales mejorados de control, como, fecha de siembra, distribución de plantas y manejo de fertilizantes (Zuaznábar *et al.*, 2016).

Por lo antes expuesto se llevó a cabo un estudio con el objetivo de evaluar la efectividad

de dos métodos de plantación en el manejo de arvenses en caña de azúcar plantada de frío y su efecto sobre el ambiente.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo durante el período húmedo de la campaña de Control Integral de Arvenses en plantaciones de la época de frío (junio - diciembre) de 2018, en la Unidad Básica de Producción Cañera “Vitalio Acuña” perteneciente a la Unidad Empresarial de Base Dos Ríos, Santiago de Cuba. El ensayo se ejecutó bajo un diseño en franjas, con tres réplicas, cada franja contó de 14 surcos, sobre un Sialitizado Cálculo (Hernández *et al.*, 2015).

La preparación del suelo se realizó por el método tradicional, con la realización de una operación con arado de discos y dos pases de grada de discos. Se evaluó el método de plantación denominado “surco doble o de base ancha” que consiste en sembrar parejas de hileras cercanas (a 0,40 m entre sí), con separación de 1,40 m entre dos parejas, de forma tal que la distancia de centro a centro de dos parejas contiguas es de 1,80 m. Se plantó un total de 30 yemas por metro lineal de la doble hilera, con consumo de semilla de 10 a 12 t ha<sup>-1</sup> y el método tradicional (hileras sencillas, espaciadas entre sí a 1,6 m con un total de 15 a 20 yemas por metro lineal y consumo de semilla de 8 a 10 t ha<sup>-1</sup>. Se utilizó el cultivar C90-469.

El tape de la semilla en todo el experimento, se realizó de forma manual con azada. No fue necesario realizar labores de resiembra en el experimento. Las actividades de limpia, cultivo y demás atenciones culturales fueron contabilizadas por separado para cada una de

las variantes experimentales comparadas. Las precipitaciones ocurridas en el desarrollo del experimento (Tabla 1) fueron típicas de este periodo del año, con un total de 755 mm.

Se realizó la aplicación del herbicida Merlin GD 75 a 0,230 kg ha<sup>-1</sup> y Ametrina PH 80 a 1,5 kg ha<sup>-1</sup>, inmediatamente después del tape en los dos marcos de plantación estudiados. El medio de aplicación fue la asperjadora Unegreen de 800 L de capacidad, boquillas de abanico plano, color azul modelo 03 F 1101, gasto de 0,98 L min<sup>-1</sup>, presión de 2 bar y solución final calibrada de 200 L ha<sup>-1</sup>.

A los dos métodos de plantación se le determinó la cobertura de arvenses a los 30, 60, 90 y 120 días posteriores a la aplicación de herbicida preemergente según la metodología descrita por Fischer (1975).

Se determinó el momento del “cierre del campo”, característica relativa al sombreado del suelo debido al grado de entrecruce de las hojas entre los surcos, registrándose la cantidad de días transcurridos desde la plantación hasta el cierre total del campo.

Se calculó el Coeficiente de Impacto Ambiental (EIQ), por sus siglas en inglés, según el método propuesto por Kovach (1992) de la siguiente forma:

$$EIQc = EIQh \times c \times d \times a$$

EIQc - EIQ campo

EIQh - EIQ herbicida

c - concentración del activo herbicida

d - dosis

a - cantidad de aplicaciones

Se determinó la carga contaminante a la atmósfera a partir del principio de

**Tabla 1.** Comportamiento de las lluvias

Mes	Lluvias (mm)	Mes	Lluvias (mm)
Junio	60	Octubre	143
Julio	148	Noviembre	44
Agosto	77	Diciembre	22
Septiembre	261	Total	755

funcionamiento del motor de combustión interna, donde al quemarse un kg de combustible diésel, la atmósfera recibe una contaminación expresada en kg de gases contaminantes por hectárea (Mordujóvich, 1996).

$$Gt = (1 + \alpha l_0)nC$$

Gt\_ carga contaminante que genera el combustible diésel quemado para ejecutar el sistema

$\alpha$ \_ coeficiente de llenado para el combustible diésel, se consideró 1,40

$l_0$ \_ cantidad de aire necesario para quemar un kg de combustible: 15,10 kg

nC\_ cantidad de kg de combustible consumido por hectárea en cada sistema

Los resultados del porcentaje de control de las mezclas fueron evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA,  $\alpha = 0,05$ ). Se realizó la prueba de comparación múltiple de medias para ordenar la efectividad de los tratamientos a través de (Tukey  $\alpha = 0,05$ ). Se utilizó el programa estadístico STATISTICA V. 8. Con el propósito de normalizar los datos se usó la transformación de Lerch (1977).

$$x = 2 \arcsin \sqrt{p}$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Cierre de campo

El entrecruzamiento de las hojas o comienzo del cierre de campo en el surco de base ancha

se produjo 60 días antes que el tradicional, condicionado fundamentalmente por la distancia de plantación empleada entre hileras y el número de tallos por unidad de área, limitando así la presencia de las arvenses (Figura).

Entre el cierre de campo (entrecruzamiento de las hojas de surcos próximos) y la cantidad de arvenses existe una correlación inversa, es decir que el porcentaje de arvenses es menor donde el cierre es más rápido (García, 2018).

Los resultados del estudio realizado por Gómez *et al.* (2011) demostraron que la plantación en surcos de base ancha supera al sistema tradicional en el cierre temprano del campo y en el menor porcentaje de arvenses, dejando claro las ventajas de introducir la tecnología de plantación en surcos de base ancha en caña de azúcar.

### Porcentaje de cobertura de arvenses

La Tabla 2 muestra la cobertura de arvense total en cada una de las tecnologías evaluadas, donde se puede observar que existió menor porcentaje de cobertura en la siembra de base ancha con diferencia significativa respecto al sistema tradicional.

Bolaños (2015), demostró que es factible la siembra de la caña de azúcar en surcos de base ancha, ya que existe menor cantidad de arvenses en estas áreas debido a la mayor cantidad de tallos por unidad de área y la correspondiente competencia que establecen con las mismas.

Entre las tecnologías que más contribuyeron en el control de las arvenses y a su vez al aumento de la productividad de los cañaverales de Tucumán, Argentina, se destacan la

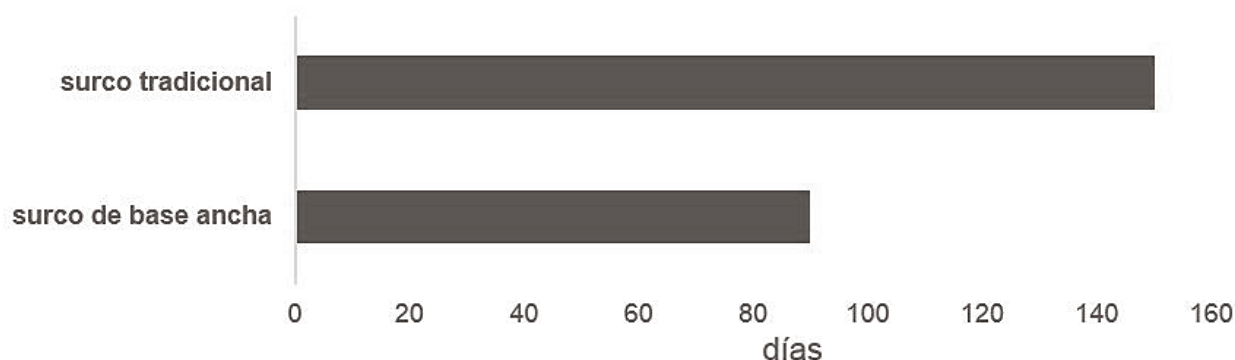


Figura. Cierre de campo

**Tabla 2.** Porcentaje de cobertura de arvenses en las diferentes evaluaciones

Días de plantada y aplicado el producto	Cobertura de arvenses (%)	
	Base ancha	Tradicional
30	0,0 a	0,0 a
60	0,0 a	1,5 b
90	0,3 a	3,8 c
120	0,5 a	7,9 d
Coef. Var.	61,16	41,39
Error Standard	0,02	0,01

modificación del diseño de plantación con la incorporación de los surcos de base ancha en la década de los 90 y la generalización de la cosecha mecanizada en verde (Romero *et al.*, 2017).

En estudios realizados por Báez *et al.*, (1998) en el municipio San Francisco del estado venezolano de Zulia en el cultivo de la Yuca, el marco de plantación más estrecho y la mayor densidad de plantas por área resultó ser lo más conveniente para el control de arvenses. También se obtuvieron mayores rendimientos en este cultivo en el marco de plantación más estrecho.

#### Número de labores para el control Integral de Arvenses

La plantación en surcos de base ancha permitió reducir el número de labores de limpia respecto al método tradicional, como se puede observar en la Tabla 3.

En la Unidad Básica de Producción Cooperativa Bermejil, perteneciente a la Unidad Empresarial de Base “Carlos Baliño” en Villa Clara, se reducen 2,3 labores de limpia manual y 4,8 labores de cultivo de deshierbe en los surcos de base ancha, por cierre temprano del campo, respecto a la siembra tradicional (Becerra, 2016).

En el Banco de Semilla Básica de Sancti Spíritus en se demostró que, con la disminución del marco de siembra, aumentó la cantidad de plantas por unidad de área con la consiguiente disminución del porcentaje de arvenses. Como consecuencia se realizaron menos labores de control integral de arvenses en las áreas sembradas con la reducción de la distancia entre hileras (Ventura, 2015).

Por su parte Díaz *et al.* (2001) encontraron en caña de azúcar un adelanto del cierre del campo de alrededor de dos meses y como consecuencia, una reducción de 50 % del

**Tabla 3.** Labores para el control integral de arvenses realizadas en cada tecnología

Base Ancha	Tradicional
Aplicación de Preemergente (Merlin + Ametrina): 19-7-18	Aplicación de Preemergente (Merlin + Ametrina): 19-7-18
Primer cultivo: 69 dda	Primer cultivo: 20 dda
Post-emergente en etapa de pre-cierre (Finale + ácido fosfórico): 90 dda	Primera limpia manual: 53 dda
---	Aplicación de tratamiento Post-emergente (Finale + ácido fosfórico): 87 dda
---	Segundo cultivo: 115 dda
---	Segunda limpia manual: 120 dda
---	Post-emergente en etapa de pre-cierre (Finale + ácido fosfórico): 150 dda

dda: días después de aplicado



número y costo total de las labores de deshierbe integral (manual, cultivo y herbicidas) con el estrechamiento de 1,6 a 0,9 m de la distancia entre surcos.

Índice de impacto ambiental total de campo (EIQ)

Al evaluar el impacto ambiental se comprobó que la tecnología tradicional posee un mayor coeficiente de impacto ambiental (45,3) al realizar dos aplicaciones del herbicida Finale.

Debe destacarse que en función del menor número de aplicaciones de plaguicidas y de la utilización de productos más selectivos el coeficiente de impacto ambiental será menor mitigando el impacto ambiental. El impacto ambiental de un producto estará determinado no solo por el valor de su coeficiente de impacto ambiental (EIQ), sino también por el número de veces y la dosis que se aplique (Ávila *et al.*, 2016); es por esa razón que en la plantación de base ancha el impacto ambiental es menor, ya que se necesitan menos aplicaciones de herbicida.

#### Carga contaminante a la atmósfera

La tecnología de plantación tradicional conlleva cuatro labores adicionales con relación a la plantación de base ancha, por lo que existe mayor uso de combustible con superior expulsión de gases contaminantes a la atmósfera (Tabla 4).

Viera (2015) en la Empresa Azucarera Majibacoa de la provincia Las Tunas demostró que cuando se realiza mayor cantidad de

labores para el control de arvenses se consume gran cantidad de combustible aumentando la cantidad de gases contaminantes a la atmósfera.

La siembra en surcos de base ancha contribuyó al control de las arvenses y evitó que fueran necesarias mayor cantidad de labores de cultivo, con las ventajas ecológicas que esto representa.

## CONCLUSIONES

El método más efectivo para el control de arvenses en caña de azúcar plantada de frío es la plantación en surcos de base ancha por reducir en 60 días el tiempo requerido para que se produzca el cierre del campo, reducir la cantidad de labores necesarias y disminuir el impacto ambiental.

## CONTRIBUCIÓN DE CADA AUTOR

**Dailín Rodríguez Tassé:** confeccionó, diseñó y ejecutó el proyecto para la evaluación de los objetivos generales de la investigación. Contribuyó en la aplicación de las técnicas estadísticas utilizadas para analizar o sintetizar los datos de estudio obtenidos. Redactó el borrador del manuscrito y responsable de escribir el manuscrito.

**René Nivardo Barbosa García:** participó en las evaluaciones realizadas en el estudio. Revisó la base de datos y realizó los análisis estadísticos. Contribuyó en la preparación,

**Tabla 4.** Índice de impacto ambiental total de campo (EIQ)

Tecnología	Herbicida	EIQ	I.A (%)	DOSIS	Cantidad aplicación	EIQ total campo	Gt (kg ha <sup>-1</sup> )
Base Ancha	Merlin	24,0	0,75	0,230	1	4,14	<b>278,96</b>
	Ametrina	24,2	0,80	1,5	1	29,04	
	Finale	20,2	0,15	2,0	1	6,06	
						<b>39,24</b>	
Tradicional	Merlin	24,0	0,75	0,230	1	4,14	<b>582,28</b>
	Ametrina	24,2	0,80	1,5	1	29,04	
	Finale	20,2	0,15	2,0	2	12,12	
						<b>45,3</b>	

EIQ: coeficiente de impacto ambiental, I.A: Ingrediente activo, Gt: carga contaminante

creación, presentación y revisión del artículo.

**Adrián García Perú:** coordinó la conducción del estudio y las evaluaciones de la investigación. Responsable de la conservación de los datos y anotaciones tomadas en el transcurso de la investigación.

**Alexeis Urquiza Ricardo:** organizó en la unidad productora el montaje de la investigación, así como las evaluaciones realizadas. Aportó información para mejorar el montaje del experimento.

## CONFLICTO DE INTERESES

No se declaran conflictos de interés

## BIBLIOGRAFÍA

ÁVILA, K., CHAPARRO, A. y REYES, G. 2016.

Estimación del índice de coeficiente ambiental (EIQ) en cultivos transgénicos y convencionales de algodón (*Gossipium hirsutum*) y maíz (*Zea mays*) en el departamento del Tolima. Disponible en <http://conalgodon.com/wp-content/uploads/2016/08> revisado 15 de septiembre de 2018.

BÁEZ, J., ANTEQUERA, R., RAMOS, J. *et al.* 1998. Densidad de siembra y control de arvenses en el cultivo de la yuca (*Manihot esculanta* Crantz) en siembra directa bajo las condiciones de la planicie de Maracaibol. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 15: 429-438.

BECERRA, E. 2016. Siembra en surcos de base ancha, una alternativa económico-productiva en el control de arvenses. En: V Congreso Nacional de Ciencia de las Arvenses, 20 - 22 de septiembre, Centro de Convenciones Lázaro Peña, La Habana, Cuba.

BOLAÑOS, J. 2015. Características del surco de base ancha y su implementación en siembras comerciales de caña de azúcar. En: VI

Congreso Tecnológico del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA), 20 y 21 de agosto, Salón de Asambleas de Coope Victoria R. L., Alajuela, Costa Rica.

DÍAZ, J. C. y HERNÁNDEZ, D. 2001. Influencia de la población del surco y la distancia entre estos en la competencia de las arvenses en caña de azúcar. En: II Congreso Nacional de la Sociedad Cubana de Ciencia de Arvenses, INICA-INISAV, Jardín Botánico Nacional, La Habana, pp. 53-55.

FISCHER, F. 1977. Comparación de dos métodos de evaluación para determinar el grado de efectividad herbicida. *Rev. Agric.*, 8 (1): 70-80.

LERCH, G. 1977. La experimentación en las ciencias biológicas y agrícolas. Tomo I. Ed. Academia, 227 p.

GARCÍA, I. 2018. Control de arvenses en plantaciones en surcos dobles o de base ancha. Curso Metodológico Servicio de Recomendación de Control Integral de Arvenses (SERCIM), INICA, La Habana, Cuba.

GARCÍA, R. 1998. Determinación del espaciamiento óptimo entre surcos en las plantaciones cañeras y su interacción con otros factores. Tesis presentada en opción al título de Máster en Ciencias Agrícolas, Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar, La Habana, Cuba, 45 p.

GÓMEZ, S., BENÍTEZ, L., HERMIDA, Y. *et al.* 2015. Instructivo tecnológico para la plantación de la caña de azúcar en surcos de base ancha. INICA, La Habana, Cuba, 24 p.

GÓMEZ, S., PLATERO, B., ROSSI, I. y PRIETO, J. 2011. Plantación de la caña de azúcar en surco de base ancha. *ATAC*, (3), p 33-38.

- GONZÁLEZ, J. 2013. Ventajas de los marcos de plantación estrechos utilizando riego por microjet. *Revista Granma Ciencia*, 17 (2).
- HERNÁNDEZ-JIMÉNEZ, A., PÉREZ-JIMÉNEZ, J.M., *et al.* 2015. Clasificación de los suelos de Cuba. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, San José de las Lajas, Cuba, 91 p. ISBN 978-959-7023-77-7.
- KOVACH, J., PETZOLDT, C., DEGNI, J. and TETTE, J. 1992. A method to measure the environmental impact of pesticides. *N.Y. Food Life Sci. Bull.*, 139: 139-146.
- MORDUJÓVICH, M. M. 1996. Fundamentos termodinámicos y funcionamiento del motor diésel del tractor. Manual de motores Diésel para tractores. 1ra Ed. Moscú, Editorial MIR, 685 p.
- ROMERO, E., SÁNCHEZ, A., GIARDINA, J., *et al.* 2017. Capacidad productiva de diferentes diseños de plantación en condiciones de riego por goteo y secano de caña de azúcar en Tucumán, Argentina. En: XIV Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados, La Habana, Cuba.
- SACERIO, J., SUÁREZ, O., MESA, J., *et al.* 2017. Aplicación de un método de gestión para incrementar los rendimientos agrícolas de la caña de azúcar en la provincia de Cienfuegos. En: XIV Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados, La Habana, Cuba.
- VENTURA, M. R. y MENÉNDEZ, A. 2015. Reducción de la distancia entre hileras para Bancos de Semilla en Caña de Azúcar un modo de hacer Agricultura Sostenible. *Agroecosistemas*, 3 (2): 45-63.
- VIERA, F. 2015. Evaluación económica, energética y ambiental de tecnologías de manejo de arvenses en el cultivo de la Caña de Azúcar (*Saccharum* spp Híbrido). *Cultivos Tropicales*, 36 (4): 86-93.
- ZUAZNÁBAR, R., DÍAZ, J., GARCÍA, I., *et al.* 2016. Prácticas culturales como Alternativa Conservacionista y Sostenible en el manejo de arvenses en Caña de Azúcar. En: V Congreso Nacional de Ciencia de las Arvenses, 20 - 22 de septiembre, Centro de Convenciones Lázaro Peña, La Habana, Cuba.

Artículo de **libre acceso** bajo los términos de una *Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional*. Se permite, sin restricciones, el uso, distribución, traducción y reproducción del documento en cualquier medio, siempre que la obra sea debidamente citada.