

# Cultivo de caña en Famaillá: Estudio de caso. Demanda energética de un cultivador de cinceles en dos condiciones de suelo determinadas por la forma de cosecha de la caña: convencional y reducida.

Omar Tesouro<sup>1</sup> / Marcos Roba<sup>1</sup> / Ángel Romito<sup>1</sup> / Enrique Fernández de Ullivarri<sup>2</sup> / Lidia Donato<sup>1</sup> / Otto Neiman<sup>1</sup>

Instituto de Ingeniería Rural - CIA - CNIA - INTA Castelar

<sup>1</sup>Laboratorio de Terramecánica e Implantación de Cultivos

<sup>2</sup>EEA Famaillá (Tucumán)

Informe Técnico N° 28  
Marzo 2016



## Ediciones

Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria



Informe Técnico Nº 28  
ISSN 1852-3080  
Marzo 2016

Cultivo de caña en Famaillá: Estudio de caso.  
Demanda energética de un cultivador de cinceles en dos condiciones de suelo determinadas  
por la forma de cosecha de la caña: convencional y reducida

Programa Nacional de Cultivos Industriales

Proyecto Integrador  
Estrategias de manejo de sistemas productivos resilientes

Proyecto Específico  
Optimización del ciclo de vida de los cultivos industriales

Módulo  
Alternativas tecnológicas y optimización de los sistemas de manejo en cultivos industriales.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Instituto de Ingeniería Rural

Editor responsable: Ing. Agr. Mario Omar Tesouro

Av. Pedro Díaz 1798  
Hurlingham - Buenos Aires - Argentina  
C.C. 25 B1712 JHB Castelar  
Tel. 4665-0495/0450/2115

[iir.cd@inta.gob.ar](mailto:iir.cd@inta.gob.ar)  
[www.inta.gob.ar/unidades/222000](http://www.inta.gob.ar/unidades/222000)

## ÍNDICE GENERAL

Resumen	2
1. Introducción	3
2. Materiales y Métodos	4
3. Resultados	7
3.1 Estado del suelo previo a la labor	7
3.2 Requerimiento energético y consumo de combustible de la labor de cultivo	9
3.3 Indicadores de la eficiencia energética de la labor de cultivo	10
4. Consideraciones Finales	12
5. Bibliografía	13

## **Demanda energética de un cultivador de cinceles en dos condiciones de suelo determinadas por la forma de cosecha de la caña: convencional y reducida**

### **RESUMEN**

En el ensayo iniciado en el año 2013 en la EEA Famaillá (Tucumán) y a fin de avanzar con la cuantificación del requerimiento energético y el consumo de combustible de las labores culturales comúnmente utilizadas en el cultivo de caña de azúcar, se midió la demanda de un cultivador de cinceles de 6 arcos en dos condiciones de suelo, determinadas por la forma de cosecha. En una de ellas se utilizó cosecha convencional con elevada intensidad de tránsito mientras que en la otra, se utilizó una cosechadora de menor peso y se evitó el tránsito de camiones en el área de cultivo. La energía demandada por labor cultural se ubicó en el orden de los 17 a 20 CVh·ha<sup>-1</sup> que en términos de consumo de combustible se corresponde con 8,5 a 10 L·ha<sup>-1</sup>. La diferencia en la profundidad efectiva de trabajo entre subparcelas, tendió a equilibrar el consumo de combustible demandado por la labor en ambas condiciones de suelo.

Asimismo, para obtener indicadores de la eficiencia energética se caracterizó el estado físico de las dos condiciones de suelo antes de haber realizado la labor y a posteriori fue cuantificada la sección de suelo disturbada. Relacionando la fuerza de tracción demandada y la sección alterada, se obtuvieron los coeficientes de labranza, que son indicadores de la eficiencia energética con que se realizó la labor. Los valores hallados se compararon con los existentes en la base de datos del Laboratorio de Terramecánica e Implantación de Cultivos. La forma de cosecha afecta de manera significativa el estado del suelo en el momento de realizar el trabajo de cultivo. Bajo condiciones de alto tránsito, el incremento en la densidad aparente y en la resistencia mecánica del suelo, reducen la eficiencia energética del trabajo cultural. Los esfuerzos específicos obtenidos resultaron sustancialmente mayores a los esperados para suelos de similares características texturales de la región pampeana.

## 1. INTRODUCCIÓN

A diferencia de lo ocurrido en la mayor parte de los cultivos, el manejo de la caña de azúcar continúa realizándose de manera tradicional. Períodos prolongados de monocultivo conducidos bajo un sistema de manejo con elevada intensidad de laboreo han afectado la integridad física del suelo.

La importancia de la mecanización se ha visto incrementada y predomina actualmente no sólo en el esquema productivo argentino, sino también en el ámbito cañero mundial. En este escenario, la secuencia de labores tiene una incidencia aproximada entre un 30 y un 35% en los costos de producción (Márgenes Agropecuarios, 2007, 2010).

Las labores realizadas para la sistematización de los campos cañeros, requieren grandes aportes de energía. La intensidad y las elevadas profundidades de trabajo utilizadas incrementan esta demanda proporcionalmente (Hilbert y Tesouro, 2002). Los trabajos realizados para la implantación de la caña y el escarificado de la trocha, son las labores con mayor requerimiento energético. La potencia requerida y por ende el combustible consumido, guarda una relación directa con la velocidad y la profundidad de trabajo (Hilbert y Tesouro, 2002). En estudios realizados en diversas zonas cañeras argentinas, se ha estimado que el cultivo de caña de secano insume entre 3,8 y 4,5 UTA, lo que significa un consumo de 45,6 a 54 litros de gas-oil por hectárea por año (Sopena y Teran, 2008).

Los suelos con historial de monocultivo de caña de azúcar suelen caracterizarse por su pobre estructura y alta densidad aparente, como resultado de la combinación de las labranzas durante las épocas de cultivo y la compactación causada por el tránsito pesado e intensivo durante la cosecha (Bell et al., 2007; Pankhurst et al., 2003). El uso continuo de la maquinaria para crear las condiciones apropiadas para el desarrollo del cultivo, ha causado daños irreversibles sobre la estructura de algunos suelos agrícolas (Silva et al., 2009). La pérdida de la porosidad en un suelo afecta considerablemente el normal movimiento y almacenamiento de aire y agua, necesarios para el desarrollo de los cultivos (Soane y Van Ouwerkerk, 1994). Varios autores han señalado que estos parámetros físicos afectados, son algunos de los indicadores utilizados para determinar la calidad del suelo agrícola (McVay et al., 2006; Reynolds et al., 2007; Topp et al., 1997). Otro aspecto importante asociado con el monocultivo de la caña de azúcar es el impacto a largo plazo que tiene esta actividad sobre la salud biológica del suelo (Pankhurst et al., 2003).

El objetivo de este trabajo fue determinar si la forma de cosecha de la caña afecta la eficiencia energética de una labranza.

## 2. MATERIALES Y METODOS

Siguiendo con las actividades programadas en el ensayo iniciado en el año 2013 en la EEA Famaillá (Tucumán) y a fin de avanzar con la cuantificación del requerimiento de tracción y demanda de energía de las labores culturales comúnmente utilizadas en el cultivo de la caña de azúcar, se midió un cultivador de cinceles de 6 arcos. Dicho ensayo se lleva a cabo en un área con argiudoles típicos, con algunos signos de hidromorfismo dependiendo de su posición en el paisaje. El sitio experimental posee un prolongado historial de monocultivo de caña con el manejo tradicional de la zona.



**Figura 1:** Arado de cincel en plena labor de labranza

Los tratamientos fueron definidos por la forma de implantación del cultivo, convencional o mediante labranza en franjas. Los subtratamientos, por el modo de realizar la cosecha: en la manera convencional, el suelo es sometido a una elevada intensidad de tránsito mientras que, en la reducida, la cosecha se efectúa con una máquina más liviana y se evita la circulación de camiones en el área de cultivo. También se mantienen sitios sin alterar en el área experimental, a fin de monitorear la resiliencia del suelo. La medición del cultivador de cinceles se efectuó en septiembre de 2015, trabajando sobre subparcelas que fueron cosechadas en forma convencional o reducida e implantadas en forma convencional.



**Figura 2:** Máquina utilizada en la cosecha reducida. Peso aproximado 2.500 kg.



**Figura 3:** Máquina utilizada en la cosecha convencional. Peso aproximado 12.000 kg.

Para determinar la demanda de tracción se utilizó una celda de carga electrónica de 5000 kilogramos de capacidad intercalada entre el tractor y la máquina evaluada y un sistema electrónico de captación de datos, diseñado en el Laboratorio de Terramecánica e Implantación de Cultivos del Instituto de Ingeniería Rural (LTI) del INTA Castelar.



**Figura 4:** Celda de carga electrónica intercalada entre el tractor y la máquina evaluada.

Para determinar la velocidad efectiva de avance del equipo y la potencia demandada al tractor en la barra de tiro, se tomaron datos de esfuerzo a intervalos de un segundo y se registró el tiempo necesario para recorrer una trayectoria de longitud conocida. Con estos datos se calculó la energía requerida por hectárea para realizar cada labor. Posteriormente, la energía requerida por hectárea fue convertida a consumo de combustible en litros por hectárea, utilizando un modelo desarrollado en el laboratorio mencionado. Este modelo considera el tipo de tracción del tractor utilizado, su eficiencia tractiva y el rendimiento termodinámico del motor. El consumo obtenido en la

unidad de tiempo fue transformado a una unidad de superficie (hectárea) según la capacidad de trabajo de la máquina.

En forma previa a la realización de la labor se determinó la densidad aparente en los sitios no disturbados, la humedad gravimétrica, los perfiles de resistencia y el micro relieve del suelo. La densidad aparente se estimó a partir de muestras de suelo contenidas en cilindros metálicos de volumen y peso conocido. Dichas muestras fueron extraídas en tres sitios de cada unidad experimental a intervalos de 100 milímetros, hasta alcanzar una profundidad levemente superior a la prevista para los órganos activos. Éstas se mantuvieron dentro de sus respectivos cilindros, se pesaron en húmedo y luego se secaron en estufa a 105 °C hasta constancia de peso. La densidad aparente se calculó considerando la contracción volumétrica que experimenta cada muestra luego de ser secada. Es decir, al retirar la muestra seca del cilindro, se pesó y se calculó su volumen, obteniéndose la densidad aparente como el cociente entre ambos valores. A partir de la diferencia existente con su peso húmedo, fue establecida también la humedad gravimétrica expresada como porcentaje sobre suelo seco.

Sobre tres transectas perpendiculares a la trayectoria de la máquina, se relevaron los perfiles de resistencia del suelo de cada unidad experimental empleando un penetrómetro electrónico estandarizado (ASAE Standard S.313. 1992). Se efectuaron mediciones a intervalos de diez centímetros a lo largo de cada transecta, hasta alcanzar una profundidad similar a la utilizada para tomar las muestras para estimar la densidad aparente. Inmediatamente después de realizada la labor sobre las mismas transectas, se utilizó un perfilómetro a fin de cuantificar la sección de suelo alterada en planos perpendiculares a la trayectoria de la máquina. Relacionando la sección de suelo alterada con la demanda de tracción, se obtuvieron los coeficientes de labranza, los cuales se utilizan como indicadores de la eficiencia energética que posee la labor evaluada. Las unidades de medida más empleadas para estos indicadores son el kilogramo fuerza por decímetro cuadrado ( $\text{kg}\cdot\text{dm}^{-2}$ ), el newton por centímetro cuadrado ( $\text{N}\cdot\text{cm}^{-2}$ ), o el kilo pascal (kPa). Los coeficientes de labranza obtenidos fueron comparados con los existentes en la base de datos del LTI, los cuales se consideran como los valores esperados para máquinas de similares características a las probadas, trabajando en condiciones operativas equivalentes.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Estado del suelo previo a la labor

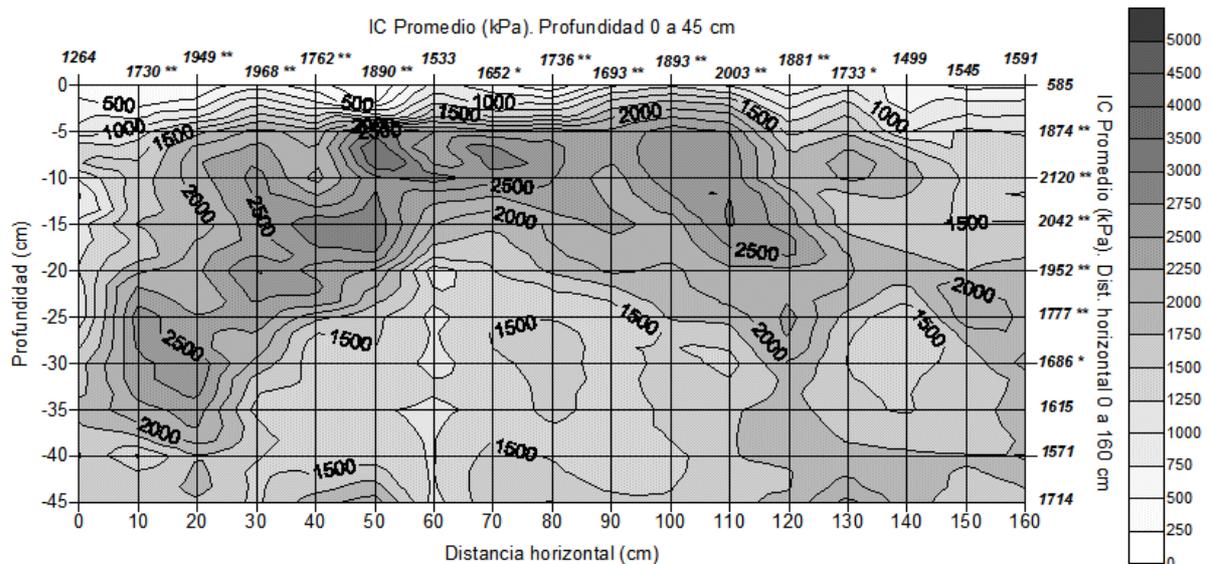
La densidad aparente y el contenido de humedad del suelo a diferentes profundidades puede observarse en la tabla 3.1.1. Las dos primeras profundidades corresponden al horizonte A, mientras que la tercera, se encuentra en el horizonte Bt<sub>1</sub>. La densidad aparente de las subparcelas con cosecha reducida resultó menor a la de las subparcelas cosechadas convencionalmente, en las tres profundidades de muestreo. Dentro del horizonte A, las diferencias resultaron altamente significativas en la capa más superficial y significativas en la más profunda. La humedad gravimétrica no presentó diferencias estadísticas en este horizonte, pero fueron altamente significativas en el Bt<sub>1</sub>.

Tratamiento	Subtratamiento	Profundidad de muestreo (mm)	Densidad aparente (g·cm <sup>-3</sup> )	Humedad gravimétrica (%)
Implantación convencional	Cosecha convencional	0 a 100	1,501 **	25,49
		>100 a 200	1,583 *	26,30
		325	1,636	28,42 **
	Cosecha reducida	0 a 100	1,353 **	25,00
		>100 a 200	1,455 *	28,23
		325	1,556	33,43 **

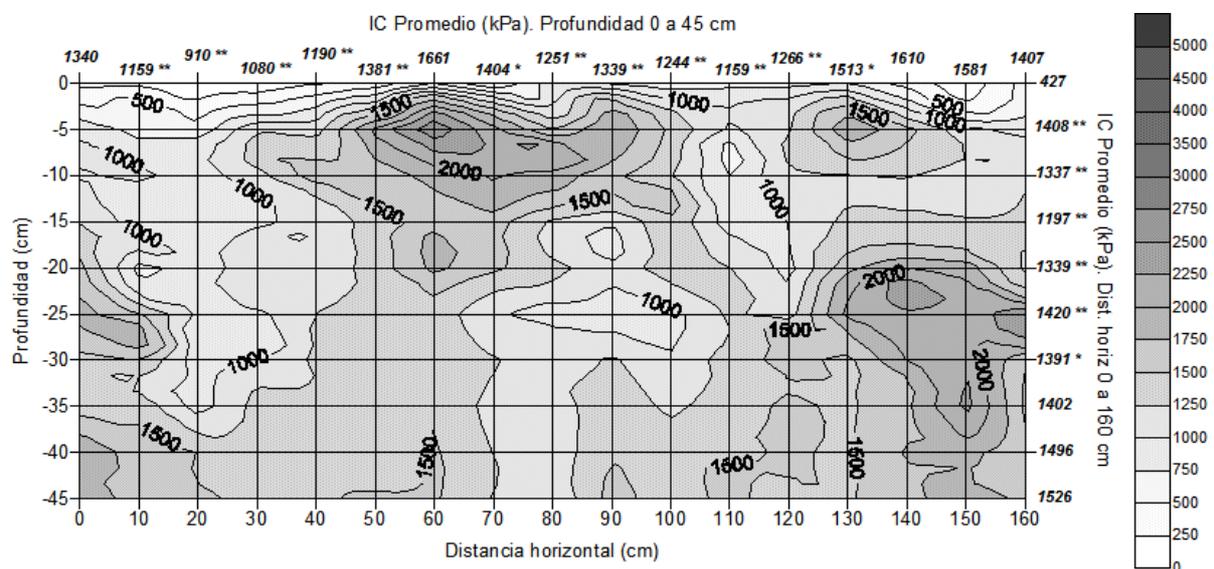
**TABLA 3.1.1:** Densidad aparente y humedad del suelo de las subparcelas donde se probó el cultivador de cinceles. Referencias: \*\*: Diferencias altamente significativas entre subparcelas a igual profundidad de muestreo; \*: Diferencias significativas entre subparcelas a igual profundidad de muestreo. Septiembre de 2015.

En lo que respecta al perfil de resistencia del suelo, el índice de cono (IC) promedio en las parcelas con cosecha convencional fue de 1725 kPa mientras que, en las que se utilizó cosecha reducida el IC fue de 1323 kPa con un error estándar de 19,2 kPa sobre un total de 1938 observaciones. Las diferencias entre ambos índices resultaron altamente significativas ( $F=218,31$ ;  $Pr>F <0,0001$ ). En las figuras 3.1.1 y 3.1.2 se presentan los perfiles de resistencia promedio del suelo de ambas subparcelas.

Es fácil de percibir una capa de elevada resistencia mecánica, en un rango de 5 a 30 cm de profundidad aproximadamente, que presentan las subparcelas que fueron cosechadas en forma convencional.



**FIGURA 3.1.1:** Perfil de resistencia promedio del suelo en las subparcelas con implantación y cosecha convencional. Líneas de igual IC (isoresistencia) en rangos de 500 kPa. Referencias: Las distancias horizontales 0 y 160 coinciden con el centro de las líneas de cultivo; en la parte superior de la figura IC promedio profundidad 0 a 45 cm a determinadas distancias horizontales; en el lateral derecho IC promedio distancias horizontales 0 a 160 a determinadas profundidades; en ambos casos, \*\*: diferencias altamente significativas entre subparcelas a igual profundidad o distancia horizontal; \*: diferencias significativas entre subparcelas a igual profundidad o distancia horizontal. Septiembre de 2015.



**FIGURA 3.1.2:** Perfil de resistencia promedio del suelo en las subparcelas con implantación convencional y cosecha reducida. Líneas de igual IC (isoresistencia) en rangos de 500 kPa. Referencias: Las distancias horizontales 0 y 160 coinciden con el centro de las líneas de cultivo; en la parte superior de la figura IC promedio profundidad 0 a 45 cm a determinadas distancias horizontales; en el lateral derecho IC promedio distancias horizontales 0 a 160 a determinadas profundidades; en ambos casos, \*\*: diferencias altamente significativas entre subparcelas a igual profundidad o distancia horizontal; \*: diferencias significativas entre subparcelas a igual profundidad o distancia horizontal. Septiembre de 2015.

La existencia de esta capa ya había sido señalada al evaluar la situación de base, antes del inicio del ensayo. Los resultados obtenidos indican que bastaron dos períodos de cosecha convencional, para volver a formarla. En las subparcelas con cosecha reducida no puede ser percibida aún (Figura 3.1.2) y es en este rango de profundidades, donde se notan las mayores diferencias entre los subtratamientos. Si ahora se examinan los IC a lo ancho de la trocha, puede notarse que a excepción de los centros de los surcos del cultivo, o en zonas inmediatamente adyacentes a ellos, existen diferencias estadísticas entre los subtratamientos.

### 3.2 Requerimiento energético y consumo de combustible de la labor de cultivo

En las tablas 3.2.1 y 3.2.2 se detallan los resultados obtenidos en los ensayos de tracción realizados en las diferentes subparcelas. La fuerza de tracción media fue de 1460,6 kg y de 1656,4 kg en las parcelas con cosecha convencional y reducida respectivamente. La diferencia entre ambos esfuerzos medios fue altamente significativa ( $F = 11,30$ ;  $Pr > F = 0,0010$ ). Esta aparente contradicción tiene su explicación en la variación en la profundidad efectiva de trabajo alcanzada en cada caso. En las subparcelas con cosecha reducida, este parámetro resultó un 29 % mayor al de las subparcelas con cosecha convencional. En el mismo sentido, el aumento en la fuerza de tracción fue del 13 %.

Parámetro	Valor	Unidad
Fuerza de tracción media (6 arcos)	1460,6	kg
Error estándar	47,7	kg
Velocidad efectiva	5,73/1,59	km·h <sup>-1</sup> /m·s <sup>-1</sup>
Ancho de labor efectivo	3,2	m
Profundidad media efectiva del órgano activo	10,9	cm
Profundidad media efectiva de labor	6,6	cm
Potencia media en la Barra de Tiro (B de T)	31,02	CV
Potencia media en el motor <sup>(1)</sup>	62,03	CV
Capacidad de trabajo <sup>(2)</sup>	1,65	ha·h <sup>-1</sup>
Energía por hectárea (B de T)	16,91	CVh·ha <sup>-1</sup>
Energía por hectárea (Motor)	33,81	CVh·ha <sup>-1</sup>
Consumo de combustible <sup>(3)</sup>	8,65/14,3	L·ha <sup>-1</sup> /L·h <sup>-1</sup>

**TABLA 3.2.1:** Principales resultados técnicos del cultivador de cinceles trabajando en subparcelas con implantación y cosecha convencional. Referencias: parámetros calculados considerando: (1) una eficiencia tractiva del 50 %. (2) un 10 % de pérdidas de tiempo. (3) un consumo específico de 220 g·CVh<sup>-1</sup> y una densidad del gas oil de 860 g·L<sup>-1</sup>

La modificación de la profundidad se debe a la forma habitual de conducción de los equipos mecanizados por parte de los tractoristas, la cual fue respetada en el transcurso de las mediciones. En esta forma de manejo, el operario acciona el sistema hidráulico elevando o bajando la máquina, de modo tal de mantener el tractor próximo a su límite de máxima fuerza en la barra de tiro.

Parámetro	Valor	Unidad
Fuerza de tracción media (6 arcos)	1656,4	kg
Error estándar	33,4	kg
Velocidad efectiva	5,31/1,48	km·h <sup>-1</sup> /m·s <sup>-1</sup>
Ancho de labor efectivo	3,2	m
Profundidad media efectiva del órgano activo	14,1	cm
Profundidad media efectiva de labor	9,0	cm
Potencia media en la Barra de Tiro (B de T)	32,58	CV
Potencia media en el motor <sup>(1)</sup>	65,17	CV
Capacidad de trabajo <sup>(2)</sup>	1,53	ha h <sup>-1</sup>
Energía por hectárea (B de T)	19,17	CVh·ha <sup>-1</sup>
Energía por hectárea (Motor)	38,34	CVh·ha <sup>-1</sup>
Consumo de combustible <sup>(3)</sup>	9,81/15,0	L·ha <sup>-1</sup> /L·h <sup>-1</sup>

**TABLA 3.2.2:** Principales resultados técnicos del cultivador de cinceles trabajando en subparcelas con implantación convencional y cosecha reducida. Referencias: parámetros calculados considerando: (1) una eficiencia tractiva del 50 %. (2) un 10 % de pérdidas de tiempo. (3) un consumo específico de 220 g·CVh<sup>-1</sup> y una densidad del gas oil de 860 g·L<sup>-1</sup>

### 3.3 Indicadores de la eficiencia energética de la labor de cultivo

A pesar del mayor esfuerzo por arco registrado en las subparcelas con cosecha reducida (273,9 kg·arco<sup>-1</sup>) el coeficiente de labranza resultó significativamente menor al de las parcelas con cosecha convencional ( $F= 20,13$ ;  $Pr>F <0,0001$ ). La variación de los coeficientes de labranza entre las subparcelas donde se practicaron diferentes formas de cosecha, obedece a la distinta condición del suelo en el momento de realizar la labor cultural. No obstante, en ambos casos se obtuvieron valores muy superiores a los esperados de 55 a 60 kg·dm<sup>-2</sup>, que son los que corresponden a suelos de esta clase textural.

Parámetro	Valor	Unidad
Fuerza de tracción media	243,4	kg·arco <sup>-1</sup>
Error estándar	8,0	kg·arco <sup>-1</sup>
Profundidad media efectiva púas	10,9	cm
Sección de suelo trabajada	12,61	dm <sup>-2</sup>
Coeficiente de labranza	115,84/113,52	kg·dm <sup>-2</sup> /kPa

**TABLA 3.3.1.:** Eficiencia energética de la labor realizada con el cultivador de cinceles trabajando en subparcelas con implantación y cosecha convencionales. Septiembre de 2015.

Parámetro	Valor	Unidad
Fuerza de tracción media	273,9	kg·arco <sup>-1</sup>
Error estándar	5,6	kg·arco <sup>-1</sup>
Profundidad media efectiva púas	14,1	cm
Sección de suelo trabajada	16,99	dm <sup>-2</sup>
Coeficiente de labranza	96,82/94,89	kg·dm <sup>-2</sup> /kPa

**TABLA 3.3.2.:** Eficiencia energética de la labor realizada con el cultivador de cinceles trabajando en subparcelas con implantación convencional y cosecha reducida. Septiembre de 2015.

#### 4. CONSIDERACIONES FINALES

La energía demandada por labor cultural se ubica en el orden de los 17 a 20 CVh·ha<sup>-1</sup> que en términos de consumo de combustible se corresponde con 8,5 a 10 L·ha<sup>-1</sup>. El modo particular de manejo del equipo mecanizado con que se lleva a cabo esta tarea, tiende a minimizar las variaciones de energía provocadas por cambios en la condición del suelo o en la profundidad de trabajo.

La forma de cosecha afecta de manera significativa el estado del suelo al momento de realizar la labor. Bajo condiciones de alto tránsito, el incremento en la densidad aparente y en la resistencia mecánica del suelo, reducen la eficiencia energética del trabajo cultural. Los esfuerzos específicos obtenidos resultaron sustancialmente mayores a los esperados para suelos de similares características texturales de la región pampeana.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

ASAE Standard. ASAE S 313 Soil cone penetrometer. 1992. St. Joseph, Michigan: ASAE. 611 pp.

Bell, M. J.; G. R. Stirling and C. E. Pankhurst. 2007. Management impacts on health of soils supporting Australian grain and sugarcane industries. *Soil & Tillage Research* 97: 256–271.

Hilbert, J.A. y M.O. Tesouro. 2002. Demanda energética e impacto sobre el suelo de subsoladores de arco curvo cultivie. III Congreso Argentino de Ingeniería Rural, Buenos Aires.

Márgenes Agropecuarios, 2007. Año 22 N° 262.

Márgenes Agropecuarios, 2010. Año 26 N° 308.

McVay, K.A.; J.A. Budde; K. Fabrizzi; M.M. Mikha, C.W. Rice, A.J. Schlegel, D.E. Peterson, D.W. Sweeney and C. Thompson. 2006. Management Effects on Soil Physical Properties in Long-Term Tillage Studies in Kansas. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70:434–438. *Soil & Water Management & Conservation*. doi:10.2136/sssaj2005.0249.

Pankhurst, C.E.; R.C. Magarey; G.R. Stirling; B.L. Blair; M.J. Bell and A.L. Garside. 2003. Management practices to improve soil health and reduce the effects of detrimental soil biota associated with yield decline of sugarcane in Queensland, Australia. *Soil & Tillage Research* 72: 125–137

Reynolds, W.D.; C.F. Drury; X.M. Yang; C.A. Fox; C.S. Tan and T.Q. Zhang. 2007. Land management effects on the near-surface physical quality of a clay loam soil. *Soil & Till. Res.* 96, 316–330.

Silva, R.B.; K.P. Lancas; E.E.V. Miranda; F.A.M. Silva and F.H.R. Baio. 2009. Estimation and evaluation of dynamic properties as indicators of changes on soil structure in sugarcane fields of Sao Paulo State. *Soil & Till. Res.* 103, 265-270.

Soane, B.D. and C. Van Ouwerkerk. 1994. Compaction problems in world agriculture.1-21. En: Soane, B. D. and Van Ouwerkerk, C (Edit.) *Soil compaction in crop production*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, Holanda.

Sopena, R. A. y C. H. Teran. 2008. Relevamiento sobre el consumo de gas-oil en el cultivo de caña de azúcar en el país. Informe EEA INTA FAMILLA, Tucumán. Octubre de 2008.

Topp, G.C.; W.D. Reynolds; F.J. Cook; J.M. Kirby and M.R. Carter. 1997. Physical attributes of soil quality. In: Gregorich, E.G., Carter, M.R. (Eds.), *Soil Quality for Crop Production and Ecosystem Health*. In: *Developments in Soil Science*, vol. 25. Elsevier, New York, NY, 21–58.

*La presente publicación integra una serie de Informes Técnicos editada por el Laboratorio de Terramecánica e Implantación de Cultivos del Instituto de Ingeniería Rural. Estos informes tienen como finalidad poner a disposición de los profesionales oficiales y privados, la información generada en los trabajos de investigación llevados a cabo por el mismo.*



Ministerio de Agroindustria  
Presidencia de la Nación