

SUELO

ARTÍCULO ORIGINAL



<http://opn.to/a/nPVfc>

Influencia del manejo del suelo, sobre algunas propiedades después de 20 años, en áreas cañeras

Influence of soil management, on some properties after 20 years, in sugarcane areas

Dr.C. Javier Arcia-Porrúa*, Ing. Mariano Abregú
Empresa Juan José Budeguer, Tucumán, República Argentina.

RESUMEN. En la República de Argentina, el proceso de intensificación de la agricultura puede deteriorar, estabilizar o mejorar las funciones del ecosistema, por lo que resulta de interés mantener sus propiedades. La Provincia de Tucumán, es eminentemente agrícola, la caña de azúcar ocupa más de 270000 ha. eso hace de éste cultivo un elemento importante a considerar en el impacto que su manejo pueda provocar, de forma general, sobre el agrosistema del territorio provincial. En una de las principales Empresas de la región y en condiciones de producción, se introducen nuevas prácticas de manejo a partir de resultados científicos, desde hace más de 20 años, son el caso de; manejo de nutrimentos de forma diferenciada, implementación de cosecha en verde, prácticas sostenibles de manejo de la compactación, entre otras, hacen que después de estos años, con mediciones periódicas, se observen cambios en los suelos con impacto positivo desde el punto de vista ambiental, económico y social.

Palabras clave: caña de azúcar, fertilización, compactación, cosecha en verde.

ABSTRACT. In the Republic of Argentina, the process of intensification of agriculture can deteriorate, stabilize or improve ecosystem functions, so it is of interest to maintain their properties. The province of Tucumán is eminently agricultural and sugarcane occupies more than 270 000 ha. This makes this crop an important element to consider in the impact that its management may cause, in general, on the agro system of the provincial territory. In one of the main companies in the region and under production conditions, new management practices are introduced based on scientific results, for more than 20 years, among them the management of nutrients in a differentiated way, implementation of green cane harvesting, sustainable practices of compaction management, among others, that make that after these years, with periodic measurements, changes are observed in soils with positive impact from the environmental, economic and social point of view.

Keywords: sugarcane, fertilization, compaction, green cane harvesting.

INTRODUCCIÓN

La degradación del suelo es el proceso de deterioro de la capacidad productiva del mismo, en ella están involucradas muchas de sus características y propiedades físicas, químicas y biológicas que son difíciles de separar una de otra, porque actúan simultáneamente obedeciendo a las interrelaciones que existe entre ellas.

La sostenibilidad de la agricultura y todas las actividades sociales y económicas que en un país o región estén relacionadas con el agro, dependen fundamentalmente del manejo adecuado, racional y productivo que se dé a las tierras agrícolas, ganaderas y forestales sobre las cuales se realizan estas actividades (Amezqueta, 1999).

*Autor para correspondencia, Raudel Flores-Moreno, e-mail: raudelfm2014@gmail.com

Recibido: 31/01/2019.

Aprobado: 29/07/2019.

En las áreas cañeras de la Provincia de Tucumán, estudios realizados por Villegas y Arcia (1995), caracterizaron edafológicamente fincas ubicadas en los Departamentos Burreyacu, y Cruz Alta, brindando recomendaciones para el manejo fitotécnico a escala detallada (parcelaria). En esos estudios, se puso de manifiesto la necesidad del uso de la fertilización fosfórica en determinadas áreas, así como cambios en la gestión de las unidades mínimas de producción, entre las que se sitúan labores de cincelado, manejo de los nutrimentos y maloja entre otros.

El objetivo del presente artículo es evaluar los cambios producidos sobre algunas propiedades físicas y químicas, en suelos cultivados con caña de azúcar, después de 20 años de introducidas prácticas de manejo en condiciones de producción, entre las que destacan el uso y manejo de la fertilización fosfórica, incorporación de compost (a partir de cachaza y otros subproductos de la industria azucarera), manejo de la cobertura vegetal y establecimiento de sistemas de rotación de cultivo (caña-soja-caña).

MÉTODOS

A partir del año 1994 Villegas y Arcia (1995), desarrollaron estudios en áreas cañeras de una Empresa ubicada en los Departamentos Cruz Alta y Burreyacu, en la Provincia Tucumán, lo que generó las bases para la gestión de la fertilización fosfórica en la Provincia y recomendaciones de otras prácticas para el manejo de las plantaciones. Estas recomendaciones, para el caso de los nutrimentos, fueron confirmadas por Pérez (1999).

Para dar seguimiento a la variabilidad temporal de los contenidos de fósforo en suelo se establecieron puntos estacionarios, debidamente georreferenciados, y muestreados desde 1998 hasta 2018. En ellos se determinó los contenidos de P_2O_5 por el método de Bray Kurtz II, pH (potenciometría) y materia orgánica por Walkley Black.

Como fuente de fósforo, desde el año 2012, se introdujo la fabricación y aplicación de compost, formulado por cachaza (80%), ceniza de pileta de decantación (10%) y vinaza (10%). Las principales características resultantes de éste se muestran en la Tabla 1. Esta formulación está destinada a sustituir la fertilización fosfórica suministrada mediante Fosfato Diamónico (DAP) en el cultivo de la caña de azúcar y soja según Arcia (2010, 2012, 2014, 2015, 2016, 2018), las que son aplicadas sistemáticamente en la explotación agrícola desde 2013 y hasta el presente, en más de 10 000 ha de la Empresa, utilizando como criterio los niveles recomendados para el cultivo de la caña de azúcar establecidos por el Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar INICA (1998) y Pérez (1999).

Otras recomendaciones, para la gestión de áreas con criterios conservacionistas, surgieron como resultado de estudios realizados en la zona objeto de estudio según INICA (2004), es el caso de manejo de maloja (cosecha en verde, dejando más del 70% de cobertura), rotación con soja (rotando las áreas cañeras a reposición con cultivo de soja) según Arcia (2010, 2014) y prácticas de cincelado también según Arcia (2014, 2016, 2018). Para la evaluación temporal de la introducción de las propuestas de manejo se muestrearon, en puntos georreferenciados de forma sistemática, la densidad aparente (método de anillos), hu-

medad del suelo (método gravimétrico), estructura del suelo (de forma visual y a criterio de experto) y rendimiento agrícola (t/ha) e industrial (% pol). Las muestras de suelo, fueron tomadas con el uso de barrena edafológica, a profundidad de 0-20 cm.

TABLA 1. Principales características del compost utilizado

Variable	U/M	
pH		8,0
Conductividad eléctrica	dS/m	3,3
Nitrógeno	%	1,2
Materia orgánica	%	2,7
Fósforo total	%	2,1
Potasio total	%	0,6
Humedad	%	16,0
Óxido de calcio	%	3,0
Ceniza	%	73,0
Sólidos totales	%	84,0

Después de 20 años de introducción de los resultados, antes mencionados, se evaluó el efecto de éstos sobre alguna de las propiedades del suelo a largo plazo. En todos los casos se consideraron las propiedades en áreas de producción, sobre suelo Typic hapludolls, dando seguimiento puntual en las variaciones de las propiedades evaluadas. Para valorar los cambios temporales, se tomó, en todos los casos alrededor del punto inicial (georreferenciado, no sobrepasando los 20 metros entre sí) 5 repeticiones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Uno de los desafíos que enfrenta un agricultor, es saber cuándo un agro ecosistema es consistente a la aplicación de un manejo sostenible sin afectación de los rendimientos, es por ello que los cambios en la calidad del suelo deben ser monitoreados, para identificar áreas problemáticas y así asegurar la promoción de prácticas de manejo que favorezcan la sostenibilidad sin disminuir la productividad (Ebert y Welsch, 2004).

Desde 1994, Villegas y Arcia (1995), demostraron y recomendaron en áreas cañeras de la Provincia Tucumán el uso de fósforo para este cultivo, nutrimento nunca utilizado como práctica en las áreas cañeras de dicho territorio y cuya práctica se generalizó desde ese momento en áreas de la Empresa. La Tabla 2, muestra el comportamiento de este nutrimento en el suelo después de 20 años, se observa que 100% de las estaciones de muestreo tomadas en 1998, tuvieron valores por debajo de los 15 ppm, valores en los que se espera respuesta a las fertilización fosfórica, según Villegas y Arcia (1995), con el uso de la fertilización fosfórica y en especial la incorporación de compost (posterior a 2013), los valores de este nutrimento en el suelo aumentan, llegando a superar los 20.0 ppm, donde no es de esperar respuesta como ha sido destacados por otros autores, como Romero *et al.* (2009) y Pérez *et al.* (2015).

Según Vento (2000), han sido demostradas las bondades de la aplicación de compost sobre todo en la posibilidad de sustituir total o parcialmente el fosforo que se aplica al cultivo de la caña de azúcar como nutrimento, dado su contenido en fósforo total, superior a 2,0%.

TABLA 2. Comportamiento de algunas propiedades del suelo en áreas situada en el Departamento de Burruyacú

Parámetro	Año	Punto estacionario Año									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
pH	1998	5,7	5,9	6,1	6,1	6,0	6,1	5,8	6,2	5,6	5,6
	2004	6,1	6,5	5,9					5,9		
	2013	5,8	5,7	5,9	6,1	6,1	6,2	5,7	5,8	5,6	5,6
	2015				6,1	6,2	6,1	5,8	5,7	5,7	5,6
	2018	6,0	5,9	5,8	6,1	6,1	6,2	5,8	5,8	5,6	5,6
Materia Orgánica (%)	1998		2,4	2,8		3,0			2,9		
	2004	3,4	3,3	3,2	2,4	2,8			2,4		
	2013	2,8	3,0	3,1	3,1	2,7	2,9	2,5	3,0	2,9	2,4
	2015	3,0	3,2	2,9	3,2	2,9	2,7	2,8	3,2	2,8	2,7
	2018	2,9	3,3	3,2	3,3	3,0	2,8	2,7	3,0	3,0	2,5
Fósforo (ppm)	1998	4,8	13,5	6,2	14,8	7,3	4,8	12,4	15,2	13,1	9,8
	2004	17,4	20,7	14,1	27,1	10,5	21,0	14,3	14,3	26,4	10,4
	2013	20,3	29,3	23,0	28,2	16,5		25,3	25,3		14,0
	2015	22,0	20,3	21,5	26,5	17,5	30,2	24,9	26,3	25,2	15,8
	2018	21,5	20,3	22,1	27,8	16,2	29,8	23,9	24,8	23,4	15,9

Entre el 15 y el 20% de las áreas cañeras de la zona en estudio, son rotadas anualmente, con soja, cultivo de alta demanda de fósforo asimilable como lo destacan Scheiner *et al.* (2000). La Tabla 3, muestra en diferentes fincas de la Empresa (rotadas con Soja), como el contenido de P_2O_5 , no disminuyó manteniendo los rendimientos de éste cultivo, quedando niveles suficientes para el desarrollo posterior de la caña de azúcar, se observa que cuando se utilizó DAP, como fuente de fertilización fosfórica, los residuales de éste nutrimento fueron menores que las producidas por el uso del compost.

TABLA 3. Respuesta de la producción de Soja, al sustituirla fertilización de fósforo con Compost producido en la Empresa

Lote	Fósforo (Bra I)			Rendimiento Soja kg/ha	Fósforo (Brayli)	
	antes de Soja	después de Soja (Residual caña)	Dosis Compost Aplicado		antes de Soja	después de Soja (Residual caña)
	mg P kg ⁻¹ suelo de P	mg P kg ⁻¹ suelo de P	(t/ha)		mg P kg ⁻¹ suelo de P	mg P kg ⁻¹ suelo de P
2,1	11	21	4	3 660	39	53
8,1	9	20	8	4 164	28	37
5,1	4	9	DAP (0,42 P_2O_5 kg/ha)	3 660	21	28
3,1	3	11	5	3 227	33	48
2,1	3	5	5	3 077	24	42
2,1	3	16,7	9	3 661	41	> 89
1,1	7	19	5	3 880	36	71
4.1	7	9	DAP (0,40 kg P_2O_5 /ha)	3 661	19	25

Ha sido demostrado por diferentes investigadores como Cabrera y Zuaznabar (2010); Friedrich, (2014), el efecto que provoca la quema de la caña o el retiro de los residuos de la cosecha de las plantaciones de caña de azúcar al afectar la fertilidad del suelo e incluso disminuir su potencial productivo a largo plazo. La Tabla 4, muestra el comportamiento de algunas

propiedades del suelo identificado en lote de producción en la zona, al ser tratado bajo diferentes sistemas de explotación, en lo relativo a la cosecha (manejo tradicional, con quema del rastrojo y cosecha en verde, preservando la maloja en los campos). Se muestra una tendencia a la recuperación del contenido en materia orgánica (5.7%), y densidad aparente (4.5%), después

Arcia y Abregú: Influencia del manejo del suelo, sobre algunas propiedades después de 20 años, en áreas cañeras de 15 años al dejar la maloja en el suelo sin hacer otros cambios tecnológicos en el manejo del cañaveral, que si bien no llega a equilibrarse con los valores del suelo bajo bosque por más de 60 años, se observa una recuperación (sobre todo en la primera profundidad evaluada), esta respuesta coincide con lo expresado por Wan y El-Swaify (1999), que encontraron diferencias significativas en la densidad del suelo al comparar los tratamientos con cobertura del suelo (mulch) y sin ésta, a similares resultados llegan Ferreras *et al.* (2000), que concluyen que los sistemas de labranza produjeron cambios temporales sobre las propiedades

físicas y químicas del suelo, Lozano *et al.* (2000), observaron igualmente cambios en la densidad aparente, espacio poroso total, macroporosidad y microporosidad en los primeros 20 cm, después de cuatro años de someter un agro ecosistema a prácticas conservacionistas Voorhees y Lindstrom (1984), afirmaron que se requieren de tres a cuatro años para que suelos bajo labranza conservacionista desarrollen una porosidad más favorable en los primeros 25 cm del suelo, al compararse con los sistemas convencionales, lo que provoca cambios generales favorables en otras propiedades del suelo.

TABLA 4. Cambios en algunas propiedades de un suelo manejado con tecnología tradicional y dejando maloja

Propiedades	Suelo con bosque por más de 60 años		Suelo con caña por más de 30 años (con tecnología tradicional de la época, con quema del rastrojo)		Suelo con caña con cambio tecnológico (con maloja después de 15 años)	
	Profundidad (cm)		Profundidad (cm)		Profundidad (cm)	
	0-30	30-48	0-20	20-43	0-20	20-43
Materia Orgánica (%)	4,03	3,00	3,17	2,65	3,35	2,78
Fósforo asimilable (ppm)	42,0	18,3	40,0	28,8	41,0	28,5
Potasio asimilable (meq/100 g suelo)	3,28	1,64	2,25	1,43	2,24	1,44
Estructura	Más gruesa, se presenta granular y subangular pequeña en los primeros 42 cm		Más fina, con predominio de la granular en los primeros 45 cm		No se observa cambio en la estructura en los primeros 50cm	
Densidad aparente (g/cm ³)	1,00	1,13	1,15	1,33	1,10	1,33

La compactación del suelo expresa el grado de resistencia del mismo al desarrollo de las raíces como consecuencia de la acción de fuerzas compactantes como son el paso de máquinas agrícolas u otros factores, provocando el aumento de la densidad aparente, de la resistencia mecánica y disminuye la porosidad y por tanto los efectos negativos en el rendimiento agrícola (Coronado *et al.*, 2017). El cincelado, constituye una práctica, utilizada para romper capas compactadas a menor profundidad (aproximadamente 15-25 cm). Después de cuatro años (Tabla 5) manteniendo la maloja y el riego, la humedad del suelo es mucho mayor y el grado de compactación (densidad aparente) no supera (en los primeros 30 cm) los niveles críticos para el cultivo de la caña de azúcar (1,17 g/cm³), según resultados obtenidos por Albán, 2009 y Arcia (2016).

TABLA 5. Muestreo de suelo realizado en diferentes condiciones de manejo del suelo, desde 2013

Condición	Prof. (cm)	2013		2014		2017	
		Humedad (%)	Da (g/cm ³)	Humedad (%)	Da (g/cm ³)	Humedad (%)	Da (g/cm ³)
Sin maloja con riego por goteo	0 - 30	5,34	1,17				
	30 - 60	8,84	1,16				
Con maloja con riego por goteo	0 - 30			20,30	1,04	23,72	1,18
	30 - 60			18,69	1,11	24,50	1,20
Con maloja sin riego por goteo	0 - 30	10,64	1,13	18,04	1,18		
	30 - 60	11,92	1,25	17,59	1,16		

La Tabla 6, muestra los resultados obtenidos en dos lotes de producción, al comparar el uso del cincelado y la suspensión de ésta labor, cuando al suelo no se le ha extraído la maloja después de 4 años, se observan incrementos de 3,9 % y 5,8 % en los rendimientos agrícolas e industriales respectivamente,

demonstrando que la eliminación de la labor de cincelado, no afecta los resultados agrícolas ni las principales propiedades del suelo, este comportamiento puede estar dado por el aporte que trae el mantenimiento de éste residuo en el suelo, en relación a la conservación de la humedad del mismo, favorecer la prolife-

ración y actividad de microorganismos benéficos y disminuir la cantidad y variedad de malezas. De forma integral, la práctica de mantener la maloja en los campos y eliminar la labor de

cinzelado, trae ahorros considerables en gastos asociados al manejo de la plantación, lo cual igualmente es encontrado por otros autores como García *et al.* (2010) y Friedrich (2014).

TABLA 6. Respuesta al uso del cinzelado sobre los rendimientos agrícolas e industriales en áreas de la Empresa

Tratamiento	Producción bruta		Rendimiento Agrícola (t/ha)	Rendimiento Industrial pol(%)	Azúcar (t)	
	(kg)	Área (ha)				(t)
LOTE 13						
Con Cincel	297 400	3,37	32,16	85,2	8,76	22 542
Sin cincel	310 600	3,45	33,77	90,0	9,33	25 168
LOTE 11						
Con Cincel	182 340	2,20	182,34	84,8	9,16	14 567
Sin cincel	343 220	3,96	343,22	86,7	9,63	29 623
RESUMEN						
Con Cincel	239 870	5,57	107,25	84,96	8,96	18 554
Sin cincel	326 910	7,41	188,49	88,33	9,48	27 395

CONCLUSIONES

- La aplicación de fósforo como fertilizante al cultivo de la caña de azúcar trajo incremento en el suelo de los niveles de éste nutrimento, después de más de 20 años de su utilización de forma sistemática.
- Es factible el uso de compost, elaborado con residuos de la industria azucarera, como sustituto de la fertilización fosfórica en el cultivo de soja y caña de azúcar.

- Dejar maloja de forma sistemática, trae beneficios en relación a la recuperación de algunas propiedades físicas y químicas del suelo.
- Es posible la disminución de la práctica de cinzelado del suelo, bajo las condiciones evaluadas y siempre que se haya dejado la maloja si afectaciones en los rendimientos agrícolas e industriales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBÁN, T.A.A.: *Índice preliminar de compactación y propiedades hidrológicas en suelos cálcicos bajo caña de azúcar (Saccharum officinarum L)*, Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Agropecuarias. Coordinación General de Postgrados, MSc. Thesis, Palmira, Colombia, 2009.
- AMEZKETA, E.: "Soil Aggregate Stability.", *Journal of Sustainable Agriculture*, (14): 33-51, 1999, ISSN: 1044-0046, e-ISSN: 1540-7578.
- ARCIA, J.: *Diagnóstico y recomendaciones para el manejo de suelos en las fincas La Encantada y Ethel, Departamento Leales, Tucumán*, Inst. Empresa JJ Budeguer, Informe Técnico de Consultoría Empresa JJ Budeguer, Tucumán, Argentina, 43 p., 2010.
- ARCIA, J.: *Recomendaciones generales para el manejo de los residuales del Ingenio Leales. Departamento Leales, Tucumán.*, Inst. Empresa JJ Budeguer, Informe Técnico de Consultoría Empresa JJ Budeguer, Tucumán, Argentina, 43 p., 2012.
- ARCIA, J.: *Algunas consideraciones sobre acciones dirigidas a introducción de nuevas tecnologías*, Inst. Empresa JJ Budeguer, Informe Técnico de Consultoría Empresa JJ Budeguer, Tucumán, Argentina, 28 p., 2014.
- ARCIA, J.: *Cambios en algunas propiedades de los suelos e impacto producido por la incorporación de manejo especializado en algunas fincas de la empresa*, Informe Técnico de Consultoría Empresa JJ Budeguer, Tucumán, Argentina, 25 p., 2015.
- ARCIA, J.: *Algunas consideraciones sobre acciones dirigidas a introducción de nuevas tecnologías*, Inst. Empresa JJ Budeguer, Informe Técnico de Consultoría Empresa JJ Budeguer, Tucumán, Argentina, 28 p., 2016.
- ARCIA, J.: *Cambios en algunas propiedades de los suelos. Procedimiento metodológico para diagnosticar labor de cinzelado en caña de azúcar e impacto producido por la incorporación de manejo especializado en algunas fincas de la empresa*, Informe Técnico de Consultoría Empresa JJ Budeguer, Tucumán, Argentina, 32 p., 2018.
- CABRERA, J.A.; ZUAZNÁBAR, R.: "Impacto sobre el medio ambiente del cultivo de la caña de azúcar con el uso de la quema para la cosecha y la fertilización nitrogenada. I. Balance del carbono", *Cultivos Tropicales*, 31(1): 5-13, 2010, ISSN: 0258-5936.
- CORONADO, G.J.; RUIZ, P.M.E.; HERNÁNDEZ, A.P.M.; TOLEDO, D.M.; SALGUERO, S.F.; CASTILLO, N.L.: "Resistencia mecánica de suelos de la Mesa de Guanipa, Estado de Anzoátegui, Venezuela", *Revista Ingeniería Agrícola*, 6(1): 26-32, 2017, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.

- Arcia y Abregú: Influencia del manejo del suelo, sobre algunas propiedades después de 20 años, en áreas cañeras
- EBERT, U.; WELSCH, H.: "Meaningful environmental indices: a social choice approach", *Journal of Environmental Economics and Management*, 47(2): 270-283, 2004, ISSN: 0095-0696.
- FERRERAS, L.A.; COSTA, J.L.; GARCIA, F.O.; PECORARI, C.: "Effect of no-tillage on some soil physical properties of a structural degraded Petrocalcic Paleudoll of the southern "Pampa" of Argentina", *Soil and Tillage research*, 54(1-2): 31-39, 2000, ISSN: 0167-1987.
- FRIEDRICH, T.H.: "La seguridad alimentaria: retos actuales", *Cuban Journal of Agricultural Science*, 48(4): 319-322, 2014, ISSN: 2079-3472.
- GARCÍA, R.I.; SÁNCHEZ, O.M.; VIDAL, D.M.L.; BETANCOURT, R.Y.; ROSA, L.J.: "Efecto de la compactación sobre las propiedades físicas del suelo y el crecimiento de la caña de azúcar", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 19(2): 51-56, 2010, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- INICA: *Estudio de suelos y evaluación de sus factores limitantes para proponer recomendaciones de manejo y fertilización de los suelos cañeros Ingenio Concepción, Tucumán, Argentina*, Inst. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúca (INICA), Informe de asistencia Técnica, La Habana, Cuba, 35 p., 1998.
- INICA: *Actualización del estudio de suelos para el manejo integral de la caña de azúcar en las áreas agrícolas en las áreas del Sr. J.J. Budeguer, Tucumán, Argentina*, Inst. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúca (INICA), Informe de asistencia Técnica, La Habana, Cuba, 28 p., 2004.
- LOZANO, Z.; CABRERA, S.; ADAMS, M.: "Efectos de los sistemas de labranza sobre las propiedades físicas de dos suelos de los llanos occidentales", En: *Memorias XV Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Barquisimeto-Venezuela. p*, Barquisimeto-Venezuela., pp. 171-177, 2000.
- PÉREZ, I.H.I.; SANTANA, A.I.; RODRÍGUEZ, D.I.: *Manejo sostenible de tierras en la producción de caña de azúcar*, Ed. Universidad Técnica de Machala, vol. Tomo II., Machala, El Oro, Ecuador, 188 p., 2015, ISBN: 978-9942-24-031-6.
- PÉREZ, Z.F.D.: *Los suelos y el adecuado uso de los fertilizantes en la caña de azúcar para la provincia de Tucumán.*, Instituto Nacional Ciencias Agrícolas (INCA), PhD. Thesis, San José de las Lajas, Habana, Cuba, 115 p., 1999.
- ROMERO, E.R.; DIGONZELLI, P.A.; SCANDALIARIS, J.: *Manual del Cañero*, Ed. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, Las Talitas, 232 p., 2009, ISBN: 978-987-21283-7-1.
- SCHEINER, J.D.; BOEM, G.F.H.; PIROTTA, J.; LAVADO, R.S.: "Respuesta del cultivo de soja a la aplicación de fertilizantes nitrogenados y fosforados en el norte de la Pcia. de Buenos Aires", En: *XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, 11 al 14 de abril de 2000., Comisión 3 no. 62.*, vol. 3, Mar del Plata, Argentina, 2000.
- VENTO, M.: *Estudio sobre la preparación del compost estático y su calidad*, Universidad de Camagüey, MSc. Thesis, Camagüey, Cuba, 2000.
- VILLEGAS, R.; ARCIA, J.: *Estudio de Suelos y Evaluación de Factores Limitantes para el cultivo de la caña de azúcar en las áreas del Sr. J.J. Budeguer, Tucumán., Argentina*, Inst. Empresa JJ Budeguer, Informe de Asistencia Técnica, Tucumán, Argentina, 18 p., 1995.
- VOORHEES, W.B.; LINDSTROM, M.J.: "Long-Term Effects of Tillage Method on Soil Tilth Independent of Wheel Traffic Compaction 1", *Soil Science Society of America Journal*, 48(1): 152-156, 1984, ISSN: 0361-5995.
- WAN, Y.; EL-SWAIFY, S.A.: "Runoff and soil erosion as affected by plastic mulch in a Hawaiian pineapple field", *Soil and Tillage Research*, 52(1-2): 29-35, 1999, ISSN: 0167-1987.

Javier Arcia Porrúa, Investigador Titular, Empresa Juan José Budeguer, Tucumán, República Argentina, e-mail: javierarcia54@gmail.com

Mariano Abregú, Gerente Agrícola Empresa Juan José Budeguer, Tucumán, República Argentina,

e-mail: mabregu@budeguer.com

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

Este artículo se encuentra sujeto a la Licencia de Reconocimiento-NoComercial de Creative Commons 4.0 Internacional (CC 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.