



## Manejo y actitud del productor sobre la fertilización nitrogenada en caña de azúcar: un estudio de caso

Juan Carlos Moreno-Seceña<sup>1</sup>, Cesáreo Landeros-Sánchez<sup>1</sup>, Arturo Pérez Vázquez<sup>1</sup>, Oscar Luís Palacios-Vélez<sup>2</sup>,  
María Del Refugio Castañeda Chávez<sup>3</sup> y Catalino Jorge López Collado<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Campus Veracruz Colegio de Postgraduados. Km 88.5, carretera Federal Xalapa-Veracruz, Puente Jula, Paso de Ovejas, Veracruz; México. C.P. 91700. Tel. 01(229) 9207256. ([clandero@colpos.mx](mailto:clandero@colpos.mx)). <sup>2</sup>Campus Montecillo Colegio de Postgraduados. Km 36.5, carretera México-Texcoco, Montecillo, estado de México; México. C.P. 56230. <sup>3</sup>Instituto Tecnológico de Boca Del Río. Km 12, carretera Veracruz-Córdoba Boca del Río, Veracruz; México. C.P. 94290.

### RESUMEN

El uso excesivo e inadecuado del fertilizante nitrogenado en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) puede ser una fuente de contaminación por nitratos. El objetivo de este estudio fue conocer el manejo actual de fertilización y la actitud de cañeros hacia el manejo de dosis menores de fertilizante nitrogenado y su fraccionamiento durante su aplicación. Este estudio de caso se realizó en el Módulo de Riego I-1 La Antigua, Veracruz, basado en encuesta, empleando cuestionario aplicado a 250 productores. Se encontró que la dosis media aplicada en caña de azúcar es 254-85-108 de N, P y K. El 99.2 % de productores aplican urea (46-0-0) como fuente nitrogenada y mezclas (20-10-10 y 20-10-20). Los productores con una superficie menor a 1.5 ha de caña aplican la dosis más alta y obtienen rendimientos similares al resto. El 67 % de productores aplican la dosis de fertilización establecida por los ingenios. El 66 %, 32 % y 2 % realizan dos, una y tres aplicaciones de fertilizante, respectivamente durante el ciclo de cultivo. Se encontró una actitud ligeramente positiva (3.7), en escala Likert, hacia la conservación del agroecosistema cañero. Productores con mayor superficie cultivada, presentan mayor actitud. Se concluye que las dosis y el manejo del fertilizante nitrogenado dependen, en gran medida, de la recomendación técnica de ingenios. El empleo de dosis mayores no conlleva a mayores rendimientos; y que la actitud mostrada hacia la reducción y el uso fraccionado del fertilizante nitrogenado fueron ligeramente positiva.

**Palabras clave:** *Saccharum officinarum* L., fertilizante nitrogenado, actitud, contaminación, agroecosistema.

### ABSTRACT

The excessive and inappropriate use of nitrogen fertilizer in the cultivation of sugarcane (*Saccharum officinarum* L) can be a source of nitrate pollution. The aim of this study was to determine the current management of fertilization and sugarcane attitude toward handling of lower doses of nitrogen fertilizer and

fractionation during application. This case study was conducted in Module I-1 Irrigation La Antigua, Veracruz, based survey using questionnaire applied to 250 producers. It was found that the average dose applied in sugarcane is 254-85-108 of N, P and K. The 99.2% of farmers apply urea (46-0-0) as a nitrogen source and mixtures (20-10-10 and 20-10-20). Producers with less than 1.5 ha of surface pole apply the highest dose and the rest obtain similar yields. 67% of producers applied fertilizer dose established by the mills. The 66%, 32% and 2% with two, one and three fertilizer applications during the growing season. A slightly positive (3.7), Likert scale, the conservation of sugarcane agroecosystem was found. More acreage producers have higher attitude. It is concluded that the doses and nitrogen fertilizer management depend to a large extent on the technical recommendation of wits. The use of higher doses does not lead to higher yields; and that the attitude shown towards the reduction and fractionated nitrogen fertilizer use were slightly positive.

**Key words:** *Saccharum officinarum* L., nitrogen fertilizer, attitude, pollution, agroecosystem.

## INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) es un cultivo de gran importancia y su producto principal es el azúcar (FAO, 2005). Durante la zafra 2007-2008, la producción de azúcar en México ascendió a 5.521 millones t, con una superficie sembrada de 726,799 ha (SIAP, 2008). El estado de Veracruz es el principal productor de caña de azúcar (36.2 % del total) a nivel nacional, con 264,684.13 ha cultivadas. En el Distrito de Riego 035 La Antigua, la producción de caña representa 82 % del total de los cultivos (CNA, 2009).

La producción de caña requiere varios insumos y uno de ellos es el fertilizante nitrogenado, pero su uso inadecuado y excesivo incrementa el costo de producción y puede ser una fuente de contaminación de nitratos en mantos freáticos (Yepis et al., 1999). Este problema de contaminación por nitratos es común en países como Holanda, España, Ucrania y Cuba (FAO/CEPE, 1991). Esto implica que los países deben trabajar en políticas para controlar las concentraciones de nitratos en el agua superficial y subsuperficial (O' Shea et al., 2008).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El presente estudio se realizó durante el 2008 en el Módulo de Riego I-1 La Antigua, en el Distrito de Riego 035 La Antigua, Veracruz, México. Se incluyeron 27 comunidades de los municipios La Antigua, Manlio Fabio

En México se ha detectado la presencia de altas concentraciones de nitratos en Yucatán (Pacheco, 1992), en la Comarca Lagunera (Castellanos et al., 1990) y en la comunidad de Salamanca del municipio de Villa Juárez (Martínez et al., 2005). En la zona central de Veracruz, Landeros-Sánchez et al., (2007) reportan altos niveles de nitratos en el acuífero, y que el cultivo de la caña aprovecha sólo el 57 % del nitrógeno aplicado. Así, es necesario desarrollar prácticas alternas de fertilización sustentables, económicas, y eficientes agronómica y ambientalmente (Castro-Luna et al., 2006). Tales prácticas deben cubrir los requerimientos nutrimentales del cultivo y las expectativas de los productores. Por tanto, el objetivo de esta investigación fue conocer el manejo actual de fertilización y la actitud de los productores cañeros hacia el manejo de dosis menores de fertilizante nitrogenado y su fraccionamiento durante su aplicación. Bajo la hipótesis de que existe una actitud positiva entre los productores cañeros hacia el manejo de dosis menores del fertilizante nitrogenado y mayor fraccionamiento de ésta durante su aplicación.

Altamirano, Paso de Ovejas, Puente Nacional y Úrsulo Galván.

Se analizó el historial de dosis, precios y costos de fertilización en la región, así como de rendimientos de caña obtenidos. Con la información de los costos de producción y rendimientos del año 2008, se realizó un análisis de beneficio-costos.

Posteriormente, se realizó una encuesta aplicando un cuestionario a una muestra representativa de 250 cañeros.

Tamaño de muestra y estratificación. El tamaño de muestra se calculó con la ecuación:  $n = Ns^2 / [(N) b^2/4 + s^2]$ , donde  $n$  es el tamaño de muestra;  $N$  es el tamaño de la población total;  $s^2$  la varianza exploratoria y  $b$  la disposición de error (Sheaffer *et al.*, 1987). Este trabajo involucró estudiar a cinco estratos de productores, con base al número de hectáreas de su parcela, esto es: a)  $\leq 1.5$ ; b) 1.6-3.0; c) 3.1-6.0; d) 6.1-10.0; e)  $> 10$ .

El método utilizado fue la encuesta, utilizando la técnica de cuestionario. Este se estructuró con preguntas abiertas y cerradas, con cuatro apartados: 1) datos generales del productor y de la finca, 2) aspectos técnico y productivo sobre fertilización del cultivo, 3) aspectos socioeconómicos; 4) aspectos de actitud del productor.

Análisis de la actitud. Para estimar la actitud se usó el índice de Likert (Hernández *et al.*, 1991), para lo cual se consideró el promedio de las respuestas de los ítems con cinco opciones de respuesta: 5 indica "Totalmente de acuerdo"; 4 "De acuerdo"; 3 "Neutro"; 2 "En desacuerdo"; 1 "Totalmente en desacuerdo".

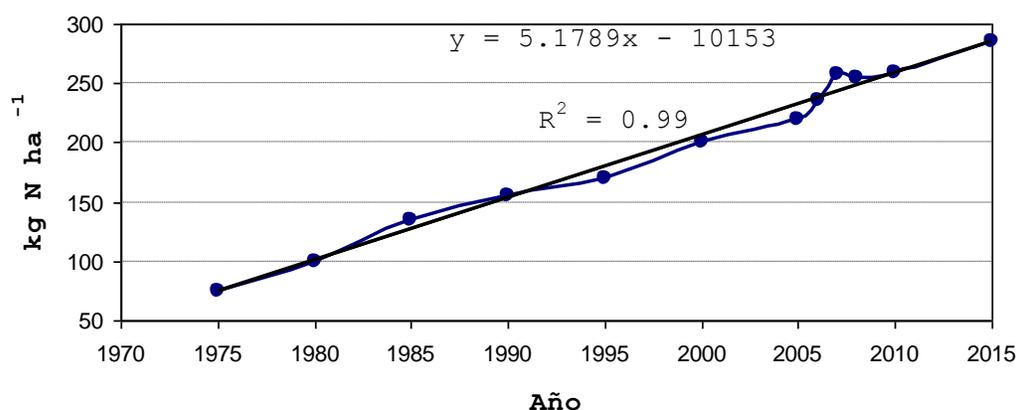
Para complementar el estudio de diagnóstico se usó la técnica del sondeo, mediante recorridos de campo y entrevistas con informantes clave (Beebe, 1985).

Análisis estadísticos. Los datos obtenidos se capturaron en el programa Microsoft Office Excel (versión 2003) obteniéndose estadísticas descriptivas, coeficiente de correlación y diagramas de frecuencia, y pruebas de F y Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Historial de fertilización nitrogenada en caña de azúcar

La dosis de fertilización nitrogenada ha cambiado: de 1975 a 1995 pasó de menos de 100 a 170  $\text{kg ha}^{-1}$ . De 1996 a 2008 se incrementó significativamente y en 2007 fue de 258  $\text{kg ha}^{-1}$ ; en 2008, se observó una pequeña disminución debido al inicio de la crisis económica (254  $\text{kg ha}^{-1}$ ; Figura 1). En los últimos 15 años, la dosis de nitrógeno aplicada a la caña aumentó en 60 %. De continuar esta tendencia, para el 2015 la dosis podría ser de 285  $\text{kg ha}^{-1}$  de nitrógeno.



**Figura 1.** Historial de dosis de fertilización nitrogenada aplicada en el Módulo La Antigua.

La información anterior fue corroborada con los productores cañeros durante los recorridos y sondeos realizados. Ellos manifestaron que cuando contaban con la infraestructura de riego, sus rendimientos aumentaron, sin importar la dosis de

fertilización, que era de 170  $\text{kg ha}^{-1}$ , con rendimientos similares a los actuales. Según Carrillo *et al.*, (2008), los requerimientos nutricionales de los cultivos con riego aumentan, sobre todo para el riego por gravedad, como en el Módulo de Riego La

Antigua. Esto, se debe a las bajas eficiencias de riego por el mal manejo de este recurso y de los fertilizantes. Otra causa que ha contribuido al incremento en las dosis es el crecimiento de la superficie cultivada de caña de azúcar con el sistema de monocultivo (Thom, 1992).

### Perfil del productor

La edad media del productor fue 60.8 años ( $s= 13.0$ ), con escolaridad promedio de 6.0 años ( $s= 4.6$ ). El 79 % de los cañeros son del género masculino y 21 % femenino (Cuadro 1). Se observa que un poco más del 55 % de los cañeros encuestados poseen una superficie de producción menor a 3.0 ha.

La mayor escolaridad corresponde a productores con mayor extensión de tierra.

**Cuadro 1.** Edad y escolaridad de los productores cañeros del Módulo I-1 Antigua.

Estrato (No.)	Superficie (ha)	n	%	Edad		Escolaridad	
				(años)	$\bar{X}$	(años)	$\bar{X}$
1	$\leq 1.5$	49	19.6	59.5	(10.6) <sup>†</sup>	5.9	(4.8) <sup>†</sup>
2	1.6 – 3.0	89	35.6	61.7	(12.4)	5.5	(3.9)
3	3.1 – 6.0	77	30.8	61.2	(14.2)	5.6	(4.4)
4	6.1 – 10.0	24	9.6	59.5	(15.3)	6.8	(4.7)
5	> 10.0	11	4.4	53.5	(11.7)	9.6	(7.6)
Total		250	100	60.8	(13.0)	6.0	(4.6)

<sup>†</sup> Desviación estándar entre paréntesis.

### Aspectos técnicos y productivos

Respecto a la identificación y priorización de los principales problemas relacionados con la fertilización, se encontró que 46 % de los cañeros entrevistados manifestaron que el empleo de dosis inadecuadas es uno de ellos, un 42 % señala los altos costos del fertilizante, 7 % la aplicación extemporánea y 5 % la contaminación producida.

La dosis de fertilización media general aplicada en la zona, fue 254-85–108 kg ha<sup>-1</sup> (N, P y

K). El rendimiento medio fue 100.1 t ha<sup>-1</sup> y el valor de la moda de fertilización nitrogenada fue 220-0-0, a base de urea. El 99.2 % de los productores aplican fertilizantes inorgánicos, a base de urea (46-0-0), fosfato diamónico (DAP) (18-46-0), cloruro de potasio (KCl) (0-0-60) y mezclas como 20-10-10 y 20-10-20. Los productores que poseen una superficie menor a 1.5 ha aplican una mayor cantidad de fertilizante nitrogenado (312.6 t ha<sup>-1</sup>), mientras que los productores con superficie mayor a 1.5 ha, usan dosis menores a 245 t ha<sup>-1</sup> (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Dosis de NPK aplicada a caña de azúcar en el Módulo I-1 La Antigua.

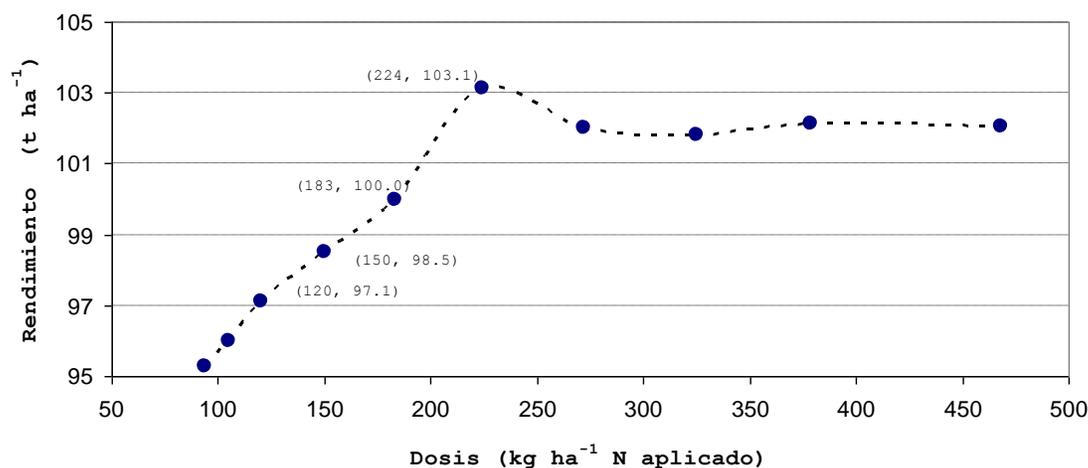
Estrato (No.)	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Rendimiento	
	(kg ha <sup>-1</sup> )	(kg ha <sup>-1</sup> )	(kg ha <sup>-1</sup> )	(t ha <sup>-1</sup> )	
	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$	
1	312.6	77.7	78.8	100.6	(14.5) <sup>†</sup>
2	239.8	96.9	118.2	102.0	(15.4)
3	243.3	74.4	107.3	98.7	(15.5)
4	238.6	87.2	121.0	97.1	(12.9)

5	220.1	98.1	124.5	98.2	(18.3)
Media	254.2	85.4	107.7	100.1	

† Desviación estándar entre paréntesis.

En la Figura 2, se presentan datos agrupados por dosis de fertilización en relación a los rendimientos de caña de azúcar obtenidos en el Módulo La Antigua, para el año 2008. Se observa que el mayor rendimiento ( $103.1 \text{ t ha}^{-1}$ ) corresponde a una dosis de nitrógeno de  $224 \text{ kg ha}^{-1}$  y el menor ( $97.1 \text{ t ha}^{-1}$ ) a  $120 \text{ kg ha}^{-1}$ . Sin embargo, un análisis económico general entre las dosis del intervalo mostrado sugiere que no hay diferencia entre los beneficios correspondientes obtenidos, por lo que de  $120$  a  $224 \text{ kg ha}^{-1}$  de N se podría localizar la dosis económica, ambiental y productiva. Esta última, de

acuerdo con Landeros-Sánchez *et al.* (2007), podría estar alrededor de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$ , la cual, desde el punto de vista ambiental y económico, puede resultar en mejores beneficios para los productores y para la sociedad. Lo anterior deberá complementarse con la incorporación de residuos orgánicos a los campos cañeros y de un mayor fraccionamiento en la aplicación del fertilizante nitrogenado.



**Figura 2.** Rendimiento en caña de azúcar, en relación a la dosis de fertilización en el Módulo de Riego I-1 La Antigua.

Además, los productores que emplean una dosis superior a  $224 \text{ kg N ha}^{-1}$ , tienen una pérdida económica considerable, ya que el rendimiento de la caña de azúcar tiende a mantenerse e incluso a reducirse. Respecto al número de aplicaciones o fraccionamiento del nitrógeno, el 33 % de los productores suministran el total del fertilizante nitrogenado en una sola aplicación, el 66 % en dos aplicaciones y el 2 % restante en tres. Respecto a la forma de aplicación del fertilizante nitrogenado por

estrato, se encontró que los productores con menor superficie fertilizan manualmente. Sin embargo, al aumentar la superficie cultivada el productor fertiliza manual y mecánicamente, aunque con una mayor tendencia hacia el uso de maquinaria. En términos de Módulo de Riego, predomina la aplicación manual y con maquinaria (44 %); la forma manual (34 %) supera al uso de maquinaria (21 %).

**Cuadro 3.** Porcentaje habitual de la forma de aplicación del fertilizante.

Forma	Estrato					Módulo
	≤ 1.5 ha	1.6 -3 ha	3.1-6 ha	6.1-10 ha	>10 ha	
Manual	42.9	37.0	33.7	20.8	0	34.4
Maquina	18.3	16.9	24.7	29.2	36.3	21.2
Ambas	38.8	46.1	41.6	50.0	63.7	44.4
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Al preguntar a los productores que si la forma en que ellos fertilizan es la adecuada, 74.4 % mencionó que sí, 17.2 % lo negó y 8.4 % restante dijo no saber. Sin embargo, los que respondieron que sí, explicaron que así lo recomienda el inspector de campo del ingenio.

### Aspectos socioeconómicos

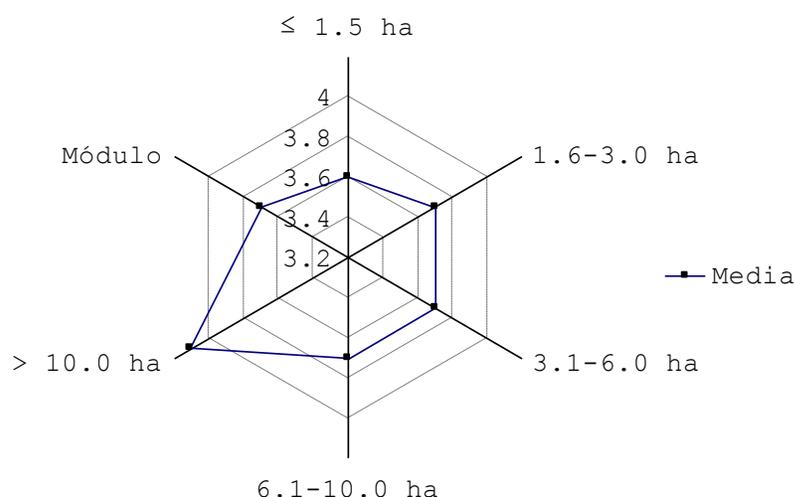
Respecto a la organización de los cañeros, se encontró que 50.0 % pertenecen a la Confederación Nacional Campesina (CNC), 47.6 % a la Confederación Nacional de Propietarios Rurales (CNPR) y 2.4 % restante a la Unión Agrícola Regional de Productores de Caña de Azúcar del Ingenio El Modelo (UARPCA). En cuanto a la asesoría técnica impartida por tales organizaciones en el último año, sólo 17.2 % ha asistido. Sin embargo, esta baja asistencia no se debe al poco interés de los productores (Morris y Potter, 1995), sino que responde a que la mayoría se dedica a otras actividades extra finca que imposibilita su asistencia.

Los productores cañeros venden su producción a los ingenios de la región: 74.4 % al Ingenio El Modelo y 25.6 % al Ingenio La Gloria.

El precio pagado por tonelada en el 2008 fue 405 pesos 00/100 M.N. De los cañeros, 81.2 % opinó que no es negocio la producción de caña, 11.6 % que sí lo es y 7.2 % dijo no saber.

### Aspecto cultural

Los productores tienen una actitud positiva (3.7) en la escala de Likert, hacia la conservación del agroecosistema cañero. En todos los enunciados y planteamientos sugeridos mostraron una actitud positiva, con diferente intensidad. Por ejemplo, en relación al enunciado que manifiesta que las dosis del fertilizante nitrogenado usadas son excesivas, los cañeros mostraron una actitud ligeramente positiva (3.1) (Guevara y Rodríguez, 2002). Mientras que la actitud altamente positiva (4.1) de los cañeros fue la disposición a tomar medidas para contrarrestar los daños que provoca la producción de caña al ambiente. Los productores con una actitud más positiva son, en general, aquellos que poseen una mayor superficie en producción (Figura 3).



**Figura 3.** Actitud media en cada estrato, respecto a la conservación del agroecosistema caña de azúcar.

La actitud más positiva se registró en los cañeros del estrato 5 (> 10.0 ha), lo cual puede relacionarse con su grado de escolaridad, superior al resto de los estratos. Romero *et al.* (2005), al realizar un estudio en la Cuenca del río Conchos, concluyeron que los productores con superficies mayores a 10.0 ha mostraron una actitud más positiva hacia la adopción de un nuevo sistema de

riego. Lo anterior se debe a que tales productores poseen una visión más empresarial y su capacidad de ingresos es mayor. En relación con la actitud hacia el manejo sostenible del fertilizante nitrogenado, mediante la reducción y fraccionamiento de la dosis empleada (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** † Actitud de productores del Módulo I-1 La Antigua hacia la disminución y fraccionamiento de dosis de nitrógeno, aplicado a la caña de azúcar.

Actitud hacia:	Estrato				
	1	2	3	4	5
Reducción de la dosis de N	3.3c	3.5bc	3.5bc	3.7b	4.3a
Fraccionamiento del N	3.8a	3.8a	3.5a	3.7a	3.8a
Reducción de la dosis de N combinado con su Fraccionamiento	3.1b	3.4b	3.1b	3.9a	4.0a

† Se presentan valores medios basados en la escala de Likert. Valores con distinta letra en una hilera son estadísticamente diferentes (Tukey,  $p \leq 0.05$ ).

Todos los estratos mostraron una actitud positiva; en cuanto a la reducción de la dosis total de nitrógeno aplicada a la caña, sin embargo, los productores del estrato 5 (> 10 ha) mostraron una actitud altamente positiva, con un valor de 4.3 en la escala de Likert ( $p \geq 0.05$ ). Los productores con superficie menor a 10 ha mostraron una actitud

ligeramente positiva hacia la reducción de la dosis del fertilizante nitrogenado.

En relación a la práctica del fraccionamiento de la dosis total del fertilizante nitrogenado aplicada cada año, no hubo diferencias estadísticas entre estratos ( $p \geq 0.05$ ). Sin embargo, existió una actitud ligeramente positiva en todos los estratos.

Respecto a la combinación fraccionamiento-reducción de la dosis total del fertilizante nitrogenado aplicado, la actitud fue positiva y con diferencias significativas entre los estratos: los estratos 4 y 5 mostraron los valores más altos en la escala de Likert, los cuales corresponden a una actitud altamente positiva. Esto indica que los productores con superficies mayores a 6 ha, mostraron una actitud altamente positiva, mientras que la actitud de los productores con una superficie menor a 6 ha fue ligeramente positiva.

## CONCLUSIONES

Este es un trabajo pionero que evalúa en una de las regiones cañeras más importante de México la actitud de los cañeros respecto a la fertilización nitrogenada. Se encontró una tendencia hacia el incremento de la dosis de fertilización usada por los productores de caña de azúcar en el tiempo. Esto debido a la influencia que han tenido los ingenios, respecto a la recomendación técnica de la dosis de fertilización nitrogenada en caña de azúcar por hectárea. Sin embargo, el incremento en la cantidad de fertilizante nitrogenado no se ha traducido en un mayor rendimiento por unidad de superficie. Por ello, el empleo de una dosis de N menor a 224 kg ha<sup>-1</sup>, complementada con la incorporación de residuos orgánicos al suelo, podría resultar en mejores beneficios ambientales y, eventualmente, productivos y económicos para el agroecosistema caña de azúcar.

Los productores cañeros mostraron una actitud positiva hacia la adopción de prácticas para contrarrestar el daño de contaminación causado por el manejo ineficiente de la fertilización nitrogenada. Tales prácticas están orientadas a disminuir la dosis del fertilizante y al fraccionamiento de la dosis en su aplicación; esto permitiría incrementar la eficiencia en su manejo y reducir los impactos de contaminación al manto freático.

La actitud respecto al fraccionamiento y reducción de dosis, muestra una relación directa con respecto al número de hectáreas que posee cada

productor, ya que productores con mayor superficie cultivada tuvieron una mayor actitud positiva hacia la innovación tecnológica.

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por el financiamiento de este proyecto, dentro de la Convocatoria de Apoyo Complementario a Investigadores en Proceso de Consolidación (SNI 1), con clave PM-908-45. Al Colegio de Postgraduados por el apoyo otorgado a través del Fideicomiso No. 167304 y de la Línea de Investigación en Agroecosistemas Sustentables.

## BIBLIOGRAFÍA

Beebe, J. 1985. *Rapid rural appraisal: The critical first step in a farming systems approach to research*. FSSP Network Paper No. 5, Farming Systems Support Project, Universidad de Florida, Gainesville, Florida. pp: 120.

Carrillo A., E., J. Vera-Espinoza., M. Alamilla J., O. Obrador J. y E. Aceves N. 2008. *Cómo aumentar el rendimiento en caña de azúcar en Campeche*. 1ra edición. Colegio de Postgraduados, Montecillos, estado de México. 101 p.

Castellanos Z., J., y J. J. Peña-Cabriales. 1990. Los nitratos provenientes de la agricultura: una fuente de contaminación de los acuíferos. *Terra* 8: 113-126.

Castro-Luna, I., F. Gavi-Reyes, J. J. Peña-Cabriales, R. Núñez-Escobar y J.D. Etchevers-Barra, 2006. Eficiencia de recuperación de N y K de tres fertilizantes de lenta liberación. 2006. *Terra Latin*. 24 (2): 277-282.

Comisión Nacional de Agua (CNA). 2009. *Plan Director para la modernización Integral del riego del Distrito de Riego 035*, La Antigua, Veracruz. 142 p.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2005 *Estadísticas*. <http://apps.fao.org/faostat/collections>(Consultada: 22-03-07).

- FAO/CEPE. 1991. *Legislation and measures for the solving of environmental problems resulting for agricultural practices*. FAO/United Nations. Ginebra. Report No. 7. 410p.
- Guevara M. J., y C. Rodríguez A. 2002. Localización de actitudes proambientales. *Revista de Psicología de la Universidad de Chile IX (2)*: 93-109.
- Hernández S., R., C. Fernández C., y P. Baptista L. 1991. *Metodología de la Investigación*. Editorial McGraw-Hill. México, D.F. 284 p.
- Landeros-Sánchez C, M. Castañeda C, F. Lango R., J.C. Moreno-Seceña, y M. Palomares G. 2007. Contaminación del Agua por nitrógeno causada por la agricultura en zonas cañeras de Veracruz, México. *Memoria del IX Simposio Internacional y IV Congreso Nacional de Agricultura Sostenible*, Veracruz, México. pp:371.
- Martínez R., J. G., M. Rivera G., y R. Faz C. 2005. Determinación espacial de la vulnerabilidad de un acuífero a ser contaminado por nitratos. *AGROFAZ 5 (3)*: 77-84.
- Morris, C., and C. Potter. 1995. Recruiting the new conservationists: farmers' adoption of agrienvironmental schemes in the UK. *Rural Studies 11(1)*: 51-63.
- O' Shea, L., and A. Wade. 2009. Controlling nitrate pollution: An integrated approach. *Land Use Policy 26*: 799-808.
- Pacheco, A. J. 1992. Nitratos en agua subterránea. *Ciencia y desarrollo. 17(102)*:98-104.
- Romero P., R., J. Monnier, y R. Miquel. 2005. *Organización social y conflictos por el agua en los distritos de riego de la cuenca del Río Conchos*. In: Vargas, S. y Mollard, E. Problemas socioambientales y experiencias organizativas en las cuencas de México. IMTA-IRDCONACYT, México. pp: 76.
- Sheaffer R., L., W. Mendenhall, y L. Ott. 1987. *Elementos de Muestreo*. Grupo Editorial Iberoamericana. México. 321 p.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera 2008. *Estadística básica. Anuario estadístico de la producción agrícola 2007*. Caña de azúcar.
- <http://www.siap.gob.mx/ventana.php?idLiga=1042&tipo=1> (Consultada: 27-05-09).
- THOM M., A. Maretzki. 1992. Evidence for direct uptake of sucrose by sugar stalk tissue. *J. Plant Physiol. 39*: 555-559.
- Yepis V., O., O. Fundadora H., C. Pereira M., y T. Crespo B. 1999. La contaminación ambiental por el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados en el cultivo de tomate. *Scientia Gerundensis 24*: 5-12.