

El cultivo de sorgo en los valles regados templados fríos de la Norpatagonia.

Gallego, J. J.; Miñón, D. P.; Barbarossa, R. A.; Colabelli, M. R.;
Neira Zilli, F. y Zubillaga, M. F.



EEA Valle Inferior del Río Negro-Convenio Provincia de Río Negro-INTA.



El cultivo de sorgo en los valles regados templados fríos de la Norpatagonia.

*Gallego, J. J.^{1 2}; Miñón, D. P.³; Barbarossa, R. A.¹; Colabelli, M. R.⁴;
Neira Zilli, F.¹ y Zubillaga, M. F.⁵*

EEA Valle Inferior del Río Negro-Convenio Provincia de Río Negro-INTA.



2022

¹EEA Valle Inferior del Río Negro-Convenio Provincia de Río Negro-INTA; ²Universidad Nacional del Comahue-C.U.R.Z.A.; ³Profesional Asociado del INTA; ⁴Universidad Nacional del Sur; ⁵Universidad Nacional de Río Negro.

633.25 Gallego, J. J.; Miñón, D. P.; Barbarossa, R. A.; Colabelli, M. R.; Neira Zilli, F. y Zubillaga, M. F.
GAL El cultivo de sorgo en los valles regados templados fríos de la Norpatagonia. Gallego, J.J.
y otros
-1ra ed. - Viedma, Río Negro-EEA Valle Inferior
2022
44 p.; il. , 28x20 cm

ISSN 1666-6054

En: Información Técnica Nro. 40 AÑO 11 N° 22. EEA Valle Inferior 2022

<CULTIVO> <SORGOS><CEREALES FORRAJEROS>

Este documento es resultado del financiamiento otorgado por el Estado Nacional, por lo tanto, queda sujeto al cumplimiento de la Ley N° 26.899.

*Este libro
cuenta con licencia:*



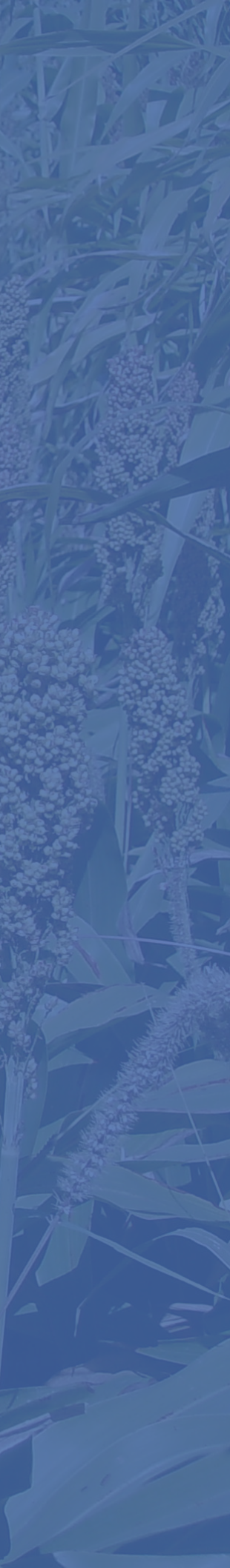
Contenido

Agradecimientos	5
Prólogo	7
1. Introducción	9
1.1. Objetivo	10
2. El sorgo en la Argentina	10
2.1. Zonas de cultivo	10
2.2. El sorgo en la Patagonia Norte	12
2.2.1. Las condiciones agroclimáticas de la Patagonia Norte	13
2.3. Principales características del cultivo de sorgo	14
2.4. Consideraciones sobre el ambiente apto para siembras de sorgo en Norpatagonia	15
3. Tipos comerciales de sorgos	16
3.1. Consideraciones sobre el tipo de sorgo a utilizar en Norpatagonia	17
4. Utilización del sorgo	17
4.1. Los sorgos graníferos	17
4.2. Los sorgos para pastoreo directo	19
4.3. Los sorgos para heno	19
4.4. Los sorgos para silaje	20
4.5. El pastoreo de sorgos diferidos	20
4.6. Consideraciones para el manejo de los sorgos en Norpatagonia	21
5. Importancia de la fecha de siembra	21
5.1. Consideraciones sobre la fecha de siembra	23
6. Importancia de la densidad de siembra	24
6.1. Consideraciones sobre las densidades de siembra	26
7. Importancia de la fertilización	26
7.1. Fertilización nitrogenada de sorgos para silaje en el Valle Inferior	28
7.2. Consideraciones sobre la fertilización nitrogenada	29
8. Producción de forraje para silaje: la importancia de los híbridos	30
8.1. Consideraciones sobre el comportamiento de híbridos	32
9. Los sorgos diferidos	33
9.1. Consideraciones sobre los sorgos diferidos	34
10. Doble cultivo anual: El potencial de forraje de la secuencia de cultivos estivales y de invierno	35
10.1. Consideraciones sobre la producción del doble cultivo	37
11. Calidad del forraje de sorgo en secuencias de doble cultivo anual	37
11.1. Consideraciones sobre la calidad del doble cultivo	39
12. Reflexiones finales acerca de la importancia de los sorgos en la Norpatagonia	39
13. Bibliografía	41



Agradecimientos

Los autores agradecen a los Sres. Marcos Tarqui, Horacio Pallao y Hugo Subelza por sus valiosos aportes en las actividades de campo. A Gabriela Garcilazo por sus aportes en el contenido. A las siguientes empresas semilleras que aportaron sus materiales genéticos para las evaluaciones agronómicas: KWS Semillas, Gapp Semillas, Don Atilio, Agro empresa semillas, DOW Semillas, Zaccardi, Tobín semillas, Advanta, Génesis Seeds, Agropick, Pampa Fertil, Peman Semillas y Nussed Semilas.



Prólogo

La Norpatagonia es el territorio donde se materializaron los mayores cambios tecnológicos en los sistemas ganaderos bovinos regionales de los últimos años. Estos cambios fueron impulsados y realizados en conjunto por productores, consignatarios, la industria, el gobierno provincial y el sector de investigación y extensión tecnológica. El desplazamiento de la barrera sanitaria, el reconocimiento internacional de zona libre de aftosa sin vacunación y una producción regional de carne bovina que cubre el 50% del mercado Patagónico, han sido los principales motores de este proceso de innovación tecnológica.

Algunos datos que revelan ese desarrollo son la recuperación del stock de vientres luego de la sequía entre los años 2004-05 y 2009-10 que redujo el stock a la mitad, el aumento en la producción de carne enviada a faena, con mayor participación de gordos provenientes del Noreste de la Patagonia, el desarrollo de los frigoríficos regionales, la consolidación de la producción del maíz para reserva forrajera y de los servicios inherentes al mismo, una mayor superficie implantada de pasturas y un crecimiento en el número de engordes a corral propios del productor o de uso colectivo.

En este contexto, la serie técnica sobre sorgos se agrega al trabajo del equipo de producción animal de la estación experimental del Valle Inferior Convenio Provincia de Río Negro – INTA y busca seguir aportando y apostando a la mejora de la productividad hacia sistemas de mayor sustentabilidad económica y productiva.

“El cultivo de sorgo en los valles regados templados fríos de la Norpatagonia”, como las anteriores ediciones, presenta en forma completa y ordenada, conocimientos sobre uno de los cultivos forrajeros más versátiles, que se adapta a una amplia diversidad de ambientes y situaciones productivas. Esta serie técnica tiene, a su vez, la mirada en el cuidado del ambiente, en el cambio climático, en el uso eficiente del agua y los nutrientes, en el uso racional de agroquímicos y se enfoca en generar información para su inclusión como cultivo en los planteos productivos vigentes en el Valle Inferior del Río Negro.

El cultivo del sorgo juega un rol importante en la planificación forrajera, aportando un recurso con alta potencialidad productiva, dependiendo del ambiente y con una buena adaptación a suelos con baja aptitud para maíz. Algunos de los objetivos productivos y comerciales del Clúster Ganadero Vacuno del Noreste de la Patagonia se enlazan con las oportunidades que brinda el cultivo de sorgo, tales como alentar la cría en los valles irrigados mediante una mejor oferta forrajera, el aumento de la producción de carne a través de mejoras en la productividad por hectárea en la zona de regadío, un aumento en el peso de la res a faena e instancias de comercialización que aprovechen oportunidades de caracterización e identificación de una forma de producción sustentable económica, social y ambientalmente en mercados exigentes.



Ing. Agr. Adrian H. Nuñez
DIRECTOR
EEA. Valle Inferior de Río Negro

1. Introducción

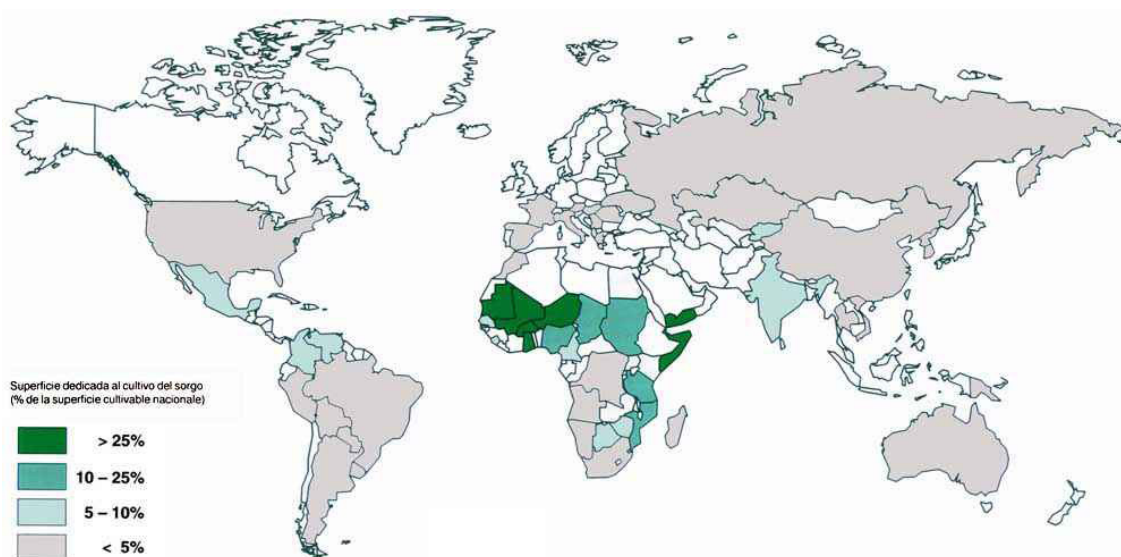
El sorgo (*Sorghum spp.*) es el quinto cereal de mayor importancia en el mundo, después del trigo, el arroz, el maíz y la avena. Los principales lugares de producción se encuentran en las regiones áridas y semiáridas de los trópicos y subtropicos (Doggett, 1998; Pérez Vargas *et al.*, 2018).

Los principales productores mundiales de sorgo, si se considera el promedio de las cosechas 2016/17, 2017/18 y 2018/19, son Estados Unidos, con una producción de 10,2 millones de toneladas (Mt) de grano, Nigeria (6,7 Mt), India, México, Etiopía y Sudan que producen alrededor de 4,5 Mt cada uno, China con 3,3 Mt y Argentina con 3 Mt (FIRA, 2019). Con relación al comercio mundial en 2016/17 Estados Unidos fue el principal exportador (75%) seguido por Australia (11%) y Argentina (9%) (Ministerio de Agroindustria, 2016).

En la *Figura 1* se muestran las principales zonas del mundo donde se cultiva el sorgo, que es un género de unas 20 especies de gramíneas originarias de las regiones tropicales y subtropicales de África oriental.

En África su zona de origen, Europa, América y Asia se cultiva para consumo humano, para la elaboración de bebidas y para uso animal como forrajera. En el mundo, si bien se lo destina principalmente para la producción animal, el 40% de la producción de sorgo granífero es destinado a la alimentación humana como ingrediente para la elaboración de alimentos y bebidas. En este sentido, el grano de sorgo posee la ventaja de carecer de prolaminas (proteína que forma el gluten), que sí están presentes en otros cereales como trigo, avena, cebada y centeno, haciéndolo apto para el consumo de personas celíacas.

Figura 1: Importancia relativa a nivel mundial de la superficie sembrada con sorgo por país.
Fuente: FAO, 1995.



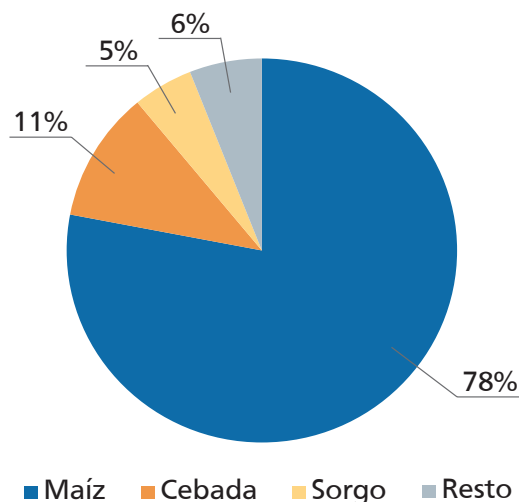
El empleo de los cereales para la alimentación animal ha sido un elemento dinámico en el ámbito del consumo global de sorgo. Su demanda constituyó la principal fuerza motriz para elevar la producción mundial y el comercio internacional a partir de los años sesenta del siglo pasado. En el contexto mundial de los denominados “granos forrajeros”, el sorgo ocupa el tercer lugar en volumen de producción, luego del maíz y la cebada (Figura 2).

1.1. Objetivo

El objetivo de la presente publicación es comunicar una síntesis de los resultados de un conjunto de experiencias con sorgos graníferos y forrajeros realizadas en el valle Inferior del Río Negro que se encuentran publicadas en distintos artículos en revistas especializadas poco accesibles para los potenciales usuarios de esta información.

Figura 2: Importancia mundial del sorgo como grano forrajero.

Fuente: Ministerio de Agroindustria, 2016.



2. El sorgo en la Argentina

El sorgo es una gramínea de origen tropical que mediante el mejoramiento genético ha sido adaptada a una gran diversidad de ambientes templado-cálidos, es por ello que en Argentina se adecua a la región pampeana. En la actualidad es considerado un cultivo de seguridad alimentaria (Carrasco *et al.*, 2011).

Históricamente el destino de la producción de granos ha sido para la exportación. En tal sentido existe una dinámica comercial, que con vaivenes, nunca se ha interrumpido durante décadas y las empresas exportadoras conocen cómo y dónde comercializar este producto. En este contexto variable e impredecible, la Argentina se sitúa en forma alterna entre el segundo y tercer mayor exportador de grano de sorgo del mundo junto con Australia y Estados Unidos.

El sorgo es un cultivo histórico en la Argentina. En el ciclo productivo 1970/71 llegó a cubrir más de 3 millones de hectáreas (ha) con una producción superior a 8 millones de toneladas (Mt). En

los últimos 12 años se ha cultivado un promedio de 909.000 ha (Figura 3) cuya producción es de alrededor de 4 Mt de granos. En la actualidad es el séptimo cultivo importante en superficie cultivada en el país, lo que representa el 1,3% de la superficie total de cultivos de cereales y oleaginosas (Figura 3) (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Nación, 2020).

2.1. Zonas de cultivo

En la Figura 4 se observan de manera esquemática las principales zonas del cultivo de sorgo en la Argentina. En términos generales puede decirse que las principales regiones productoras de la última década se ubican en las provincias de Córdoba, Santa Fe, Santiago del Estero, Entre Ríos, Buenos Aires y Chaco y en menor medida en La Pampa, San Luis, Formosa, Corrientes, Tucumán y Catamarca (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Nación, 2020). Según esta información no habría cultivos de sorgo en las provincias patagónicas.

Figura 3: Principales cultivos de cereales y oleaginosas de Argentina para el período 2018/2019.
Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Nación, 2020.

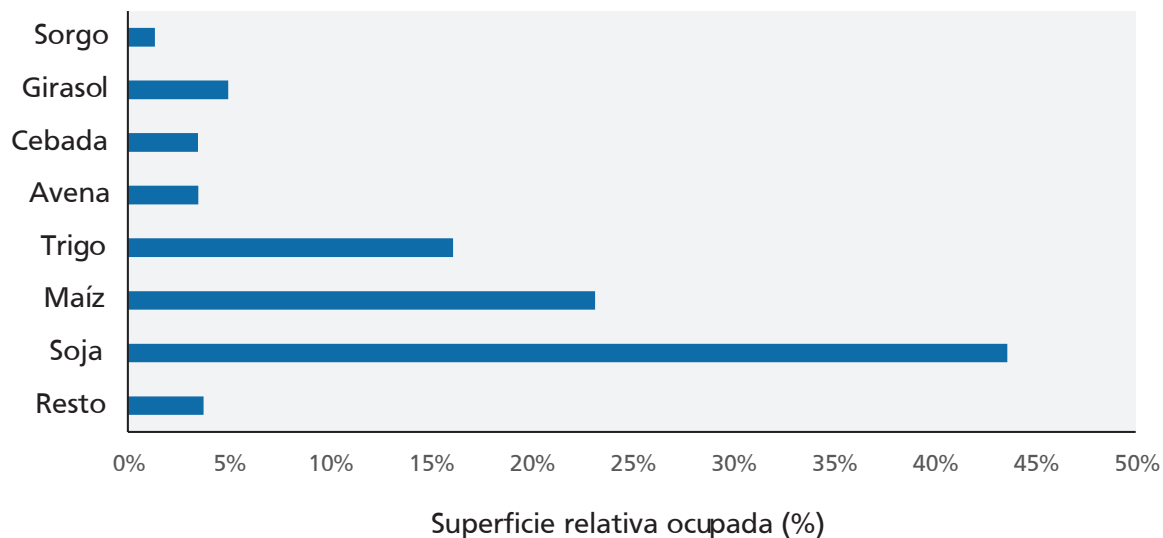


Figura 4: Producción estimada de sorgo granífero (MTn) y principales regiones productoras de la Argentina. Ciclo 2018/19.
Fuente: Bolsa de Cereales. 2019.

Producción estimada Sorgo granífero 2018/19

* Datos al 20-03-19
* Proyección Nacional 2,5 MTn.

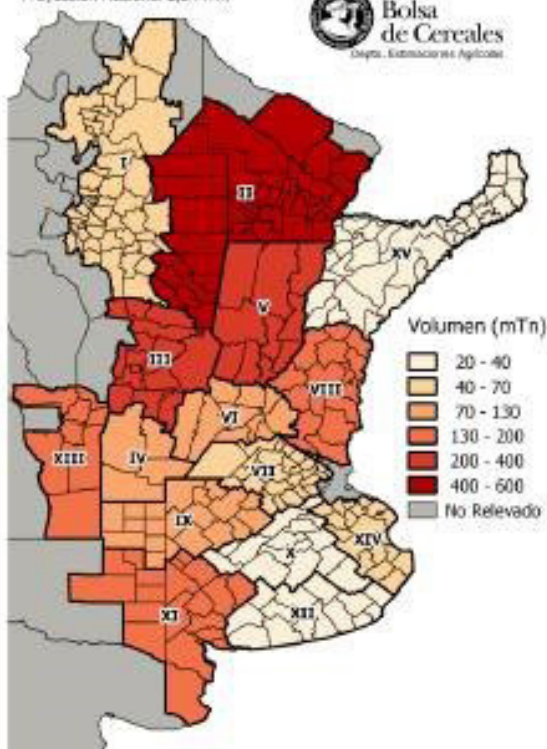
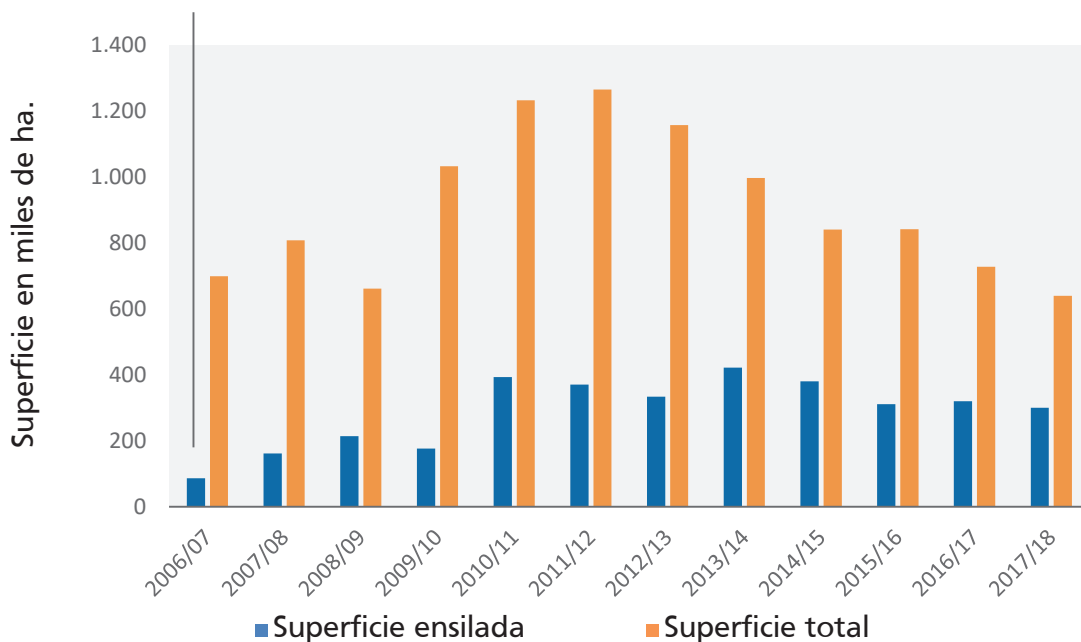


Figura 5: Superficie total del cultivo de sorgo y superficie destinada a la producción de ensilaje en Argentina.

Fuente: Adaptado de Bragachini *et al.*, 2018; Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Nación, 2020.



Sin embargo según el Censo Nacional Agropecuario de 2002 existían cultivos de sorgo en el Partido de Patagones (Buenos Aires), es decir en el norte de la Patagonia geográfica. Con esta excepción, no se informaron cultivos de sorgo en el resto del territorio patagónico.

En cuanto a la superficie destinada a sorgos para ensilaje existe una estimación de la Cámara de Contratistas Forrajeros sobre la extensión de la misma, que ha crecido notablemente en los últimos años (Figura 5). El promedio de superficie ensilada en los 12 años que se observan en la Figura 5 fue del 32% respecto a la superficie total, con máximos y mínimos de 47 y 12% respectivamente.

2.2. El sorgo en la Patagonia Norte

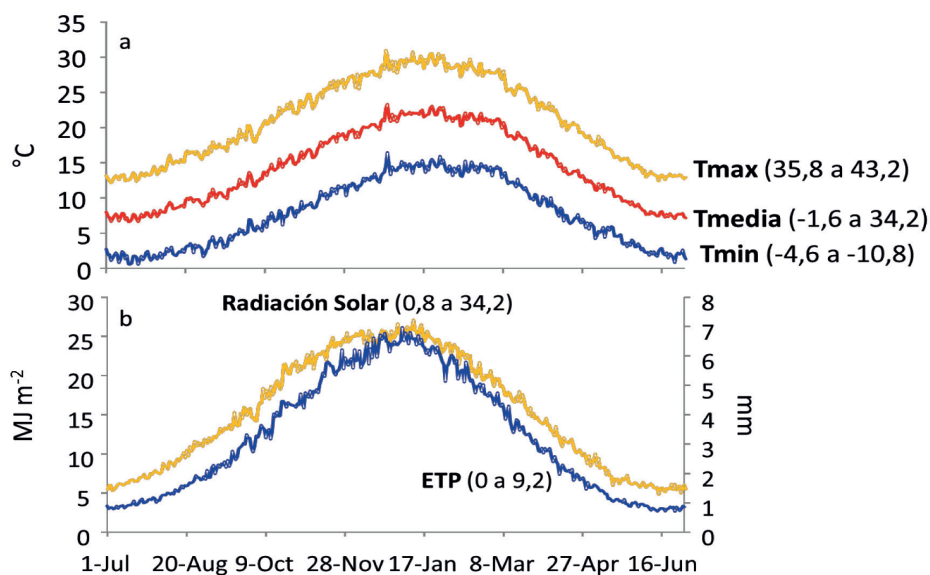
En la actualidad pueden observarse pequeñas superficies cultivadas con sorgos forrajeros en el secano del Partido de Patagones (Buenos Aires), en zonas del centro y del sur del mismo. Asimismo, productores de Adolfo Alsina (Río Negro), cultivan sorgos forrajeros en secano en pequeñas

áreas donde la seguridad de cosecha es baja debido a las escasas precipitaciones durante la época estival y la ausencia de prácticas agronómicas que permitan acumular agua en el perfil de suelo (Gonzalez y Cantamutto, 2021).

En la gran mayoría de los casos se trata de pequeñas superficies de 10 a 100 ha en establecimientos que cuentan con superficies que oscilan entre 1.200 y 2.500 ha, donde los productores asumen el riesgo de sembrar áreas pequeñas para capitalizar eventuales lluvias estivales (Iurman, 2009). En el caso de disponer de humedad pueden contar con un importante volumen de forraje, que utilizan en pastoreos estivales en estado verde, o como forraje diferido durante la época otoño invernal, lo que constituye un verdadero banco de forraje de reserva para animales de bajos requerimientos como las vacas vacías.

Asimismo existen actualmente condiciones que han despertado interés por el sorgo en condiciones de riego, principalmente porque presenta una elevada capacidad de producción de forraje y una buena adaptación a suelos pesados

Figura 6: Evolución de Temperatura (°C) máxima, mínima, media, radiación solar (Mj m²) y evapotranspiración (mm) para Viedma (Río Negro). Promedio de 47 años.
Fuente: Reinoso *et al.*, 2018.



franco-arcillosos o franco arcillo-limosos, pH alcalino, con contenidos medios de sales, en los valles templado-fríos regados por el río Negro (Miñón *et al.*, 2010; 2012; Murray *et al.*, 2010; Gallego *et al.*, 2011a). El sorgo puede sembrarse en suelos con menor aptitud que para maíz, por lo que potencialmente puede ocupar importantes superficies regables en los grandes valles del río Negro.

2.2.1. Las condiciones agroclimáticas de la Patagonia Norte

Las condiciones agroclimáticas de los valles de la Norpatagonia para los cultivos de primavera-verano se caracterizan por presentar relaciones de temperatura, fotoperiodo y radiación óptimas para el buen crecimiento y desarrollo de especies C⁴ como el sorgo (Figuras 6 y 7).

El sorgo por ser una especie tropical, requiere de altas temperaturas y alta radiación para su normal desarrollo, siendo más sensible a las bajas

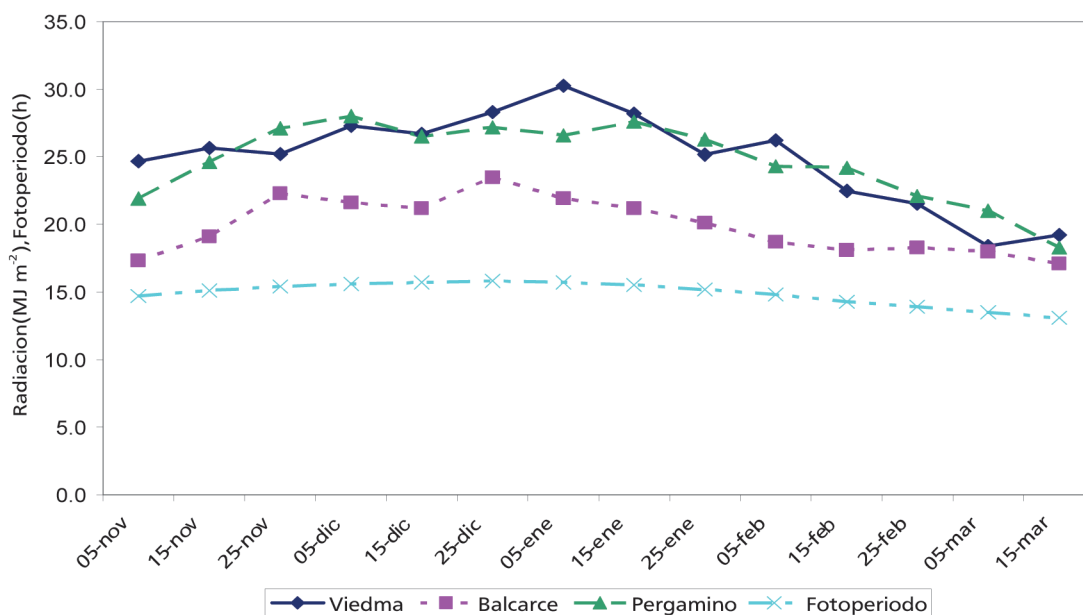
temperaturas que el resto de los cultivos (Giorda *et al.*, 1997).

Desde el punto de vista térmico, si bien los días cálidos se extienden hasta principios del otoño, el verano presenta temperaturas máximas acordes para un adecuado crecimiento del cultivo que se prolongan en forma moderada luego de la iniciación del otoño (FAO, 1969) (Figura 6).

Asimismo puede verse que la radiación en Viedma presenta condiciones similares a las de Pergamino y Balcarce que representan las regiones donde se logran los mayores rendimientos con especies C⁴ como el maíz y sorgo (Figura 7).

Por otro lado, la posibilidad de riego integral durante esta época genera condiciones para que el sorgo exprese su máximo potencial de rendimiento. No obstante, la heterogeneidad de suelos y su capacidad para aportar nutrientes esenciales como el nitrógeno (N) podría ser un factor limitante para la expresión de ese potencial (Gallego *et al.*, 2013).

Figura 7: Radiación solar global (Mj m²) para Balcarce, Pergamino y Viedma Promedio de 2006 a 2010. Fuente: Reinoso, 2014.



2.3. Principales características del cultivo de sorgo

Se trata de un cultivo versátil que está muy bien adaptado a la región pampeana de clima templado y que puede destinarse a la producción de grano (seco o ensilado como grano húmedo), el pastoreo verde o diferido en pié, henificado (enrollado) y al ensilaje de planta entera.

Es una gramínea perenne o anual de origen tropical del tipo C⁴, adaptada a gran diversidad de ambientes, que se puede implantar en suelos neutros a levemente alcalinos (pH 6,2 a 7,8) que presentan moderada salinidad y/o alcalinidad siendo relativamente menos afectado por las sales que la alfalfa y el maíz.

Asimismo está dotado de mecanismos que le confieren resistencia a la sequía: un sistema radicular muy ramificado, que permanece latente o “dormido” durante períodos secos y luego retoma el crecimiento, acartucha o enrolla las hojas para ofrecer menor superficie para la transpiración, posee ceras que recubren hojas y tallos, que protegen a la planta del desecamiento, posee alta sensibilidad

estomática (los estomas se abren y cierran rápidamente), transpira menos y produce más forraje (materia seca) con menos agua que otros cereales de verano como el maíz (Carrasco *et al.*, 2011).

López Aguilar *et al.*, (2009) analizaron el rendimiento anual de forraje de varias regiones y la eficiencia de uso del agua (EUA) de algunas forrajeras cultivadas (Tabla 1) y observaron que el sorgo presenta la mayor EUA cuando se lo compara con otros cultivos C⁴.

La resistencia a la sequía puede parecer un atributo de poca relevancia en zonas regadas, sin embargo es de suma importancia por la economía de agua que representa, ya que se espera que en el mediano plazo los caudales del río Negro se reduzcan como consecuencia del cambio climático (Camilloni *et al.*, 2016; Losano, *et al.*, 2016) y la ampliación de las zonas irrigadas (Viretto *et al.*, 2018). Por lo mencionado anteriormente se requiere sembrar cultivos que hagan un uso más eficiente del agua aplicada, mejorar la eficiencia de riego a nivel intrapredial y la eficiencia de conducción y distribución de agua de todos los sistemas irrigados (FAO, 2012).

Tabla 1: Rendimiento anual (t MS ha⁻¹) y Eficiencia de Uso de Agua (EUA) (Kg MS m³ agua) de distintas especies forrajeras.

Especie	Rendimiento Anual	EUA
	t MS ha ⁻¹	kg MS m ³
Alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.)	16 - 20 ¹	1,59 - 2,10 ⁵
Avena (<i>Avena sativa</i> L.)	4 - 13 ²	1,9 - 2,0 ¹⁰
Cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	8 - 12 ²	0,36 - 2,88 ⁹
Maíz (<i>Zea mays</i> L.)	12 - 24 ³	2,75 - 2,88 ⁹
Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i> L.)	14 - 18 ⁴	7,40 - 8,60 ⁴
Trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.)	8 - 10 ⁵	1,50 - 1,75 ⁵
Triticale (<i>Tritico secale</i> Witmarck)	6 - 14 ⁶	1,80 ¹⁰
Raigrás anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)	8 - 12 ⁷	0,72 - 1,65 ¹¹

Fuente: ¹ Urbano y Dávila, 2003; ² Carr *et al.*; 1998; ³ Lauer *et al.*, 2001; ⁴ Saeed y El-Nadi, 1998; ⁵ Jefferson y Cuttforth, 2005; ⁶ Rao *et al.*, 2000; ⁷ Redfeam *et al.*, 2002; ⁸ Azooz y Arshad, 1998; ⁹ Howell *et al.*, 1998; ¹⁰ Unger, 2001; ¹¹ Stout y Schnabel, 1997.

2.4. Consideraciones sobre el ambiente apto para siembras de sorgo en Norpatagonia.

El sorgo es uno de los cultivos forrajeros más importantes del mundo y de la Argentina donde ocupa principalmente las regiones central y norte del país.

- La Norpatagonia presenta condiciones agroclimáticas óptimas de temperatura y radiación para la producción de forraje de sorgo en condiciones de riego y sin limitantes de nutrientes.

- En condiciones de riego el sorgo puede sembrarse en suelos alcalinos, moderadamente salinos, con menor aptitud para la siembra de maíz, donde produce forraje abundante que puede destinarse al pastoreo directo o la elaboración de reservas como heno, silajes o forraje diferido.

- La mayor EUA permite la siembra de sorgos en sistemas que presentan limitaciones en el suministro de riego ya sea por caudales limitados, deficiente infraestructura o falta de mano de obra que restringen la cantidad de agua a aplicar.

3. Tipos comerciales de sorgos

Todos los sorgos existentes en el mercado argentino son híbridos de diversos tipos y los mismos se pueden clasificar como perennes y anuales. Entre los perennes se mencionan *Sorghum halepense*, que posee rizomas, que conforman un sistema radical profusamente ramificado o fibroso, que lo hace vigoroso, resistente y penetrante y *S. almun*, sorgo negro forrajero, que posee rizomas cortos y definidos. Estos sorgos no son recomendables para las zonas regadas donde pueden transformarse en malezas difíciles de controlar (SENASA, 2022).

Según Coria (2018), los sorgos anuales pueden clasificarse por su tipo como:

Graníferos: sorgos de alto potencial para producir grano, son de bajo aprovechamiento en pastoreo directo y pueden alcanzar una buena producción de forraje total (pasto+grano). Un 35 a 60% del rendimiento de estos sorgos corresponde al grano. Existen tres tipos de sorgos graníferos: los de grano blanco, de gran calidad, sin taninos y aptos para el consumo humano, los rojos con un contenido bajo o medio taninos, y los marrones o café, con un alto contenido de taninos condensados o sorgos anti-pájaro (Chesa, 2007a). Aunque producen menor volumen de forraje pueden ensilarse ya que la alta proporción de granos eleva la calidad del forraje conservado. Debido al daño causado por aves, en la Norpatagonia es aconsejable utilizar sorgos alto tanino, que es astringente para las aves pero requiere que la cosecha se realice en tiempo y forma. Demoras en la cosecha reducirán la cantidad de grano disponible (Gallego y Miñón, 2018).

Doble Propósito: son sorgos que mantienen el índice de cosecha (IC) de los graníferos pero debido a que son más altos, más macolladores y más foliosos, alcanzan mayores producciones de forraje que los graníferos. Presentan buena aptitud para ensilar.

Forrajeros: importantes como verdeo de verano, con elevadas producciones de materia seca, alta capacidad de rebrote, macolladores y con baja proporción de grano (menos del 10% de la planta entera). A su vez dentro de este grupo, los sorgos

pueden presentar características que los diferencian y permiten agruparlos en:

Sudán: sorgos macolladores, adaptados al pastoreo directo, producen un gran volumen de forraje por hectárea y tienen gran capacidad de rebrote. Presentan la desventaja de perder rápidamente calidad al encañar.

Azucarados: presentan alto contenido de azúcar en tallos. Tienen menor velocidad de crecimiento, menor macollaje y rebrote que los de tipo sudán y tienen una aceptable producción de grano. Presentan buena digestibilidad y son aptos para el pastoreo, se pueden utilizar como diferidos y para la elaboración de rollos y silajes.

Nervadura Marrón o BMR (Brown Middle Rib): debido a una mutación genética son sorgos con bajo contenido de lignina en hojas y tallos (5 a 50% inferior a lo normal) (Giorda, 2010). La lignina es un componente de la pared celular indigestible para los rumiantes. Como consecuencia estos sorgos son de mayor digestibilidad. Son aptos para el pastoreo directo como para el ensilaje. Cuando se siembran en alta densidad algunos materiales presentan tendencia al vuelco (Gallego *et al.*, 2011a). Se caracterizan por presentar la nervadura central de la hoja de un color amarillento o marrón claro.

Fotosensitivos: son sorgos que no florecen en las altas latitudes de la Norpatagonia debido al extenso período vegetativo que presentan (más de 120 días desde emergencia a panojamiento). Esta característica permite mantener el valor nutritivo, especialmente la digestibilidad de la planta. Son aptos para el pastoreo directo y algunos híbridos, de buen comportamiento en la región, son los que alcanzan la mayor acumulación de forraje. En condiciones de riego y fertilización nitrogenada pueden alcanzar hasta 4 m de altura.

Sileros: resultan de la combinación de sorgos forrajeros azucarados y sorgos graníferos. Son sorgos que presentan una buena relación hoja: tallo: panoja, que permiten elaborar ensilados debido a un alto contenido de azúcares solubles en los

tallos que favorecen una rápida fermentación del material ensilado. Presentan alta acumulación de forraje y tienen una aceptable calidad nutricional.

3.1. Consideraciones sobre el tipo de sorgo a utilizar en Norpatagonia

- Los sorgos perennes no son aconsejables para sembrar en zonas regadas por el riesgo de que se naturalicen y se comporten como una maleza difícil de erradicar.
- Los sorgos graníferos poseen un alto potencial de rendimiento siempre que contengan alto nivel de taninos en el grano y la co-

secha se realice en otoño temprano cuando alcancen humedad apropiada o se anticipe la cosecha secando el grano o utilizándolo inmediatamente en la alimentación animal. Si la cosecha se atrasa existe un elevado riesgo de daño por aves.

- Existen numerosos tipos de sorgos forrajeros aptos para el pastoreo directo, la elaboración de rollos, silajes y el pastoreo como diferido por lo que debe sembrarse el híbrido que permita alcanzar el objetivo planteado.
- La elevada tasa de crecimiento de los sorgos requiere de un monitoreo continuo del cultivo para maximizar su aprovechamiento, evitando pérdidas en la cantidad o la calidad del forraje cosechado.

4. Utilización del sorgo

El impacto que tienen los costos de alimentación en los sistemas de producción de carne conlleva a planificar de manera adecuada la utilización que se hará del sorgo. Esto es en pastoreo directo, como reserva (heno o silaje) o como forraje diferido, de modo de realizar un manejo diferencial según el híbrido seleccionado para permitir la máxima expresión del mismo. El cultivo presenta amplias posibilidades de uso y de adaptación a diferentes condiciones de suelo, clima y tecnología.

Para lograr su máximo aprovechamiento es fundamental conocer fechas y densidades de siembra, requerimientos de nutrientes y agua y productividad de los diferentes híbridos, entre otros factores. Su elevada velocidad de crecimiento y potencial productivo en las condiciones de los grandes valles irrigados de la Norpatagonia sitúan al sorgo como una alternativa muy interesante para diversos tipos de suelos y planteos productivos de la región.

La elección de sorgos y la forma de utilización de los mismos (grano, pastoreo en verde, ensilado o pastoreo diferido) dependerá del sistema de pro-

ducción que se trate: cría, recría y engorde, así como de las categorías de los animales que interese alimentar.

4.1. Los sorgos graníferos

Son una importante fuente de energía para sistemas de engorde intensivo y para suplementación estratégica. En los valles regados de la Patagonia únicamente los cultivos de sorgo con alto contenido de taninos condensados o sorgos marrones presentan alta resistencia al daño causado por aves y son los únicos que alcanzan rendimientos comerciales importantes.

En la *Tabla 2* se muestran los resultados de un experimento sembrado en un suelo franco-arcillo-arenoso con 3% de materia orgánica, donde se fertilizó con 100 kg de fosfato diamónico (18:46:0) a la siembra, 325 kg de urea (46:0:0) y se aplicaron 7 riegos (equivalentes a unos 700 mm).

Como puede observarse, aquellos híbridos con mayor susceptibilidad al daño de pájaros reducen

Tabla 2: Rendimiento (kg ha⁻¹) de híbridos de sorgo granífero con diferentes niveles de tanino en grano.

Híbrido	Tipo	Taninos	Resistencia a pájaros.	Daño por pájaros	Rendimiento. grano Kg ha ⁻¹
				(1-5)	
GEN 21 T	Granífero	Alto	Resistente	1	9900
ADV 114	Granífero	Alto	Resistente	1	9000
GEN 315 ST	Multi-Prop.	Alto	Resistente	1	8450
GEN 11 T	Granífero	Alto	Resistente	2	7950
LIDER 125	Granífero	Alto	Resistente	1	7650
GG 403	Granífero	Alto	Resistente	1	7500
SAC 110	Granífero	Medio	Resistente	1	7450
LIDER 155	Granífero	Bajo	Susceptible	2	7100
LIDER 320	Dob.-Prop.	Medio	Mediana	2	4550
GEN 10	Granífero	Bajo	Susceptible	5	3000
GEN 210	Granífero	Bajo	Susceptible	4	2850
MS 102	Granífero	Bajo	Susceptible	5	1050
MS 105	Dob.-Prop.	Bajo	Susceptible	5	950
LIDER 111	Granífero	Sin taninos	Susceptible	5	750

Escala 1 a 5: 1 < 20% y 5 > 80%.

Fuente: Gallego y Miñón, 2018.

significativamente los rindes de los cultivos por ello, no se recomienda el empleo de sorgos blancos sin taninos o con bajo tanino, ni sorgos rojos o amarillos con niveles intermedios de taninos (Gallego y Miñón, 2018). Dado que el color del grano no siempre es un indicador confiable del nivel de taninos es recomendable consultar a la empresa semillera responsable de la producción del cultivar a sembrar (Rooney *et al.*, 2005).

La alta resistencia de los sorgos “antipájaro” no significa que las aves no consuman este tipo de sorgos, sino que si se presenta la opción consumirán en primer lugar los sorgos blancos, luego

los rojizos y por último los marrones alto tanino (Rooney *et al.*, 2005; Porter 2016). En el caso de los sorgos alto tanino para cosechar sin pérdidas de grano o con pérdidas mínimas es de fundamental importancia realizar la recolección en tiempo y forma, ya que si se producen retrasos se incrementará el daño por efecto de las aves. En una región como la Norpatagonia donde la disponibilidad de equipos de cosecha y transporte es muy limitada, esta cuestión es crítica. También es factible realizar la cosecha anticipada del grano húmedo para realizar el posterior secado con equipos de secado o utilizar inmediatamente el grano en la alimentación animal.

Independientemente de su contenido de taninos, el sorgo requiere de la ruptura de las envolturas para mejorar su digestibilidad (Sampedro *et al.*, 2017). Es conocido que los taninos condensados afectan negativamente el valor nutritivo del sorgo ya que reducen la disponibilidad de las proteínas e inhiben la acción de la amilasa, que es una enzima importante para la digestión de los granos. Como consecuencia los sorgos con alto contenido de taninos deben suministrarse molidos, partidos o aplastados (Pordomingo, 2013). El agregado de pequeñas cantidades de urea también contribuye a desactivar los taninos (Chesa, 2007b; Pordomingo, 2013).

4.2. Los sorgos para pastoreo directo

El sorgo como verdeo tiene la ventaja de ser más productivo que la moha y el mijo (Murray *et al.*, 2010) y se diferencia del maíz por su capacidad de rebrote y por una alta relación hoja/tallo. En los ambientes de los grandes valles del río Negro pueden realizarse entre dos y tres pastoreos que tienen un volumen variable de forraje que depende de los híbridos sembrados, la fecha de siembra, las temperaturas y la extensión del período libre de heladas.

Se recomienda comenzar a pastorearlos cuando alcanzan 70-80 cm de altura, emplear cargas instantáneas altas, utilizar potreros chicos donde los animales permanezcan entre 2 y 4 días y pastorear hasta unos 15 cm de altura procurando dejar remanentes parejos o eventualmente desmalezar a esa altura para eliminar cañas y favorecer rebrotes homogéneos. El aprovechamiento de los pastoreos de sorgo y los cortes para conservación exigen una supervisión permanente para hacer los ajustes pertinentes de tamaño de potrero, tiempo de permanencia, carga y superficie a conservar o diferir, de lo contrario es probable que fracase toda planificación y se desaproveche parte del forraje producido.

Otra cuestión importante a considerar es la toxicidad que presentan los sorgos en etapa de establecimiento y rebrote provocada por la presencia de un glucósido precursor de ácido cianhídrico (ácido prúsico o cianuro de hidrógeno, abreviado CHN), que pueden causar la muerte del animal en poco tiempo (15 a 60 minutos). El CHN se acopla a la hemoglobina y afecta la distribución del oxígeno en el cuerpo causando asfixia al animal, que pre-

senta excitación, arritmia respiratoria, convulsiones, espuma en la boca y finalmente muere. Las especies afectadas son los ovinos, bovinos y caprinos (Bretschneider, 2011; Plorutti, 2014).

El sorgo es más tóxico en estado verde de brote o rebrote, cuando es afectado por bajas temperaturas o heladas y cuando experimenta déficits o excesos de agua. A medida que crece la planta, las sustancias químicas nocivas se diluyen en la materia seca y no hay peligro para su consumo. El sorgo no presenta toxicidad 45 días después de la siembra cuando es cortado, sea para consumo directo o como ensilado cuando normalmente es consumido luego de meses de estacionamiento. Tampoco es tóxico cuando se corta la planta y se deja secar 2 o 3 días, pre-oreando el forraje antes del pastoreo (Bretschneider, 2011; Plorutti, 2014).

Por lo general se observa un bajo aprovechamiento de este excelente forraje por distintos factores: las tasas de crecimiento de los sorgos forrajeros son elevadas y maduran muy rápidamente o “se pasan”, con lo cual pierden calidad y disminuye la productividad futura. Los sorgos “pasados” presentan un rebrote escaso. Asimismo, por lo general se siembran lotes sin subdivisiones y se utilizan con bajas cargas instantáneas lo que genera consecuentemente ineficiencia de cosecha por el animal en pastoreo (Gallarino, 2008).

4.3. Los sorgos para heno

Tanto para el pastoreo como para la henificación son convenientes sorgos de alta producción del tipo forrajero como los fotosensitivos, azucarados, sudan o sudan-BMR o de baja lignina. Para henificar son ideales las siembras con densidades de 10 a 15 % superiores a las habituales de la zona, para lograr tallos y hojas flexibles y finas que faciliten el secado y posterior confección del rollo.

El heno cortado en estado vegetativo antes que emerjan las primeras panojas, tiene un valor nutritivo ligeramente inferior al heno de alfalfa de buena calidad. Cuanto más temprano sea el corte mayor será el contenido de proteínas y mayor la digestibilidad del forraje. La henificación es una buena alternativa para conservar los excedentes y evitar que los cultivos se “pasen”. Se recomienda el uso de acondicionadores de forraje al momen-

to del corte para facilitar la deshidratación y secado del mismo. Se puede iniciar el corte cuando el cultivo tiene una altura de 80 cm, si se supera el metro de altura la proporción de tallos y el volumen del forraje hacen más dificultoso el secado del forraje, y se afecta negativamente la calidad del heno obtenido (Pordomingo, 2013).

Los sorgos constituyen una excelente opción para producir fibra en suelos de baja aptitud agrícola. La fibra más común ofrecida en la mayoría de los sistemas de alimentación en confinamiento es el heno (rollo o fardos) procesados picados o molidos gruesos y de calidad intermedia (Pordomingo, 2013).

4.4. Los sorgos para silaje

El silaje de sorgo es una reserva forrajera que aporta un gran volumen de forraje fresco aunque presenta un limitado aporte de proteínas al igual que el silaje de maíz y en muchos casos también escasa energía. Los híbridos a elegir deberían ser de tipo silero-azucarado, silero, silero-BMR, doble propósito o graníferos. La composición morfológica (relación tallo/hoja/panoja (grano)) tiene gran influencia en la composición química y como consecuencia en el valor nutritivo del forraje (Hoffman *et al.*, 2007). Es importante en la elección del híbrido tener en cuenta la cantidad de granos de manera de lograr alimento de calidad. La proporción de grano, es decir de almidón, posibilita la elaboración de silajes de mayor calidad. El ensilaje es favorecido por el elevado contenido de carbohidratos solubles, una relativamente baja capacidad buffer, un contenido de humedad de alrededor del 30% y una estructura física que favorece la compactación (Pordomingo, 2013).

Si se trata de alimentar vacas de cría, el silaje de sorgo es importante para mantenimiento de los vientres, si los mismos están en lactancia se requiere un suplemento proteico. Si el destino es la recría para lograr un aprovechamiento más eficiente del forraje se puede suplementar con alguna fuente extra de proteínas como harinas o expeller de girasol o soja o pequeñas cantidades de urea que favorezcan la formación de músculo en animales en crecimiento activo. Si interesa engordar animales de más de 260-280 kg de peso vivo donde se requiere formar tejidos grasos, se necesita de una fuente de energía que puede proveer el grano de maíz, avena, sorgo u otro y en menor medida de un suplemento proteico (Pordomingo, 2013).

4.5. El pastoreo de sorgos diferidos

En sistemas ganaderos irrigados intensivos de superficies reducidas (20-50 ha) o intermedias (70-150 ha) esta es una práctica que puede reducir la eficiencia del sistema ganadero ya que utiliza la superficie ocupada por el sorgo durante muchos meses (noviembre a mayo/junio/julio/agosto) con un forraje voluminoso de baja calidad.

Sin embargo, pueden darse situaciones que justifiquen el diferimiento de lotes de sorgo en establecimientos de secano con pequeñas superficies regadas, donde es importante disponer de grandes volúmenes de forraje en invierno, o situaciones de emergencia forrajera en campos de secano. También suele ocurrir que por deficiencias en la planificación de la utilización del forraje una parte de la superficie implantada con sorgo sea afectada por las primeras heladas.

Asimismo, se trata de una práctica de bajo costo, que puede ser utilizada para disponer de reservas forrajeras en sectores de suelos pesados y/o salitrosos con dificultades para irrigar o en áreas poco accesibles para el ganado.

En estos casos es importante tener en cuenta la condición corporal con el que ingresan al pastoreo las vacas de cría, ya que se trata de un forraje de mantenimiento muy adecuado para utilizar durante el período de bajos requerimientos (mayo-agosto) hasta la parición. Cuando los animales consumen sorgos diferidos no mejoran su condición corporal y en el mejor de los casos la mantienen (Lagrange, 2011) aunque existen experiencias en las que el consumo de cantidades importantes de panojas granadas mejora el desempeño de las vacas (Aello, 2014).

En un trabajo realizado en la EEA Valle Inferior con diferentes tipos de sorgos que fueron aprovechados al momento de silaje y como diferidos se cuantificaron pérdidas del 33% del forraje cuando el recurso fue aprovechado como diferido frente al uso para ensilaje (Neira Zilli *et al.*, 2016).

4.6 Consideraciones para el manejo de los sorgos en Norpatagonia

- El universo varietal de los sorgos es muy amplio por lo que deben seleccionarse para la siembra aquellos materiales que respondan a los requerimientos específicos del sistema ganadero en cuestión y a las condiciones agroecológicas de la región.
- Los sorgos graníferos deben ser resistentes al daño de pájaros para lo cual deben tener alto contenido de taninos en grano y la cosecha debe realizarse en tiempo y forma.
- El pastoreo de los sorgos debe iniciarse cuando alcanzan los 70-80 cm de altura, subdividiendo las parcelas, empleando cargas altas y monitoreando continuamente el cultivo para evitar que alcance la pre-floración. Los sectores del cultivo que se encuen-

tran florecidos pueden destinarse a elaborar rollos o silajes.

- Los sorgos para henificar deben cortarse antes de la emergencia de las primeras panojas. Es conveniente utilizar acondicionador para acelerar el proceso de secado y mejorar la calidad del forraje.
- La calidad del silaje es favorecido por materiales con alto contenido de azúcares en tallo o con una elevada proporción de granos en la planta. Cuando la humedad de las panojas alcanza el 30% (grano pastoso) se pueden lograr los silajes de mayor calidad.
- Los sorgos diferidos pueden ser de gran utilidad como bancos de fibra en planteos de cría para alimentar a los vientres en el período invernal, cuando se presentan los menores requerimientos de alimentación de los mismos. En términos generales puede decirse que se trata de un forraje para mantenimiento de vacas adultas.

5. Importancia de la fecha de siembra

El sorgo es un cultivo tropical que requiere alta temperatura del suelo para germinar. La temperatura mínima para la germinación, medida en los primeros 10 cm del suelo es de 15 °C, aunque la óptima es de 18 a 20 °C durante al menos 3 días consecutivos (*Figura 8*). En estos casos la emergencia es rápida y se produce en 3-4 días. Las siembras en suelos más fríos causan una emergencia desuniforme y bajas densidades de plantas (Carrasco *et al.*, 2011).

En el Valle Inferior las temperaturas del suelo están por encima de los 18 °C en la segunda quincena de octubre (*Figura 9*).

Por otro lado, pueden existir riesgos de heladas meteorológicas hasta mediados de octubre, mientras que el riesgo de heladas agronómicas (5 cm del suelo) puede ocurrir hasta mediados de no-

viembre (*Tabla 3*). Por lo tanto se podría inferir que las fechas óptimas de siembra para el cultivo de sorgo serían a partir de mediados de octubre y durante noviembre, ya que se dispone de temperaturas de suelo adecuadas para lograr una rápida emergencia, baja probabilidad de heladas, un elevado porcentaje de germinación y velocidad de crecimiento de las plántulas.

Siembras más tempranas se realizarían en suelos más fríos que hacen más lenta la emergencia, el crecimiento de las plántulas y el porcentaje de germinación, lo cual incrementa la competencia de las malezas, especialmente las C⁴ como pasto de agua (*Echinochloa crus-galli*), que se adapta a suelos bajos y húmedos y es de difícil control.

Debe considerarse que la aplicación de láminas de riego enfría los suelos, aspecto a tener en cuenta

Figura 8: Número de días a emergencia, germinación (%) y en estado de 4 hojas, según temperatura del suelo.
Fuente: Carrasco *et al.*, 2011.

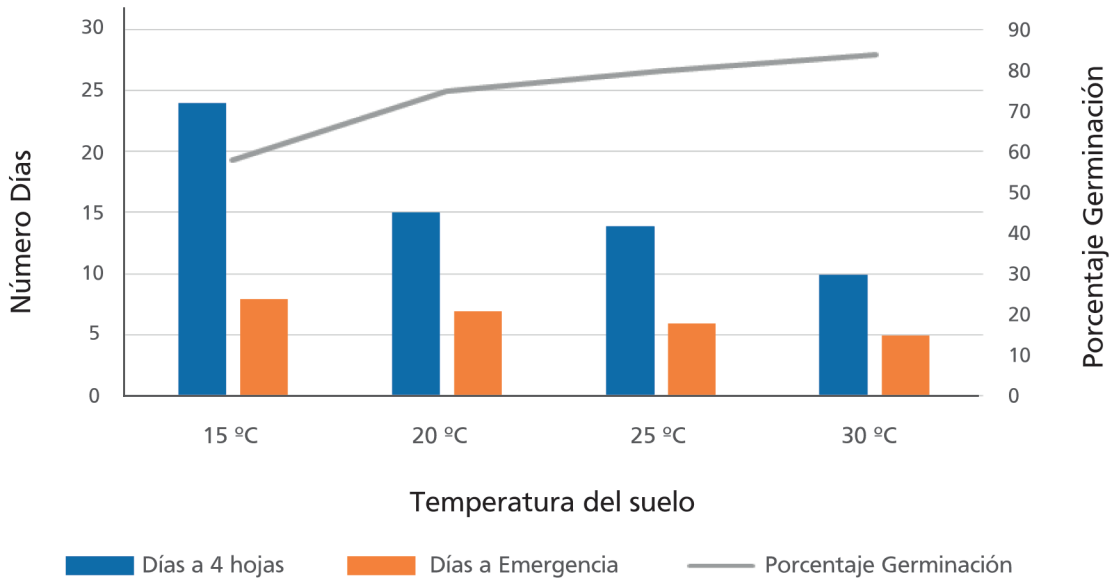


Figura 9: Temperaturas del suelo a 10 cm de profundidad (período 2015-2021).
Fuente: Datos de la estación meteorológica de la EEA Valle Inferior.

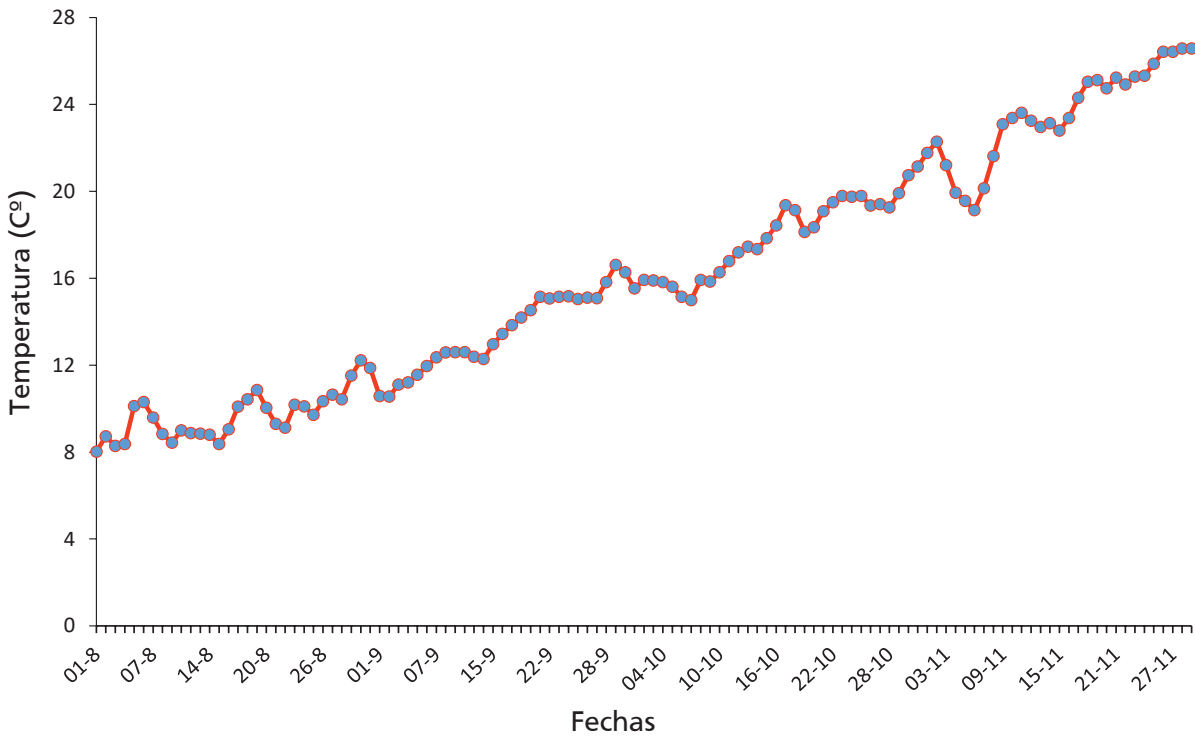


Tabla 3: Fechas promedio de las primeras y las últimas heladas meteorológica y agronómica y período libre de heladas en el Valle Inferior.

Período	Primera Helada	Última helada	Período libre	Tipo de helada
1965-1994	1 de mayo	13 de octubre	199 días	Helada Meteorológica
1965-1994	18 de marzo	23 de noviembre	114 días	Helada Agronómica

Fuente: Martín, 2009.

en el riego de pre-siembra o en el primer riego pos-siembra que pueden afectar la evolución del cultivo en implantación.

Las siembras posteriores a noviembre, dependiendo del tipo de sorgo y la duración del ciclo corren el riesgo de no completar su ciclo vegetativo-reproductivo y ser afectadas por las primeras heladas otoñales que pueden reducir la producción y la calidad del forraje y del grano de los sorgos en general.

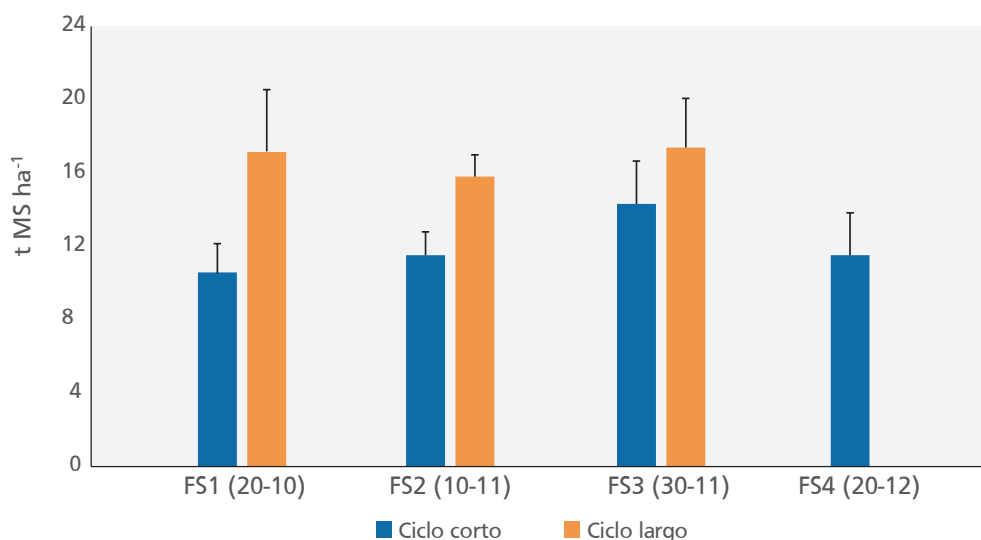
En la *Figura 10* se puede observar el efecto de las fechas de siembra de sorgos graníferos de ciclo corto y largo con destino a silaje. El material de ciclo más largo (120 días) no alcanzó su estado de madurez para ensilaje cuando se sembró a partir del 20 de diciembre, mientras que en esta misma fecha, el material de ciclo corto (93 días) presentó rendimientos similares a los logrados en fechas más tempranas.

5.1. Consideraciones sobre la fecha de siembra

- Es aconsejable realizar siembras en suelos con temperaturas por encima de los 15 °C y preferentemente con 18°C. La época de siembra en los valles regados correspondería al período desde mediados de octubre hasta fines de noviembre.
- La ventana de cultivo de los sorgos en los valles se extendería durante alrededor de 150 a 180 días, período en el que se podrían cultivar sorgos destinados al pastoreo, la henificación y el ensilaje.
- Los sorgos de ciclo corto e intermedio serían los recomendables para sembrar y utilizar en estado verde en la Norpatagonia.

Figura 10: Producción de forraje (t MS ha⁻¹) de sorgos de diferentes ciclos para silaje sembrados en distintas fechas (FS) en el Valle Inferior del Río Negro. Barras indican desviaciones estándares.

Fuente: Gallego, J.J.; Miñón D.P. y Barbarossa R.V., datos no publicados.



6. Importancia de la densidad de siembra

La mayor parte de la información disponible sobre densidad de siembra está dirigida al cultivo de sorgo en el secano, y en muchos casos en condiciones de semiaridez, dónde se utilizan menores densidades de siembra. En el secano las densidades de plantas dependen del ambiente en mayor medida que en las zonas con riego. En los sistemas regados el agua no constituye un factor limitante, por lo que podría pensarse en sembrar altas densidades de semillas de manera de lograr mayores rendimientos de forraje.

También es posible considerar que en la medida que se incrementa la densidad de plantas se reduce la cantidad de granos que producen los distintos cultivares, por lo que un incremento en la densidad de siembra podría reducir el índice de cosecha (IC) o la cantidad de grano por hectárea, con la consiguiente reducción de la calidad del forraje producido.

No obstante trabajos realizados en la EEA Valle Inferior por Gallego *et al.*, (2011ayb) confirman que sin limitaciones de agua de riego y nutrientes, los sucesivos aumentos en la densidad de siembra no generan mayores rendimientos de forraje en sorgos forrajeros y resulta insignificante el incremento de la proporción de grano (*Figuras 11 y 12*).

Cuatro híbridos forrajeros: Pastizal Súper, F 700 GAPP (ambos tipos sudán), Nutritop BMR (nervadura marrón) y VDH 701 (fotosensitivo) fueron sembrados en parcelas experimentales en la primera quincena de noviembre, a razón de 15, 24, 33 y 42 semillas m lineal, equivalentes a 429 mil, 686 mil, 984 mil y 1,2 millones de plantas ha⁻¹. Los materiales fueron destinados a pastoreo (corte a 80-90 cm de altura) o ensilaje (corte en estado de grano lechoso-pastoso). Cuando se los destinó a pastoreo, densidades por encima de 15 semillas por metro lineal no se tradujeron en mayores rendimientos de forraje en cada uno de los cortes ni en el total producido para el promedio de los híbridos (*Figura 11*).

La producción de forraje de los mismos materiales con destino a ensilaje, es decir cortados cuando alcanzaban el estado de grano lechoso-pastoso, no fue afectada por las densidades de siembra, la menor densidad de siembra produjo el mismo rendimiento de forraje que la mayor densidad de siembra. El Índice de Cosecha (IC) disminuyó ligeramente, aunque no significativamente entre la menor y la mayor densidad de siembra (*Figura 12*).

Por otro lado, estos mismos autores observaron que Nutritop BMR, que se caracteriza por su menor contenido de lignina y por ende menor contenido de tejido de sostén, presentó susceptibilidad al vuelco: para densidades de 15 pl m⁻¹: 20% de plantas volcadas, para 24 pl m⁻¹: 50% de vuelco, para 33 pl m⁻¹: 70% y para 42 pl m⁻¹: 70% de vuelco. Este efecto de las mayores densidades de siembra en el vuelco de las plantas se debería a una combinación de bajo contenido de lignina en los tallos y a un predominio de tallos más finos a mayores densidades. El vuelco no afectó la producción de forraje aunque puede dificultar la cosecha del mismo (Gallego *et al.*, 2011 a y b).

Si se comparan las cantidades de forraje producido por los sorgos cortados para ensilar respecto de los mismos sorgos para pastoreo (*Figura 11 vs Figura 12*) se puede comprobar que los primeros acumularon mayor cantidad de forraje. Estas diferencias se deben a que los sorgos cortados simulando pastoreo pierden gran parte del tejido fotosintéticamente activo, que es removido por los cortes y rebrotan a partir de las reservas de la base de los tallos y del tejido foliar remanente. Los sorgos destinados a silaje incrementan de manera constante el área foliar, dado que no experimentan ninguna reducción de la misma y ello les permite acumular más biomasa.

La respuesta de los híbridos a este manejo diferencial de los cortes puede observarse en la *Tabla 4*.

Figura 11: Producción promedio de 4 híbridos de sorgo para pastoreo (t MS ha⁻¹) sembrados a distintas densidades en el Valle Inferior del Río Negro. Las barras indican desviaciones estándares.

Fuente: Gallego *et al.*, 2011a.

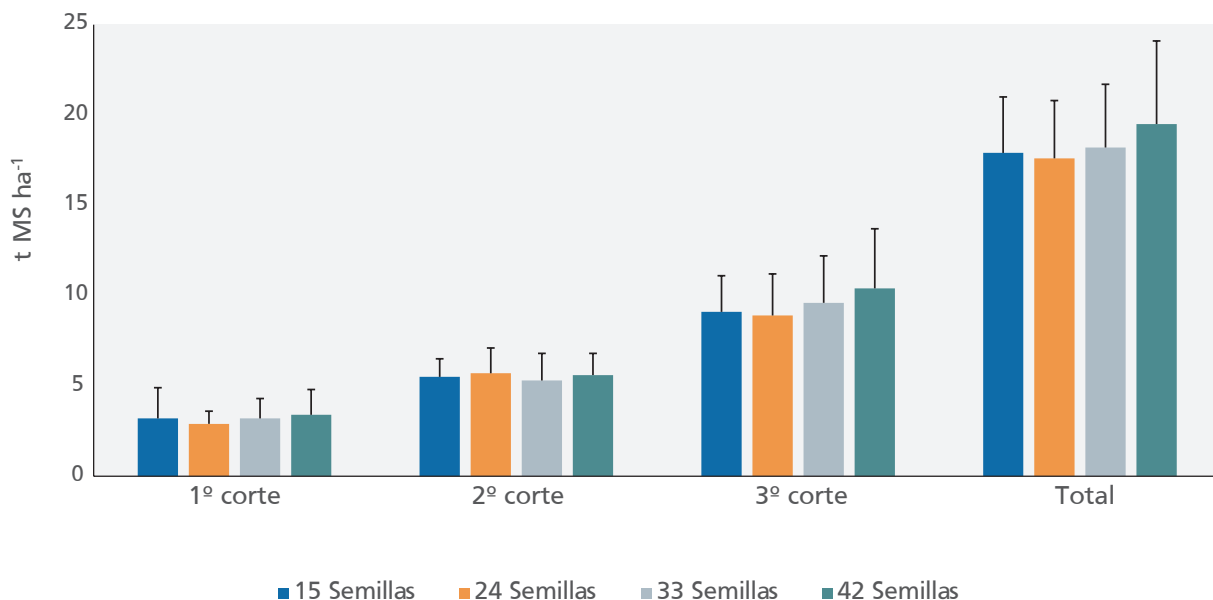


Figura 12: Producción de forraje (t MS ha⁻¹) e índice de cosecha (IC%) promedio de 4 híbridos de sorgo para silaje (t MS ha⁻¹) sembrados a distintas densidades en el Valle Inferior del Río Negro. Las barras indican desviaciones estándares para producción de forraje.

Fuente: Gallego *et al.*, 2011b.

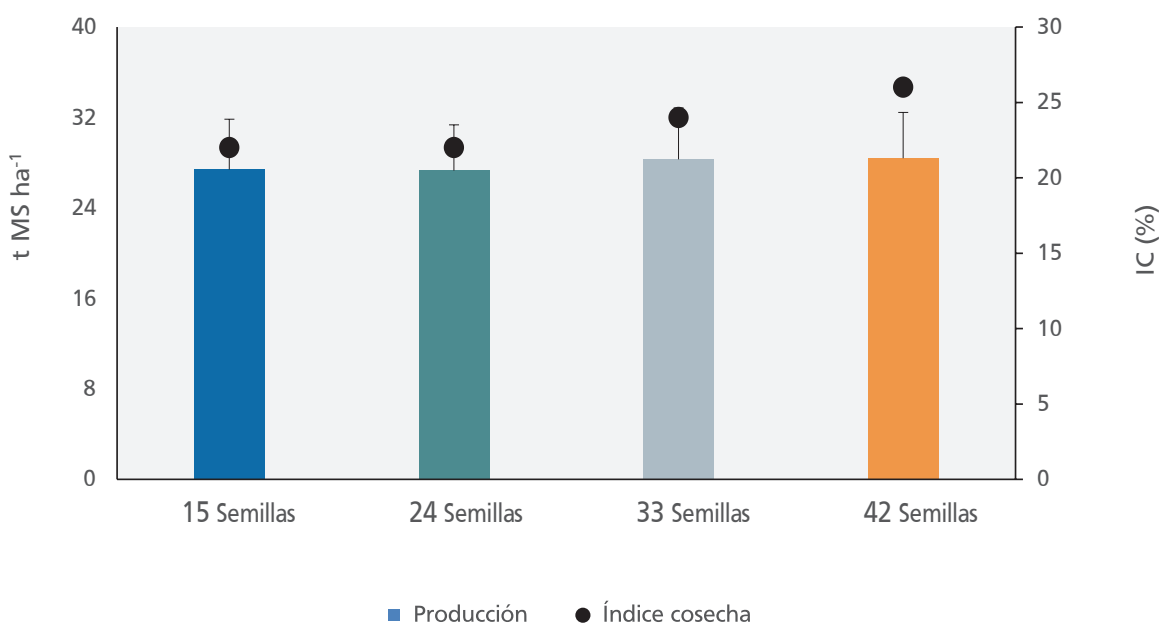


Tabla 4: Producción de forraje de distintos híbridos de sorgo según sean destinados a pastoreo o silaje (t MS ha⁻¹).

Híbridos	Producción Acumulada Pastoreo (t MS ha ⁻¹)	Producción Acumulada Silaje (t MS ha ⁻¹)
VDH 701	18,8	33,0
F700 GAPP	19,1	29,6
Nutritop BMR	18,0	24,7
Pastizal Súper	17,5	24,0

Fuente: Gallego *et al.*, 2011 a y b.

6.1. Consideraciones sobre las densidades de siembra

- La densidad de siembra de 15 semillas/m-lineal, equivalente a 429 mil plantas/ha, puede considerarse como la más apropiada para realizar siembras de sorgo forrajero para pastoreo y/o silaje en condiciones de riego.
- La densidad de siembra no afectó la producción de forraje de los distintos cortes y tampoco la producción acumulada por cada híbrido.
- El aumento de la densidad de siembra incrementó el vuelco del material BMR, que es un híbrido con menos contenido de lignina mientras que los restantes materiales no fueron afectados.
- La producción acumulada de forraje siempre fue mayor cuando se cortó en grano lechoso-pastoso para silaje que cuando se cortó periódicamente simulando pastoreo.

7. Importancia de la fertilización

Un aspecto de manejo clave para la producción de biomasa del cultivo es la nutrición del mismo. El diagnóstico de los niveles de los distintos nutrientes en el suelo o en la planta permite conocer las deficiencias de elementos que pueden limitar la producción de forraje.

Otra cuestión para considerar en la nutrición son los requerimientos de los principales nutrientes para el desarrollo del cultivo y la cantidad de los mismos que serán exportados a través de la biomasa. El sorgo tiene requerimientos similares al de otras gramíneas como trigo o maíz (*Tabla 5*) y presenta una excelente respuesta a la fertilización (*Figura 13*).

El N es el nutriente más comúnmente deficiente en nuestra región y el sorgo requiere de grandes cantidades del mismo, de manera semejante al maíz, por la gran producción de biomasa y el rápido crecimiento. La gran demanda de N comienza a partir del estadio fenológico de V5, esto es la aparición de la quinta hoja (20-30 días posteriores a la emergencia) hasta los 10 días antes de la floración. Durante ese período el cultivo toma alrededor del 70% de los nutrientes requeridos (Carrasco *et al.*, 2011).

Una adecuada provisión de N desde los primeros estadios permitirá al cultivo un rápido crecimiento y suficiente área foliar para interceptar la ma-

Tabla 5: Requerimientos (Req) y extracción (Extrac) de nitrógeno, fósforo y azufre para distintos cultivos (kg de nutrientes / t de grano).

Cultivo	Nitrógeno		Fósforo		Azufre	
	Req.	Extrac.	Req.	Extrac.	Req.	Extrac.
Trigo	30	21	5	4	5	2
Soja	75	55	7	6	4	3
Maíz	22	15	4	3	3	1
Sorgo	30	20	4	4	4	2

Fuente: Ciampitti y García, 2007.

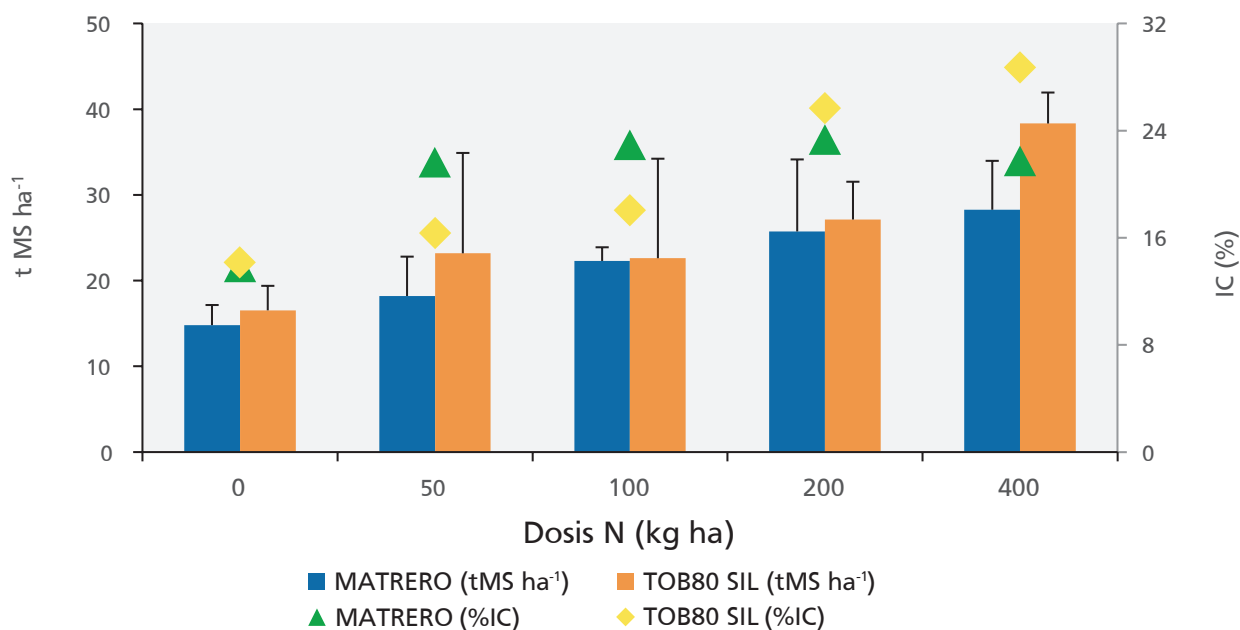
yor cantidad de radiación solar para transformarla en biomasa.

El momento oportuno de aplicación de los fertilizantes nitrogenados va desde 4 hasta 8 - 10 hojas desarrolladas (Fontanetto *et al.*, 2008; Ferrari *et al.*, 2012). Es importante considerar que aplicaciones de

altas dosis de N pueden provocar pérdidas por volatilización, desnitrificación y lixiviado o lavado del suelo. Hasta un 30% del N aplicado puede perderse si se dan condiciones favorables (Carrasco *et al.*, 2011). Esto es muy relevante en zonas con riego cuando se aplican láminas de agua luego de una fertilización dado que, pueden provocar el lavado del nutriente.

Figura 13: Producción de forraje (t MS ha⁻¹) e Índice de cosecha (IC) (%) en respuesta a la fertilización nitrogenada en sorgos para silaje en condiciones de riego. Las barras indican desviaciones estándares para producción de forraje.

Fuente: Gallego *et al.*, 2013.



7.1. Fertilización nitrogenada de sorgos para silaje en el Valle Inferior

En la EEA Valle Inferior se realizaron estudios de respuesta a la fertilización nitrogenada en sorgos sileros y azucarados con destino a silaje. Ambos híbridos mostraron respuesta significativa a dosis de N de hasta 400 Kg N ha⁻¹ en un suelo con nivel medio a bajo de N. La respuesta al agregado de N para ambos híbridos fue de 90 y 132 % entre el tratamiento testigo (0 N) y la mayor dosis (400 N) (Figura 13).

El IC que representa el componente de grano en el material a ensilar, también mostró aumentos significativos con el incremento de las dosis de N (Figura 13). El IC es importante porque es una medida de la cantidad de carbohidratos fácilmente fermentescibles disponibles en los granos para la actividad bacteriana, los cuales favorecen la rápida formación de ácido láctico, la caída del pH y la mejor conservación del forraje (Kent, 2016).

No obstante, la elevada respuesta agronómica a dosis altas de N, no necesariamente implica recomendar elevadas dosis como apropiadas para ambientes irrigados como los de la Norpatagonia dado el aumento de los riesgos de contaminación difusa. El N es un elemento lábil, susceptible a pér-

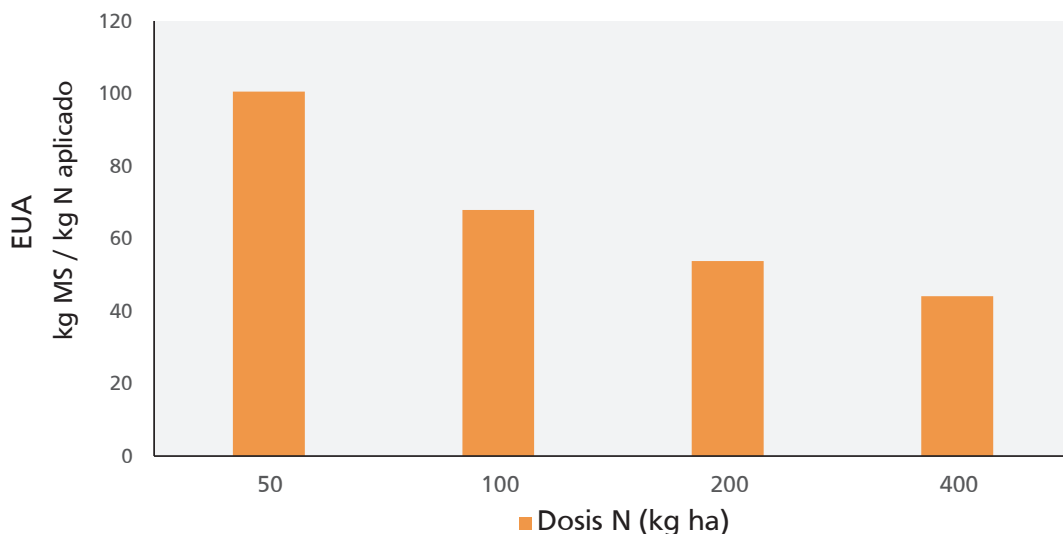
didias como volatilización, desnitrificación o lixiviación, y la magnitud de las mismas está relacionada con la formulación del fertilizante, las condiciones climáticas y las características del suelo (Marino y Castaño, 2013).

El cálculo de la eficiencia aparente de uso del N (EUA) (kg MS ha⁻¹ obtenidos por kg N ha⁻¹ empleado) indica que las mayores eficiencias se logran con las menores dosis y luego decaen los rendimientos con el incremento de la cantidad de N aplicada (Figura 14). Esta tendencia fue descrita por Beyaert y Roy (2005) y Ketterings *et al.*, (2007) aunque las respuestas observadas fueron menores a las del presente experimento. La mayor disponibilidad de agua en el presente trabajo podría explicar las diferencias.

Dosis de 50 a 100 kg de N ha⁻¹ permiten lograr elevados rendimientos ligados a elevadas EUA que minimizan los riesgos de contaminación. En todos los casos es aconsejable aplicar el fertilizante de manera fraccionada, en dos o tres oportunidades, de manera de maximizar al aprovechamiento del nutriente y reducir las pérdidas.

En Argentina hay escasos antecedentes sobre la EUA en sorgos forrajeros. Torrecillas y Bertoia (2008), encontraron en sorgos en condiciones de secano que una dosis de 50 kg de N aumentó el

Figura 14: Eficiencia aparente de uso del nitrógeno (EUA) (kg MS / kg N aplicado).
Fuente: Gallego *et al.*, 2013.



rendimiento comparado con el testigo (8.800 vs 10.500 kg MS ha⁻¹) y que también fue la dosis más eficiente en el uso de N (34 kg MS por kg de N aplicado). Los autores sugieren que la aplicación del fertilizante con escasa humedad edáfica puede ser la causa de la escasa respuesta. Estos valores son muy inferiores a los observados en este trabajo donde no se presentaron deficiencias hídricas en el cultivo experimental. Estos resultados muestran el elevado potencial de producción de forraje del sorgo y la gran eficiencia de uso del N a bajas dosis.

El uso de otros fertilizantes nitrogenados de liberación más lenta debería ser motivo de experimentación local y regional. La fertilización nitrogenada tiene impacto sobre la calidad del forraje, específicamente en el contenido proteico. Algunos trabajos indican que es posible pasar de 5% de proteína en biomasa aérea a valores superiores a 8% por efecto de la fertilización nitrogenada (Zamora *et al.*, 2010). Asimismo se requieren estudios sobre dosis económicamente rentables aunque sobre todo acerca de la aplicación de medidas precautorias que eviten posibles daños ambientales por las pérdidas de N por volatilización y lixiviación (Durán, 2016).

El empleo de fertilización nitrogenada requiere de estudios adicionales como el balance de N, que se ha convertido en el método de diagnóstico más utilizado. Se basa en la evaluación de las formas de N en el suelo disponibles y los requerimientos del cultivo de acuerdo con el rendimiento esperado (demanda de N) (Carrasco *et al.*, 2011).

Otro aspecto que puede influir en la respuesta es la calidad del ambiente, representado en este caso por la condición hídrica, que para el Valle Inferior no resulta una limitante para el cultivo y explicaría las elevadas respuestas al agregado de N (Zamora *et al.*, 2008, 2010 y 2011).

7.2. Consideraciones sobre la fertilización nitrogenada

- El sorgo en condiciones de riego presenta una elevada respuesta a la fertilización nitrogenada constituyendo una verdadera "fábrica" de forraje que con las mayores dosis nitrogenadas alcanza entre 30 y 40 t MS ha⁻¹.
- Antes de realizar fertilizaciones con N es conveniente realizar análisis de suelo para conocer el contenido del nutriente y aplicar el principio precautorio para evitar o morigerar efectos perjudiciales para el ambiente.
- La aplicación de cantidades moderadas de N (50-100kg ha⁻¹) en etapas iniciales del cultivo hasta el estado de 8-10 hojas serían la adecuadas para los ambientes regados de la Norpatagonia.
- La fertilización con N incrementó el índice de cosecha e indirectamente elevaría la calidad del forraje a ensilar.
- La mayor EUA se alcanzó con las dosis menores alcanzando los 100 kg de MS kg⁻¹ N. Este valor es muy elevado aunque luego decae gradualmente a medida que se incrementan las dosis.
- Se requiere profundizar este tipo de trabajos, especialmente los referidos al uso de fuentes nitrogenadas de liberación lenta y la EUA en interacción con el manejo del riego y otros nutrientes. En este sentido sería muy importante estudiar las interacciones con niveles de P, que suele ser un nutriente deficitario en estos suelos.

8. Producción de forraje para silaje: la importancia de los híbridos

Con el objetivo de evaluar el comportamiento de distintos híbridos de sorgo para silaje, en condiciones de riego, se sembraron en el campo experimental de la EEA Valle Inferior durante 3 campañas (2008-2009; 2009-2010 y 2011-2012) tres experimentos en parcelas del que participaron 13, 15 y 8 híbridos respectivamente. El manejo de los experimentos fue similar en los 3 ciclos donde se consideraron el diseño experimental, el análisis estadístico, la técnica de siembra, el tipo de híbridos evaluados, las fechas de siembra, la cantidad de agua de riego que recibieron las parcelas, la fertilización nitrogenada aplicada y el control de malezas efectuado. Para cada híbrido se determinó la fecha de floración, la altura al momento de cosecha y la producción de forraje. Para el período 2008-2009 se determinó la relación tallo: hoja: panoja de los distintos híbridos (Miñón *et al.*, 2010; Miñón *et al.*, 2012, Neira Zilli *et al.*, 2016).

Entre los híbridos evaluados se pueden mencionar: **Forrajeros:** Pastizal Super, F700, Africano, Productor 401, Drago-Kabir, Capricornio, Sagitario; **Forrajeros-Azucarados:** Maximiel, Ceres, Matrero, Padrillo; **Forrajeros-BMR:** Nutritop BMR, Candy Graze; **Forrajeros-Fotosensitivos:** VDH 701, Nutritop Plus; **Silero-Doble Propósito:** Sunchales; Morteros; **Granífero:** Nutrigrain; VDH 422, MS 108, Esperanza. Los distintos híbridos fueron clasificados de acuerdo con la definición de los obtentores.

Los datos de aptitud de suelo de los distintos períodos de evaluación se observan en la *Tabla 6*. El suelo correspondió a la serie Chacra, moderadamente profundo, de color pardo gris oscuro, de textura fina, franco arcilloso a arcilloso, de consistencia algo dura en seco y friable en húmedo. Estos suelos se han desarrollado sobre materiales franco arcillo limosos y son moderadamente drenados (Masota, 1970).

Los suelos utilizados en los dos primeros ciclos tendieron a la neutralidad y fueron muy alcalinos en el tercer ciclo, contenían niveles moderados de MO, eran pobres en P y ligeramente salinos.

Síntesis de los resultados de las campañas 2008-09, 2009-10 y 2011-12

En las *Tablas 7 y 8* se observa una síntesis de los resultados obtenidos en las 3 campañas donde se evaluaron 36 híbridos. Cabe aclarar que no fue el mismo conjunto de materiales en cada ciclo, sino que éstos variaron parcialmente.

Todos los híbridos fueron de ciclo corto a intermedio, por lo que no presentaron riesgos de sufrir daños por las heladas, las que se producen en promedio luego del 1º de mayo (Martín, 2009). Si se considera que hay una ventana promedio de 199 días para que el híbrido cumpla su ciclo, la totalidad de los materiales evaluados se adaptarían para ensilar en las condiciones regionales.

Tabla 6: Características de los suelos sembrados en los tres ciclos experimentales (0-20 cm).

	M.O (%)	pH	N total	P (ppm)	C.E (mmhos/cm)
			(%)		
2008-2009	2,0	7,1	0,11	6	4
2009-2010	2,9	7,5	0,11	6	4
2011-2012	3,1	9,1	0,17	8	1

Fuente: Miñón *et al.*, 2010; Miñón *et al.*, 2012, Neira Zilli *et al.*, 2016.

Los rendimientos más elevados se lograron en las dos primeras campañas con una cantidad de tipos e híbridos en evaluación muy similares. El experimento de la tercera campaña se sembró en un suelo muy alcalino (Tabla 6) que probablemente afectó el rendimiento de los materiales evaluados. Se puede observar que en todos los casos los híbridos más productivos fueron de tipo forrajero y los graníferos o doble propósito los de menor producción.

La calidad nutritiva del silaje de sorgo depende del contenido del grano y de la digestibilidad del resto de la planta. El grano es el componente de mayor calidad por su alta concentración de energía, mientras que el resto de la planta tiene menor

digestibilidad. La calidad del silaje depende entonces en gran medida del índice de cosecha (IC). Sin embargo es posible que híbridos que presenten IC similares tengan relaciones hoja/tallo muy diferentes, y que esta relación tenga efectos muy importantes en la calidad del silaje, ya que los tallos son menos digestibles que las hojas (Miñón et al., 2010).

En la Figura 15 que corresponde a datos de la primera campaña de evaluación, se puede observar que los materiales graníferos y doble propósito presentan mayor componente de grano respecto al total de la planta, en comparación con los híbridos forrajeros que presentan mayor componente de tallo y hoja.

Tabla 7: Cantidad de híbridos evaluados, fechas de siembra y cosecha, días de siembra a cosecha y días de siembra a 50% panojamiento para cada período.

	Período 2008-09 ¹	Período 2009-10 ²	Período 2011-12 ³
Número de híbridos	13	15	8
Fecha de siembra	28-11	30-11	03-12
Fecha de cosecha	18-03	16-04	11-04
Días a cosecha	110	138 (+/- 4)	129 (+/-20)
Días Siembra/Panoj.	70-92*	77-90*	75-86

*Excepto fotosensitivos que no florecieron.

Fuente: ¹ adaptado de Miñón et al., 2010; ² Miñón et al., 2012; ³ Neira Zilli, et al., 2016.

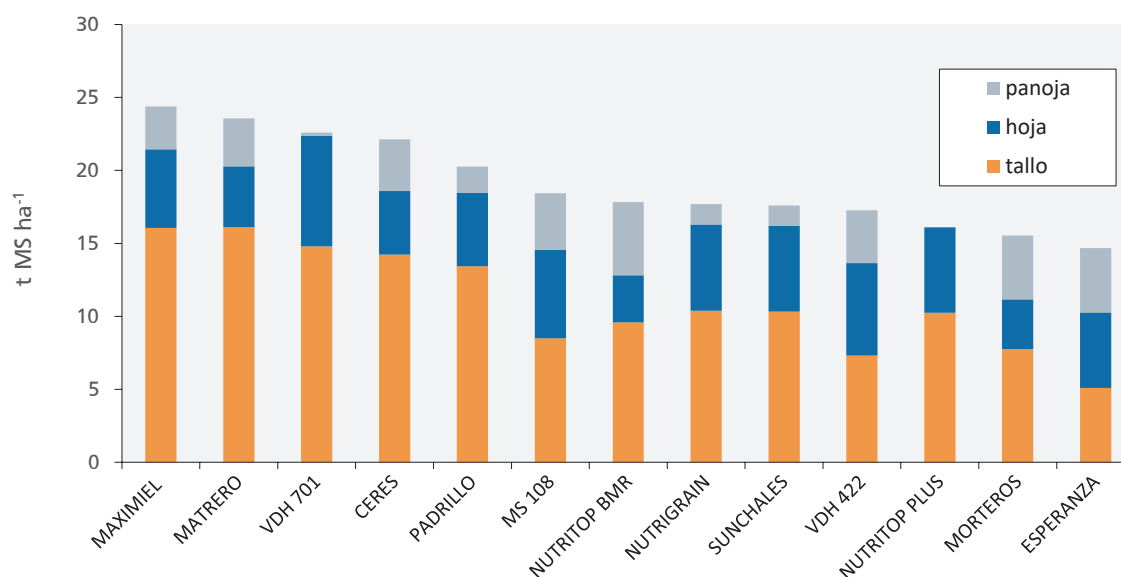
Tabla 8: Tipos de sorgo y rendimiento promedio, máximo y mínimo de cada período de evaluación (t MS ha⁻¹).

	Período 2008-09 ¹	Período 2009-10 ²	Período 2011-12 ³
Tipos de sorgo	Prod. Promedio, máximo y mínimo (t MS ha⁻¹)	Prod. Promedio, máximo y mínimo (t MS ha⁻¹)	Prod. Promedio, máximo y mínimo (t MS ha⁻¹)
Forrajeros Azucarados	18,4 (24,3 - 20,2)	22,5 (21,7 - 15,1)	14,0
Forrajeros BMR	17,9	20,4	16,9
Forrajeros Fotosensitivos	19,3 (22,5 - 16,1)	19,8 (25,7 - 14,0)	-
Graníferos	16,7 (18,4 - 14,7)	13,0 (14,7 - 11,7)	12,1 (13,8 - 11,2)
Doble Prop.- Sileros	16,6 (17,6 - 15,6)	14,2 (15,5 - 12,6)	13,7
Forrajeros. Sudán	26,8 (29,6 - 24,0)	22,9 (28,7 - 17,3)	17,9 (18,1 - 17,8)

Fuente: ¹ Adaptado de Miñón et al., 2010; ² Miñón et al., 2012; ³ Neira Zilli, et al., 2016.

Figura 15: Producción de forraje y partición de la materia seca en los distintos componentes morfológicos de la planta para distintos híbridos evaluados durante el ciclo 2008/09 en el Valle Inferior del Río Negro.

Fuente: Miñón *et al.*, 2010.



8.1. Consideraciones sobre el comportamiento de híbridos

- El conjunto de híbridos evaluados fue muy amplio, incluyó 36 materiales de sorgos de tipos granífero y forrajeros definidos por sus obtentores como azucarados, extra-dulces, fotosensitivos, BMR, silero, silero azucarado, azucarero-BMR y doble propósito. Por lo tanto los resultados obtenidos se consideran extrapolables a la oferta del mercado nacional de semillas de sorgos forrajeros. En todos los casos se trató de híbridos de ciclo corto e intermedio, que destinados a ensilaje, cumplen su ciclo en el período libre de heladas establecido para la región.

- La ventana de crecimiento para los sorgos en el Valle Inferior con un período libre de heladas es en promedio de 199 días. Si los sorgos se destinan a ensilaje el período siembra-cosecha puede extenderse entre 110 y 140 días.

- Dadas las diversas características de los materiales evaluados y los híbridos disponibles en el mercado semillero se requiere conocer acerca de estas características, de

manera de seleccionar para la siembra el híbrido más adecuado al objetivo a lograr.

- Los rendimientos de forraje fueron elevados oscilando entre un máximo de 30 y un mínimo de 11 t MS ha⁻¹ para los 3 experimentos. En todos los casos los híbridos más rendidores fueron los forrajeros y los de menor rendimiento los graníferos o los doble propósito que son muy similares.

- Los sorgos se adaptaron a un rango de suelos de pH: 7,1 a 9,1, M.O: 2,03 a 3,08, P 6 a 8 ppm y CE: 0,7 a 4,06 mmhos/cm. Se trató de suelos neutros a alcalinos, con adecuados niveles de materia orgánica, bajos contenidos de fósforo y contenidos bajos a medios de sales totales. Estos suelos son característicos de los valles regados.

Se considera que los elevados rendimientos alcanzados fueron el resultado de los riegos aplicados que cubrieron los requerimientos del cultivo y la fertilización moderada con N y P que permitió suministrar los nutrientes necesarios para el desarrollo de los distintos tipos de sorgo.

9. Los sorgos diferidos

El cultivo de sorgo produce gran cantidad de forraje en suelos de aptitud ganadera, que son irrigados con sistemas tradicionales por inundación. Por tal motivo se lo utiliza para pastoreo directo y en menor medida para elaboración silajes o rollos. El aprovechamiento como forraje diferido, es decir helado, es una práctica poco recomendable para sistemas intensivos debido a que ocurren pérdidas del material forrajero, disminuye la calidad del mismo y se incrementa el período de ocupación del terreno. No obstante en algunos establecimientos irrigados suelen observarse parcelas con excedentes de sorgo afectado por las heladas que son pastoreadas durante el invierno.

También es frecuente observar en establecimientos extensivos de secano, que cuentan con costa de río, zonas húmedas cercanas al río, o zonas con terreno bajo donde se acumula humedad, la siembra de superficies de sorgo para aprovechamiento como diferido durante el invierno, período de escasez de forraje. El diferimiento es una alternativa sencilla y económica en aquellas explotaciones que cuentan con infraestructura mínima y carecen de maquinarias para elaborar rollos o silajes para alimentación del ganado durante el período invernal.

En la campaña 2011-12 se realizó un estudio con el objetivo de comparar la producción de forraje y conocer los cambios morfológicos que se producen en distintos tipos de sorgo que se destinan al ensilaje (S) o se aprovechan como diferido luego de las primeras heladas (D) (Neira Zilli *et al.*, 2016). Cada parcela de los distintos híbridos fue dividida en dos partes: una parte fue cosechada para S en grano lechoso-pastoso y la otra parte como D luego de ocurridas 17 heladas meteorológicas. Las parcelas para S se cosecharon el 11/4/12 y las parcelas para D el 4/7/12, y en ambos casos se cosecharon todos los híbridos. Las diferencias entre el forraje D y el forraje para S indican los cambios que pueden esperarse entre un sorgo cortado para silaje y ese mismo sorgo helado consumido como diferido. Los híbridos cortados en S,

rindieron más que cuando se cortaron en D con una media de 14,6 vs 9,9 t Ms ha⁻¹ respectivamente. En general las diferencias que se observan entre el aprovechamiento cortado para S y el forraje D corresponden a pérdidas de forraje provocado por las heladas, los vientos, las lluvias y los pájaros que consumen los granos de las panojas (Tabla 9).

Las pérdidas promedio entre S y D fueron del 32%, es decir que entre ambos estados se pierde aproximadamente un tercio del forraje (Tabla 9). Los materiales forrajeros y sileros pierden en promedio el 30% de la biomasa mientras que los graníferos y doble propósito un 35%. En general no es frecuente que se dejen diferir para pastorear sorgos graníferos, que normalmente se cosechan para silaje o para grano aprovechándose el rastrojo para pastoreo. Existen excepciones en las que sorgos graníferos se pastorean secos como cuando hay condiciones de humedad elevada que impiden la cosecha o situaciones de emergencia forrajera.

Energía, ADV 114, ADV 123 y KSG 42 tendieron a mantener similar cantidad de hojas entre S y D, mientras que los restantes híbridos perdieron cantidades significativas como D. En otras palabras, los materiales forrajeros y sileros perdieron más hojas que los graníferos (Tabla 9). La pérdida del componente hoja en el destino diferimiento (D) en los sorgos graníferos fue del 5%, mientras que en los forrajeros superó el 50%.

En general cuando se difieren sorgos de distinto tipo, éstos tienden a mantener la cantidad de tallos con escasas modificaciones, los forrajeros y sileros pierden hojas mientras que los graníferos tienden a mantenerlas. Es importante destacar que todos los materiales pierden gran cantidad de granos de las panojas, probablemente por la acción de los pájaros (Neira Zilli *et al.*, 2016). La proporción de panoja es fundamental en la alimentación de vacas de cría y el desempeño de los animales y depende de la cantidad de granos que puedan consumir (Aello, 2014).

Tabla 9: Cambios morfológicos en la distribución de la materia seca (t MS ha⁻¹) en híbridos de sorgo cortados en estado de silaje (S) y diferidos en pie (D).

Híbrido	Tipo	Tallo (t MS ha ⁻¹)	Hoja (t MS ha ⁻¹)	Panoja (t MS ha ⁻¹)	Total (t MS ha ⁻¹)
Capricornio	S	11,4	2,2	4,5	18,1
	D	13,3	1,1	0,8	15,1
Sagitario	S	10,2	2,5	5,2	17,8
	D	9,8	1,1	0,3	11,3
Candy Graze	S	10,6	2,5	3,7	16,9
	D	9,1	1,1	0,3	10,5
Matrero	S	8,7	2,2	3,1	14,0
	D	7,8	1,3	0,8	9,9
Energía	S	4,4	3,5	5,9	13,8
	D	3,7	2,6	1,9	8,2
KSG 42	S	6,0	3,2	4,5	13,7
	D	5,0	3,4	1,3	9,6
ADV 123	S	3,1	3,4	4,9	11,4
	D	2,2	3,2	0,81	6,2
ADV 114	S	3,6	3,3	4,4	11,2
	D	2,7	3,3	2,2	8,3

Fuente: Adaptado de Neira Zilli *et al.*, 2016.

9.1. Consideraciones sobre los sorgos diferidos

- La cantidad de materia seca para ensilar fue superior a la cantidad de forraje disponible como material diferido, lo que evidencia una significativa pérdida de forraje, que se estimó en alrededor del 30%.
- El rendimiento de biomasa de los híbridos forrajeros fue superior a los sileros y graníferos. Se destacaron Capricornio, Sagitario y Candy Graze.
- La cantidad de tallos difirió entre híbridos mientras que la cantidad de tallos no difirió entre S y D.
- La cantidad de hojas se mantuvo en mayor proporción en los híbridos para grano, destacándose Energía, KSG 42, ADV 123 y

ADV 114. Los híbridos forrajeros perdieron mayor cantidad de hojas.

- El componente panoja se redujo significativamente en los diferidos, probablemente por efecto de los pájaros y el ambiente.
- Una descripción breve y precisa de lo que sucede cuando se diferían los sorgos es que se mantiene casi sin cambios la cantidad de tallos, se pierden hojas (especialmente en los materiales forrajeros y en menor medida en los graníferos) y todos los materiales pierden una buena parte de las panojas (granos), probablemente por la acción de pájaros y factores ambientales. El resultado de los cambios se traduce en una pérdida de calidad del forraje disponible debido a una menor cantidad de hojas y granos.

10. Doble cultivo anual: El potencial de forraje de la secuencia de cultivos estivales y de invierno.

Los verdeos de verano son cultivos anuales de crecimiento rápido adaptados a altas temperaturas, lo que permite lograr una elevada producción de forraje y pastoreos que permiten emplear altas cargas animales. La utilización de sorgos para ensilajes puede tener gran importancia en los valles ya que se trata de una especie que puede alcanzar elevados rendimientos de forraje en suelos de fertilidad media, con presencia de sales, donde el cultivo de maíz alcanza pobres resultados (Miñón *et al.*, 2012). Este tipo de suelos es característico de los valles y ocupa un porcentaje importante de la superficie regada, que está actualmente subutilizada. Por su morfología y fisiología, los sorgos tienen una alta resistencia a la desecación, y toleran más la sequía que otros cultivos estivales (Carrasco *et al.*, 2011).

Las condiciones climáticas de los valles regados de la Norpatagonia permiten el desarrollo de especies forrajeras templadas, aunque el ciclo de producción está limitado por la temperatura (período libre de heladas de 199 días) (Martín, 2009). La combinación de cultivos forrajeros anuales de invierno y de verano tendría el potencial de incrementar la producción anual de forraje en comparación con pasturas perennes, debido a un mayor aprovechamiento de la radiación solar y a los efectos positivos de ello sobre el aprovechamiento de los recursos del ambiente, tales como agua, nutrientes y temperatura.

Con el objetivo de comparar la producción de forraje con destino a silaje de diferentes secuencias de cultivos forrajeros anuales y de alfalfa, que es

Tabla 10: Fechas de siembra y cosecha de verdeos de verano, verdeos de invierno y alfalfa para los 3 ciclos de evaluación.

	Fechas de Siembra		
	1 ^{er} Ciclo	2 ^{do} Ciclo	3 ^{er} Ciclo
Verdeos de Verano	05/12/2012	28/11/2013	28/11/2014
Verdeos de Invierno	27/04/2013	02/06/2014	02/06/2015
Alfalfa	08/04/2012		
	Fechas de Corte		
	1 ^{er} Ciclo	2 ^{do} Ciclo	3 ^{er} Ciclo
Verdeos de Verano	16/04/2013	18/04/2014	17/04/2015
Verdeos de Invierno	Raigrás: 06/11/2012	30/10/2013	17/11/2014
	Avena y Cebada: 19/11/2012	18/11/2013	30/11/2014
Alfalfa	5 cortes	4 cortes	5 cortes

Fuente: Colabelli *et al.*, 2016.

el cultivo perenne de mayor potencial productivo en la región, se realizó una experiencia donde se evaluó la combinación de 2 cultivos de verano (VV) (maíz DK 684 y sorgo híbrido TOB 80 Silero), 3 cultivos de invierno (VI) (avena cv Violeta INTA, cebada cv Alicia INTA y raigrás anual cv Beefbuilder III) y alfalfa (cv. CW 830) como testigo.

El experimento se sembró en un suelo serie "Chacra" con pH: 7,9; M.O: 3,2% y P: 11 ppm. En la *Tabla 10* se presenta la información referente a las fechas de siembra y cosecha de cada especie y ciclo de evaluación.

La acumulación total de forraje puede observarse en la *figura 16*. Las secuencias VV + VI siempre produjeron más forraje que alfalfa, que fue cortada en 4 o 5 oportunidades como es habitual en este tipo de experiencias (Gallego, 2011). Las secuencias con maíz tendieron a ser superiores en los dos primeros ciclos mientras que las secuencias con sorgos fueron las más productivas el tercer ciclo.

La mayor producción de maíz en el ciclo 2 pudo generarse por una combinación de factores, entre

ellos, un mayor peso seco por planta (420 gMS/pl. vs. 189 y 261 gMS/pl en los ciclos 1 y 3) y un mayor % MS a cosecha (30,2% vs. 27,8% promedio ciclo 1 y 3). En sorgo, la mayor producción del 3er ciclo pudo estar asociada a un contenido significativamente mayor de MS (31% vs. 22,5% y 24% del 1er y 2do ciclo).

La producción de forraje de los VV fue más alta que la correspondiente a los VI que se presentan como promedios de avena, cebada y raigrás para cada ciclo (*Tabla 11*).

La inclusión del sorgo en secuencias de doble cultivo anual es una alternativa tecnológica que permitiría incrementar la producción por unidad de superficie (Colabelli *et al.*, 2015, 2016). La productividad comparada de secuencias de sorgos con verdes invernales, con adecuada provisión de agua y nutrientes, es superior a las pasturas perennes debido a una mayor captura de la radiación solar anual y a los efectos positivos sobre la utilización de los recursos ambientales restantes (Collino *et al.*, 2007).

Figura 16: Acumulación de forraje (kg MS ha⁻¹) en tres ciclos de evaluación de secuencias de cultivos anuales y alfalfa bajo riego.

Fuente: Colabelli *et al.*, 2016.

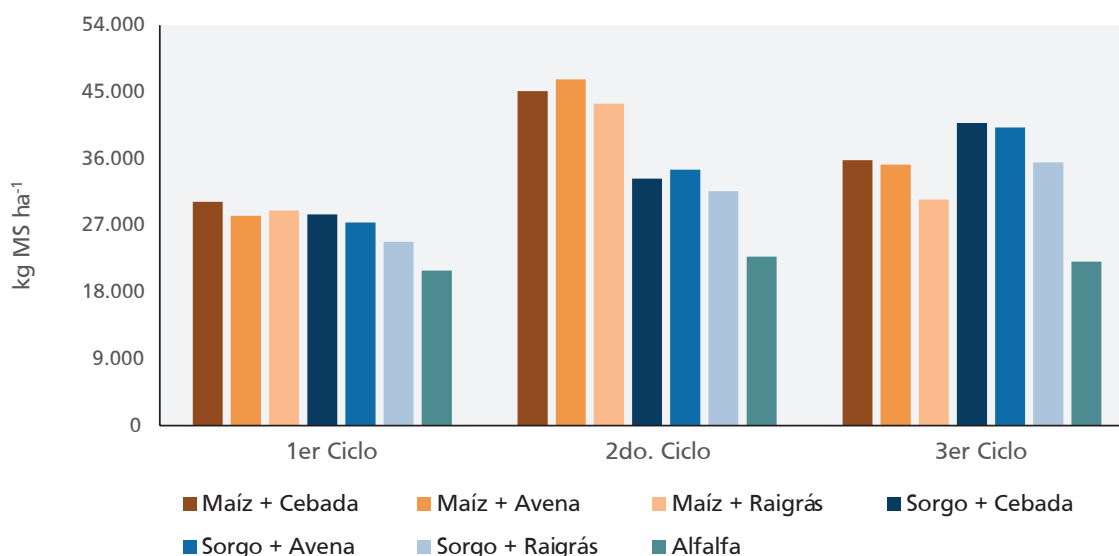


Tabla 11: Acumulación de forraje de verdes de verano (maíz y sorgo) y de invierno (avena, cebada y raigrás) (kg MS ha⁻¹) como componentes de secuencias de cultivos anuales en tres ciclos de evaluación.

VERDEOS	1 ^{er} Ciclo	2 ^{do} Ciclo	3 ^{er} Ciclo
Maíz	18.445	32.564	21.730
Sorgo	17.080	20.723	26.670
Verdeos de Invierno	10.237	12.456	12.133

Fuente: Adaptado de Colabelli *et al.*, 2016.

10.1. Consideraciones sobre la producción del doble cultivo.

- Las secuencias que incluyeron maíz + avena o cebada fueron más productivas en 2 de los 3 ciclos evaluados mientras que sorgo + avena o cebada se destacó cuando fue cortada con mayor %MS.
- En todos los ciclos la combinación de sorgo y maíz con cebada o avena resultó más productiva que la combinación con raigrás anual.
- Las secuencias maíz o sorgo con raigrás, de producción inferior, deberían ser estudiadas más en detalle debido a que su ciclo es más corto y tal vez serían una estrategia que permitiría adelantar la siembra de maíz

y sorgo y con ello incrementar la producción de estos componentes de la secuencia.

- En promedio el doble cultivo produjo 34, 71 y 64% más forraje que la alfalfa testigo para el 1er, 2do y 3er ciclo respectivamente. Si se considera la secuencia de mejor comportamiento en cada ciclo y se la compara productivamente con alfalfa las diferencias serían de 44, 104 y 85% para los 3 ciclos respectivamente.
- La mayor adaptación del sorgo a los suelos halohidromórficos (suelos húmedos y con presencia de sales) que suelen identificarse en los valles regados de la Norpatagonia permite contar con una alternativa de gran potencial productivo para los suelos en mosaico que abundan en la región.

11. Calidad del forraje de sorgo en secuencias de doble cultivo anual.

Como se observa en la *Figura 16*, las combinaciones del doble cultivo anual (VI+VV) incrementaron significativamente la producción anual de forraje en comparación con alfalfa.

Los cultivos forrajeros comúnmente presentan una amplia variabilidad en la calidad nutricional durante las distintas etapas de crecimiento y entre las diferentes fracciones de la planta (Agnusdei,

2007). Por ello, el estudio descrito anteriormente se complementó con la evaluación de la calidad del forraje con destino a silaje de las diferentes secuencias de doble cultivo anual y de alfalfa, aunque solo para el tercer ciclo evaluado (Colabelli *et al.*, 2017).

Como era esperable por tratarse de una leguminosa, alfalfa presentó el mayor porcentaje de

Tabla 12: Composición química (%) de planta entera de cultivos integrantes de doble cultivo anual y alfalfa para el tercer ciclo de evaluación.

Cultivo	%FDN	%FDA	%LIG	%PB	%DMS
Maíz	62,2 a	20,4 c	2,5 d	9,9 c	72,6 a
Sorgo	63,5 a	28,1 b	3,8 c	5,2 d	64,6 b
Avena	61,7 a	31,1 a	4,4 b	8,7 c	64,7 b
Cebada	61,5 a	29,1 b	3,3 c	9,6 c	66,2 b
Raigrás	58,0 b	33,3 a	4,6 b	12,8 b	62,9 c
Alfalfa*	48,6 c	28,6 b	7,0 a	23,5 a	66,6 b

FDN: fibra detergente neutro, FDA: fibra detergente ácido, LIG: lignina, DMS: digestibilidad de la materia seca. Letras distintas: diferencias significativas entre cultivos ($p < 0,05$).

Fuente: Adaptado de Colabelli *et al.*, 2017. * Valores promedio de 5 cortes.

proteína bruta (%PB), mientras que la fibra total o pared celular (fibra detergente neutro (FDN) constituida por hemicelulosa + celulosa + lignina) fue de menor valor respecto de las gramíneas, al igual que la fracción fibra detergente ácido (FDA) representada por la cantidad de celulosa + lignina. Por el contrario, la fracción indigestible de la fibra, denominada lignina (LIG) fue la más elevada (Tabla 12). Es conocido que las leguminosas presentan una cantidad menor de pared celular (FDN) aunque ésta es menos digestible (LIG).

En cuanto a la digestibilidad de la materia seca (%DMS), se destacó el maíz por su mayor valor (Tabla 12), explicado principalmente por el mayor aporte de grano respecto del promedio del resto de las especies (63,6% vs. 34,7%). Si se considera solo los verdes de verano, la mayor calidad del maíz respecto del sorgo es producto de una mayor cantidad de grano, una menor proporción de fibra y una mayor proporción de proteína.

Los resultados de este estudio en términos de materia seca digestible por unidad de superficie ($\text{kg MSD ha}^{-1} = \text{kg MS ha}^{-1}$ multiplicado por %DMS) y proteína por unidad de superficie ($\text{kg PB ha}^{-1} = \text{kg MS ha}^{-1}$ multiplicado por %PB) se presentan en la Tabla 13. Las diferencias observadas en MSD ha^{-1} reflejan principalmente las diferencias halladas en producción de forraje durante el tercer ciclo donde el sorgo resultó productivamente superior respecto de maíz (Tabla 11).

Las diferencias halladas en kg PB ha^{-1} ubican a la alfalfa, por una gran diferencia, como el recurso forrajero más destacable en esta variable (Tabla 13).

Tabla 13: Producción de materia seca y proteína digestible (kg MSD ha^{-1} y kg PB ha^{-1}) de secuencias de doble cultivo anual y alfalfa para el tercer ciclo de evaluación.

SECUENCIA	kg MSD ha^{-1}	kg PB ha^{-1}
Maíz+Avena	24.478 ab	3.327 b
Maíz+ Cebada	25.054 ab	3.362 b
Maíz+Raigrás	21.273 c	3.275 b
Sorgo+ Avena	26.008 a	2.802 c
Sorgo+Cebada	26.584 a	2.837 c
Sorgo + Raigrás	22.804 bc	2.750 c
Alfalfa	14.889 d	5.282 a

Letras distintas: diferencias significativas entre secuencias de cultivos ($p < 0,05$).

Fuente: Adaptado de Colabelli *et al.*, 2017.

11.1 Consideraciones sobre la calidad del doble cultivo

- La producción de forraje es la variable de mayor incidencia para estimar la MSD ha⁻¹, y resulta del producto entre los valores de producción y digestibilidad de MS.
- La producción de forraje de todas las secuencias de doble cultivo fue superior a la cantidad de forraje producida por la alfalfa.
- En el ciclo evaluado, la secuencia de sorgo con avena o cebada presentó los valores más altos de MSD ha⁻¹. Las secuencias con sorgo ofrecen una alternativa interesante para suelos no aptos para maíz.
- En términos de producción de proteína (kg PB ha⁻¹), la alfalfa presentó un comportamiento superior a cualquier secuencia de doble cultivo.

12. Reflexiones finales acerca de la importancia de los sorgos en la Norpatagonia

Existen en la Norpatagonia una significativa cantidad de trabajos experimentales con cultivos de sorgo publicados en revistas especializadas destinadas a expertos. El presente boletín es una síntesis de esos trabajos con fines de divulgación.

El sorgo es una especie que posee híbridos específicos que fueron seleccionados para destinar a la producción de granos, el pastoreo directo, el ensilaje, la confección de rollos y el diferimiento. De los resultados obtenidos surge que puede cultivarse con buenos resultados en los valles templado fríos de la Norpatagonia en condiciones de riego. El sorgo se adapta a los suelos salino alcalinos que predominan en estos valles. La utilización con pastoreo directo, la confección de reservas, el aprovechamiento como diferido y la cosecha de grano, aunque expuesta al ataque de pájaros, requieren de una adecuada planificación para el aprovechamiento eficiente de esta especie de rápido crecimiento.

En una región con un período libre de heladas de 199 ± 40 días se pueden sembrar desde mediados de octubre y durante noviembre en suelos con una temperatura de 15-18 °C, híbridos de ciclos cortos e intermedios, que se cosechan en diferentes momentos según su uso.

El sorgo es una especie que presenta alta respuesta a los suelos fértiles y al abonado con N, recomendándose dosis bajas a intermedias en apli-

caciones fraccionadas para reducir los riesgos de pérdidas del N por lixiviación o volatilización.

Es una especie que permitiría dar mayor sustento al proceso de intensificación ganadera en los valles, utilizar mejor la superficie disponible para cultivar, incrementar significativamente la producción de forraje y en combinación con verdeos de invierno dar origen a verdaderas "fábricas de pasto de calidad", que resultan muy necesarias para incrementar la producción de carne por unidad de superficie.

La elevada cantidad de material genético disponible en el mercado, con muchos híbridos adaptados y de buen comportamiento en la región, requiere informarse acerca de las características de los mismos, de modo que el material elegido sea el adecuado para el objetivo que se quiera alcanzar en cada establecimiento o empresa. Una prueba de la alta diversidad varietal es el presente trabajo donde se evaluaron más de 50 cultivares de todo tipo.

Si se considera el crecimiento actual de la ganadería en la Norpatagonia, el sorgo es una especie que adquirirá un mayor protagonismo en la cadena alimentaria regional y la presente publicación apunta a este objetivo. La promoción de este cultivo se centra en que es económico, no compite por suelos aptos para cebolla y maíz y genera un volumen potencial de forraje y grano que permitiría contribuir eficazmente a incrementar la producción de carne de los sistemas ganaderos irrigados.

13. Bibliografía

- Aello, M. 2014. Alimentación otoño-invernal de vacas de cría con sorgo diferido. Curso de Nutrición Animal Aplicada. Unidad Integrada Balcarce. pp. 119-126.
- Azooz, R. H. y Arshad M. A. 1998. Effect of tillage and residue management on barley and canola growth and water use efficiency. *Can. J. Soil Sci.* 78: 649-656.
- Agnusdei, M. G. 2007. Calidad nutritiva del forraje. *Agromercado* 136: 11-17.
- Beyaert, R. P. y Roy, R. C. 2005. Influence of nitrogen fertilization on multi-cut forage sorgam-sudangrass yield and nitrogen use. *Agron. J.* 97: 1493-1501.
- Bolsa de Cereales. 2019. Producción estimada de sorgo granífero. pdf.
- Bragachini, M., Sánchez, F., Urrets Zavalía, G., Scaramuzza, F., Villarroel, D. y Vélez, J. P. 2018. Dossier de Maquinaria Forrajera. Informe especial del rubro cosechadoras de granos. INTA Manfredi. Red de Agricultura de Precisión. EEA INTA Manfredi. pdf.
- Bretschneider, G. 2011. Intoxicación del ganado con ácido cianhídrico. EEA INTA Rafaela. Artículo de Divulgación. pdf.
- Camilloni, I., Gurizia, C., Montroull, N. y Saurral, R. 2016. Modelización Climática. Adaptación al estrés hídrico en la región del Comahue-Argentina. Proyecto Climagua. Fundación Bariloche-CONICET-IDRC. www.climagua.org.ar/?page-id=194.
- Carr, P. M., Martin G. B., Caton J. S. y Poland W.W. 1998. Forage and nitrogen yield of barley-pea and oat-pea intercrops. *Agron. J.* 90: 79-84.
- Carrasco, N., Zamora, M. y Melin, A. E. (Editores). 2011. Manual de Sorgo. Ministerio de Asuntos Agrarios. Buenos Aires-INTA. Centro Regional Buenos Aires Sur. Ediciones INTA. 104 p.
- Chesa, A. 2007a. La calidad del sorgo granífero: su valor nutritivo depende del contenido de taninos. Aprendamos a reconocer su presencia. Taninosensorgos.doc.Maizar.org.ar/documentos/297_taninos_en_sorgos-graniferos.pdf.
- Chesa, A. 2007b. La calidad del sorgo como alimento animal. Produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/82-sorgo_taninos.pdf.
- Ciampitti, I. y García F. O. 2007. IPNI. Cono Sur. Absorción Requerimientos Nutricionales. Absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. I. Cereales, Oleaginosas e Industriales. pdf.
- Colabelli, M. R., Neira Zilli, F., Barbarossa, R. A., Alarcón, A., Lérída, N., Miñón, D. P. y Gallego, J. J. 2015. Producción de forraje de secuencias de cultivos anuales y alfalfa bajo riego en la norpatagonia. Comunicación. *Revista Argentina de Producción Animal* 35 (1): 257.
- Colabelli, M. R., Neira Zilli, F., Barbarossa, R. A., Gallego, J. J. y Miñón, D. P. 2016. Producción de forraje de secuencias de cultivos anuales y de alfalfa bajo riego en la norpatagonia: resultados de tres años de evaluación. 2016. *Revista Argentina de Producción Animal* Vol 36 (1): 402.
- Colabelli, M.R., Malaspina, M., Gallego, J.J., Barbarossa, R.A., Neira Zilli, F.; y Miñón, D.P. 2017. Calidad del forraje en secuencias de doble cultivo anual y alfalfa bajo riego en la norpatagonia. *Revista Argentina de Producción Animal* Vol 37 Supl 1.
- Collino, D.; Dardanelli J. y De Luca, M. 2007. Uso del agua y la radiación para la producción de forraje. En *El cultivo de la alfalfa en la Argentina*. Basigalup D. (Ed.) P. 45-65.

- Coria, M. L. 2018. Calidad de sorgos según tipo y momentos de corte. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Bordenave. Campo Anexo Cesáreo Naredo. Centro Regional Buenos Aires Sur. https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tm-1_calidad_sorgo_segun_tipo_y_corte.pdf consultado febrero de 2019.
- Doggett, H. 1998. Sorghum. 2nd edition. Longman Scientific and Technical, London. 512 p.
- Durán, D. 2016. Proyectos ambientales y sustentabilidad. Colección Nuevos Paradigmas. Lugar Le Editorial. 282 p.
- FAO. 1969. Estudio sobre la rehabilitación de tierras en el valle de Viedma, Informe final Volumen II, Roma, 1969. FAO/SF: 72/ ARG 11.
- FAO. 1995. El sorgo y el mijo en la nutrición humana. FAO - AGRIS. Colección FAO: Alimentación y Nutrición N° 27. ISBN 92-5-303381-9.
- FAO. 2012. El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura. La agricultura de los sistemas en situación de riesgo. FAO y Mundi Prensa. 318 p.
- Ferrari, M., Rivoltella, L. A. y J.M. Casado, J. M. 2012. 1. Diagnóstico de fertilidad y estrategias de fertilización nitrogenada en sorgo granífero. ipni.net/publication/ia.lahp.nsf.pdf.
- FIRA, 2019. Panorama Agroalimentario. Sorgo 2019. Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. 23 p.
- Fontanetto, H., Keller, O., Albrecht, J., Giailevra, D., Negro, C. y Belotti, L. 2008. Aspectos de manejo y fertilización nitrogenada para el sorgo granífero. Agromercado, Cuadernillo Clásico de Sorgo, No. 148, pp. 6-10.
- Gallarino, H. G. 2008. Manejo de sorgos forrajeros, su aprovechamiento. Palo Verde SRL. www.produccion.animal.com.ar/produccion_y_manejo_de_pasturas/maiz_y_sorgo/113-sorgos.pdf.
- Gallego, J. J. 2011. En: Avances en Alfalfa. Ediciones INTA. Ensayos Territoriales. Red de Evaluación de cultivares de alfalfa. Año 21 N° 21: 64-66.
- Gallego, J. J., Miñón, D. P. y Barbarossa, R. A. 2011 a. Efecto del híbrido y la densidad de siembra sobre la acumulación de forraje de sorgos irrigados para silaje. Revista Argentina de Producción Animal 31 (1): 579.
- Gallego, J. J., Miñón, D. P. y Barbarossa, R. A. 2011 b. Interacción cultivar x densidad de siembra en sorgo irrigado para pastoreo. Revista Argentina de Producción Animal 31 (1): 580.
- Gallego, J. J.; Miñón, D. P. y Barbarossa, R. A. 2013. Fertilización nitrogenada de sorgos para silaje en los valles Norpatagónicos. Revista Argentina de Producción Animal 33 (1).
- Gallego, J. J. y Miñón, D. P. 2018. Sorgo granífero: un cereal alternativo para producir en los valles regados de norpatagonia. En: Villegas Nigra, H. M. y Miñón, D. P. (Comp.). Territorios y producción en el Noreste de la Patagonia. pp. 183-197.
- Giorda, L.M., Feresin, M. y Domanski, C. 1997. Condiciones Ambientales. En: LM Giorda (Ed.) Sorgo Granifero. Cuaderno de Actualización Técnica 7, EEA Manfredi. Centro Regional Córdoba. INTA. pp. 17-19.
- Giorda, L.M. 2010. Sorgo, una alternativa importante en el sistema productivo. Producir XXI. Nota N° 207. Sept.2010.
- Gonzalez, G. M. y Cantamutto, M. A. 2021. Patagones secano: muchos riesgos y algunas virtudes de los verdes de verano. INTA Noticias. EEA Ascasubi-AER Patagones. 17 de noviembre de 2021.
- Howell, T. A., Tolk, J. A., Schneider, A. D. y Evett, S. R. 1998. Evaporation, yield and water use efficiency of corn hybrids different in maturity. Agron. J. 90: 3-9.
- Hoffman, P. C., Lundberg, K. M., Bauman, L. M., Shaver, R. D. y Contreras-Govea, F. E. 2007. Efecto de la madurez en la digestibilidad del FDN (Fibra Detergente Neutro). Wisconsin Team Forage. University of Wisconsin Board of Regents. Focus on Forage - Vol 5 (15): 1-2.

- Iurman, D. E. 2009. Análisis de los sistemas de producción de las zonas de secano del Partido de Patagones (provincia de Buenos Aires). Área de Extensión y Desarrollo Rural. EEA INTA Ascasubi. 18 p. pdf.
- Jefferson, P. G., y Cutforth H. W. 2005. Comparative forage yield, water use, and water use efficiency of alfalfa, crested wheatgrass and spring wheat in a semiarid climate in southern Saskatchewan. *Can. J. Plant Sci.* 85: 877-888.
- Kent, F. S. 2016. Influencia del tipo de sorgo sobre la calidad nutritiva del ensilaje, y la respuesta productiva obtenida con novillos en terminación Tesis Magister en Ciencias Agropecuarias Mención: Producción Animal. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. 69 p.
- Ketterings, Q. M., Cherney, J. H., Godwin, G., Kilcer, T. F., Barney, P. y Beer, S. 2007. Nitrogen management of brown midrib sorghum sudangrass in the Northeastern USA. *Agron. J.* 99: 1345-1351.
- Lagrange, S. 2011. Sorgos diferidos para vacas de cría: ¿forrajeros o graníferos? Boletín Informativo INTA Bordenave. Año 1 N° 2. Octubre de 2011. pdf.
- Lauer, J. G., Coors J. G., y Flannery P. J. 2001. Forage yield and quality of corn cultivars developed in different eras. *Crop Sci.* 41: 1449-1455.
- López Aguilar, R., Murillo Amador, B. y Rodríguez-Quesada, G. 2009. El forraje verde hidropónico: una alternativa de producción de alimento para el ganado en zonas áridas. *Interciencia INCI Vol. 34 (2)*.
- Losano, F., Marizza, M., Cello, P., Merg, C., Bucciarelli, L., Vallejos, R., y Godoy, S. 2016. Modelización Hidrológica y Energética. Adaptación de poblaciones vulnerables al estrés hídrico producido por el cambio climático en la región del Comahue, Argentina. Proyecto Climagua. Fundación Bariloche-CONICET-IDRC. www.climagua.org.ar./upload/2016/11/03.pdf.
- Marino, M. A. y Castaño, J. 2013. Producción forrajera con aplicación otoñal de fertilizantes nitrogenados en avena y agropiro. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica Vol 12: 15-18*.
- Martín, D. 2009. Información Técnica N 27. Estadísticas climáticas del valle de Viedma. Año 4-N 9. EEA Valle Inferior-Convenio Provincia de Río Negro-INTA.
- Masota, H., 1970. Reconocimiento detallado de suelos con fines de riego en el área de influencia del canal secundario VII, Valle Inferior del Río Negro, Argentina. IDEVI. Serie técnica N° 5, 98 p.
- Ministerio de Agroindustria. 2016. Informe sobre sorgo. SSMA, setiembre 2016. 7 p.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. 2020. Área granos. Perfil del sorgo. 11 p.
- Miñón, D. P., Gallego J. J., Murray F. y Barbarossa R. A. 2010. Producción de sorgos para reservas de forraje (henificación/ensilaje) en el Valle Inferior del río Negro. Campaña 2008-2009. EEA Valle Inferior Convenio INTA – Pcia. de Río Negro. Hoja Divulgativa Año 4 N° 21. 7 p.
- Miñón, D. P., Gallego J. J. Barbarossa, R. A. 2012. Acumulación de forraje de sorgos híbridos regados con destino a silaje. *Revista Argentina de Producción Animal* 32 (1): 371.
- Murray F.; Gallego J. J.; Miñón D. P. y Barbarossa R. A. 2010. Verdeos de verano para pastoreo o henificado: una alternativa forrajera de rápido crecimiento. *Valle Inferior Informa*. Enero 2010. Año 5, N 22. 4 pp.
- Neira Zilli, F. A., Gallego, J. J. y Miñón, D. P. 2016. Evaluación de sorgos híbridos con destino a silaje y diferido en el Valle Inferior del río Negro. *Revista Argentina de Producción Animal* 36 (1): 403.
- Perez Vargas, A., Saucedo, O., Iglesias Gomez, J., Wencomo-Cárdenas, H. B., Reyes, F., Oquendo, G. y Milian, I. 2018. Caracterización y potencialidad del grano de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). *Pastos y Forrajes V 33 n.1 Matanzas ene-mar*.pdf.
- Plorutti, F. 2014. Intoxicación por consumo de sorgo. INTA. pdf.
- Pordomingo, A. 2013. Feedlot. Alimentación, diseño y manejo. Publicación Técnica N° 95. Ediciones INTA 170 p.
- Porter, K. 2016. Sorghum grain color. Relationship to grain marketability on feed value. www.pioneer.com/home/site/us/agronomy/library/sorghum-grain-color/.

- Rao, S. C., Coleman S. W., y Volesky J. D. 2000. Yield and quality of wheat, triticale, and Elytricum forage in the southern plains. *Crop Sci.* 40: 1308-1312.
- Redfearn, D. D., Venuto B. C., Pitman W. D., Alison M. W., y Ward J. D. 2002. Cultivar and environment effects on annual ryegrass forage yield, yield distribution, and nutritive value. *Crop Sci.* 42: 2049-2054.
- Reinoso, L. 2014. Rendimiento de maíz en el Valle Inferior del Río Negro: Evaluación de la frecuencia de riego y la fertilización nitrogenada. Tesis de Magister en Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Sur.
- Reinoso, L., Martínez R.S, Mercau, J, Gutierrez, M., y Otegui, M.E. 2018. Estrategias para alcanzar altos rendimientos de maíz en los valles de Norpatagonia. En: actas del XXVI Congreso AAPRESID. Córdoba del 7 al 9 de agosto de 2018.
- Rooney, L., Mc Donough, C., y Dykes, L. 2005. Myths about sorghums tannins. *SAT eJournal/ejournal. icrisat.org.* december 2005/ Vol 1/issue 1.
- Sampedro, D. H., Garcarena, D., Kloster, A., Latimori, N., Monje, A., Peruchena, C., y Somma de Feré, G. 2017. Alimentación del Ganado Bovino para Carne. Curso Capacitación a Distancia. Módulo 2: Suplementación en condiciones de pastoreo y alimentación a corral. INTA, EEA Mercedes Corrientes. 132 p.
- Saeed, I.A.M. y El-Nadi A.H. 1998. Forage sorghum yield and water use efficiency under variable irrigation. *Irrig. Sci.* 18: 67-71.
- SENASA 2022. Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de Plagas. Sorghum halepense. www.argentina.gob.ar
- Stout, W. L. y Schnabel R. R. 1997. Water use efficiency of perennial ryegrass as affected by soil drainage and nitrogen fertilization on two floodplain soils. *J. Soil Water Cons.* 52: 207-211.
- Torrecillas, M.G. y Bertoia, L. M. 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.
- Viretto, P. Miñón, D. P. y Villegas Nigra H. M. 2018. El maíz en la Comarca Viedma-Patagones. ¿Cadena de valor o eslabón de la cadena pecuaria? En: Villegas Nigra, H. M. y Miñón, D. P. Territorios y Producción en el Noreste de la Patagonia. Unidad Integrada para la Innovación del Sistema Agroalimentario de la Patagonia Norte. pp 123-150.
- Unger, P. W. 2001. Alternative and opportunity dryland crops and related soil conditions in the southern Great Plains. *Agron. J.* 93: 216-226.
- Urbano, D. y Dávila C. 2003. Evaluación del rendimiento y composición química de once variedades de alfalfa (*Medicago sativa*) bajo corte en la zona alta del estado de Mérida, Venezuela. *Rev. Fac. Agron.* 20: 97-107.
- Zamora, M., A. Melin y J. Massigoge. 2008. Fertilización nitrogenada de sorgo: resultados campaña 2007/08. En: *Sorgo en el Sur: producción de forraje y grano, campaña 2007/08.* Ediciones INTA. pp 56-58.
- Zamora, M., Melin, A. y Balda, S. 2010. Manejo del cultivo de sorgo: efecto de la densidad y la fertilización. En: *Cosecha gruesa 2009/10: actualización técnica.* Ediciones INTA. CEI Barrow. pp 81-83.
- Zamora, M., Melin, A., Intaschi, D., Carrasco, N. y Balda, S. 2011. Fertilización de sorgo granífero en el sudeste bonaerense. En: *Cosecha gruesa 2010/11: actualización técnica.* Ediciones INTA. CEI Barrow.

El objetivo de esta publicación es comunicar una síntesis de los resultados de un conjunto de experiencias con cultivo de sorgos realizadas en la EEA Valle Inferior del Río Negro, que están publicadas en artículos en revistas especializadas poco accesibles para los potenciales usuarios de esta información. Los sorgos graníferos poseen un alto potencial de rendimiento siempre que contengan alto nivel de taninos en el grano y la cosecha se realice en otoño temprano debido a un elevado riesgo de daño por aves. Existen numerosos tipos de sorgos forrajeros aptos para el pastoreo directo, la elaboración de rollos, silajes y el pastoreo como diferido. El sorgo puede sembrarse en suelos alcalinos, moderadamente salinos, con menor aptitud para la siembra de maíz, donde produce forraje abundante. La mayor eficiencia de uso del agua permite la siembra de sorgos en sistemas que presentan limitaciones de riego. Es aconsejable realizar siembras en suelos con temperaturas por encima de los 15°C y la época de siembra en los valles regados abarcaría desde mediados de octubre hasta fines de noviembre. La densidad de siembra equivalente a 429 mil plantas/ha puede considerarse como la más apropiada para realizar siembras para pastoreo y/o silaje en condiciones de riego. El aumento de la densidad de siembra incrementó el vuelco de los híbridos BMR con menos contenido de lignina. El sorgo en condiciones de riego presentó hasta 132% de respuesta a la fertilización nitrogenada alcanzando en condiciones no limitantes entre 30 y 40 t MS ha⁻¹. La aplicación de cantidades moderadas de N (50-100kg N ha⁻¹) en etapas iniciales del cultivo serían la más adecuadas. El conjunto de híbridos evaluados incluyó 36 materiales de distinto tipo, de ciclo corto e intermedio, que destinados a ensilaje, cumplen su ciclo en el período libre de heladas establecido para la región. Los rendimientos de forraje fueron entre un máximo de 30 y un mínimo de 11 t MS ha⁻¹. Cuando los sorgos se difieren la cantidad de tallos se mantiene casi sin cambios, se pierden hojas especialmente en los materiales forrajeros y en menor medida en los graníferos y todos los materiales pierden parte de las panojas (granos). La inclusión de sorgo en secuencias de doble cultivo anual, fueron más productivas en 1 de los 3 ciclos evaluados. En todos los ciclos la combinación de sorgo y maíz con cebada o avena resultó más productiva que la combinación con raigrás anual. La secuencia de sorgo con avena o cebada presentó valores altos de MSD ha⁻¹, ofreciendo una alternativa para suelos no aptos para maíz.

Por último, y considerando el crecimiento actual que se está verificando en la ganadería de la Norpatagonia, el sorgo es una especie llamada a tener un mayor protagonismo en la cadena alimentaria regional y la presente publicación apunta a este objetivo.



ISSN 1666-6054



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Argentina