

Afectaciones causadas a la cosecha mecanizada por malezas de consistencia leñosa

Affectations Caused to Mechanized Harvest by Weeds of Woody Consistency



<https://cu-id.com/2177/v31n4e09>

[✉]Rigoberto Martínez-Ramírez^{1*}, [✉]Omar González-Cueto^{II}, [✉]Rafael Zuaznábar-Zuaznábar^I

^IInstituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera a CUJAE, Km. 1½, Boyeros, La Habana, Cuba, C.P. 19390.

^{II}Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, Dpto. de Ingeniería Agrícola, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

RESUMEN: Las malezas causan severas afectaciones en los cultivos con cuantiosas pérdidas económicas. En Cuba en los últimos años varias especies de malezas de consistencia leñosas han invadido los agro-ecosistemas, principalmente los vinculados a la actividad cañera, como consecuencia del inadecuado manejo del cultivo. Es por ello que se realizó el presente trabajo con el objetivo de determinar las afectaciones causadas a la cosecha mecanizada por la especie *A. procera*, de consistencia leñosa, en la unidad productora de caña Eulalio García, en la provincia Mayabeque en el occidente de Cuba. Se seleccionaron bloques y campos en los que se establecieron franjas formadas por 10 surcos, espaciados a 1,6 m, las que fueron enumeradas consecutivamente para su selección al azar en el proceso de formación de la muestra, la que se constituyó con el 30% de las franjas constituidas en cada campo. Se evaluó el tiempo perdido por obstrucción de las malezas mediante la medición del tiempo transcurrido desde el momento de la interrupción de la actividad de corte por la aparición del obstáculo hasta su reinicio una vez superado este. El procesamiento estadístico contempló el cálculo de los estadígrafos de tendencia central y de dispersión y análisis de varianza. Se encontraron diferencias significativas en el número de obstáculos entre los campos y franjas debido a la heterogénea distribución de las plantas en el área. El tiempo promedio empleado en salvar un obstáculo fue de 26 segundos y el tiempo total en toda la prueba fue de 0,29 horas.

Palabras clave: Tiempo perdido, consumo de combustible, cosechadora KTP-2M, caña de azúcar.

ABSTRACT: Weeds cause severe damage to crops with large economic losses. In Cuba, in the latter, a group of woody weeds have invaded agro-ecosystems, mainly those linked to sugarcane activity, as a consequence of inadequate crop management. The present work was carried out with the objective of determining the effects caused to the mechanized harvest by the species *A. procera*, of woody consistency, in “Eulalio García” Sugarcane Production Farm, in Mayabeque Province in western Cuba. Blocks and fields were selected in which strips formed by 10 furrows were established, spaced at 1.6 m, which were consecutively numbered for random selection in the sample formation process, which was constituted with 30% of the fringes formed in each field. The time lost due to the obstruction of the weeds was evaluated by measuring the time elapsed from the moment the cutting activity was interrupted by the appearance of the obstacle until its restart once it had been overcome. Statistical processing included the calculation of central tendency and dispersion statistics and analysis of variance. Significant differences were found in the number of obstacles between fields and strips due to the heterogeneous distribution of plants in the area. The average time used to clear the obstacles was 26 seconds and the total time in the entire test was 0.29 hours.

Keywords: Lost Time, Fuel Consumption, KTP-2M Harvester, Sugarcane.

*Author for correspondence: Rigoberto Martínez-Ramírez, e-mail: rigoberto.martinez@inica.azcuba.cu

Recibido: 22/02/2022

Aceptado: 14/09/2022

INTRODUCCIÓN

Los rendimientos agrícolas de la caña de azúcar son seriamente afectados por la competencia de las arvenses en mayor magnitud que por las plagas y las enfermedades, razón por la que constituyen el principal azote de los cañaverales, donde el menor descuido en la constancia de su control puede ocasionar la eliminación del cultivo (Barrera *et al.*, 2020).

En Cuba se distinguen varias especies de malezas de consistencia leñosa asociadas a la caña de azúcar, entre las que se destacan por su mayor frecuencia *Albizia procera* (Roxb.) Benth (algarrobo de la India), *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight et Arn (marabú) y *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. (leucaena) (Martínez *et al.*, 2018).

Estas especies han invadido los ecosistemas agrícolas ligados a la actividad cañera como consecuencia del inadecuado manejo del cultivo, en los que ocasionan cuantiosas pérdidas económicas. Asimismo, pueden remodelar, modificar y cambiar el paisaje natural que les rodea. La población de malas hierbas causa una amplia gama de pérdidas. La competencia por los nutrientes del suelo, el agua y la luz en las primeras etapas del desarrollo de la caña de azúcar da como resultado un crecimiento y un rendimiento de azúcar reducidos (Chauhan & Srivastava, 2002; Ross & Fillols, 2017; Epee, 2018).

Una cosechadora picadora incluye un mecanismo para cortar los tallos en pedazos de tamaño uniforme para simplificar la operación de manejo de la caña. Después del desmoche y el corte de la base de la caña de azúcar, se cortan los tallos en palanquillas de 30 a 40 cm de largo. El sistema de cosecha se completa con una unidad de transporte que corre junto a la cosechadora cargando la palanquilla lanzada por la cosechadora (Ma *et al.*, 2014).

En Cuba un alto por ciento de las plantaciones de caña de azúcar se cosechan mecanizadamente, con diferentes modelos de cosechadoras cuya productividad, según diversas investigaciones, es afectada por varios factores entre los que se destacan las inadecuadas condiciones de los campos (Castillo *et al.*, 2021). La eficiencia de las cosechadoras de caña de azúcar depende del tiempo efectivo de trabajo, el cual se ve afectado por el tiempo perdido en los turnos de final y cabeza de campo (Suárez *et al.*, 2006; Daquinta *et al.*, 2014; De la Rosa *et al.*, 2014; Ma *et al.*, 2018; Castillo *et al.*, 2021). El tiempo perdido durante la superación de obstáculos debido a la obstrucción de la maleza también influye negativamente en la eficiencia de la cosechadora.

Sin embargo, son muy escasos los estudios realizados con el objetivo de determinar las afectaciones en el rendimiento de las combinadas causadas por la obstrucción de las malezas, presentes

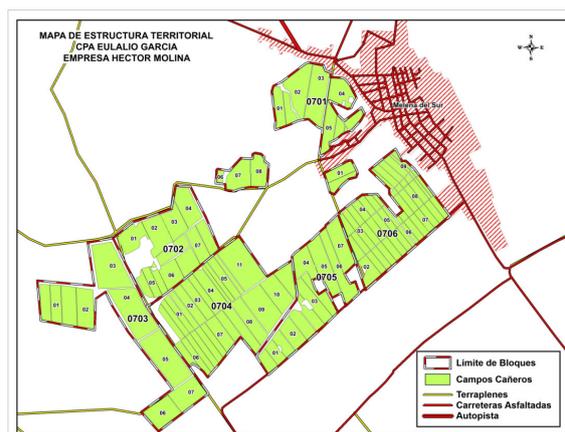


FIGURA 1. Mapa de estructura territorial de la CPA Eulalio García donde se realizó el estudio.

en los campos como consecuencia de la despoblación y la ejecución de inadecuados métodos de control.

El presente trabajo se planteó como objetivo determinar las afectaciones en la ejecución de la cosecha mecanizada provocadas por la presencia en los campos de especies de malezas de consistencia leñosa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica

El trabajo se realizó en la unidad productora de caña (UPC) Eulalio García (Figura 1), en áreas del central Héctor Molina Riaño, en la provincia Mayabeque en el occidente de Cuba, en áreas plantadas de caña de azúcar, suelo Ferralitizado cálcico (INICA, 2014), en ciclo de retoño de primer corte (soca), en secano.

Conformación de la muestra

La muestra para la ejecución del trabajo se conformó a partir del filtrado de la base de datos generados por las encuestas de malezas realizadas, campo a campo, por el Servicio de Control Integral de Malezas (SERCIM) del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). La condición para el filtrado fue la existencia de al menos una de las tres especies de malezas de consistencia leñosa más frecuentes en Cuba según Martínez *et al.* (2018).

A continuación, mediante muestreo aleatorio simple, se seleccionaron el bloque, los campos y las franjas para la ejecución de las determinaciones, tomándose como criterio el 30% de las franjas, las que se conformaron por 10 surcos en cada campo.

Finalmente la muestra quedó constituida por el bloque 703, con 64,9% de infestación de *A. procera*, el campo 03 (13,9 ha) con las franjas 2, 3 y 6 y el campo 05 (14,9 ha) con las franjas 4, 7 y 10.

VARIABLES EVALUADAS Y MÉTODO DE EVALUACIÓN

1. Tiempo efectivo de trabajo de las cosechadoras:
Se determinó mediante la [ecuación 1](#).

$$Te = \frac{Lc}{v} \quad (1)$$

donde:

Te : Tiempo efectivo de trabajo (h)

Lc : Longitud a cosechar para la tarea (km)

v : Velocidad de corte promedio

$$Lc = Tac (6250/1000) \quad (2)$$

Tac = Total de área a cosechar (ha)

$Tac = Tc/Ra$

Tc = Tarea de corte diaria (t)

Ra = Rendimiento agrícola (t/ha)

Se establecieron los valores y consideraciones siguientes:

1. Marco de siembra: 1,6 m (Para el que corresponden 6 250 m de surco por ha).
2. Tc : 100 t (La asignada a estas cosechadoras en el pelotón).
3. Ra : 30 t/ha (Según estimado de septiembre 30 de la UPC).
4. v : 5 km/ha (La establecida para la cosechadora KTP-2M en rendimientos agrícolas de 20 a 40 t/ha según [Castillo et al. \(2021\)](#)).

$$Tac = \frac{Tc}{Ra} \quad (3)$$

2. Tiempo perdido en la realización de la tarea de corte: El cálculo del tiempo perdido en la realización de la tarea de corte sólo tomó en cuenta el tiempo empleado en la superación de los obstáculos constituidos por las malezas en el surco plantado de caña, el cual se determinó mediante cronometraje del tiempo utilizado por las cosechadoras para la evasión de los mismos, desde el momento de la interrupción de la actividad de corte por la aparición del obstáculo hasta su reinicio una vez superado este. Se empleó la [ecuación 4](#):

$$Tp = \frac{Lc * 1000}{Lfc} * Tloo \quad (4)$$

donde:

Tp : Tiempo perdido para la realización de la tarea de corte

$Tpso$: tiempo empleado en la superación de obstáculos (min);

Lfc : longitud del frente de corte (m)

La longitud del frente corte fue de 490 m en el campo 03 y de 600 m campo 05.

El tiempo necesario para la realización de la tarea de corte (TTe) es la suma del tiempo efectivo y el tiempo perdido en la superación de los obstáculos.

3. Consumo de combustible (Cc): Se determinó a partir de la [ecuación 5](#).

$$Cc = Te + Tp \cdot \frac{Ch}{Tc} \quad (5)$$

donde:

Ch : Consumo horario de combustible (23,65 litros por motohoras para la KTP) según [Castillo et al. \(2021\)](#).

Previo a la ejecución del trabajo se constató la adecuada calificación y destreza del personal operativo y de servicio, así como se realizaron las regulaciones pertinentes a las máquinas para garantizar un régimen de funcionamiento óptimo y el cumplimiento de las exigencias agrotécnicas, conforme lo establece la norma cubana NC 34-37:2003 para la evaluación tecnológica y de explotación de las máquinas agrícolas y forestales.

PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO

El procesamiento de la información obtenida contempló el cálculo de los estadígrafos de tendencia central y de dispersión. También se realizó análisis de varianzas simple al 0,05 de probabilidad de error.

RESULTADOS

El número de obstáculos encontrados varió significativamente de un campo a otro y entre las franjas de un mismo campo ([Tabla 1](#)), debido a la heterogénea distribución de las plantas en el área, lo cual coincide con lo reportado por varios investigadores ([Cardina et al., 1995](#); [Fernandez & Barroso, 2001](#)) que plantean que las malezas no poseen una distribución homogénea en toda la superficie del campo, sino que se presentan de forma irregular, configurando “manchones” irregulares, lo que origina áreas con elevada densidad y otras con niveles poblacionales bajos o nulos.

El tiempo promedio empleado en la superación de los obstáculos conformados por las malezas fue de 26 segundos, con variaciones entre los campos y entre las franjas de 24,2 a 28,2 aun cuando el valor más frecuente de todas las observaciones fue de 29. El tiempo total durante la prueba fue de 1 040 segundos, algo más de un cuarto de hora, con diferencias entre los dos campos, con 598 segundos en el campo 03 y 442 en el campo 05, en correspondencia con el número de obstáculos encontrados ([Tabla 1](#)).

Este comportamiento de los estadígrafos evaluados se explica por la diferente infestación de *A. procera* en uno y otro campo y la diferente magnitud que alcanzan los obstáculos conformados por la presencia de esta especie en el surco, los que unas veces están conformados por una sola planta y otras por varias de ellas, a lo que se añade el hecho de que algunos aparecen dispuestos de forma sucesiva o a muy corta distancia uno de otro ([Figura 2](#)).

La [Tabla 2](#) muestra los resultados de la pérdida de tiempo y el consumo de combustible debido a la infestación por *A. procera* en los campos evaluados.

La pérdida de tiempo durante toda la prueba fue de 11,33 h; mayor en el campo 03 con 7,06 h y variación de 1,25 a 3,74 h debido a la mayor infestación de esta arvense. El consumo de combustible (*Cc*) y el consumo de combustible en el tiempo perdido (*Cctp*) en todo el ensayo fueron de 8,82 y 2,90 L, respectivamente, mucho mayores en el campo 03 en correspondencia con el resultado anterior. El consumo de combustible en el tiempo perdido (*Cctp*) representó el 32,9% del total gastado para la realización de la tarea de corte.

Los resultados expuestos demuestran que la presencia de leñosas provoca incremento de la intensidad del tránsito dentro de los campos de caña y pérdidas de tiempo a las cosechadoras, debido a la necesidad del movimiento al surco adyacente, de conjunto con el medio de transporte, para la superación del obstáculo que representan estas malezas; lo que perjudica al campo, por la compactación que produce, y es negativo para la eficiencia de las máquinas, al originar incremento del consumo de combustible e incumplimiento de la norma de consumo del mismo (Doungpueng *et al.*, 2019; Castillo *et al.*, 2021).

Estos resultados asimismo aportan en lo referente al conocimiento de otros factores que afectan la efectividad de las cosechadoras. Anteriormente Omrani *et al.* (2013), reportaron la longitud del frente de corte y el rendimiento agrícola como parámetros que afectan la efectividad del corte mecanizado, al



FIGURA 2. Vista de obstáculos ocasionados a la cosecha mecanizada por *A. procera*.

causar pérdidas de tiempo y consumo de combustible superiores de los pelotones de cosechadoras durante la realización de la tarea de corte.

El presente trabajo constituye un primer acercamiento acerca del conocimiento de las afectaciones económicas causadas por las malezas de consistencia leñosa en el cultivo de la caña de azúcar, de las que, según Martínez *et al.* (2018), existen en el país 144 161,5 ha plagadas, de ellas 80 631,2 (15,0%) por *A. procera*, 34 015,6 (6,3%) por *D. cinérea* y 29 468,8 (5,5%) por *L. leucocephala*. En futuros trabajos será necesario hacer una evaluación más exhaustiva que permita determinar las afectaciones económicas de estas especies en otros procesos relacionados con la producción de caña de azúcar.

TABLA 1. Número de obstáculos y tiempo empleado en la superación de los mismos

Campo	Franja	No. obstáculos	Tiempo total (s)	Media	Moda	Varianza	Desvest	Coef var
03	2	12	317	26,4	29	23,3561	4,8328	0,1829
	3	4	106	26,5	28	5,6667	2,3805	0,0898
	6	7	175	25,0	22	15,6667	3,9581	0,1583
05	4	9	218	24,2	21	14,4444	3,8006	0,1569
	7	5	141	28,2	30	12,2000	3,4928	0,1239
	10	3	83	27,7	26	8,3333	2,8868	0,1043
			1040	26,0	29	15,8974	3,9872	0,1534

Desvest=Desviación estandar Coef var=Coficiente de variación

TABLA 2. Pérdida de tiempo y el consumo de combustible

Campo	Franja	<i>TTc</i>	<i>Te</i> (horas)	<i>Tp</i> (horas)	<i>Cc</i>	<i>Cc en Tp</i>	%
03	2	7.91	4.17	3.74	1.87	0.89	47.3
	3	5.42	4.17	1.25	1.28	0.30	23.1
	6	6.23	4.17	2.07	1.47	0.49	33.2
Subtotal		19.56	12.50	7.06	4.63	1.67	36.1
05	4	6.27	4.17	2.10	1.59	0.61	38.2
	7	5.53	4.17	1.36	1.38	0.39	28.6
	10	4.97	4.17	0.80	1.22	0.23	19.0
Subtotal		16.76	12.50	4.26	4.19	1.23	29.5
Total general		36.33	25.00	11.33	8.82	2.90	32.9
Promedio general		18.16	12.50	5.66	4.41	1.45	32.9

CONCLUSIONES

La presencia de especies de malezas de consistencia leñosa en los campos plantados de caña de azúcar provoca pérdidas de tiempo a las cosechadoras, lo que se traduce en disminución de su eficiencia en la ejecución de la tarea de corte por incremento del consumo de combustible y el no cumplimiento de la norma de consumo del mismo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCIA, J.; LEÓN, E.M.; SANTANA, I.; SULROCA, F.; SANTANA, I.; GONZÁLEZ, M.; GUILLEN, S.; CRESPO, R.: "Los suelos. Factores limitantes y aptitud de las tierras", En: *Instructivo Técnico para el Manejo de la Caña de Azúcar*, Ed. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, La Habana, Cuba, pp. 302-302, 2014.
- BARRERA, M.; G. J. CERVERA; O. BARQUIÉ: "Especies leñosas, exóticas e invasoras, en el macizo cañero de la provincia Guantánamo", *Centro Agrícola*, ISSN: 2072-2001, 47(4): 81-89, 2020.
- CARDINA, J.; D. H. SPARROW; E. L. MCCOY: "Analysis of spatial distribution of common lambsquarters (*Chenopodium album*) in no-till soybean (*Glycine max*)", *Weed Science*, ISSN: 0043-1745, <https://doi.org/10.1017/50043174500081157>, 43(2): 258-268, 1995.
- CASTILLO, R. J. A.; ÁVALOS; C. J. L. GONZÁLEZ, C. O.; SÁNCHEZ, V. S.; ACEVEDO, D. M.; LEÓN, S. Y.; LÓPEZ, B. E.; SALCERIO, S. R. A; BETANCOURT, R. Y.: "Factores que influyen en el rendimiento de cosechadoras de caña de azúcar, en Villa Clara", *Revista Ingeniería Agrícola*, ISSN: 2227-8761, DOI: <https://eqrcode.co/a/czjoV9>, 11: 27-34, 2021.
- CHAUHAN, R. S.; SRIVASTAVA, T. K.: "Influence of weed management practice on weed growth and yield of sugarcane.", *Indian Journal of Weed Sciences*, ISSN: 0253-8050, 34: 318-319, 2002.
- DAQUINTA, A.; DOMINGUEZ, J.; PÉREZ, C.; FERNÁNDEZ, M.: "Indicadores técnicos y de explotación de las cosechadoras de caña de azúcar CASE-IH 7000 y 8000 en la provincia de Ciego de Ávila", *Ingeniería Agrícola*, ISSN -2326-1545, 4(3): 3-8, 2014.
- DE LA ROSA, A. A.; L. VENTURA; I. CALZADA; O. SUÁREZ: "Valoración del proceso de cosecha mecanizada de la caña de azúcar, utilizando las cosechadoras CASE IH (A 7000) en la empresa azucarera "Arquímedes Colina Antúnez"", *Ingeniería Agrícola*, ISSN -2326-1545, 4(4): 30-34, 2014.
- DOUNGPUENG, K.; S. CHUAN-UDOM; A. NUMSONG; W. CHANSRAKOO: "Lost times of harvesting processes of the Thai combine harvesters", *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, [10.1088/1755-1315/301/1/012018](https://doi.org/10.1088/1755-1315/301/1/012018), 301: 2019.
- EPEE, P. T.: "Analysis of the weed management strategy in a sugarcane farm located in Ingham, Queensland", *SSRN Electronic Journal*, ISSN: 556-5068, <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3267304>: 2018.
- FERNANDEZ, C.; J. BARROSO: "La evaluación de malezas dentro de la Agricultura de Precisión", *Ciencias Agronómicas. Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias UNR*, ISSN: 2250-8872, 1(1): 49-62, 2001.
- MA, S.; M. KARKEE; P. A. SCHARF; Q. ZHANG: "SUGARCANE HARVESTER TECHNOLOGY: A CRITICAL OVERVIEW", *Applied Engineering in Agriculture*, ISSN: 0883-8542, DOI: [10.13031/aea.30.10696](https://doi.org/10.13031/aea.30.10696), 30(5): 727-739, 2014.
- MA, S.; M. KARKEE; P. A. SCHARF; Q. ZHANG: "Adaptability of Chopper Harvester in Harvesting Sugarcane, Energy Cane, and Banagrass", *Transactions of the ASABE*, ISSN: 2151-0032, 61(1): 27-35, 2018.
- MARTÍNEZ, R.; R. ZUAZNÁBAR; B. BARRETO; R. GALLEGO: "Variaciones en la frecuencia de aparición de tres especies de arvenses leñosas", *Revista ATAC*, ISSN: 0138-7553, 79(3): 45-49, 2018.
- OMRANI, A.; M. J. SHIEKHDAVOODI; M. SHOMEILI: "Determine Sugarcane harvester field efficiency using global positioning system (GPS) data", *Elixir Agriculture*, ISSN: 2229-712X, 56: 13260-13263, 2013.
- ROSS, P.; E. FILLOLS. *Weed management in sugarcane manual*, Sugar Research Australia Limited, Indooroopilly, 2017.
- SUÁREZ, C.; Y. RODRÍGUEZ; K. MÁRQUEZ: "Determinación y análisis de los principales índices de explotación de las cosechadoras de caña CAMECO", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 2071-0054, 15(4): 69-73, 2006.

Rigoberto Martínez-Ramírez, MSc., Investigador, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera a CUJAE, km. 1½, Boyeros, La Habana, Cuba, C.P. 19390.

Omar González-Cueto, Dr.C., Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Dpto. de Ingeniería Agrícola, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. e-mail: omar@uclv.edu.cu

Rafael Zuaznabar-Zuaznabar, MSc., Investigador, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera a CUJAE, km. 1½, Boyeros, La Habana, Cuba, C.P. 19390, e-mail: rafael.zuaznabar@inica.azcuba.cu

AUTHOR CONTRIBUTIONS: **Conceptualization:** R. Martínez Ramírez, O. González Cueto. **Data curation:** R. Martínez Ramírez. **Formal Analysis:** R. Martínez Ramírez, O. González Cueto. **Funding acquisition:** R. Zuaznábar Zuaznábar. **Investigation:** R. Martínez Ramírez, R. Zuaznábar Zuaznábar, O. González Cueto. **Methodology:** R. Martínez Ramírez, O. González Cueto. **Project administration:** R. Zuaznábar Zuaznábar. **Resources:** R. Zuaznábar Zuaznábar. **Supervision:** R. Martínez Ramírez. **Visualization:** R. Martínez Ramírez. **Writing-original draft:** R. Martínez Ramírez, O. González Cueto. **Writing-review & editing:** R. Zuaznábar Zuaznábar y O. González Cueto.

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.