

PASTOREO INVERNAL EN CAÑA DE AZÚCAR

M.A. Benvenuti, D.R. Pavetti y F.C. Moreno. E.E.A. INTA

Cerro Azul, Misiones, Informe de Avance N° 6.

www.produccion-animal.com.arVolver a: [Caña de azúcar para forraje](#)

RESUMEN

La alimentación invernal del ganado bovino en Misiones, Argentina, tiene como base forrajera a la caña de azúcar, la cual tradicionalmente se suministra a los animales por corte manual y frecuentemente con molienda previa al acarreo hacia los animales. Con el objetivo de evaluar las diferencias en la respuesta animal debidas al modo de suministro de caña de azúcar para su alimentación invernal, así como también su efecto en la persistencia del cañaveral y de la conservación del recurso suelo, se evaluaron 3 tratamientos: T1: suministro tradicional (corte manual, acarreo, molienda y suministro de caña de azúcar en confinamiento una vez por día); T2: pastoreo directo en franjas de cañas en pie asignadas tres veces por semana; T3: pastoreo directo en franjas asignadas diariamente de cañas enteras cortadas previamente con machete a ras del suelo. Las ganancias diarias de peso en T2 y T3 no tuvieron diferencias significativas con T1. El recurso suelo, así como la persistencia del cañaveral no fueron afectados por los tratamientos que involucraron el pastoreo invernal de caña.

Palabras clave: Caña de azúcar, persistencia, ganancia diaria de peso, nutrición animal, pastoreo invernal.

INTRODUCCIÓN

Las especies forrajeras tropicales cultivadas o naturales utilizadas en áreas subtropicales, presentan una marcada estacionalidad de la producción de forraje con baja o nula producción invernal. Por ello, en dichas áreas, la caña de azúcar es un recurso forrajero de importancia para cubrir dicho déficit (Preston, 1977).

El sistema tradicional de utilización de la caña de azúcar para la alimentación animal consiste en el corte, acarreo y suministro de la misma a los animales en forma entera sobre campo natural o molida en confinamiento. Dicho manejo implica el uso de mano de obra y maquinaria que elevan los costos de alimentación invernal y una permanente extracción de nutrientes del suelo lo cual afecta la sostenibilidad del sistema (Pankhurst et al., 2003).

Desde el punto de vista productivo, existe la presunción generalizada de que el pastoreo directo de la caña de azúcar podría resultar en una baja respuesta animal y en el deterioro del cañaveral debido al daño por pisoteo (Pate et al., 2002). Sin embargo, teniendo en cuenta que el nivel de picado de la caña no parece afectar ni el consumo ni la ganancia de peso vivo animal (Benvenuti, 2001), no es aventurado pensar que el pastoreo de caña de azúcar no debería afectar la respuesta animal. Además, las características agronómicas de ciertas variedades actuales de caña de azúcar, tales como buena capacidad de macollaje y rebrote (Mariotti et al., 1987; Chapman, 1988), podrían hacerla propicia para su utilización bajo pastoreo.

En la compleja interacción suelo-planta-animal, existen factores que pueden perjudicar (daño mecánico directo de las plantas por pisoteo e indirecto por compactación del suelo) y otros que pueden beneficiar el crecimiento del cultivo (aumento de vigor de plantas por defoliación y deyecciones; y regeneración natural de la estructura del suelo por reciclaje de nutrientes) (Greenwood y McKenzie, 2001). Por ello es de esperar que el efecto del pastoreo sobre dichos factores determine el impacto a largo plazo del pastoreo sobre la persistencia del cañaveral.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del pastoreo invernal de caña de azúcar sobre la ganancia de peso de novillos en engorde y la persistencia del cañaveral.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue conducido en la Estación Experimental Agropecuaria del INTA Cerro Azul, Misiones, Argentina, desde el año 2002 al 2005 sobre un suelo con una pendiente del 10,5 % orientada hacia el norte. En la tabla 1 se presentan las características químicas del suelo utilizado.

Tabla 1. Resultados del análisis de suelo 2004.

Trat	pH	MO	N	P	Ca	Mg	K	Ac. Interc.
		(%)			(mg kg)			(meq 100 g)
T1	6.03	4.81	0.24	1.13	10.86	3.38	0.12	0.12
T2	6.48	4.64	0.26	1.18	11.50	3.95	0.19	0.08
T3	6.36	5.23	0.27	1.33	12.05	3.01	0.17	0.12

Durante los años 2002 y 2003, treinta terneros de destete cruce indefinida Brahman x Hereford o Aberdeen Angus fueron asignados al azar a tres tratamientos de 10 animales cada uno, en tanto que en el 2004 se utilizaron solo 5 animales por tratamiento debido a la menor disponibilidad del cañaveral como consecuencia de una marcada sequía. Los tratamientos evaluados fueron:

T1: suministro tradicional (corte manual, acarreo, molienda y suministro de caña de azúcar en confinamiento una vez por día).



T2: pastoreo directo en franjas de cañas en pie asignadas tres veces por semana (lunes, miércoles y viernes). Las cañas que quedaron en pie fueron macheteadas inmediatamente después del pastoreo.



T3: pastoreo directo en franjas asignadas diariamente de cañas enteras cortadas previamente con machete a ras del suelo.



La evaluación con animales se realizó durante tres ciclos invernales de 105 días cada uno, desde el 3/7/2002 al 16/10/2002, M 10/6/2003 al 23/9/2003 y del 28/6/2004 al 11/10/2004.

Los animales fueron suplementados en comederos una vez por día al 0.8 % base materia seca respecto al peso vivo animal en el año 2002 y al 0.6 % en los años 2003 y 2004 utilizándose la misma suplementación para todos

los tratamientos (Tabla 2). En T2 y T3, dicho suplemento fue mezclado con 1 kg de caña fresca molida por animal y por día a los efectos de que la misma sirva de vehículo para la ingestión de la urea y el sulfato de amonio.

Debido a que los animales en T2 y T3 evidenciaron un rechazo parcial de la mezcla en el año 2004, aparentemente por la alta concentración de urea en la misma, el suministro de urea se redujo (Tabla 2).

Tabla 2. Suplementación por animal y por día.

Dieta	Año		
	2002	2003	2004
	g		
Urea	110	110	85
Sulfato de amonio		10	10
	kg		
Afrecho de trigo	1.1	0.5	
Afrecho de girasol			0.8
Semilla de algodón		0.5	
Grano de maíz molido	0.2	0.2	
Grano de sorgo molido			0.6
Raíz de mandioca	1.4		
	kg MS		
Total suplemento	1.7	1.2	1.3
	% PV		
Nivel de suplementación (% PV)	0.8	0.6	0.6

En todos los tratamientos, se utilizó la variedad de caña de azúcar TUC-7742, la cual presenta buena capacidad de macollaje y rápido rebrote posterior a la cosecha, características que le permiten competir con las malezas y tener un buen rendimiento (Mariotti et al., 1987). La misma fue plantada a 1.3 m entre líneas en 1997 y fue ofrecida ad lib al igual que el agua y núcleo mineral.

Los animales de T1 se mantuvieron en confinamiento permanente con suministro en comedero de caña molida, en tanto que los de T2 y T3 tuvieron acceso permanente a las franjas de pastoreo a través del uso de alambrado eléctrico, evitándose el acceso del ganado a los sectores aun no pastoreados y a los ya pastoreados en rebrote. Para asegurar el consumo voluntario de la caña, a los animales de T1 se les suministró un exceso de la misma de entre 10 y 20 % por sobre el consumo previamente registrado, mientras que los de T2 y T3 recibieron una cantidad aún mayor previendo pérdidas por pisoteo, lo cual significó una oferta diaria de caña de azúcar en kilogramos de material fresco equivalente al 10 % del peso vivo animal (PVA). Así, el tamaño de las franjas de pastoreo se calculó considerando la oferta deseada de forraje (10 % PVA), el rendimiento del cañaveral y el tiempo de residencia de los animales en cada franja. En promedio, la superficie de las franjas de pastoreo fue de 5.8 m² por animal en T2 (lunes, miércoles y viernes) y 2.3 m² por animal y por día en T3.

El consumo voluntario de caña de azúcar para T1 se determinó por diferencia entre las pesadas diarias del alimento ofrecido y remanente, en tanto que para T2 y T3 esta variable no se pudo determinar debido a la imposibilidad de medir con precisión la cantidad de caña remanente después del pastoreo.

Los animales se pesaron sin desbaste previo cada 21 días para determinar la ganancia diaria de peso (GDP). En cada pesada, se tomaron muestras de materia fecal de los animales que componían cada tratamiento y se realizaron análisis coproparasitológicos por la técnica de Mc Master (Anon, 1986). Cuando el recuento de huevos superó los 300 por gramo de materia fecal se efectuaron las correspondientes desparasitaciones.

Para evaluar la persistencia del cañaveral se tomaron como variables descriptivas su rendimiento y densidad, las que fueron evaluadas a comienzo de cada invierno antes del ingreso de los animales. Se tomó como estación de muestreo una de cada tres líneas de caña y 2 de cada 10 metros lineales de caña, lo cual representó el 6.7 % de la superficie total ($1/3 \cdot 2/10 \cdot 100 = 6.667\%$). En cada estación fueron contadas todas las cañas y una de ellas, representativa, fue cortada y pesada.

El mismo criterio de muestreo fue utilizado para medir el daño por pisoteo y la capacidad de rebrote posterior del cañaveral. Para el primero se contaron las cañas remanentes después del pastoreo clasificándolas en intactas, descalzadas y desprendidas, adoptando el siguiente criterio:

Intacta: aquella que no presento daño aparente.



Descalzada: aquella que fue volcada hacia uno de sus lados, mostrando parte de las raíces en superficie y ubicándose en forma horizontal pero aún con parte de las raíces y tallo debajo de la superficie del suelo.



Desprendida: aquella que fue completamente arrancada del suelo, ubicándose sobre la superficie lejos de su lugar original de anclaje y con parte de raíces y tallo originalmente subterráneos.



Para evaluar la capacidad de rebrote del cañaveral, se midieron la cantidad total de rebrotes y la proporción de cañas intactas y descalzadas que fueron capaces de rebrotar, tarea que se vio afectada por la dificultad de diferenciar claramente las cañas crecidas durante el último año de las producidas en años anteriores.

En enero de 2005 se midió la resistencia a la penetración (Bradford, 1986) y densidad del suelo (Kiehl, 1979) de cada uno de los tratamientos. En los años 2002, 2003 y 2004 se tomó una muestra compuesta de los primeros 10 cm de suelo en cada tratamiento antes del ingreso de los animales al cañaveral, sobre la cual se realizaron análisis de fertilidad del suelo.

La materia seca aportada por las deyecciones (D) de los animales en t de materia seca por hectárea fue calculada de la siguiente manera:

$D = CAP \times CMS \times 105 \times 0,4 \times 0,5 \times 1000$, en donde

CAP = carga animal potencial (nov ha^{-1}); CMS = consumo de materia seca total ($\text{kg. nov}^{-1} \text{ día}^{-1}$) registrado en T1 que supuestamente fue el mismo que en T2 y T3 debido a que se obtuvo la misma GDP en todos los tratamientos; 105 = número de días en pastoreo; 0,4 = indigestibilidad de la dieta; 0,5 = proporción de las deyecciones

depositadas en el cañaveral suponiendo que los animales estuvieron como máximo 12 horas pastoreando que es el tiempo de pastoreo máximo registrado en bovinos sobre pasturas (Arnold, 1981); 1000 = transformación de kg en t.

La carga animal potencial fue calculada como:

$CAP = RC / (CAO \times 105)$ en donde

RC = rendimiento del cañaveral ($kg\ ha^{-1}$); CAO = caña de azúcar ofrecida ($kg\ nov^{-1}\ día^{-1}$); 105 = número de días en pastoreo.

La indigestibilidad de la dieta fue estimada a partir de su digestibilidad. Esta última fue calculada a través de las ecuaciones de Minson y McDonald (1987), a partir de los requerimientos de energía metabolizable de los animales y del consumo de materia seca registrado en T1. Los requerimientos de energía metabolizable se calcularon a partir del peso vivo y GDP utilizando las tablas de la ARC (1980). El aporte de materia seca por las cañas remanentes después del pastoreo se calculó como la diferencia entre el rendimiento del cañaveral menos el consumo de caña por hectárea. Dicho consumo se estimó a través de la CAP (Tabla 3) y del consumo de caña por animal registrado en T1.

Para todas las variables, los resultados fueron analizados por la "t" de Student para observaciones independientes, utilizando el programa estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESPUESTA ANIMAL

Los datos correspondientes a carga animal, oferta de caña de azúcar, consumo voluntario y GDP por tratamiento y año de evaluación se presentan en la Tabla 3. Allí se puede observar que no hubo diferencias en ganancia de peso entre tratamientos en ninguno de los años ($p = 0.05$). Esto indica que el pastoreo, ya sea con o sin macheteo previo, permite lograr ganancias similares a las de la caña molida suministrada en comedero. En concordancia con esto, Benvenuti et al. (2005) no observaron diferencias en el consumo y en la ganancia de peso de novillos alimentados con caña molida, picada en trozos o entera.

Tabla 3. Efecto de la forma de suministro de caña de azúcar sobre el consumo y ganancia de peso de novillos.

Tratamiento ¹	Año								
	2002			2003			2004		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
	(nov há ⁻¹)								
Carga animal potencial ²	88	46	46	83	61	58	32	25	29
Caña de azúcar	(kg nov ⁻¹ día ⁻¹)								
Ofrecida	10.9	22.0	22.0	12.0	19.0	19.0	14.2	21.0	21.0
Consumida	9.2	s/d	s/d	11.0	s/d	s/d	12.1	s/d	s/d
Peso vivo	(kg nov ⁻¹)								
Inicial	184	182	180	178	176	175	184	183	182
Final	237	235	230	234	234	235	245	240	244
	GDP ± DS (g nov ⁻¹ día ⁻¹) ³								
	509	504	480	535	556	571	582	537	586
Medía General	±116	±103	±124	±100	±184	±137	±202	±106	±186
	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Periodo 1	248	-57	124	409	218	327	333	50	200
	a	b	ab	a	a	a	a	a	a

1 - T1: corte tradicional y confinamiento, T2: pastoreo directo y T3: corte y pastoreo.

2 - Rendimiento del cañaveral ($kg\ ha^{-1}$) / (caña de azúcar ofrecida ($kg\ nov^{-1}\ día^{-1}$) x 105 días),

3 - Letras diferentes indican diferencia significativa entre tratamientos dentro de cada año ($p=0.05$).

s/d: sin datos debido a la imposibilidad de medir con precisión la cantidad de caña remanente después del pastoreo.

Se pudo observar una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en la GDP entre T1 y T2 en el año 2002 durante el primer período de 21 días entre T1 vs. T2 y T3 (Tabla 3). Esto pudo ser debido a un mayor tiempo de adaptación requerido por los animales en pastoreo directo, en donde la estructura y morfología más complejas de la caña en pie pudieron haber influido. Esta diferencia en tiempo de acostumbramiento a la ingestión entre caña molida y

entera también fue reportada por Lacorte et al. (1995) y Benvenuti, (2005) quienes observaron menor consumo y ganancia de peso inicial de los animales alimentados con caña entera o picada en trozos.

RENDIMIENTO Y PERSISTENCIA DEL CAÑAVERAL

En la Tabla 4 se presentan los resultados de rendimiento, densidad del cañaveral y peso por caña para cada tratamiento y año de evaluación. En general se observa que los rendimientos registrados en los años 2002 y 2003 son elevados superando las 100 t por hectárea.

El mayor rendimiento absoluto registrado en el año 2003 respecto al 2002 para todos los tratamientos probablemente se debió a que se registraron mayores precipitaciones (Tabla 5). A su vez, en el año 2004 hubo una marcada caída en el rendimiento del cañaveral para todos los tratamientos, lo cual fue seguramente causado por el intenso déficit hídrico registrado desde enero a abril de 2004 (Tabla 5). La sequía parece haber influido tanto en la densidad como el peso por caña, siendo esta última la más afectada (Tabla 4), debido a que se produjo en el período de elongación de tallos que es la fase de desarrollo en que la caña es más susceptible al déficit hídrico (Robertson et al., 1999). Estos autores registraron una reducción en el rendimiento de entre 26 y 32 % cuando el déficit hídrico tardío tuvo una duración aproximada de 3 meses,

En el presente trabajo el rendimiento del año 2004 cayó entre 45 y 55 % respecto al rendimiento del año 2003, probablemente debido a que el periodo de déficit hídrico fue de 4 meses.

En la Tabla 4 se puede observar que el pastoreo de caña en T2 y T3 no afectó el rendimiento, la densidad del cañaveral ni el peso por caña comparado con T1. Así, el pastoreo de caña de azúcar con o sin macheteo previo no parece incidir negativamente sobre su persistencia.

Tabla 4. Efecto de la forma de suministro de caña de azúcar sobre la persistencia del cañaveral.

Variable	Año								
	2002			2003			2004		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Rendimiento	100a	107a	107a	104b	123a	115ab	44b	55b	63a
Dnsidad	7,5b	7,9ab	8,7a	8,1c	10a	9,3b	7,1a	7,1a	7,2a
Peso por caña	1,2b	1,3a	1,3a	1,2a	1,2a	1,2a	0,7c	0,8b	0,9a

Los factores más importantes que pueden afectar negativa mente el crecimiento del cañaveral bajo pastoreo son el daño directo de las cañas por el pisoteo y el daño indirecto por compactación del suelo.

Tabla 5. Régimen de lluvias y déficit hídrico mensual, anual y por ciclo de crecimiento¹

	Meses												Anual	Ciclo ²
	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J		
	2001						2002							
Lluvias	85	83	186	97	129	125	227	36	314	247	167	104	1801	1528
Déficit	1	8	1	6	12	11	43	17	7	1	1	0	108	99
	2002						2003							
Lluvias	128	253	270	409	241	349	158	200	93	181	16	87	2383	1915
Déficit	0	0	1	0	0	5	30	8	5	6	5	4	64	60
	2003						2004							
Lluvias	37	67	72	157	209	484	22	34	63	154	61	79	1440	1257
Déficit	6	5	7	3	4	1	22	54	76	56	8	4	246	231

1 - información suministrada por la Estación Agrometeorológica de la EEA Cerro Azul.

2 - Se consideró ciclo de crecimiento al periodo comprendido entre septiembre y mayo, que es cuando el cañaveral se encuentra en crecimiento activo.

En la tabla 6 se presentan los resultados de daño ocasionado por el pisoteo animal sobre el cañaveral. Como puede observarse, T2 fue el tratamiento que significativamente sufrió más daño, ya que fue el único en que los animales tuvieron que empujar las cañas para alcanzar sus hojas, donde el 33.4 % de las cañas fueron afectadas por el pastoreo y además fue el único que evidenció cañas desprendidas y mostró el nivel más alto de descalzadas. Esto está vinculado al modo de aprovechamiento del forraje por los animales, los que mostraron una clara preferencia de las hojas por sobre los tallos ocasionándoles daños a los mismos ya que estas últimas se encontraban fuera de su alcance. Así, los animales empujaron las cañas con el pecho inclinándolas hasta un punto donde

podieron alcanzar las hojas, por lo que muchas cañas resultaron pisadas y descalzadas. Otro efecto importante fue la tracción o tironeo de las cañas por los animales para obtener bocados lo que provocó el desprendimiento de algunas, especialmente cuando el suelo se encontraba húmedo.

En T1 y T3, el porcentaje de cañas descalzadas así como de intactas fue similar, lo cual sugiere que los animales al igual que los operarios evitaron pisar los tocones dejados por el corte en dichos tratamientos.

Tabla 6: Proporción de cañas intactas, descalzadas y desprendidas después del pastoreo 2004.

	Intactas	Descalzadas	Desprendidas
Corte tradicional (T1)	92.3 a	7.7 a	0.0 a
Pastoreo directo (T2)	66.6 b	21.3 b	12.1 b
Corte y pastoreo (T3)	90.0 a	10.0a	0.0 a

Letras diferentes indican diferencia significativa entre tratamientos ($p=0.05$).

Los daños provocados al cañaveral por el pastoreo, no parecen haber afectado su capacidad de rebrote, ya que la proporción de cañas descalzadas que fueron capaces de rebrotar fue igual a la de las cañas intactas, superando el 80 % en ambos casos. En las cañas desprendidas esto no pudo evaluarse debido a que no fue posible identificar su sitio de anclaje en el terreno. De todas maneras, su relativamente baja proporción en T2 no parece haber afectado en forma relevante la capacidad de rebrote de dicho tratamiento. De hecho, la cantidad promedio de rebrotes medidos en diciembre de 2004 fue de 23, 29 y 28 por metro cuadrado para T1, T2 y T3 respectivamente.

Estos datos ponen en evidencia la notable capacidad de macollaje y velocidad de rebrote que presenta la variedad TUC7742 utilizada, lo cual está de acuerdo con la descripción de Marlotti et al. (1987). Dicha propiedad, especialmente en las cañas dañadas, pudo haber sido un factor determinante en su capacidad de recuperación después del pastoreo. Debido a esto, la extrapolación de los resultados del presente experimento a otras variedades de caña de azúcar debería ser tomada con cautela.

Es necesario estudiar en mayor profundidad la dinámica de la población de cañas y rebrotes bajo el régimen de pastoreo directo y, especialmente, su relación con el manejo tradicional.

Hay antecedentes respecto al daño mecánico de las cañas por el uso de maquinaria en donde se encontraron diferencias entre variedades en la tolerancia al daño de sus cañas por la maquinaria (Braunack y Hurney, 2000) y ausencia de daño significativo sobre el rendimiento del cañaveral al pasar un equipo de cosecha liviano sobre las líneas de caña aun en condiciones de alta humedad edáfica (Torres y Villegas, 1993). Si bien estos antecedentes sugieren tendencias similares a nuestros resultados, debido a que los daños causados por una máquina son de naturaleza distinta a los producidos por los animales, esta comparación debería tomarse con prudencia.

COMPACTACIÓN DEL SUELO

En la tabla 7 se presentan los datos de densidad y resistencia a la penetración del suelo como variables descriptivas del grado de compactación del terreno. La densidad y resistencia a la penetración promedio observadas fueron de 1, 19 y 1.03 g/cm³ respectivamente. Dichos valores se encuentran por debajo del límite de 1.5 g/cm³ (Rao and Narasimham, 1988) y 2 MPa (Dick, 1987) para densidad y resistencia a la penetración respectivamente, por encima de los cuales el crecimiento radicular y del cultivo se ven afectados. Dichos resultados indican que el grado de compactación no sería en este caso una limitante para el crecimiento de las raíces del cultivo en ninguno de los tratamientos.

Tabla 7. Efecto del pastoreo sobre las propiedades físicas del suelo medidas en enero de 2005.

	Tratamientos			
	T1	T2	T3	Promedio
Variables	(g/cm ³)			
Densidad del suelo	1.19 a	1.14 a	1.25 a	1.19
				(Mpa)
Resistencia del suelo	0.97 a	1.02 a	1.10a	1.03

*Letras diferentes indican diferencia significativa entre tratamientos ($p = 0.05$)

Como se puede observar en la Tabla 7, no se registraron diferencias significativas en el grado de compactación entre tratamientos ($p=0.05$). Esto indica que el pastoreo de caña con o sin corte previo no compactó el suelo en términos de densidad y resistencia a la penetración del mismo durante el período evaluado. Si bien no existen estudios formales de pastoreo en caña de azúcar contra los cuales contrastar estos resultados, hay información relevante en compactación del suelo por el ganado en pasturas y también sobre el efecto de maquinarias en cañaverales.

El grado de compactación del suelo por el ganado depende de la carga animal y de la cobertura, humedad, tipo y estabilidad estructural intrínseca del suelo (Greenwood y McKenzie, 2001). La cantidad de caña de azúcar remanente dejada sobre la superficie por los animales (Tabla 8), sumado al buen contenido en materia orgánica del suelo (Tabla 2) pudo también haber contribuido a prevenir la compactación. Trabajos previos indican que el impacto sobre la compactación se reduce a medida que los residuos orgánicos en superficie y el contenido en materia orgánica del suelo aumentan, así como también hay evidencias de que las raíces del cultivo contribuirían a reforzar la estabilidad estructural del suelo limitando la compactación por pisoteo (Greenwood and McKenzie, 2001). Este podría ser el caso de la caña de azúcar que presenta un denso sistema radicular en cabellera.

Los antecedentes en pasturas muestran que a mayor carga animal mayor compactación del suelo, menor infiltración del agua de lluvia y mayor riesgo de erosión hídrica. Aunque en este trabajo la carga animal bajo pastoreo fue alta (25 - 58 animales por ha), el tiempo de residencia de los animales en las franjas de pastoreo asignadas fue sumamente corto (entre 2 a 3 días por año).

Torres y Villegas (1993), observaron que cuando la presión ejercida por la maquinaria fue relativamente baja, el suelo no fue compactado, lo cual fue atribuido a la resistencia mecánica natural del mismo. Además, las alteraciones en la estructura física del suelo son mínimas cuando se circula solo una vez por año (Braunack and Hurney, 2000). Esto es lo que ocurrió en este trabajo con un corto tiempo de residencia de los animales en cada franja de pastoreo.

Braunack y Hurney (2000), al estudiar el efecto de la cosecha mecánica sobre variables productivas, observaron una caída en el rendimiento a partir del tercer y cuarto año de estudio, por compactación del suelo y daño mecánico de las cañas. En el presente experimento el impacto final sobre el rendimiento fue evaluado solo durante dos años, pero se ignora su evolución durante un tiempo mayor.

Braunack y Ainslie (2001), observaron que cuando los residuos de cosecha fueron dejados en superficie, el impacto de la maquinaria sobre la física del suelo se vio notablemente reducido comparado con la quema de residuos. Por ello los cuantiosos residuos dejados en superficie por los animales pudieron también haber contribuido a la prevención de la compactación del suelo en el presente estudio.

Así, el bajo tiempo de residencia de los animales, la alta densidad de raíces, la cobertura del suelo, el contenido de materia orgánica y la estabilidad estructural intrínseca de) suelo utilizado, son factores que en conjunto pudieron haber prevenido la compactación del suelo por el pisoteo animal.

FACTORES QUE PUEDEN BENEFICIAR AL CAÑAVERAL

En la Tabla 8 se presenta una estimación de los aportes de materia seca por hectárea por parte de las deyecciones de los animales y del material vegetal remanente después del pastoreo.

Tabla 8. Estimación de la cantidad de caña de azúcar remanente y deyecciones por tratamiento después del pastoreo en t de materia seca.

Tratamiento	Año					
	2002		2003		2004	
	T2	T3	T2	T3	T2	T3
Caña de azúcar	20.6	20.7	17.0	16.0	7.7	8.8
Deyecciones	4.6	4.6	6.2	5.8	2.8	3.2

Como se puede ver en la Tabla 8 el aporte estimado de materia seca en los tratamientos bajo pastoreo es elevado particularmente en los años 2002 y 2003 (ver también Fotos 1 y 2), aunque en ambos tratamientos ha ido disminuyendo consistentemente durante los tres años de evaluación del ensayo. Siendo el aporte de residuos la principal fuente de MO no se observaron diferencias consistentes en el contenido de materia orgánica, o en el nivel de nutrientes del suelo en ninguno de los tratamientos. Esto pudo deberse al corto tiempo de experimentación. Robertson and Thorburn (2000) sugirieron que bajo el manejo de residuos de cana y urea en superficie, el contenido de carbono orgánico y nitrógeno alcanzaría un equilibrio entre los aportes, mineralización y pérdidas por respiración, desnitrificación, lixiviación y absorción radicular, resultando en un incremento a largo plazo de 1.5 a 14 % y de 1.5 a 21 % para el carbono orgánico y nitrógeno respectivamente dentro de los primeros 2.5 cm de suelo. Sin embargo, Wood (1991) en un estudio similar sobre un suelo de menor contenido de carbono orgánico y nitrógeno y con un mayor aporte de residuos de cosecha (15-20 t MS/ha/año), observaron un incremento de 33 y 58 % del nitrógeno y carbono orgánico respectivamente en los primeros 10 cm de suelo después de cinco años de estudio. Dicho mejoramiento en las condiciones del suelo resultó en un incremento de un 15 % del rendimiento de caña en el tratamiento donde los residuos fueron mantenidos en superficie en comparación con el tratamiento donde los residuos fueron quemados. Por último Graham et. al., (2002), en un estudio a largo plazo observaron que el incremento en el contenido de materia orgánica en los primeros 10 cm de suelo fue proporcio-

nal al aporte de residuos de cosecha, y se localizó en la fracción de la materia orgánica lábil, que es la que posee mayor actividad biológica.

Los antecedentes provenientes del manejo de caña con destino a la producción de azúcar, parecen apoyar los efectos negativos del laboreo de suelo sobre su estructura, y la anulación del efecto positivo del manejo de residuos en superficie sobre el rendimiento del cañaveral (Pankhurst et al., 2003; Torres and Villegas, 1993, Wood, 1991, Braunack and Ainslie, 2001).

El sistema de pastoreo en caña de azúcar planteado presenta importantes diferencias respecto al de producción de azúcar con manejo de residuos en superficie, lo cual podría implicar marcados cambios en las condiciones del suelo y en el rendimiento del cañaveral a largo plazo bajo pastoreo. Dichas diferencias son: cero laboreo del suelo a muy largo plazo, mayor aporte de residuos de caña en superficie después del pastoreo y aporte adicional de una importante cantidad de deyecciones.

El aporte de residuos de cosecha es normalmente entre 10 y 15 t MS/ha/año (Pankhurst et al., 2003). En cambio, en el presente trabajo, el aporte de materia seca por parte de los residuos de caña de azúcar fue entre 16-21 t/ha/año en años normales (2002 y 2003), a lo cual se sumaron entre 5 y 6 t MS/ha/año de deyecciones (Tabla 8).

En la primavera de los años 2003 y 2004 se observó a simple vista que los tratamientos bajo pastoreo mostraron un rebrote más vigoroso y de un color verde más oscuro que el tratamiento de corte tradicional. Aunque subjetivas, estas observaciones parecen indicar un cierto efecto positivo que el cultivo evidenció, probablemente debido al aporte combinado de los residuos de caña y las heces de los animales.

El factor limitante de los rendimientos observado en el año 2004 fue la intensa sequía del ciclo 2003/2004 (Tabla 5) por la cual, cualquier posible diferencia en el contenido de nutrientes en el suelo a favor de los tratamientos bajo pastoreo y su posible impacto sobre el rendimiento del cañaveral pudieron haber sido anulados por el déficit hídrico.

Aparentemente, en el presente trabajo no fue posible medir el impacto real del sistema de pastoreo directo sobre el rendimiento de caña a largo plazo, lo cual implica la necesidad de extender el periodo de evaluación.

CONCLUSIONES

- ◆ El pastoreo directo invernal de caña de azúcar, con o sin corte previo, permite lograr ganancias de peso animal similares al sistema de corte, molienda y acarreo tradicional.
- ◆ El pastoreo invernal de caña de azúcar no parece afectar la compactación del suelo.
- ◆ El aporte del remanente de caña y las deyecciones animales como consecuencia del pastoreo no parece afectar, en el período estudiado, el contenido de nutrientes y materia orgánica del suelo.
- ◆ El pastoreo invernal de caña de azúcar con o sin corte previo no parece afectar la persistencia del cañaveral.

AGRADECIMIENTOS

A Rosalino López, Héctor Zacowicz y Eduardo Verón por el apoyo en la conducción del experimento a campo.

BIBLIOGRAFIA

- Anon, 1986. Manual of veterinary parasitological techniques. MAFF technical bulletin 418, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. 159 pp
- ARC. 1980. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. Technical Review by an Agricultura; Research Council Working Party. CAB, Farnham Royal. UK. 351 pp.
- Arnold, G.W. 1981. Grazing behaviour. En: Grazing animals, World Animals Science BI (Morley, F.H.W., ed.). Amsterdam: Elsevier. P. 79-104.
- Benvenuti, M.A. 2001. Efecto del tamaño de partícula de caña de azúcar sobre el consumo y ganancia de peso de novillos en confinamiento invernal. INTA EEA Cerro Azul. Informe anual 2001.
- Bradford, J.M., 1986. Penetrability. In A. Klute (ed.) Methods of analysis. Part 1. Physical and mineralogical method. ASA and SSSA, Madison, W]. p. 468-471
- Braunack, M.V. and Humey, A.P. 2000. The position of harvesting traffic does affect yield. Proceedings of the Australian Society of Sugar Cane Technologists. 23:126-132.
- Braunack, M. and Ainshe, H. 2001. Trash blankets and soil physical properties: Mackay experience. Proceedings of the Australian Society of Sugar Cane Technologists. 23:154-160.
- Chapman, L.S. 1988. Constraints to production in ratoon crops. Proceedings of the Australian Society of Sugar Cane Technologists. 1988 Cairns Conference:189-192
- Dick, R.G. 1987. Cane transport. Developers aim for optimum high flotation, high capacity vehicle. BSES Bulletin. 20: 10-15.
- Graham, M.H.,- Haynes, R.J. and Meyer, J.H. 2002. Soil organic matter content and quality: effects of fertilizer applications, burning and trash retention on a long-term sugarcane experiment in South Africa. Soil biology and biochemistry. 34 (1): 93-102.

- Greenwood, K.I. and McKenzie, B.M. 2001. Grazing effects on soil physical properties and the consequences for pastures: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 41: 1231-1250,
- Kiehi, J.E. 1979. Manual de edafología, Relaciones solo planta. Jubileu de Prata. Editora agronomica ceres LTDA, São Paulo, Sp. Brasil.
- Lacorte, S.M., Martínez, P.E.,- Fernández, F.L., Ríos Rolón, S. y Correa, G.M. 1995. Alimentación invernal de novillos con caña de azúcar, diferentes formas de suministro. *Revista Argentina de Producción Animal*. Memorias XIV Reunión ALPA - 19 Congreso AAPA. p. 542-546.
- Mariotti, J.A.; Levi, C.A.; Chavanne, E.R.,- De Faveri, J.H. y Ahmed, M.A. 1987. Una nueva variedad de caña de azúcar de la EEAOC: TUC (CP) 7742. *Avance Agroindustrial Año 8 N' 31*: 15-18.
- Minson, D.J. and McDonald, C.K. 1987. Estimating forage intake from the growth of beef cattle. *Tropical Grasslands* 21: 116-122.
- Pankhurst, C.E.; Magarey, R.C.; Stirling, G.R.,- Blair, B.L.,- BeW, M.J. and 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 and Tillage Research*. 72: 125-137.
- Pate, F.M.; Alvarez, J.D.; Phillips, J.D. and Eiland, B.R. 2002. Sugarcane as a cattle feed: production and utilization. University of Florida, IFAS Extension. <http://edis.ifas.ufl.edu/AN043>. 27 p.
- Preston, T.R. 1977. Nutritive value of sugar cane for ruminants. *Tropical Animal Production*. 2 (2): 125-142.
- Rao S.R. and Narasimham R.L. 1988. Effect of soil compaction in sugarcane .4. On stalk characters, cane yield and juice quality. *International Journal of Tropical Agriculture* 6 (3-4): 237-240.
- Robertson, M.J.,- Inman-Bamber, N.G.; Mochow, R.C. and Wood, A.W. 1999. Physiology and productivity of sugarcane with early and mid-season water deficit. *Field Crops Research*. 64: 211-227.
- Robertson, F.A. and Thorburn, P.J. 2000. Trash management-consequences for soil carbon and nitrogen. *Proceedings of the Australian Society of Sugar Cane Technologists*. 22: 225-229.
- Torres, J.S. and Wlegas, F. 1993. Differentiation of soil compaction and cane stool damage. *Sugar Cane*. 1: 7-11.
- Wood, A.W. 1991. Management of crop residues following green harvesting of sugarcane in north Queensland. *Soil and tillage research*. 20: 69-85.

[Volver a: Caña de azúcar para forraje](#)