



RESULTADOS INICIALES DE UN ENSAYO DE MANEJO DEL CULTIVO DE CAÑA

Tesouro M.O.¹; Roba M.A.¹; Fernández de Ullivarri E.²; Venturelli L.¹; Neiman O.E.¹; Romito A.¹; Donato L.B.¹

¹ - IIR – CIA – CNIA – INTA - Las Cabañas y Los Reseros s/n Castelar. 1712 - CC 25 - Bs. As. - Argentina. +541146650450 - tesouro.omar@inta.gob.ar

² - EEA Famaillá – INTA – Tucumán – Argentina. ullivarri.enrique@inta.gob.ar

Palabras clave: Caña de azúcar, manejo del cultivo, labranza en franjas, implantación.

Introducción

Los suelos con historial de monocultivo de caña de azúcar suelen caracterizarse como suelos de pobre estructura y de alta densidad aparente, como resultado de la combinación de las labranzas durante la época de cultivo y la compactación causada por el tránsito pesado e intensivo en el momento de la cosecha (Bell et al., 2007; Pankhurst et al., 2003). Según Braunack et al. (2005) los efectos sobre las propiedades físicas del suelo son acumulativos y son los brotes de las socas más viejas los más susceptibles a reducir su rendimiento.

El laboreo continuo del suelo en el Este tucumano degradó la estructura superficial y generó capas subsuperficiales compactadas que constituyen un impedimento para el movimiento de agua (García et al., 1996), con el consecuente efecto sobre la producción. Estos hechos, que en principio suponen consecuencias nocivas, más allá de la demanda energética propiamente dicha, también se traducen en un mayor esfuerzo para restituir la condición a un estado medianamente favorable para el establecimiento y el normal desarrollo del cultivo.

Objetivo

El objetivo del ensayo fue adaptar prácticas culturales que maximicen la eficiencia en el uso de la energía, el rendimiento y el resultado económico del cultivo en un marco de sustentabilidad. El objetivo específico de este trabajo es presentar el efecto sobre la densidad aparente del suelo y el rendimiento de un cultivo de caña bajo distintos sistemas de manejo.

Materiales y Métodos

A partir del año 2013 comenzaron a probarse dos sistemas de cultivo: 1) Labranza convencional (LC); 2) Labranza en franjas (LF), en un área con suelos argiudoles ácuicos de la EEA Famaillá (Tucumán), con un prolongado historial de monocultivo de caña de azúcar y teniendo como antecesor un rastrojo de soja. En el caso de la LC la implantación del cultivo se realizó con la siguiente secuencia de labores: una pasada de rastra excéntrica sobre el rastrojo de soja, dos pasadas de subsolador, una segunda labranza con rastra excéntrica, surcado y plantación. En LF, sólo se efectuó una labranza profunda en los sitios donde luego se conformaron los surcos para ser colocada la caña semilla. Este tratamiento, se llevó a cabo mediante un prototipo diseñado y desarrollado en el Laboratorio de Terramecánica e Implantación de Cultivos del Instituto de Ingeniería Rural (CIA – INTA). La utilización de este dispositivo (Patente AR093465 A1) permite mantener las trochas (sitios de tránsito) sin disturbar desde el comienzo y durante todo el ciclo del cultivo. En los dos sistemas de manejo, luego de la implantación los cultivos se condujeron de manera tradicional y se utilizaron iguales tipos y dosis de fertilizantes, evitándose la quema del

rastrajo. En ambos casos se mantuvieron sitios de clausura sin alterar en el área experimental, a modo de testigos.

En el segundo año (2014) se establecieron los subtratamientos a partir de aplicar dos métodos distintos de cosecha: 1) Cosecha Convencional (CC), 2) Cosecha Mecánica Reducida (CR). Para la cosecha convencional se empleó una máquina comercial con un peso aproximado de 12000 kg, utilizando tractores y carros para el transporte de la caña y se permitió el tránsito de camiones dentro de las parcelas. El otro subtratamiento, CR, se efectuó con la cosechadora "Cañera INTA", de tracción libre, con un peso de 2500 kg. Para el acopio, se utilizaron los mismos tractores y carros que en CC pero no se permitió el tránsito de camiones dentro de las parcelas.

El diseño experimental fue en bloques completos aleatorizados con parcelas divididas y tres repeticiones por tratamiento. Las unidades completas son las formas de manejo y las subparcelas quedaron definidas por la forma de cosecha. Los datos fueron analizados mediante un ANVA factorial 2 x 2 para un diseño en parcelas divididas con submuestreo.

Parámetros de estudio:

Densidad aparente (Dap): se determinó a partir de muestras de suelo contenidas en cilindros metálicos de volumen y peso conocido. Dichas muestras fueron extraídas al azar (en 2014 sólo en los entresurcos y después de la cosecha) a intervalos de profundidad de 100 milímetros, de modo tal de obtener dos de ellas en el horizonte A y una tercera en el horizonte B_{t1}. Las muestras fueron mantenidas dentro de sus respectivos cilindros, pesadas en húmedo y luego secadas en estufa a 105 °C hasta constancia de peso. Para el cálculo se consideró la contracción volumétrica que experimenta cada muestra luego de ser secada. En el 2014, además, se extrajeron muestras de sitios sin alterar, a modo de testigos.

Número de tallos: se contó la totalidad de los tallos en 5 metros de 6 surcos elegidos al azar por cada unidad experimental, dividiéndolos por la cantidad de metros.

Peso de los tallos: previos a la cosecha se seleccionaron 10 tallos representativos de cada sitio de muestreo, se cortaron, limpiaron y pesaron.

Rendimiento: con la cantidad de tallos y la información del peso unitario, se estimó el rendimiento expresado en toneladas por hectárea.

Resultados y discusión

Densidad aparente

Año 2013

La densidad aparente promedio del área experimental, correspondiente al horizonte A, fue de 1,337 g cm⁻³ con un error estándar de 0,0127 g cm⁻³. Dentro de este horizonte, fue posible distinguir dos capas. La más superficial, que abarca los primeros 100 mm de profundidad, alcanzó un valor de 1,291 g cm⁻³ diferenciándose significativamente de la más profunda que presentó una densidad de 1,382 g cm⁻³ ($F=12,5$; $Pr>F= 0,0077$).

La densidad aparente del horizonte subyacente (B_{t1}), obtenida en los mismos sitios de muestreo y a una profundidad media de 325 mm, fue de 1,534 g cm⁻³ con un error estándar de 0,02 g cm⁻³, se diferenció claramente de la alcanzada en el horizonte A ($F=84,85$; $Pr>F <0,0001$) e inclusive, de la densidad aparente del estrato inferior de este horizonte ($F=37,71$; $Pr>F= <0,0001$).

Año 2014

No se detectaron diferencias significativas en la densidad aparente del suelo entre parcelas provenientes de labranza convencional o de labranza en franjas ($F=1,96$; $Pr>F= 0,1758$).

La principal fuente de variación de la densidad aparente se encontró en los subtratamientos (Tabla 1). Las subparcelas que se manejaron con CC incrementaron

sustancialmente la Dap entre 0 y 40 cm ($F=10,96$; $Pr>F= 0,0005$). No se encontraron diferencias estadísticas entre las subparcelas CC provenientes de LF o LC ($F=0,00$; $Pr>F= 0,9707$).

La Dap presentó variaciones según la profundidad ($F=5,59$; $Pr>F= 0,0109$) y a pesar que la interacción entre tratamientos y subtratamientos no alcanzó el umbral de significación ($F=1,91$; $Pr>F= 0,1094$), es evidente que los resultados difirieron en relación al manejo del suelo. En el caso de los tratamientos, las densidades aparentes a profundidades crecientes con LC fueron de 1,453; 1,500 y 1,560 g cm⁻³. Con LF, las densidades aparentes fueron de 1,419; 1,457 y 1,526 g cm⁻³. Los contrastes realizados para comparar la densidad aparente del horizonte A (0,0 a 10,0 cm y >10,0 a 20 cm) con la del B₁₁ (30 a 40 cm) dentro de cada uno de los tratamientos resultaron $Pr>F$ de 0,0474 y de 0,0357 para LC y LF respectivamente. Al hacer la misma comparación a nivel de subtratamientos, los resultados de los contrastes presentaron probabilidades de 0,3175 para la CC y de 0,0031 para la CR.

Tabla 1: Densidad aparente discriminada por tratamiento, subtratamiento y profundidad de muestreo. (Septiembre 2014)

Tratamiento	Dap (g cm ⁻³)	Subtratamiento	Dap (g cm ⁻³)	Profundidad (cm)	Dap (g cm ⁻³)
LC	1,504 a	CC	1,565 c	0 a 10	1,512
				>10 a 20	1,572
				30 a 40	1,612
		CR	1,443 ab	0 a 10	1,394
				>10 a 20	1,429
				30 a 40	1,507
LF	1,468 a	CC	1,529 bc	0 a 10	1,509
				>10 a 20	1,543
				30 a 40	1,536
		CR	1,406 a	0 a 10	1,329
				>10 a 20	1,372
				30 a 40	1,516
Testigo sin alterar			1,443 ab		

Letras diferentes significan diferencias estadísticas entre los promedios ($Pr>[t] < 0,05$).

La Dap media del área experimental en los sitios sin alterar fue de 1,443 g cm⁻³, alcanzando valores de 1,308; 1,467 y 1,555 g cm⁻³ en rangos de profundidades crecientes. El promedio no presentó diferencias de importancia al compararlo con los obtenidos en los tratamientos de LC y de LF ($F=1,21$; $Pr>F= 0,3100$). Tampoco se observaron diferencias cuando se lo comparó con la cosecha reducida. Pero se manifestaron sustanciales variaciones al contrastar las densidades aparentes de las subparcelas provenientes de labranza convencional que fueron cosechadas en forma convencional y la de los sitios sin alterar

Al efectuar la comparación a distintas profundidades pudo observarse que la densidad aparente de los primeros 20 cm de suelo, bajo cosecha convencional, superó a la de los sitios sin alterar. En cambio, con la cosecha reducida, no se encontraron diferencias dentro del horizonte A. En el horizonte B₁₁ no se encontraron diferencias con el testigo en ninguno de los dos casos.

Número de Tallos

La implantación del cultivo utilizando la técnica de labranza en franjas fue más lenta que en la forma convencional. La cantidad de brotes obtenidos en el primer muestreo bajo labranza convencional, realizado a aproximadamente 4 meses de la plantación, prácticamente duplicaba al obtenido mediante labranza en franjas. A pesar de ello esta diferencia no presentó significancia estadística. La diferencia en la tasa de emergencia inicial entre los distintos tratamientos puede ser explicada por diferentes causas que confluyeron en el momento de la implantación. La labranza en franjas fue realizada con la máquina sin su accesorio posterior para labranza secundaria. Aunque la construcción del prototipo para labranza en franjas no estaba finalizada en ese momento, se efectuó la plantación en esas condiciones para no demorar un año el inicio del ensayo. La ausencia de dicho accesorio pudo haber generado un menor grado de refinamiento del suelo, respecto de la implantación mediante LC, reduciendo el contacto del suelo con la caña semilla y retardando su brotación. Además, parte del suelo inalterado de la trocha y el rastrojo presente en ella, fue mezclado con el suelo disturbado por la labranza en el momento del tapado de los surcos. Pese a ello, en el segundo relevamiento efectuado en forma previa a la primera cosecha realizada en julio de 2014, la cantidad de brotes por metro prácticamente se había equiparado. En el año 2015, los brotes obtenidos bajo labranza en franjas superaron levemente a los de la implantación convencional, aunque sin alcanzar diferencias estadísticas. Tampoco se detectaron diferencias apreciables entre subtratamientos en su primer año de aplicación (Tabla 2).

Tabla 2: Tallos por metro de surco obtenidos en distintas fechas de muestreo.

Fecha de muestreo	Tratamiento	Brotes m ⁻¹	Sub Tratamiento	Brotes m ⁻¹	IC (95%)	
					Inf.	Sup.
Noviembre de 2013	LF	3,09 ^(a)			-0,24	6,42
	LC	6,44 ^(a)			3,11	9,77
Junio de 2014	LF	12,00 ^(a)			10,27	13,71
	LC	13,28 ^(a)			11,56	15,00
Junio de 2015	LF	19,42 ^(a)	CC	19,27 ^(a)	17,49	21,05
			CR	19,56 ^(a)	17,78	21,34
	LC	18,88 ^(a)	CC	19,20 ^(a)	17,42	20,98
			CR	18,56 ^(a)	16,78	20,34

Letras diferentes en los brotes por metro de surco en la misma fecha de muestreo significa diferencias estadísticas entre los promedios ($Pr>[t] < 0,05$).

Tabla 3: Peso promedio de los Tallos obtenidos en distintas fechas de muestreo.

Fecha de muestreo	Tratamiento	Peso Brotes (g)	Sub Tratamiento	Peso Brotes (g)	IC (95%)	
					Inf.	Sup.
Julio de 2014	LF	767,8 ^(a)			690,0	845,6
	LC	943,4 ^(b)			865,6	1021,2
Julio de 2015	LF	1045,0 ^(a)	CC	1110,4 ^(b)	1050,7	1170,1
			CR	979,6 ^(a)	919,9	1039,3
	LC	1017,5 ^(a)	CC	992,1 ^(a)	932,4	1051,8
			CR	1042,9 ^(a)	983,2	1102,6

Letras diferentes en el peso promedio de los brotes en la misma fecha de muestreo significa presencia de diferencias estadísticas ($Pr>[t] < 0,05$).

Peso de los Tallos

El peso unitario de los brotes de caña previo a la cosecha presentó diferencias significativas entre tratamientos en el año 2014 (Tabla 3). La diferencia entre el tratamiento convencional y la labranza en franjas puede ser atribuida al menor período de desarrollo que tuvo la caña en este último caso, como consecuencia del retraso en la emergencia. En el año 2015 el peso promedio de los brotes con LF superó levemente al obtenido mediante LC, aunque sin alcanzar significación estadística. Sí se detectaron diferencias significativas entre subtratamientos al comparar la implantación mediante LF vs LC, bajo cosecha convencional ($[t]=3,23$; $Pr>[t]= 0,0120$). La misma comparación hecha entre subparcelas con cosecha reducida no resultó significativa ($[t]=1,73$; $Pr>[t]= 0,1218$).

Rendimiento

Tabla 4: Rendimiento obtenido en distintas fechas de muestreo.

Fecha de muestreo	Tratamiento	Rendimiento (Tn/ha)	Sub Tratamiento	Rendimiento (Tn/ha)	IC (95%)	
					Inf.	Sup.
Junio de 2014	LF	55,58 ^(a)			26,03	85,13
	LC	75,45 ^(a)			45,90	104,99
Junio de 2015	LF	121,75 ^(a)	CC	128,37 ^(a)	113,81	142,93
			CR	115,12 ^(a)	100,56	129,68
	LC	115,29 ^(a)	CC	114,38 ^(a)	99,82	128,95
			CR	116,20 ^(a)	101,63	130,76

Letras diferentes en el peso promedio de los brotes en la misma fecha de muestreo significa presencia de diferencias estadísticas ($Pr>[t] < 0,05$).

El rendimiento del cultivo de la caña planta implantado en forma convencional superó al obtenido mediante labranza en franjas, principalmente por la variación en el peso de las cañas (Tabla 4). Sin embargo, no se obtuvieron diferencias significativas debido a la gran dispersión de los datos del primer muestreo realizado en el año 2014. En el año 2015 las parcelas provenientes de LF superaron el rendimiento de aquellas trabajadas en forma convencional. La máxima diferencia en rendimiento entre ambas formas de implantación se obtuvo en las subparcelas con CC (14 tn ha^{-1}) aunque no se alcanzaron diferencias estadísticas ($[t]=1,5660$; $Pr>[t]= 0,1560$).

Conclusiones

Las mayores cargas ejercidas sobre el suelo en el transcurso de la cosecha convencional incrementaron sustancialmente la densidad aparente promedio del horizonte superficial.

Un solo ciclo de cosecha convencional fue suficiente para equiparar la densidad aparente de los sitios laboreados con aquellos sin disturbar.

La alteración generada en la condición del suelo por las diferentes formas de manejo aún no se manifiestan en variaciones significativas en el rendimiento del cultivo.

Bibliografía

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

Braunack M.V.; J. Arvidsson; Hakansson I. 2005. Effect of harvest traffic position on soil conditions and sugarcane (*Saccharum officinarum*) response to environmental conditions in Queensland, Australia. Bureau of Sugar Experiment Stations (BSES), PO Box 566, Tully, Qld 4854, Australia

García J. R.; Giménez R.; Sanzano G. A.; Corbella R. D. 1996. Influencia en la infiltración de diferentes capas de un suelo agrícola del este tucumano. *Avance Agroind.* 64: 12-13.

Pankhurst C.E.; Magarey R.C.; Stirling G.R.; Blair B.L.; Bell M.J.; Garside A.L. 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.