

El cultivo de **sorgo** en San Luis

*Editores: Juan Cruz Colazo, Jorge Alberto Garay
y Jorge Hugo Veneciano*



EEA San Luis
**Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria**

Diseño Gráfico

Dis. Gráf. Francisco Etchart

Impresión

Gustavo J. Moyano

Luisa Blatner de Mayoral

Impreso en los talleres gráficos de la
EEA INTA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas"

Tirada de 500 ejemplares

Noviembre de 2012



EDICIONES INTA
EEA INTA Anguil Ing. Agr. Guillermo Covas
(6326) Anguil, La Pampa, Argentina.

prefacio

El sorgo es un cultivo que, por su eficiencia en el uso del agua y su comportamiento en suelos con limitada fertilidad, se adapta a las regiones semiáridas y, con un manejo adecuado e integrado a una rotación planeada racionalmente, provee de efectos benéficos para el suelo y los cultivos subsiguientes. Debido a su utilización como fuente de grano y forraje para la alimentación animal, juega un rol estratégico en el actual proceso de intensificación de los sistemas de producción de San Luis.

El objetivo de esta obra fue elaborar una guía práctica para productores, profesionales y alumnos de las ciencias agrarias interesados en el cultivo de sorgo en el ámbito de los sistemas productivos de la región, que contribuya al mejor conocimiento y aprovechamiento de este importante recurso.

La misma abarca una revisión de trabajos relacionados con pautas de manejo e información agronómica integrada a experiencias conducidas en el ámbito geográfico provincial, así como la presentación de casos relatados por usuarios de este cultivo.

Esta publicación es fruto de las actividades de investigadores y extensionistas del INTA, docentes del departamento de agronomía de la FICES-UNSL y profesionales de la actividad privada, y la misma se encuentra enmarcada dentro de los proyectos “Desarrollo sustentable con base en sistemas intensivos y extensivos agrícolas y agrícola ganaderos” y “Desarrollo sustentable con base en la ganadería bovina de carne y leche en ambientes subhúmedos y semiáridos” del Centro Regional La Pampa-San Luis.

prólogo

El texto que aquí se presenta titulado El Cultivo de Sorgo en San Luis es un esfuerzo de varios años de trabajo de investigadores, extensionistas y productores vinculados a la Estación Experimental Agropecuaria del INTA en dicha provincia.

El sorgo es un cultivo noble y más para zonas con cierta marginalidad agroclimática. En las últimas décadas del siglo pasado como del actual el cultivo tuvo sus momentos de apogeo como de casi olvido, pero cuando hay que “sacar las castañas del fuego”, es decir, enfrentar –en nuestro caso- ciclos de bajas precipitaciones, el sorgo resucita como solución para el productor, en este caso de San Luis.

El extenso índice nos lleva a recorrer el cultivo tanto para fines de producción de grano como su empleo forrajero. Actualiza cronológicamente ensayos comparativos de rendimiento cuya información permite a los tomadores de decisiones elegir los materiales genéticos que más se “acomodan” a sus sistemas productivos.

Se abordan temas novedosos, como los microsilos, los aditivos, el agregado de urea y ácido láctico, el efecto de inóculos enzimáticos y nitrógeno en silajes.

No podía estar ausente el rol del cultivo en los sistemas reales de producción, el empleo de la mecanización y, los aspectos económicos.

Así, el texto permite acceder a una amplia y actualizada mirada del cultivo y la información compartida seguramente ayudará a una mejor toma de decisiones de los por qué, para qué y cómo emplear el sorgo en los sistemas productivos sanluiseños.

Los editores han sabido armonizar una propuesta editorial interdisciplinaria e interinstitucional (INTA, UNSL-FICES), como así también, un texto amigable para la lectura que seguramente será muy bien valorada por los productores, profesionales, academia e interesados en la temática.

La Dirección Regional La Pampa- San Luis juntamente con el Consejo Regional y la Dirección de la EEA San Luis se complacen en presentar esta publicación.

Ing. Agr. (Dr) Ricardo Dominic Thornton

Director Regional La Pampa- San Luis del INTA

editores

Juan Cruz Colazo

Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa; Doctor en Agronomía, Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur. Investigador en manejo de suelos de la EEA INTA San Luis. Actualmente participa en proyectos regionales y nacionales, relacionados con la problemática de los sistemas de producción mixtos, la gestión del agua en el suelo y los procesos de degradación relacionados con el uso inadecuado de los suelos.

Jorge Alberto Garay

Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ingeniería y Ciencias Económicas Sociales de la Universidad Nacional de San Luis (FICES-UNSL). Ex docente de la cátedra de Terapéutica Vegetal de la FICES-UNSL. Miembro de la Unidad de Extensión y Desarrollo Territorial de Villa Mercedes. Actualmente es el coordinador del área de Desarrollo Rural y Transferencia de la EEA INTA San Luis.

Jorge Hugo Veneciano

Ingeniero Agrónomo, Magíster Scientiae en Gestión Ambiental, Facultad de Ingeniería y Ciencias Económicas Sociales de la Universidad Nacional de San Luis. Investigador en forrajeras cultivadas de la EEA INTA San Luis.

Contenidos

Prefacio	3		
Prólogo	5		
Editores	7		
Contenidos	9		
1. Producción de sorgo granífero en la provincia de San Luis	11		
<i>Juan Cruz Colazo y Ricardo Rivarola</i>			
2. Fenología y fisiología del cultivo de sorgo	15		
<i>Juan Cruz Colazo y Jorge Garay</i>			
3. Condiciones ambientales para el cultivo de sorgo	19		
<i>Juan Cruz Colazo, Claudio Saenz, Juan de Dios Herrero y Alejandro Vergés</i>			
3.1. Costo hídrico de los cultivos de cobertura y su efecto sobre el rendimiento de sorgo. Primeros resultados	26		
<i>Claudio Saenz, Juan Cruz Colazo, Mario Funes, Alejandro Vergés, Hugo Bernasconi y Ricardo Rivarola</i>			
4. Nutrición mineral y fertilización	29		
<i>Juan Cruz Colazo</i>			
4.1. Ensayo técnico. Fertilización nitrogenada en sorgo granífero en Los Molles, San Luis	35		
<i>Marcelo Bongiovanni, Diego Martínez Alvarez y Osvaldo Barbosa</i>			
4.2. Ensayo técnico. Fertilización nitrogenada de sorgo granífero en un suelo con influencia de napa freática en Villa Mercedes, San Luis	38		
<i>Juan Cruz Colazo, Juan de Dios Herrero y Claudio Saenz</i>			
5. Control de malezas y uso de herbicidas en sorgo	41		
<i>Nicasio Rodríguez, Jorge Garay y Juan Cruz Colazo</i>			
6. Insectos en sorgo: identificación y manejo	48		
<i>Armando Suarez y Andrea Figueruelo</i>			
7. Ensayos comparativos de rendimiento	53		
<i>Juan Cruz Colazo y Jorge Garay</i>			
		7.1. Evaluación de cultivares de sorgo granífero y forrajero. Villa Mercedes. Campaña 2003/2004	55
		<i>Jorge Garay y Jorge Veneciano</i>	
		7.2. Evaluación de cultivares de sorgo granífero y forrajero. Villa Mercedes. Campaña 2004/2005	56
		<i>Jorge Garay y Jorge Veneciano</i>	
		7.3. Evaluación de cultivares de sorgo granífero y forrajero. Villa Mercedes. Campaña 2006/2007	57
		<i>Jorge Garay, Hugo Bernasconi y Noel Baigorria</i>	
		7.4. Evaluación de dos materiales de sorgo. Villa Mercedes. Campaña 2009/2010	58
		<i>Ricardo Rivarola, Jorge Garay y Hugo Bernasconi</i>	
		7.5. Evaluación de materiales de sorgo. Villa Mercedes. Campaña 2009/2010	59
		<i>Claudio Saenz, Mario Funes, Juan Cruz Colazo, Hugo Bernasconi y Ricardo Rivarola</i>	
		7.6. Evaluación de materiales de sorgo. Villa Mercedes. Campaña 2010/2011	60
		<i>Ricardo Rivarola, Jorge Garay, Hugo Bernasconi y Alejandro Vergés</i>	
		7.7. Ensayo comparativo de rendimiento de sorgo granífero. Vizcacheras. Campaña agrícola 2005/2006	62
		<i>Luis María Pollini</i>	
		7.8. Ensayo Comparativo de Rendimiento de Sorgos Síleros (Est. Piedra Ancha, Saladillo)	63
		<i>Pablo Cangiano</i>	
		7.9. Evaluación de materiales de sorgo. Concarán. Campaña 2010/2011	64
		<i>Silvana Benitez y María Laura Giorda</i>	
		7.10. Ensayo comparativo de rendimiento de sorgo en Los Molles	65
		<i>Marcelo Bongiovanni</i>	
		7.11. Evaluación de sorgos en Establecimiento Don Andrés. Tilisarao. Campaña 2009-2010	66
		<i>Marcelo Bongiovanni, Jorge Garay, Ricardo Rivarola y Hugo Bernasconi</i>	

8. El sorgo en los sistemas ganaderos de San Luis	67	8.9. Ensayo técnico. Efecto de la calidad de silo de sorgo en la ganancia de peso de novillitos de destete	101
<i>Jorge Veneciano y Carlos Frasinelli</i>		<i>Sergio Rosa, Liliana Privitello y Jorge Rosas</i>	
8.1. Ensayo técnico. Productividad y calidad de sorgos para silaje y diferidos en pie	75	8.10. Experiencias de productores. Silaje de sorgos forrajeros sileros en el grupo de cambio rural “San Luis”	104
<i>Jorge Veneciano, Liliana Privitello, Karina Frigerio, Laura Guzmán y Carlos Frasinelli</i>		<i>Roberto Zaballa</i>	
8.2. Ensayo técnico. Producción y calidad de diferentes alternativas forrajeras para silaje	79	9. El sorgo, la mecanización y sus condicionantes. Tecnologías mecánicas no destructivas para el semiárido	106
<i>Jorge Veneciano, Karina Frigerio, María Laura Guzmán, Liliana Privitello, Carlos Frasinelli y Fernando Bacha</i>		<i>Jorge Casagrande</i>	
8.3. Ensayo técnico. Incorporación de leguminosas en silajes de sorgo y maíz	82	10. Aspectos economicos del cultivo de sorgo	111
<i>Jorge Veneciano, Liliana Privitello, María Laura Guzmán, Karina Frigerio, Carlos Frasinelli y Fernando Bacha</i>		<i>Francisco Manazza</i>	
8.4. Ensayo técnico. Microsilos de sorgo granífero. Efecto de aditivos sobre indicadores del proceso fermentativo	85		
<i>Liliana Privitello, Sergio Rosa, Laura Guzmán, Roy Harrison, Omar Vetore y Fernando Bacha</i>			
8.5. Ensayo técnico. Efecto del agregado de urea y ácido láctico en el proceso de ensilado de sorgo	87		
<i>Liliana Privitello, Fernando Bacha, Laura Guzmán, Andrés Borcosquí, Sergio Rosa y Alberto Montesano</i>			
8.6. Ensayo técnico. Efecto de inóculos enzimáticos y nitrógeno en silajes de sorgo	90		
<i>Fernando Bacha, Liliana Privitello, Omar Vetore, Alberto Montesano, Andrés Borcosqui, Sergio Rosa, Laura Guzmán y Ricardo Sager</i>			
8.7. Ensayo técnico. Incidencia de la altura del corte en la composición morfológica, peso de planta y calidad forrajera de cuatro híbridos de sorgo	94		
<i>Jorge Veneciano, Liliana Privitello, Laura Guzmán, Karina Frigerio y Carlos Frasinelli</i>			
8.8. Ensayo técnico. Efecto del tapado de silo de sorgo en la calidad forrajera	98		
<i>Sergio Rosa, Liliana Privitello, Jorge Rosas, María Laura Guzmán y Fernando Bacha</i>			

Producción de sorgo granífero en la provincia de San Luis

1. ANÁLISIS MUNDIAL Y NACIONAL

El sorgo es el quinto cereal en importancia a nivel mundial detrás del maíz, el trigo, el arroz y la cebada, aportando el 3% de la producción total (Dragún et al., 2010). La producción mundial de sorgo es en promedio de 60 millones de toneladas (FAOSTAT, 2012). La contribución media de la producción nacional es de 5,7%, con mínimos de 2,3% (1965) y máximos de 13,1% (1983), ocupando en la actualidad el puesto de cuarto productor mundial.

En la Figura 1 se observa a partir de 1960 una tendencia creciente en la producción nacional de sorgo, relacionada con la introducción de híbridos. La baja en la producción a partir de mediados de la década del 80 puede ser explicada por la mayor rentabilidad de cultivos competidores como la soja y el maíz. El escenario actual de precios de los granos, la expectativa producida por los biocombustibles y la necesidad de los productores ganaderos por alternativas eficaces para mejorar la competitividad del sector, ha producido una tendencia creciente en los últimos años

(Zamora, 2007). Para la campaña 2012/13 se pronostica una producción de sorgo cercana a los 5 millones de toneladas, debido a factores económicos, de comercialización y al avance tecnológico que permite sembrarlo en áreas más marginales (Joseph, 2012).

La contribución media de San Luis a la producción nacional ha sido de aproximadamente 3%, con un valor máximo de participación del 8,8% en 2004/05 (Figura 2), campaña en la que ocupó el tercer puesto entre las provincias productoras (Giletta & Sanchez, 2007).

2. ANÁLISIS PROVINCIAL

2.1. Superficie sembrada

La Figura 3 muestra la superficie sembrada con sorgo en la provincia de San Luis durante el período 1970-2011 (SIIA, 2012). La misma indica un valor promedio de 36000 ha. Garay & Veneciano (2005) reportaron la superficie cosechada durante 1960-2002, con valores que indican un promedio cercano

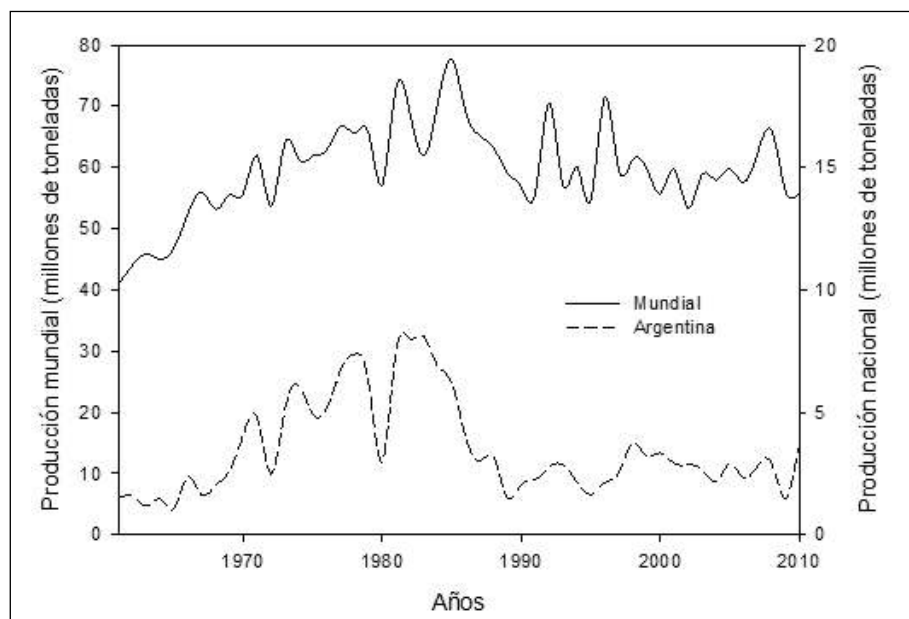


Figura 1. Producción mundial y nacional de sorgo (1961-2010). Elaboración propia con datos de FAOSTAT (2012).

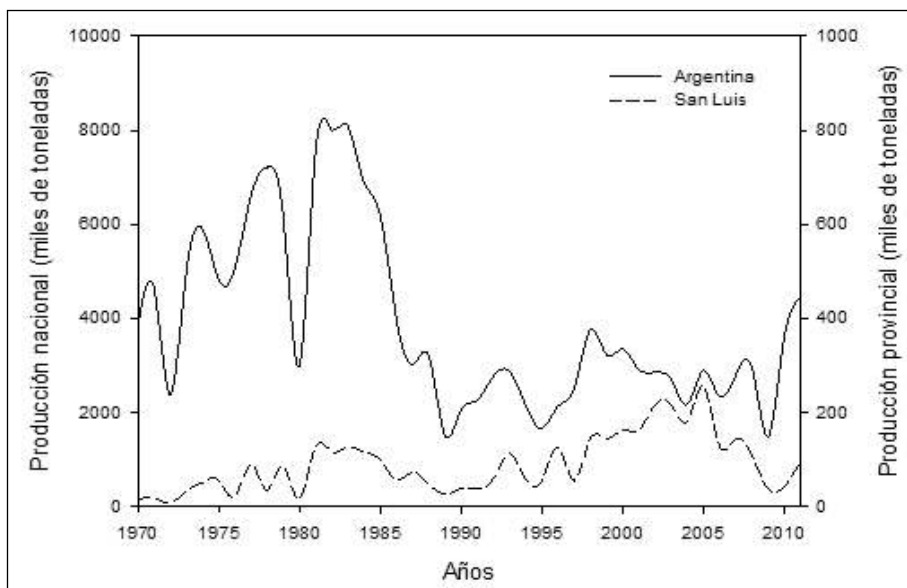


Figura 2. Producción nacional y provincial de sorgo (1970-2011). Elaboración propia con datos de SIIA (2012).

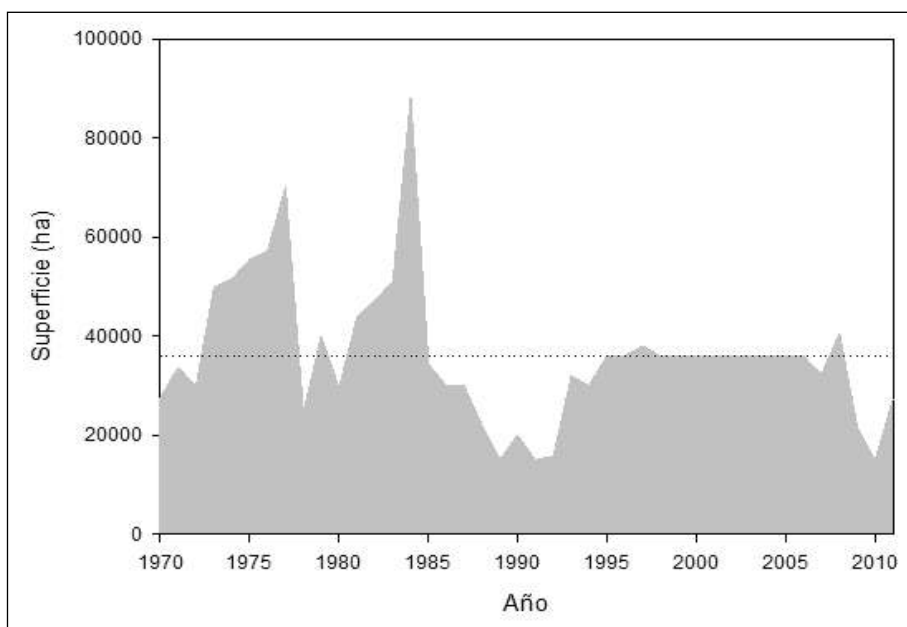


Figura 3. Área sembrada del cultivo de sorgo en la provincia de San Luis. Periodo 1970-2011. La línea punteada indica el valor promedio.

a las 27000 ha y un máximo de 60000 ha durante la campaña 1976/77. Analizando ambos conjuntos de estadísticas, la superficie destinada a sorgo granífero aumenta hasta el año 1983, con una disminución posterior y recuperación después de 1990 hasta alcanzar valores similares a los promedios, con superficies de 27200 ha y 32000 ha para las campañas 2010/11 y 2011/12 respectivamente.

2.2. Rendimiento en grano

El rendimiento medio (1970-2011) del cultivo de sorgo en la provincia de San Luis es de $2966 \text{ kg ha}^{-1} \pm 1586 \text{ kg ha}^{-1}$, con un máximo de 7100 kg ha^{-1} en la

campaña 2004/05 y un mínimo de 662 kg ha^{-1} en 1971/72. Durante este periodo existió una tendencia lineal positiva, con un incremento anual de 107 kg ha^{-1} (Figura 4). Garay & Veneciano (2005) analizando la serie 1960-2002 presentaron valores de rendimiento con un valor medio de 2000 kg ha^{-1} y una tendencia positiva de $50 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$. Estos valores son coincidentes con incrementos producidos en regiones productoras de sorgo con características ambientales similares, que podrían atribuirse al mejoramiento genético, el uso de fertilizantes nitrogenados, y el uso de prácticas que aumentan el almacenamiento de agua en el suelo (Assefa et al., 2010; Giorda, 1997; Unger et al., 1999). Es destaca-

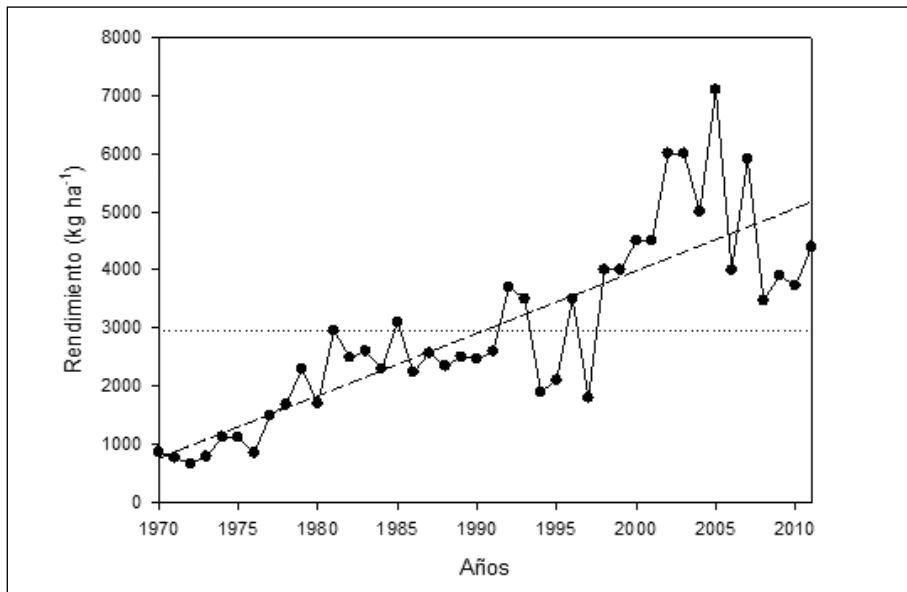


Figura 4. Rendimiento en grano del cultivo de sorgo en la provincia de San Luis. Periodo 1960-2011. La línea punteada indica el valor promedio, y la línea con rayas la tendencia lineal.

ble que el rendimiento medio de las últimas cinco campañas (2006/11) se encuentra en niveles similares al promedio nacional (4250 - 4500 kg ha⁻¹).

3. ANÁLISIS DEPARTAMENTAL (Campañas 09/10-10/11)

La Figura 5 muestra una estimación del rendimiento promedio y la superficie cultivada por departamento en la provincia de San Luis. El análisis entre campañas indica un incremento de la superficie cultivada en todos los departamentos a excepción de Belgrano y General San Martín. En cuanto a los rendimientos también se observa una tendencia cre-

ciente (a excepción del departamento La Capital). Los máximos rendimientos se registran en el departamento Ayacucho, ya que la totalidad de la superficie cultivada se produce bajo riego, mientras que en los restantes departamentos predomina la producción en secano, y con rendimientos menores en los departamentos del sur y el oeste de la provincia.

4. CONSIDERACIONES FINALES

Existe un incremento progresivo de la superficie cultivada y los rendimientos de sorgo en la provincia de San Luis, que podría explicarse por una conjunción de factores: el escenario actual de precios, la

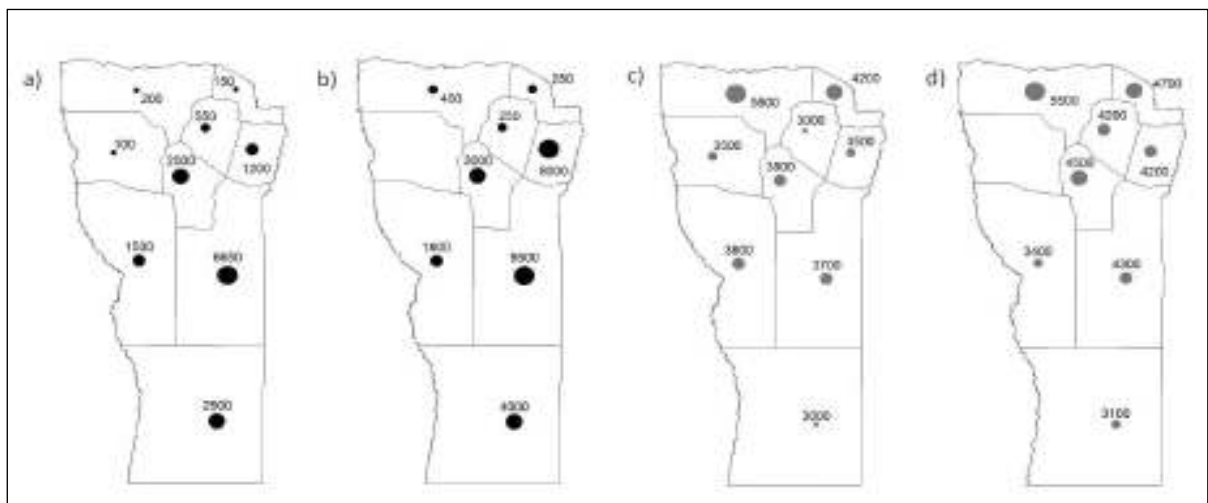


Figura 5. Superficie sembrada de sorgo por departamentos (ha), campaña a) 09/10 y b) 10/11; y rendimiento en grano promedio por departamentos (kg ha⁻¹), campaña c) 09/10 y d) 10/11. Elaboración propia con datos del RIAN-MAGPyA.

adaptabilidad del cultivo a condiciones de stress hídrico, las mejores prácticas de manejo y su rol estratégico en los sistemas de producción ganaderos.

5. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Assefa, Y & SA Staggenborg. 2010. Grain sorghum yield with hybrid advancement and changes in agronomic practices from 1957 through 2008. *Agron. J.* 102(2): 703 – 706.
 - Dragún, P; A Moreno; S Picasso; J Lardizábal; N Gatti; JM Telechea & A Conti. 2010. Monitoreo y estudio de cadenas de valor ONCCA. Informe de sorgo. ONCCA. 18 pp.
 - FAOSTAT. 2012. Disponible en: <http://faostat.fao.org>.
 - Garay, J & J Veneciano. 2005. La agricultura de cosecha en San Luis. Información técnica 170. EEA INTA San Luis. 16 pp.
 - Giletta, M & C Sánchez. 2005. Informe de cultivo de sorgo en Argentina: Evolución y perspectivas. Un análisis de las estadísticas. Disponible en: <http://inta.gob.ar>.
 - Giorda, LM. 1997. Sorgo Granífero. Cuaderno de Actualización Técnica 7, EEA Manfredi. Centro Regional Córdoba. INTA.
 - Joseph, K. 2012. Argentina Grain and Feed Annual Crop 2012/13. Gain Report. USDA Foreign Agricultural Service. 6 pp.
 - SIIA (Sistema integrado de información agropecuaria). 2012. Agricultura. Disponible en: <http://www.siaa.gov.ar/index.php/series-por-tema/agricultura>.
 - Unger, PW & RL Baumhardt. 1999. Factors related to dryland grain sorghum yield increases: 1939 through 1997. *Agron. J.* 91: 870-875.
 - Zamora, M. 2007. Estadísticas sobre el cultivo de sorgo en la Argentina. En: M Zamora & A Melín (Eds), Sorgo en el sur. INTA & Min. Asuntos Agr. Gob. Bs. As. 5 - 6 pp.
-

Fenología y fisiología del cultivo de sorgo

1. INTRODUCCIÓN

El sorgo es una planta C₄ que puede crecer tanto en regiones templadas como tropicales, siendo la mayoría de los cultivares insensibles al fotoperiodo. Para un manejo adecuado del cultivo de sorgo tendiente a obtener los máximos rendimientos es necesario comprender los procesos fisiológicos que ocurren en la planta relacionados con el crecimiento y desarrollo de la misma (Giorda et al., 1997).

2. DESARROLLO DEL CULTIVO DE SORGO

Para entender el crecimiento y desarrollo del cultivo es preciso conocer sus estructuras y anatomía (Gerik et al., 2003). La escala fenológica de Vanderlip & Reeves (1972) propone diez estados que tienen en cuenta aspectos como la germinación, la aparición de hojas, el desarrollo de estructuras reproductivas y, por último, el crecimiento y desarrollo del grano. Estos estados pueden ser agrupados en tres fases de crecimiento (FC): FC₁= desarrollo vegetativo, FC₂= desarrollo de la panoja, FC₃= llenado de grano (Gerik et al., 2003; Giorda et al., 1997). En general pueden pasar entre 30-35 días a través de cada uno de estas fases dependiendo del híbrido y de las condiciones ambientales. Los híbridos graníferos modernos son insensibles a la duración del día, siendo sus tasas de desarrollo principalmente conducidas por la temperatura (Tabla 1).

El momento y la duración de cada etapa de crecimiento están relacionados con la temperatura del aire. El tiempo térmico puede ser estimado a través de los grados días calculados utilizando la Ec. 1.

$$GD = \frac{TMAX_D - TMIN_D}{2} - TB \quad (1)$$

Donde GD son los grados días (°C), TB es la temperatura base = 10°C, TMAX_D es la temperatura máxima diaria del aire y TMIN_D es la temperatura

Tabla 1. Grados días acumulados (GD) para alcanzar los diferentes estados fenológicos en un cultivar de sorgo de ciclo corto (CC) y ciclo largo (CL). Adaptado Gerik et al. (2003).

Estados Fenológicos	CC	CL
	GD acumulados (°C)	
0	93	93
1	260	260
2	349	349
3	496	741
4	697	799
5	917	954
6	1009	1091
7	1211	1266
8	1376	1518
9	1467	1849

mínima diaria del aire. Cuando TMAX_D > 38°C, entonces TMAX_D = 38°C; y TMIN_D < 10°C, entonces TMIN_D = 10°C (Gerik et al., 2003).

A continuación se resumen los estados de desarrollo del cultivo de sorgo (Vanderlip, 1993; Gerik et al., 2003):

- **Estado 0 - Emergencia:** Sucede cuando la planta atraviesa la superficie del suelo, lo que generalmente ocurre de 3 a 10 días después de la siembra. El tiempo requerido depende de la temperatura del suelo, las condiciones de humedad, la profundidad de siembra y el vigor de la semilla.

- **Estado 1 - Estado de tres hojas:** Una hoja se cuenta como desarrollada cuando su collar es visible, o sea el lugar donde la lámina y la vaina de la hoja se unen. El punto de crecimiento todavía se encuentra por debajo de la superficie del suelo. Este estado

generalmente ocurre 10 días después de la emergencia.

- **Estado 2 - Estado de cinco hojas:** Aproximadamente tres semanas después de la emergencia una planta de sorgo tiene 5 hojas desarrolladas. Generalmente no es complicado identificar las 5 hojas, ya que la primera es redondeada y la segunda con punta. A partir de este estado se produce un incremento en la tasa de crecimiento del cultivo.

- **Estado 3 - Diferenciación del ápice de crecimiento:** Alrededor de 30 días después de que el sorgo emergió, su ápice de crecimiento cambia de vegetativo a reproductivo. El número total de hojas ha sido determinado y el tamaño de la panoja va a ser pronto determinado. Cerca de un tercio del área fotosintética ha sido totalmente desarrollada (7-10 hojas).

- **Estado 4 - Hoja bandera visible:** Siguiendo a la diferenciación del ápice de crecimiento, ocurren simultáneamente una rápida elongación del tallo y desarrollo de las hojas hasta que la hoja bandera es visible en el cogollo. Para este momento todas las hojas a excepción de las últimas 3-4 están totalmente expandidas y cerca del 80% del área foliar está presente. La intercepción de luz se acerca al máximo, y el crecimiento y la toma de nutrientes continúan a una tasa rápida. La panoja se está desarrollando. Las 2-5 hojas inferiores se han perdido. Cualquier referencia debe realizarse desde arriba, contando la hoja bandera como 1.

- **Estado 5 - Embuche:** Todas las hojas están totalmente expandidas, proveyendo la máxima área foliar e intercepción de luz. La panoja se encuentra desarrollada y cerca de su tamaño final, encerrada dentro de la vaina de la hoja bandera. A excepción del pedúnculo, la elongación del tallo se encuentra completa. La elongación del pedúnculo está comenzando y va a resultar en la separación de la panoja de la vaina de la hoja bandera. El tamaño potencial de la panoja ha sido definido.

- **Estado 6 - Floración:** Después del estado de embuche el pedúnculo crece rápidamente extendiendo la panoja a través de la vaina de la hoja bandera (exención). La floración se encuentra definida cuando la mitad de las plantas se encuentran en

algún estado de floración. Sin embargo, tomando una planta individualmente, la panoja florece desde el ápice hacia abajo por 4-9 días. La floración de una planta individual es cuando el florecimiento ha progresado hacia la mitad inferior de la panoja. Hacia este estado la mitad del total de la materia seca de la planta ha sido producida. El tiempo requerido desde la siembra hasta floración depende del ciclo del híbrido y de las condiciones ambientales, sin embargo representa cerca de dos tercios del tiempo desde la siembra hasta madurez fisiológica.

- **Estado 7 - Grano Pastoso:** Entre la floración y grano pastoso, el grano se llena rápidamente, acumulando aproximadamente la mitad de su peso seco durante este periodo. Previamente ha alcanzado su máximo volumen en el estado de grano lechoso, aproximadamente 10 días después de la floración. El peso del tallo se incrementa un poco después de la floración, porque el grano se está formando rápidamente, mientras que el tallo pierde peso. La pérdida de peso en el tallo puede ser del orden de 10% del peso del grano. Las hojas inferiores se siguen perdiendo, quedando remanentes 8-12 hojas funcionales.

- **Estado 8 - Grano Duro:** Este estado ocurre cuando el grano no puede ser comprimido entre los dedos. Alrededor de tres cuartas partes del peso seco del grano se ha acumulado. El tallo ha alcanzado su peso mínimo. Durante este estado las plantas son más susceptibles al vuelco.

- **Estado 9 - Madurez Fisiológica:** Se ha alcanzado el peso máximo de materia seca de la planta. La madurez fisiológica puede determinarse por la mancha negra que ocurre opuesta al embrión. El tiempo de floración a madurez fisiológica varía con el híbrido y las condiciones ambientales, sin embargo representa un tercio del tiempo total desde la siembra. El contenido de humedad del grano también es variable, pero generalmente se encuentra entre 25-35% de su peso.

3. ASPECTOS QUE LO DIFERENCIAN DEL MAÍZ

La planta de sorgo es capaz de tolerar la sequía debido a distintos factores entre los que se mencionan (Giorda et al., 1997):

- a) Sistema radicular eficiente.
- b) Capacidad de transpiración relativamente pequeña en relación a la capacidad de absorción de las raíces.
- c) Capacidad para disminuir la transpiración durante períodos de stress hídrico.
- d) Cobertura cerosa de los tallos y hojas que minimizan la pérdida de agua.
- e) Capacidad de latencia durante períodos de sequía.

El estrés inicial conduce generalmente a la prolongación del ciclo mientras que el tardío acelera la madurez (Giorda et al., 1997). Ensayos comparativos han demostrado que el sorgo supera al maíz cuando los rendimientos de este último han sido inferiores a 6,4 Mg ha⁻¹, sugiriendo su cultivo en ambientes de lluvias erráticas y altas temperaturas (Staggenborg et al., 2008).

4. ESTRUCTURA DEL CULTIVO

4.1. Uniformidad y Profundidad de siembra

Por ser el sorgo una semilla pequeña no deben realizarse siembras profundas. Se considera adecuado colocar la semilla entre 2 y 4 cm de profundidad, en la capa de mayor humedad, teniendo especial cuidado en conseguir una buena distribución en la hilera de siembra (Feresin et al., 1997).

4.2. Densidad de siembra y distancia entre líneas

En general para sorgo granífero se recomiendan de 85000 a 200000 plantas útiles a cosecha por ha, correspondiendo las menores densidades a ciclos largos, zonas de baja disponibilidad hídrica y sistemas convencionales de siembra a 0,70 m entre líneas. Las mayores densidades se pueden utilizar en las condiciones inversas. En el caso de que se quiera lograr una rápida cobertura y menor competencia de malezas se sugiere un menor espaciamiento entre hileras, manteniendo el número total de plantas por ha, aumentando la distancia entre plantas dentro de la hilera (Feresin et al., 1997). En función del ambiente las densidades óptimas pueden ser variables. Fontanetto et al. (2008) compararon el efecto sobre el rendimiento en grano de la combinación de diferentes distanciamientos entre hileras y densidades de siembra en un Argiudol Típico de

Rafaela. Estos autores encontraron que los mayores rendimientos se produjeron con espaciamientos de 0,35 m y densidades mayores o iguales a 200000 plantas ha⁻¹, no recomendando densidades menores para ese ambiente.

Zamora et al. (2010) en el centro sur de la provincia de Buenos Aires compararon el efecto de tres densidades (8, 15 y 20 kg ha⁻¹) sembradas convencionalmente y a chorrillo con una separación de 0,35 m. Encontraron que las diferentes densidades permitieron modificar el número de panojas por m² (> a > densidad) y el diámetro del tallo (< a > densidad), pero no así el rendimiento, comprobando el potencial de compensación del sorgo. Melín & Zamora (2011) compararon densidades similares a las anteriores, sembradas a 0,35 m: 7, 12 y 17 kg ha⁻¹, resultando los mayores rendimientos para las menores densidades.

Para regiones semiáridas, como la nuestra, el stand recomendado de plantas (pl) logradas a cosecha según los materiales es: forrajeros= > 250000 pl ha⁻¹, sileros= 150000 pl ha⁻¹, y graníferos= 130000 – 150000 pl ha⁻¹ (ciclo largo) y 150000 – 160000 pl ha⁻¹ (ciclo corto), (Funaro, com. pers.).

5. TIPOS DE MATERIALES DISPONIBLES EN EL MERCADO

En términos generales podemos caracterizar los híbridos comerciales presentes en el mercado según su tipo (Vallati & Bolletta, 2007) en:

- **Sudán:** Sorgos adaptados al pastoreo directo con alto volumen de forraje por hectárea y gran capacidad de rebrote.
- **Fotosensitivos:** Sorgos que no florecen en estas latitudes, con lo cual no producen grano. Tienen buena aptitud para el pastoreo directo y son los que generan el mayor volumen de forraje.
- **Azucarados:** Sorgos con alto contenido de azúcar en caña, aptos para el pastoreo directo y con aceptable producción de grano. Presentan buena digestibilidad y muy buen comportamiento para ensilar.
- **Graníferos:** Sorgos con alto potencial para producir granos, de bajo aprovechamiento en pastoreo directo, buena producción de forraje total por hectárea (pasto + grano). Algunos de éstos presentan

buena aptitud para ensilar (doble propósito).

- **Nervadura Marrón:** Sorgos con bajo contenido de lignina en forraje, con aceptable producción de grano y muy buena digestibilidad, aptos para el pastoreo directo y buena aptitud para ensilaje. Conocidos como BMR, Brow Mid Rib, mutación genética que le confiere mayor digestibilidad debido al menor contenido de lignina (30-60% inferior al normal) y composición de la misma, observándose una coloración marrón claro o marfil oscuro en la nervadura central de la hoja. La misma puede aparecer también en el tallo, en la zona cercana a los nudos.

- **Sileros:** Son una combinación entre sorgos graníferos y forrajeros azucarados generando una aceptable relación hoja: tallo: panoja, que permite generar un buen ensilado, con buena producción de materia seca por hectárea y aceptable calidad.

6. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Feresin, O; C Domanski & LM Giorda. 1997. Tecnología de siembra. En: LM Giorda (Ed.) Sorgo Granífero. Cuaderno de Actualización Técnica 7, EEA Manfredi. Centro Regional Córdoba. INTA. 24-26 pp.

- Fontanetto, H; O Séller; J Albrecht; D Giailevra; C Negro & L Belotti. 2008. Aspectos de manejo y fertilización nitrogenada para el sorgo granífero. Cuadernillo clásico de sorgo. Agromercado 148: 6-10.

- Gerik, T; B Bean & R Vanderlip. 2003. Sorghum Growth and Development. AgriLiFE EXTENSION. Texas A&M System. 8 pp.

- Giorda, LM; M Feresin & C Domanski. 1997. Condiciones Ambientales. En: LM Giorda (Ed.) Sorgo Granífero. Cuaderno de Actualización Técnica 7, EEA Manfredi. Centro Regional Córdoba. INTA. Pp 17-19.

- Melín, A & M Zamora. 2011. Rendimiento de grano bajo distintas densidades de siembra en sorgo granífero. 16-17.

- Vallati, A & A Bolleta. 2007. Morfología y fisiología. En: M Zamora & A Melín (Eds), Sorgo en el sur. INTA & Min. Asustos Agr. Gob. Bs. As. 13-16 pp.

- Vanderlip, RL. 1993. How a sorghum plant develops. Kansas State University. 20 pp.

- Vanderlip, RL & HE Reeves. 1972. Growth Stages of Sorghum [*Sorghum bicolor*, (L.) Moench.]. Agron. J. 64(1): 13-16.

- Zamora, M; A Melín & S Balda. 2010. Efecto de la densidad y fertilización en el cultivo de sorgo. Experiencias en el centro sur de la provincia de Buenos Aires. Cuadernillo clásico de sorgo Agromercado 160: 16-18.

Condiciones ambientales para el cultivo de sorgo

1. AGUA

1.1. Requerimientos hídricos

El factor más limitante para la producción de cultivos agrícolas en las regiones semiáridas es el agua (Stone et al., 2001). En el sorgo granífero existe una relación directamente proporcional entre el rendimiento en grano y la oferta de agua (Agua a la siembra + Precipitaciones), con una eficiencia en el uso del agua cercana a los 16 kg grano mm⁻¹ (Stone & Schlegel, 2006). El sorgo, durante el periodo de su cultivo requiere un mínimo de 250 mm para producir grano; pueden obtenerse buenos rendimientos con 350 mm, pero para lograr una alta producción el requerimiento de agua varía entre 450 a 600 mm, dependiendo del ciclo del cultivar y de las condiciones ambientales (Giorda et al., 1997).

La Figura 1 muestra las precipitaciones anuales y durante el periodo comprendido entre los meses de noviembre a febrero inclusive (NDEF). En ella se observa una alta variabilidad interanual. En estos escenarios de alta variabilidad, el agua en el suelo al

momento de la siembra es fundamental para asegurar altos rendimientos y el éxito de prácticas como la fertilización. Es por ello que, prácticas que aumenten su captación y almacenamiento, como el uso de la siembra directa con altos niveles de cobertura, así como el diagnóstico de la humedad edáfica previo a la siembra del cultivo, son puntos claves de la gestión del agua en secano.

Conociendo el nivel de agua almacenado en el suelo y las precipitaciones en un determinado lugar, es posible estimar la probabilidad de ocurrencia de diferentes niveles de oferta de agua, lo que permite manejar el riesgo asociado al factor hídrico, y de esta manera decidir los niveles tecnológicos con menor incertidumbre. Así por ejemplo, la probabilidad de que una demanda mayor a 450 mm sea cubierta por las precipitaciones durante el período NDEF es 16% (0 menor a 2 años cada 10 años), pero si en el suelo existen almacenados 100 mm, la probabilidad de que el resto sea aportado por las precipitaciones aumenta a 42%, mientras que si el agua almacenada en el suelo es de 150 mm, esta probabilidad es de 60%.

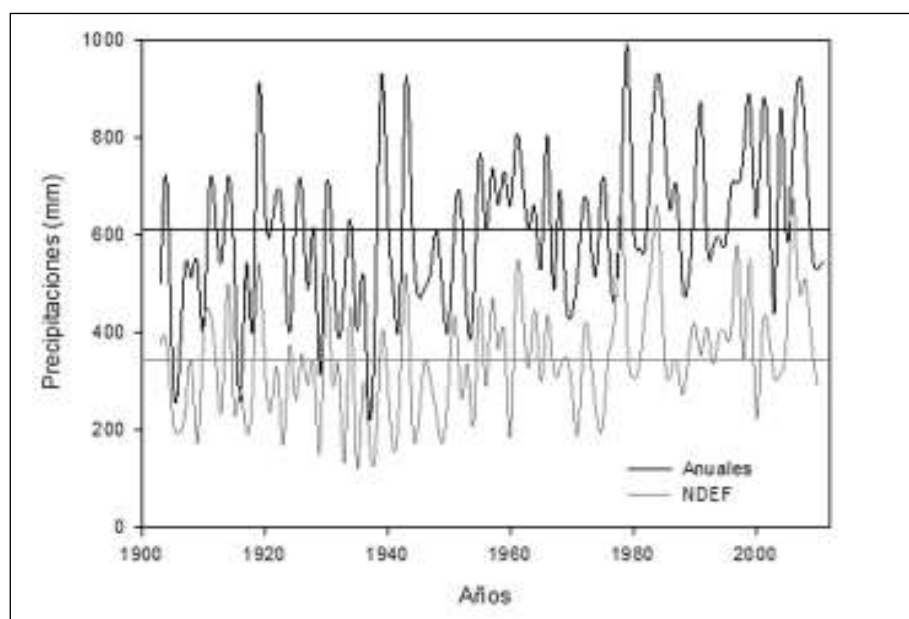


Figura 1. Precipitaciones anuales y durante el período entre los meses de noviembre y febrero (NDEF) para la localidad de Villa Mercedes (1903-2011). Las líneas horizontales indican el valor medio. Elaboración propia con datos gentileza de Mario Federigi.

1.2. Demanda de agua según el estado de crecimiento. Enfoque del coeficiente de cultivo

La evapotranspiración del cultivo (ETc) se calcula como el producto de la evapotranspiración del cultivo de referencia, (ETo) y el coeficiente del cultivo (Kc).

La mayoría de los efectos de los diferentes factores meteorológicos se encuentran incorporados en la estimación de ETo. Por lo tanto, mientras ETo representa un indicador de la demanda climática, el valor de Kc varía principalmente en función de las características particulares del cultivo, variando solo en una pequeña proporción en función del clima. Esto permite la transferencia de valores estándar del coeficiente del cultivo entre distintas áreas geográficas y climas (Allen, 2006).

A medida que el cultivo se desarrolla, tanto el área del suelo cubierta por la vegetación como la altura del cultivo y el área foliar varían progresivamente. Debido a las diferencias en evapotranspiración que se presentan durante las distintas etapas de desarrollo del cultivo, el valor de Kc correspondiente a un cultivo determinado, también variará a lo largo del periodo de crecimiento del mismo. Este periodo de crecimiento puede ser dividido en cuatro etapas: inicial, de desarrollo del cultivo, de mediados de temporada y de final de temporada (Allen, 2006).

- *Fase inicial:* La etapa inicial esta comprendida entre la fecha de siembra y el momento en que el cultivo alcanza el 10% de cobertura del suelo. Durante este periodo la evapotranspiración depende fundamentalmente de la evaporación del suelo, siendo el valor de Kc variable en función de la temperatura; y el tiempo y la magnitud de eventos de humedecimiento producidos por riego o precipitaciones. En el caso del sorgo se citan valores de Kc = 0,4 para este periodo, cuya duración es de aproximadamente 20 días.

- *Fase de desarrollo del cultivo:* La etapa de desarrollo del cultivo esta comprendida desde el momento en que la cobertura de suelo es del 10% hasta alcanzar la cobertura completa efectiva. Para sorgo se citan valores de Kc = 0,7-0,75 para este periodo, cuya duración es de aproximadamente 35 días.

- *Fase de mediados de temporada:* La etapa de mediados de temporada comprende el periodo de tiempo entre la cobertura completa hasta el comienzo de la madurez, indicado por la senescencia de las hojas. Para sorgo se citan valores de Kc = 1,10-1,20 para este periodo, cuya duración es de aproximadamente 40 días. Este estado corresponde al comprendido entre embuche y grano pastoso, siendo el panojamiento y la floración las etapas más críticas (Giorda et al., 1997).

- *Fase de fin de temporada:* La etapa final o tardía de crecimiento comprende el periodo entre el comienzo de la madurez hasta el momento de la cosecha o la completa senescencia. Se asume que el cálculo de los valores de Kc y ETc finaliza cuando el cultivo es cosechado, secado al natural, alcanza la completa senescencia o experimenta la caída de las hojas. Para sorgo se citan valores de Kc = 0,55 para este periodo, cuya duración es de aproximadamente 30 días.

1.3. Balance hídrico y fecha de siembra en riego y secano

En la provincia de San Luis los cultivos de verano se siembran después del comienzo de las lluvias de primavera, normalmente desde la última década de octubre hasta los primeros días de diciembre. A los efectos de conocer el comportamiento del cultivo de sorgo respecto del agua disponible para su ciclo, se realizó el balance hídrico del cultivo para dos fechas de siembra, 20 de octubre y 1 de diciembre. Para ello se utilizaron los valores medios de precipitaciones y

	Sorgo 1º 20/10		Sorgo 2º 01/12	
	Secano	Riego	Secano	Riego
Agua en perfil (a fecha de siembra) mm.	131	131	169	169
Precipitaciones durante el ciclo del cultivo (mm).	285	285	349	349
Requerimiento de riego (mm).		224		96
Eficiencia en el uso del agua (kg mm ⁻¹).	16,5	16,5	16,5	16,5
Rendimiento esperado (kg ha ⁻¹).	6864	10560	8547	10131

Tabla 1. Balance hídrico del cultivo de sorgo para Villa Mercedes, San Luis (1996-2008).

evapotranspiración de la serie 1996-2008 registrados en Villa Mercedes, y valores de eficiencia de almacenaje de agua en el suelo durante el barbecho obtenidos localmente en INTA EEA San Luis (Saenz, 2009).

Se observa en la Tabla 1 que en secano es recomendable sembrar el cultivo los primeros días de diciembre, lo que permite comenzar el ciclo con mayor reserva de agua edáfica y trasladar el período crítico del cultivo a febrero, estabilizando los rendimientos. En cuanto al cultivo bajo riego se pueden alcanzar rendimientos potenciales, del orden de 10 Mg ha⁻¹ de grano, tanto en siembras tempranas como tardías, la diferencia es que sembrando los primeros días de diciembre se requieren 96 mm de riego contra 224 mm que requerirían en promedio las siembras tempranas. Esto permitiría ser más eficiente en el uso del riego, principalmente cuando la aplicación del agua es costosa o es de baja calidad.

2. TEMPERATURA

El sorgo por ser una especie tropical, requiere altas temperaturas para su normal desarrollo, siendo más sensible a las bajas temperaturas que el resto de los cultivos (Giorda et al., 1997). Para la germinación, la temperatura óptima del suelo a 5 cm de profundidad es de 18 °C. Para determinar el momento de siembra, la temperatura de suelo a esta profundidad no debe ser menor a este valor durante 3 días o más días, medida a las 10 AM. Estas condiciones en la zona de influencia de Villa Mercedes se producen con seguridad a partir de la primera quincena de noviembre (Figura 2), aunque esto puede

ser variable en función de la cobertura superficial del suelo.

Temperaturas inferiores (15-16 °C) pueden conducir a una emergencia lenta y desuniforme, con plantas débiles y con coloración rojiza. Brar et al. (1992) encontraron que el rango óptimo para la emergencia del sorgo fue entre 20,5- 30,2 °C, combinado con contenidos de agua de 0,03-1 MPa de agua (próximos a capacidad de campo). Entre el desarrollo y floración la temperatura media ideal es de 27 °C, temperaturas inferiores a 10 °C producen una reducción de la fotosíntesis. En floración temperaturas por debajo de 16 °C y por encima de 38°C pueden afectar la viabilidad del polen y producir aborto de flores y embriones. Después de la antesis temperaturas muy altas durante 6-9 días puede reducir el peso de los granos (Giorda et al., 1997). Staggenborg et al. (2008) hallaron que el rendimiento de sorgo se relacionó positivamente con la temperatura mínima media durante el periodo de panojamiento-floración y negativamente con las temperaturas máximas medias del aire durante el periodo panojamiento-formación de grano.

3. SALINIDAD

La salinidad se define como la presencia de un exceso de sales solubles. Este exceso dificulta principalmente la absorción de agua por parte de la planta, y por lo tanto aumenta el riesgo de sufrir stress hídrico. Debido a que la concentración de sales varía a medida que cambia el contenido de agua del suelo, la salinidad del suelo se mide y

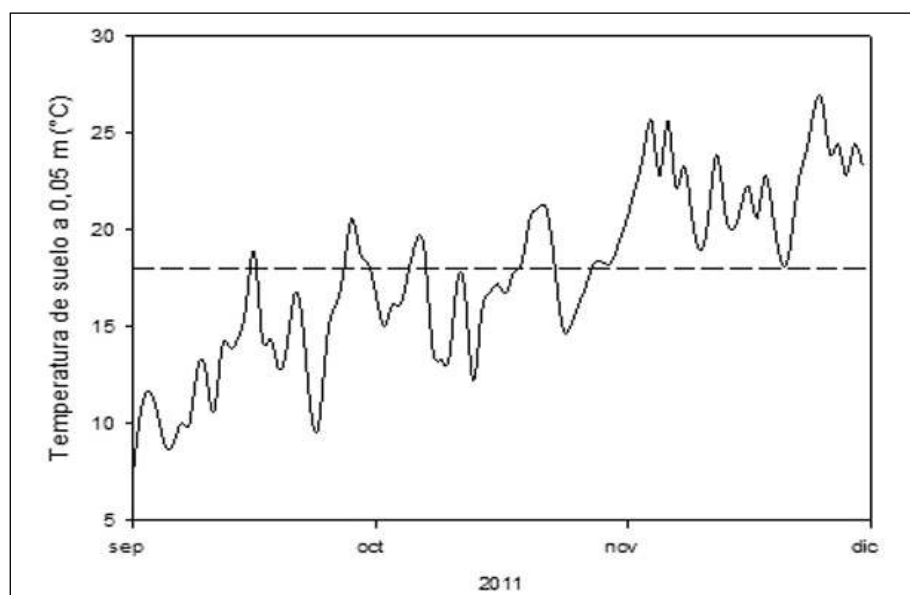


Figura 2. Temperatura de suelo a 0,05 m de profundidad tomada a las 10 AM durante los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre de 2011 en Villa Mercedes. Elaboración propia con datos gentileza de Mario Federigi.

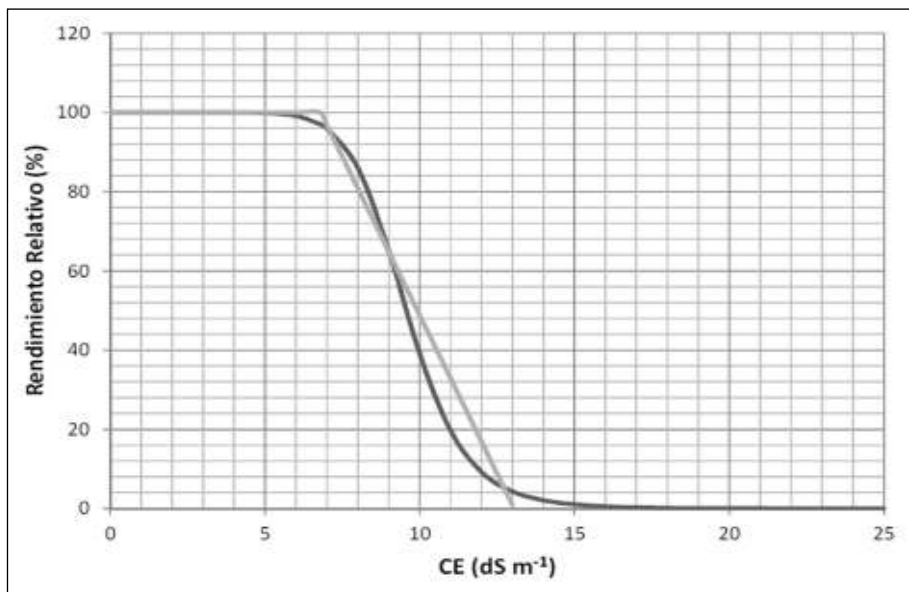


Figura 3. Modelos teóricos de reducción del rendimiento en grano de sorgo en función de valores crecientes de conductividad eléctrica del suelo en la zona radicular, según Maas & Hoffman, (1977, -) y Stephnum et al. (2005b, -).

expresa normalmente en base a la conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo (CEe). La CEe se define como la conductividad eléctrica de la solución del agua del suelo después de añadir una cantidad de agua destilada suficiente para llevar el contenido de agua del suelo a punto de saturación. Típicamente, la CEe se expresa en deciSiemens por metro (dS m^{-1}) (Allen et al., 2006).

Se han desarrollado distintos modelos teóricos de disminución de rendimiento en función de niveles crecientes de CEe (Stephnum et al., 2005a). Uno de los primeros y más difundidos fue el propuesto por Maas & Hoffman (1977). Este modelo supone que bajo condiciones óptimas de manejo la productividad de los cultivos permanecerá en sus niveles potenciales hasta alcanzar un valor umbral específico de conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo (CEe umbral). Si el valor promedio de CEe en la zona radicular se incrementa por encima de este umbral crítico, se asume que la productividad del cultivo comenzará a disminuir linealmente en proporción al incremento de la salinidad. La tasa de reducción de la productividad con el incremento de la salinidad se expresa en forma de una pendiente, b , la cual tiene unidades de porcentaje de reducción de la productividad por cada dS m^{-1} de incremento de CEe (Allen et al., 2006). En el caso del sorgo el valor de CEe umbral es de $6,8 \text{ dS m}^{-1}$ y el valor de b es de 16. Los valores de este modelo son muy similares a los propuestos por Stephnum et al. 2005b, quienes proponen un modelo sigmoideo y un índice de salinidad, basado en la combinación del nivel de CEe cuan-

do la reducción de rendimiento es igual al 50%, y en una medida de reducción de rendimiento cuando los niveles de salinidad aumentan (Figura 3). Ambos enfoques coinciden en que el sorgo es una planta moderadamente tolerante a la salinidad, siendo relativamente más tolerante que el maíz y la soja.

En nuestros ambientes, suelos salinos ($\text{CEe} > 4 \text{ dS m}^{-1}$) se encuentran asociados a lechos y aureolas de lagunas desecadas naturalmente en el sur de la provincia, en las zonas interserranas a suelos en terrazas y márgenes de cursos de agua con altas concentraciones de sales, y a suelos en áreas deprimidas con drenaje imperfecto y una capa freática cercana a la superficie, mientras que en oeste de la provincia existen Aridisoles (Salortides) y Entisoles que forman cuencas salinas naturales, en las cuales las escasas precipitaciones no son suficientes para lixiviar el exceso de sales (Figura 4; Echeverría & d'Hiriart, 2006). También se han reportado procesos de salinización inducida, observables en zonas de riego ribereñas, como Villa Mercedes, Luján y Quines (BRS, 2000).

4. PH

Los mayores rendimientos se obtienen en suelos ligeramente ácidos a ligeramente alcalinos ($\text{pH } 6,2 - 7,8$) (Salas et al., 1997). Condiciones de pH ácido están asociadas a situaciones deficitarias de P, Ca y Mg, mientras que con pH mayor a 8 probablemente a deficiencias de Fe, Mn, Zn y Cu. Dentro de estos últimos micronutrientes, el hierro (Fe) es el más

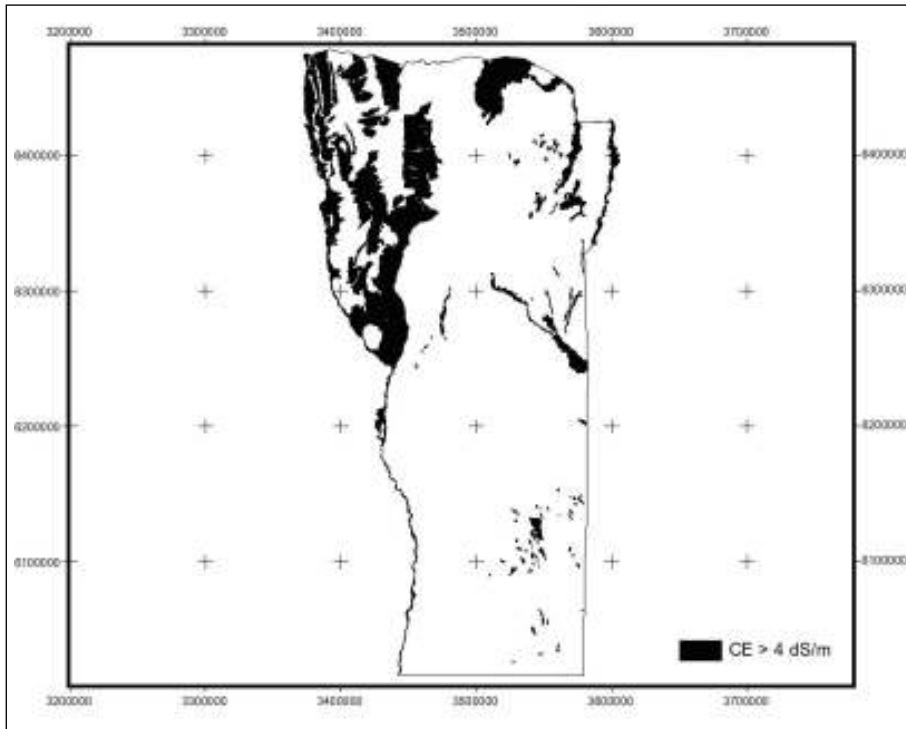


Figura 4. Unidades cartográficas donde existen valores de conductividad eléctrica en el extracto de saturación (CE). Adaptado de Echeverría & d'Hiriart (2006).

importante para el sorgo, cuya carencia produce clorosis. La menor disponibilidad de este elemento se observa en suelos con altos contenidos de carbonatos de calcio (Giorda et al., 1997). En general, los suelos de la provincia presentan condiciones aptas para el cultivo de sorgo (Figura 5). Sin embargo pueden encontrarse situaciones particulares en suelos

del sur de la provincia asociados a pH ácidos, en especial las series Arizona e Ingeniero Foster, o con $\text{pH} > 7,5$ en las regiones interserranas y valle del Conlara asociado a altos contenidos de carbonato de calcio como las series: Estancia La Petra, Comandante Granville o Naschel (INTA & Gob. de San Luis, 1991, 1992, 1992b, 2000, 2005, 2007, 2009).

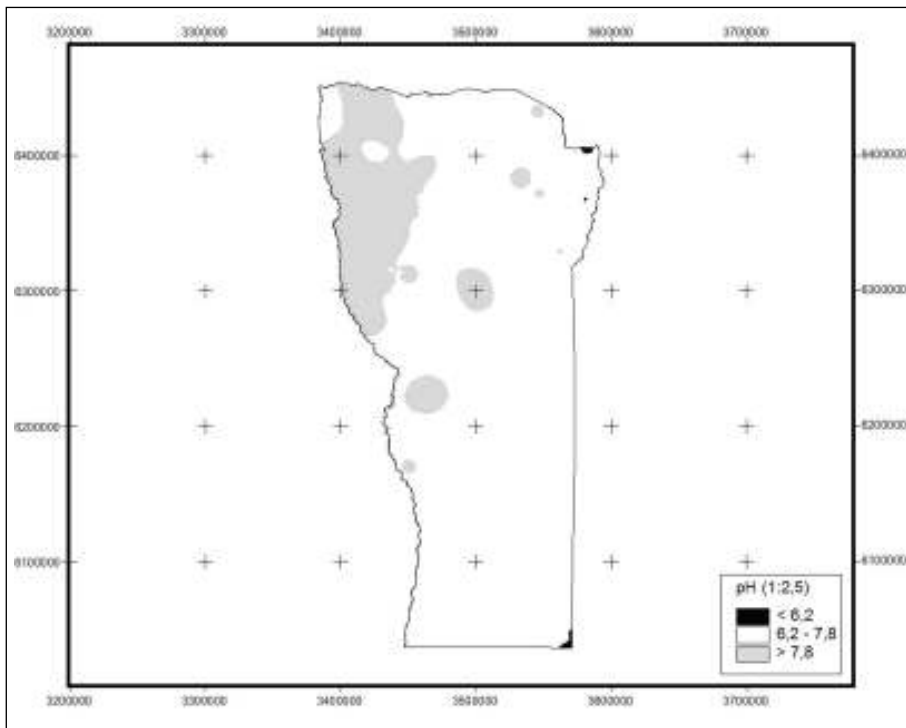


Figura 5. Valores de rango de pH para horizonte superficiales obtenidos mediante el método de la distancia inversa en función de perfiles modales publicados en las cartas de suelo de la provincia de San Luis. Elaboración propia a partir de información de los perfiles modales de las cartas de suelos 1:100000.

5. FERTILIDAD FÍSICA. COMPACTACIÓN

La fertilidad física incluye factores y procesos que determinan las condiciones para que un nutriente vegetal sea absorbido por las raíces. Por lo tanto, la condición física es uno de los factores que condiciona la expresión final de la fertilidad química (Taboada & Alvarez, 2010). Podemos definir a la compactación como la pérdida de macro porosidad del suelo. Estos macro poros ($>250 \mu\text{m}$) tienen la función en el suelo de: proveer una adecuada aireación, permitir el movimiento de agua hacia y dentro del perfil, y permitir el crecimiento radicular. Una compactación se considera excesiva para el crecimiento de las raíces cuando estas deben superar una presión de 2-3 MPa. Ishaq et al. (2001) reportaron pérdidas de rendimiento de sorgo y una reducción en la absorción de N y P, con una consecuente disminución en la producción de biomasa aérea. La susceptibilidad a la compactación de horizontes superficiales de suelos agrícolas se encuentra relacionada con el contenido de materia orgánica del suelo, por lo tanto la recuperación de suelos compactados comprende la recuperación de los contenidos de materia orgánica y consecuentemente la recuperación de parámetros estructurales determinantes de la macroporosidad, principalmente de la porosidad mayor de $100 \mu\text{m}$ de diámetro. En la medida en que el manejo no logre incidir positivamente sobre la materia orgánica resultará necesario utilizar equipamiento específico para abordar zonas compactadas (Casagrande et al., 2009).

6. CULTIVO ANTECESOR

En la rotación conviene que el sorgo se realice preferentemente después de especies leguminosas para el uso de compuestos nitrogenados, por ello pasturas a base de alfalfa o cultivos como la soja son excelentes antecesores (Salas et al., 1997). El efecto del cultivo antecesor esta explicado principalmente por la disponibilidad de agua y el contenido de nitratos al momento de la siembra de sorgo (Fontanetto et al., 2008). Estos autores evaluando diferentes cultivos antecesores encontraron que la disponibilidad de agua fue mayor siguiendo la siguiente secuencia: pastura degradada (quemada a principios de primavera) $>$ soja $>$ maíz de segunda $>$ avena.

7. EFECTO DEL SORGO SOBRE EL SUELO

El sorgo es una planta que produce una alta cantidad de rastrojo ($> 10 \text{ Mg ha}^{-1}$) con una alta relación C/N (70-80), lo que permite producir altos niveles de cobertura en el suelo con una lenta descomposición. Esto reduce las pérdidas por evaporación y mejora la infiltración de agua en el suelo, y por ende permite acumular una mayor proporción de agua para el cultivo siguiente. Sumado a la alta cantidad y calidad de su rastrojo, el sorgo posee un extenso sistema radicular, (26 km m^{-2} ; Gregory, 2006), lo que le permite contribuir al contenido de materia orgánica mejorando la estructura del suelo. Vanvel (1994) comparó el efecto de la monocultura de soja, maíz y sorgo sobre el secuestro de carbono en el suelo; y encontró que luego de ocho años solamente era positivo en el sorgo. En la región pampeana se han registrado incrementos promedios de 20-30% en los rendimientos de soja, cuando se realiza rotación con sorgo respecto al monocultivo de soja (Salas et al., 1997).

8. CONSIDERACIONES FINALES

- El agua es el principal recurso limitante para la producción de sorgo. El manejo del agua a la siembra es fundamental para lograr altos rendimientos.
- El sorgo es más tolerante a las sales que la soja y el maíz. En la provincia pueden encontrarse suelos salinos asociados a diferentes procesos de salinización. En general los valores de pH de los suelos de la provincia son aptos para el cultivo de sorgo.
- Suelos compactados pueden provocar disminución en la absorción de nutrientes y en el crecimiento.
- La inclusión de sorgo en la rotación es benéfica para el suelo y para el rendimiento de los demás cultivos.

9. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Allen, RG; LS Pereira; D Raes & M Smith. 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO Riego y Drenaje 56. FAO, Roma. 323 pp.
- Brar, GS; JL Steiner; PW Unger & SS Prihar. 1992. Modeling sorghum seedling establishment from soil wetness and temperature of drying seed zones. Agron. J. 84: 905-910.

- BRS. 2000. Evaluación de posibilidades físicas y económicas de riego con aguas subterráneas en la provincia de San Luis. 239 pp.
- Casagrande, J; A Quiroga; I Frasier & JC Colazo. 2009. Aspectos de la evaluación y el manejo de suelos afectados por compactación en San Luis. En: A Quiroga; J Casagrande & JC Colazo (Eds.), Aspectos de la evaluación y el manejo de los suelos en el este de San Luis. Información Técnica 173, INTA San Luis. 15-21 pp.
- Echeverría, JC & A d'Hiriart. 2006. Permeabilidad y salinidad de los suelos. En: JC Echeverría, E. Jobbagy & AD Collado (Eds.) Aptitud forestal de la provincia de San Luis. INTA & Gob. de San Luis. 23-25 pp.
- FAO. 2010. Crop Water Information: Sorghum. Disponible en: <http://www.fao.org/nr/water/cropinfosorghum.html>. Consultado el 19 de diciembre de 2011.
- Fontanetto, H; O Sélter; J Albrecht; D Giailevra; C Negro & L Belotti. 2008. Aspectos de manejo y fertilización nitrogenada para el sorgo granífero. Cuadernillo clásico de sorgo. Agromercado 148: 6-10.
- Giorda, LM; M Feresin & C Domanski. 1997. Condiciones Ambientales. En: LM Giorda (Ed.) Sorgo Granífero. Cuaderno de Actualización Técnica 7, EEA Manfredi. Centro Regional Córdoba. INTA. 17-19 pp.
- Gregory, P. 2006. Plant Roots. Growth, activity and interaction with soils. Blackwell Publishing. 340 pp.
- INTA & Gobierno de San Luis. 1991. Carta de Suelos de la República Argentina. Hoja Arizona. Provincia de San Luis. 102 pp.
- INTA & Gobierno de San Luis. 1992. Carta de Suelos de la República Argentina. Hoja Buena Esperanza. Provincia de San Luis. 75 pp.
- INTA & Gobierno de San Luis. 1992b. Carta de Suelos de la República Argentina. Hojas Martín de Loyola y Varela. Provincia de San Luis. 76 pp.
- INTA & Gobierno de San Luis. 2000. Carta de Suelos de la República Argentina. Hoja Villa Mercedes. Provincia de San Luis. 196 pp.
- INTA & Gobierno de San Luis. 2005. Carta de Suelos de la República Argentina. Hoja Concarán. Provincia de San Luis. 153 pp.
- INTA & Gobierno de San Luis. 2007. Carta de Suelos de la República Argentina. Hoja San Luis. Provincia de San Luis. 148 pp.
- INTA & Gobierno de San Luis. 2009. Carta de Suelos de la República Argentina. Hoja Villa General Roca. Provincia de San Luis. 137 pp.
- Isaac, M; M Ibrahim; A Hassan; M Sabed & R Lal. 2001. Subsoil compaction effects on crops in Punjab, Pakistan: II. Root growth and nutrient uptake of wheat and sorghum. Soil & Till. Res. 60: 153-161.
- Maas, EV & GJ Hoffman. 1977. Crop salt tolerance – current assessment. J. Irrig. & Drainage, Div. Am. Soc. Civil Eng. 103: 115 – 134.
- Saenz, CA. 2009. El riego complementario en relación a la agricultura en el este de San Luis. Aspectos de la evaluación y el manejo de suelos afectados por compactación en San Luis. En: A Quiroga; J Casagrande & JC Colazo (Eds.), Aspectos de la evaluación y el manejo de los suelos en el este de San Luis. Información Técnica 173, INTA San Luis. 39-42 pp.
- Salas, P; E Lovera & O Feresin. 1997. Manejo de suelos. En: LM Giorda (Ed.) Sorgo Granífero. Cuaderno de Actualización Técnica 7, EEA Manfredi. Centro Regional Córdoba. INTA. 12-16 pp.
- Staggenborg, SA; KC Dhuyvetter & WB Gordon. 2008. Grain Sorghum and Corn Comparisons: Yield, Economic, and Environmental Responses. Agron. J. 100: 1600 – 1604.
- Steppuhn, H; MTh van Genuchten & CM Grieve. 2005a. Root-Zone Salinity: I. Selecting a Product – Yield Index and Response Function for Crop Tolerance. Crop Sci. 45: 209-220.
- Steppuhn, H; MTh van Genuchten & CM Grieve. 2005b. Root-Zone Salinity: II. Indices for Tolerance in Agricultural Crops. Crop Sci. 45: 221-235.
- Stone, LR; DE Goodrum; MN Jaafar & AH Khan. 2001. Rooting Front and water depletion depths in grain sorghum and sunflower. Agron. J. 93: 1105-1110.
- Stone, LR & AJ Schlegel. 2006. Yield – Water supply relationships of grain sorghum and winter wheat. Agron. J. 98: 1359 – 1366.
- Taboada, MA & CR Álvarez. 2008. Fertilidad física de los suelos. 2da Ed. Editorial FAUBA, Buenos Aires. 237 pp.
- Unger, PW & RL Baumhardt. 1999. Factors related to dryland grain sorghum yield increases: 1939 through 1997. Agron. J. 91: 870-875.
- Varvel, GE. 1994. Rotation and nitrogen fertilization effects on changes in soil carbon and nitrogen. Agron. J. 86: 319-325.

Claudio Saenz¹, Juan Cruz Colazo¹, Mario Funes¹, Alejandro Vergés²,
Hugo Bernasconi² y Ricardo Rivarola²

¹ EEA INTA San Luis. ² UE y DT Villa Mercedes

Producción de materia seca y grano de sorgo granífero. Efecto de un cultivo de cobertura invernal en un ambiente con napa. Resultados preliminares

1. INTRODUCCIÓN

La inclusión de cultivos de cobertura invernales en sistemas de producción con predominio de agricultura de verano puede ser una práctica beneficiosa para reducir la degradación de suelos, ya que pueden atenuar la pérdida de carbono de los suelos, prevenir la erosión, capturar nutrientes reduciendo la pérdida por lixiviación y contribuir al control de malezas (Quiroga et al., 2009). Sin embargo se reconoce que el consumo hídrico del cultivo de cobertura puede interferir en la normal oferta de agua para el cultivo sucesor, en especial en ambientes semiáridos (Dabney et al., 2001).

Si bien existe abundante información del efecto de los CC en la disponibilidad de agua en suelos con regímenes más húmedos (údicos) (Álvarez et al., 2009) o sobre suelos de similar régimen pero con diferente distribución de precipitaciones (Fernández et al., 2007), no existe información local del efecto de los cultivos de cobertura invernales sobre la disponibilidad de agua en el este de San Luis.

Es por ello que los objetivos del siguiente trabajo fueron: a) Determinar el costo hídrico de la inclusión de un cultivo de cobertura invernal y b) Evaluar el efecto sobre el rendimiento en grano y materia seca en cuatro híbridos de sorgo granífero.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la Estación Experimental INTA San Luis (33° 39' 33" S, 65° 24' 33" W). Las principales características hídricas del suelo (Haplustol Entico) se resumen en la Tabla 1. El tratamiento T consistió en un barbecho sobre rastrojo de soja y el CC fue centeno (*Secale cereale* var. "Quehué"), sembrado el 1 de mayo de 2009 y secado con 4 L ha⁻¹ de Glifosato el 2 de octubre de 2009. El sorgo fue sembrado el 17 de diciembre con una densidad de 10 kg ha⁻¹ y un espaciamiento de 0,35 m. Se utilizaron cuatro híbridos comerciales: F3528 y F3585 (Forrratec) y SAC 110 y SAC 600. Una vez alcanzada la madurez fisiológica el ensayo fue cosechado manualmente para la determinación de rendimiento en grano, materia seca total y de sus componentes (panoja, tallo, hoja).

El contenido de humedad fue evaluado por gravimetría (Gardner, 1965) en tres estratos: 0-0,2 m; 0,2-0,4 m y 0,4-1 m al momento de secado del CC. Para expresar el contenido de agua disponible en milímetros se utilizó una densidad aparente de 1,3 g cm⁻³. El contenido de agua útil para el cultivo (AU, mm) fue calculado según la Ec. 1:

$$AU = H (CC - PMP) \quad (1)$$

Tabla 1. Textura y características hídricas de los sitios de estudio, CC (Capacidad de Campo), PMP (Punto de marchitez permanente), CAD (Capacidad de almacenamiento de agua útil) y PN (Profundidad de Napa). Datos tomados de Saenz (2008).

Sitio	Textura	CC (mm)	PMP (mm)	CAD (mm)	PN (m)
VM	Franco	165	52	113	1,3

Estrato (m)	Tratamiento	Agua útil (mm)	
0 - 0,2	CC	3,4	A
	T	12,3	B
0,2 - 0,4	CC	8	A
	T	15,4	B
0,4 - 1,0	CC	71,9	A
	T	75	A

Tabla 2: Contenido de Agua útil por estrato al finalizar el periodo de barbecho en Villa Mercedes. Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

Donde H es el contenido de humedad (mm), CC es la capacidad de campo (mm) y PMP es el punto de marchites permanente (mm). El costo hídrico del cultivo de cobertura fue calculado como la diferencia de AU entre tratamientos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Costo hídrico de la inclusión de un cultivo de cobertura

Debido a que el otoño fue muy seco (70 mm durante el ensayo), el CC no logró un desarrollo importante con una productividad de 700 kg MS ha⁻¹. El agua útil final fue inferior en el tratamiento CC con una diferencia de 20 mm en el primer metro de espesor. Esta disminución se observó en los primeros 0,4 m, los cuales puede ser atribuibles al consumo de agua por parte de las raíces del CC (Tabla 2).

Estos resultados son cercanos a los obtenidos por Fernández et al. (2007) en un Haplustol Entico de La Pampa quienes encontraron un costo hídrico de 30 mm en un centeno utilizado como CC.

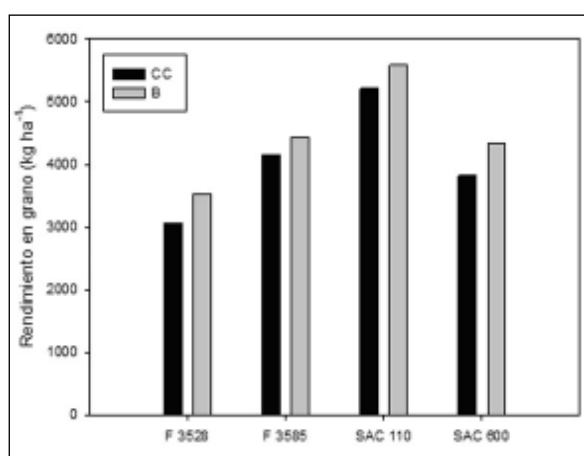


Figura 1. Rendimiento en grano de cuatro híbridos de sorgo en función del tratamiento antecesor: B (barbecho) y CC (Cultivo de Cobertura).

Producción de grano y materia seca del cultivo de sorgo

La figura 1 muestra los rendimientos en grano de sorgo en función de los antecesores. Si bien se observa una tendencia a ser menor el rendimiento de todos los híbridos en CC, no existieron diferencias entre tratamientos ($P > 0,05$). Esto podría deberse a que si bien fue mayor el agua útil a la siembra en B, el aporte de la napa freática pudo haber atenuado esta diferencia en profundidades mayores, aportando al uso consuntivo de sorgo durante etapas críticas.

La figura 2 muestra el contenido de MS de la biomasa aérea de sorgo en función de los antecesores. Al igual que con el rendimiento en grano, no existieron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0,05$).

4. CONCLUSIÓN

El costo hídrico de incluir un CC fue de 20 mm comparado con un barbecho. El mismo no tuvo una influencia significativa ni en el rendimiento en grano

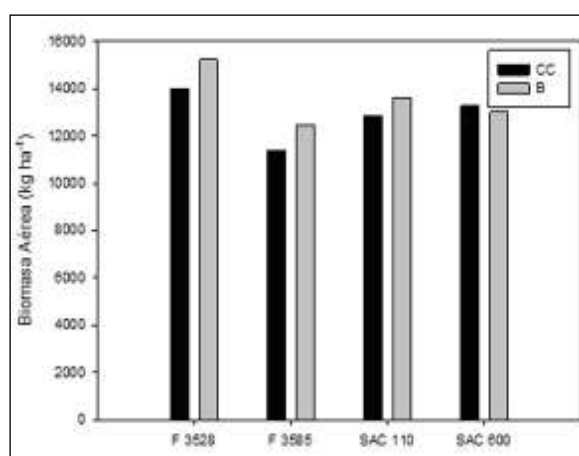


Figura 2. Biomasa aérea de cuatro híbridos de sorgo en función del tratamiento antecesor: B (barbecho) y CC (Cultivo de Cobertura).

y producción de materia seca de cuatro híbridos de sorgo. Es probable que esto haya ocurrido debido al aporte de agua producido por una napa freática cercana. Sin embargo estos resultados deben considerarse preliminares, ya que representan las condiciones de un ambiente hídrico en particular.

5. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Álvarez, C; C Scianca; M Barraco; A Quiroga & M Díaz Zorita. 2009. Impacto de diferentes coberturas invernales sobre el movimiento de agua en suelo. En Jornadas Nacionales: Sistemas Productivos Sustentables. Fósforo, Nitrógeno y Cultivos de Cobertura. AACCS. (En CD).
 - Dabney, SM; JA Delgado & DW Reeves. 2001. Using winter crops to improve soil and water quality. *Comm Soil Sci Plant Anal.* 32(7-8): 1221-1250
 - Fernández, R; A Quiroga; F Arenas; C Antonini & M Saks. 2007. Agua en el Suelo. Pp 51-59. En: A Quiroga & A Bono (Eds.). Manual de fertilidad y evaluación de suelos. Publicación Técnica 71. INTA Anguil. 104 pp.
 - Quiroga, A; R Fernández; I Frasier & C Scianca. 2009. Cultivos de cobertura. Análisis de su inclusión en distintos sistemas de producción. En Jornadas Nacionales: Sistemas Productivos Sustentables. Fósforo, Nitrógeno y Cultivos de Cobertura. AACCS. (En CD).
 - Saenz, CA. 2009. El riego complementario en relación a la agricultura en el este de San Luis. Pp. 39-42. En: A Quiroga; J Casagrande & JC Colazo. Aspectos de la evaluación y manejo de los suelos en el este de San Luis. Información Técnica 173. INTA San Luis. 66 pp.
-

Nutrición mineral y fertilización. Aspectos generales

1. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

Para la obtención de altos rendimientos de sorgo, es necesario, entre otros factores, una adecuada provisión de nutrientes (Salas & Lovera, 1997). Los nutrientes del suelo son generalmente limitantes para la productividad de los cultivos, de modo que el conocimiento de sus requerimientos y de sus dinámicas de acumulación es clave para lograr altos rendimientos con un uso eficiente de insumos (Andrade et al., 2000). En la Tabla 1 se presentan los valores de los requerimientos de los principales nutrientes para el cultivo de sorgo granífero, así como los valores de absorción y extracción en grano (García & Correndo, 2011).

En la mayoría de los suelos en que se cultiva sorgo en Argentina las principales deficiencias están relacionadas con el nitrógeno (N) y el fósforo (P), no obstante han comenzado a manifestarse carencias de otros nutrientes como el azufre (S), el calcio (Ca) y el magnesio (Mg). Se ha demostrado que una deficiencia de N durante el periodo comprendido entre el inicio del desarrollo floral y la floración puede causar del 16 al 30% de aborto en la inflorescencia, mientras que si ésta se produce después de antesis, se refleja en un menor contenido de proteína en grano. El P es el otro elemento importante que determina el desarrollo radicular inicial y de la parte aérea. Una deficiencia del mismo se manifiesta en plantas jóvenes con hojas y tallos de color rojizo a

púrpura, menor desarrollo radicular y retraso en la floración y madurez de la planta (Gambaudo, 2008).

La Figura 1 muestra la acumulación de N y P a lo largo del ciclo del cultivo (Vanderlip, 1993). En los primeros 20 días la acumulación de nutrientes es baja, pero a partir del estado de cinco hojas (25-35 días), la demanda de N y P aumenta rápidamente. En floración el sorgo ha acumulado el 70% de N y el 60% de P, y cuando llega al estado de grano duro la acumulación de nutrientes prácticamente ha cesado. Conocer esta dinámica es importante para determinar los momentos de aplicación de nutrientes, los cuales serán abordados con más profundidad en la sección correspondiente.

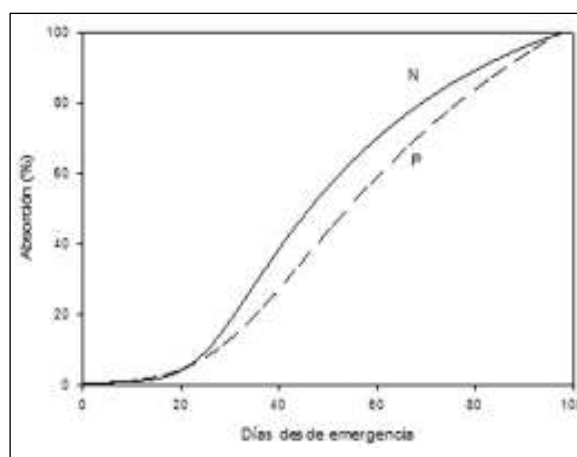


Figura 1. Absorción acumulada de N y P durante el ciclo del cultivo de sorgo. Adaptado de Vanderlip (1993).

Tabla 1. Cantidad de nutriente requerido expresado en kg de nutrientes por Mg de grano en base seca y, total absorbido y extraído en grano expresado en kg de nutriente por Mg de grano en base a una humedad de 15%. Tomado de García & Correndo (2011).

	N	P	K	Ca	Mg	S
	kg Mg ⁻¹					
Requerimiento	30	4,4	20,8	-	4,5	3,75
Absorción	26,1	3,8	18,1	-	3,9	3,3
Extracción	17,2	3,1	4	-	1,1	1,9

2. FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN SORGO GRANÍFERO

2.1. Dosis

Para la recomendación de la fertilización nitrogenada se tienen en cuenta factores relacionados con: a) el suelo: fertilidad actual = N como nitratos ($N-NO_3$), y fertilidad potencial = N total (Nt) y materia orgánica (MO); b) la planta: rendimiento objetivo; c) el ambiente: disponibilidad de agua (agua disponible a la siembra + precipitaciones); y d) el manejo: cultivo antecesor y sistema de labranza, aunque estos dos factores repercuten indirectamente en la disponibilidad de $N-NO_3$ y de agua a la siembra (Fontanetto et al., 2008; Gambaudo, 2008; Salas & Lovera, 1997). Los diagnósticos de fertilización incluyen modelos que tienen en cuenta el contenido

de $N-NO_3$, ya sea en metodologías como la de umbrales críticos o curvas de respuesta al rendimiento, determinados a la siembra o en estado de seis hojas; o ensayos de diferentes dosis de respuesta promedio o local (Figura 2a, b, c).

En suelos de la provincia de Santa Fe, Fontanetto et al. (2008) encontraron una función de producción cuadrática para el rendimiento de grano de sorgo en función del contenido de N disponible a la siembra ($N-NO_3$ a la siembra en los primeros 60 cm + N fertilizante). Estos autores determinaron que niveles de rendimiento de 10000 kg ha^{-1} se alcanzaban con una disponibilidad de 130 kg N ha^{-1} . Este mismo umbral fue encontrado para niveles inferiores de rendimiento en un ensayo realizado sobre un Argiudol Típico en la localidad de Rafaela (Fontanetto et al., 2010; Figura 2a).

En el suroeste de la provincia de Buenos Aires se

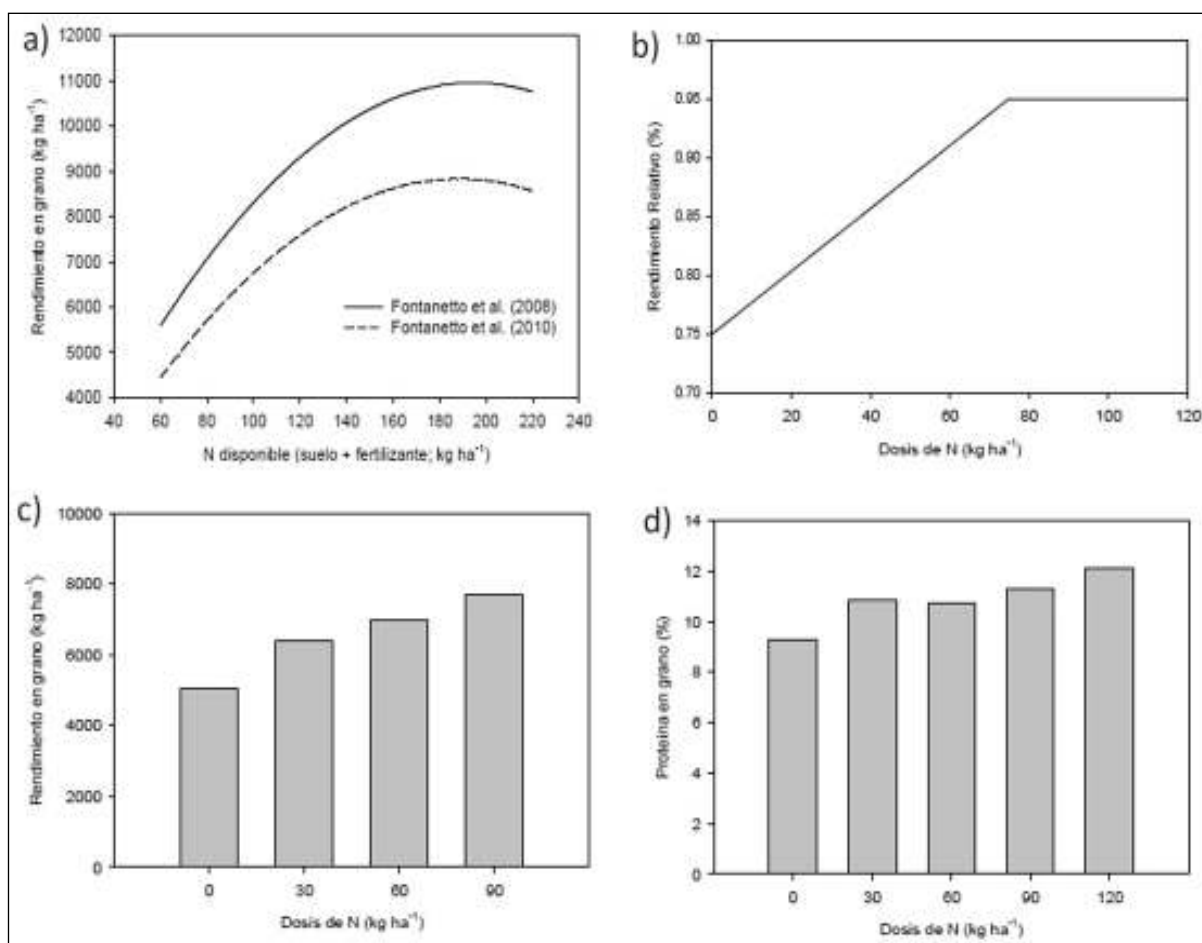


Figura 2. a) Curva de rendimiento en función del N disponible a la siembra (Adaptado de Fontanetto et al., 2008; 2010), b) Rendimiento relativo (cociente entre el testigo y el tratamiento fertilizado) en función de la dosis de N aplicada (Adaptados de Zamora et al. 2010), c) Rendimiento medio de sorgo (promedio 7 ensayos) para la región central de Córdoba (adaptado de Salas & Lovera, 1997) y d) Proteína en grano en función de la dosis de N, para la localidad de Coronel Dorrego (Zamora et al., 2009).

encontraron respuestas variables entre años y localidades. En aquellos sitios con altos contenidos de N-NO₃ y buenas condiciones edáficas para la mineralización de N no se observó respuesta a la fertilización nitrogenada, mientras que en los restantes, los rendimientos se incrementaron linealmente a medida que aumentaba la dosis de N hasta el valor de 75 kg de N ha⁻¹, donde se alcanzó el 95% del rendimiento máximo dentro de cada localidad (Zamora et al., 2009; Figura 2b). En otro ensayo de fertilización realizado en el centro-sur de la provincia de Buenos Aires, Zamora et al. (2010) encontraron que dosis de 30-120 kg N ha⁻¹ incrementaron los rendimientos entre 1000-3000 kg ha⁻¹ con respecto al testigo, resultando en una eficiencia de uso de entre 20-33 kg de grano por cada kg de N aplicado. En ambientes de alta producción (testigos ≥ 8000 kg ha⁻¹), Zamora et al. (2011) encontraron respuestas crecientes a dosis de N (suelo a la siembra + fertilizante) de entre 140-160 kg N ha⁻¹.

En la región central de Córdoba, en suelos Haplustoles Enticos provenientes de cultivo de soja bajo labranza reducida, se encontraron respuestas significativas al agregado de N al estado de 4-6 hojas desarrolladas, estando la dosis óptima comprendida entre 30-60 kg N ha⁻¹ (Salas & Lovera, 1997).

En cuanto a información local, en esta publicación se presenta los resultados de la comparación de diferentes dosis de fertilización nitrogenada, en dos ambientes diferentes de la provincia de San Luis (ensayos técnicos a continuación).

2.2. Momento de aplicación de N

El mejor momento de aplicación de N es durante el período de mayor exigencia, procurando sincronizar la oferta del nutriente con un sistema radicular capaz de absorberlo. Como se mencionó antes, el sorgo es un cultivo exigente de N entre los estadios de 6 hojas e inicio de floración. Es por eso que las aplicaciones complementarias deben realizarse siempre antes del estado de panojamiento, preferible dentro de los treinta días desde la emergencia, debido a que en este estadio se determinará el tamaño de la panoja (Díaz-Zorita, 1997). En planteos de secano y para demandas menores a 50-60 kg de N ha⁻¹, Gambaudo (2008) recomienda la aplicación al estado de 5-6 hojas. Cuando las demandas son mayores, debido al bajo contenido inicial de N,

resulta aconsejable fraccionar la dosis: 30-50% a la siembra y el resto al estado de 5-6 hojas. También resulta eficiente el fraccionamiento de la dosis en sistemas bajo riego, en dos o más dosis por la mayor garantía de disponibilidad de agua y mayor rendimiento esperado. El fraccionamiento de la dosis es una estrategia eficiente de aprovechamiento del fertilizante en ambientes con facilidad de pérdidas por lavado, como son los ambientes de San Luis donde predominan suelos arenosos y lluvias concentradas en cortos períodos de tiempo.

3. FERTILIZACIÓN CON P

Las zonas con deficiencias de este elemento han aumentado como consecuencia de la mayor intensidad de uso del suelo (Gambaudo, 2008). Los estudios sobre los niveles de P en suelos de San Luis son escasos, sin embargo para la región sudeste se han reportado valores medios superiores a los umbrales críticos de los principales cultivos (70% de las muestras > 25 ppm, n= 24), atribuibles a un material parental rico en P y a un uso agrícola no tan prolongado (Bongiovanni et al., 2010). Sin embargo, estimaciones de la extracción de los sistemas extensivos agrícolas y ganaderos en la provincia sugieren que en el caso de no realizarse una fertilización adecuada, en el largo plazo se producirá una inevitable declinación productiva a causa de la exportación de nutrientes (Veneciano & Frigerio, 2003).

Debido a su poca movilidad, y a su residualidad, existen diferentes criterios al momento de decidir la dosis de fertilización fosfatada (Ciampitti et al., 2009):

a) Suficiencia: Se aplica la cantidad para satisfacer necesidades inmediatas, se puede sintetizar en el concepto de “fertilizar al cultivo”. Bajo este enfoque se utilizan dosis de fertilizante basados en los análisis de suelo, ya que se requiere el conocimiento del nivel inicial de P, maximizando el retorno económico (Ferrari, 2009). El método de diagnóstico más empleado se basa en los niveles de P disponible (Bray 1). Este método se encuentra calibrado para muestras tomadas en los primeros 20 cm de espesor previo a la siembra del cultivo. De la calibración del método se obtiene la probabilidad de respuesta en función del rango de niveles de P disponible (Tabla 2; Salas & Lovera, 1997).

Esta filosofía se utiliza solamente cuando los

Tabla 2. Probabilidad de respuesta a la fertilización con P en función de los niveles de P disponible presentes en el suelo (0-20 cm) previo a la siembra. Adaptado de Salas & Lovera (1997).

P disponible (ppm)	<5	5-10	10-20	>20
Calificación	Escaso	Poco	Medio	Alto
Probabilidad de respuesta	Muy alta	Alta	Dependiente	Baja

niveles de P disponible (Pd) se encuentran por debajo de niveles críticos (Pd < 10-15 ppm). En general ante esta situación se suelen recomendar dosis de entre 10-20 kg de P ha⁻¹, o se estima la dosis necesaria para alcanzar los niveles críticos. En este último caso se puede utilizar la metodología propuesta por Rubio et al. (2004). Esta metodología asume que no todo el P que aplicamos se encontrará disponible para el cultivo. Es por ello que debe calcularse un factor de corrección. Este factor de corrección (b) en suelos de textura gruesa (< 15% de arcilla) depende fundamentalmente de la cantidad de P disponible presente en el suelo y puede calcularse utilizando las siguientes ecuaciones (Ec. 1, 2):

$$\text{Coeficiente } b = 0,52 + 0,0124 Pd \quad (1)$$

si Pd < 15; si Pd > 15 entonces b = 0,7

$$P \text{ fertilizante (ppm)} = \frac{\text{P umbral (ppm)} - \text{P análisis (ppm)}}{b} \quad (2)$$

Para luego transformar las unidades (ppm a kg ha⁻¹) se necesita conocer la densidad aparente del suelo. En función de ésta se calcula un valor equivalente que sirve para realizar la conversión entre estas unidades. El valor de densidad aparente puede ser estimado utilizando los valores de textura (Tabla 3).

Sin embargo, para lograr mayores niveles de eficacia de esta metodología se necesita una mayor etapa de validación, en especial en ensayos de

campo bajo siembra directa (Ferrari, 2009) y bajo condiciones locales.

b) Reposición: Aplicar el P extraído por el cultivo, reponiendo el P al suelo. La dosis a aplicar surge de realizar una estimación de rendimiento y utilizar los valores de la cantidad de P extraída en grano (Tabla 1).

c) Reposición y construcción: Aplicar el P extraído por el cultivo, más el P destinado a elevar el nivel del nutriente en el suelo.

Estos dos últimos criterios se pueden resumir en “fertilizar el suelo” (Ferrari, 2009).

Un aspecto importante es la ubicación del fertilizante, ya que como mencionamos, éste es un nutriente poco móvil. Para una máxima eficiencia, éste debe ser colocado a la siembra, preferentemente por debajo y al costado de la semilla (Salas & Lovera, 1997), lo suficientemente alejado para no producir efectos fitotóxicos. Los fertilizantes más utilizados son los fosfatos amoniacales y dentro de éstos el fosfato diamónico, que por contar con N sirve como un buen arrancador en sistemas de siembra directa o en suelos con bajos contenidos de N a la siembra.

4. FERTILIZACIÓN CON S

La dinámica del S en el suelo es similar a la del N, ya que la materia orgánica es una de las fuentes principales de este nutriente. No obstante ello, no es

Tabla 3. Valores de densidad aparente estimados a partir del contenido de arena utilizando datos publicados por Kirby et al. (1999), y valor equivalente (VE) de 1 ppm para una profundidad de muestreo de 0,2 m.

Arena (%)	Densidad Aparente (g cm ⁻³)	VE (kg ha ⁻¹ /ppm)
40 – 60	1,2	2,4
60 – 80	1,3	2,6
> 80	1,4	2,8

posible en la práctica realizar un balance entre la oferta y la demanda de este nutriente en forma análoga al del N, debido, entre otros motivos, a la falta de sensibilidad en los métodos de cuantificación de sulfato en el suelo. En general a diferencia de las necesidades de N, los requerimientos de S del sorgo son cubiertos por unos pocos kg ha^{-1} . Por esta razón, en lugar de tratar de determinar la existencia de deficiencias de S generalmente pequeñas, por medio de análisis de suelos, se recomienda aplicar una pequeña cantidad de S (10 kg ha^{-1}), para cultivos creciendo en ambientes predisponentes a la deficiencia de S (Echeverría & Sainz Rozas, 2006). En zonas como el sur de la provincia de Santa Fe y norte de Buenos Aires se han determinado deficiencias y respuestas al agregados de S en los principales cultivos de cosecha (soja, trigo, maíz), en lotes con prolongada historia agrícola, con bajos contenidos de materia orgánica, y preferentemente bajo siembra directa (Echeverría, 2006). Es por ello, que en estos suelos puede encontrarse respuesta en sorgo al agregado de S en dosis de $10\text{-}20 \text{ kg ha}^{-1}$, que en combinación con el agregado de N resultan en eficiencias de $120\text{-}300 \text{ kg grano kg}^{-1} \text{ S}$ (Fontanetto et al., 2010). Sin embargo, en otras regiones, probablemente en suelos que no cumplen con estos requerimientos, no se han observado respuestas al agregado de S y N (Zamora et al., 2009).

5. FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN SORGO FORRAJERO

Los estudios del impacto de la fertilización nitrogenada sobre la calidad forrajera son aún más escasos que los ensayos sobre el rendimiento en grano. Torrecillas & Bertoia (2008) estudiaron el efecto de momentos de aplicación y niveles de fertilización con N en tres híbridos de sorgo forrajeros en un Argiudol Típico de la provincia de Buenos Aires. Ellos encontraron que con dosis crecientes de N (de 0 a 150 kg N ha^{-1}) aumentó la digestibilidad (+2,7%) y el contenido de proteína bruta (+1,6%), y disminuyó el contenido de fibra (-2,2%) y lignina detergente ácido (-0,4%) en forraje, aunque la magnitud de las diferencias fue de escasa importancia práctica. Con respecto a la acumulación total de forraje, encontraron que una dosis de $50 \text{ kg de N ha}^{-1}$ aumentó en promedio el rendimiento comparado con el testigo ($8800 \text{ vs } 10500 \text{ kg MS ha}^{-1}$), siendo también la dosis más eficiente en cuanto al uso de N (34 kg MS kg^{-1}

N), sin diferencias significativas para dosis mayores. Con respecto al momento, estos autores encontraron una mayor respuesta al aplicarlo 10 días post implantación (10d) respecto de una aplicación fraccionada en 10d y en el estado de 6 hojas, sugiriendo que estas diferencias se deberían a que la segunda aplicación se produjo en condiciones de baja humedad edáfica y probablemente a un mayor efecto sobre las estructuras reproductivas al aplicarlo en el momento más tardío. En la localidad de Coronel Dorrego, Zamora et al. (2009) reportaron un incremento de proteína en biomasa aérea de hasta 2,6% y de 2,9% en grano, con dosis de $120 \text{ kg de N ha}^{-1}$ (Figura 2d).

6. ASPECTOS CONDICIONANTES DE LA FERTILIDAD QUÍMICA

6.1. Aspectos ecofisiológicos

Para la expresión de la fertilidad edáfica debe existir una adecuada estructura del cultivo. En caso de poblaciones de plantas no deseadas, por fallas de siembra o ataque de plagas, la reducción en la dosis de N dependerá de la uniformidad en el espaciamiento de las plantas. Si las plantas de sorgo están uniformemente espaciadas en la línea debería utilizarse una dosis normal, en cambio si existen grandes saltos entre plantas, probablemente no existirá compensación por aumento de tamaño de panoja. En este planteo se deberá ser más conservador en cuanto a la decisión de fertilizar (Stevens & Dunn, 2011).

6.2. Aspectos edáficos

Existen factores edáficos que limitan la expresión de la fertilidad química. Estos factores están relacionados con las alteraciones a la fertilidad (acidez, salinidad y alcalinidad), y con la fertilidad física, que determinan la capacidad productiva de un suelo (Rubio et al., 2005). Estos factores fueron abordados con mayor detalle en el capítulo relacionado a condiciones ambientales.

7. CONSIDERACIONES FINALES

- El N y P son los principales nutrientes que pueden condicionar el rendimiento del cultivo de sorgo.

- La respuesta a la fertilización con N es variable en función de la combinación de factores edáficos, ambientales y de niveles de rendimiento. Las dosis asociadas a los máximos rendimientos varían entre 25 y 100 kg de N ha⁻¹, siendo las dosis menores aquellas que mayor eficiencia tienen en el uso del N. En ambientes de alta producción son esperables respuestas con niveles de N (suelo + fertilizante) del orden de los 120-130 kg ha⁻¹.
- Los niveles críticos de P en suelo se encuentran en el orden de 10-15 ppm, por debajo de estos valores es probable la respuesta a la fertilización con P.
- Al momento de fertilizar se deben tener en cuenta factores que condicionan la expresión de la fertilidad química en el suelo, como son las alteraciones en la fertilidad, la fertilidad física y la estructura del cultivo.

8. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Andrade, FH; HE Echeverría; NS González & SA Uhart. 2000. Requerimientos de nutrientes minerales. En: FH Andrade y VO Sadras (Eds), Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. INTA Balcarce-FCA UNMDP. 207 – 234 pp.
- Bongiovanni, MD; R Marzari & M Ron. 2010. Fósforo disponible en suelos agrícolas del sur de Córdoba y sudeste de San Luis. En: Actas del XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Rosario.
- Ciampitti, IA; G Rubio; LI Picote & FO Garcia. 2009. El fósforo en la agricultura: Mejores prácticas de Manejo (MPM). En: FO Garcia & IA Ciampitti (Eds.) Simposio Fertilidad 2009: mejores prácticas de manejo para una mayor eficiencia en la nutrición de cultivos. IPNI. 35-51 pp.
- Díaz – Zorita, M. 1997. Sorgo granífero. En: R Melgar & M Díaz Zorita (Eds.) Fertilización de cultivos y pasturas. 1ra Edición. Editorial Hemisferio Sur & INTA. 111 – 114 pp.
- Echeverría, HE. 2006. Azufre. En: HE Echeverría & FO Garcia (Eds.) Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos. Editorial INTA. 139-160 pp.
- Echeverría, HE & H Sainz Rozas. 2006. Maíz. En: HE Echeverría & FO Garcia (Eds.) Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos. Editorial INTA. 255-282 pp.
- Ferrari, M. 2009. Las MPM para los cultivos y sistemas de producción. Maíz en la región pampeana central. En: FO Garcia & IA Ciampitti (Eds.) Simposio Fertilidad 2009: mejores prácticas de manejo para una mayor eficiencia en la nutrición de cultivos. IPNI. 286-302 pp.
- Fontanetto, H; O Séller; J Albrecht; D Giailevra; C Negro & L Belotti. 2008. Aspectos de manejo y fertilización nitrogenada para el sorgo granífero. Cuadernillo clásico de sorgo. Agromercado 148: 6-10.
- Fontanetto, H; O Keller; L Belloti; C Negro & D Giailevra. 2010. Efecto de diferentes combinaciones de nitrógeno y azufre sobre el cultivo de sorgo granífero (campaña 2008/09). Informaciones Agronómicas 46: 21-23.
- Gambaudo, S. 2008. Fertilización del sorgo granífero. En: R Melgar & M Díaz Zorita (Eds.) Fertilización de cultivos y pasturas. 2da Edición ampliada y actualizada. Editorial Hemisferio Sur & INTA. 237-244 pp.
- Garcia, FO & AA Correndo. 2011. Cálculo de requerimientos nutricionales. Plánilla de cálculo para estimar la absorción y extracción de nutrientes. Disponible en: <http://lacs.ipni.net/article/LACS-1024>, verificado el 10/01/2012.
- Kirby J., R. Kingham & M. Cortes. 2001. Texture, density and hydraulic conductivity of some soils in San Luis province, Argentina. Ci. Suelo (Argentina) 19: 20 – 29.
- Rubio, G; F Gutierrez Boem & M Cabello. 2004. ¿Cuánto fósforo hay que aplicar para alcanzar el umbral crítico de fósforo disponible en el suelo? I. Calculo a partir de propiedades básicas de suelo. Informaciones agronómicas 23: 5 – 8.
- Rubio, G.; R. Alvarez & F. Gutiérrez Boem. 2005. Diagnóstico de la capacidad productiva de los suelos. En: R. Alvarez (Ed) Fertilización de cultivos de grano y pasturas. Diagnóstico y recomendación en la región pampeana. Editorial FAUBA. 3 – 12 pp.
- Salas, P & E Lovera. 1997. Fertilización. En: LM Giorda (Ed.) Sorgo Granifero. Cuaderno de Actualización Técnica 7, EEA Manfredi. Centro Regional Córdoba. INTA. Pp 20-23.
- Stevens, G & D Dunn. 2011. Fertilización de sorgo para grano en poblaciones desuniformes. Disponible en: <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion-Sorgo-Granos-Desuniformes.asp>, verificado el 10 de Enero de 2012.
- Torrecillas, MG & LM Bertoia. 2008. Acumulación y calidad de forraje de híbridos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] con diferentes niveles de fertilización nitrogenada. Revista Argentina de producción animal 28(3): 201-207.
- Vanderlip, RL. 1993. How a sorghum plant develops. Kansas State University. 20 pp.
- Veneciano, JH & KL Frigerio. 2003. Exportación de macronutrientes en sistemas extensivos en San Luis. Informaciones agronómicas 17: 17-22.
- Zamora, M; A Melín & J Massigoge. 2009. Fertilización nitrogenada de sorgo en el sur de Buenos Aires. Cuadernillo clásico de sorgo Agromercado 157: 19-23.
- Zamora, M; A Melín & S Balda. 2010. Efecto de la densidad y fertilización en el cultivo de sorgo. Experiencias en el centro sur de la provincia de Buenos Aires. Cuadernillo clásico de sorgo Agromercado 160: 16-18.
- Zamora, M; A Melín; D Intaschi; N Carrasco & S Balda. 2011. Fertilización de sorgo granífero para el sudeste bonaerense. Cuadernillo clásico de sorgo Agromercado 166: 20-22.

Fertilización nitrogenada en sorgo granífero en Los Molles, San Luis

1. INTRODUCCIÓN

El sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) es el quinto cultivo en importancia entre los cereales del mundo después del trigo, el maíz, el arroz y la cebada. Se adapta a una amplia gama de ambientes y produce grano bajo condiciones desfavorables para la mayoría de los otros cereales. Debido a su resistencia a la sequía, se lo considera como el cultivo más apto para las regiones semiáridas con lluvias erráticas.

Si bien su rendimiento potencial es similar al del maíz (superior a los 16.000 kg/ha), ocurre que generalmente este cultivo es más sembrado en las regiones semiáridas templadas y sub-tropicales, donde las precipitaciones anuales no superan los 500 mm, por lo que su rendimiento real varía entre 600 y 4.000 kg/ha.

La introducción en la Argentina de las primeras semillas híbridas en el año 1957, facilitó la rápida expansión del cultivo en el transcurso de la década del 60. En la campaña agrícola 1970/71 se alcanzó el máximo valor en el área sembrada con 3.121.000 ha y en el ciclo agrícola 1982/83 el récord de producción, con 8.100.000 de toneladas de grano.

El sorgo granífero es por lo tanto un cultivo de gran adaptación a zonas con déficit hídricos frecuentes y variabilidad de suelos, tal cual pueden encontrarse en una amplia y vasta región de la provincia de San Luis, asegurando una mayor estabilidad productiva y económica en los planteos agrícolas en seco.

Las características ambientales de la provincia de San Luis y de la región semiárida circundante posibilitan el cultivo del sorgo granífero con rendimientos cuyo nivel y seguridad no son superados por ningún otro cultivo (Martínez Álvarez, 1991).

El sorgo granífero es un cultivo fundamental en las rotaciones agrícolas, debido al gran volumen de rastrojos que aporta al suelo, una vez cosechado.

Esta incorporación de rastrojos contribuye al aumento de la materia orgánica del suelo, y como consecuencia, al mejoramiento de la fertilidad química y física del mismo.

Estudios realizados por Fontanetto y Keller (1999), han determinado que el sorgo granífero presenta una buena respuesta a la fertilización, y que si el aporte de nutrientes ocurre en los primeros estados de desarrollo, producirá un área foliar suficiente para interceptar la mayor cantidad de radiación incidente y asegurará, de esta manera, una alta eficiencia en su transformación en biomasa.

Según los mencionados autores, la mayor demanda de nutrientes por parte del cultivo, ocurre a partir del estado de cinco hojas desarrolladas (20-30 días posteriores a la emergencia) y hasta los 10 días previos a la floración, período en el cual el cultivo toma aproximadamente el 60-80 % de los nutrientes requeridos.

El Nitrógeno (N) es el nutriente cuya deficiencia es más frecuente en las regiones sorgueras. Su restitución al suelo se puede regular mediante rotaciones con leguminosas y/o con el agregado de fertilizantes. Por otro lado, los suelos de San Luis generalmente presentan bajos contenidos de este nutriente y su mineralización a partir de la materia orgánica del suelo no es suficiente para el normal abastecimiento del cultivo.

La buena provisión de N desde los primeros estadios permitirá al cultivo un buen arraigamiento, rápido crecimiento y una gran área foliar.

Se han observado respuestas casi lineales en siembra directa, obteniéndose mayores producciones con mayores dosis. Con la labranza convencional, la respuesta de rendimientos al agregado de N se produjo con dosis de 40 kg de N/ha solamente (Fontanetto y Keller, 1999).

Estudios posteriores de Zamora et al. (2008), donde se realizaron ensayos de fertilización nitroge-

nada en sorgo granífero, utilizando dosis de 0 a 120 kg/ha de N, en distintas localidades de la provincia de Buenos Aires, determinaron que el rendimiento en grano (RTO) se incrementó linealmente a medida que se aumentaron las dosis de fertilización hasta valores de 75 kg/ha de N, donde se alcanzó el 95% del RTO máximo dentro de cada localidad.

Con el objetivo de analizar la respuesta del RTO del cultivo de sorgo granífero a la aplicación de nitrógeno, bajo condiciones de siembra directa en secano, se llevó a cabo un ensayo en la localidad de Los Molles, provincia de San Luis, durante la campaña agrícola de 2010/11.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se condujo según un diseño de Bloques al Azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. La unidad experimental fue una macroparcela de 8,4 m x 432 m (3.629 m²).

El híbrido utilizado fue AD 73, de ciclo intemedio-largo y alto contenido de taninos en granos, provisto por el semillero Agrosemillas del Sur S.A. La semilla fue tratada previamente con el antídoto Concep III.

El suelo del sitio de ensayo es un Haplustol Entico, de textura franca, correspondiente a la Serie Santa Martina. Los análisis de suelo realizados arrojaron los siguientes resultados: materia orgánica (MO): 2,6%; pH: 7,2; nitrógeno (N) (NO₃ 0-60): 136 kg/ha; fósforo disponible (Pd): 88 kg/ha y azufre (S): 33 kg/ha.

La secuencia anterior de cultivos en el lote fue maíz-soja, realizados en siembra directa. La siembra del ensayo se realizó con un espaciamiento de 0,525 m, el día 5 de diciembre de 2010.

Para el control de malezas, se realizaron tres aplicaciones con distintas combinaciones y dosis de herbicidas: en el barbecho, se aplicó glifosato 42% (3 L/ha) + 2,4D sal amina 96% (0,5 kg/ha) + dicamba 57,8% (0,1 L/ha). En presiembra se aplicó glifosato 42% (3,5 L/ha) + atrazina 90% (1 kg/ha) + piclorán 24% (0,1 L/ha); y en preemergencia, se aplicó glifosato 42% (4 L/ha) + S-metolaclo 96% (1 L/ha) + dicamba 57,8% (0,1 L/ha). Para el control de hormigas y tucuras se aplicó en presiembra, fipronil 20% a razón de 20 cm³/ha.

La fertilización se realizó a la siembra, aplicando el fósforo (P) y el azufre (S) en dosis constantes para todos los tratamiento (6,6 y 3,2 kg/ha, respectivamente) en la línea de siembra y el nitrógeno (N),

aplicado en dosis crecientes de 0, 25, 50 75 y 100 kg/ha, al costado de la línea de siembra, bajo la forma de urea.

Las precipitaciones registradas durante el ciclo del cultivo fueron de 411 mm, mientras que el total acumulado en la campaña agrícola 2010/11 fue de 678,5 mm.

El stand promedio de plantas en la cosecha fue de 6 plantas por metro lineal. La cosecha del ensayo se realizó el 24 de mayo de 2011, en forma mecánica. La humedad de cosecha promedio fue de 12,2%, y el RTO se ajustó a humedad comercial de 15%.

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando ANOVA y las diferencias entre medias se determinaron a través del Test de Tukey ($\alpha=0,05$), utilizando el software del paquete estadístico SAS[®] (SAS Institute Inc., 2009).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se aprecian los rendimientos de los diferentes tratamientos y el testigo. El ANOVA para RTO presentó diferencias significativas ($p<0,01$) entre tratamientos (diferentes niveles de fertilización nitrogenada) con un coeficiente de variación del ensayo del 5,2 % y un RTO promedio del mismo de 9.121 kg/ha.

No se observaron diferencias significativas entre las aplicaciones de 75 y 100 kg/ha de nitrógeno. Estos niveles de fertilización superaron estadísticamente al testigo y a la aplicación de 25 kg/ha de nitrógeno. Estos resultados son coincidentes con los logrados por Zamora et al. (2008) y pareciera ser el

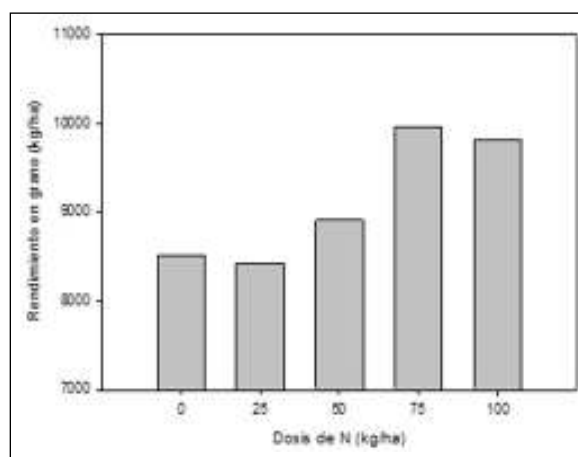


Figura 1. Rendimiento del sorgo granífero en respuesta a la dosis de fertilización nitrogenada en la localidad de Los Molles (San Luis).

techo de la fertilización nitrogenada para el agua disponible por el cultivo durante el ensayo. Posiblemente, con mayores precipitaciones, podrán lograrse mayores rendimientos y diferencias significativas entre las dosis de fertilizantes más elevadas.

Estos resultados demuestran la fuerte dependencia de la respuesta nitrogenada a la disponibilidad de agua durante el ciclo del cultivo.

Por lo tanto, los mejores rendimientos para el cultivo del sorgo granífero son la consecuencia de elegir la combinación más adecuada de varios factores que hacen al manejo del cultivo, entre los cuales la previsión de las precipitaciones o la acumulación de agua en el perfil antes de la siembra y la dosis de fertilizante nitrogenado, juegan un papel protagónico.

4. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Fontanetto, H y O Séller. 1999. Fertilización en sorgo. En: Jornada de intercambio técnico de sorgo. Publicaciones técnicas por cultivo, AAPRESID. 23-31 pp.
 - Martínez Alvarez, D. 1991. Sorgo granífero: apuntes del "II curso de capacitación para productores agropecuarios". INTA San Luis - Universidad Nacional de San Luis. Ciudad de San Luis. Agosto de 1991. 28 pp.
 - SAS Institute Inc. 1999. SAS/STAT® User's Guide, Version 8. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
 - Zamora, M; A Melín y J Massigoge. 2008. Fertilización nitrogenada en sorgo. Resultados campaña 2007-08. AgroBarrow N° 42. Chacra Experimental Agropecuaria (Convenio INTA-MAA): 11-13.
-

Fertilización nitrogenada de sorgo granífero en un suelo con influencia de napa freática en Villa Mercedes, San Luis

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la agricultura ha avanzado en mayor medida en la provincia de San Luis, expandiéndose más hacia el S y el O (Garay & Veneciano, 2005). Sin embargo ante este avance la información sitio específica sobre prácticas de manejo que aumenten la productividad de los cultivos de cosecha es escasa.

El nitrógeno es el nutriente que influye en mayor medida en la productividad del sorgo, siendo necesaria una adecuada nutrición nitrogenada para que este cereal alcance un óptimo crecimiento (Gambaudo, 2008). Asegurar este óptimo crecimiento en ambientes donde el agua es un recurso escaso es una de las claves en la gestión del agua en secano, ya que permite realizar un uso eficiente de la misma (Stewart & Steiner, 1990). Junto con la información de las variables físicas, el asesoramiento en relación a una práctica como la fertilización debe estar orientada a estimar con una dada probabilidad de ocurrencia el retorno económico de la inversión (Alvarez et al., 2005).

El desafío en el manejo de la fertilidad de los suelos es el ajuste permanente en los modelos de diagnóstico y fertilización. Si bien existe información sobre fertilización en otras regiones del país (Fontanetto et al., 2008; Zamora et al., 2010), la extrapolación de resultados podría ser peligrosa debido a la variabilidad en las características edáficas y climáticas de los ambientes en San Luis. Es por ello que los objetivos del siguiente trabajo fueron: a) evaluar el efecto de diferentes dosis de fertilización nitrogenada en el rendimiento en grano y la eficiencia en el uso del agua; y b) estimar la dosis óptima económica.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue realizado en el campo experimental de la EEA INTA San Luis (33° 39'S, 65° 24' W), en Villa Mercedes (San Luis, Argentina). El suelo se clasifica como Haplustol Entico serie Villa Mercedes (INTA & Gobierno de San Luis, 2000). Los tratamientos evaluados fueron dosis de fertilización con N: 0, 25, 50 y 100 kg de N ha⁻¹, utilizando como fuente urea granulada y aplicada al voleo al momento de la siembra. El diseño utilizado fue un cuadrado latino con cuatro repeticiones en parcelas de 28 m². Conjuntamente con el N fueron aplicados 20 kg de P ha⁻¹ para asegurar que este nutriente no fuera limitante.

El híbrido de sorgo utilizado fue el SAC 110 sembrado de 17 de diciembre de 2009, con una densidad de 12 kg ha⁻¹ y un espaciamiento entre hileras de 0,35 m. El sistema de labranza fue siembra directa y el cultivo antecesor fue soja. El rendimiento en grano se determinó por cosecha manual de los dos surcos centrales en estadio de madurez fisiológica, expresando los resultados con 15% de humedad.

La eficiencia en el uso de N (EUN) fue calculada según la Ec. 1, donde R_F es el rendimiento del tratamiento fertilizado, R_T es el rendimiento del testigo y D es la dosis de N utilizada.

$$EUN = \frac{R_F - R_T}{D} \quad (1)$$

La eficiencia en el uso del agua (EUA) fue expresada como la relación entre el rendimiento en grano y el uso consuntivo (UC). UC fue calculado según la Ec. 1 (López & Arrue, 1997).

$$UC = AU_i + PP - AU_f \quad (2)$$

Donde AU_i es el agua útil a la siembra (mm), PP las precipitaciones durante el periodo de ensayo (340 mm), y AUF el agua útil a la cosecha. El contenido de humedad edáfica fue evaluado por gravimetría (Gadner, 1965) en estratos cada 0,2 m hasta la napa freática (1,3-1,4 m). Para expresar el contenido de agua disponible en milímetros se utilizó una densidad aparente de $1,3 \text{ g cm}^{-3}$. El contenido de agua útil para el cultivo (AU , mm) fue calculado según la Ec. 3:

$$AU = H \times (CC - PMP) \quad (3)$$

Donde H es el contenido de humedad (mm), CC es la capacidad de campo (mm) y PMP es el punto de marchitez permanente (mm).

El resultado económico fue calculado utilizando los siguientes valores: Precio del N (Noviembre 2009): \$ $4,3 \text{ kg}^{-1}$ N, precio bruto del Sorgo (Mayo 2010-Rosario): \$ $0,32 \text{ kg}^{-1}$ grano, gastos de comercialización: 21,5 %. La relación de precios (RP) fue calculada de la siguiente manera (Ec. 4):

$$RP = \frac{P_N + i}{P_S + g} \quad (4)$$

Donde, P_N es el precio de N, i es el interés, P_S es el precio bruto del sorgo y g son los gastos de comercialización.

La relación entre los rendimientos y la dosis de fertilizante fue ajustada utilizando la función de Mistcherlich, según la Ec. 5. Esta función representa muy bien la respuesta de las plantas a los nutrientes y otros factores limitantes y es una de las funciones de producción más utilizadas (Steinbach, 2005).

$$Y = A \left[1 - e^{-C(X+B)} \right] \quad (5)$$

La primera derivada de esta ecuación, corresponde a la eficiencia agronómica estimada con el modelo (EAG_M). La Dosis óptima económica (DOE) fue calculada en el valor de N donde $RP = EAG_M$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Rendimiento en grano y eficiencia agronómica

El rendimiento en grano varió entre 4250 y 6650 kg ha^{-1} , con un valor medio de 5427 kg ha^{-1} . Existió un incremento del rendimiento en grano por el agregado del fertilizante, sin diferencias entre dosis

(Figura 1, $P < 0,05$). La respuesta a la fertilización fue de 1190, 1510, 1670 kg ha^{-1} para N_{25} , N_{50} y N_{100} respectivamente. La eficiencia agronómica (EA) fue de 48, 30 y 17 kg grano kg^{-1} N. Estos resultados concuerdan con Zamora et al. (2010), quienes encontraron que dosis de N, entre 30-120 kg ha^{-1} incrementaron los rendimientos entre 1000-3000 kg ha^{-1} con respecto al testigo, resultando en una eficiencia de uso del N aplicado como fertilizante de entre 20-33 kg de grano por cada kg de N aplicado.

3.2. Eficiencia en el uso del agua

La eficiencia en el uso del agua varió entre 11,5 y 16 kg grano mm^{-1} (Figura 2). Estos resultados concuerdan con Stone & Schlegel (2006), quienes encontraron EUA en sorgo entre 12,4-18, 4 kg grano

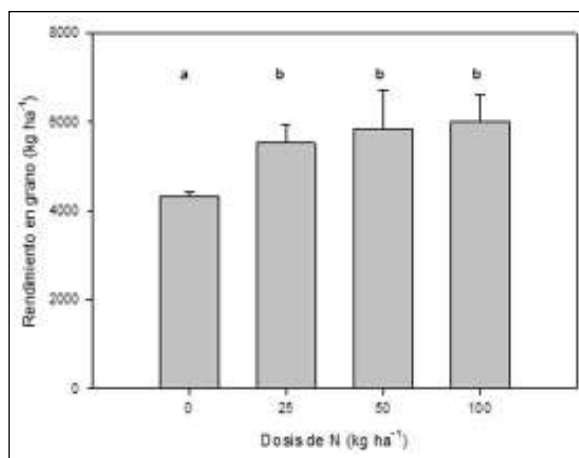


Figura 1. Rendimiento en grano de sorgo en función de dosis crecientes de N. Las barras indican en desvío estándar ($n=4$). Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

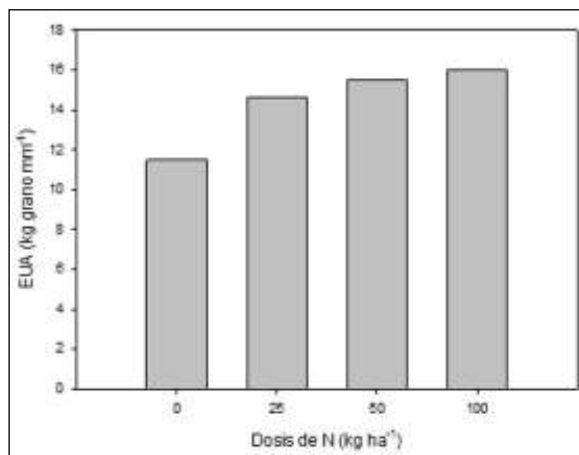


Figura 2. Eficiencia en el uso del agua para la producción de grano de sorgo (EUA) en función de dosis crecientes de N.

mm⁻¹. El incremento EUA a dosis crecientes de fertilización nitrogenada estaría relacionado con un mayor crecimiento del cultivo en etapas tempranas, un mayor desarrollo radicular que le permitiría extraer agua profundidades mayores, un aumento en capacidad fotosintética del cultivo y una reducción del componente evaporación dentro de la evapotranspiración (Dardanelli et al., 2003; Stewart & Steiner, 1990).

3.3. Resultado económico

Con los valores utilizados al momento del ensayo, RP fue igual a 14 kg grano kg⁻¹ N. La figura 3 muestra la curva de producción de grano según el modelo de Mitscherlich y los valores de su primera derivada que corresponden a EAGM. Se observa que el modelo ajustó adecuadamente.

La DOE, o sea el valor de N donde RP=EAGM, fue de aproximadamente 35 kg N ha⁻¹. Esto indica que para los niveles de rendimiento, el contenido de N presentes en el suelo, y para la relación de precios al momento del ensayo, esta fue la dosis en que produjo el máximo retorno económico.

4. CONCLUSIONES

- La fertilización nitrogenada de sorgo incrementó los rendimientos en grano comparados al testigo, pero sin diferencias significativas entre dosis.
- La fertilización nitrogenada aumentó la eficiencia en el uso del agua.
- La dosis óptima económica en función de las características ambientales del ensayo y con una relación de precios de 14 kg grano kg⁻¹ N, fue de aproximadamente 35 kg de N.

5. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Alvarez, R; F Gutierrez Boem & G Rubio. 2005. Recomendación de fertilización. En: R Alvarez (Coor.), Fertilización de cultivos de granos y pasturas. Editorial FAUBA. 37-51 pp.
- Dardanelli, J; D Pollino, ME Otegui & VO Sadras. 2003. Bases funcionales para el manejo del agua en los sistemas de producción de los cultivos de grano. En: E Satorre; RL Benech Arnold; G Slafer; EB de la Fuente; D Miralles; ME Otegui & R Savin (Eds.), Producción de granos. Bases funcionales para su manejo. Editorial FAUBA. 377-441 pp.
- Fontanetto, H; O Séller; J Albrecht; D Giailevra; C Negro & L Belotti. 2008. Aspectos de manejo y fertilización nitro-

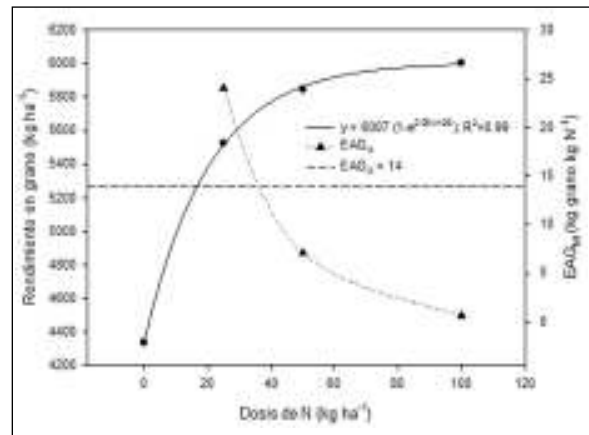


Figura 3. Curva de rendimiento en grano y eficiencia agronómica (EAGM) del cultivo de Sorgo estimada según la ecuación de Mitscherlich en función de dosis crecientes de N.

genada para el sorgo granífero. Cuadernillo clásico de sorgo. Agromercado 148: 6-10.

- Gambaudo, S. 2008. Fertilización del sorgo granífero. En: R Melgar & M Díaz Zorita (Eds.) Fertilización de cultivos y pasturas. 2da Edición ampliada y actualizada. Editorial Hemisferio Sur & INTA. 237-244 pp.
- Garay, J & J Veneciano. 2005. La agricultura de cosecha en San Luis. Información técnica 170. EEA INTA San Luis.
- Gardner, WH. 1965. Water Content. In: CA Black (Ed). Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling. ASA. Madison, WI, USA. 82-127 pp.
- INTA & Gobierno de San Luis. 2000. Carta de Suelos de la República Argentina. Hoja Villa Mercedes. Provincia de San Luis. 196 pp.
- López, MV & J Arrue. 1997. Growth, yield and water use efficiency of winter barley in response to conservation tillage in a semi-arid region of Spain. Soil & Till. Res. 44: 35-54.
- Steinbach, H. 2005. Funciones de producción. En: R Alvarez (Coor.), Fertilización de cultivos de granos y pasturas. Editorial FAUBA. 13-25 pp.
- Stewart, BA & JL Steiner. 1990. Water-Use Efficiency. In: RP Singh, JF Parr & BA Stewart (Eds.), Dryland Agriculture: Strategies for Sustainability. Adv. Soil Sci 13: 151 – 171.
- Stone, LR & AJ Schlegel. 2006. Yield – Water supply relationships of grain sorghum and winter wheat. Agron. J. 98: 1359 – 1366.
- Zamora, M; A Melín & S Balda. 2010. Efecto de la densidad y fertilización en el cultivo de sorgo. Experiencias en el centro sur de la provincia de Buenos Aires. Cuadernillo clásico de sorgo Agromercado 160: 16-18.

Control de malezas y uso de herbicidas en sorgo

1. RELACIÓN CULTIVO-MALEZAS EN SORGO GRANÍFERO

Las sistema malezas gramíneas y latifoliadas constituyen uno de los factores nocivos en los cultivos de sorgo, ocasionando pérdidas en rendimiento que oscilan entre un 30 a 70%, aumentando los gastos de manejo de los potreros destinados a producción y creando problemas en la rotación. En la relación cultivo-malezas es útil considerar varios aspectos.

1.1. Composición de los sistemas

El sorgo es una especie originaria de los trópicos de África y Asia donde crece en suelos y climas cálidos, condiciones ideales para su desarrollo. La tecnología ha permitido la obtención de híbridos que han extendido el área de adaptación del cultivo a regiones donde las temperaturas del suelo suelen ser frías al momento de la siembra. En estas condiciones las plantas de sorgo crecen lentamente por semanas y se crean condiciones ideales para la invasión del sistema malezas. En coincidencia, el sorgo granífero es sembrado en una época cuando emergen normalmente numerosas especies de malezas

anuales. Debido al hecho de que es cultivado frecuentemente bajo condiciones de humedad limitada, para las cuales se lo considera un cultivo apto, las infestaciones de malezas pueden reducir y aún limitar drásticamente los rindes.

La composición del sistema adventicio que interactúa con el cultivo de sorgo granífero es muy variable, dependiendo de las zonas y sistemas de labranza. En los sistemas de cultivo convencionales, la flora de malezas es la típica de los cultivos de verano, en especial malezas de hoja ancha y gramíneas de diversas especies; en sistemas de mínima labranza y labranza cero (Siembra Directa), el sistema malezas es diferente, obligando a un cuidadoso monitoreo del mismo desde prácticamente la cosecha del cultivo anterior en la rotación, evitando la formación de complejos de malezas difíciles de controlar.

1.2. Interacción de los sistemas

Establecer la forma en que los sistemas cultivo-malezas interactúan es esencial para poder implementar luego alternativas y estrategias (momentos e intensidad de intervención) de manejo y control. La interacción de ambos sistemas esta en relación a

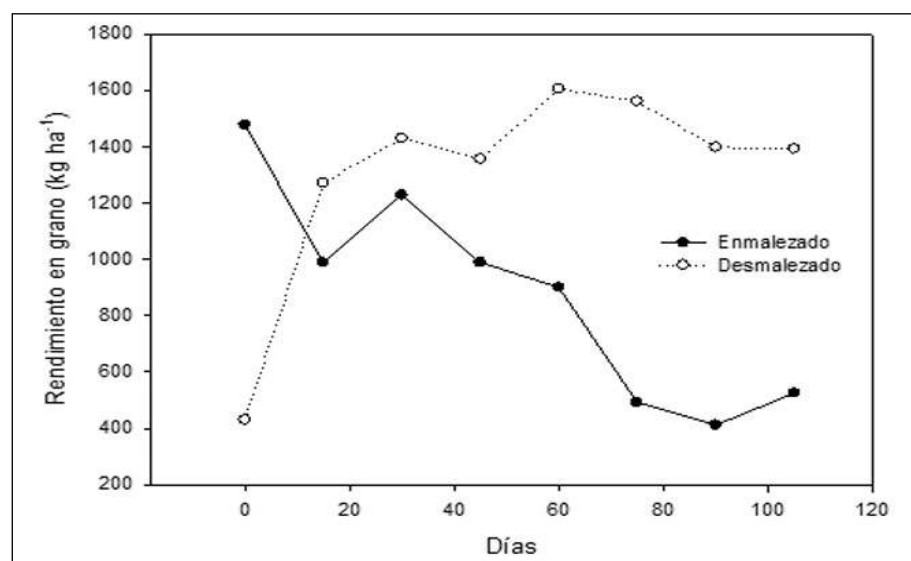


Figura 1. Efecto de la competencia sobre el rendimiento en grano de sorgo. Adaptado de Rodríguez (2006).

como están integrados y al momento en que cada uno ejerce influencia sobre el otro.

En la Figura 1 se muestran distintas alternativas de manejo del sistema malezas y como ello se refleja en los rendimientos del cultivo. Si el cultivo se mantiene enmalezado los primeros 25-30 días desde su nacimiento (en relación a la presión del sistema de malezas) es previsible obtener rendimientos similares a los tratamientos sin malezas, siempre y cuando la intensidad de la intervención en ese momento sea eficaz en el control del sistema malezas. Cultivos enmalezados por períodos superiores a los 20-30 días pierden rendimiento en relación directa a la duración del período de enmalezado. Por otro lado el cultivo necesita para obtener rendimientos similares a los testigos limpios permanecer por lo menos sin malezas 30-40 días desde su nacimiento.

El comportamiento de los sistemas en su habilidad competitiva nos plantea diversos momentos (“ventanas”) de intervención en los sistemas de cultivo convencionales, pero además debemos contemplar otras ventanas si se tratara de intervenciones previas en el barbecho o en sistemas de producción de mínima labranza y siembra directa.

1.3. Métodos de Intervención

En los sistemas convencionales, los herbicidas se emplean en las ventanas de intervención en pre-siembra, preemergencia y postemergencia temprana, utilizando en la realización y mantenimiento del barbecho el laboreo mecánico con rastras y equipos similares. En los sistemas de labranza reducida y siembra directa las diversas ventanas de intervención requieren el empleo de diversas clases de herbicidas, desde herbicidas totales de contacto y mez-

clas de hormonales y otros activos de acción residual. En las Tablas 1 y 2 se consignan distintos tratamientos para el control de malezas en sorgo granífero en sistemas de laboreo convencionales y en siembra directa, mientras que en la Figura 2 se muestra la tolerancia a herbicidas de uso post-emergentes.

2. HERBICIDAS PARA LABRANZA REDUCIDA Y SIEMBRA DIRECTA EN BARBECHOS QUÍMICOS PREVIOS A LA SIEMBRA DE SORGO GRANIFERO

Comentario: Los herbicidas en la Sección siguiente pueden ser usados para reemplazar parte o todas las labores de preparación de suelos previos a la siembra del cultivo de sorgo granífero. Es importante que el suelo esté libre de malezas al sembrar el cultivo. Los tratamientos herbicidas de barbecho y presiembra generalmente no controlan malezas en toda la estación de crecimiento del cultivo. En estos casos los tratamientos deben ser suplementados con tratamientos preemergentes o postemergentes.

3. FITOTOXICIDAD POR ATRAZINA

La fitotoxicidad se puede deber a: dosis excesivas, momento de aplicación inapropiado, cultivares sensibles, mezcla con otros productos, condiciones climáticas adversas, aplicaciones incorrectas por deriva, etc. En general, este tipo de daño no tiene implicancia en los rendimientos, sin embargo, la total recuperación del cultivo puede retardarse por condiciones de estrés hídrico, baja fertilidad, limitaciones de suelo, temperatura, alto grado de enmalezamiento y/o por el momento del ciclo del cultivo en el que el daño fue producido. Por otra parte es importante conocer que existen situaciones de daño, similares a

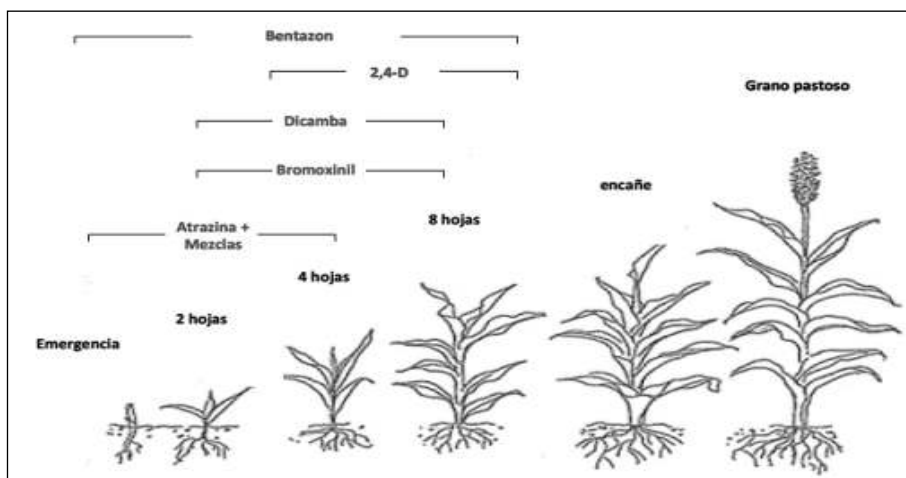


Figura 2. Sorgo granífero: estados y tolerancia a herbicidas de uso post-emergente. Adaptado de Rodríguez (2006).

Tabla 1. Herbicidas para labranzas reducidas y siembra directa. Barbecho químico.

Herbicidas	Dosis Formulado L/ha	Comentarios
Atrazina 50%	2-3	Aplicar en barbechos químicos. Si hay malezas presentes a la aplicación mezclar con paraquat o glifosato, dicamba o 2,4-D con adyuvantes apropiados. Las dosis dependen de la cobertura de rastrojo. La aplicación de atrazina en casos de mucha cobertura de rastrojo que no reciban lluvia luego de la aplicación puede dar lugar a pobres controles de malezas. Seguir directivas de los marbetes.
Atrazina + metolaclor Atrazina + metolaclor-S	2+2 2+0,8-1	Las dosis dependen de la textura del suelo y la cobertura de residuos. Aplicar solamente en potreros que vayan a ser sembrados con sorgo con semilla protegida con antidotos. Puede mezclarse con herbicidas de contacto si existen malezas nacidas en el momento de la aplicación. Pueden aplicarse dosis divididas.
Dicamba	0,1-0,2	Aplicar en los barbechos, pero con precaución antes de la siembra del sorgo. Control de malezas anuales y algunas perennes.
Dicamba + 2,4-D éster o sal amina	0,1-0,15+0,5-0,7	Para el control de alfalfa establecida y malezas anuales; aplicar cuando el rebrote de alfalfa es de 15-20 cm de altura y esta creciendo activamente. Hay más efectividad si se aplica cuando la alfalfa esta brotando en otoño. Si hay escapes de alfalfa, aplicar dosis de dicamba en dosis permitidas en sorgo en forma postemergentes. Aplicar no menos de 15 días antes de la siembra de sorgo.
Glifosato	2-3	Aplicar para controlar malezas anuales y trigo guachos hasta 15 cm de altura-Aplicar formulaciones comerciales con el agregado de adyuvantes o sulfato de amonio en aquellos casos de necesidad por problemas ambientales, tipos de agua, polvo sobre los vegetales o mezclas de productos. Mezclas con 2,4-D o dicamba amplían el espectro de control.
Glifosato + Dicamba	1-2+0,1-0,2	Para el control de cereales guachos y malezas de hoja ancha. Aplicar por lo menos 15 días antes de la siembra del sorgo. Pueden usarse mezclas con atrazina para el control residual de malezas.
Glifosato + 2,4-D éster o sal	1-2+0,3-0,5	Para el control de cereales guachos, cebadillas, y otras malezas. Se pueden mezclar con atrazina para el control residual de malezas.
Paraquat	1,5-2	Es un herbicida no selectivo, no residual, de acción de contacto, para el quemado en presiembra en malezas anuales de 2 a 15 cm de altura. El polvo sobre las plantas reduce la actividad del herbicida, pero las mezclas con atrazina o fertilizantes nitrogenados aumentan la actividad del herbicida. Puede mezclarse con 2,4-D para aumentar espectro o controlar malezas perennes. Usar surfactantes no iónicos cuando se mezcla con atrazina y vehículo fertilizante.
2,4-D Ester	0,3-0,7	Observar períodos de espera antes de la siembra de sorgo porque aplicaciones próximas a la siembra pueden provocar fitotoxicidad al sorgo. Puede mezclarse con glifosato, dicamba y herbicidas residuales.

las aquí descriptas, que pueden no ser explicadas y erróneamente atribuidas a herbicidas.

En suelos franco arenosos, con bajo contenido de materia orgánica, la atrazina suele provocar fitotoxicidad al cultivo. El daño se manifiesta por un raleo de plantas (mortalidad de hasta un 50%) y

menor crecimiento inicial en términos de materia seca. A dosis de 750 g de i.a. ha⁻¹ y con lluvias intensas de hasta 30-40 mm post aplicación, el raleo de plantas podría superar en algunos casos el 70%. La fitotoxicidad de la atrazina está asociada a la ocurrencia de lluvias intensas post aplicación, que pro-

Tabla 2. Herbicidas para control de malezas en sorgo granífero. Tratamientos pre-siembra, preemergencia y postemergencia.

Herbicidas	Dosis Formulado L/ ha	Comentarios
Atrazina 50%	2-3	Controla malezas de hoja ancha y gramínea de semilla pequeña. Tiene actividad parcial sobre gramíneas anuales y de hoja ancha de semilla grande. En siembra convencional puede ser usado como herbicida de pre-siembra incorporado, en preemergencia y postemergencia. En postemergencia debe ser adicionada de aceites no fitotóxicos y puede mezclarse con 2,4-D, bromoxynil, dicamba. En Siembra directa las dosis dependen de la cobertura de rastrojo. La aplicación de atrazina en casos de mucha cobertura de rastrojo que no reciban lluvia luego de la aplicación puede dar lugar a pobres controles de malezas. Seguir directivas de los marbetes. Es un herbicida restringido para usos en sorgo. Puede dañar al cultivo en suelos calcáreos o en suelos con baja materia orgánica (menos 1%).
Atrazina+ Metolaclor	2+2	Aplicar antes, durante o luego de la siembra del sorgo. Puede ser incorporado levemente. Las dosis dependen de la textura del suelo y la cobertura de residuos. Aplicar solamente en potreros que vayan a ser sembrados con sorgo con semilla protegida con antidotos.
Atrazina+ Metolaclor-S	2+0,8-1	
Atrazina+ Penoxalín	1-1,5+1-2	Controla la mayoría de las gramíneas anuales y de hoja ancha de semilla pequeña. Excelente en el control de <i>Cenchrus sp.</i> Aplicar en pre o postemergencia incorporada. Las dosis dependen de la textura del suelo y la cobertura de residuos.
Metolaclor-S	0,6-1,2	Controla la mayoría de las gramíneas anuales y de hoja ancha de semilla pequeña. Aplicar en Pre-siembra incorporada (2,5-5 cm) o en preemergencia. Las dosis dependen de la textura del suelo y la cobertura de residuos. Aplicar solamente en potreros que vayan a ser sembrados con sorgo con semilla protegida con antidotos.
Penoxalín	1,5-2,0	Controla la mayoría de las gramíneas anuales y de hoja ancha de semilla pequeña. Excelente en el control de <i>Cenchrus sp.</i> Aplicar en postemergencia incorporada con un laboreo previo para cubrir raíces adventicias del sorgo antes de la aplicación.
Dicamba	0,1-0,2	Control de malezas anuales y algunas perennes. Se puede mezclar con atrazina con el agregado de aceites no fitotóxicos y otros herbicidas como 2,4-D. Se recomienda su uso entre los 10-25 días de nacido el sorgo o antes que el mismo alcance los 40 cm de altura.
Prosulfuron	0,03	Control de malezas anuales de hoja ancha de semilla pequeña y grande. Aplicar en postemergencia temprana, cultivo 3-5 hojas con malezas en estado de cotiledón hasta 6 hojas.
Halosulfuron	0,1-0,15	Control de malezas anuales de hoja ancha de semilla pequeña y grande. Postemergencia-
2,4-D éster o sal amina	0,5-0,7	Control de malezas anuales y algunas perennes. Se puede mezclar con atrazina con el agregado de aceites no fitotóxicos y otros herbicidas como dicamba. Usar cuando el cultivo tiene más de 10 cm altura hasta 25 cm (emplear luego caños bajada).

vocan la incorporación del producto en el suelo y la permanencia del mismo en la fase soluble. Cuando no se producen lluvias inmediatamente luego de la aplicación, la fitotoxicidad es menor

La concentración máxima de atrazina se alcanza en las especies sorgo granífero y maíz a las 2 semanas de emergencia, siendo esta concentración de dos a tres veces mayor en sorgo granífero que en maíz, debido a una mayor absorción, y por ende

esperar que cause fitotoxicidad, esto sobre todo podría también ocurrir si la condición ambiental es de estrés (por temperatura baja o por muy bajo o muy alto contenido de agua en el suelo).

4. UTILIZACIÓN DE GLIFOSATO Y ATRAZINA

Es frecuente la aparición de síntomas de cierta “incompatibilidad” entre las formulaciones de atra-

zina y glifosato. Dichos síntomas pueden ser:

- a) cierta demora del control final que el glifosato logra sobre las malezas.
- b) una floculación (una mayor concentración) de la atrazina hacia la zona inferior de la mezcla en el tanque de la pulverizadora. Se ha demostrado que la acción más lenta de glifosato en mezcla con atrazina se debe a los inertes de tipo arcilloso que participan en las formulaciones de todos los herbicidas de la familia de las triazinas.

Esos inertes arcillosos pueden adsorber el principio activo del glifosato reduciéndole su capacidad para penetrar en las malezas y translocarse en su interior. Podría compararse ese efecto con el de la materia orgánica o arcilla en suspensión en un agua sucia que se usara para la aplicación de glifosato. En esos casos, el control postemergente de malezas con glifosato puede verse demorado, o hasta disminuido en el caso de las malezas más exigentes en dosis de glifosato.

Solución

- que la mezcla atrazina-glifosato se prepare con la menor anticipación posible al momento de iniciar la aplicación.
- que se respete el siguiente orden para la preparación de la mezcla: agregar la cantidad necesaria de atrazina en la mitad del volumen total, después agregar el glifosato y, por último, completar el tanque con la otra mitad del agua necesaria.
- que se emplee agua limpia y sin problemas de dureza que pudieran complicar, aún más, la acción del glifosato.
- que la mezcla en el tanque se prepare mientras el sistema de retorno del equipo pulverizador esté funcionando.
- que se incremente 25% la dosis de glifosato que se había decidido aplicar según las malezas a controlar.
- que, en ningún caso, se abra la salida de líquido hacia los picos hasta que esté a punto de comenzar la aplicación.
- La acción del retorno de líquido al tanque y hasta el mismo movimiento de la pulverizadora al desplazarse, pueden ser suficientes para mantener la suspensión de la mezcla en condiciones adecuadas, sin que la absorción del floculado

(mayor concentración de partículas de atrazina) desde la parte inferior del tanque llegue a obstruir los picos de la pulverizadora.

- En general, el grado de retención del herbicida aplicado se incrementa con el aumento del volumen o cobertura del rastrojo presente, atrazina es retenida.

5. EFECTO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA EFECTIVIDAD DE HERBICIDAS COMÚNMENTE UTILIZADOS EN SORGO

La importancia del uso de agua limpia y clara es conocida desde hace años en el uso de agroquímicos, pero la importancia del contenido de ciertos minerales en la performance de herbicidas es una materia de reciente reconocimiento (Rodríguez, 2000).

La primera propiedad importante a tener en cuenta para determinar la adaptabilidad del agua para diluir un agroquímico es el total de sólidos disueltos (TSD) lo cual es expresado corrientemente en partes por millón (ppm). Este indicador puede ser estimado determinando la conductividad eléctrica (CE). La CE u otras medidas de TSD es una primera indicación útil de la calidad del agua para usarla en dilución de herbicidas. Si la CE es menor de 0,5 dS m⁻¹ la calidad del agua para uso de herbicidas carece de problemas. En la Figura 3a puede observarse que solamente en pequeñas superficies puede encontrarse agua con esta calidad.

Para interpretaciones referentes al uso de herbicidas, el tipo de minerales disueltos en el agua es la consideración más importante. La dureza es una propiedad del agua que está relacionada a uso doméstico y la tendencia a producir espuma (Figura 3b). El agua dura empleada como vehículo en la aplicación de herbicidas puede afectar adversamente la emulsibilidad y dispersión del herbicida en el vehículo, y en consecuencia su fitotoxicidad. Aguas con una dureza de 600 ppm expresadas como equivalente carbonato de Ca pueden antagonizar completamente 2,4-D sal amina aplicado en dosis de 280 g i.a. ha⁻¹. Sin embargo, el efecto más importante del agua dura radica en que los iones, en especial Ca²⁺, Mg²⁺ y Fe³⁺ reaccionan con las sales de los herbicidas y con algunos surfactantes para formar sales insolubles las cuales precipitan, removiendo el herbicida o surfactante de la solución (casos de glifosato, 2,4-D sal, 2,4-DB sal). El antagonismo de cationes en glifosato ocurre con Fe > Zn > Ca > Mg > Na > K.

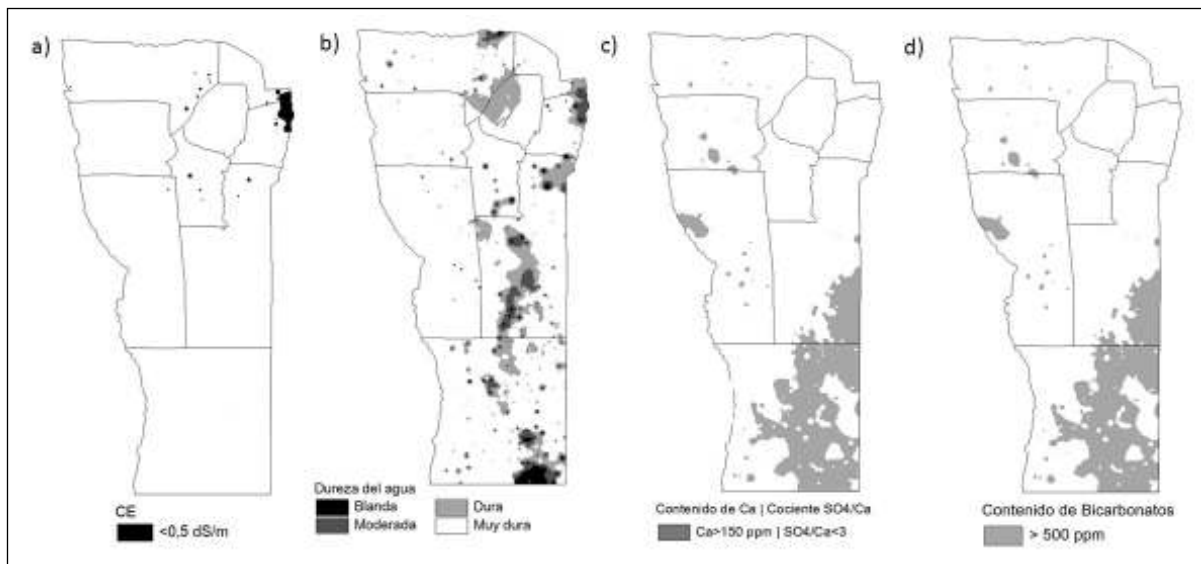


Figura 3. Propiedades químicas del agua subterránea, a) Conductividad eléctrica (CE), b) Dureza, c) Contenido de Calcio mayor a 150 ppm y relación de iones $\text{SO}_4^{2-}/\text{Ca}^{2+}$ menor a 3 ($\text{Ca} > 150 \text{ ppm} \mid \text{SO}_4/\text{Ca} < 3$) y d) contenido de bicarbonato. Elaboración propia con datos de la base de datos de BRS (2000).

El antagonismo de ciertos herbicidas con el ión Ca puede ocurrir a partir de niveles de 150 ppm. Los iones sulfato en el agua han reducido el antagonismo de Ca y Mg, pero la concentración de sulfatos debe ser al menos 3 veces la concentración de Ca^{2+} para superar el antagonismo. De allí que una de las formas de evitar la interferencia sea el agregado de sulfato de amonio (un adjuvante en este caso). En la Figura 3c se observan los sectores donde la concentración de Ca es mayor a 150 ppm y la relación $\text{SO}_4^{2-}/\text{Ca}^{2+}$ es menor a 3 en aguas subterráneas de la provincias.

Los bicarbonatos pueden afectar la performance de ciertas familias de herbicidas, particularmente aquellos de la familia CHD (grupo “dim”), tales como tralkoxydim, setoxydim, cletodim, 2,4-D sal, 2,4-DB sal, sulfonilureas, entre otros. Los mayores problemas parecen surgir de aguas con elevado contenido de bicarbonatos, pero con bajos niveles de otros aniones, como sulfatos y cloruros. Concentraciones tan bajas de bicarbonatos como 500 ppm reducen en ciertas circunstancias la actividad de diversos herbicidas. En la figura 3d se muestran los niveles de bicarbonatos en aguas subterráneas de la provincia donde pueden observarse los altos niveles en el SE de la misma.

En general, el efecto que el pH de la solución tiene sobre los herbicidas está relacionado con aspectos como: la estabilidad (formulados concen-

trados), la vida media y la penetración. Sin embargo, en la mayoría de los herbicidas, la estabilidad es buena, y la vida media adecuada, siempre y cuando se pulverice dentro de 1 o 2 días de preparada la mezcla, y en aquellos herbicidas ácidos débiles formulados como sales (e.g. glifosato) el efecto del pH en la penetración puede ser despreciable. En sí, el efecto del pH no es importante en la fitotoxicidad de herbicidas como glifosato, pero sí lo es indirectamente, ya que $\text{pH} > 7$ están asociados a la presencia de cationes antagonicos.

Distintos productos químicos denominados adjuvantes son empleados para mejorar el efecto de los herbicidas y disminuir el antagonismo de los cationes en las aguas en el uso de herbicidas. Así, ácidos y quelatos han superado el antagonismo del catión calcio sobre glifosato; como así también es marcada la acción de sales de amonio (Sulfato de amonio) para inhibir el antagonismo de cloruros de calcio y bicarbonatos de sodio sobre glifosato, 2,4-D, 2,4-DB, setoxidim, etc., evitando la formación de sales menos efectivas que las originales de la formulación. No existe información aún muy desarrollada que nos indique que adjuvantes pueden incrementar la efectividad herbicida por cambios en su formulación a nuevas formas más fitotóxicas; sin embargo algunas experiencias indican que las sales de amonio (sulfato amonio, UAN) además de evitar la formación de complejos de herbicidas y cationes mejo-

ran la actividad de los activos formando componentes más activos que los originales; estas sales de amonio se ha demostrado que mejoran la actividad de los herbicidas aún sin la existencia de sales antagonistas, especialmente en herbicidas como glifosato, sulfonilureas, acifluorfen, bentazon.

La presencia de sedimentos como arcilla pueden reducir la eficacia de glifosato y la materia orgánica de glifosato y 2,4-D.

Como conclusión es útil señalar que un conocimiento más profundo del antagonismo a agroquímicos por sales que contaminan los vehículos empleados en su pulverización (aguas superficiales o subterráneas) llevará a mejorar su efectividad al tiempo que permitirá evitar peligros de contaminación ambiental por sobreuso.

6. MALEZAS PRESENTES EN EL CULTIVO DE SORGO EN LA PROVINCIA DE SAN LUIS

En el cultivo de sorgo, en nuestra región semiárida, las principales malezas anuales que son difíciles de controlar y ocasionan importantes pérdidas en el rendimiento son: Roseta (*Cenchrus pauciflorus*), Pata de gallina (*Digitaria sanguinalis*), Pasto colorado (*Echinochloa colonum*), Yuyo colorado (*Amaranthus spp*), Rama negra (*Conyza bonariensis*), Olivillo (*Hyalis argentea*) y Paja voladora (*Panicum bergii*).

Hay otras especies de malezas anuales que compiten de manera importante con este cultivo aunque pueden ser controladas eficientemente si se aplican los paquetes tecnológicos adecuados, estas malezas son Quinoa (*Chenopodium spp*), Verdolaga (*Portulaca oleracea*), Morenita (*Kochia scoparia*), Cardo ruso (*Salsola kali*) y otras especies de menor importancia.

En relación a las especies perennes gramíneas:

gramón (*Cynodon dactilon*), sorgo de alepo (*Sorghum halepense*) y cebollín (*Cyperus rotundus*) podemos decir que requieren un control previo en cultivos de soja RR o maíz RR que permitan la aplicación de glifosato en dosis elevadas.

7. CONSIDERACIONES FINALES

- Existen especies de malezas que constituyen un factor negativo de importancia en el rendimiento del cultivo de sorgo, cuando no son eficientemente controladas.
- El sorgo granífero tolera la competencia de malezas hasta los 30 días de producida su emergencia, esta sería la fecha límite de la intervención de control tardío.
- Existen herbicidas eficaces como el Metolaclo y Acetocloro que se pueden utilizar en sorgo que posean la semilla tratada con antidotos.
- La Atrazina en ciertas ocasiones puede provocar fitotoxicidad al cultivo de sorgo.
- La calidad del agua tiene importancia en la efectividad de algunos herbicidas utilizados en Sorgo.

8. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- BRS. 2000. Evaluación de posibilidades físicas y económicas de riego con aguas subterráneas en la provincia de San Luis. 239 pp.
- Rodríguez, N. 2000. Calidad de agua y agroquímicos. Bol. Tec. 68. EEA INTA Anguil. 24 pp.
- Rodríguez, N. 2006. Control de malezas en sorgo granífero. En: Manejo de plagas y tecnología de cultivos en sistemas mixtos de producción. Bol. Tec. 91. EEA INTA Anguil. Ediciones INTA. 19-28 pp.
- UE & DT Villa Mercedes. 2010. Jornada de Capacitación en Malezas y Herbicidas. Informe del taller de presentación de casos. 3 pp.

Insectos en sorgo: identificación y manejo

1. GUSANOS BLANCOS

Los gusanos blancos son un complejo de especies de coleópteros de la familia Scarabeidae, cuyas larvas viven en el suelo y atacan diversos cultivos. Las especies más representativas de este grupo son: *Diloboderus abderus*, *Bothynus sp.*, *Dyscinetus sp.*, *Ligyris sp.*, *Demodema sp.* y *Cyclocephala sp.* Algunas de estas especies pueden dañar las semillas recién incorporadas al suelo o también cuando estas han comenzado a germinar, mientras que otros gusanos blancos solo dañan a las semillas germinadas o raíces de plántulas. La identificación de las especies presentes en el potrero es muy importante ya que no todos los gusanos blancos producen daños de la misma intensidad. La especie más importante es *Diloboderus abderus* conocida comúnmente con el nombre de “bicho torito o bicho candado”. Las larvas de gusanos blancos tienen el cuerpo en forma de “C”, son de color blanco con la cabeza de color marrón rojizo (*Diloboderus*, *Bothynus*) y esta es tan ancha como el cuerpo de la larva. En las demás especies la cabeza es de color marrón claro y es más angosta que el ancho del cuerpo. Las larvas de bicho torito alcanzan una longitud de 5 cm mientras que las de otras especies no sobrepasan los 3,5 cm de longitud. Las larvas poseen tres pares de patas torácicas de color marrón. Los adultos emergen a partir de fines de Octubre e inician su actividad reproductiva. Las hembras colocan sus huevos preferentemente en suelos compactados o no trabajados, en un nido construido a una profundidad de 30-35 cm. Al nacer, las pequeñas larvas se alimentan de materia orgánica y a medida que van creciendo se dirigen hacia los primeros centímetros del suelo donde se alimentan de semillas y raíces. Los gusanos pasan por tres estadios larvales, siendo el último estadio el que produce los mayores daños. Algunos enemigos naturales, como los himenópteros de los géneros *Tiphia* y *Compsomeris*, realizan un efectivo control biológico de gusanos blan-

cos. El moscardón cazador de abejas *Mallophora ruficauda* (Diptera: Asilidae) también es un importante enemigo natural de los gusanos blancos. En años húmedos, hongos del género *Cordyceps* realizan un importante control de larvas de gusanos blancos.

Monitoreo: El muestreo debe realizarse teniendo en cuenta que la densidad de larvas puede variar de acuerdo a la topografía del terreno (mayor cantidad de larvas en los bajos y menor densidad en las lomas) y a la presencia de malezas. En bajas densidades poblacionales las larvas tienden a agruparse, por lo tanto durante el muestreo podemos encontrar lugares con muchas larvas y otros lugares sin larvas. El tamaño de las muestras debe ser de 1/4 m² (50 cm x 50 cm) y 30 cm de profundidad. El número de muestras recomendable es de 10-12 muestras por cada 50 ha. El uso de insecticidas terapicos de semillas es recomendable ante la presencia de bajos niveles poblacionales (10-12 gusanos/m²).

2. GUSANOS ALAMBRE (*Agriotes sp.*, *Conoderus sp.*)

Estos Coleópteros de la familia *Elateridae*, se alimentan de semillas y roen los tallos de las pequeñas plantas de distintos cultivos. El nombre de gusano alambre alude a la forma de las larvas, similar a la de un alambre, miden 2 a 3 cm de largo, son de color marrón-amarillentas, brillantes y con la parte superior de los segmentos esclerotizados (duros), con tres pares de patas. Los adultos, conocidos vulgarmente como “saltapericos”, colocan sus huevos en el suelo y las larvas nacen en primavera y pueden vivir de 4 a 6 años antes de empupar.

3. ASTILO MOTEADO O SIETE DE ORO (*Astylus atromaculatus* Blanch.)

Los adultos presentan el abdomen negro mientras que el tórax y las alas anteriores son amarillos con manchas negras. Las larvas miden de 12 a 15

mm de longitud, son de color marrón rojizo y están cubiertas de pelos largos y sedosos. Viven en el suelo y se alimentan de las semillas y tallos de plántulas de cultivos de verano. La larva se enrosca al ser molestada. Los adultos aparecen en el verano y se alimentan de polen de girasol, maíz, sorgo y otras plantas. Se suelen encontrar sobre las panojas de sorgo en gran cantidad, pero raramente producen daño en los granos que pueden ser roídos en estado pastoso duro.

4. ORUGAS CORTADORAS

Estas orugas pertenecen al orden Lepidópteros, familia Noctuidae, que incluye varias especies plaga, siendo las más importantes para nuestra región el gusano grasiento *Agrotis ypsilon* (Hufnagel), el gusano áspero *Agrotis malefida* Guenée, el gusano pardo *Agrotis gypaetina* (Guenée) y el gusano variado *Peridroma saucia* (Hubner). Las orugas cortadoras son de hábitos nocturnos, alimentándose durante la noche, y de día permanecen ocultas enterradas en el suelo o debajo de residuos vegetales. Son de color gris o pardo de 4-5 cm de largo. Las orugas son muy voraces cortando las plantas a nivel del suelo. Los adultos son mariposas nocturnas que vuelan en el otoño y depositan sus huevos en lotes enmalezados o con rastrojos en superficie, siendo especialmente preferidos los rastrojos de soja y maíz. La siembra directa favorece el ataque de estas especies. Las larvas se desarrollan lentamente durante el invierno y alcanzan su máximo desarrollo en primavera y empupan en el suelo.

Monitoreo: Debido a que estas orugas se encuentran en el lote antes de la siembra del cultivo, se recomienda realizar el monitoreo de las mismas antes de la implantación del cultivo. Para realizar el muestreo se delimitan parcelas de 9 m² (3 m x 3 m) en varios puntos del lote, prestando especial atención a zonas bajas y/o con presencia de malezas. Dentro de cada parcela se distribuye cebo toxico en horas del atardecer y se cuenta el numero de larvas muertas al amanecer de los dos días subsiguientes. El numero de parcelas de observación estimado para un lote de 50 ha es de 8-10 y la cantidad de cebo a dispersar es de 50-60 g por parcela.

Para el control químico de estas orugas se pueden utilizar cebos tóxicos (sólidos o líquidos) y pulverizaciones aéreas o terrestres de insecticidas. El cebo toxico debe ser aplicado al atardecer e inme-

diatamente de preparado. Los cebos sólidos tienen la ventaja de ser de bajo impacto ambiental debido a la baja dosis de insecticida utilizado y la selectividad hacia los insectos benéficos. Como desventaja podemos mencionar que los cebos sólidos son susceptibles al lavado por lluvias, son de acción lenta y no son efectivos cuando la densidad poblacional de orugas es alta. La avispa *Thimebatis sp.* (Hymenoptera: Ichneumonidae) es uno de los controladores biológicos mas importante de orugas cortadoras.

5. PEQUEÑO BARRENADOR (*Elasmopalpus lignosellus* Zeller)

El adulto es una pequeña mariposa de hábitos nocturnos de coloración variable. En el macho las alas anteriores son amarillentas, ocreas o castañas con márgenes grisáceos, y pequeños puntos negros en el centro del ala. Las alas posteriores son hialinas. La hembra presenta en las alas anteriores una coloración negruzca. Las hembras adultas depositan los huevos en el suelo sobre o en las cercanías de los tallos de sus huéspedes. Las larvas comienzan a alimentarse de los tallos bajo la superficie del suelo; construyen un tubo de protección con hilos de seda y granos de tierra en el cual se alojan mientras no se alimentan dentro del tallo de su huésped. Las larvas tienen el cuerpo verdoso o verde azulado con bandas oscuras cada segmento. Cuando son perturbadas tienen movimientos rápidos y saltan. Empupan en el suelo.

Se trata de una plaga errática variando su incidencia sustancialmente de un año a otro. Las condiciones que favorecen los ataques de este insecto son: sistemas con labranza, tiempo caluroso y seco, suelos arenosos y cultivos antecesores cereales para cosecha o cereales como cultivos de cobertura secados químicamente. El monitoreo previo a la siembra es muy difícil ya que los huevos son muy pequeños y se confunden con partículas de suelo. El monitoreo de adultos con trampas de luz, las condiciones ambientales predisponentes y la historia del potrero pueden ser utilizados para detectar en forma temprana los lotes con mayor peligro de ataque. El control químico de esta plaga es muy difícil, ya que la aplicación de insecticidas curasemillas y las pulverizaciones terrestres o aéreas no siempre son efectivas. La aplicación de insecticidas granulados en la línea de siembra junto a la semilla es la mejor opción para controlar este insecto.

6. HORMIGAS

Las hormigas son Himenópteros de la familia *Formicidae*, son insectos sociales que viven en hormigueros donde cultivan hongos sobre los restos vegetales que cortan y acarrear a sus nidos para alimentarse de las fructificaciones del hongo.

La hormiga negra común *Acromirmex lundii* (Guenn) y las hormigas podadoras *Atta* spp. son las especies más dañinas en el cultivo de sorgo. Las hormigas destruyen hojas jóvenes y pueden cortar las plántulas. El control químico de las hormigas puede realizarse mediante el uso de cebos tóxicos (sólidos y/o líquidos), mediante tratamientos individuales de hormigueros o con aplicaciones de cobertura total. El uso de insecticidas terapéuticos de semilla es efectivo cuando las poblaciones de hormigas no son muy altas.

7. BARRENADOR DE LA CAÑA (*Diatraea saccharalis* F.).

El adulto de esta especie es una mariposa nocturna de color pajizo, siendo las hembras más grandes que los machos. Los huevos son depositados en grupo en el envés de las hojas cerca de la nervadura central. *Diatraea* puede completar 2-3 generaciones por año en la región semiárida pampeana. Las larvas de la primera generación se alimentan en las hojas envainadas de distintos huéspedes, como sorgo de alepo, trigo, digitaria, y luego se trasladan a la base donde se introducen y barrenan el tallo. Las larvas de *Diatraea* pueden completar su desarrollo en 25 a 35 días, y luego de dos semanas emerge el adulto para reiniciar el ciclo. Las larvas de la segunda generación, luego del nacimiento, se introducen en las axilas de las hojas afectando los meristemas de crecimiento. Esta generación suele ser la que mayor daño produce en función del estado fenológico del cultivo. En la tercera generación las larvas desarrolladas barrenan la caña hacia abajo y se refugian en el cuello de los tallos, bajo la superficie del suelo, donde pasan los meses de invierno. En primavera se transforman en pupa y posteriormente los adultos emergen a un ritmo que depende de la temperatura y del fotoperíodo. Las galerías que producen las larvas no solo debilitan las cañas sino que también promueven la colonización de hongos que provocan la podredumbre de los tallos. El monitoreo de adultos con trampa de luz o feromonas permite

identificar los picos de población de adultos, lo que indica el momento de comenzar el monitoreo de los lotes. Las aplicaciones de insecticidas deben coincidir con el nacimiento de las larvas, antes que estas penetren en los tallos. Entre los enemigos naturales podemos mencionar a las avispidas *Trichogramma* (parasita huevos), *Apanteles* y *Paratheresia* (parasitan larvas). Chiches del género *Orius*, coccinelidos (vaquitas), crisopas, *Dermapteros* (tijereta) son predadores de huevo y larvas. El hongo *Beauveria basiana* parasita larvas y pupas.

8. ORUGA MILITAR TARDÍA-ORUGA COGOLLERA (*Spodoptera frugiperda* Smith).

La oruga cogollera o militar tardía es una plaga muy importante en maíz y sorgo en siembras tardías. En nuestra área la plaga suele atacar a los verdes durante el otoño pero también puede causar ataques intensos durante el verano a soja, alfalfa y forrajeras. Los adultos son mariposas de hábito nocturno de 17-18 mm de envergadura alar con un tamaño de 40-45 mm de longitud. Las orugas varían de castaño oscuro a verde claro, con dos puntos negros en cada anillo abdominal y dos bandas laterales, una blanca y otra oscura. La cabeza puede ser negra o rojiza y presenta una "Y" invertida que la caracteriza. Las hembras colocan sus huevos en masas de 50-100 en el envés de las hojas inferiores en las plantas preferentemente en gramíneas tanto silvestres como cultivadas. Cada una puede oviponer entre 800 y 1000 huevos. Luego del nacimiento las larvas, de color claro y cabeza negra, comienzan a alimentarse de tejidos vegetales. A los 20-25 días alcanzan su máximo desarrollo, se entierran en el suelo, donde empupan y a los 10-12 días emerge el insecto adulto. En maíz y sorgo se la encuentra en el cogollo pudiendo dañar el primordio apical. En ataques tempranos, en estado de plántula del cultivo, puede actuar como cortadora. Varios insecticidas están registrados para su control. Fallas en los tratamientos de control se deben a aplicaciones tardías con orugas de gran tamaño. Los tratamientos tempranos, con larvas chicas, y la buena calidad de la aplicación aseguran el éxito del control. Esta especie tiene numerosos enemigos entre los cuales podemos mencionar avispidas de los géneros *Ophion*, *Cotesia*, *Apanteles*, moscas del género *Archytas*, varios virus y el hongo *Nomurea rileyi*.

9. PULGÓN VERDE DE LOS CEREALES

(*Schizaphis graminum* Rondani).

En la década del 60 la difusión del cultivo de sorgo granífero creó un agroecosistema estival favorable para la reproducción del pulgón verde, ofreciendo un nuevo nicho ecológico para este insecto.

Es un pequeño insecto de 1,5 a 2 mm de largo, color verde claro con una franja verde oscura en la parte dorsal del abdomen. Las antenas son negras, con los dos primeros antenitos de color amarillento claro. Los cornículos son cortos y cilíndricos. La cauda es piriforme con dos cerdas negras a cada lado. Las patas son amarillas con los tarsos negros. En nuestro país, el pulgón verde de los cereales se reproduce por partenogénesis, es decir, sin la presencia del macho. Las hembras son vivíparas y pueden dar a luz más de 100 ninfas. El periodo ninfal se extiende por 5 a 10 días y el periodo reproductivo puede durar más de 30 días. El aparato bucal es de tipo picador succionador. Los adultos pueden ser ápteros o alados, siendo estos últimos los colonizadores de nuevos cultivos, ya que pueden recorrer grandes distancias ayudados por el viento. En nuestro país se conocen tres biotipos (biotipo 1975, 1976 y 1987), los cuales difieren en el rango de hospedantes y en la época en que alcanzan los picos poblacionales máximos.

Los daños son producidos por la extracción de savia y la inyección de saliva tóxica que destruye los tejidos vegetales produciendo la muerte parcial o total de las hojas según el grado de desarrollo de las mismas y el número de pulgones presentes. En ataques tempranos, las pequeñas plantas del huésped pueden resultar destruidas totalmente. Cuando el cultivo se encuentra más desarrollado las pérdidas ocasionadas por este insecto son variables (25-60 % de disminución del rendimiento) y dependen de las condiciones del cultivo (fertilidad, estado de plantas, etc.) y climáticas (temperatura, precipitaciones). A los daños directos (inyección de toxinas) causados por este pulgón, hay que agregar los daños indirectos que ocasionan debido a la transmisión de importantes virus (virus del enanismo amarillo) e importantes pérdidas por vuelco de las plantas a la madurez. La siembra de híbridos resistentes es recomendable para disminuir la incidencia de esta plaga. Si se siembran híbridos susceptibles se recomienda efectuar tratamientos con insecticidas registrados de acuerdo a los siguientes umbrales:

Estado de plántula 5-10 pulgones/planta y colo-

nias en aumento; estado de panoja embuchada a grano lechoso 2 hojas inferiores muertas (causada por el pulgón) y colonias del insecto en franco aumento. Las labores culturales que favorecen un desarrollo vigoroso del cultivo atenúan los efectos perjudiciales de los pulgones. Aumentando la densidad de siembra se ha observado un número menor de áfidos. Cultivos establecidos en siembra directa son colonizados por un número menor de pulgones comparados con cultivos establecidos en siembra convencional. En nuestra región existen enemigos naturales que efectúan el control biológico eficientemente, limitando el desarrollo de altas poblaciones de esta plaga. Entre los controladores biológicos más importantes podemos mencionar los siguientes: *Hippodamia covergens*, *Eriopis conexa*, *Coccinella ancoralis* (Coleoptera: Coccinellidae); *Chrysopa lanata* (Neuroptera: Chrysopidae); *Baccha clavata*, *Allograpta exotica* (Diptera: Syrphidae); *Aphidius colemani*, *A. ervi*, *A. rhopalosiphii*, *Praon volucre*, *Diaretiella rapae* (Hymenoptera, Aphididae); *Aphelinus asychis*, *A. abdominalis* (Hymenoptera: Aphelinidae).

A esta lista de predadores y parasitoides debe agregarse la acción de ciertos hongos entomopatógenos que, cuando las condiciones ambientales (alta humedad relativa) son favorables, producen importantes epizootias que diezman las poblaciones de pulgones.

10. PULGÓN DEL MAÍZ (*Rhopalosiphum maidis* Fitch)

Pulgón que mide alrededor de 2 mm, cuyo abdomen es de color verde azulado. Las antenas, la cabeza, el tórax y las patas, los sifones y la cauda son de color negro. Este pulgón succiona savia pero no posee saliva tóxica, por lo que los daños que produce son de poca importancia. Se ubica generalmente en el cogollo de las plantas, pero también se puede observar en las panojas donde las excreciones azucaradas pueden promover el crecimiento de hongos (fumagina) que dificultan la cosecha. Son transmisores de algunas enfermedades virósicas, aunque no se ha evaluado el daño que las mismas pueden ocasionar.

El control químico de esta especie no es recomendado por el poco daño que realizan y además por la presencia de colonias de este áfido son fuente de alimento para un gran número de enemigos naturales que controlan otras plagas en el cultivo.

11. TUCURAS

Los sistemas de siembra directa y los últimos años de sequía han permitido incrementar a niveles no deseables la población de tucuras. Las especies del género *Dichroplus*, (*D. elongatus*, *D. punctulatus*) y *Rhammatocerus pictus* entre otras, son las más importantes en nuestra región. Las tucuras ponen sus huevos con preferencia en lugares compactados y sin remoción de suelo. Las posturas eclosionan en la primavera a partir de Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre dependiendo de la especie. Las especies que tienen 2 o más generaciones por año emergen primero, mientras que las de una sola generación finalizan su nacimiento a mediados de Noviembre-principios de Diciembre. Durante los 2 primeros estadios de crecimiento las tucuras permanecen en grupos, y luego comienzan su dispersión. Las especies alcanzan el estado adulto a los 50-60 días luego de pasar por 5 estadios ninfales. A los estadios I y II se los denomina “mosquita” y a los III, IV y V “saltonas”. La segunda generación que transcurre en los meses de verano se desarrolla con mayor rapidez por las altas temperaturas (30-35 días en estado adulto). Los daños más importantes en los cultivos de verano ocurren en la etapa de plántula y planta joven.

12. MOSQUITA DEL SORGO (*Stenodiplosis sorghicola* Coq.).

La mosquita del sorgo es un pequeño insecto de la familia *Cecidomyiidae* (moscas). El cuerpo es de color anaranjado-rojizo, de aspecto frágil y 1,5 mm de largo, las alas son transparentes y con pocas nervaduras. Las hembras poseen un ovipositor alargado que les permite depositar los huevos dentro de la flor del sorgo. La oviposición ocurre durante el periodo de polinización, anteras expuestas (flor abierta). Las larvas que emergen de los huevos son de color rosado-anaranjado y se alimentan del ovario y/o fruto en formación. El ciclo de vida de este insecto se cumple en 14-20 días y la hembra vive

alrededor de 2 días, periodo en el cual puede depositar 80-100 huevos. Esta plaga pasa el invierno en los restos de panojas en forma de larva invernante. La forma de detectar la presencia de la mosquita es a través de la observación directa de las panojas en plena floración, teniendo en cuenta que el periodo de mayor actividad es a media mañana o al atardecer. También puede detectarse el insecto cubriendo las panojas con bolsas plásticas transparentes y sacudiendo fuertemente. Para disminuir el daño provocado por la mosquita se recomienda las siembras tempranas de híbridos con floración pareja (en corto tiempo), híbridos resistentes, control de hospederos naturales (sorgo de alepo). En sistemas con labranza convencional el enterrado de los rastros disminuye las poblaciones en la temporada siguiente. En caso de ser necesario se pueden aplicar insecticidas registrados para su control. El nivel de daño es de 1 mosquita/panoja en híbridos susceptibles y 4 mosquitas/panoja en sorgos resistentes.

13. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Alvarado, L.J. 1983. Daños de insectos de suelo en semillas de plantas cultivadas. INTA, EEA Pergamino. Informe Técnico 180. Pergamino, Buenos Aires. 7 pp.
- Aragon, J. 1985. Bioecología, sistemas de alarma y control de orugas cortadoras en cultivos de girasol, maíz y soja. INTA, EEA Marcos Juárez. Información para Extensión. Serie: Producción Vegetal 5. Marcos Juárez, Córdoba. 11 pp.
- Buntin, G.D. 2012. Grain sorghum insect pests and their management. UGA Cooperative Extension Bulletin 1283. Georgia University.
- Margueritis, A & HFE Rizzo. 1965. Lepidópteros de Interés Agrícola. Orugas, isoca y otras larvas que dañan a los cultivos. Editorial Sudamericana. Buenos Aires. 193 pp.
- Michaud JP, RJ Whitworth & H Davis. 2012. Department of Entomology, Sorghum Insect Management, Kansas State.
- Sloderbeck PE, JP Michaud Robert & J Whitworth. 2007. Sorghum Insect Management. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. MF-742.

Ensayos comparativos de rendimiento

INTRODUCCIÓN

Para la selección adecuada del material a utilizar es necesario disponer de información sobre el comportamiento de los diferentes híbridos en función del ambiente. Es por ello que objetivo de esta sección es reunir la información disponible sobre ensayos comparativos de rendimiento llevados a cabo en el ámbito de la provincia de San Luis.

En la figura 1 se muestra la ubicación de los ensayos y se indica la campaña correspondiente. Cada uno de estos ensayos cuenta con información sobre los autores del mismo*; las condiciones: ambientales, de suelo y de manejo; y un resumen de los principales resultados obtenidos. En la Tabla 1 se muestran los materiales presentes en la suma de todos los ensayos realizados.

Tabla 1. Materiales utilizados en los diferentes ensayos.

Material	Semillero	Material	Semillero	Material	Semillero
8419	Pionner	Esperanza	Don Atilio	Nativo	Caverzasi Ortin
81G29	Pionner	F 1400	Forrattec	Nehuén	Peman
81G67	Pionner	F 1479	Forrattec	Nehuén II	Peman
84G62	Pionner	F 2486	Forrattec	NK 240	Syngenta
ACA 542	ACA	F 3528	Forrattec	NK 255	Syngenta
ACA 546	ACA	F 3585	Forrattec	Nogoya	Don Atilio
ACA 554	ACA	Fotón	Genesis Seeds	Nutrigrain	Advanta
ACA 562	ACA	Fraterizo	Caverzasi Ortin	Nutritop plus	Advanta
ACA 710 BMR	ACA	Futuro	Caverzasi Ortin	Nuseed 310	Nuseed
AD-73 STA	Adsur	Gapp 305	Gapp	Nuseed 319	Nuseed
AD-80 STA	Adsur	Gon 21 T	Genesis Seeds	Orly	Don Atilio
AD-86 SA	Adsur	Gen 310 Niveo 5L	Genesis Seeds	Productor 401	Adsur
AD-91 Sucrol	Adsur	Gen 315 5L-T	Genesis Seeds	PS 101	Peman
AD-Bicolor 875	Adsur	GR 80	Pannar	Rodeo	Caverzasi Ortin
Adv 422	Advanta	Inta Peman	Peman	SAC 110	Agroempresa
Angersor 151 DP	Argenetics	Joward Foos	Nuseed	SAC 600	Agroempresa
Antel	Peman	K5G 41	KWS	Semental	Genesis Seeds
Arroyito	Don Atilio	Kuntur	INTA/Peman	Silage King	Pannar
Candy Graaze	Druetto	Lider 100	Don Atilio	Silero	Peman
Ceres	Don Atilio	Lider 111	Don Atilio	Sugargraze	Advanta
Cosechero DP	Dagro	Lider 130	Don Atilio	Telen	Syngenta
Dayri Master	Druetto	Lider 140	Don Atilio	TOB 30T	Tobin
DK 39 T	Monsanto	Lider 150	Don Atilio	TOB 52 T	Tobin
DK 51	Monsanto	Malón	Argenetics	VDH 302	Advanta
DK 68 T	Monsanto	Máximo	Caverzasi Ortin	VDH 422	Advanta
Don Verdeo 46	Don Atilio	Minu II	Peman	VDH 701	Advanta
Don Verdeo 50	Don Atilio	N 9735	Nidera		
Energía	KWS	N 9738	Nidera		

* Cada autor es responsable por la información suministrada.

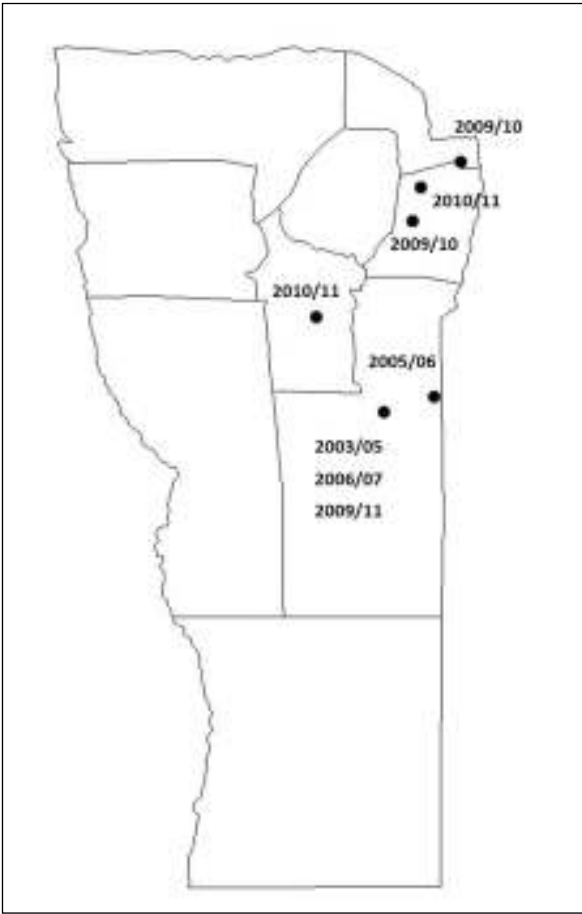


Figura 1. Ubicación y campaña de los distintos ensayos.

Evaluación de cultivares de sorgo granífero y forrajero. Villa Mercedes. Campaña 2003/04

Fecha de siembra: 2 de Diciembre de 2003.

Densidad: 210000 plantas ha⁻¹.

Espaciamiento: 0,7 m.

Fertilización: 150 kg de urea ha⁻¹ en estado de 6-8 hojas desarrolladas.

Aplicaciones: Presiembra-Glifosato 3 L ha⁻¹.

Suelo: Haplustol Entico. Serie Villa Mercedes.

Precipitaciones:

2003				2004		
SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
3	11	14	59	114	121	107

Variables analizadas: Rendimiento en grano (14% de humedad), Peso seco de biomasa aérea en tres momentos de corte: 51, 74 y 103 días después de la siembra (DDS).

Observaciones: Fuerte stress térmico durante Diciembre (temperaturas > 35°C).

	kg MS ha ⁻¹				RR
	1	2	3	Total	
Rodeo	1360	1233	1860	4453	106
Testigo	1076	827	2120	4023	96
Futuro	1686	1213	1300	4102	98
Promedio	1374	1091	1760	4193	100

Tabla 1. Biomasa aérea total y en tres momentos de corte (1= 54 DDS, 2= 74 DDS y 3= 103 DDS). RR= rendimiento relativo del total.

Tabla 2. Rendimiento en grano (RG, 14% de humedad). RR= rendimiento relativo del total.

	RG	RR
	kg ha ⁻¹	
Froterizo	5199	148
Máximo	3773	107
Nativo	2798	80
Testigo	2301	65
Promedio	3518	100

Evaluación de cultivares de sorgo granífero y forrajero. Villa Mercedes. Campaña 2004/05

Fecha de siembra: 15 de Octubre de 2004.

Densidad: 210000 plantas ha⁻¹.

Espaciamiento: 0,7 m.

Fertilización: 70 kg de urea ha⁻¹ a la siembra + 70 kg de urea ha⁻¹ en estado de 8-10 hojas desarrolladas.

Aplicaciones: Presiembra-Glifosato 3 L ha⁻¹ + Cipermetrina a la siembra (0,5 L ha⁻¹).

Suelo: Haplustol Entico. Serie Villa Mercedes.

Precipitaciones:

2004				2005		
SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
0	82	73	59	144	40	99

Variables analizadas: Rendimiento en grano (14% de humedad).

Tabla 1. Rendimiento en grano (RG, 14% de humedad).

RR= rendimiento relativo del total.

	RG	RR
	kg ha ⁻¹	
Froterizo	6588	117
Máximo	5371	95
Nativo	4992	88
Promedio	5650	100

Evaluación de cultivares de sorgo granífero y forrajero. Villa Mercedes. Campaña 2006/07

Fecha de siembra: 30 de Noviembre de 2006.

Densidad: 10 kg ha⁻¹.

Espaciamiento: 0,52 m.

Aplicaciones: Presiembra-Glifosato 3 L ha⁻¹.

Suelo: Haplustol Entico. Serie Villa Mercedes.

Precipitaciones:

2006				2007		
SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
10	52	96	222	166	189	180

Variables analizadas: Rendimiento en grano (14% de humedad).

Tabla 1. Rendimiento en grano (RG, 14% de humedad).

RR= rendimiento relativo del total. DMS = Diferencia mínima significativa (Tukey, P= 0,05).

	RG kg ha ⁻¹	RR
Arroyito	3490	68
Ceres	6032	117
L130	4493	87
L140	6607	128
Promedio	5156	100
DMS	1711	

Evaluación de dos materiales de sorgo. Villa Mercedes. Campaña 2009/2010

Fecha de siembra: 10 de Diciembre de 2009.

Densidad: 10 kg ha⁻¹.

Espaciamiento: 0,52 m.

Aplicaciones: Presiembra-Glifosato 3 L ha⁻¹.

Suelo: Haplustol Entico. Serie Villa Mercedes.

Precipitaciones:

2009				2010		
SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
42	13	10	206	65	105	11

Variables analizadas: Proporción y contenido total de Biomasa Aérea. Momento de corte: Grano Pastoso.

Tabla 1. Proporción y contenido total de Biomasa Aérea.

	NK 255	Silage King
	kg MS ha ⁻¹	
Biomasa Aérea	36360	14508
	%	
Hoja	18	20
Tallo	65	63
Panoja	17	17

Claudio Saenz¹, Mario Funes¹, Juan Cruz Colazo¹, Hugo Bernasconi² y Ricardo Rivarola²

¹ EEA INTA San Luis. ² UE y DT Villa Mercedes

Evaluación de materiales de sorgo. Villa Mercedes. Campaña 2009/2010

Fecha de siembra: 17 de Diciembre de 2009.

Densidad: 10 kg ha⁻¹.

Espaciamiento: 0,52 m.

Fertilización: 35 kg de N ha⁻¹ (Urea/FDA) + 50 kg de FDA ha⁻¹ a la siembra.

Aplicaciones: Presiembra-Glifosato 4 L ha⁻¹.

Suelo: Haplustol Entico. Serie Villa Mercedes.

Precipitaciones: (ver capítulo anterior)

Variables analizadas: Rendimiento en grano (14 % de Humedad) Proporción y contenido total de Biomasa Aérea. Momento de corte: Grano Pastoso.

Cultivo Antecesor: Soja.

Tabla 1. Rendimiento en grano (14% de humedad). RR= rendimiento relativo del total. DMS = Diferencia mínima significativa (Tukey, P= 0,05).

	RG kg ha ⁻¹	RR
F 3528	3530	79
F 3585	4430	99
SAC 110	5580	125
SAC 600	4340	97
Promedio	4470	100
DMS	1953	

	F 3528	F 3585	SAC 110	SAC 600
Biomasa Aérea	14610	11930	13240	13140
	kg MS ha ⁻¹			
	%			
Hoja	45	25	24	46
Tallo	22	20	17	17
Panoja	33	55	59	37

Tabla 2. Proporción y contenido total de Biomasa Aérea.

Evaluación de materiales de sorgo. Villa Mercedes. Campaña 2010/2011

Fecha de siembra: 25 de Noviembre de 2010.

Densidad: 10 kg ha⁻¹.

Espaciamiento: 0,35 m.

Fertilización: 40 kg de N ha⁻¹ + 20 kg de P ha⁻¹.

Aplicaciones: Presiembra-Glifosato 4 L ha⁻¹.

Suelo: Haplustol Entico. Serie Villa Mercedes.

Precipitaciones:

2010				2011		
SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
56	89	74	60	58	101	86

Variables analizadas: Rendimiento en grano (14 % de Humedad) Proporción y contenido total de Biomasa Aérea.

Cultivo Antecesor: Soja.

	Tipo	Hoja	Tallo	Panoja	BA
		%			kg MS ha ⁻¹
Génesis 21T	G	22	27	51	16011
Pionner 8419	G	24	42	34	13383
Syngenta 240	G	23	27	50	24126
Pionner 81G27	G	22	45	33	24046
Syngenta Telen	G	26	40	34	21623
Fornatec 2486	G	22	34	44	20434
Pionner 81G29	G	24	33	43	21743
Adsur 86 [®]	S/G	20	55	25	23000
Adsur productor	F/S	20	75	5	25000
Adsur 80	G/S	22	34	44	28000
Fornatec 1400	S	24	42	34	13383
Fornatec 1479	S	10	70	20	44137
Génesis 315	S	29	47	24	30589
Génesis niveo	S	18	35	47	17526
Génesis fotón	S	21	70	9	26651
Génesis semental	S	24	64	12	15960
Sucrol	S	20	80	0	27406

Tabla 1. Proporción y contenido total de Biomasa Aérea.

Tabla 2. Rendimiento en grano (14% de humedad). RR= rendimiento relativo del total.

	RG	RR
	kg ha ⁻¹	
Syngenta 240	6805	62
81G67	10920	100
Telen	9468	87
F 2486	13554	124
81G29	13714	126
Promedio	10892	100

	Tipo	Hoja	Tallo	Panaja	BA	RR
	%				kg MS ha ⁻¹	
ACA 562		26	36	38	10887	66
AD 86 SA		22	51	27	18911	115
Adsur 80 sta		27	27	46	13724	83
Adsur B6 sa		17	61	22	24858	151
Adsur 91 Sucrol		-	-	-	14111	86
Adsur productor		25	46	29	11400	69
ACA 710 BMR		15	64	21	19728	120
Angersor 15 DP		18	32	50	14560	88
Candy Graze		16	57	27	13813	84
Ceres		24	23	53	14972	91
Dayri Master		14	48	38	8778	53
Don Verdeo 46		23	41	36	16283	99
Don Verdeo 50		24	54	22	19374	118
Energía		22	24	54	11273	68
Forratéc 1400		25	41	34	14028	85
Forratéc 2486		30	36	34	9703	59
Forratéc 1479		15	58	27	17474	106
Fotón		21	67	12	22800	138
Gapp 305		31	32	37	24060	146
Genesis 21t		-	-	-	7733	47
Genesis 315		20	25	55	14098	86
Genesis Niveo		21	37	42	20685	125
Genesis Semental		27	43	30	12033	73
KSG41		21	40	39	18037	109
Kuntur		14	63	23	20533	125
La Esperanza		25	40	35	18949	115
Lider 100		22	27	51	11818	72
Lider 111		31	18	51	15295	93
Lider 130		27	22	51	12052	73
Lider 150		27	10	63	15909	97
Malón		21	37	42	15327	93
Nogoya		22	20	58	16353	99
Nutragrain		20	56	24	20843	126
Nutritop plus		16	76	8	25314	154
Orly		21	26	53	14434	88
Pionner 81G29		28	40	32	14681	89
Pionner 81G67		23	28	49	16277	99
Pionner 8419		-	-	-	7182	44
Inta Peman		21	54	25	25409	154
NK 240		27	34	39	14370	87
Telen		21	34	45	16549	100
VDH 701		16	76	8	28405	172
Promedio					16483	100

Tabla 3. Proporción y contenido total de Biomasa Aérea (BA). RR = Rendimiento relativo.

Ensayo comparativo de rendimiento de sorgo granífero. Vizcacheras. Campaña agrícola 2005/2006

Sitio: Vizcacheras.

Densidad: 8 plantas m⁻¹, a excepción de Joward Foos que fue menor (a cosecha).

Espaciamiento: 0,52 m.

Fertilización: 65 kg de FDA a la siembra.

Aplicaciones: Presiembra-Glifosato (48%) 1,8 L ha⁻¹ + 2,4-D (100%) 0,6 L ha⁻¹.

Suelo: Ustipsamente Típico. Serie Cramer.

Precipitaciones:

2005				2006		
SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
18	51	110	49	146	99	84

Variables analizadas: Rendimiento en grano (14 % de Humedad).

Cultivo Antecesor: Soja.

Tabla 1. Rendimiento en grano (14% de humedad). RR= rendimiento relativo.

	RG kg ha ⁻¹	RR
ACA 542	4365	101
VDH 302	5192	121
N 9735	5077	118
N 9738	4692	109
DK 39 T	4077	95
GR 80	1538	36
P 8419	4038	94
ACA 546	4000	93
P 84G62	5769	134
DK 51	3923	91
ACA 554	3884	90
Joward Foos	7261	169
Promedio	4485	100

Ensayo comparativo de rendimiento de sorgos sileros (Est. Piedra Ancha, Saladillo)

Fecha de Siembra: 26 de Noviembre de 2010.

Densidad: 11,5 kg ha⁻¹.

Espaciamiento: 0,26 m.

Fertilización: 50 kg de FDA ha⁻¹ (siembra) + 140 L de SolMix ha⁻¹ (Estado 6 hojas).

Aplicaciones: Pre-siembra: Glifosato (48%) 2,5 L + 2,4-D 0,4 L ha⁻¹ + Atrazina 2 L ha⁻¹.

Ensilado: 19 de Marzo de 2011.

Precipitaciones:

2010		2011		
NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
131	80	83	110,5	43,5

Suelo: Haplustol Entico. Serie Comandante Granville.

Variables analizadas: Biomasa aérea, % de MS (111 días desde la siembra) y calidad de silaje (107 días desde ensilado): Fibra detergente neutra (FDN), Fibra detergente ácida (FDA), Digestibilidad de la materia seca, ED = Energía digestible y EM = Energía metabolizable.

Tabla 1. Materia verde (MV), rendimiento relativo (RR) y porcentaje de materia seca.

	MV	RR	MS
	kg ha ⁻¹		%
AD- 91 Sucrol	53000	139	24
Orly	49000	128	32
Nogoya	48000	126	33
Sugargraze	47000	123	28
F 2486	47000	123	30
DA Esperanza	43000	113	32
F 1479	43000	113	27
Nehuen	41000	107	29
Silero	39000	102	26
Ceres	37000	97	27
AD-73 ST	37000	97	27
AD- 80 STA	29000	76	28
PS 101	27000	71	30
Nutrigrain	25000	65	25
DP	23000	60	37
F 1400	23000	60	23
Promedio	38188	100	

Material	pH	FDN	FDA	DMS	ED	EM
		%				
AD- 91 Sucrol	3,7	60,96	34,36	62,14	2,73	2,24
Orly	3,8	50,09	24,67	69,68	3,07	2,51
Nogoya	4,1	55,62	28,39	66,78	2,94	2,41
Sugargraze	3,8	58,41	30,61	65,06	2,86	2,35
F 2486	3,9	62,26	34,90	61,72	2,72	2,23
Esperanza	3,9	56,52	27,28	67,65	2,98	2,44
F 1479	3,8	57,98	30,25	65,34	2,87	2,36
Nehuen	4,1	56,97	32,02	63,95	2,81	2,31
Silero	4,3	70,49	40,46	57,38	2,52	2,07
Ceres	3,7	53,78	30,45	65,18	2,87	2,35
AD-73 ST	3,9	54,00	30,31	65,29	2,87	2,36
AD- 80 STA	4,2	57,90	32,27	63,76	2,81	2,30
PS 101	4	53,40	28,40	66,77	2,94	2,41
Nutrigrain	4	59,47	33,23	63,01	2,77	2,27
DP	4,0	64,38	36,22	60,68	2,67	2,19
F 1400	4,3	65,70	37,57	59,63	2,62	2,15

Tabla 2. Parámetros de calidad. FDN = Fibra detergente neutra, FDA = Fibra detergente ácida, DMS = Digestibilidad de la materia seca, ED = Energía digestible y EM = Energía metabolizable.

Evaluación de materiales de sorgo. Concarán. Campaña 2010/2011

Fecha de Siembra: Noviembre de 2010.

Espaciamiento: 0,52 m.

Suelo: Haplustol Entico.

Variables analizadas: Proporción y contenido total de Biomasa Aérea.

	Hoja	Tallo	Panoja	BA	RR
		%		kg MS ha ⁻¹	
Silero INTA	22	55	23	26944	143
Adsur	15	58	27	17863	95
Adv 442	23	41	36	16893	90
Minú II	22	59	19	20677	110
Antel	24	56	20	14779	79
Nehuén II	24	45	31	15674	83
Promedio				18805	100

Tabla 1. Proporción y contenido total de Biomasa Aérea (BA). RR = Rendimiento relativo.

Ensayo comparativo de rendimiento en Los Molles. Campaña 2010/2011

Fecha de Siembra: 28 de Noviembre de 2010.

Densidad: 250000 pl ha⁻¹.

Espaciamiento: 0,52 m.

Fertilización: 25 kg FMA ha⁻¹ + 25 kg urea ha⁻¹.

Precipitaciones:

2010		2011		
NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
149	97	69	116	166

Suelo: Haplustol Entico. Serie Santa Martina.

Variables analizadas: Rendimiento en grano (15% de Humedad).

Tabla 1. Rendimiento en grano (15% de humedad). RR= rendimiento relativo del total.

	RG Kg ha ⁻¹	RR
AD 80	5510	117
DK 80 T	5366	113
Testigo	5124	108
NK 240	4711	100
Telen	2935	62
Promedio	4729	100

Evaluación de sorgos en Establecimiento Don Andrés. Tilarao. Campaña 2009/2010

Fecha de Siembra: 27 de Noviembre de 2009.

Densidad: 18 semilla m⁻¹ lineal.

Espaciamiento: 0,52 m.

Fertilización: 25 kg SFS ha⁻¹.

Aplicaciones: control manual.

Precipitaciones:

2009		2010		
NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
55	155	70	145	96

Suelo: Haplustol Entico. Serie Naschel.

Variables analizadas: Rendimiento en grano (15% de Humedad).

Observaciones: Bajos rendimientos debido a la combinación de fallas de siembra, daño de pájaros y stress hídrico y térmico.

Tabla 1. Rendimiento en grano (15% de humedad). RR= rendimiento relativo del total.

	RG kg ha ⁻¹	RR
AD-73 STA	2329	87
AD-80 STA	3002	112
AD-86 SA	2580	96
AD Bicolor 875	2615	97
NK 240	3095	115
NK 255	3275	122
Nuseed 310	2185	81
Nuseed 319	2733	102
Telen	2765	103
TOB 30T	2565	95
TOB 52T	2792	104
VDH 422	2358	88
Promedio	2691	100

El sorgo en los sistemas ganaderos de San Luis

INTRODUCCIÓN

En las últimas cinco décadas la ganadería de San Luis, con algunas oscilaciones, experimentó un incremento próximo al 80 % en sus existencias bovinas (Figura 1). En buena parte se trató de crecimiento genuino del rodeo y de sus índices de productividad, fruto de la incorporación sostenida de herramientas tecnológicas y de gestión empresarial. Y en parte –sobre todo lo atinente a la última década– como consecuencia del acopio de animales desplazados por el avance agrícola desde regiones ambientalmente más favorecidas. Se alzan ya por entonces voces de advertencia acerca de los riesgos de presionar en demasía sobre sistemas de producción basados en recursos naturales frágiles: la alta frecuencia con que pueden ocurrir sucesos adversos (por ejemplo, periodos de emergencia hídrica como los verificados en las estaciones primaverales de 2003, 2009 y 2011) puede conducir a una drástica pérdida de ese delicado equilibrio, cuyo grado de afectación estará en proporción directa a la rigidez con que se haya planteado cada sistema de producción. En esas condiciones, el ajuste general de la carga termina siendo impuesto por la naturaleza.

En la actualidad la ganadería de San Luis está inmersa en un proceso de profundos cambios, a

consecuencia de la fuerte valorización de la tierra, que exige una intensificación creciente de los planteos ganaderos, única manera de incrementar la producción en un marco de reducción progresiva de la superficie destinada a esta actividad. El escenario de precios y demanda completan un contexto propicio para la innovación en el negocio de la carne, que requiere ser acompañada por herramientas que aporten sostenibilidad al sistema. A nivel predial, la búsqueda de una alta eficiencia en el uso de la tierra impone la necesidad de crecimiento vertical de los planteos ganaderos, y es dentro de este panorama que la práctica del ensilaje adquiere relevancia, al punto que quizá la imagen que mejor ilustre los cambios en curso sea el activo rol que en tan poco tiempo ha asumido el ensilaje de maíz y sorgo en los planteos productivos de la región.

LAS “RAZONES” DEL SORGO

En sistemas ganaderos intensivos (engorde, tambo) la utilización del silaje, fundamentalmente de maíz (*Zea mays* L.), es una práctica ampliamente difundida, habiéndose elegido esta especie por proveer alta producción de materia seca con elevado valor nutritivo. Sin embargo, en regiones con limitaciones edafo-climáticas el maíz suele ser reemplaza-

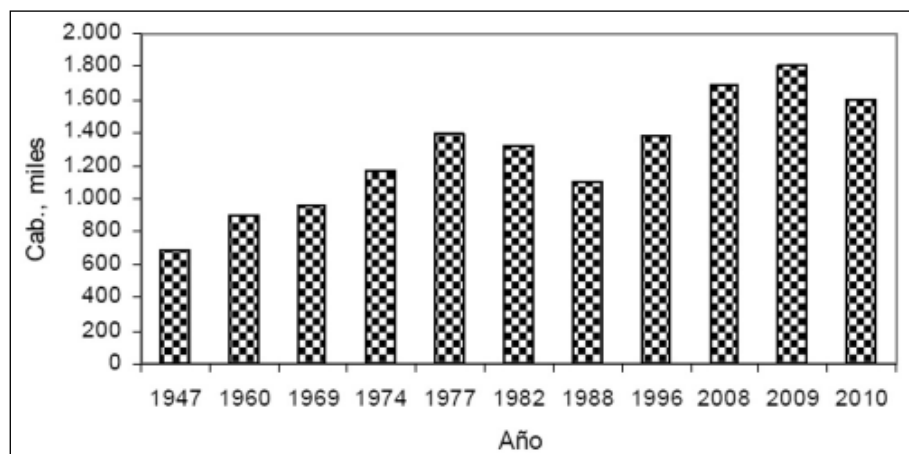


Figura 1. Evolución de las existencias de ganado bovino en la provincia de San Luis.

do por sorgo (*Sorghum spp*), sobre la base de algunas ventajas comparativas que se le atribuyen (Arias et al., 2003), tales como: altos rendimientos de forraje, menor costo de implantación, y mayor estabilidad entre años, particularmente por su mejor comportamiento ante condiciones de sequía: mayor eficiencia en el uso del agua, y mecanismo de latencia que le permite suspender su crecimiento en periodos sin lluvia y con alta temperatura, para reanudarlos cuando la situación se revierte. Adaptado a suelos de limitada fertilidad y con un amplio rango de pH, constituye el cultivo más recomendable para ser ensilado en las condiciones de San Luis. Su integración en un planteo de rotaciones aporta al mismo un balance positivo de carbono (brinda rastrojos de alto rendimiento, de lenta descomposición por su relación C/N), contribuyendo al mantenimiento de la estabilidad estructural y productividad del suelo. Además, su versatilidad hace posible su uso como complemento o incluso como único alimento bajo distintas modalidades: pastoreo directo, cultivo diferido, o reserva (silaje de grano húmedo o de planta entera) (Giorda, 2010). La utilización de sorgos diferidos como reserva forrajera otoño-invernal constituye una herramienta de valor para planteos ganaderos de costos reducidos o con restricciones para implementar la práctica del ensilaje. Junto con el manejo convencional del silaje y el autoconsumo mediante el empleo de jaulas o rejas, la utilización de sorgos diferidos completa una amplia gama de alternativas de uso de reservas de sorgo, de posible aplicación en establecimientos con muy diversas condiciones de escala e infraestructura.

Para que la decisión de incorporar el silaje en un planteo ganadero sea exitosa necesariamente debe ir acompañada de una serie de recaudos: la elección del mejor híbrido (esto es, con alto rendimiento de grano, de maduración uniforme), la implementación de siembra directa y en el marco de un sistema racional de rotación de cultivos, el control eficiente de adversidades biológicas (malezas, insectos, enfermedades) y el adecuado aporte de nutrientes al suelo, particularmente nitrógeno. Se reconoce a la utilización de forraje conservado en forma de silaje las siguientes ventajas (Cattani et al., 2008):

- Altos rindes por unidad de superficie.
- Disponibilidad de alimento voluminoso y muy palatable.
- Inmediato almacenaje después del corte con bajo nivel de pérdidas a campo.

- Cosecha rápida.
- Bajo costo de producción por kg de MS digestible.
- Bajo nivel de pérdidas, siempre y cuando se trabaje de forma apropiada.

La cantidad de materiales disponibles en el mercado es alta y diversa, pero de acuerdo con Giorda (2010) se los puede agrupar como sigue:

- Sorgos graníferos doble propósito (*Sorghum bicolor* (L.) Moench): incluye variedades o híbridos con alta producción de grano y forraje, de ciclo fenológico generalmente largo (más de 70 días a floración), usados comúnmente para ensilar, con escasa capacidad de rebrote. Su altura varía entre 1,5 y 2,5 m y pueden, o no, tener incorporados los caracteres bmr (“nervadura marrón”= contenido de lignina reducido en 5- 50 %) y azúcar en tallo. Los materiales de menor altura pueden emplearse también como cultivo diferido.
- Sorgos forrajeros o tipo Sudán grass (*S. sudanense* (Piper) Stapf): variedades o híbridos de tallo fino, alta foliosidad, con gran capacidad de macollaje y rebrote, y pobre producción de grano, destinados principalmente al pastoreo o bien para henificación. Altura de planta de 1,5- 2,8 m. Pueden tener incorporados los caracteres bmr y azúcar en tallo.
- Híbridos de los dos tipos anteriores, con características diversas (según las líneas de origen). Por lo general con capacidad de macollaje y rebrote, y con la incorporación de los caracteres bmr y/o azúcar en tallo.
- Tipo fotosensitivo: materiales sensibles al fotoperiodo para desencadenar la floración, con estado vegetativo prolongado (si florecen, lo hacen en abril o mayo), que pueden alcanzar hasta 4 m de altura. No aconsejables para silaje (por su escasa o nula producción de grano) ni para heno (por sus características de tallo grueso y abundancia de hoja con lámina ancha y bajo contenido de materia seca). Son especialmente aptos para el pastoreo, ya que su menor capacidad de rebrote respecto de los sorgos tipo Sudán y su aptitud para permanecer en estado vegetativo flexibilizan el momento de ingreso de los animales. Pueden tener alto contenido de azúcares solubles en tallo y el carácter bmr, y elevada capacidad para conservarse verdes (stay-green).

- Tipo azucarado, materiales con aptitud para:
 1. Producción de bioetanol (“alcoholeros”), variedades o híbridos de porte alto, con elevado contenido de azúcar en tallo y baja producción de grano.
 2. Silaje (“sileros”), generalmente híbridos graníferos o doble propósito con alto rendimiento de grano y biomasa, y elevada digestibilidad. Con o sin incorporación del carácter bmr.

UTILIZACIÓN DEL SILAJE DE SORGO EN PRODUCCIÓN DE CARNE BOVINA: LA OPCIÓN DEL AUTOCONSUMO

La principal característica del silaje es su alto potencial de rendimiento de forraje de buena calidad, aspecto que reviste relevancia en la intensificación de los sistemas de producción, ya que uno de sus objetivos es el incremento de la carga animal sin que se resientan las ganancias individuales de peso (De León, 2004). La posibilidad de ser suministrado en épocas de déficit forrajero es otro de sus atributos y justifica, de conformidad con De León y Giménez (2009), su consideración como herramienta estratégica en la planificación forrajera de un sistema de alta producción en vez de su inclusión como reserva de uso ocasional.

El uso de los silajes admite una serie de alternativas, desde su función como suplemento hasta su rol como única fuente de alimento en épocas de restricción forrajera o en planteos de engorde a corral. Para la formulación de raciones sobre la base de silaje es imprescindible, en primer lugar, conocer su valor nutritivo mediante el análisis de al menos las principales variables que lo definen: digestibilidad, proteína, fibra (FDN, FDA), a partir de lo cual podrá planificarse su corrección o complementación. Uno de los componentes siempre deficitario es el contenido proteico del silaje, aspecto que adquiere mayor significación cuando los animales por alimentar son jóvenes. El otro aspecto que puede corregirse es el valor energético, definido básicamente por su contenido de grano.

La incorporación del silaje en un sistema de producción implica disponer de la maquinaria necesaria para su manejo. Si bien existen en el mercado empresas que brindan el servicio de confección de esta reserva, los establecimientos deben luego contar con los implementos necesarios para la extracción, acarreo y distribución del silaje confeccionado

(De León y Giménez, 2009), a lo que deben añadirse la construcción de comederos y el costo adicional de la mano de obra. En este contexto surge la propuesta del autoconsumo, cuyo objetivo es permitir que los animales accedan de forma directa y voluntaria al alimento, minimizando el requerimiento de mano de obra, maquinaria y, en definitiva, dinero. Para una eficaz implementación de esta práctica resultará de utilidad recurrir, entre otros, a fuentes tales como De León y Giménez (2009), Bavera y Peñafort (2006); y Giménez y De León (2012) que detallan el diseño de sus elementos y su manejo. Algunos de los aspectos mencionados por los autores como prioritarios son: la elección del tipo de reja o jaula a utilizar, la decisión respecto del frente de consumo que asegure mínimos tiempos de exposición del alimento, el acostumbramiento de los animales, la protección de la integridad de las bolsas, la adecuación del tiempo de permanencia de los animales en torno a la estructura del silo, el libre acceso de los animales al silaje, la permanente disponibilidad de alimento mediante el avance periódico de la reja, la utilización de una pastura que aporte al balance proteico de las raciones basadas en silaje, y el balanceo de la dieta con concentrados si no se dispone de la pastura apropiada.

El aporte proteico que requiere una dieta balanceada sobre la base de silaje puede realizarse de diversas maneras: pastoreo horario de verdeos de invierno o alfalfa, con tiempos de pastoreo acordes con el aporte de proteína que brinda la pastura y los requerimientos del animal. Si no se dispone de pastura, el aporte de proteína deberá efectuarse a través de algún concentrado en comederos situados próximos al silo.

ALGUNOS PLANTEOS SOBRE LA BASE DE SILAJE DE SORGO

I. Recría-engorde de novillitos en Establecimiento “Piedra Ancha”

En la Tabla 1 se indica la base alimenticia de la recría (Belgrano Rawson et al., 2010). Los terneros son destetados con peso promedio de 140 kg e ingresan en abril a alfalfa, permaneciendo allí hasta fines de mayo. Pasan seguidamente a autoconsumo de silaje de sorgo con pastoreo horario de avena o centeno hasta octubre inclusive, con la expectativa de lograr una ganancia diaria de 0,5 kg.cab⁻¹.

Recursos:	Sup., %	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Alfalfa	62,5	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Silaje de sorgo	12,5						■	■	■	■	■		
Avena o Centeno*	25,0						■	■	■	■	■		
Total	100												

* Pastoreo horario.

Tabla 1. Secuencia forrajera del sistema de recría. Establecimiento Piedra Ancha.

Si el verdeo de invierno resulta afectado por condiciones ambientales muy adversas, tal cual sucediera en los últimos años, se sustituye por una ración energético-proteica (grano de maíz: 0,5 % del peso vivo.cab⁻¹.día⁻¹ + concentrado con 52 % de PB: 150 g.cab⁻¹.día⁻¹).

Un ejemplo real de la performance de novillitos criados bajo estas condiciones se indica en la Figura 2. Se aprecia allí que la evolución del peso vivo durante los primeros 100 días fue baja; en los dos meses siguientes mejoró la respuesta animal, alcanzando un promedio de 490 g.cab⁻¹.día⁻¹ durante la totalidad del período otoño-invernal. Las causas de esta diferencia se atribuyeron al escaso desarrollo del verdeo de invierno y al déficit proteico derivado de ello.

La secuencia de pastoreo a partir de octubre fue: alfalfa-verdeo de verano (maíz) con terminación en corral.

Engorde de novillos a corral: los animales ingresaron a corral en febrero, con un peso promedio de 300 kg.cab⁻¹, y recibieron una ración integrada tal cual se indica en la Tabla 2 (Belgrano Rawson et al., 2010). El propósito era alcanzar un peso individual de terminación de 420-430 kg. Sin embargo, por la falencia señalada más arriba, el peso vivo promedio de venta fue de 384 kg. La ganancia diaria en condiciones de corral (silaje de sorgo + grano de maíz + con-

centrado proteico) fue de 1.355 g.cab⁻¹, mientras que el promedio de todo el período fue de 636 g.cab⁻¹.

II. Recría y engorde de novillos y vaquillonas sobre la base de alfalfa y silaje de sorgo

El sistema se condujo en el Establecimiento “Don Valentín” (Villa Huidobro, Córdoba) en la estación 2010-11. En dicho periodo las lluvias en el SO de Córdoba fueron escasas, haciéndose sentir su efecto en el maíz de siembra temprana y en la soja, cultivos que en algunos sectores sólo alcanzaron rendimientos de indiferencia. Los planteos ganaderos, en cambio, conservaron su estabilidad, contribuyendo a ello el buen comportamiento de las pasturas de alfalfa y la utilización de reservas de forraje de calidad.

En el planteo a que se hace referencia, la base alimenticia estuvo conformada, para cada mes, tal cual se describe en la Tabla 3. El silo de planta entera de

Tabla 2. Ración de engorde para novillos.

Alimento	MS, %		
	Pre-iniciador	Iniciador	Terminador
Maíz	60	70	80
Concentrado	10	10	10
Silaje de sorgo	30	20	10
Total	100	100	100

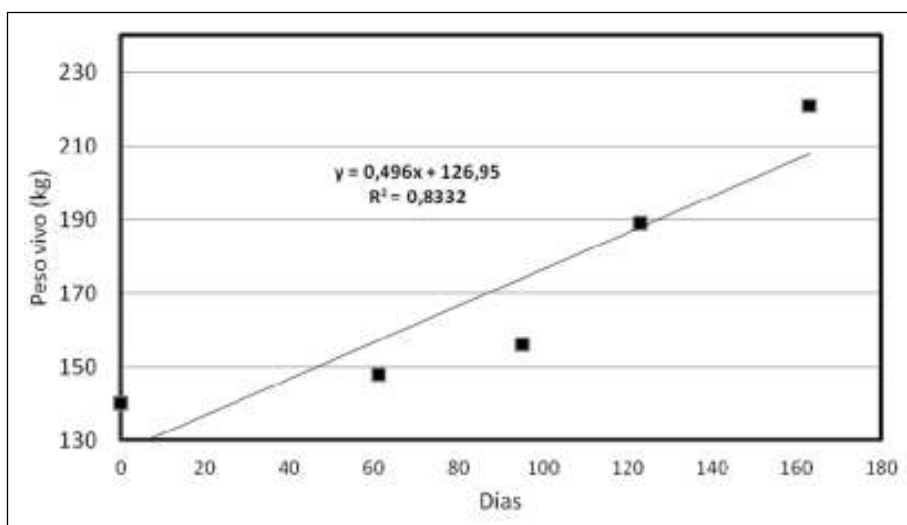


Figura 2. Performance otoño-invernal (18/abril a 1/octubre) de la recría de novillitos en un establecimiento de San Luis.

Ración	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Alfalfa	■	■	■	■								■
Silaje de sorgo ¹ + Heno + Alfalfa p. h. ²					■	■		■	■			
Silaje de sorgo ¹ + Heno + Grano de soja						■						
Alfalfa + e. n. ³										■		

1. Autoconsumo.
2. Pastoreo horario.
3. Encierre nocturno en piquetes con silaje de sorgo.

Tabla 3. Secuencia de uso de pasturas y suplementos, por mes. Est. Don Valentín (Villa Huidobro).

Fecha de pesada	Días acumulados	Ración de procedencia	Peso vivo (kg.cab ⁻¹)		GDPV (g.cab ⁻¹ .día ⁻¹)	
			Nov.	Vaq.	Nov.	Vaq.
10-May-10	*	Alfalfa				
21-May-10	0	Silaje de sorgo autocons.	210	204		
22-Oct-10	154		337	313	825	708
24-Nov-10	187	Alfalfa + e.n. ^o	366	344	879	939
27-Dic-10	220	Alfalfa	391	367	758	697
Productividad kg carne.cab ⁻¹			181	163		
GDPV promedio					822	741

* Fecha de ingreso al piquete de autoconsumo de silaje.
^o Alfalfa + encierre nocturno con silaje de sorgo.

Tabla 4. Evolución y ganancia diaria del peso vivo de novillos y vaquillonas. Est. Don Valentín (Villa Huidobro).

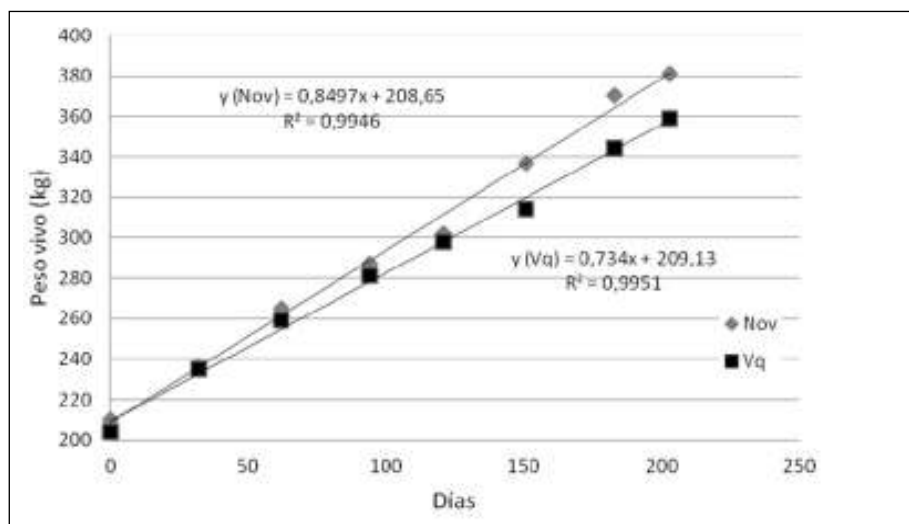


Figura 3. Evolución de novillitos y vaquillonas. Establecimiento Don Valentín.

sorgo se confeccionó con el cv. Nutrigrain, que tiene incorporado el carácter de nevadura marrón, y las determinaciones de laboratorio dieron como resultado los siguientes indicadores de calidad: 35 % MS, 70 % DIVMS, 7,5 % PB, 46 % FDN, 26 % FDA, y EM= 2,89

Mcal.kgMS⁻¹.

Las curvas de evolución se efectuaron a partir de una muestra de cada categoría, hasta fines de diciembre: las vaquillonas se inseminaron y se integraron al plantel de cría; los novillos de la muestra se vendieron

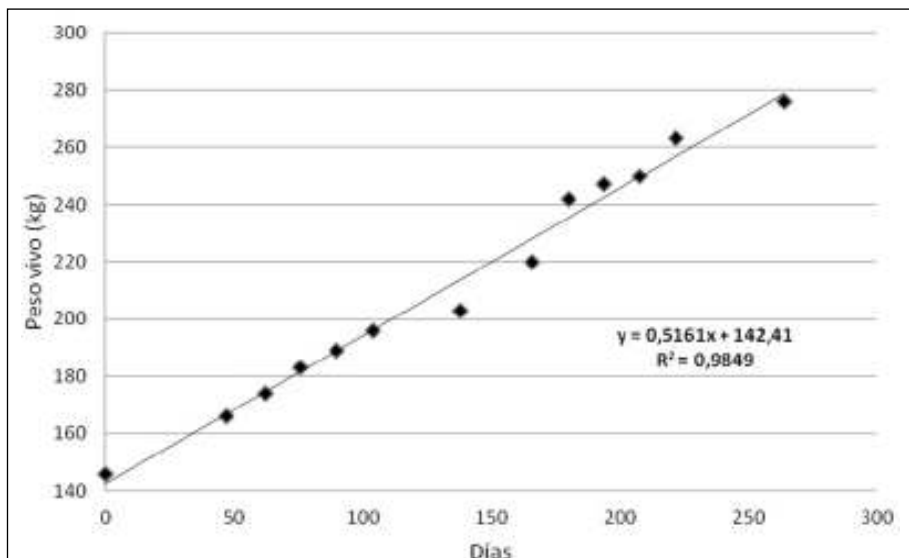


Figura 4. Performance de los novillitos de recría. Establecimiento San José.

a comienzos de enero, continuándose el engorde de los animales restantes en pastoreo de alfalfa hasta febrero. La performance de los animales se indica en la Tabla 4, y su evolución en el tiempo se describe en la Figura 3.

III. Recría de novillitos sobre la base de gramíneas estivales perennes y silaje de sorgo

1. Establecimiento "San José"

La experiencia se condujo en un establecimiento del centro-este provincial (20 km al E de San Luis), sobre un sitio con poca aptitud para el cultivo de alfalfa (napa freática profunda), a partir de un lote de 50 novillitos Hereford con 145 kg de peso vivo promedio al inicio de la experiencia (junio de 2010). En el periodo otoño-invernal la base alimenticia estuvo constituida por silaje de planta entera de sorgo (a discreción, con la modalidad de autoconsumo) en piquete con entrega de suplemento proteico (grano de soja crudo) a razón de 600 g.cab⁻¹.día⁻¹. En la estación primavero-estival los novillitos permanecieron sobre pasto llorón en pastoreo rotativo (manejado con secuencia de 10 días de uso y 20 días de reposo). La recría se extendió por 264 días (5/Junio/2010 a 17/Marzo/2011), con una ganancia de peso vivo promedio de 131 kg (peso final = 276 kg). La ganancia diaria promedio fue de 487 g.cab⁻¹ en otoño-invierno, y 555 g.cab⁻¹ en primavera-verano (Frasinelli, Bonatti y Riedel, INTA-Proy. Ganadero del Este, inéd.). La Figura 4 describe la evolución de los novillitos.

Lo valioso de este planteo es que posibilita la recría en el periodo otoño-invernal prescindiendo del

uso de verdes de invierno, sin detrimento de la performance animal.

2. Formulación teórica de tres planteos de recría de novillitos: análisis comparativo

Los planteos se describen en la Tabla 5 (Frasinelli, Bonatti y Riedel, comunicación personal), con algunos supuestos refrendados por la vasta experiencia institucional del INTA San Luis, y la validación de la respuesta animal, que se indica en la Tabla 6.

Como puede apreciarse, en el periodo otoño-invernal la suplementación proteica con grano de soja crudo (10 % del consumo diario de materia seca) permitió la obtención de ganancias de peso compatibles con un buen manejo de la recría. En la etapa primavero-estival, en cambio, la performance de los novillitos fue inferior a lo esperado, atribuyéndose dicho resultado a razones de manejo. En la experiencia, los animales ingresaron al módulo 90 días más tarde de lo previsto. Un ingreso de los animales al sistema en época normal (ej. inicio de abril) y con un mayor peso inicial (ej. 160 kg) habrían permitido lograr el resultado previsto.

El reemplazo de verdes de invierno (eslabón forrajero de comportamiento incierto en nuestra región) por silaje de sorgo en autoconsumo, suplementado con concentrados proteicos (grano de soja en esta experiencia), permite liberar tierra para la agricultura (M 2), lo cual puede incrementarse muy significativamente mediante la fertilización nitrogenada del pasto llorón (M 3).

Los animales criados ingresan a la etapa final de terminación a corral.

Características	Modelos		
	M 1	M 2	M 3
Alimentación otoño-invierno	Silaje de sorgo		
Superficie asignada (%)	14	19	31
Alimentación primavera-verano	Pasto llorón		
Superficie asignada (%)	60	81	69 (*)
Suplemento energético-proteico	Verdeo inv.	Grano de soja	
Superficie asignada (%)	26		
Superficie del módulo (ha)	152	113	67
Carga (cab.ha ⁻¹)	1,32	1,77	2,98
Productividad de carne (kg.ha ⁻¹ .año ⁻¹)	246	331	558
Superficie disponible para agricultura (ha)		39	85
Producción de grano de soja (rendimiento esperado=2 tn.ha ⁻¹)		78	170
(*) Fertilizado con 45 kgN.ha ⁻¹ .año ⁻¹ .			

Tabla 5. Caracterización de tres modelos teóricos para la cría de 200 novillitos. INTA San Luis.

Tabla 6. Ganancia de peso vivo esperada de novillitos, para los tres módulos. INTA San Luis.

Peso vivo inicial, kg	160
Periodo otoño-invierno, días	210
GDPV, kg.cab ⁻¹ .día ⁻¹	0,500
Peso vivo final, kg	265
Periodo primavera-verano, días	150
GDPV, kg.cab ⁻¹ .día ⁻¹	0,550
Peso vivo final, kg	347

CONSIDERACIONES FINALES

Las regiones extrapampeanas, entre las que se encuentra el territorio de nuestra provincia, poco aptas para la agricultura de cosecha convencional, han acogido en los últimos años parte del ganado desplazado de la zona pampeana, debiendo adaptar para ello su estructura en procura de eficientizar los procesos de producción: la expansión de la agricultura y la intensificación de la ganadería son dos procesos que, aunque diferentes, crecen necesariamente de modo sincronizado. En ese escenario el cultivo de sorgo para silaje constituye una herramienta tecnológica imprescindible, cuyo empleo se expande aceleradamente en buena parte del territorio provincial. De forma paralela crece la necesidad de seguir generando la informa-

ción que contribuya al mejor manejo de esta práctica, sin descuidar los componentes de sostenibilidad física propios de todo sistema de producción.

Aún a riesgo de resultar reiterativos, vale resaltar algunas recomendaciones a tener en cuenta a la hora de incorporar innovaciones en los planteos ganaderos: i) no incrementar el stock de animales sin antes disponer de la base forrajera apropiada, ii) diversificar los planteos productivos para ganar en estabilidad, iii) programar las reservas forrajeras (heno, silo, grano) con suficiente antelación, y iv) intensificar el sistema con criterios sustentables.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Arias, S.; AJ Freddi; O Sánchez & M Arzadún. 2003. Rendimiento de materia seca y composición morfológica de híbridos de sorgo y maíz para silaje de planta entera. Rev. Arg. Prod. Anim. 23 (1): 221-222.
- Bavera, G & CH Peñafort. 2006. Autoconsumo en silos. FAV (UNRC), Cursos Prod. Bovina de carne. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar>.
- Belgrano Rawson, AJ; CA Frasinelli; D Frías; G Schlesinger; JH Veneciano; E Huguenine; MO Funes; C Rossanigo & JL Riedel. 2010. Más tecnología es mejor negocio en la región semiárida. IPCVA, 3ª Jornada a campo: Promoción para la adopción de mejores prácticas ganaderas. Establecimiento "Piedra Ancha" (Saladillo,

San Luis), 4/8/2010. Cartilla técnica.

- Bovinos 2010. INTA-SENASA-RIAN ganadera.
 - Bragachini, M & J Peiretti. 2008. Ganadería: desafíos de intensificación para competir con la agricultura más eficiente del mundo. Crecimiento vertical, ¿intervención del Estado? En: Bragachini, M; Cattani P; Gallardo M & J Peiretti (Eds.), Forrajes conservados de alta calidad y aspectos relacionados al manejo nutricional. INTA PRECOP II, Manual Técnico 6: 1-13.
 - Cattani, P; M Bragachini & J Peiretti. 2008. Forrajes conservados de alta calidad. Fundamentos de la incorporación de los forrajes conservados a los procesos productivos. En: Bragachini, M; Cattani P; Gallardo M & J Peiretti (Eds.), Forrajes conservados de alta calidad y aspectos relacionados al manejo nutricional. INTA PRECOP II, Manual Técnico 6: 25-30.
 - Censo Nacional Agropecuario 1988. Gobierno de la provincia de San Luis, Dir. Gral. Planeamiento, Estadística y Censos. Cuad. de Información estadística 1.
 - De León, M. 2004. Utilización de silajes en producción de carne bovina. INTA, Centro Reg. Córdoba. Proy. Ganadero Regional, Informe Técnico 5.
 - De León, M. 2007. El uso de silajes de sorgo en la intensificación de los sistemas de producción de carne bovina. EEA Manfredi (INTA), Argentina. Disponible en: http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/94-silo_sorgo.pdf.
 - De León, M & R Giménez. 2009. Autoconsumo de silajes mediante la utilización de rejas. Producir XXI, Buenos Aires, 17 (209): 38-45.
 - De León, M; R Giménez & S Ruolo. 2012. Evaluación de la aptitud de diferentes genotipos de sorgo para su utilización como silaje de planta entera. PRECOP, INTA Manfredi: 1º Curso de conservación de forrajes: 45-58.
 - Giménez, R & M De León. 2012. Protocolo de seguimiento y evaluación de autoconsumo de silaje. PRECOP, INTA Manfredi: 1º Curso de conservación de forrajes: 59-62.
 - Giorda, LM. 2010. El cultivo de sorgo granífero y forrajero. INTA Manfredi-UNC. Disponible en: <http://www.peman.com.ar>.
 - Rossanigo, C; A Arano & G Rodríguez Vázquez. 2009. Stock 2009 del Ganado bovino de carne. Mapas de existencias e indicadores ganaderos. Información Técnica 174. INTA-SENASA-RIAN ganadera.
-

Productividad y calidad de sorgos para silaje y diferidos en pie

1. INTRODUCCIÓN

En el E de San Luis la ganadería está inmersa en un proceso de profundos cambios, cuya característica saliente es la intensificación de los planteos de producción. En este contexto, la incorporación de herramientas tales como el silaje a los sistemas productivos requiere ser acompañada de información que haga posible una apropiada toma de decisión, tal como la caracterización productiva de híbridos comerciales. El sorgo, más eficiente en el uso del agua que el maíz y la moha, y con gran adaptación a suelos de limitada fertilidad (Recavarren, 2007; 2008), se destaca en las condiciones de San Luis como cultivo para ensilar. Sin embargo, en planteos ganaderos de costos reducidos o con restricciones para implementar la práctica del ensilaje (esto es, su confección y distribución), la utilización de sorgos diferidos como reserva forrajera otoño-invernal constituye una herramienta de relevancia, sobre todo los híbridos de nervadura marrón. El objetivo del ensayo fue cuantificar la producción de materia seca y composición morfológica de cuatro genotipos de sorgo, cosechados en estado de grano pastoso (momento de recolección para ensilaje), y la calidad del forraje al estado de grano pastoso y como cultivo diferido en pie.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se condujo en el lote 2 del campo experimental del INTA San Luis (33° 39' S, 65° 22' O), con suelo Haplustol Entico, utilizándose 4 híbridos comerciales de sorgo. El diseño empleado fue de parcelas completamente aleatorizadas con tres repeticiones y tratamientos constituidos por los híbridos:

T1: F 1400 BMR (Fornatec), sorgo silero “nervadura marrón”, híbrido bicolor x bicolor, tipo granífero: 24,5 g los 1.000 granos, PG= 90 %,

T2: F 1479 (Fornatec), sorgo silero híbrido bicolor x bicolor, tipo granífero (grano blanco): 34,5 g los 1.000 granos, PG= 83 %,

T3: Semental (Génesis Seeds), sorgo silero azucarado, ciclo largo, porte alto, con regular producción de grano: 21,0 g los 1.000 granos, PG= 73 %,

T4: NK 255 T (Syngenta), sorgo doble propósito (silo/grano), ciclo intermedio, alto contenido de tanino: 32,5 g los 1.000 granos, PG= 70 %.

La siembra se realizó el 16/noviembre/2010, en líneas de 5 m de longitud, distanciadas entre sí a 0,5 m, constituyendo unidades experimentales de 17,5 m² cada una, y utilizando 20 semillas viables/m. La emergencia se verificó el 23/noviembre/2010.

Las parcelas se fertilizaron con 100 kg.ha⁻¹ de fosfato diamónico (18-46-0) a la siembra, agregándose 110 kg de N.ha⁻¹ como urea granulada en la fase de crecimiento vegetativo. El ensayo se mantuvo libre de malezas y plagas durante todo el ciclo de los cultivos.

El muestreo al estado de grano pastoso se efectuó en la 2ª semana de abril, determinándose: porcentaje de peso seco (PS, %), producción de biomasa aérea total, correspondiente a planta entera (PS de PE, kg.ha⁻¹), y composición morfológica de la planta sobre la base del PS de PE: hoja (H), tallo (T) y panoja (Pan), separada a su vez en grano (G) y raquis (Raq). Las muestras se secaron en estufa de aire forzado (64° C, hasta peso constante). El muestreo del cultivo diferido se realizó en la 2ª semana de junio de 2011. Las muestras de ambos momentos se molieron en molino con tamiz de 1 mm de diámetro, determinándose indicadores de calidad forrajera de planta entera (PE) en el LAAR (“Laboratorio de análisis de Alimentos para Rumiantes”, convenio INTA-UNSL PN° 51508). Los análisis realizados fueron: proteína bruta (PB, %= N total x 6,25, mét. semimicro Kjeldahl, Bremner, 1965), fibra detergente neu-

Lluvia (mm)	2010			2011				Total
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	
Estación 2010-11	64,8	46,9	51,6	106,1	84,3	86,2	51,8	491,7
Media histórica (1903-2010)	56,1	75,8	93,6	96,8	77,3	77,4	44,1	521,1
Diferencia	8,7	-28,9	-42,0	9,3	7,0	8,8	7,7	-29,4

Tabla 1. Lluvia precipitada (mm) en la estación de crecimiento 2010-11, discriminada por mes y referida a valores históricos. INTA San Luis.

tro (FDN, %) y fibra detergente ácido (FDA, %) (analyzer de fibra ANKOM 200/220, Ankom Techn., 2004; Van Soest et al., 1966; Van Soest et al., 1991). Se calculó digestibilidad a partir de los valores de FDA: $DMS (\%) = 88,9 - (FDA \times 0,779)$ (Wattiaux, 2001). A partir de DMS y los rendimientos se calculó la materia seca digestible (MSD, kg.ha⁻¹). Se analizó la variancia de los valores obtenidos, comparándose los valores medios por el test de Tukey ($p < 0,05$). Las variables fueron analizadas por el programa estadístico SAS/STATS (SAS, 2003).

3. RESULTADOS

3.1. Productividad

La estación de crecimiento 2010-11 se caracterizó por una restricción pluvial importante en primavera, normalizándose las lluvias en el periodo estival. En la Tabla 1 se indican los valores de precipitación pluvial de la estación de crecimiento y por mes. Una de las aptitudes reconocidas al cultivo de sorgo consiste precisamente en su comportamiento destacado frente a condiciones de reducida humedad.

Respecto de la productividad de forraje de los sorgos evaluados (Tabla 2), se advierte que efectivamente el rendimiento medio de los diferentes participantes (17 tn MS.ha⁻¹) fue aceptable dadas las con-

diciones de restricción hídrica primaveral, y no difirió para ninguna de las variables productivas medidas. La densidad de plantas resultó muy elevada y probablemente haya incidido de forma negativa en el rendimiento de los cultivos.

La composición morfológica porcentual de la planta al estado de grano pastoso se indica en la Tabla 3. Se aprecia que la proporción de Pan en el PS total (PE) osciló entre 34,1 y 39,9 %, valores considerados muy apropiados para conservar el cultivo, puesto que son indicativos de un alto contenido energético y de la provisión de azúcares que garantizan una fermentación apropiada. Debe tenerse presente, no obstante, que para la confección del silaje es deseable un buen craqueado (partido) del grano, que favorece la fermentación e incrementa el tenor de hidratos de carbono solubles. El quebrado o aplastado se favorece a medida que aumenta el tamaño del grano.

El rendimiento del cultivo diferido respecto del estado de grano pastoso se redujo 23,0 (NK 255T), 31,1 (F 1400), 42,3 (Semental) y 43,4 (F 1479) %, respectivamente, afectándose en mayor grado los híbridos de mayor altura. La composición morfológica porcentual de la planta al estado de cultivo diferido se contrastó con la de la planta al estado de grano pastoso (Tabla 4): la proporción relativa de H se incrementó, aunque para F 1479 sin significación

Determinaciones	Participantes			
	F1400	F1479	Semental	NK 255T
Altura total (m)	1,24	1,60	1,53	1,24
P. fresco PE, kg/ha	49.207	54.967	48.807	61.207
PS PE, kg/ha	15.693 a	17.520 a	16.513 a	18.873 a
PS, %	31,9	31,9	33,8	30,8
PS H, kg/ha	4.280 a	4.660 a	3.953 a	5.300 a
PS T, kg/ha	5.187 a	6.813 a	6.373 a	6.207 a
PS G, kg/ha	4.687 a	4.647 a	4.967 a	6.067 a
PS Raq, kg/ha	1.540	1.400	1.220	1.300
PS Pan, kg/ha	6.227 a	6.047 a	6.187 a	7.367 a
Nº tallos/m ²	68	58	53,3	47,3
Nº panojas/m ²	54	46,7	40,7	44,0

Tabla 2. Rendimiento de MS y composición morfológica de 4 híbridos de sorgo al estado de grano pastoso. INTA San Luis.

Componentes	Participantes			
	F1400	F1479	Semental	NK 255T
H	27,3 a	27,4 a	24,0 a	28,5 a
T	32,8 a	38,4 a	38,3 a	32,2 a
G	30,0 a	26,1 a	28,0 a	32,2 a
Pan	39,9 a	34,1 a	38,4 a	39,3 a

Tabla 3. Composición morfológica (%) de 4 híbridos de sorgo al estado de grano pastoso. INTA San Luis.

Componentes	Momento	Participantes			
		F1400	F1479	Semental	NK 255T
Hoja	Gr. Pastoso	27,3 b	27,4 a	24,0 b	28,5 b
	Diferido	30,2 a	33,2 a	39,8 a	35,8 a
Tallo	Gr. Pastoso	32,8 a	38,4 a	38,3 a	32,2 a
	Diferido	26,1 a	40,4 a	29,8 a	19,9 b
Panoja	Gr. Pastoso	39,9 a	34,1 a	38,4 a	39,3 a
	Diferido	43,7 a	26,4 a	30,4 a	44,4 a

Tabla 4. Composición morfológica (%) de 4 híbridos de sorgo en dos estados del cultivo: grano pastoso y diferido. INTA San Luis.

estadística, con reducción del PS del T, que sólo fue significativa para NK 255T. La participación relativa de la Pan en el PS total (PE) no difirió significativamente, conservándose dentro del orden de valores apropiados para la alimentación de bovinos.

3.2. Calidad

Las determinaciones de calidad de los híbridos participantes en estado de grano pastoso se indican en la Tabla 5, junto con el rendimiento de MSD. Se aprecia que las diferencias registradas entre híbridos no tuvieron significación estadística. Corresponde destacar el valor comparativo de las determinaciones efectuadas, en particular la de DMS, estimada –por razones de tiempo y costos- a partir de FDA, y con valores más altos que los citados por la bibliografía.

En la Tabla 6 se han registrado indicadores de calidad de los híbridos participantes al estado de cultivo diferido. Sólo se registraron valores superiores de DMS y FDA del híbrido NK 255T respecto de F 1479, y de Semental respecto de F 1479 en PB. Como era de esperar, con relación al estado de grano pastoso se registró un incremento de las fracciones fibrosas (FDN y FDA) y disminuyó DMS, alcanzando, las primeras, valores que pueden restringir el consumo de la MS de H (senescente) seleccionada por el animal. Debe señalarse, sin embargo, que estos valores conllevan cierta sobrestimación en comparación con el pastoreo de sorgo diferido, que lleva implícita una pérdida apreciable de grano (componente de mayor calidad de la planta), no roto por la masticación y poco afectado y degradado en su paso por el tracto digestivo.

Tratamiento	MSD kg.ha ⁻¹	DMS %	EM Mcal.kgMS ⁻¹	PB %	FDN %	FDA %
F 1400 BMR	11.005 a	70,11 a	2,39 a	8,1 a	48,82 a	24,11 a
F 1479	12.184 a	69,80 a	2,38 a	7,0 a	49,40 a	24,52 a
Semental	11.342 a	68,60 a	2,34 a	7,8 a	50,18 a	26,05 a
NK 255 T	13.103 a	69,51 a	2,37 a	7,2 a	50,43 a	24,89 a

Tabla 5. Rendimientos de MS digestible y composición química de 4 híbridos de sorgo al estado de grano pastoso. INTA San Luis.

Tratamiento	DMS %	EM Mcal.kgMS ⁻¹	PB %	FDN %	FDA %
F 1400 BMR	64,14 ab	2,20 a	7,5 ab	65,23 a	31,78 ab
F 1479	61,49 b	2,14 a	6,2 b	70,70 a	35,19 a
Semental	62,74 ab	2,16 a	7,9 a	67,72 a	33,58 ab
NK 255 T	65,81 a	2,25 a	7,0 ab	63,71 a	29,64 b

Tabla 6. Composición química de 4 híbridos de sorgo al estado de cultivo diferido. INTA San Luis.

4. CONCLUSIÓN

En un ambiente semiárido y con condiciones de sequía primaveral, el cultivo de sorgo evidenció un comportamiento productivo destacable, lo que, sumado a su calidad nutricional, lo hacen propicio para ensilar, a pesar de su limitado contenido proteico. El tenor energético, en cambio, estará condicionado al tratamiento mecánico a que se sometan los granos.

Como reserva en pie constituye una opción valiosa porque, con menor inversión tecnológica (no requiere de maquinaria ni infraestructura especial para su suministro), brinda abundante disponibilidad de MS de aceptable digestibilidad. La eficiencia de aprovechamiento quedará sujeta a las condiciones de manejo que se implementen: ajuste de la carga, parcelamiento con tiempos de ocupación breves, categoría animal que se considere, etc.

5. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Ankom Technology. 2004. Procedures for fiber and in vitro analysis. Operator's manual. Ankom Daisy II 200/220 in vitro incubator. 140 Turk Hill Park Fairport, NY 14450. Disponible en: <http://www.ankom.com/homepage.html>.
 - Arias, S; AJ Freddi; O Sánchez & M Arzadún. 2003. Rendimiento de materia seca y composición morfológica de híbridos de sorgo y maíz para silaje de planta entera. Rev. Arg. Prod. Anim. 23 (1): 221-222.
 - Bremner, JM. 1965. Total Nitrogen. In: Black, C (Ed.), Methods of soil analysis. Part 2. Agronomy 9. Am. Soc. Agron. Wisconsin, USA. 1149-1177 pp.
 - Giorda, LM. 2010. El cultivo de sorgo granífero y forrajero. Disponible en: <http://www.peman.com.ar>.
 - Recavarren, P. 2007. Sorgos diferidos como reserva forrajera invernal en rodeos de cría de la zona de la depresión de Laprida. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/forrajes/sorgoRecavarren.html>.
 - Recavarren, P. 2008. El sur le encontró la vuelta. IPCVA, Rev. Ganadería y compromiso 1: 8-9.
 - Romero, L & J Mattera. 2010. La importancia de las elecciones: Evaluación de híbridos de sorgo para silaje. Disponible en: http://www.inta.gov.ar/rafaela/info/documentos/prl/art_periodisticos/evaluacion_hibridos_sorgos_para_silaje.pdf.
 - SAS 9.1. 2003. The GLM Procedure. Stat User's Guide. Cary, NC.
 - Van Soest, PJ; JB Robertson & BA Lewis. 1991. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74, 3583-3597.
 - Van Soest, PJ; RH Wine & LA Moore. 1966. Estimation of the true digestibility of forages by the in vitro digestion of cell walls. In: Proceedings 10th. Int. Grasslands Congr., Helsinki: 438-441.
 - Wattiaux, MA. 2001. Composición y análisis de alimentos. Inst. Babcock, Univ. de Wisconsin (Madison, EE.UU.). In: Univ. Cat. de Cba., Fac. de Ciencias Agropecuarias, 4º curso de nutrición y alimentación de bovinos: 1-10.
-

Producción y calidad de diferentes alternativas forrajeras para silaje

1. INTRODUCCIÓN

En sistemas ganaderos intensivos (engorde, tambo) la utilización del silaje, fundamentalmente de maíz (*Zea mays* L.), es una práctica difundida, eligiéndose esta especie por proveer alta producción de materia seca con elevado valor nutritivo. En regiones con limitaciones edafo-climáticas el maíz suele ser reemplazado por sorgo (*Sorghum spp.*), sobre la base de algunas ventajas comparativas que se le atribuyen (Arias et al., 2003), tales como: altos rendimientos de forraje, mayor estabilidad entre años (particularmente por su mejor comportamiento ante condiciones de sequía) y menor costo de implantación. En el E de San Luis la ganadería está inmersa en un proceso de profundos cambios, cuya característica saliente es la intensificación de los planteos de producción. En este contexto, la incorporación de herramientas tales como el silaje de maíz o sorgo a los sistemas productivos requiere ser acompañada de información que haga posible una apropiada toma de decisión. A través de la asociación de estas especies con otros cultivos se procura mejorar la calidad del forraje conservado. Un caso es el girasol (*Helianthus annuus* L.), oleaginosa que, por su elevado contenido de aceite, aporta alto valor energético (Cozzolino et al., 2003). También se han efectuado experiencias de intersembrado de maíz o sorgo con leguminosas, más comúnmente soja, con el propósito de aportar proteína. El objetivo fue evaluar comparativamente la productividad y calidad de distintos cultivos forrajeros, solos y asociados, para silaje.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en el lote 2 del campo experimental del INTA San Luis (33° 39' S, 65° 22' O), con suelo Haplustol Entico.

Los materiales participantes, constituidos por híbridos comerciales de sorgo silero y maíz, solos y combinados con cultivos de alfalfa (leguminosa forra-

jera) y soja y girasol (oleaginosas), fueron evaluados a campo en la estación de crecimiento 2009-10.

El diseño empleado fue de bloques completos aleatorizados con tres repeticiones. Los tratamientos estuvieron constituidos de la siguiente manera:

M : Maíz	MSj : Maíz + soja	MA : Maíz + alfalfa	MG : Maíz + girasol
S : Sorgo	SSj : Sorgo + soja	SA : Sorgo + alfalfa	SG : Sorgo + girasol

Todas las parcelas se fertilizaron con 100 kg.ha⁻¹ de fosfato diamónico (18-46-0) a la siembra, agregándose en las líneas de maíz (híbrido Syngenta NK 9435-TD Max) y sorgo (híbrido F1400 Silero BMR) 110 kg de N.ha⁻¹ como urea granulada en la fase de crecimiento vegetativo. En el caso de girasol y soja el agregado fue de 55 kg de N.ha⁻¹ como urea granulada en la fase de crecimiento vegetativo. Las líneas con alfalfa no se fertilizaron con urea. La siembra se realizó en diciembre de 2009, debido a las condiciones de sequía ocurridas durante los meses de octubre y noviembre. La siembra se efectuó a chorrillo, en líneas de 3 m de longitud, distanciadas a 0,5 m. Cada unidad experimental, conformada por 2 líneas de cada especie, totalizó una superficie de 6 m².

Las parcelas de los tratamientos compuestos por dos especies estuvieron integradas por la mitad de la superficie sembrada con cada cultivo. En el momento del muestreo (3^a semana de marzo en los tratamientos con participación del maíz, y 2^a semana de abril en los de sorgo) el corte (manual) se efectuó en sentido transversal al de la siembra, para abarcar a ambas especies.

Una alícuota de cada muestra se utilizó para efectuar las determinaciones de: producción de biomasa aérea total (MS, kg.ha⁻¹), porcentaje de materia seca (MS, %) y composición morfológica de la planta sobre la base del peso seco (hoja, tallo e infrutescencia: panoja-espiga-capítulo-vaina), secando las muestras en estufa de aire forzado (64° C,

Lluvia (mm)	2009			2010				Total
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	
Estación 2009-10	12,7	10,5	206,5	65,5	105,4	55,5	10,9	467,0
Media histórica (1903-2010)	56,1	75,8	93,6	96,8	77,3	77,4	44,1	521,1
Diferencia	-43,4	-65,3	112,9	-31,3	28,1	-21,9	-33,2	-54,1

Tabla 1. Lluvia precipitada (mm) en la estación de crecimiento 2009-10, discriminada por mes y referida a valores históricos. Villa Mercedes (San Luis).

Tratamiento	PE	Hoja	Tallo	Infr.*
S	18.683 a	4.776 a	9.159 a	4.748 a
SSj	15.100 b	4.290 a	5.308 b	5.502 a
SA	12.153 c	3.199 b	4.696 b	4.259 a
M	9.831 c	2.900 b	3.303 b	3.628 b
MG	11.817 c	2.347 c	3.488 b	5.982 a
MSj	9.305 c	2.281 c	2.698 b	4.326 a
MA	6.673 d	1.608 c	2.191 b	2.874 b
Prom.	11.937,3	3.057,1	4.406,0	4.474,0

Tabla 2. Rendimientos de MS (kg.ha⁻¹) de sorgo y maíz y sus asociaciones. INTA San Luis.

En columnas, valores seguidos de distinta letra difieren significativamente (p<0,05).

* Incluye mazorcas de maíz, panojas de sorgo, capítulos de girasol y vainas de soja.

hasta peso constante). El resto de cada muestra se picó a un tamaño promedio de 1,5 cm con herramientas de uso manual (tijera de podar, cuchilla). Se confeccionaron micro-silos experimentales cilíndricos (50 cm de largo y 10 cm de diámetro) de policloruro de vinilo (PVC) y se los llenó con el material picado y compactado, mediante compresión manual. Inmediatamente, se cerraron herméticamente con bolsas de nylon y se les aplicó sellador plástico adhesivo. Los micro-silos se abrieron en el mes de agosto, y el material extraído se secó en estufa de aire forzado (64^o C, hasta peso constante) para determinación de MS (%). Posteriormente, se molió (molino con tamiz de 1 mm de diámetro) y determinó su calidad forrajera en laboratorio (LAAR: "Laboratorio de análisis de Alimentos para Rumiantes", convenio INTA-UNSL PN^o 51508). Los análisis realizados fueron: digestibilidad verdadera in vitro de la MS (DVIVMS) a través del sistema de Daisy y Ankom, expresando el resultado en términos de digestibilidad aparente in vitro de la MS (DAIVMS, %), que se calculó restando el factor metabólico de Van Soest (11,9) de la digestibilidad verdadera = (MS incubada – FDN indigestible) / MS incubada (Di Marco et al., 2010), proteína bruta (PB, % = N total x 6,25, mét. semimicro Kjeldahl, Bremner, 1965), fibra detergente neutro (FDN, %) y fibra detergente ácido (FDA, %) (anализador de fibra ANKOM 200/220, Ankom Techn., 2004; Van Soest et al., 1966; Van Soest et al., 1991). A partir de la DAIVMS y los rendimientos se calculó la materia seca digestible (MSD, kg.ha⁻¹). Se analizó la variancia de los valores obtenidos, comparándose los valores

medios por el test de Tukey (p<0,05). Las variables fueron analizadas por el programa estadístico SAS/STATS (SAS, 2003).

3. RESULTADOS

La estación de crecimiento se caracterizó por una acentuada sequía primaveral, tal cual puede apreciarse de los datos de la Tabla 1. Esta situación determinó que la siembra de todas las parcelas se trasladara a la primera semana de diciembre.

El 44,2 % del total precipitado en la estación de crecimiento (octubre-abril inclusive) correspondió al mes de diciembre; en enero las elevadas temperaturas estresaron a las plantas, mejorando la situación en febrero (22,6 % de lluvias). La estación de crecimiento concluyó el día 15/abril/2010, fecha de primera helada (-1,2 °C en casilla, y -2,8 °C a 5 cm sobre el suelo).

En la Tabla 2 se indican los rendimientos de materia seca de los tratamientos contemplados, con excepción de SG, que no pudo ser medido por el alto nivel de daño causado por cotorras (*Myiopsitta monachus*) en girasol. Tal cual podía preverse, los rendimientos de planta entera (PE) y hoja fueron superiores para el cultivo de sorgo (S) y una de sus asociaciones (SSj), correspondiendo los rendimientos inferiores a maíz (M) y algunas de sus variantes (MA, MS). Respecto de la fracción con mayor valor nutricional ("Infrutescencias"), las diferencias entre tratamientos fueron menos acentuadas; dicha fracción representó 25,4 (S) a 50,6 (MG) %, con valores intermedios para los demás tratamientos. SSj y MG fueron los tratamientos que se destacaron por

Tratamiento	PE	Diferencia de rendimiento (%) c/ relación al cultivo principal puro	MS (PE), aporte de c/especie (%)	
	kg MS.ha ⁻¹		Sorgo/Maíz	Otro
S	18.683	0	100	0
SSj	15.100	-19,2	78	22
SA	12.153	-35,0	91	9
M	9.831	0	100	0
MG	11.817	20,2	44	56
MSj	9.305	-5,4	61	39
MA	6.673	-32,1	82	18

Tabla 3. Cultivos puros y combinados, para silaje: aporte de cada especie a la forrajimasa total y reducción del rendimiento respecto del cultivo principal puro. INTA San Luis.

Tratamiento	MSD	DAIVMS	ED	PB	FDN	FDA	pH
	kg.ha ⁻¹	%	Mcal.kgMS ⁻¹	%	%	%	
S	12.750 a	68,20 a	3,00 a	8,2 b	46,06 a	23,44 a	4,4 a
SSj	9.567 b	63,39 b	2,79 b	10,1 a	42,08 a	22,48 a	4,3 a
SA	8.361 b	68,78 a	3,02 a	11,5 a	42,05 a	22,57 a	4,1 b
M	6.766 b	69,01 a	3,04 a	10,8 a	41,12 a	23,12 a	3,7 c
MG	8.349 b	70,59 a	3,11 a	10,7 a	36,21 b	22,63 a	4,5 a
MSj	6.561 b	70,78 a	3,12 a	10,8 a	36,92 b	20,29 a	4,0 b
MA	4.672 c	69,97 a	3,08 a	9,4 a	40,30 a	25,24 a	3,9 b

Tabla 4. Rendimientos de MS digestible y composición química de silajes de los tratamientos considerados. INTA San Luis.

mayor participación de la especie oleaginosa correspondiente (Tabla 3).

Con relación a la composición química de los silajes comparados (Tabla 4), la digestibilidad de la MS, que determina el valor energético del forraje, difirió escasamente entre tratamientos, y lo mismo sucedió con los valores de fibra. Respecto del contenido de PB, S (sorgo) fue inferior a los restantes tratamientos, que no difirieron entre sí. Los valores de pH denotaron una adecuada conservación del forraje en los microsilos.

4. CONCLUSIONES

El cultivo de sorgo, por su producción de MS digestible, resultó propicio para conservar. Al ensilarlo como planta entera brindó menor proteína que el de maíz. Sin embargo, su combinación con leguminosas o girasol equiparó su calidad a los de maíz y sus mezclas. Todas las alternativas analizadas aseguraron el proceso fermentativo adecuado y la calidad nutricional del ensilado. Para el caso de cultivos combinados, se precisarán evaluaciones para determinar cuáles son los manejos y materiales que optimicen las asociaciones.

5. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

• Ankom Technology. 2004. Procedures for fiber and in vitro analysis. Operator's manual. Ankom Daisy II 200/220 in vitro incubator. 140 Turk Hill Park Fairport, NY

14450. Disponible en: <http://www.ankom.com/homepage.html>.

• Arias, S; AJ Freddi; O Sánchez & M Arzadún. 2003. Rendimiento de materia seca y composición morfológica de híbridos de sorgo y maíz para silaje de planta entera. Rev. Arg. Prod. Anim. 23 (1): 221-222.

• Bremner, JM. 1965. Total Nitrogen. In: Black, C (Ed.), Methods of soil analysis. Part 2. Agronomy 9. Am. Soc. Agron. Wisconsin, USA. 1149-1177 pp.

• Cozzolino, D; A Fassio; A Giménez & E Fernández. 2003. El girasol (*Helianthus annuus* L.) como cultivo forrajero alternativo (pastoreo y silo) en Uruguay. Rev. Arg. Prod. Anim. 23 (1): 95-96.

• Di Marco, ON; MG Agnusdei; RE Ávila & H Harkes. 2010. Calidad nutritiva de grama Rhodes (*Chloris gayana*) y agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum*) en relación a la altura de la pastura durante el rebrote otoñal. 33^º Congreso Arg. de Prod. Animal, Comarca Viedma-Patagones. Rev. Arg. Prod. Anim. 30: 258-259.

• SAS 9.1. 2003. The GLM Procedure. Stat User's Guide. Cary, NC.

• Van Soest, PJ; JB Robertson & BA Lewis. 1991. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74, 3583-3597.

• Van Soest, PJ; RH Wine & LA Moore. 1966. Estimation of the true digestibility of forages by the in vitro digestion of cell walls. In: Proceedings 10th. Int. Grasslands Congr., Helsinki: 438-441.

Jorge Veneciano¹, Liliana Privitello², Laura Guzmán², Karina Frigerio¹, Carlos Frasinelli¹ y Fernando Bacha²

¹ EEA INTA San Luis. ² FICES-UNSL

Incorporación de leguminosas en silajes de sorgo y maíz

1. INTRODUCCIÓN

El dolicho =poroto de Egipto =poroto de Japón (*Lablab purpureus* (L.) Sweet) es una especie leguminosa anual de crecimiento preferentemente trepador, con buena producción de forraje en el período primavera-verano. Se ha difundido en el NE argentino, especialmente en Formosa.

El caupí = chícharo salvaje = cow pea (*Vigna unguiculata* (L.) Walpers subsp. *unguiculata* = *V. sinensis* (L.) Savi) es una planta anual herbácea o semiarbustiva, de la familia Fabaceae, subfamilia Faboideae. Se cultiva para el mejoramiento de suelos integrando planteos de rotaciones, o como cultivo de cobertura, y también como abono verde. Asimismo se utiliza como cultivo coasociado con diversas especies, entre ellas maíz y sorgo. Tanto en maíz como en sorgo el aspecto crítico para su aprovechamiento como cultivos para ensilaje es su deficitario contenido proteico (PB: 8 - 10 %), que impide satisfacer los requerimientos de animales jóvenes (De León, 2007), razón por la cual se ha propuesto la práctica del ensilaje de estos cultivos en combinación con leguminosas tales como mucuna, caupí o dolicho, entre otros.

El objetivo fue evaluar comparativamente la productividad y calidad de cultivos forrajeros leguminosos no convencionales para la región, con destino a la obtención de silaje, en siembras combinadas con gramíneas (maíz o sorgo).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales fueron evaluados a campo en la estación de crecimiento 2009-10.

El ensayo se realizó en el lote 2 del campo experimental del INTA San Luis. El diseño empleado fue de bloques completos aleatorizados con tres repeticiones. Los tratamientos estuvieron constituidos por sorgo silero y maíz, solos o combinados con espe-

cies leguminosas, según se detalla:

M : Maíz	SD : Sorgo-dolicho	MCs : Maíz-caupí Señorita	SCa : Sorgo-caupí Arroz
S : Sorgo	MCm : Maíz-caupí San Miguel	SCs : Sorgo-caupí Señorita	
MD : Maíz-dolicho	SCm : Sorgo-caupí San Miguel	MCA : Maíz-caupí Arroz	

Todas las parcelas se fertilizaron con 100 kg.ha⁻¹ de fosfato diamónico (18-46-0) a la siembra, agregándose en las líneas de maíz (híbrido Syngenta NK 9435-TD Max) y sorgo (híbrido F1400 Silero BMR) 110 kg de N.ha⁻¹ como urea granulada en la fase de crecimiento vegetativo. En el caso de dolicho y caupí se agregó 55 kg de N.ha⁻¹ como urea granulada, también en estado vegetativo. La siembra se realizó en diciembre de 2009, debido a las condiciones de sequía ocurridas durante los meses de octubre y noviembre. Se efectuó a chorrillo, en líneas de 3 m de longitud, distanciadas a 0,5 m. Cada unidad experimental, conformada por 2 líneas de cada especie, totalizó una superficie = 6 m². En el momento del muestreo, el corte de biomasa total (1ª semana de abril) se efectuó en sentido transversal al de la siembra, para abarcar a ambas especies.

Una alícuota de cada muestra se utilizó para efectuar las determinaciones de: producción de biomasa aérea total (MS, kg.ha⁻¹), porcentaje de materia seca (MS, %) y composición morfológica de la planta sobre la base del peso seco (hoja, tallo y panoja-espiga-vaina), secando las muestras en estufa de aire forzado (64^o C, hasta peso constante). El resto de cada muestra se picó a un tamaño promedio de 1,5 cm con herramientas de uso manual (tijera de podar, cuchilla). Se confeccionaron microsilos experimentales cilíndricos (50 cm de largo y 10 cm de diámetro) de policloruro de vinilo (PVC) y se los llenó con el material picado y compactado, mediante compresión manual. Inmediatamente, se cerraron herméticamente con bolsas de nylon y se

Tabla 1. Rendimientos de MS y composición morfológica de silos de sorgo y maíz y combinaciones con leguminosas. INTA San Luis.

Tratamiento	PE, kgMS.ha ⁻¹	Composición morfológica (MS, %)		
		H	T	F*
S	18.683 a	25,6	49,0	25,4
SD	14.500 b	37,5	45,7	16,8
SCm	14.200 b	31,9	45,9	22,1
SCs	13.183 b	26,2	40,1	33,7
SCa	12.708 b	31,8	47,3	21,0
M	9.831 c	29,5	33,6	36,9
MD	8.886 c	39,6	46,1	14,3
MCa	8.567 c	29,7	43,8	26,5
MCs	8.417 c	26,7	45,8	27,5
MCm	8.383 c	33,4	44,6	22,0

En columnas, valores seguidos de distinta letra dif. sign. (p<0,05).

* incluye panoja-mazorca (espiga+chala)-vaina, seg. tratamiento.

les aplicó sellador plástico adhesivo. Los microsilos se abrieron a los 125 días de ensilados (agosto de 2010). El material extraído se secó en estufa de aire forzado (64° C, hasta peso constante) para determinación de MS (%). Posteriormente, se molió (molino con tamiz de 1 mm de diámetro) y determinó su calidad forrajera en laboratorio (LAAR: “Laboratorio de análisis de Alimentos para Rumiantes”, convenio INTA-UNSL PN° 51508). Los análisis realizados fueron: digestibilidad verdadera in vitro de la MS (DVIVMS) a través del sistema de Daisy y Ankom, expresando el resultado en términos de digestibilidad aparente in vitro de la MS (DAIVMS, %), que se calculó restando el factor metabólico de Van Soest (11,9) de la digestibilidad verdadera = (MS incubada – FDN indigestible) / MS incubada (Di Marco et al., 2010), proteína bruta (PB, % = N total x 6,25, mét. semimicro Kjeldahl, Bremner, 1965), fibra detergente neutro (FDN, %) y fibra detergente ácido (FDA, %) (analizador de fibra ANKOM 200/220, Ankom Techn., 2004; Van Soest et al., 1966; Van Soest et al., 1991). A partir de la DAIVMS y los rendimientos

se calculó la materia seca digestible (MSD, kg.ha⁻¹). Se analizó la variancia de los valores obtenidos, comparándose los valores medios por el test de Tukey (p<0,05). Las variables fueron analizadas por el programa estadístico SAS/STATS (SAS, 2003).

3. RESULTADOS

3.1. Productividad

La estación de crecimiento se caracterizó por una acentuada sequía primaveral, lo que determinó que la siembra de todas las parcelas se trasladara a la primera semana de diciembre. El 44,2 % del total precipitado en la estación de crecimiento (octubre-abril inclusive) correspondió al mes de diciembre; en enero las elevadas temperaturas estresaron a las plantas, mejorando la situación en febrero (22,6 % de lluvias). En la Tabla 1 se indican los rendimientos de materia seca de los tratamientos aplicados. Se aprecian superiores rendimientos de MS en los tratamientos con sorgo (solo y combinado con dolicho y caupí) respecto de los con maíz (solo y combinado con dolicho y caupí). En términos cuantitativos, el M tuvo mayor proporción de panoja-mazorca y vaina (F) que S, y este último de tallos (T). SD y MD presentaron mayor proporción de hojas (H) y menor F.

Del análisis por separado de las distintas combinaciones de sorgo y maíz resulta que MD y SD presentaron mayor proporción de la MS de leguminosa; y menor para SCs y MCs: Tabla 2. Los resultados indican además que las leguminosas encontraron mejores condiciones relativas para crecer y desarrollar cuando se asociaron con maíz o, en todo caso, que la competencia con sorgo fue de mayor intensidad.

3.2. Calidad

Cuantitativamente, los tratamientos con sorgos ofrecieron mayor MSD por el aporte de MS de dicho

Tratamiento	PE kg MS.ha ⁻¹	Pérdida de rend. (%) c/relación al cultivo principal puro	MS (PE), aporte de c/especie (%)	
			Sorgo/Maíz	Dolicho/Caupí
S	18.683	0	100	0
SD	14.500	-22,4	65,3	34,7
SCm	14.200	-24,0	72,4	27,6
SCs	13.183	-29,4	81,3	18,7
SCa	12.708	-32,0	76,1	23,9
M	9.831	0	100	0
MD	8.886	-9,6	55,4	44,6
MCa	8.567	-12,9	60,5	39,5
MCs	8.417	-14,4	65,5	34,5
MCm	8.383	-14,7	61,4	38,6

Tabla 2. Cultivos para silaje puros y combinados: reducción del rendimiento respecto del cultivo principal puro y aporte de cada especie a la forrajimasa total. INTA San Luis.

Tratamiento	MSD kg.ha ⁻¹	DAIVMS %	EM Mcal.kgMS ⁻¹	PB %	FDN %	FDA %	pH
S	12.742 a	68,20 a	2,46 a	8,2 b	46,06 a	23,44 b	4,4 b
SD	10.225 b	70,52 a	2,54 a	10,4 a	38,42 b	21,98 b	4,2 b
SCm	9.814 b	69,11 a	2,49 a	10,5 a	41,03 b	24,36 b	4,4 b
SCs	8.479 b	64,32 b	2,32 b	9,4 a	43,43 a	24,66 b	5,1 a
SCa	8.403 b	66,12 a	2,39 a	9,8 a	44,23 a	26,55 a	5,2 a
M	6.784 c	69,01 a	2,49 a	10,8 a	41,12 b	23,12 b	3,7 c
MD	5.953 c	66,99 a	2,42 a	12,5 a	38,97 b	22,88 b	3,9 c
MCa	6.120 c	71,44 a	2,58 a	9,9 a	38,12 b	23,00 b	3,9 c
MCs	5.946 c	70,64 a	2,55 a	11,7 a	36,83 b	22,33 b	3,9 c
MCm	6.011 c	71,70 a	2,59 a	10,8 a	37,86 b	22,93 b	3,8 c

Tabla 3. Rendimientos de MS digestible y composición química de silajes de los tratamientos aplicados. INTA San Luis.

cultivo: Tabla 3. El silaje de PE de S tuvo menor PB que el de M. La incorporación de leguminosas equiparó estadísticamente este resultado. Los silajes con sorgo presentaron mayor pared celular (FDN) que los de M. Todos los tratamientos, exceptuando SCa, mostraron homogeneidad en FDA. Con excepción de SCs y SCa, todos los tratamientos presentaron valores de pH acordes a un buen proceso de ensilado (pH ideal: 3,3 – 4,2). El estado fenológico y componentes nitrogenados del caupí (Señorita o Arroz) pueden haber influido en este comportamiento, favoreciendo la concentración de amoníaco y, por consiguiente, el aumento de pH.

4. CONCLUSIONES

Cultivos de sorgo o maíz y sus combinaciones con leguminosas anuales, como dolicho y caupí, constituyen opciones válidas en la búsqueda de cultivos para silo que, sin resignar productividad, brinden mayor valor nutricional. Para su puesta en práctica en sistemas extensivos, no obstante, se demanda más experimentación tendiente a resolver cuestiones operativas.

5. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Ankom Technology. 2004. Procedures for fiber and in vitro analysis. Operator's manual. Ankom Daisy II 200/220 in vitro incubator. 140 Turk Hill Park Fairport, NY 14450. Disponible en: <http://www.ankom.com/homepage.html>.
- Bremner, JM. 1965. Total Nitrogen. In: Black, C (Ed.), Methods of soil analysis. Part 2. Agronomy 9. Am. Soc. Agron. Wisconsin, USA. 1149-1177 pp.
- De León, M. 2007. El uso de silajes de sorgo en la intensificación de los sistemas de producción de carne bovina. EEA Manfredi (INTA), Argentina. Disponible en: http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/94-silo_sorgo.pdf.
- SAS 9.1. 2003. The GLM Procedure. Stat User's Guide. Cary, NC.
- Van Soest, PJ; JB Robertson & BA Lewis. 1991. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74, 3583-3597.
- Van Soest, PJ; RH Wine & LA Moore. 1966. Estimation of the true digestibility of forages by the in vitro digestion of cell walls. In: Proceedings 10th. Int. Grasslands Congr., Helsinki: 438-441.

Microsilos de sorgo granífero: efecto de aditivos sobre indicadores del proceso fermentativo

1. INTRODUCCIÓN

El silaje es una opción de reserva de alimento de gran difusión y un buen complemento para pasturas de los sistemas extensivos de producción bovina de carne y leche. El proceso de silaje tiene como objetivo principal la conservación del alimento húmedo con el mínimo de pérdidas de materia seca, conservando el valor nutritivo original y sin el desarrollo de productos tóxicos para el animal.

El pH, la temperatura y las características organolépticas de los silos son indicadores del proceso fermentativo. Se considera un buen silaje cuando, entre otros aspectos, el pH varía entre 3,3 - 4,2 y su temperatura es similar a la ambiental. La adición de urea incrementa la proteína cruda y el ácido láctico reduce las pérdidas por fermentaciones secundarias del material ensilado.

Se realizaron microsilos de plantas enteras de sorgo a partir de material picado en condiciones reales de producción, con el fin de evaluar y comparar pH y temperatura del silaje tratado con urea y/o ácido láctico y sin aditivos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se ensiló un sorgo granífero (VDH 422) en estado de grano pastoso (14 % granos, 37 % MS y color castaño claro) y picado fino (5-35 mm). Para lo cual, se llenaron bolsas de polietileno (200 micrones de espesor), a razón de 5 kg MV de sorgo picado/bolsa,

mediante compactación manual. Los tratamientos aplicados fueron: urea (3 %: U), láctico (0,6 %: L), urea y láctico (U+L) y control (sin urea o ácido láctico: To). Se realizaron tres microsilos por cada tratamiento que se guardaron en tambores de plástico con vacío (0,16 atm) hasta su apertura, a los 80 días de realizados. Se registraron características organolépticas, temperatura y pH de cada uno. Al momento de apertura, se comparó pH y temperaturas entre tratamientos por diferencias de medias (Statgraphics, Perez 1998).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tratamiento U presentó elevado pH (Tukey, $p < 0,05$), olor desagradable y color marrón oscuro, por lo que se deduce que la adición de urea afectó la calidad del ensilado. El resto de los tratamientos manifestaron características organolépticas y valores de pH que indican un buen proceso de ensilado (olor agradable, frutado y color castaño claro). El pH de U+L fue cuantitativamente superior, la combinación no permitió descender el pH a valores óptimos. En todos los tratamientos, la temperatura se mantuvo próxima a la ambiental (19 °C), indicando que no hubo sobrecalentamiento en el material ensilado.

4. CONCLUSIONES

Según esta experiencia, la adición de urea al 3% altera el proceso y estabilidad ácida del ensilado de

	T0	U	L	U+L
pH	4,50 ± 0,3 a	9,00 ± 0,7 b	4,50 ± 0,2 a	5,10 ± 0,3 a
T (°C)	17 ± 0,0 a	17 ± 1 a	16 ± 0,58 a	16 ± 0,58 a
Color	Castaño claro	Marrón oscuro	Castaño claro	Castaño
Olor	Suave frutado	Amoníaco fuerte	suave frutado	Suave frutado
Textura	Firme	Firme	Firme	Firme

Tabla 1. Características organolépticas, pH y temperaturas de microsilos de sorgo granífero (con y sin aditivos).

En filas: letras minúsculas distintas indican diferencias estadísticas significativas (Duncan, $p < 0,05$).

sorgo granífero. El agregado de ácido láctico no modifica el proceso fermentativo y genera, al igual que To, las condiciones deseadas a los 80 días.

5. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Pérez López, C. 1998. Métodos Estadísticos con Statgraphics para Windows. Ed. RAMA.
-

Liliana Privitello¹, Fernando Bacha¹, Laura Guzmán¹, Andrés Borcosqui¹, Sergio Rosa¹ y Alberto Montesano²

¹ FICES-UNSL. ² EEA INTA Marcos Juárez

Efecto del agregado de urea y ácido láctico en el proceso de ensilado de sorgo

1. INTRODUCCIÓN

Los aditivos contribuyen a la creación de condiciones óptimas para la conservación del ensilado de sorgo, ya sea por acidificación, limitando el crecimiento de microorganismos o bien estimulando la fermentación láctica (Lara Muñoz, 2011).

Tanto el pH como la temperatura y las características organolépticas son indicadores de los efectos de compactación y ambiente anaeróbico en el proceso de ensilado.

Se confeccionaron microsilos de planta entera de sorgos, a partir de material picado de manera manual, a fin de evaluar pH y temperatura del silaje, al aplicar aditivos para mejorar el proceso de ensilado (ácido láctico) e incrementar su tenor nitrogenado (urea granulada).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se ensiló en bolsas de plástico de 50 micras de grosor, dos híbridos doble propósitos (VDH Nutrigrain BMR con taninos, Nidera A 9941 W, grano blanco con bajo tanino y un azucarado BMR (L T Gran Silo, sin taninos), provenientes del Campo Demostrativo “San Miguel” (Rodeo Viejo) de la AER Río Cuarto del INTA EEA Marco Juárez. Todos en grano pastoso-duro y con tamaño de picado largo (6-12 cm, con chipeadora). MS varió con los híbridos y en el mismo orden (26 %, 33 %, 30 %) al igual que el porcentaje de grano (9 %, 44 %, 16 %). El color del forraje picado fue verde (Nutrigrain y Nidera) o castaño claro (Gran Silo).

Se colocó 0,5 kg de materia verde/bolsa, posteriormente se compactó el forraje aplicando vacío con una bomba hasta lograr una densidad equivalente a 700 Kg. MV/m³.

Los tratamientos (T) fueron: urea + láctico (UL: 3 % U + 0,6 %: L) y control (sin urea y ácido láctico: To)

en dos momentos de apertura a partir de su confección (20 y 45 días). Se efectuaron tres microsilos por cada híbrido y momento de apertura. Una vez confeccionados, se guardaron en tambores de plástico cerrados y con vacío (0,16 atm) hasta el momento de apertura en laboratorio. Cumplido el tiempo correspondiente, se registraron características organolépticas (color, olor y textura), temperatura y pH de cada uno, al momento de apertura. Se extrajo una muestra de cada microsilo y se llevó a estufa de secado (60-65°C, hasta peso constante). Posteriormente, el material se molió con molino (con tamiz de 1mm) y llevó al “Laboratorio de Análisis de Alimentos para Rumiantes” (LAAR: Convenio INTA-UNSL) para realizar los análisis de calidad nutricional.

Se comparó pH, temperaturas y calidad forrajera, entre híbridos, tratamientos y momentos de apertura por diferencias de medias (*Statgraphics*: Perez, 1998).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En todos los casos, los valores de pH presentaron rangos acordes a un buen proceso de ensilado y las temperaturas resultaron superiores a la del laboratorio (20±2°C). Excepto Nutrigrain, en pH de To a 45 días, no existieron diferencias entre híbridos en las variables evaluadas. Sin considerar el tipo de híbrido, existieron diferencias entre momentos de apertura en temperaturas y pH de To y temperaturas de U+L. El tratamiento con aditivos no presentó diferencias en pH, indicando su estabilización a los 20 días (Tabla 1).

Cualquiera sea el tratamiento, no se observaron diferencias significativas de calidad entre momentos ($p>0,05$), sí entre cultivares. En To, se destacó Nidera por su menor FDA a los 54 días. En UL, Nidera mostró, en ambos momentos, mayor concentración

20 días Híbrido	T	T ^o (°C)	pH	T	T ^o (°C)	pH
Nutrigrain	T0	21±0,3 a	4,07±0,01 a	U+L	21±0,6 a	3,89±0,06 a
Nidera	T0	21±0,6 a	4,10±0,07 a	U+L	21±0,6 a	3,97±0,01 a
Gran silo	T0	21±0,2 a	4,10±0,07 a	U+L	21±0,6 a	3,97±0,04 a
Promedio Tratamiento		21±0,3 aB	4,09±0,04 aB		21±0,5 aB	3,94±0,05 bA
45 días Híbrido	T	T ^o (°C)	pH	T	T ^o (°C)	pH
Nutrigrain	T0	22±1,06 a	3,74±0,01 a	U+L	24±0,8 a	3,95±0,10 a
Nidera	T0	23±0,07 a	3,83±0,02 b	U+L	26±0,3 a	4,17±0,30 a
Gran silo	T0	22±0,07 a	3,81±0,01 b	U+L	25±1,1 a	3,99±0,10 a
Promedio Tratamiento		22±0,79 aA	3,79±0,04 aA		25±1,0 bA	4,04±0,18 bA

Tabla 1. Comparación de pH y temperaturas de microsilos de sorgos (con y sin aditivos).

En columnas: letras minúsculas distintas indican diferencias en pH o temperaturas entre híbridos. Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre los distintos momentos (t-test, p<0,05). En filas, Promedio: letras minúsculas distintas indican diferencias significativas en pH o temperaturas entre tratamientos (t-test, p<0,05).

20 días Híbrido	T	FDN (%)	Lig. (%)	FDA (%)	EM (Mcal/ kgMS)	T	FDN (%)	Lig. (%)	FDA (%)	EM (Mcal/ kgMS)
Nutrigrain	T0	54,40 a	4,10 A	27,97 a	2,46 a	TUL	48,09 a	2,70 a	25,82 b	2,52 a
Nidera	T0	49,73 a	3,40 A	24,32 a	2,55 a	TUL	41,81 a	3,05 a	20,63 a	2,65 b
Gran silo	T0	41,96 a	4,35 a	28,60 a	2,44 a	TUL	45,39 a	3,35 a	24,71 b	2,54 a
Promedio Tratamiento		48,70 Aa	3,95 Ab	26,96 Aa	2,48 Aa		45,09 Aa	3,03 Aa	23,72 Aa	2,57 Aa
45 días Híbrido	T	FDN (%)	Lig. (%)	FDA (%)	EM (Mcal/ kgMS)	T	FDN (%)	Lig. (%)	FDA (%)	EM (Mcal/ kgMS)
Nutrigrain	T0	53,69 a	3,70 A	27,56 b	2,47 a	TUL	52,04 b	3,35 a	26,96 b	2,49 a
Nidera	T0	45,56 a	3,70 A	24,23 a	2,44 a	TUL	40,49 a	2,9 a	20,81 a	2,64 b
Gran silo	T0	52,49 a	4,15 A	28,84 b	2,56 b	TUL	49,13 b	4,1 a	26,21 b	2,51 a
Promedio Tratamiento		49,96 Aa	3,88 Aa	26,74 Aa	2,49 Aa		47,22 Aa	3,45 Aa	24,66 Aa	2,55 Aa

Tabla 2. Comparación de la calidad forrajera de microsilos de sorgos (con y sin aditivos).

En columnas: letras minúsculas distintas indican diferencias en calidad entre híbridos. Promedio: Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre los distintos momentos (Duncan, p<0,05). En filas, Promedio: letras minúsculas distintas indican diferencias significativas en calidad entre tratamientos, (Duncan, p<0,05).

energética (EM) y menor proporción de FDA. Excepto en la fracción lignina, no hubo diferencias al comparar los promedios de cada variable de calidad, correspondientes a cada tratamiento y momento de

Tabla 3. Comparación de calidad forrajera de microsilos de sorgos (con y sin aditivos).

T	FDN (%)	Lig. (%)	FDA (%)	EM (Mcal/kgMS)
T0	49,27 a	3,92 b	26,86 b	2,49 a
TUL	46,16 a	3,24 a	24,19 a	2,56 b

En columnas: letras minúsculas distintas indican diferencias en variables de calidad entre tratamientos (Duncan, p<0,05).

ensilado (p>0,05) (Tabla 2).

Al considerar únicamente el efecto tratamiento, T0 presentó menor EM y mayor lignina (mayor FDA) que UL y, ambos tratamientos, similares valores de FDN (p>0,05), por lo que se deduce un efecto positivo en la calidad del silaje al utilizar éstos aditivos (urea+láctico) (Tabla 3).

El color del ensilado U+L, varió entre verde amarillento (Nidera) a castaño (Nutrigrain y Gran Silo) y su aroma siempre fue agradable (frutado suave). To manifestó igual respuesta en aroma y color. No se observó apelmazamiento del material ni presencia de hifas. La compactación aplicada favoreció el proceso de ensilado en todos los tratamientos.

4. CONCLUSIONES

Los valores de temperatura y pH indican que el agregado del ácido láctico en combinación con urea favoreció el ensilado.

5. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Lara Muñoz, J. 2011. Aditivos para el mejoramiento del ensilaje de maíz forrajero. Servicio profesional para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
 - Pérez López, C. 1998. Métodos Estadísticos con Statgraphics para Windows. Ed. RAMA.
-

Fernando Bacha¹, Liliana Privitello¹, Omar Vetore¹, Alberto Montesano³, Andrés Borcosqui, Sergio Rosa¹, Laura Guzmán¹ y Ricardo Sager^{1,2}

¹ FICES-UNSL. ² EEA INTA San Luis. ³ EEA INTA Marcos Juárez

Efecto de inóculos enzimáticos y nitrógeno en silajes de sorgo

1. INTRODUCCIÓN

Los aditivos contribuyen a la creación de condiciones óptimas para la conservación del ensilado de sorgo, ya sea por acidificación, limitando el crecimiento de microorganismos o bien estimulando la fermentación láctica (Lara Muñoz, 2011).

Gutiérrez y Viviani Rossi (2005a y 2005b) evaluaron el efecto de la inoculación enzimática sobre el silaje de sorgo granífero y un BMR forrajero, encontrando efectos favorables en su aplicación, tanto en la calidad fermentativa como en parámetros nutricionales en ambos cultivos. Los silajes de sorgo, al igual que los de maíz, son deficitarios en proteína, por lo que no siempre cubren los requerimientos de bovinos, especialmente si son animales jóvenes con elevadas necesidades proteicas (De León, 2007). Sin embargo, ensayos realizados en silajes con urea, demostraron pequeñas pero consistentes mejoras en ganancias de peso, producción de leche y eficiencia de alimentación comparado con silajes suplementados con urea al momento de la alimentación.

Para el estudio de los procesos fermentativos en condiciones controladas de laboratorio, microsilos experimentales son utilizados comúnmente. Sin embargo en la mayoría de las condiciones, no se logra el nivel de uniformidad y sellado adecuado con las metodologías tradicionales. La utilización de potes plásticos presentaría algunas ventajas, como la facilidad de compactación sin producir ningún tipo de rotura.

Es por ello que el objetivo de este ensayo fue describir y evaluar el efecto de aditivos (urea e inculante enzimático) en microsilos realizados en potes plásticos con distintos híbridos de sorgos, según liberación de gases, pH, temperatura, características organolépticas (color, olor) y textura.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En el ensayo se utilizaron cultivos de cinco híbridos de sorgos, provenientes del Campo Demostrativo "San Miguel" (Rodeo Viejo) de la AER Río Cuarto del INTA EEA Marcos Juárez: azucarado silero (uno), granífero (uno) y doble propósito de distintas características (tres).

Se cortaron plantas de cada híbrido (manualmente con tijeras), a una altura de 30 cm desde el suelo. El material cosechado se picó con una picadora de forraje de planta entera, adaptada a partir de una moladora de granos con alimentación manual y corte por sizalladura mediante cuchilla y contracuchilla. Se repasó el material con tijeras hasta lograr una longitud (variable) entre 1 y 3 cm.

Para la fabricación de los microsilos se utilizaron potes plásticos del tipo PET comercializados para conservar productos alimenticios, dado el comportamiento inerte ante el contenido y el efecto barrera para gases (CO₂, O₂, entre otros) además de su bajo costo. Con el fin de conseguir una adecuada compactación y reproducción del proceso metodológico, se propuso una compactación uniforme equivalente a 600 kg/m³. Dada una capacidad efectiva de los potes de 1010 cm³, en cada uno de ellos se introdujeron 606 g MV/pote para lograr la densidad mencionada. Los aditivos utilizados fueron Lactosilo (inoculante enzimático) y urea. Se realizaron 4 tratamientos: testigo (T), lactosilo a razón de 5 g /Tn de MV (I), urea al 3% (U) y urea+lactosilo (UI) en idéntica concentración a las anteriores. Se preparó el inoculante enzimático según las indicaciones del marbete y realizaron seis microsilos por tratamiento (tres para cada momento de apertura).

El material previamente pesado, se homogeneizó con urea y/o lactosilo en correspondencia al tratamiento. Durante el envasado se compactó en

forma manual con ayuda de un pizón evitando la liberación de líquidos por rotura de tejidos. Una vez tapados los potes, se rotularon y sellaron las tapas con pegamento siliconado para prevenir posibles escapes de gases o jugos.

Los microsilos elaborados se conservaron en dos tambores plásticos tapados, colocando por separado los tratamientos que contenían urea de los que no. Transcurridos 12 y 54 días, se procedió a la apertura de los microsilos. En cada pote, se introdujo un punzón de acero en el interior del material para generar una pequeña “cámara de aire” y se colocaron los extremos de los medidores de gases Riken Keik modelo RX-515 (CO₂, CH₄) y RKI EAGLE2 (para NH₃) por un minuto. Con un termómetro de penetración se midió la temperatura del silaje, luego se extrajo una muestra para evaluar características organolépticas y pH. Se comparó liberación de gases, pH y temperatura entre híbridos, tratamientos y/o momentos de apertura por diferencias de medias con Statgraphics (Pérez, 1998).

3. RESULTADOS

3.1. Liberación de Gases

• Metano

A los 12 días, T y I se mostraron como grupos homogéneos. También UI y U, pero manifestaron diferencias con los dos anteriores. A los 54 días,

Días	T	I	UI	U
12	3,17 Aa	3,23 Aa	6,7 Ba	7,03 Ba
54	5,13 Aba	3,13 Aa	5,2 ABb	6,73 Ba

En filas: Letras mayúsculas distintas indican diferencias entre tratamientos. En columnas: letras minúsculas distintas indican diferencias entre momento (Duncan, $p < 0,05$).

Días	T	I	UI	U
12	0,30 Aa ± 0,62	0,00 Aa ± 0,00	45,00 B ± 38,03	45,80 B ± 37,13
54	0,60 Ab ± 0,28	1,27 Ba ± 0,50	> 75,00 C ± 0,00	> 75,00 C ± 0,00

En filas: Letras mayúsculas distintas indican diferencias entre tratamientos. En columnas: letras minúsculas distintas indican diferencias entre momento (Duncan, $p < 0,05$).

Días	T	I	UI	U
12	16,95a ± 5,68	19,04a ± 3,72	20,00a ± 0,00	18,83a ± 2,43
54	15,36a ± 9,72	9,65a ± 7,42	10,70a ± 5,50	12,95a ± 6,79

En filas: Letras minúsculas distintas indican diferencias entre tratamientos (Duncan, $p < 0,05$).

se detectó menor emisión de metano en I, mayor en U, mientras que T y UI ocuparon una posición intermedia entre los anteriores pero sin diferenciarse entre sí. La liberación de metano en UI disminuyó al segundo momento de apertura, mientras que en los restantes tratamientos no se detectaron diferencias estadísticas entre momentos de apertura ($p > 0,05$) (Tabla 1).

• Amoníaco

A los 12 días la concentración de amoníaco fue similar y muy baja en T y en I. En U y UI hubo liberación de NH₃, pero no se detectó diferencias ($p > 0,05$) entre ambos. A los 54 días posteriores a la elaboración de los silos experimentales, continuó siendo muy baja la liberación del gas en T y I, mientras que los tratamientos con agregado de urea superaron el valor límite del equipo analizador de gases por lo que no se completó el análisis de medias (Tabla 2).

• Dióxido de carbono

No se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos o momentos (Tabla 3).

3.2. Diferencias de pH entre híbridos, tratamientos y momentos

A los 54 días, hubo diferencias de pH entre híbridos, pero tanto en T como en I se mantuvieron en rangos acordes a un buen silaje. Con urea (U, UI), el pH aumentó en todos los híbridos y las diferencias

Tabla 1. Comparación de emisión de metano (%) entre silajes de sorgo (con o sin aditivos) a distintos momentos de ensilado.

Tabla 2. Comparación de emisión de amoníaco (ppm) entre silajes de sorgo (con o sin aditivos) en distintos momentos de ensilado.

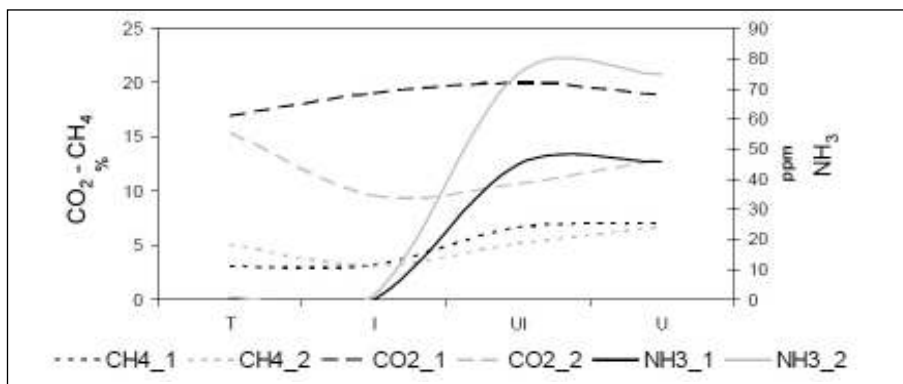
Tabla 3. Comparación de emisión de dióxido de carbono (%) entre silajes de sorgo (con o sin aditivos) a distintos momentos de ensilado.

Híbrido de sorgo	T	I	UI	U
DP silero	3,9 a	3,8 ab	8,6 a	8,2 a
DP	4,0 b	3,7 a	8,2 a	8,3 b
Az. Silero	3,9 a	3,8 b	8,7 a	7,7 a
Granifero	4,0 b	3,8 b	8,7 a	8,4 a
DP azuc.	4,2 c	4,0 c	8,8 a	8,2 a

En columnas: letras mayúsculas distintas indican diferencias entre tratamientos (Duncan, $p < 0,05$).

Días	T	I	UI	U
12	4,01 Aa	3,86 Aa	6,85 Ba	7,06 Ba
54	3,99 Aa	3,84 Aa	8,15 Bb	8,58 Cb

En filas: Letras mayúsculas distintas indican diferencias entre tratamientos. En columnas: letras minúsculas distintas indican diferencias entre momentos (Duncan, $p < 0,05$).



Días	T	I	UI	U
12	23,8a ± 0,54	23,9a ± 0,77	24,3a ± 1,10	23,9a ± 0,91
54	21,8a ± 0,62	20,7a ± 5,23	21,4a ± 1,24	22,8a ± 1,28

En filas: Letras minúsculas iguales indican homogeneidad entre tratamientos (Duncan, $p < 0,05$).

Tabla 4. Comparación de emisión de dióxido de carbono (%) entre silajes de sorgo (con o sin aditivos) a distintos momentos de ensilado.

Tabla 5. Comparación de pH entre silajes de sorgo (con o sin aditivos) a distintos momentos de ensilado.

Figura 1. Comparación entre tratamientos (con y sin aditivos) según gases liberados.

Tabla 6. Comparación de temperaturas entre silajes de sorgo (con o sin aditivos) a distintos momentos de ensilado.

registradas no indicaron beneficios al proceso de ensilado (Tabla 4). Los pH registrados, en ambos momentos, distinguieron los tratamientos T y I de los con urea, indicando en los primeros adecuada estabilización a los 12 días. Los bajos pH alcanzados en T demostraron la eficiencia de la metodología aplicada. El tratamiento control no se diferenció de I (Tabla 5), indicando que, cuando la compactación y tapado se realizan correctamente, se garantiza el proceso de ensilado.

3.3. Evolución de la concentración de gases liberados y pH

Los tratamientos que tienen urea (U-UI), presentaron pH más elevado y mayor concentración de

NH₃. Esta disponibilidad de NH₃ favoreció la degradación de fracciones fibrosas y la reducción del CO₂, teniendo como producto final CH₄. Por lo cual, nutricionalmente, son de menor calidad que los control (T) o con inoculante enzimático (I) que presentaron menor pH, produjeron menos NH₃ y CH₄ y la degradación de hidratos de carbono llegó a ácidos responsables del menor pH (Figura 1).

3.4. Temperatura

Cualquiera sea el tratamiento y momento de ensilado, no se registraron diferencias de temperatura entre tratamientos ($p > 0,05$). Las temperaturas registradas fueron similares a las de laboratorio (Tabla 6).

Días	T	I	UI	U
12	Frutado suave	Frutado suave	Amoniactal	Frutado fuerte
54	Frutado suave	Frutado suave	Amoniactal	Amoniactal

Tabla 7. Olor de microsilos de sorgo, en cada momento de apertura.

Días	T	I	UI	U
12	Verde claro (similar a planta en pie)	Verde claro (similar a planta en pie)	Verde oscuro	Verde oscuro
54	Verde claro (similar a planta en pie)	Verde oscuro (similar a planta en pie)	Verde oscuro/Castaño	Castaño

Tabla 8. Color de microsilos de sorgo, en cada momento de apertura.

3.5. Propiedades organolépticas

En todos los microsilos la textura permaneció firme, sin desarrollo de hifas. Todas las muestras de T y de I tuvieron características organolépticas similares en ambos momentos de apertura, indicando un buen proceso de ensilado y difiriendo de U y UI (Tablas 7 y 8).

El olor y color de los microsilos T e I corresponden a un correcto proceso de ensilado, con fermentaciones adecuadas. En el caso de los tratamientos con agregado de urea (UI y U) tanto el olor como el color fue más fuerte, indicando problemas en su conservación y la ocurrencia de fermentaciones no deseables, con posibles pérdidas cualitativas de material.

4. CONCLUSIONES

- El método de microsilos en potes de plástico resulta sencillo, permite reproducir la fermentación anaeróbica y detectar cambios de pH y de calidad forrajera por efecto de aditivos. Se logran características organolépticas acorde a los tratamientos aplicados y la estabilización del proceso de ensilado.
- El cultivo de sorgo ofrece calidad al conservarlo como silaje.
- Cuando la compactación y tapado de los microsilos se realizan correctamente se garantiza el proceso de ensilado.
- En microsilos de sorgo, el agregado de com-

puestos nitrogenados aumenta el pH (disminuye la palatabilidad) y el riesgo de crecimiento de bacterias nocivas, también disminuye la calidad de los nutrientes energéticos. El agregado de inoculantes enzimáticos estabiliza el pH a los 12 días de ensilado y beneficia la calidad nutricional del silo.

4. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- De León, M. 2007. El uso de silajes de sorgo en la intensificación de los sistemas de producción de carne bovina. E.E.A. INTA Manfredi, Argentina. Disponible en http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/94-silo_sorgo.pdf.
- Gutiérrez, LM y EM Viviani Rossi. 2005a. Efecto de la aplicación de un inoculante enzimático en la calidad nutricional y fermentativa del silaje de sorgo granífero. Libro de resúmenes del 28º Congreso Argentino de Producción Animal.
- Gutiérrez, LM y EM Viviani Rossi. 2005b. Efecto de la aplicación de un inoculante enzimático en la calidad nutricional y fermentativa: silaje de sorgo BMR forrajero. Libro de resúmenes del 28º Congreso Argentino de Producción Animal.
- Lara Muñoz, J. 2011. Aditivos para el mejoramiento del ensilaje de maíz forrajero. Servicio profesional para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Pérez López, C. 1998. Métodos Estadísticos con Statgraphics para Windows. Ed. RA-MA.

Incidencia de la altura del corte en la composición morfológica, peso de planta y calidad forrajera de cuatro híbridos de sorgo

1. INTRODUCCIÓN

Además del pastoreo directo, el cultivo de sorgo es destinado a la confección de silaje, particularmente en ambientes con limitaciones climáticas que tornan riesgoso el desarrollo del maíz o sus rendimientos de grano no superan los 3.000 kg.ha⁻¹ (Cattani et al., 2008). Dado el costo de esta tecnología, su uso se justifica cuando se logran silajes de alto rendimiento y con la mayor calidad nutricional posible. Por tal razón, toda práctica de manejo que mejore la calidad del forraje cosechado sin resentir de manera significativa el rendimiento, resulta de suma importancia en los sistemas de producción ganadera.

En sorgo, el grano es el componente de la planta de máxima calidad; la fracción vegetativa, de inferior calidad, varía con el estado de madurez, el híbrido y la relación hoja: tallo. De manera que puede considerarse que el valor nutricional del silaje de sorgo aumenta cuando se incrementa la proporción de grano en la planta. Por tal razón, si el objetivo final es maximizar el rendimiento de materia seca digestible (variable que combina rendimiento y calidad), elevar la altura de corte cuando se ensila es una práctica que favorece el logro de ese propósito.

Los tallos representan alrededor de un tercio del peso seco de la planta y conforman el componente de inferior valor nutricional. Esta calidad disminuye hacia la base del mismo, por lo tanto, elevar la altura de corte del cultivo permite no sólo aumentar la relación grano: planta sino además excluir del material a ensilar la parte inferior del tallo y las hojas más viejas, con la contrapartida de reducir la cantidad de materia seca que se ensila por unidad de superficie. En regiones que hacen posible sembrar y cosechar temprano el forraje, el remanente puede ofrecer cierto rebrote, apto para el pastoreo o la cobertura

del suelo. El aumento en la calidad del silaje producido por la elevación de la altura de corte varía con el híbrido utilizado, y es posible que no siempre dicho beneficio compense el menor rendimiento obtenido.

La experiencia se llevó a cabo con el objetivo de evaluar el efecto de tres alturas de corte sobre la composición morfológica, peso de la planta e indicadores de calidad forrajera de cuatro híbridos de sorgo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se condujo en el lote 2 del campo experimental del INTA San Luis (33° 39' S, 65° 22' O), con suelo Haplustol Entico, utilizándose 4 híbridos comerciales de sorgo:

1. F 1400 BMR (Fornatec), sorgo silero “nervadura marrón”, híbrido bicolor x bicolor, tipo granífero,
2. F 1479 (Fornatec), sorgo silero híbrido bicolor x bicolor, tipo granífero (grano blanco),
3. Semental (Génesis Seeds), sorgo silero azucarado, ciclo largo, porte alto, con regular producción de grano,
4. NK 255 T (Syngenta), sorgo doble propósito (silo/grano), ciclo intermedio, alto contenido de tanino.

El diseño empleado fue de parcelas anidadas con 3 repeticiones, con el híbrido participante como parcela principal y las alturas de corte anidadas dentro de ella.

La siembra se realizó el 16/noviembre/2010, en líneas de 5 m de longitud, distanciadas entre sí a 0,5 m, constituyendo unidades experimentales de 17,5 m² cada una, y utilizando 20 semillas viables.m⁻¹. La emergencia se verificó el 23/noviembre/2010.

Las parcelas se fertilizaron con 100 kg.ha⁻¹ de

fosfato diamónico (18-46-0) a la siembra, agregándose 110 kg de N.ha⁻¹ como urea granulada en la fase de crecimiento vegetativo. El ensayo se mantuvo libre de malezas y plagas durante todo el ciclo de los cultivos.

El muestreo, al estado de grano pastoso, se efectuó en la 2ª semana de abril, cosechándose de cada parcela 12 plantas al azar: 4 a 15 cm del suelo, 4 a 35 cm del suelo y 4 a 55 cm del suelo. Las plantas se separaron manualmente en hoja (H), tallo (T) y panoja (Pan), y por la trilla de ésta, grano (G). Todas las fracciones se secaron en estufa con circulación forzada de aire a 64 °C hasta peso constante y se pesaron para determinar peso seco de la planta (PS) y la proporción relativa de cada componente morfológico. Las muestras de cada híbrido y altura de corte (compuesto de 4 plantas por repetición) se molieron en molino con tamiz de 1 mm de diámetro, determinándose indicadores de calidad forrajera de planta entera (PE) en el LAAR (“Laboratorio de análisis de Alimentos para Rumiantes”, convenio INTA-UNSL PN^o 51508). Los análisis realizados fueron: proteína bruta (PB, %= N total x 6,25, mét. semimicro Kjeldahl, Bremner, 1965), fibra detergente neutro (FDN, %) y fibra detergente ácido (FDA, %) (anализador de fibra ANKOM 200/220, Ankom Techn., 2004; Van Soest et al., 1966; Van Soest et al., 1991). Se calculó digestibilidad a partir de los valores de FDA: DMS (%) = 88,9 - (FDA x 0,779) (Wattiaux, 2001). A partir de la DMS y los valores de PS se calculó el peso seco digestible (PSD, g.planta⁻¹). Se analizó la variancia de los valores obtenidos, com-

parándose los valores medios por el test de Tukey (p<0,05). Las variables fueron analizadas por el programa estadístico SAS/STATS (SAS, 2003).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Composición morfológica y modificación del peso de la planta

En la Tabla 1 se ha reseñado, para los 4 híbridos de sorgo, la composición morfológica correspondiente a las 3 alturas de corte consideradas. El corte a 35 cm del suelo no modificó sustancialmente el PS de ninguna de las variables contempladas con relación al corte de referencia (15 cm). En general, difirió a nivel de (p<0,05) PS promedio de la planta cortada a 55 cm del suelo para H, T y en consecuencia PE, con la sola excepción de F 1479, en el cual la reducción de peso de T y PE no fue significativa.

La Tabla 2 permite precisar la reducción relativa del PS de las fracciones componentes de la planta, tomando como referencia a la altura de corte de 15 cm. Se aprecia que en todos los casos la reducción más significativa, cuando el corte se eleva de 15 a 55 cm, fue la del T (42,6-61,8 %, según híbrido), mientras que la reducción de PE (que bien puede considerarse como la pérdida de rendimiento a asumir cuando el corte se efectúa a 55 cm del suelo) varió entre 21,8 y 36,6 %. En Semental se verificó una reducción importante del peso medio de G y Pan, que parece indicativo de una importante variabilidad. En maíz, la magnitud de la reducción porcen-

	F1400: remanente			F1479: remanente		
	15 cm	35 cm	55 cm	15 cm	35 cm	55 cm
Altura, m	1,29 a	1,27 a	1,27 a	1,54 a	1,54 a	1,53 a
PS H, g	12,83 a	11,08 ab	9,83 b	13,58 a	12,42 a	9,00 b
PS T, g	18,75 a	11,42 b	7,17 b	18,58 a	16,00 a	10,67 a
PS G, g	24,17 a	25,83 a	25,00 a	17,67 a	19,17 a	17,83 a
PS Pan, g	30,75 a	32,58 a	31,75 a	23,25 a	24,50 a	22,92 a
PS PE, g	62,33 a	55,08 ab	48,75 b	55,42 a	52,92 a	42,58 a
	Semental: remanente			NK255T: remanente		
	15 cm	35 cm	55 cm	15 cm	35 cm	55 cm
Altura, m	1,54 a	1,55 a	1,53 a	1,23 a	1,22 a	1,23 a
PS H, g	14,25 a	11,92 a	8,75 b	20,08 a	19,42 a	12,50 b
PS T, g	27,17 a	23,33 a	12,42 b	25,58 a	19,25 a	10,92 b
PS G, g	30,50 a	26,42 a	22,83 a	29,92 a	30,50 a	31,92 a
PS Pan, g	38,00 a	33,83 a	29,17 a	36,83 a	37,75 a	39,42 a
PS PE, g	79,42 a	69,08 ab	50,33 b	82,50 a	76,42 ab	62,83 b

Tabla 1. Composición morfológica (g MS.planta⁻¹) de 4 híbridos de sorgo, según la altura de corte. INTA San Luis.

Para cada cultivar y variable, valores seguidos de distinta letra difieren significativamente (p<0,05).

	F1400: remanente			F1479: remanente		
	15 cm	35 cm	55 cm	15 cm	35 cm	55 cm
PS H	100	-13,64	-23,38	100	-8,54	-33,73
PS T	100	-39,09	-61,76	100	-13,89	-42,57
PS G	100	6,87	3,43	100	8,49	0,91
PS Pan	100	5,95	3,25	100	5,38	-1,42
PS PE	100	-11,63	-21,79	100	-4,51	-23,17

	Semental: remanente			NK255T: remanente		
	15 cm	35 cm	55 cm	15 cm	35 cm	55 cm
PS H	100	-16,35	-38,60	100	-3,29	-37,75
PS T	100	-14,13	-54,29	100	-24,75	-57,31
PS G	100	-13,38	-25,15	100	1,94	6,68
PS Pan	100	-10,97	-23,24	100	2,5	7,03
PS PE	100	-13,02	-36,63	100	-7,37	-23,84

Tabla 2. Reducción porcentual del PS medio de 4 híbridos de sorgo y 3 alturas de corte: 15 (referencia), 35 y 55 cm. INTA San Luis.

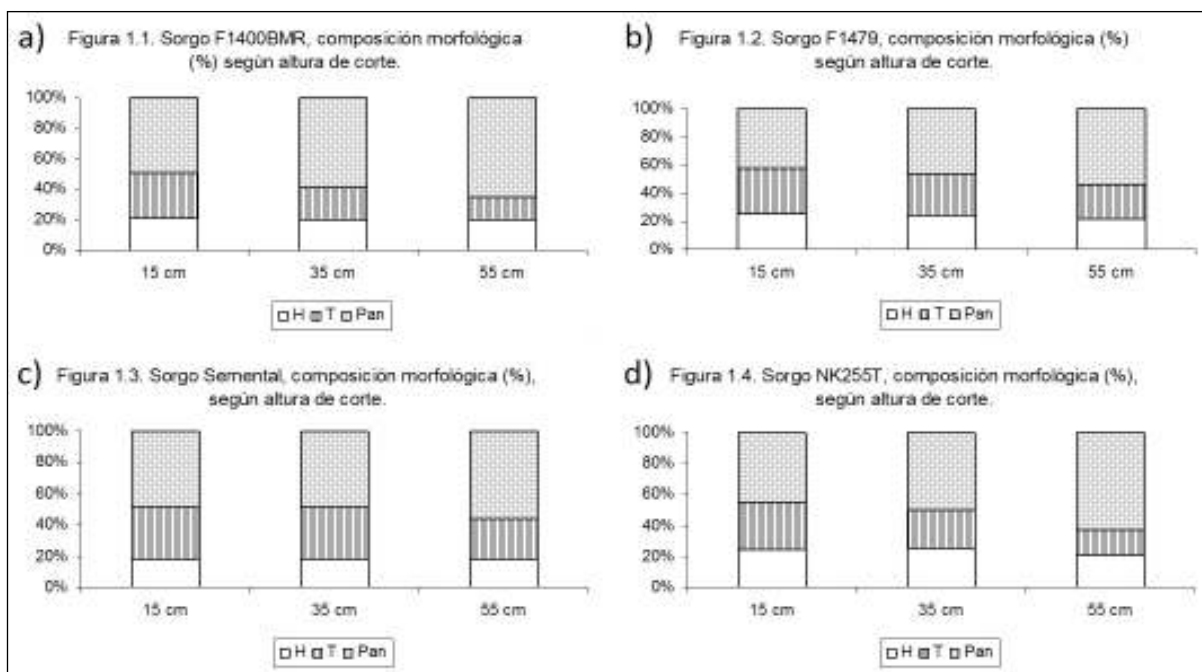


Figura 1. Composición morfológica de a) F1400 BMR, b) F1479, c) Semental y d) NK 255T.

tual del PS de los componentes morfológicos de la planta varía con las características del híbrido, estado de madurez del cultivo, densidad de plantas y, por supuesto, la diferencia entre las alturas de corte (Aello et al., 2008), variables que bien pueden aplicarse al cultivo de sorgo.

Cuando la altura del corte pasó de 15 a 55 cm, el peso relativo de la Pan respecto de PE creció de 49,3 a 65,1 % (F1400BMR), 42,5 a 53,6 % (F1479), 48,8 a 56,2 % (Semental) y 45,3 a 62,0 % (NK255T), respectivamente. La Figura 1 muestra, para cada híbrido,

la composición del material cosechado con las 3 alturas de corte consideradas.

3.2. Calidad forrajera

En la Tabla 3 se presentan los valores medios de PSD y composición química de la planta para los 4 híbridos y las 3 alturas de corte considerados. En F1400 (híbrido con el carácter de “nervadura marrón”) los indicadores de calidad considerados mejoraron significativamente. En F1479 y NK255T

Determinaciones	F1400: altura de corte			F1479: altura de corte		
	15 cm	35 cm	55 cm	15 cm	35 cm	55 cm
PSD, g.planta ⁻¹	44,91 a	40,49 a	36,24 a	38,36 a	38,19 a	30,65 a
DMS, %	72,31 a	73,37 a	74,07 a	68,79 b	72,38 a	71,88 ab
FDN, %	45,08 a	43,61 a	38,68 b	50,09 a	47,74 a	47,88 a
FDA, %	21,29 a	19,94 a	19,04 b	25,81 a	21,21 a	21,84 a
EM, Mcal.kgMS ⁻¹	2,46 b	2,49 b	2,53 a	2,37 a	2,47 a	2,44 a
PB, %	6,9 b	7,6 ab	8,0 a	6,6 b	7,5 a	7,8 a
Determinaciones	Semental: altura de corte			NK255T: altura de corte		
	15 cm	35 cm	55 cm	15 cm	35 cm	55 cm
PSD, g.planta ⁻¹	56,80 a	48,46 a	36,14 a	57,80 a	53,67 ab	45,32 b
DMS, %	71,51 a	69,90 a	71,74 a	70,10 a	70,28 a	72,19 a
FDN, %	45,03 a	42,66 a	45,55 a	51,32 a	51,39 a	49,00 a
FDA, %	22,32 a	24,39 a	22,03 a	24,13 a	23,90 a	21,45 a
EM, Mcal.kgMS ⁻¹	2,62 a	2,62 a	2,63 a	2,36 a	2,42 a	2,45 a
PB, %	7,8 a	7,8 a	8,7 a	7,1 b	6,9 b	8,3 a

Tabla 3. PSD y composición química de la planta de 4 híbridos de sorgo al estado de grano pastoso. INTA San Luis.

Para cada cultivar y variable, valores seguidos de distinta letra difieren significativamente ($p < 0,05$).

los valores difirieron sin alcanzar significación estadística, salvo para PB. En Semental, que no incrementó la proporción G-Pan con el aumento de la altura de corte, no se registró diferencia alguna en los indicadores de calidad. Vale destacar, para el caso específico del sorgo, que la modificación de la altura de corte del cultivo por ensilar se justifica siempre que se haga el craqueado (partido) del grano. A diferencia del maíz, en el sorgo se alcanza la madurez del grano con la planta aún verde y con un buen nivel de humedad para la fermentación (Cattani et al., 2008). Por esta razón, para que exista un efecto significativo en la concentración del componente de la planta con mayor valor nutricional (grano) la altura de corte no debe ser inferior a 55 cm, particularmente cuando se trata de sorgos de porte elevado, tales como F1479 y Semental.

4. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Aello, MS; ON Di Marco; GM Parodi y LM Gutiérrez. 2008. Incidencia del corte a 15 o 50 cm en el rendimiento y calidad nutritiva del silaje, y rastrojo de corte alto, de dos híbridos de maíz. *Asoc. Latinoamericana de Producción Animal* 16 (4): 192-200.
- Ankom Technology. 2004. Procedures for fiber and in

vitro analysis. Operator's manual. Ankom Daisy II 200/220 in vitro incubator. 140 Turk Hill Park Fairport, NY 14450. Disponible en: <http://www.ankom.com/homepage.html>.

- Bremner, JM. 1965. Total Nitrogen. In: Black, C (Ed.), *Methods of soil analysis. Part 2. Agronomy 9. Am. Soc. Agron. Wisconsin, USA.* 1149-1177 pp.
- Cattani, P; M Bragachini y J Peiretti. 2008. Silaje. En: *Forrajes conservados de alta calidad y aspectos relacionados al manejo nutricional (cap. 6).* INTA-PRECOP II Manual Técnico 6: 135-176.
- SAS 9.1. 2003. *The GLM Procedure. Stat User's Guide.* Cary, NC.
- Van Soest, PJ; JB Robertson & BA Lewis. 1991. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583-3597.
- Van Soest, PJ; RH Wine & LA Moore. 1966. Estimation of the true digestibility of forages by the in vitro digestion of cell walls. In: *Proceedings 10th. Int. Grasslands Congr., Helsinki:* 438-441.
- Wattiaux, MA. 2001. Composición y análisis de alimentos. Inst. Babcock, Univ. de Wisconsin (Madison, EE.UU.). In: *Univ. Cat. de Cba., Fac. de Ciencias Agropecuarias, 4º curso de nutrición y alimentación de bovinos:* 1-10.

Efecto del tapado del silo de sorgo en la calidad forrajera*

1. INTRODUCCIÓN

Algunos estudios informan que en el uso de bolsas y el tapado del silo la decisión no se puede tomar por las diferencias de precio sino por alguna estimación de las pérdidas asociadas a cada sistema. El uso de silo-bolsas resulta especialmente adecuado cuando se trata de lotes chicos. Estos tendrán una mayor relación entre superficie y masa ensilada, y por lo tanto menores desperdicios potenciales. Cuando las cantidades ensiladas crecen, la bolsa incrementa el costo proporcionalmente a la cantidad ensilada, mientras que, en los silos puente, la manta de cobertura puede reducir el costo por tonelada (Merlín, 2005). Las pérdidas (en cantidad y calidad) pueden cambiar de acuerdo a las condiciones de cada sitio y volumen o forma del ensilado. El tapado de la masa ensilada debe ser inmediatamente después que se retiró el equipo de ensilado del campo y mantenerlo sano hasta que se consuma el silo. Resulta importante el uso de mantas bicapa para evitar excesos de temperaturas y de más de 150 micrones para evitar roturas (Piñeiro, 2006).

Considerando, que el cubrir un silo (puente) disminuye el desperdicio del material ensilado y beneficia las condiciones de fermentación en todo su volumen, se planteó: comparar la calidad forrajera de silos de sorgo graníferos sin tapar (A) y tapado (B).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se desarrolló en Las Isletas, al sur de Villa Mercedes (San Luis). Se sembraron 24 hectáreas de un cultivo de sorgo silero Advanta VDH 422, cuando alcanzó el estado de grano pastoso (principio de marzo/2009) se cosechó y picó finamente (0,5-3,5 cm).

Con este material, se confeccionaron dos silos puentes: uno sin tapar y poco compactado y otro tapado con manta de nylon y correctamente compactado (700 kg de materia verde/m³), ambos de 1,80 metros de altura y un frente de 12 metros.

A los 180 días de confeccionados los silos (Septiembre de 2009), se registraron las temperaturas y extrajeron muestras con un barreno a distintas alturas y profundidades de los silos. Las muestras se secaron en estufa (60°C hasta peso constante), posteriormente se molieron y llevaron al "Laboratorio de Análisis de Alimentos para Rumiantes" (LAAR: Convenio INTA-UNSL) para analizar su calidad forrajera. Los análisis realizados fueron: digestibilidad verdadera in vitro de la MS siguiendo el protocolo recomendado por el fabricante para el incubador DaisyII[®], (ANKOM Technology, 2004) Luego de la incubación, las bolsas se lavaron con agua fría, con el fin de detener la fermentación y se procesaron en el analizador de fibra Ankom 2000 (Ankom Technology, 2004), proceso que permite remover restos microbianos y algunos remanentes de fracciones solubles (Van Soest et al., 1991), para así finalmente obtener resultados en términos de DVIVMS (Goering y Van Soest, 1979); los que se consideran estimadores de la digestibilidad real de los alimentos (Van Soest et al., 1966). Cuando los resultados se expresan en términos de digestibilidad aparente in vitro de la materia seca (DAIVMS), se sustrae el factor 11,9 al valor de DVIVMS, expresando estos resultados como digestibilidad aparente in vitro (DAIV) de la MS (Van Soest, 1994). Otros análisis fueron: proteína bruta (PB, método semimicro Kjeldahl. Bremner, 1965), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) con el analizador de fibra ANKOM 200/220 por el Método Secuencial de Detergentes de Van Soest (Van Soest et al., 1966; Van Soest et al., 1991). La EM se calculó como: % DAIVMS*((4,4 Mcal/kg MS*0,82)/100).

Se compararon variables que hacen a la calidad

* Resumen Trabajo Final de Especialización en Alimentación de Bovinos (UNC) del Ing. Sergio T. Rosa.

forrajera de los silos, aplicando Test de Comparación Múltiple de Medias (Duncan) mediante el uso de Statgraphics (Perez, 1998).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.A. Calidad forrajera del silo de sorgo sin tapar

En este silo se cuantificó 14,35% de granos enteros (promedio de distintas muestras). Presentó, a distintas profundidades y alturas, bajos valores de PB como consecuencia de una incorrecta compactación y consecutivamente, elevada temperatura. La ausencia de cubierta afectó los primeros 30 cm del silo (desperdicio) (Tabla 1). El estrato externo del silo, de aproximadamente 30 cm, manifestó presencia de hifas (color blancuzco). En general, el olor del silo fue dulzón y su color marrón.

3.B. Calidad forrajera del silo de sorgo tapado

El tapado del silo mantuvo la temperatura del mismo entre 21-29°C. Tanto PB como MS presentaron valores uniformes, a distintas alturas y profundidades. Los valores de pH (4,18 en promedio) indicaron un adecuado proceso de fermentación (Tabla 2).

Al comparar estadísticamente los valores de cali-

dad de los silos tapado y sin tapar, se diferencia PB del tapado y bien compactado. Resultó de interés la diferencia en temperatura registrada, ya que probablemente este factor incidió en la degradación de los nutrientes nitrogenados del silo no tapado y deficientemente compactado (Tabla 3).

4. CONCLUSIONES

Un silo mal confeccionado (sin tapar y mal compactado) constituye un recurso alimenticio de bajo nivel nutricional. La elevada temperatura (superior a 40 °C), características organolépticas (olor dulzón o azúcar quemada, color marrón) y el escaso tenor proteico del silo sorgo planta entera son indicadores de la baja calidad nutricional del forraje conservado.

5. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Ankom Technology. 2004. Procedures for fiber and in vitro analysis. Operator's manual. Ankom Daisy II 200/220 in vitro incubator. 140 Turk Hill Park Fairport, NY 14450. Disponible en: <http://www.ankom.com/homepage.html>.
- Bremner, JM. 1965. Total nitrogen. In: C Black (Ed.). Methods of soil analysis. Part 2. Agronomy 9. Am. Soc. Agron. 1149-1177.
- Goering, KH y PJ Van Soest. 1970. A system for forage fiber

Muestra	T° (°C)	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	DAIV (%)	EM (Mcal/kg MS)
P ₁ A ₁	44,33	40,00	3,06	55,80	33,80	59,90	2,16
P ₂ A ₁	50,33	40,75	3,21	56,20	31,20	58,80	2,12
P ₁ A ₂	40,00	47,53	4,47	56,40	34,40	60,26	2,17
P ₂ A ₂	52,00	43,42	3,92	52,80	33,60	67,00	2,42

Tabla 1. Calidad nutricional de silo de sorgo sin tapar y mal compactado.

P: profundidad (P₁: 0,15 - 0,35 m y P₂: 0,55 - 0,75 m) - A: distancia desde el suelo (A₁: 0,40 m y A₂: 0,80 m).

Muestra	Altura* (m)	Profundidad (m)	T° (°C)	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	DAIV (%)	EM (Mcal/kg MS)	pH
M ₁	1,20	0,70	24,3	28,60	6,59	59,12	30,50	58,5	2,11	4,51
M ₂	0,80	0,40	29,0	35,10	6,56	45,32	20,40	62,1	2,24	4,07
M ₃	0,40	0,40	21,3	31,80	6,28	55,40	29,00	65,1	2,35	4,11
M ₄	0,15	0,30	24,3	32,70	6,45	48,12	23,70	68,5	2,47	4,03

Tabla 2. Calidad nutricional de silos de sorgo tapado.

*Altura: desde la superficie del silo.

Silo	T° (°C)	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	DAIV (%)	EM (Mcal/kg MS)
Tapado	24,73 a	32,04 a	6,47 b	51,99 a	25,90 a	63,55 a	2,29 a
Sin tapar	46,67 b	42,93 b	3,67 a	55,30 a	33,25 b	61,49 a	2,22 a

Tabla 3. Comparación de calidad forrajera de silos tapados y sin tapar.

En columnas: letras minúsculas distintas indican diferencias entre silos tapados y sin tapar (Duncan, p<0,05).

analysis including equipment, reagents, methods and some analysis applications. USDA. Agr. Handbook 379.

- Merlín, A. 2005. Reservas. Agromercado - Cuadernillo Clásico de Sorgo. N° 110. http://www.agroempresacol.com.ar/publicaciones/aditivos_para_silaje.doc.
 - Pérez López, C. 1998. Métodos Estadísticos con Statgraphics para Windows. Ed. RAMA.
 - Piñeiro, G. 2006. Producir XXI, Bs. As. Cuidados en la confección del silo de maíz. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/56-cuidados_confeccion_silos_maiz.pdf.
 - Van Soest, PJ. 1994. Nitrogen Metabolism. Nutritional Ecology of the ruminant. Ithaca, New York: Cornell. Segunda ed. 476 p.
 - Van Soest, PJ.; RH Wine & LA Moore. 1966. Estimation of the true digestibility of forages by the in vitro digestion of cell walls. In: Proceedings 10th. Int. Grasslands Congr., Helsinki: 438-441.
 - Van Soest, PJ; JB Robertson & BA Lewis. 1991. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74, 3583-3597.
-

Efecto de la calidad del silo de sorgo en la ganancia de peso de novillitos de destete*

1. INTRODUCCIÓN

La marcada diferencia de rentabilidad entre la ganadería y la agricultura argentina produjo cambios sustanciales en los sistemas de producción del semiárido. El proceso de desplazamiento de la agricultura afectó la ganadería bovina. Para restablecer la cadena productiva se planteó el uso de reservas forrajeras como el silo de picado de planta entera. Para tal fin, en la zona semiárida se realizan dos cultivos anuales (maíz y sorgo), ambos con importantes producciones de materia verde y variable calidad nutricional. Se propuso como objetivo evaluar y comparar el efecto de dietas en base a silos de sorgo de diferente calidad en novillos de destete durante el proceso de recría-engorde.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se confeccionaron dos silos puentes con sorgo silero: uno sin tapar y poco compactado y otro tapado y correctamente compactado (700 kg de MV/m³). Se formaron tres lotes uniformes de 10 terneros cada uno (cruza de británicos, 7 meses de edad y 127 kg de peso promedio). Cada lote fue sometido a un tratamiento de alimentación con silo de planta entera de sorgo (picado) de baja calidad (SSPE); según se detalla en la Tabla 1.

Se plantearon cambios unificados de dietas en etapas sucesivas: SSPE, granos de soja y maíz y NNP según se detalla en la Tabla 2, posteriormente pastoreo de alfalfa (*Medicago sativa*). La terminación se hizo en confinamiento (90% grano de maíz y 10% núcleo proteico).

Los análisis estadísticos utilizados fueron ANOVA y comparación de medias de los pesos metabólicos (TM) en las distintas etapas (LSD), mediante

el uso de Statgraphics (Pérez, 1998). Aplicando el programa NRC (Nacional Research Council, 1996), se realizó una simulación de ganancia de peso vivo (PV), considerando parámetros nutricionales (proteicos y fibrosos) del silo con buena calidad y el requerimiento de los animales (según raza, edad, peso y condición corporal). Posteriormente, se compararon gráficamente PV correspondientes a los tratamientos iniciales y con posteriores cambios de dietas (pesos reales) con los derivados de la simulación. Se realizaron balances de proteína metabólica (PM) y energía neta (EN) aplicando NRC, considerando PM y EN disponible en la dieta y las requeridas por el animal para mantenimiento y ganancias, a través de su crecimiento.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los 180 días de realizados los silos, los análisis de calidad nutricional mostraron bajo tenor proteico y alto porcentaje de MS en el no tapado y mal compactado. Elevada temperatura (superior a 40 °C) y ciertas características organolépticas (color marrón y olor dulzón) lo describieron como un silaje de baja

Tabla 1. Composición de la dieta de los tratamientos con silo de sorgo (SSPE).

Tratamiento	SSPE (%)	Grano entero de soja (%)	Grano entero de maíz (%)
SS	100	-	-
SSs	93	7	-
SSsm	77	8	16

Tabla 2. Composición de la dieta unificada.

SSPE (%)	Grano entero de soja (%)	Grano entero de maíz (%)	Complemix (%)	Urea (%)
74,0	9,3	14,0	2,1	0,5

* Resumen Trabajo Final de Especialización en Alimentación de Bovinos (UNC) del Ing. Sergio T. Rosa.

Silo	T° (°C)	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	DAIV (%)	EM (Mcal/kg MS)
SSPE (alta calidad)	24,73	32,04	6,47 b	51,99	25,90	63,55	2,29
SSPE (baja calidad)	46,67	42,93	3,67 a	55,30	33,25	61,49	2,22

Tabla 3. Calidad nutricional de silos de sorgo planta entera "SSPE" (valores promedios).

En columnas: letras minúsculas distintas indican diferencias entre silos tapados y sin tapar (Duncan, $p < 0,05$).

Tabla 4. Comparación de pesos metabólicos de animales sometidos a dietas iniciales (Primer etapa).

Tratamiento	Peso metabólico (kg ^{0,75})	Grupos Homogéneos *
SS	36,93	X
SSs	38,63	X
SSsc	37,20	X

*En columna: x alineadas denotan homogeneidad de medias de pesos metabólicos entre tratamientos (LSD, $p > 0,05$).

calidad nutricional. El silo bien confeccionado, mayor compactación y tapado, mostró mayor PB y menor MS (Tabla 3).

Durante la primer etapa del ensayo (13/06-08/08/2009) se observó restricción al consumo y desnutrición generalizada en los terneros, llegando en algunos casos a la mortandad. No se manifestaron diferencias de medias de TM entre tratamientos ($p > 0,05$) (Tabla 4 y Figura 1).

A partir del 08/08/09, se unificó la dieta en los tres lotes (según Tabla 2) con el fin de revertir la situación y mejorar el estado general de los animales (Figura 1). Luego de 15 días, se observó un cambio en el consumo, manifestando todos los lotes un leve aumento de PV pero sin mostrar diferencias de

medias de TM ($p > 0,05$).

A partir del 18/11/09, comenzaron a pastorear alfalfa (M. sativa) observándose, desde este momento, un efecto de aumento compensatorio. El lote proveniente de SSs presentó mayor TM, el de SS menor y el derivado de SSsm intermedio ($p < 0,05$).

Desde el 23/02/10 dejaron de consumir alfalfa y los tres lotes ingresaron al corral de engorde hasta la finalización del ensayo (23/07/10). El lote proveniente de SS mantuvo TM más bajos diferenciándose del resto ($p < 0,05$), indicando deterioro en el desarrollo de los novillos por desnutrición temprana.

En la Figura 2, se observa el comportamiento real y simulado de los animales que consumieron silos de distinta calidad y que posteriormente, con el fin de asegurar las ganancias, se sometieron a cambios de dietas. La ventaja de una alimentación temprana con silos de buena calidad se manifestó en la evolución y alcance de los PV del sistema simulado respecto del real. Los déficits en PM fueron bien marcados en la primer etapa ($-54,33 \pm 6,29$ g/an/día, promedio) y se expresaron en bajas ganancias o pérdidas de PV (hasta septiembre). Las necesidades en EN se satisficieron ($5,86 \pm 0,20$ Mcal/an/día, promedio) durante el período de alimentación.

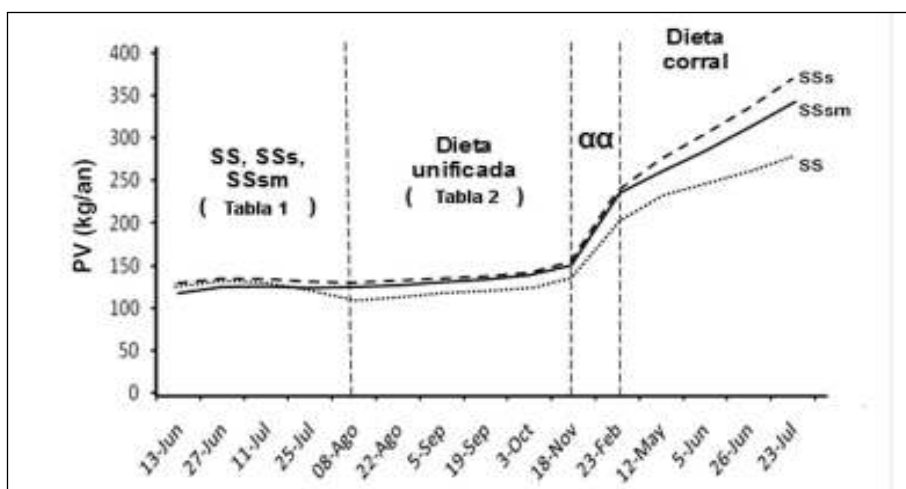


Figura 1. Evolución del peso vivo de animales de destete sometidos a distintas dietas.

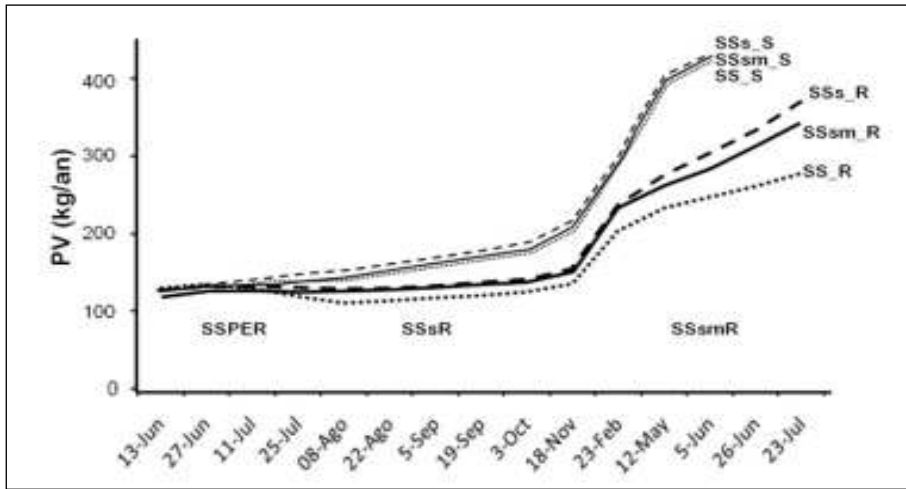


Figura 2. Comparación de la evolución del peso vivo de animales (_R: sistema real y _S: simulado).

4. CONCLUSIONES

Un silo mal confeccionado (sin tapar y mal compactado) constituye un recurso alimenticio de bajo nivel nutricional. Los animales de destete con altos requerimientos proteicos afectan su crecimiento y desarrollo al alimentarlos únicamente con silo de sorgo (planta

entera) de baja calidad; suplementados con CP y energía (degradables en rumen) no revierten dicho comportamiento. La alimentación temprana con silo de buena calidad (simulación) torna poco severa la desnutrición en la recría y prominentes las ganancias de peso en el engorde a corral.

Silaje de sorgos forrajeros sileros en el grupo de Cambio Rural “San Luis”

1. INTRODUCCIÓN

El grupo de cambio rural “San Luis”, se encuentra enmarcado por las localidades de El Amparo en el NO, Saladillo en el NE, Charco de los Perros en el SO y Granville en el SE.

En el año 2005 el grupo hace una gira a las EEA Manfredi y Marcos Juárez, para ver sistemas de producción de carne intensivos. En esa gira nos muestran en Manfredi el módulo “Hacia los 1000 kilos de Carne”, este modelo nos deja muy entusiasmados, con toda la intención de implementarlo en San Luis.

Al mes siguiente en la reunión, ya no se veía la posibilidad de traspasar el sistema Manfredi al grupo, ya que la producción de Maíz es relativa, aleatoria, no se puede depender de esta producción y además es caro.

Tabla 1. Distribución de la superficie del grupo de cambio rural “San Luis”. Campaña 2009-2010.

Cultivo	ha	%
Pasturas	3267	20%
VI	1680	10%
VV	1003	6%
Maíz	2616	16%
Soja	4855	30%
Sorgo	76	0,5%
Girasol	184	1%
Monte	2549	16%
TOTAL	16230	100%

Durante el 2006 lo seguimos estudiando, se cambió el Maíz por Sorgos Sileros, se analizaron posibles modelos para la zona, pero la realidad es que tampoco sabíamos cuanto podían producir estos Sorgos. Se hicieron las primeras pruebas en La Invernada y San José, en la campaña 2006/2007.

El sistema de producción en el 2005 se basaba en una rotación con pasturas de Llorón y Alfalfa en 45-50 %, un 20 % de verdeos de invierno, 5-7 % de verdeos de verano (maíz de pasto) y 30 % de agricultura (Maíz-Soja), con algo de terminación a corral con rollos como fibra.

El Silo se fue afianzando en el grupo, esto trajo aparejado la modificación del sistema de producción, pasando a invernadas con terminación a corral, con fibra aportada por silo y en algunos casos se pasó a recría e invernada, estabulada, con base de silo.

Este cambio que produjo el silo en el sistema de producción se ve reflejado en la Tabla 1 de distribución de superficie.

El impacto en la variación en la producción de carne, lo estamos viviendo y va cambiando todos los ejercicios, en la Tabla 2 podemos ver este cambio, teniendo en cuenta que todavía hay un porcentaje importante de monte y algo de cría.

La producción de las variedades en la última campaña está reflejada en la Tabla 3; se debe tener en cuenta la variación de precipitaciones entre el norte y sur del grupo.

La tecnología que estamos utilizando hoy en día es la siguiente:

AÑO	SUPERFICIE	tn MV /ha	Rango tn MV /ha	tn MV	% Superficie ganadera	% Verdeos de invierno
07/08	176	27.10	17.9 - 37.1	4784	1.70	21.53
08/09	163	45.06	22 - 67.19	7346	1.90	15.28
09/10	463	27.90	18.8 - 46	12936	4.59	11.63
10/11	654	33.80	17 - 49	22135	5.50	10.00

Tabla 2. Producción de silo de sorgo y proporción de superficie ganadera y de verdeos de invierno.

HIBRIDO	kg MV/ha	ha	tn Totales	INDICE
VDH 701	49000	70	3430	136,20
SORGO	47406	32	1517	131,77
SILAGE KING	46588	43,5	2027	129,50
PAN 888	44295	14,9	660	123,12
NUTRITOP	40000	40	1600	111,19
NUTRIGRAIN	38000	20	760	105,63
VDH 701	37000	35	1295	102,85
CERES	35976	50	1799	100,00
NUTRIGRAIN	32000	25	800	88,95
MORTERO	30624	36	1102	85,12
SORGO	30000	102	3060	83,39
NUTRIGRAIN	25000	60	1500	69,49
LIDER 145	21671	67	1452	60,24
AYERZA SF	20000	25	500	55,59
LIDER 145	19857	16,5	328	55,20
SILAGE KING	17000	18	306	47,25
TOTAL	33800	654,99	22135,44	100

Tabla 3. Rendimiento de Silos. Campaña 2010/2011.

- Antecesor: Soja
- Fecha de Siembra: finales de Octubre - Principios de Noviembre
- Sistema de siembra: Directa
- Densidad: 10 kg/ha
- Fertilización: 50 a 80 kg/ha de urea (entre líneas)
- Herbicidas: G-90 0,700 kg/ha (2,4-D y Banvel, si hace falta).

En algunos casos se utiliza semilla curada con Concep.

En cuanto a la conservación lo estamos haciendo en tipo bunker y embolsados, dependiendo el campo y las características de utilización.

Respecto al uso, va desde el autoconsumo, tanto en bolsas como bunker, con pastoreo horario de verdes de invierno, hasta entrega en corral.

Los costos de producción están hoy en un valor medio de 0,062 \$/kg de MV y 0,208 \$/kg de MS. De este costo el 80 a 84 % corresponde a picado y bolsas, para una producción de 42000 kg MV/ha, 12600 kg MS/ha. Los valores de proteína van de 6 a 8 % y la energía esta en 2 a 2,3 Mcal, con digestibilidades de 60,5 a 65 %. Estos valores de MS, proteína bruta y energía, lo hacen un forraje de excelente calidad y bajo costo.

Las variedades utilizadas hoy en el grupo son:

- VDH 701
- Ceres
- Don Verdeo
- Nutritop
- Silage King
- Mortero
- Líder 145

2. CONCLUSIONES

- Los sorgos forrajeros sileros, tienen una excelente adaptación a las condiciones climáticas de San Luis.
- Tienen muy buena producción de materia seca y proteína, y además muy segura.
- El costo de implantación es muy adecuado.
- Produce pasto en la época de lluvias, y es muy eficiente en su utilización.
- Por el volumen de producción permite liberar superficie para otros cultivos.
- Se lo debe manejar como un cultivo agrícola. (A mayor producción menor costo).
- En muchos casos ha permitido eliminar los verdes de invierno en el sistema.
- Está revolucionando el sistema de producción en zonas semiáridas.
- El silo llegó para quedarse.

El sorgo, la mecanización y sus condicionantes.

Tecnologías mecánicas no destructivas para el semiárido

1. ASPECTOS A TENER EN CUENTA PARA UN LOGRAR UN SILAJE DE CALIDAD

La productividad, la eficiencia y la preservación de los recursos naturales, son las herramientas fundamentales de la agricultura moderna, para el desarrollo de la enorme región que conocemos como el semiárido argentino. Uno de los principales cultivos que mejor se adecua a sus condiciones es el sorgo, que produce grandes cantidades de forraje y grano aún en circunstancias no favorables, como las que ocurren sistemáticamente en la región.

Por otro lado, el rápido avance de la frontera agrícola hacia el oeste, cada vez más cercana a zonas marginales para la producción tradicional, hace que las demandas actuales cambian rápidamente, y la mecanización agrícola es uno de los protagonistas principales de estos cambios, con una formidable evolución, tecnológicamente hablando.

Tal es así que en la actualidad es posible obtener grandes cantidades de forraje de sorgo de alta calidad, el que procesado en el momento adecuado y con maquinaria de alta eficiencia, se transforma en



Figura 1. Estadío temprano de sorgo granífero. Aún se deberá esperar a que los granos maduren, para el inicio de los trabajos con la picadora.

un excelente alimento estabilizado para el ganado, que puede ser utilizado en el tiempo en los sistemas de alta precisión y rentabilidad, con muy buena protección de los recursos naturales agua, suelo y aire.

Analizando este tema específicamente, se considera que para que este planteo de alta producción en base a reservas de forraje de sorgo de calidad superior, se pueda llevar adelante en las condiciones reales de producción del semiárido, se deberá tener especialmente en cuenta la calidad del forraje en pié, estrechamente relacionada a la digestibilidad y al consumo y por ende al resultado económico de los sistemas productivos modernos.

De esta manera, contando con un cultivo de sorgo de calidad y buen desarrollo, libre de malezas, para lograr un silaje de alta calidad se deberá tener en cuenta:

1.1. El momento óptimo de intervención de la Maquinaria, para cortar, “romper el grano con el craker” y picar la planta entera. Esto está condicionado por el grado de madurez y el tenor de humedad del forraje. En el caso específico del sorgo se considera conveniente comenzar el picado del lote cuando las plantas tienen sus panojas con, por lo menos, el tercio superior (1/3) de grano duro (Figura 1). Se debe tener en cuenta que interesa sobremadura el estado de maduración de los granos, especialmente su concentración de almidón, que se expresa claramente en los granos maduros. (En esas condiciones se comienza el picado con el tercio medio de la panoja con grano pastoso y el inferior un poco más verde).

El trabajar con grano duro implica necesariamente el uso del “craker” que demanda más potencia al motor de la picadora y eventualmente la hace andar más despacio. El consumo de combustible se incrementa paralelamente, pero los beneficios son realmente importantes.

Es altamente deseable trabajar así, con “craker”,

porque el grano duro contiene mucha mayor proporción de componentes energéticos que solo son aprovechados por el animal si el grano está aplastado o partido. El grano duro, entero, pasa rápidamente por el tracto digestivo sin ser aprovechado adecuadamente por el animal.

Esta es la tendencia actual que claramente se está evidenciando en los principales centros del mundo, y que privilegia el tenor energético del silaje de sorgo.

Aquí hay que prestar especial atención a la dotación de equipos: si es posible, trabajar con equipos de alto rendimiento y gran capacidad de trabajo, que permitan realizar el picado del lote y el ensilado, rápidamente, con calidad y tamaño uniformes, que favorecen la fermentación láctica y la conservación.

Cuando se dispone de equipos de capacidad de trabajo muy reducida se corre el riesgo de tener que adelantar demasiado el inicio, con el consecuente perjuicio de la calidad final del silaje.

1.2. La altura de trabajo del cabezal rotativo: En la región actualmente se están implantando los cultivos de sorgo con diferente distancia entre líneas, de acuerdo al híbrido o variedad de que se trate. Por esto se considera que para afrontar sin inconvenientes el corte de los cultivos implantados en estas condiciones, el cabezal rotativo es el más indicado (Gallardo, 2004).

De todas maneras, en la región, si por un problema de escala y ante la falta de contratistas con maquinaria de alta performance se dispone de una picadora con cabezal clásico, lo mismo se puede utilizar, con la posibilidad de lograr un muy buen silaje.

Una precaución que se debe tener muy en cuenta en cuanto a la altura de corte que realiza el cabezal de la picadora, en el semiárido, es que no debe

ser inferior a los 50-60 cm, por dos motivos:

El primero está referido a la calidad del forraje que se pica, donde se elimina la parte inferior del tallo y las primeras hojas más secas y generalmente en contacto con el suelo y contaminadas, que si se cortaran y picaran, ingresaría a la masa del silo material no deseado, disminuyendo su calidad por contaminación (Cattani et al., 2008). Tampoco tiene mayor sentido, cuando se pretende elaborar reservas de alta calidad, que se incorpore la parte basal del tallo, con mayor tenor de humedad y de fibra, que también afectan la calidad.

El segundo, que tampoco es menor, es el que se refiere a la protección que se le debe brindar al suelo en el semiárido. Es el efecto de cobertura que proporciona la parte basal de la planta, el tallo, las hojas inferiores (y también las raíces), que quedan en el potero y que permiten moderar el efecto de esta actividad sobre el suelo, cuando se trabaja en estas tareas que condicionan un elevado nivel extractivo y el consiguiente transporte del material a otros sectores.

1.3. La uniformidad y el tamaño del material procesado por la picadora: es de relevante importancia para el resultado final del sistema de alta producción (Holland & Keizar, 1995). Es necesario remarcar aquí que lo común es que al querer avanzar rápidamente en las tareas, se cometan errores en el tamaño del picado, que luego no se pueden subsanar y que comprometen seriamente la calidad del silaje, no lográndose el picado de precisión requerido en la elaboración de reservas de alta calidad.

Para ello, el estado de las cuchillas, su regulación y el afilado son claves y es donde más se debe tener precaución en el trabajo de campo de la maquinaria.

Figura 2. Picado de forraje de sorgo, dejando sobre el suelo material remanente de protección (Villa Mercedes, San Luis).



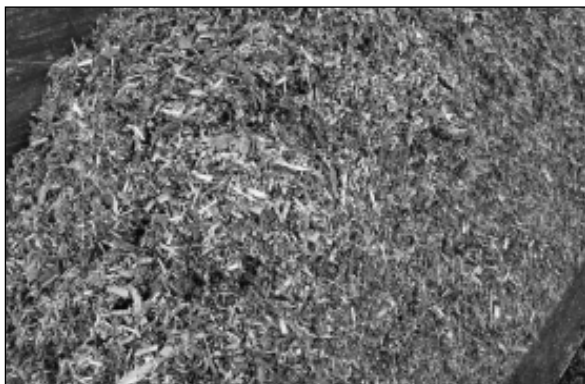


Figura 3. Material picado, a punto de ser incorporado al silo.

En general, en un cultivo en buenas condiciones, cortado en el momento oportuno, libre de maleza y con la maquinaria performante actual, bien regulada, se logran estos estándares sin dificultad, pero son muy comunes en la región los casos en que no se alcanza el tamaño de partícula adecuado (Cattani, com. pers.).

Se considera conveniente lograr un tamaño suficientemente pequeño para un buen compactado y uno suficientemente grande como para proveer al animal de fibra efectiva (Gregoret & Gallardo, 2004), con una distribución relativa del tamaño de picado del orden del 40-50 % con trozos de entre 8mm y 20 mm, un 40-50 % menor a 8mm y un 5-15 % mayor a 20 mm, donde no se debieran encontrar trozos de más de 60 mm.

No es recomendable obtener muchas partículas más pequeñas, porque suelen disminuir la absorción de los nutrientes a nivel del rumen del animal,

sobre todo cuando se alimentan, en su mayor parte con silaje, a pesar de que favorecen mucho la compactación del silo.

Tampoco es recomendable la presencia de un elevado porcentaje de partículas grandes que dificultan la compactación y la eliminación de aire.

1.4. La maquinaria debe permitir realizar la compactación más adecuada, que quite rápidamente el aire de la masa del silo, favorezca la fermentación láctica y por ende la conservación de la calidad nutritiva del alimento. Esto depende del tipo de silo que se realice, el que está también condicionado por el tamaño del lote o ciertamente por la cantidad de forraje a conservar: los más comunes son el silo bolsa para Pymes y los tipo torta, trinchera, bunker... para otros tipos de condiciones de mayor escala. Cualquiera sea el tipo de silo a utilizar, para minimizar las pérdidas se deberá lograr rápidamente el transporte y la descarga del material picado y una buena compactación. Esto favorecerá la fermentación anaeróbica de tipo láctico que es la que en definitiva protegerá el valor nutritivo del silo hasta el momento del suministro.

Aquí es necesario también considerar que existe una fermentación aeróbica, que ocurre desde el momento del picado hasta la desaparición del oxígeno del interior del silo por la compactación. Este proceso relativamente corto, depende de la organización del silaje, de la distancia desde la picadora al lugar de emplazamiento del silo y especialmente de la logística utilizada, y es en el que los azúcares del forraje picado se transforman en calor y subproduc-



Figura 4. Camión volcador descargando el material picado en la máquina embolsadora para la confección de silos bolsa, en una Pyme regional.

tos no deseables. A más tiempo transcurrido mayores pérdidas. Desde este punto de vista sería conveniente ubicar el silo en un lugar cercano al sitio de trabajo de la picadora y contar con material perforante a la hora del traslado del forraje picado.

El primer indicador de la presencia de aerobiosis en el silo es el marcado aumento de la temperatura y el olor fuerte. Casi simultáneamente se percibirá el desarrollo profuso de colonias de hongos, levaduras y otros organismos aeróbicos, que siempre se produce en detrimento de la calidad del ensilaje.

La fermentación anaeróbica comienza cuando el oxígeno ha sido eliminado en el silo y de acuerdo al nivel de fermentación el pH baja por la acción de los microorganismos productores de ácido acético a partir de los carbohidratos.

Luego, acompañando el descenso del pH, las bacterias lácticas incrementan su actividad, también en relación al tenor de humedad (adecuado: 60 a 70 %) de la masa del forraje en el silo y a la cantidad de azúcares presentes, por lo que es muy importante contar con una alta proporción de hidratos de carbono para asegurar la calidad en la conservación del silo. También, con ese mismo objetivo, se pueden utilizar aditivos para estimular el desarrollo de las bacterias lácticas y la generación de ácido láctico, otros para inhibir el desarrollo de las indeseables y un último grupo, para mejorar la calidad final del silaje.

Cuando se aplican estimulantes, inoculantes, los más comunes líquidos, en la embolsadora si se trata de un silo bolsa, o en la picadora si se trata de un silo bunker o torta, se lograría una mayor velocidad en la obtención de los productos que favorecen la estabilización (con disminución del pH) y la conservación del silo. En la embolsadora es más sencilla la aplicación y el control de la inoculación con menores pérdidas operativas.

1.5. El sellado del silo: en los silos trinchera bunker o torta lograr conservar el silaje en atmósfera confinada, para su mejor conservación, implica un proceso no menor, que bien efectuado ayuda a no tener pérdidas suplementarias. Lo más común es el uso de materiales plásticos bien anclados y sujetos con cubiertas de caucho usadas que impiden que la cobertura se mueva con el viento.

En los silos tipo bolsa, muy utilizados actualmente, el sellado en las puntas es muy sencillo y no trae dificultades cubrir bien el extremo final, cuando se retira la máquina embolsadora, con el mismo mate-

rial o tierra, para que el cierre sea hermético y no haya intercambio de oxígeno por ese lugar.

También es necesario reconocer aquí que si durante el ensilado se producen lluvias, el silo bolsa no presenta mayores dificultades y la fermentación se produce con muy pequeñas pérdidas adicionales, reiniciándose sin inconvenientes los trabajos cuando mejoran las condiciones climáticas.

Esto nos lleva a afirmar que es conveniente ubicar el silo bolsa en un lugar alto, bien drenado y si es posible protegido de la curiosidad de los humanos y por supuesto de los animales. Se debe sellar inmediatamente cualquier rotura que signifique entrada de aire al interior.

1.6. Un tema no menor es la extracción y el suministro mecánico: Es en esta etapa donde habitualmente se producen las mayores pérdidas de calidad y cantidad en todo el proceso de ensilaje,

por lo que deberá tenerse en cuenta que en los silos trinchera, bunker o torta se deberá “destapar” el frente que permita de acuerdo a la cantidad de silaje necesario un avance diario de por lo menos 30 a 40 cm.

Cualquiera que sea la manera en que se realiza el suministro a los animales, el silaje debe ser aprovechado dentro de las 24 horas de extraído del silo, caso contrario las pérdidas son progresivas y muy importantes en calidad y cantidad de alimento.

En el caso del silo bolsa es más fácil y con una cargadora frontal, dimensionada adecuadamente, se puede efectuar la extracción sin mayores dificultades por la boca del silo, sin olvidar que es un elemento que se puede utilizar en múltiples actividades y que en las más versátiles, el tiempo de acople-desacople es de solo algunos minutos, si se cuenta con operadores bien entrenados.

- **N1.** Por otro lado, e independientemente de esto, un factor a tener muy en cuenta también en la logística, en el semiárido, con suelos lábiles, es la compactación que el paso sucesivo de los equipos con carga pesada y trenes de rodado no adecuados, ocasiona en el suelo agrícola, tal como lo muestra la siguiente imagen tomada el año pasado durante la temporada de ensilaje en la región.
- **N2.** Como concepto general necesariamente hay que entender que entre un silaje de alta calidad y uno regular hay una enorme diferencia en

el resultado final, por lo que se debe planificar con la debida antelación, verificando la capacidad operativa de la maquinaria y la disponibilidad de recursos humanos.

• **N3.** La ciencia y la tecnología, especialmente la mecatrónica han generado importantes avances en los equipos y en los procesos, pero también es cierto y es justo reconocerlo, que no siempre estos grandes avances tecnológicos estuvieron acompañados de la capacitación adecuada del operador de la maquinaria involucrada con la nueva tecnología. Esto afecta duramente la seguridad y la eficiencia en los trabajos en los sistemas de producción de alimentos y también de otros productos del campo, y particularmente las prestaciones y la duración de las máquinas.

En efecto, en el semiárido a todas luces esto es así, y se agrava cada vez más debido a que se le deben sumar los nuevos requerimientos y habilidades que demandan esas máquinas agrícolas en cuanto a la obtención y sistematización de la información, para ser empleada por otras máquinas o en tareas de planificación y análisis, en lo que habitualmente llamamos Agricultura de Precisión.

Los avances en este tema son vertiginosos y nos guste o no, la Mecatrónica se impone en toda la cadena de producción y en la maquinaria involucrada. Cada vez la demanda tecnológica es mayor y también mayor es el grado de capacitación requerido para operar esta maquinaria precisa, eficiente y práctica si se la sabe utilizar adecuadamente.

Las máquinas son mucho más poderosas, utilizan mejor el combustible, tienen mucha mayor capacidad de trabajo y son más confortables, pero para que sean más eficientes hay que saber usarlas y mantenerlas.

Los técnicos y los productores se esmeran por lograr rindes superiores, bajar los costos y mejorar las condiciones del trabajo a campo. Actualmente la maquinaria posee altos niveles de confort y de ergonomía, es decir, adecuados para un buen y práctico manejo a lo largo de toda la jornada de trabajo. Los sistemas de guía automática satelital, los radares en los máquinas, los monitores de rendimiento, de calidad del grano y pérdidas, en cosechadoras, son solo algunos de los que se demandan y utilizan con mayor frecuencia.

Todo esto se introduce como un ariete en el sistema productivo regional, pero no funciona cada vez mejor, de la manera que podría esperarse, porque se han producido importantes brechas entre los impresionantes avances tecnológicos y el nivel de capacitación de quienes operan estos mecanismos complejos.

Las demandas se acentúan y los tiempos se aceleran cada vez más y las instituciones que juegan un rol importante en el tema, se preocupan por elaborar respuestas adecuadas a esa prospectiva del futuro próximo.

Para ello es imprescindible la comprensión del rol integral que le compete a la mecanización agrícola en todo el proceso de cosecha y post-cosecha de forrajes, en las producciones regionales, la conservación de los recursos naturales y la sustentabilidad de la empresa agropecuaria.

Los beneficios esperables de la capacitación apropiada, serían el incremento de la eficiencia, la disminución de accidentes, la reducción de tiempos muertos y de fallas y la mejora en el mantenimiento y regulación de la maquinaria agrícola, con su consecuente disminución de gastos directos e indirectos. En consecuencia esta visión busca también revalorizar al ser humano potenciando sus habilidades, optimizando sus competencias, mejorando su inserción y su calidad de vida.

2. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Cattani, P; M Bragachini y J Peiretti. 2008. Silaje. En: Forrajes conservados de alta calidad y aspectos relacionados al manejo nutricional (cap. 6). INTA-PRECOP II Manual Técnico 6: 135-176.
- CEMAGREF-CUMA. 2011. Une approche technique du chantier de Récolte: Un travail sur l'impact du recours á des collectifs d'actions agricoles sur l'organisation des territoires des exploitations. Seminaire Métafort. Enita. France.
- Gallardo, M. 2004. Panorama de la calidad de los silajes en Argentina. 2da. Jornada de intercambio. Producir XXI. C.A.C.F. Santa Fe.
- Gregoret, R & M Gallardo. 2004 ¿Por qué es importante el tamaño del picado? Producir XXI. C.A.C.F. Santa Fe.
- Holland, C & W Keizar. 1995. Pioneer Forage Manual. A Nutritional Guide. Pioneer Hi-Bred International, Inc. Iowa. USA. 55 pp.

Economía del cultivo de sorgo en San Luis

1. FORMACIÓN DE PRECIOS

1.1. Mercado internacional

La producción mundial de sorgo está altamente concentrada en países subdesarrollados, y es destinada principalmente al autoabastecimiento de mercados domésticos de alimentación humana, sin generar saldos exportables significativos. El 83% de la superficie sembrada y el 54% de la producción mundial del cultivo tiene origen en países de bajos ingresos con déficits alimentarios, principalmente África y sur de Asia, donde se produce en pequeñas explotaciones familiares o en condiciones extensivas con bajas productividades (Tabla 1).

Este rasgo estructural del mercado de sorgo determina: i) un reducido volumen de comercio internacional del orden de las 5,4 millones de tone-

ladas, que representa el 10% de la producción mundial, y tan solo el 1,5% del comercio mundial de cereales; ii) el proceso de formación del precio del sorgo en el mercado internacional depende primordialmente de la demanda y la oferta en los Estados Unidos, principal exportador mundial, y los precios de exportación se basan en el sorgo de referencia, calidad Milo no 2 amarillo del Golfo de Méjico; iii) los flujos de comercio internacional están determinados principalmente por la demanda de la industria de alimentos balanceados para la producción de proteína animal. Por consiguiente, las fluctuaciones en los precios de este cereal estarán estrechamente vinculados con los factores determinantes de los precios en estos mercados asociados, y el volumen de comercio dependerá significativamente de los diferenciales de precio respecto del el maíz, principal cereal en este mercado (Figura 1).

En términos generales, los valores nutricionales digeribles del sorgo representan el 95% de los del maíz (FAO, 1997). Por este motivo, el mercado de sorgo se dinamiza cuando la relación de precios con respecto al maíz cae por debajo de 0,95 (Figura 1).

En los últimos diez años, las tendencias crecientes en precios internacionales del sorgo se explican principalmente por la expansión estructural del mercado agroalimentario y de la demanda mundial de proteínas, que tracciona los mercados de cereales y balanceados.

Los factores impulsores de la demanda tienen que ver con la expansión del tamaño del mercado agroalimentario: crecimiento sostenido de la economía mundial, impulsado principalmente por los países en desarrollo (PED) (3,4% anual mundial para 2006-2016 según FAO-OECD); dinámicas demográficas de los países en desarrollo (84% del crecimiento poblacional para el 2020), proceso de urbanización en China e India, aumento del ingreso per cápita y su consecuente modificación en los patrones de consumo alimentario frente a los bajos niveles de consumo por habitante.

En la mayoría de las fuentes especializadas se

Tabla 1. Distribución geográfica de la producción mundial de sorgo y comercio internacional. 2010. (FAOSTAT, 2012).

Sorgo		
Producción 2010	Total Mundo (en toneladas)	55.654.523
	Países de Bajos Ingresos	30.303.952
	Africa	20.949.220
	India	6.980.000
	Resto	2.374.732
	Estados Unidos	8.773.440
	Argentina	3.629.000
	Resto del mundo	12.948.131
Superficie	Total Mundo (hectáreas)	40.508.600
Cosechada 2010:	Países bajos Ingresos	33.798.623
	Africa	24.764.656
	India	7.670.000
	Resto del mundo	6.709.977
Importaciones	Total Mundo (en toneladas)	6.222.079
2009	Uso Industria balanceados	5.744.805
	México total	2.496.920
	Japón total	1.593.380
	Resto del mundo	3.247.895
	Uso Alimentación	477.274
Exportaciones	Total Mundo (en toneladas)	5.370.062
2009	Estados Unidos	3.751.390
	Argentina	1.050.530
	Resto del mundo	568.142
Total Cereales	Exportaciones Mundiales 2009 (tn.)	325.432.519
Maíz	Exportaciones Mundiales 2009 (tn.)	300.417.030

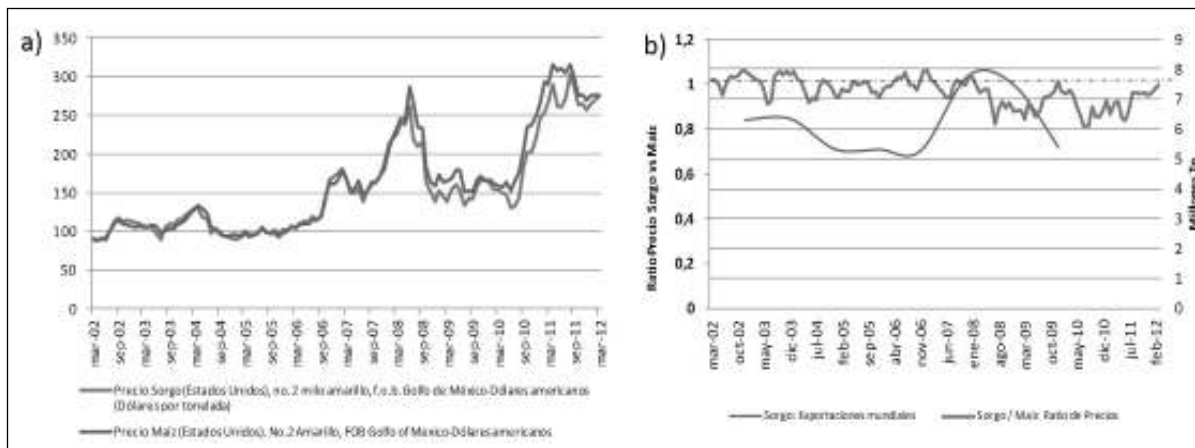


Figura 1. Evolución de a) los precios internacionales (u\$s/ton) de sorgo y maíz (2002-2012) y b) Exportaciones mundiales de sorgo y relación de precios entre sorgo y maíz. (Banco Mundial, 2012).

proyectan tasas positivas de crecimiento del comercio agroalimentario hacia el 2020. Se estima un crecimiento anual de la demanda mundial de maíz levemente inferior al 2% pero superior al de la producción, generando excesos de demanda estructurales en el mercado internacional, que traccionan aumentos en su precio (Llach y Harriague, 2010; MCTIP, 2007). Por su parte, Manazza e Iglesias (2010) destacan los principales factores específicos del contexto que explican esta brecha:

- I. Las posibilidades de expansión de la oferta mundial de cereales para el comercio internacional recaen en Rusia, que necesita de precios altos como incentivo, dada la baja competitividad en costos de sus sistemas productivos.
- II. El sector de proteína animal en China se está industrializando rápidamente, busca consolidar su industria frigorífica (mediante la concentración de la producción) para intentar satisfacer el aumento de la demanda en ese país. Por ser una actividad intensiva en maíz, lo llevarán a ser un fuerte importador de este grano, acentuando las presiones sobre el comercio (demanda).
- III. La alta correlación entre demanda de proteína y nivel de ingresos hace que la convergencia de los mercados (equidad, deuda, nivel de ingreso) y la volatilidad de las monedas generan desafíos y volatilidad a los países productores de proteínas (también trade-off entre mercado interno y externo), acentuando la volatilidad y complejizando la predictibilidad de los mercados granarios.

1.2. Mercado de Sorgo Argentino

En Argentina, el 70% de la producción de sorgo se destina al mercado interno, principalmente para la alimentación animal, y el volumen restante se exporta como commodity. Si bien desde el año 2005 la molienda crece al ritmo del 8% anual, acompañando el incremento de la producción, aún no son significativos sus volúmenes de procesamiento: 200 mil toneladas de grano de sorgo durante el año 2009 (Dragún et al., 2010). Hasta el momento, ninguna de las empresas que conforman el cupo de etanol establecido por el régimen de promoción utiliza como insumo base el sorgo.

Argentina es el segundo exportador de sorgo a nivel mundial, detrás de Estados Unidos, ambos comprenden el 70% del volumen total comercializado. Al igual que la exportación, las importaciones mundiales están altamente concentradas, México y Japón reúnen el 65% de volumen de importaciones mundiales (Tabla 1).

La posición consolidada de Estados Unidos como principal exportador mundial se debe a la diferenciación por calidad de sus granos exportados. Comercializa granos que no contienen taninos condensados, aptos para la molienda y con mejor valor nutricional animal, propiedades ponderadas por la industria alimentaria y de balanceados. Argentina abastece el mercado internacional principalmente con sorgos con alto contenido de taninos condensados (Chessa, 2007, citado por Dragún et al., 2010). La demanda de sorgo argentino en 2009 se concentró principalmente en Chile (51%), seguido por Japón (25%) y Colombia (18%) (Figura 2).



Figura 2. Flujo de exportaciones argentinas de sorgo durante el año 2009 (FAOSTAT, 2012).

La exportación está altamente concentrada en filiales de grandes traders internacionales de granos, donde tres empresas reúnen más del 50% del total de las ventas externas. La mayor importancia de las producciones de maíz y de soja hace que el sorgo se encuentre relegado a un segundo plano en la estrategia comercial de las empresas. La principal empresa exportadora de sorgo es ADM Argentina con un 28,5% del total de toneladas exportadas en el año 2009. Sólo dos de las diez principales exportadoras son de capitales nacionales, A.C.A. y Aceitera General Deheza, con el 22% de las exportaciones (Figura 3; Dragún et al., 2010).

1.3. Formación de precios a nivel regional

La estructura actual del mercado del sorgo en

Argentina, sesgada hacia la exportación del commodity, y el acoplamiento de la política arancelaria y comercial nacional a la tendencia mundial de promoción del agregado de valor en origen a los granos, que en especial rige sobre el maíz, delinean alentadoras perspectivas para los precios domésticos del sorgo y por tanto para su producción.

Tanto el maíz como el sorgo tienen un derecho de exportación del 20%; la brecha histórica de precios FOB maíz/sorgo es del 25%, y se traslada también al precio FAS teórico por construcción.

Sin embargo, desde la campaña 2010/2011, las restricciones de ROE verde (registro de DDJJ para exportación) para maíz generan descuentos significativos aplicados por las exportadoras, replicados por los mercados a término también, generando que la brecha de precios domésticos spots y futuros

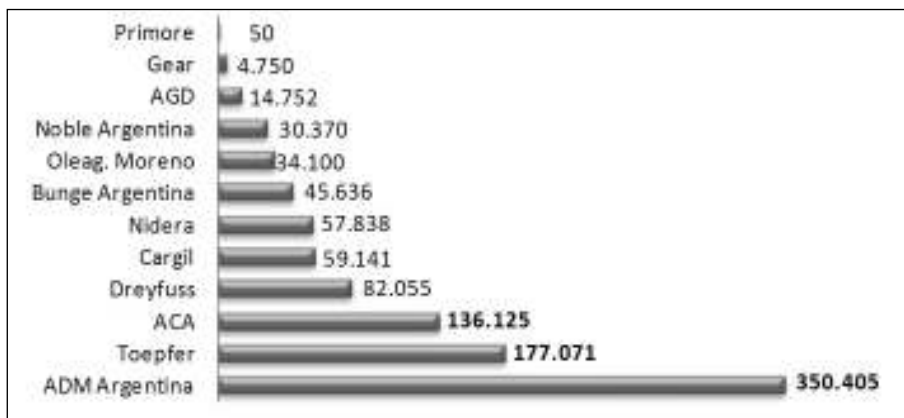


Figura 3. Exportaciones de sorgo por empresa. Año 2009. En toneladas. (ONCCA, 2010).

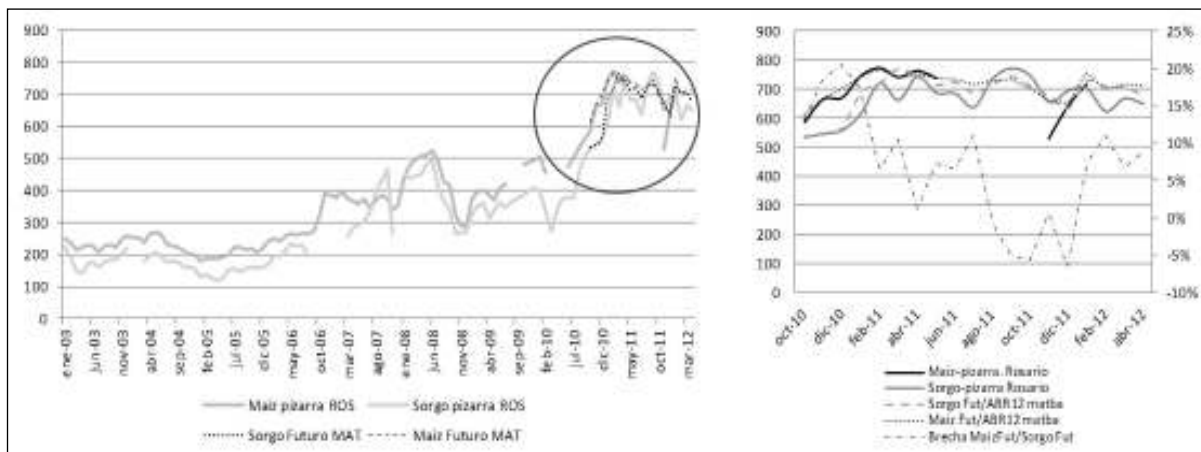


Figura 4. Evolución de los precios nacionales de referencia. Sorgho y Maíz. 2003-2012. Precios en pesos corrientes. Elaboración propia con datos de la Bolsa de Comercio de Rosario (2012).

entre el maíz y del sorgo se comprima (Figura 4). Esta situación alienta los negocios forward de maíz para exportadores, y también el desarrollo de operaciones de exportaciones de sorgo, aspecto que se visualiza con precios de futuros de sorgo superiores al FAS teórico desde las últimas campañas. Por este motivo, existen indicios para considerar que estos comportamientos inducidos en los precios no sean meramente transitorios.

En febrero de 2012, el precio del maíz abril/12 en el mercado a término (MAT) se ubica en 162 dólares (699 pesos) y el del sorgo en 164 dólares (707 pesos). El FAS teórico del sorgo en abril, a partir de un FOB de 190 dólares da aproximadamente 142 dólares (624 pesos). El mismo sorgo cotizado en el MAT para entrega abril alcanza los 154 dólares (676 pesos). En definitiva, si bien operar en negocios forward tiene un costo, sus precios son convergentes al del maíz y superiores al FAS teórico del sorgo.

2. COSTOS Y MÁRGENES BRUTOS DEL CULTIVO DE SORGO EN SAN LUIS

A nivel nacional, la distribución geográfica del cultivo de sorgo mostró grandes modificaciones en los últimos diez años. Respecto de la campaña 1996/1997, producto de la sojización de su agricultura, la provincia de Córdoba redujo su participación del 43% del área total hasta un 23% en la campaña 2010/11, igualando la superficie implantada de la provincia de Santa Fe (Figura 5).

Según datos del MAGyP, durante la campaña 2010/2011 el rendimiento promedio nacional presentó un valor de 4.400 kg/ha, algo menor al promedio histórico de los últimos 10 años de 4.700 kg/ha.

Las provincias con mayores rendimientos son Córdoba y Santa Fe (Figura 5). Los rendimientos del cultivo de sorgo en San Luis se han incrementado paulatinamente, no así la superficie implantada, y esto se debe a que en la región semiárida las bre-

Figura 5. Evolución de la distribución geográfica de la producción del cultivo de Sorgo (SIIA, 2012).

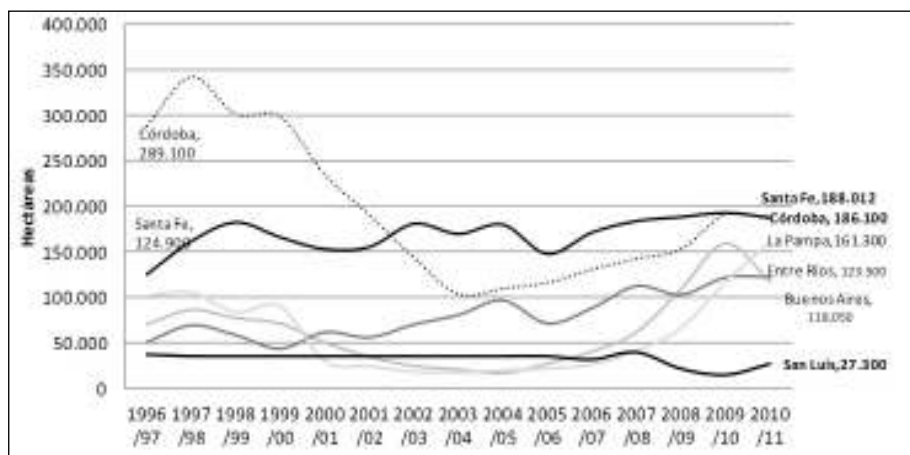
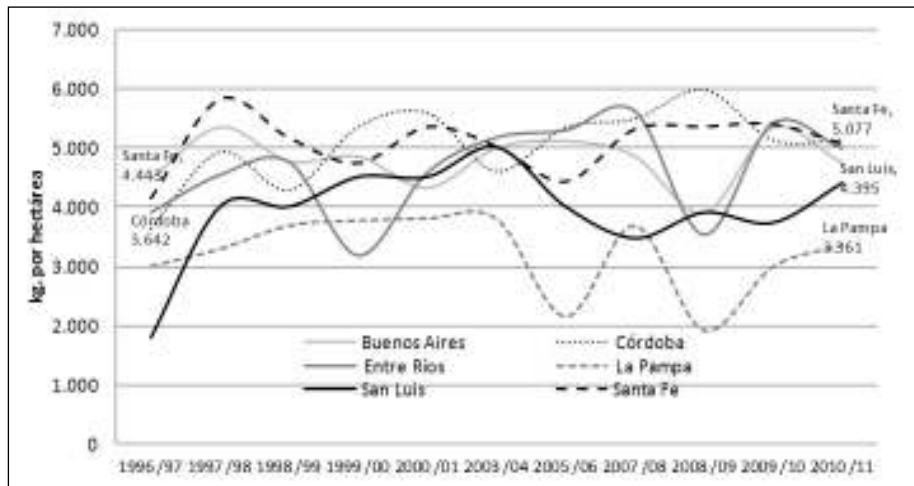


Figura 6. Evolución del rendimiento promedio por Provincia. Elaboración propia con datos de SIIA (2012).



chas de márgenes brutos entre oleaginosas y cereales son más sensibles a las restricciones de rendimiento y riesgo, y consecuentemente, mayor la competencia entre cultivos por los lotes agrícolas.

Es por ello que, considerando los márgenes brutos de los cultivos que allí compiten, recién a partir de la relación de precios alcanzada en la presente campaña 2011/2012 se pueden obtener resultados comparativamente aceptables para el sorgo con respecto a los principales cultivos de cosecha gruesa en la región (Figura 7) y con respecto a los márgenes brutos de cereales de otras zonas del país.

Sin embargo, cabe destacar que este resultado es altamente sensible a la forma de comercialización del grano, dada la alta incidencia de los costos de flete. En la Figura 8 se presentan los márgenes brutos de sorgo y maíz para las principales zonas productoras, considerando comercialización de los granos con fletes largos representativos (mayores a los 200 km).

Se observa que bajo la forma de comercializa-

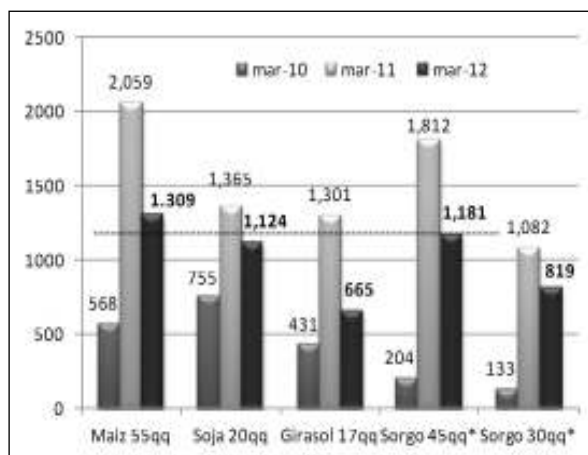


Figura 7. Evolución de los márgenes brutos cultivos cosecha gruesa. San Luis. Pesos por hectárea. Elaboración propia en base a INTA (2010; 2011; 2012). *Venta directa sin intermediarios, flete promedio de 100 km a \$75/tn.

ción de venta directa, los márgenes brutos de estos cereales en San Luis son comparables a los de otras zonas del país. No obstante, en el caso del sorgo la

Figura 8. Comparación de Márgenes brutos de Maíz y Sorgo entre regiones. Pesos por hectárea. Elaboración propia en base a Boletín Económico Trimestral INTA San Luis (2012) y Agromercado (2012).

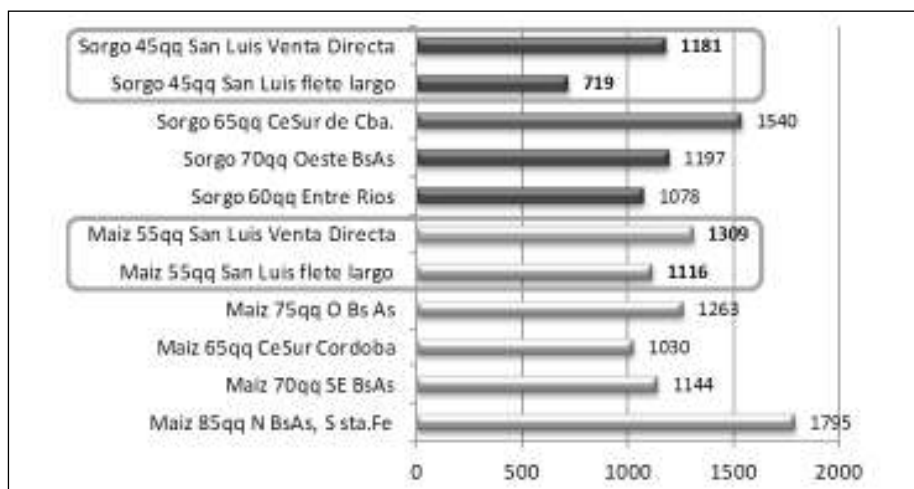
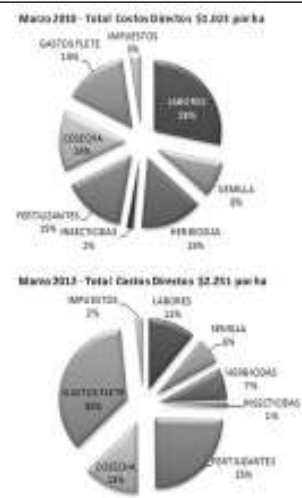


Tabla 2. Composición de Costos directos y Márgenes brutos de Sorgo en San Luis. Pesos por hectárea. Elaboración propia en base a Boletín Económico Trimestral INTA San Luis (2012).

	Marzo 2010		Marzo 2012			
	Venta directa		Venta directa		Flete Largo	
INGRESO BRUTO	1.227	%	2.970	%	2.970	%
LABORES	288	28%	253	14%	253	11%
SEMILLA	85	8%	136	8%	136	6%
HERBICIDAS	154	15%	163	9%	163	7%
INSECTICIDAS	15	1%	16	1%	16	1%
FERTILIZANTES	154	15%	554	31%	554	25%
TOTAL GASTOS DE IMPLANTACION	696	68%	1.122	63%	1.122	50%
COSECHA	147	14%	297	17%	297	13%
GASTOS FLETE	155	15%	330	18%	797	35%
IMPUESTOS	25	2%	40	2%	35	2%
TOTAL GASTOS DE COMERCIALIZACION Y COSECHA	327	32%	667	37%	1.129	50%
Total de Costos Directos	1.023	100%	1.789	100%	2.251	100%
MARGEN BRUTO	204		1.181		719	
RINDE DE INDIFFERENCIA	30		22		26	



ausencia de mercado local para la comercialización de producción impacta significativamente en la competitividad del margen del cultivo, capturando el flete a puerto el 40% del mismo. En el caso del maíz, la existencia de industrias locales de procesamiento y grandes feed lots, con descuentos que no exceden los diferenciales en el costo de flete, hacen que la venta directa sea la modalidad convencional de venta y la brecha entre ambos márgenes del orden del 15%.

Habiendo dado cuenta de la perspectiva de convergencia de los precios de referencia nacionales del maíz y sorgo, la actual estructura de costos del cultivo de sorgo en San Luis refleja que los costos de fertilización, y principalmente el flete, constituyen los determinantes de la competitividad del margen bruto del cultivo.

Por este motivo, resulta indispensable para la expansión del cultivo en la región y consecuentemente de sus beneficios ambientales, el desarrollo del mercado local de comercialización. El apoyo por parte del Estado a inversiones destinadas a la transformación y agregado de valor del grano, tales como la alimentación animal y la rotulación para harinas y obtención de alcohol etílico y etanol anhidro, para la industria farmacéutica y de biocombustibles, revisiten un carácter estratégico en este aspecto.

3. CONCLUSIONES

Las tendencias crecientes en precios internacionales del grano de sorgo, que obedecen a patrones

estructurales de mercado, y los diversos factores del mercado nacional analizados que explican la nueva relación de precios con el maíz y determinan comportamientos convergentes con estas tendencias, manifiestan el contexto favorable existente para la expansión del cultivo de sorgo a nivel nacional y regional.

Tal contexto debería alentar además de la expansión en superficie sembrada, las inversiones en mejoramiento genético y calidad de grano.

Los márgenes brutos del cultivo de sorgo mejoraron significativamente su posición competitiva respecto del resto de los cultivos de cosecha gruesa, tanto a nivel nacional como a nivel regional. Esto se hace más evidente particularmente en la provincia de San Luis.

Sin embargo, existen fuertes limitaciones para la expansión del cultivo a nivel nacional y regional, que obedecen a problemas relacionados con la comercialización del mismo. El número reducido de industrias de procesamiento de sorgo, la significativa participación de la exportación como principal vía de comercialización del grano y la concentración del transporte de granos mediante camiones, determina que los costos de flete compriman hasta un 40% los márgenes del cultivo, condicionando en definitiva su producción.

Es necesario tanto a nivel nacional como regional, el favorecimiento de inversiones destinadas a la transformación del grano para la alimentación animal y también al desarrollo de usos alternativos para la generación de valor a la producción de

sorgo. Esto aporta también opciones alternativas a los principales granos que se producen en el país. Tal es el caso de la producción de biocombustibles a partir de variedades de sorgo azucarado y la molienda para harinas y obtención de alcohol etílico para la industria farmacéutica.

Un diseño de instrumentos más acentuados en la promoción del sorgo, a partir de las bases sentadas por la ley de biocombustibles y de bioetanol, pueden ser un camino.

4. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Agromercado. 2012. Revista Agromercado N° 323.
 - Banco Mundial. 2012. Base de datos on line. Disponible en: <http://data.worldbank.org/data-catalog/commodity-price-data>.
 - Bolsa de Comercio de Rosario. 2012. Informativo semanal. AÑO XXIX - N° 1555. Disponible en: <http://www.bcr.com.ar>.
 - Dragún, P; A Moreno; S Picasso; J Lardizábal; N Gatti; JM Telechea & A Conti. 2010. Monitoreo y estudio de cadenas de valor ONCCA. Informe de sorgo. ONCCA. 18 pp.
 - FAO. 1997. La economía del sorgo y del mijo en el mundo: Hechos, tendencias y perspectivas. FAO. 68 pp.
 - FAOSTAT. 2012. Disponible en: <http://faostat.fao.org>.
 - INTA. 2010. Boletín Económico Trimestral INTA EEA San Luis. 1er Informe Trimestral: Marzo 2010. Disponible en: <http://inta.gob.ar/unidades/822000>.
 - INTA. 2011. Boletín Económico Trimestral INTA EEA San Luis. 1er Informe Trimestral: Marzo 2011. Disponible en: <http://inta.gob.ar/unidades/822000>.
 - INTA. 2012. Boletín Económico Trimestral INTA EEA San Luis. 1er Informe Trimestral: Marzo 2012. Disponible en: <http://inta.gob.ar/unidades/822000>.
 - Llach, J y M Harriague. 2010. El mundo emergente y la demanda de alimentos: desafíos, oportunidad es y la estrategia de desarrollo de la Argentina. Fundación Producir Conservando. 114 pp.
 - Manazza, JF & D Iglesias. 2010. Posicionamiento competitivo de la cadena de la carne bovina de la Provincia de San Luis. Documento Técnico del Ministerio del Campo del Gobierno de la Provincia de San Luis. 79 pp.
 - MCTIP. 2007. Tendencias y Escenarios de la Innovación en el Sector Agroalimentario. Proyecto 2020: Escenarios y Estrategias en Ciencias, tecnología e Innovación. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Presidencia de La Nación. Secretaría de Planeamiento y Políticas. 123 pp.
 - SIIA (Sistema integrado de información agropecuaria). 2012. Agricultura. Disponible en: <http://www.siaa.gov.ar/index.php/series-por-tema/agricultura>.
-

