
SORGO: DESTINO FORRAJERO

**Editores:
Fassio, A.; Cazzolino, D.;
Ibañez, W.; Fernández, E.**

¹ Ing. Agr., Mejoramiento y Manejo de Cultivos de Verano, Programa de Cereales y Oleaginosas de Verano, Grupo de Riego, Agroclima, Ambiente y Agricultura Satelital. INIA La Estanzuela.

² Ing. Agr., PhD., Nutrición Animal. INIA La Estanzuela.

³ Tec. Agr. Unidad de Biometría. INIA La Estanzuela.

⁴ Ing. Agr., Msc. Unidad de Invernada Intensiva. INIA La Estanzuela.

Título: SORGO: DESTINO FORRAJERO

Editores: Fassio, A. - Cozzolino, D. - Ibáñez, W. - Fernández, E.

Serie Técnica Nº 127

© 2002, INIA

ISBN: 9974-38-160-6

Corrección de originales: Ing. Agr. A. Fassio
INIA La Estanzuela

Editado por la Unidad de Agronegocios y Difusión del INIA.
Andes 1365, Piso 12. Montevideo - Uruguay
Página Web: <http://www.inia.org.uy>

REALIZACIÓN e IMPRESIÓN:
Prontográfica S.A. Cerro Largo 850 - Tel.: 902 3172
Depósito Legal: 324.646/2002

Quedan reservados todos los derechos de la presente edición. Este libro no se podrá reproducir total o parcialmente sin expreso consentimiento del INIA.

Junta Directiva

Ing. Agr. Pedro Bonino Garmendia
Presidente



Ing. Agr. Alberto Fossati



Ing. Agr. Juan Pedro López



Ing. Agr. Juan Daniel Vago
Ing. Agr. Mario Costa



TABLA DE CONTENIDO

Página

1.	INTRODUCCIÓN	7
2.	REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA	9
2.1	Manejo cultivo	9
2.2	Valor Nutritivo	9
2.2.1	Proteína cruda	9
2.2.2	Digestibilidad de la planta entera	10
2.2.3	Digestibilidad de la hoja	10
2.2.4	Digestibilidad del tallo	10
2.2.5	Pared celular	11
2.3	Rendimiento y efecto época de siembra	11
2.4	Altura de planta y altura de corte	12
2.5	Estructura de planta	13
2.6	Toxicidad	13
2.7	Silo y valor nutritivo	13
2.8	Heno y valor nutritivo	15
3.	ENSAYOS REALIZADOS EN LA ESTANZUELA 1998 - 2000	16
4.	RESULTADOS EXPERIMENTALES	17
4.1	Rendimiento de materia seca y grano	17
4.2	Estructura de planta	20
4.3	Calidad de Planta y Silo	22
5.	CONSIDERACIONES	25
6.	CONCLUSIONES	26
7.	COLABORADORES	27
8.	BIBLIOGRAFÍA	27

PRESENTACIÓN

La realización de reservas forrajeras así como de verdeos, es una práctica generalizada en el Uruguay a fin de asegurar una alta y estable producción en establecimientos ganaderos y lecheros.

Es sabida la variación en cantidad y distribución del régimen pluviométrico de la región. La siembra de cultivos estivales para tal fin, incluye en la mayoría de los sistemas de producción, a especies gramíneas como el maíz y el sorgo.

El sorgo surge como alternativa forrajera verdadera dada sus características:

- a) especie C_4 , característica que le otorga mas eficiencia que las C_3 ,
- b) excelente en macollaje, teniendo por ello gran poder de compensación a perdidas de población ante reiterados pastoreos o problemas a la siembra,

- c) cultivares: tipo sudan, híbridos (sudan x graníferos) y graníferos que se adecuan a distintos sistemas de manejo;
- d) su gran capacidad dada por diversos mecanismos, que le confieren mayor tolerancia a periodos de déficits hídricos y
- e) su capacidad de aportar altos volúmenes de forraje ante un buen manejo y su no despreciable calidad.

En este trabajo se intenta demostrar el potencial de la especie en cuanto a cantidad de forraje obtenido en condiciones no limitantes de agua y que la calidad no es tan mala como se cree.

PROGRAMA NACIONAL DE
CEREALES DE VERANO Y
OLEAGINOSAS

SORGO: DESTINO FORRAJERO

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos principales por lo que se confeccionan las reservas forrajeras, es el de transferir los excedentes primavera - otoñales de producción de materia seca, hacia otras épocas del año donde la oferta es menor (invierno - verano). Esto permite cubrir los momentos de falta de forraje en los meses de verano e invierno para mantener la carga animal promedio a lo largo del año.

Durante los últimos años este concepto se ha ampliado, y en la actualidad se debe hablar de forrajes conservados en general, ya que participan en la dieta del animal en forma rutinaria y no sólo para cubrir momentos de déficit forrajero (Bruno y col., 1997). Obtener alta calidad en cualquier sistema de conservación de forraje (heno, silo, henilaje) permitirá intensificar la producción de carne o leche por unidad de superficie o producir un aumento de la carga animal. El mantenimiento de la calidad del forraje durante la cosecha, procesamiento y conservación, aumenta la eficiencia y la performance de los animales en los sistemas de producción animal. Muchas de las pérdidas y cambios en la calidad de los forrajes conservados pueden ser evitadas si se realiza un adecuado manejo de las reservas. Por ejemplo, pérdidas de hoja, carbohidratos solubles o proteína, pueden ser difíciles de detectar a campo. Sin embargo dichas pérdidas pueden ser mayores en términos de calidad y la sola indicación, en términos de pérdida de materia seca, no puede ser considerado como el único parámetro objetivo de la evaluación de pérdidas con relación a la calidad de la reserva en su totalidad.

Es importante destacar que, cualquiera sea el sistema de conservación utilizado, nunca se mejora la calidad del material original. Por lo tanto, la prioridad debe ser

transformar, un forraje recién cortado, (inestable), lo más rápido posible y con las menores pérdidas, a otro estado que permita la conservación prolongada del producto (estable), disminuyendo al mínimo las pérdidas en términos de cantidad y calidad de la materia seca (Bruno y col., 1997). Las limitaciones del invierno han sido tradicionalmente el centro de las preocupaciones de productores y técnicos, pero la utilización de verdeos de invierno y praderas cultivadas, la suplementación con grano o reservas de silo y heno han permitido una buena utilización de las pasturas por los animales en producción durante ese período. Esto ha llevado a que la atención se dirija hacia otras estaciones del año en que generalmente se presentan limitantes que condicionan la producción de los animales como el verano. En el país, generalmente las condiciones de humedad y temperatura durante esta estación no son las más adecuadas para un óptimo desarrollo de las especies templadas. Esto determina una disminución en la cantidad y calidad del forraje disponible para los animales y por lo tanto una menor capacidad de carga de las pasturas y menor producción animal. Para este período existen distintas alternativas que en esencia son similares a las de invierno y que deberán emplearse en función del planteamiento económico que se maneje. Dentro de estas alternativas están los verdeos que en general han sido menos empleados en verano que en invierno. Dentro de los verdeos de verano tiene un lugar principal el SORGO. Los trabajos de investigación sobre la utilización de sorgo para pastoreo, fueron abundantes en la literatura americana, en la década de los 60/70. Estos se realizaron en su mayor parte a nivel de cortes, los trabajos con animales nunca fueron numerosos y la casi totalidad se efectuaron con ganado lechero. En la región, INTA (Argentina) ha realizado algunos tra-

bajos, en el país, la utilización del sorgo se ha difundido mucho en la producción lechera y a nivel experimental se poseen algunos resultados en INIA La Estanzuela y la Facultad de Agronomía (Carambula y Orihuela, 1964, Vaz Martins, 2000; Vaz Martins y col., 2001). Quizás su uso no se ha extendido más debido a la escasa información sobre su potencial de producción y calidad (Gourley y Lusk, 1978; Grant y col., 1995; Nichols y col., 1998). A los sorgos comúnmente se les han dado distintos destinos: pastoreo directo, conservación de forraje (silo o heno), forraje diferido o grano. Para los tres primeros destinos se distinguen las variedades e híbridos de sudangrass por sorgo granífero con características adecuadas para pastoreo y ensilaje e híbridos doble propósito para ensilaje y grano. La elección del sorgo para

utilizar en producción animal dependerá de su destino final.

Distintos trabajos experimentales han demostrado que los materiales cortados sucesivamente cuando alcanzan aproximadamente 70 cm de altura, rinden menos que aquellos que se cortan en estados fenológicos avanzados (grano pastoso), por otra parte, también se ha demostrado que los híbridos rinden más que el sudangrass cuando se cortan a estado apropiado para ensilaje (Artola y Carambula, 1977; Hant, 1990; Brito y col., 2000).

La madurez en plantas de sorgo determina cambios progresivos en su composición química que resulta en una pérdida del valor nutritivo a medida que la madurez progresa, los porcentajes de proteína y la digestibilidad disminuyen mientras que los de fibra aumentan (Figura 1).

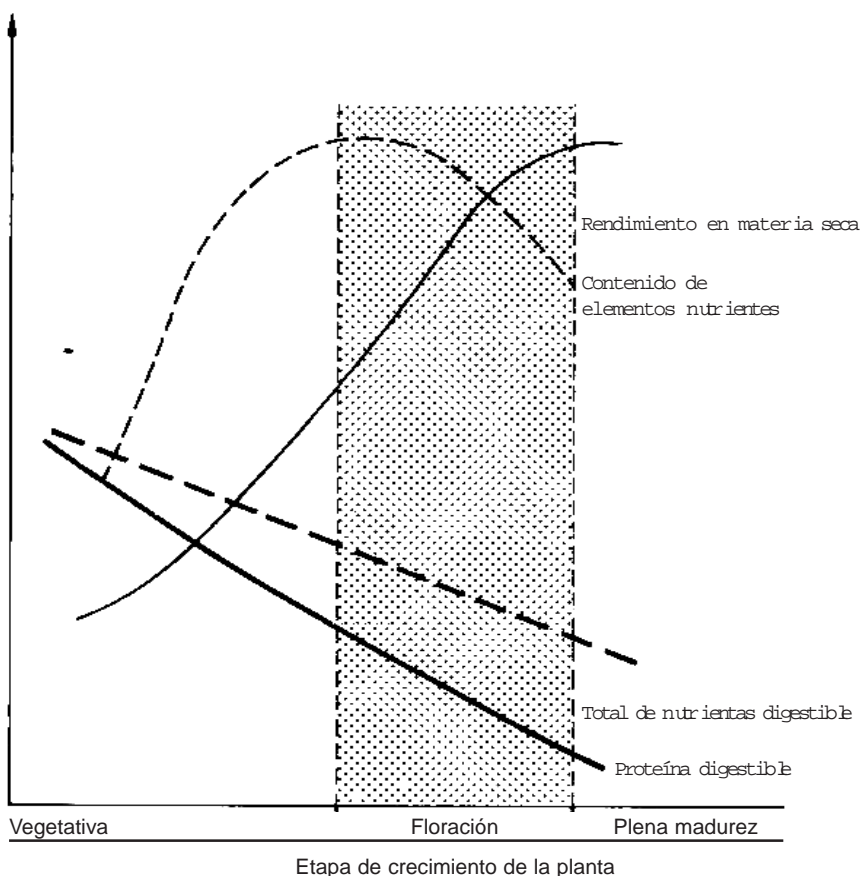


FIGURA 1. Fuente: Holmes, 1989).

Aquellas plantas cortadas a estados vegetativos tempranos producen menos materia seca total (MS) y materia seca digestible (MSD) que las cortadas a estadios cercanos a emergencia de panoja pero los porcentajes de digestibilidad son mayores (Edwards y col., 1971; Wedin, 1970; Pizarro y col., 1973). Los manejos menos intensivos tienden a producir las mayores cantidades de MS por ha mientras que aquellos más intensivos producirán el mayor porcentaje de MSD. La máxima producción animal por unidad de superficie no siempre estará relacionada con las mayores producciones de MS por los problemas de consumo derivados de estos (Vaz Martins, 2000; Vaz Martins y col., 2001).

2. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1 Manejo del Cultivo

Los sorgos son miembros de la familia de las Gramíneas, dividida a su vez en dos subfamilias. La de las *Panicoideas* (caracterizada por tener inflorescencias asimétricas, con todas las espiguillas hacia un lado) comprende a las *Andropogonaceas* en las cuales se encuentra el sorgo. Muchos cereales como el trigo, cebada y avena están ubicadas en el otro grupo la de las *Festucoideas*. La subfamilia de las *Panicoideas* también comprende a la tribu de las *Paniceas* (mijo perla) y la tribu de las *Tripsiceas* en la cual la especie más importante es el maíz.

Los progenitores de las actuales variedades cultivadas de sorgo son parientes de tipos herbáceos silvestres del género *Sorghum* u otros. Varias especies silvestres como el sorgo sudan (*Sorghum sudanense*) han sido localizadas principalmente en África (Martin, 1975; Doggett, 1988).

El sorgo es un cultivo adaptado a regiones de clima cálido y es particularmente considerado más resistente a las sequías comparado con el maíz.

El rastreo de sorgo puede producir un efecto desfavorable sobre el cultivo siguiente si no es manejado adecuadamente, las causas son debidas a la alta relación C/N de su rastreo.

Con relación a la época de siembra, por su origen, el sorgo es más exigente que el maíz en temperatura (18 a 20 °C en los primeros cm de suelo), la germinación depende de la temperatura y el agua en la cama de siembra.

En la región, las fechas de siembra recomendadas son a partir de la primer quincena de octubre hasta la segunda quincena de noviembre, generalmente se siembra en líneas a razón de 300.000 y 600.000 semillas en la hectárea para sorgo granifero y forrajero, respectivamente. Se dispone de una amplia oferta de semillas comerciales tipos sudan, híbridos forrajeros y graniferos y dentro de los tipos, diversos ciclos.

2.2 Valor nutritivo

2.2.1. Proteína Cruda.

El contenido de proteína cruda de las gramíneas declina rápidamente hasta los 40-60 días de crecimiento, después disminuye lentamente (Milford y Haydock, 1965). Esta disminución con la madurez se atribuye a la disminución de la proporción de la fracción hoja, así como el menor contenido de proteína de esta fracción (Minson, 1967, Downes et al., 1974). En términos generales el contenido de proteína cruda de las gramíneas tropicales en los primeros estadios tiende a ser menor que en las gramíneas templadas, determinado por una combinación de factores genéticos y ambientales, altos potenciales de producción de materia seca y altas temperaturas (Carambula, 1977). El Cuadro 1 compara el contenido de proteína cruda en gramíneas templadas y tropicales.

Cuadro 1. Contenido de proteína cruda en gramíneas templadas y tropicales en distintos estados de crecimiento (% materia seca).

Estado de crecimiento	Gramíneas templadas	Sudangrass	Sorgo
<i>Vegetativo</i>	17.8	14.1	12.5
<i>Brotos florales expandidos</i>	9.5	10.7	9.3
<i>Floración</i>	8.6	9.1	7.1
<i>Grano pastoso</i>	6.8	7.7	6.1

(Fuente: Carambula, 1977)

2.2.2. Digestibilidad de la planta entera.

Las plantas no son homogéneas en su estructura. Se componen de órganos diferentes con funciones distintas (hoja, tallo, panoja). La digestibilidad está estrechamente relacionada con el rol de la parte en la planta (Arocena y col., 1986). Hacker y Minson (1981) han determinado que el rango de variación es mayor entre partes de una planta que entre plantas. Esta variación

es debida principalmente a la fracción pared celular, medido por el contenido de fibra.

El efecto depresivo para la digestibilidad de la fibra está determinado por la presencia de lignina (la parte menos digestible). Al aumentar la edad de la planta (maduración) aumenta las paredes celulares (Goering y Van Soest, 1970). En el cuadro 2 se presentan los datos de materia seca digestible en sudangras y sorgo en tres momentos de corte.

Cuadro 2. Materia seca digestible en sudangras y sorgo (% materia seca) (Wedin, 1970)

Corte	Sorgo	Sudangras
<i>46 cm</i>	70.2	69.8
<i>137 cm</i>	65.9	63.9
<i>Grano pastoso</i>	58	53.7

2.2.3. Digestibilidad de la hoja

Las hojas de las gramíneas se desarrollan en estricta secuencia con las hojas jóvenes hacia arriba, quedando las hojas viejas en los niveles inferiores. Como consecuencia las hojas superiores son más digestibles y el porcentaje de la disminución de la digestibilidad hacia la base es relativamente constante (Burton et al., 1964; Stobbs 1973). Algunos autores mencionan

una menor digestibilidad de la hoja con respecto al tallo (Stobbs, 1975). Sin embargo se menciona que los valores de digestibilidad de hojas y tallos en el sorgo son similares.

2.2.4. Digestibilidad del tallo

Entre las gramíneas y las leguminosas existen diferencias en la digestibilidad de

los tallos. En el sorgo el tallo actúa como un órgano de reserva con grandes concentraciones de azúcares y carbohidratos (Downes et al, 1974). La disminución de la digestibilidad al avanzar la madurez está determinada por el aumento en el porcentaje de los componentes estructurales de la planta (pared celular). Al aumentar la madurez del tallo aumentan los porcentajes de celulosa, hemicelulosa y lignina. La altura de la planta y el porcentaje de tallos tiene un efecto directo con el contenido de fibra detergente ácido (FDA) y la digestibilidad (DMO).

2.2.5. Pared celular

Relación de la pared celular con hemicelulosa/celulosa

Esta relación fue sugerida por Sullivan (1966) como índice de la utilización de la fracción fibra. Varios autores han utilizado esta relación para clasificar forrajes de acuerdo a su potencial productivo. Altos valores de la relación hemicelulosa/celulosa se correlacionan con una degradación más rápida, aumentando la tasa de pasaje en el rumen y el consumo de la fracción pared celular. Esto explica la correlación negativa que existe entre la pared celular y la digestibilidad (Moore y Mott, 1972; Akin, 1975).

Relación pared celular con proteína cruda

La digestibilidad de la materia orgánica consumida tiene una relación alta con el porcentaje de proteína cruda. Pero no existen bases biológicas para explicar claramente esta relación, ya que el suplementar con nitrógeno no implica un aumento del consumo o digestibilidad del forraje (Weston y Hogan, 1968).

2.3. Rendimiento y efecto época de siembra.

Como antecedente se revisaron los rendimientos de los últimos 15 años tanto

de los sorgos forrajeros (SF) como graníferos (SG), de distintos ensayos y ambientes con manejo similar, con el objetivo de encontrar los máximos y mínimos promedios, puntualizándose:

- El rendimiento total, en SF bajo manejo de cortes vario de 8 a 20 tt de MS por hectárea.
- El primer corte, para los mismos ensayos representa entre el 15 y 60 % de la MS total y vario de 1 a 6 tt de MS.
- El número de cortes realizados vario de 2 a 5
- En sorgos sileros (1 sola cosecha al final) los rendimientos fueron de 12 a 40 tt de MS por hectárea. Eventualmente se realizó una segunda cosecha sobre el rastrojo, por rebrote, ante buenas condiciones climáticas pero de poca entidad.
- Los SG, ciclo medio, variaron de 3 a 10 tt de grano por hectárea.
- Los índices de cosecha (IC) (grano/MS total) fueron de 54, 51 y 48 % para ciclo corto, medio y largo respectivamente., promedio de 3 años consecutivos. La variación del IC entre años no fue significativa, ni tampoco el rendimiento de grano entre ciclos dentro de un mismo año.
- Tratándose de rendimientos absolutos el ambiente juega un papel fundamental, dada la ya conocida variabilidad pluviométrica en cantidad y distribución en la región. Los máximos y mínimos difieren promedialmente un 300 % salvo el primer corte de los sorgos forrajeros en que la variación es mayor.
- Dentro de los SF, en promedio los tipos híbridos son significativamente superiores a los tipos sudan. Estos últimos rindieron un 81 y 83 % del promedio de todos los cultivares en el primer corte y rendimiento total respectivamente.

Cuadro 3. Rendimiento de Materia seca (kg/ha MS) (adaptado de Pizarro y Carambula, 1973)

	Año 64/65	Año 66/67	Promedio
Variedad azucarada	7010	8144	7577
Híbridos azucarados	12151	9604	10877
Híbridos sorghum x sudan	8807	9181	8994

Cuadro 4. Efecto de la época de siembra sobre el rendimiento de MS total (Carambula, 1977).

Fecha de siembra	Corte p/ensilar	Primer rebrote	Segundo rebrote	Total
15 octubre	21472	2381	700	24553
15 noviembre	17567	2171	1500	21238
15 diciembre	16003	800		16803

En el Cuadro 3 se muestran rendimientos de materia seca de tres tipos de sorgo para 2 años. En el Cuadro 4 se presenta el efecto de tres épocas de siembra sobre el rendimiento total.

2.4. Altura de planta y altura de corte

Distintos estudios evalúan la conveniencia de variedades para pastoreo, corte verde o ensilaje, a distintos cortes. Un sistema con mas cortes produce mejor calidad que una cosecha con menor frecuencia (Koller y Scholl, 1968; Carambula, 1977; Pizarro y col., 1973). Una altura de planta de 80 cm rinde mas que a alturas de 40 y 60 cm, respectivamente (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto de la altura de planta y altura del corte en el rendimiento total de materia seca (kg/ha) (adaptado de Pizarro y col., 1973).

	Altura de Planta (cm)	Altura del corte 5 cm	Altura del corte 10 cm	Altura del corte 20 cm	Promedio
Sudangrass	40	10434	11154	5369	8986
	60	11729	10558	8115	10134
	80	16162	12974	10233	13063
Promedio		12775	11502	7.906	10728

2.5. Estructura de planta

Cuadro 6. Componentes estructurales de la planta de sorgo a tres alturas de planta (% materia seca).

	10 cm	40 cm	65 cm
<i>Hoja</i>	16	28	18
<i>Tallo</i>	30	8	S/d
<i>Grano</i>	43	51	66
<i>Rendimiento MS kg/ha</i>	4400	3800	2900

(Fuente: Hart, 1990)

2.6. Toxicidad

La producción estacional de los sorgos forrajeros a través de los cortes o pastoreos frecuentes, se concentra en los meses de verano, coincidiendo con los momentos críticos en cuanto a disponibilidad de forraje. EL pastoreo puede iniciarse cuando las plantas alcanzan una altura de 70 cm de altura. En general y como promedio en la mayoría de las variedades implica un pastoreo después de los 30 días post siembra.

Los sorgos, incluyendo el Sudan contienen ácido prusico y nitratos, que bajo ciertas condiciones de cultivo y ambientales condicionan su utilización por parte de los animales (Hunt y Taylor, 1976). La fertilización nitrogenada afecta la concentración de nitratos en la planta. En condiciones de **crecimiento rápido** aumenta la concentración de ácido prusico y/o cianhidrico (HCN). El ácido prusico es de alta toxicidad. Es un producto que se desarrolla rápidamente en plantas que fueron sometidas a estrés (Wattenbarger y col., 1968; Loyd y Gray, 1970), en el rumen es convertido en cianuro el cual produce la muerte de los animales. Los animales muestran síntomas de toxicidad después de 5 minutos de haber consumido plantas conteniendo niveles altos de ácido prusico y mueren en menos de 15 minutos.

El ácido prusico es un metabolito que puede diseminarse rápidamente en la planta y puede estar presente en un periodo corto de tiempo y luego transformarse. Elevados niveles de ácido prusico están asociados con condiciones de estrés (frío, calor, herbicidas, etc.) (Loyd y Gray, 1970) y ocurren con una rápida división celular y crecimiento justo después de levantarse la causa del estrés. Los niveles de HCN requeridos para causar toxicidad en animales varían con el consumo y la tolerancia individual de cada animal.

En términos generales se estima que el nivel crítico se encuentra en los 750 ppm de HCN por kg de materia seca (Barnhart and Hartwig, 1993; Roth, 1995).

Con un adecuado manejo, básicamente evitando pastorear los rebrotes de rápido crecimiento luego de algún tipo de estrés, se evita esta problemática.

2.7. Silo y valor nutritivo

El valor nutritivo del ensilaje de sorgo es aproximadamente el 90 % del valor del silo de maíz, aunque hay trabajos en los que demuestran que tiene similar valor nutritivo. El Cuadro 7 presenta el valor nutritivo de un silo de sorgo promedio.

Cuadro 7. Valor nutritivo de silo de sorgo (% materia seca).

	NRC (1)	NRC (2)	INRA
MS	28	30	19.6
PC	9 – 10	7.5	5.5 – 7.9
FDA	33 – 42	30 – 38	40 – 61
FDN	60 – 62	S/d	9.9
C	9.8	8.7	S/d
DMO	55	60	S/d

NRC (1) Sudangras

NRC (2) Granífero

En el Cuadro 8 se presenta la calidad del silo de sorgo en diferentes momentos de cosecha.

En el Cuadro 9 se compara calidad entre planta fresca y silo en tres momentos de cosecha, y en el Cuadro 10 se compara un silo de sorgo con uno de maíz.

Cuadro 8. Valor nutritivo de silo de sorgo en diferentes estados fisiológicos (% materia seca).

	MS	PC	FDA	C
<i>Floración</i>	18	10	29.2	8.8
<i>Lechoso</i>	20.6	9.7	28.6	7.8
<i>Pastoso</i>	22	9.3	26.5	7.8
<i>Madurez</i>	28	8.9	24.4	7.4

(Fuente: Owen y Moline, 1975).

Cuadro 9. Comparación entre calidad de planta fresca y silo de sorgo en tres momentos de cosecha (% materia seca)

	Temprano	Medio	Tardío
PLANTA FRESCA			
PC	9.2	8.9	8.7
FDN	58.3	57.4	57.5
FDA	41.4	36.5	32.2
DIVMS	56.6	60.4	63.5
SILO			
PC	10.1	8.9	9.0
FDN	61.8	62.7	61.6
FDA	42.8	40.0	36.3
DIVMS	55.5	56.1	61.1

(Adaptado de Bruno y col., 1997).

Cuadro 10. Comparación de silo de maíz y sorgo (% materia seca).

	Silo Sorgo	Silo Maíz
MS %	30	35
PC %	7.3	8.1
FDA %	36.6	28.7
FDN %	59	55.4
Lignina %	10.3	6.3
Láctico mmol/g silo fresco	30.8	45.2
Acético	32.9	36.5
pH	3.9	3.96

(Adaptado de Grant y col., 1995)

2.8. Heno y valor nutritivo

El heno es un forraje conservado que se caracteriza por poseer un bajo contenido de humedad (menor al 15%) que le permite ser almacenado sin peligro de fermentaciones y desarrollo de hongos (Bruno y col, 1997).

Si bien la mayoría de las especies forrajeras pueden eventualmente conservarse como heno, el valor nutritivo de este esta fuertemente condicionado por el tipo de material original. Un material apto para henificar tiene que cumplir con los siguientes requisitos:

buen cantidad y calidad de forraje y rápido secado. Cantidad y calidad deben coincidir con la época del año para lograr un rápido secado. Para el caso de los sorgos, dado que es un cultivo que posee tallos succulentos, el secado es lento y dificultoso. Una buena practica es aumentar la densidad de siembra (aprox. 30%) para disminuir de esta forma el diámetro de los tallos facilitando el acondicionado y secado. En el Cuadro 11 se compara la calidad de henos de distintas especies forrajeras.

Cuadro 11. Calidad de Heno de distintas especies (adaptado de Bruno y col. 1997) (% materia seca).

Especie	Estado	PC	DIVMS	FDN
Avena	Grano lechoso	15	63	59
Moha	Pre –panoja	10	62	71
Sorgo forrajero	Pasto	8	53	60
Alfalfa	10% floración	20	67	45

Parámetros de calidad

Materia seca (MS y Cenizas)

Representa el contenido de materia total de un alimento, es decir el alimento menos su contenido de humedad. Es el

parámetro sobre la base del cual se expresan los resultados de todas las demás determinaciones.

El método más sencillo para determinar la materia seca de un alimento consis-

te en dejar al material en una estufa hasta que se haya evaporado todo el agua libre. Las temperaturas empleadas suelen ser de 100 a 105 °C.

La ceniza es el residuo que permanece tras quemar todo el material orgánico en un horno o mufla a temperaturas de 500 a 600 °C. Nutritivamente el valor de las cenizas tiene poca importancia, aunque valores excesivamente altos (mayores a 15 por ciento) pueden indicar contaminación con tierra o mezclado del alimento con materiales inorgánicos (Church y Pond, 1977; AOAC, 1990).

Proteína cruda (PC)

Expresa tanto la proteína verdadera como otros compuestos nitrogenados no proteicos. Generalmente se calcula en la mayoría de los alimentos como Nitrógeno x el factor 6.25.

El método utilizado para su determinación se conoce como Kjeldhal. El material se digiere con un ácido y posteriormente se mide la cantidad de nitrógeno en forma de amonio (Church y Pond, 1977; AOAC, 1990).

Fibra Detergente ácido (FDA)

La fibra ácida o FDA está constituida por lignina y celulosa. En general son las partes menos digestibles de la planta. La FDA está asociada negativamente con la digestibilidad. En general alimentos con baja FDA poseen buenos contenidos de energía (Goering y Van Soest, 1970; Van Soest y Wine, 1967).

Fibra Detergente neutro (FDN)

Fibra detergente neutro, se asocia con la pared celular o estructural de la planta. Está constituida por lignina, hemicelulosa y celulosa (Goering y Van Soest, 1970; Van Soest y Wine, 1967).

pH

El pH es la medida de la acidez que presenta un material. Este parámetro es utilizado como un indicador del estado de fermentación de un material ensilado. Bajos valores de pH (3.5 a 4.5) indican buena conservación.

Estudios con microsilos

Las transformaciones de orden químico, físico o biológico que experimentan los forrajes que son ensilados hasta la obtención del producto final, son objeto de estudio. Son muchos los factores que influyen en la calidad del silo y extremadamente variables (material de origen, estado fisiológico, temperatura, oxígeno, etc.) de modo que resulta dificultoso estudiarlos en silos de gran tamaño.

En general los silos de laboratorio (microsilos) pueden brindar un ensilaje de excelente calidad y permiten el estudio de la evolución del proceso de fermentación (Wernli y Ojeda, 1992; Cozzolino y Fassio, 1995).

3. ENSAYOS REALIZADOS EN LA ESTANZUELA 2000 - 2002

El objetivo perseguido en una serie de ensayos realizados en INIA La Estanzuela, Colonia - Uruguay, fue evaluar el rendimiento y calidad forrajera de diferentes tipos de sorgo, incluidos los graníferos, en secano y con riego, en siembras tempranas y tardías. Los materiales sembrados fueron: 2 sorgos graníferos comerciales con una diferencia de ciclo de 5 días entre uno y otro y 3 forrajeros: 1 sudan y 2 híbridos (sudan x granífero), uno que en la región no florece y otro que sí.

La primera siembra se realizó el 2/11 y la segunda el 6/12. La diferencia de tratamientos entre riego y secano no fueron sig-

nificativas dado el régimen de lluvias de la zafra que no fue limitante ni en cantidad, ni en su distribución. Las mismas se utilizaron como repeticiones.

Los cultivares forrajeros se sembraron para obtener una población de aproximadamente 600 mil plantas por hectárea y unas 300 mil plantas por hectárea en los graníferos. La distancia entre hileras fue de 0.31 m y 0.62 m respectivamente.

Las parcelas fueron macroparcelas en la que se realizaron tres muestreos de 2 metros lineales cada uno para la toma de datos (estructura, calidad, rendimiento y microsilos). El muestreo para realizar los microsilos se efectuó cuando los materiales estaban en estado de grano pastoso. En la figura (2) se presenta un esquema de los muestreos y cortes, a través del ciclo de un solo cultivar, en un solo lugar, como ejemplo de lo realizado para todos los ambientes y materiales, de la primera siembra.

1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	X	X
	2.1	2.2	X	2.3	X	X
		3.1	X	3.2	X	X
				4.1	4.2	X
						5.1

Fecha muestreo	26/12	11/01	2/2	19/2	9/3	3/4	24/4
Fecha corte	26/12	11/01	2/2	-	9/3	-	24/4
Días Siembra - Muestreo	54	70	92	109	127	152	173

Figura 2

1. Cada columna representa la macroparcela del cultivar en la fecha de muestreo.
2. Las zonas dentro de las columnas corresponden a las zonas que se formaron con: muestreos (zona sin pintar) y cortes (zonas pintadas), que generaron los tratamientos.
3. Las zonas marcadas con X, no se muestrearon en las fechas correspondientes, generalmente por haber concluido el ciclo del cultivar.
4. Los números dentro de las zonas significan:
 - la primera cifra indica el número de cosecha (Ej. 1ª, 2ª, etc.)

- La segunda cifra indica el momento en que se realiza la cosecha (Ej. La primera cosecha se realizó en 5 fechas distintas: 1.1; 1.2;1.5)

4. RESULTADOS EXPERIMENTALES

4.1. Rendimiento en materia seca y grano

Los rendimientos producidos tanto bajo riego como en secano, dado que la zafra se presentó con buenas precipitaciones tanto en cantidad como en distribución, los consideramos como potenciales o muy

cerca de ellos. No hubo diferencias significativas entre riego y seco, y se tomaron como repeticiones para cumplir con los objetivos de este trabajo. En cuanto a los rendimientos de materia seca por hectárea (MS/ha), no hubo diferencias significativas entre los sorgos graníferos (SG), pero sí entre los sorgos forrajeros (SF). El sudan rindió aproximadamente un 15 % menos que los tipos híbridos. A partir de este punto se tomara el promedio de los cultivares forrajeros por un lado para cualquier variable (SF) y por otro lado el de los cultivares graníferos (SG) ya que se considera que estos son representativos de sus grupos. Las diferencias intra grupo no son significativas en la gran mayoría de los análisis.

Los rendimientos de MS/ha fueron significativamente mayores en los SF, tomados como promedio, frente a los SG to-

mados de igual forma en cualquiera de los muestreos y por consiguiente en los rendimientos totales.

Rendimiento de materia seca

Bajo manejo de cosechas sucesivas el sorgo forrajero alcanza rendimientos de MS/ha de entre 25 y 30 tt/ha, el sorgo granífero entre 15 a 20 tt, la diferencia es significativa (Figuras 3 y 4). Las dos últimas cosechas son las que aportan más MS tanto en SF y SG. Tanto para SF y SG una única cosecha al final del ciclo da más rendimiento por unidad de superficie que la sumatoria de las sucesivas cosechas, 35 y 25 tt respectivamente (Figuras 5 y 6). También para ambos sorgos, el diferir en el tiempo cualquier cosecha siempre se traduce en mayores rendimientos para esa cosecha.

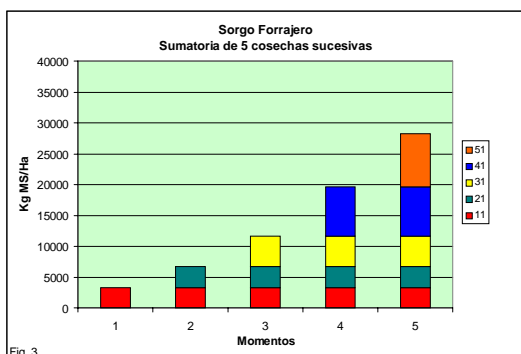


Fig. 3

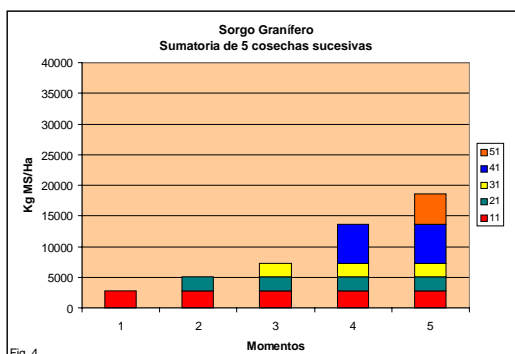


Fig. 4

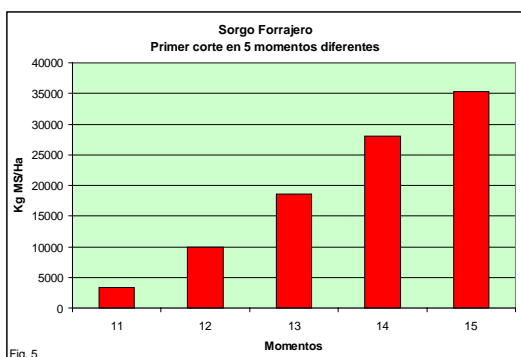


Fig. 5

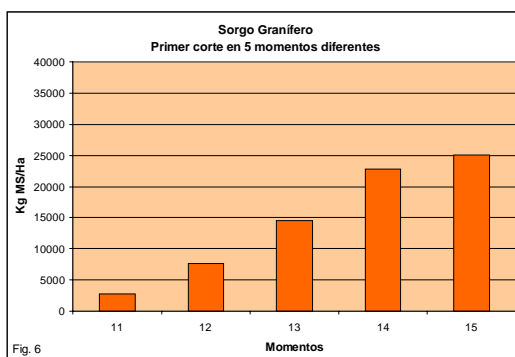


Fig. 6

En la segunda fecha de siembra los rendimientos de una única cosecha final de SF y SG fueron menores significativamente que en las primeras siembras, aproximadamente 18 y 12 tt respectivamente, alrededor del 50 por ciento de la primera siembra.

Ninguna combinación de los momentos de cosecha llega a superar la única cosecha al final del ciclo a pesar de ello, hay combinaciones que se acercan mucho como es el caso en los que se sacrifica la última privilegiando el crecimiento de la anteúltima dejando crecer el forraje hasta el final del ciclo (Figuras 7 a 16).

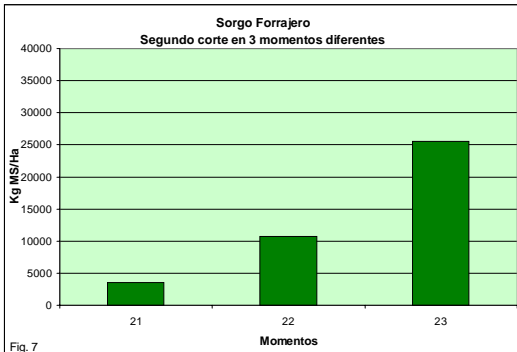


Fig. 7

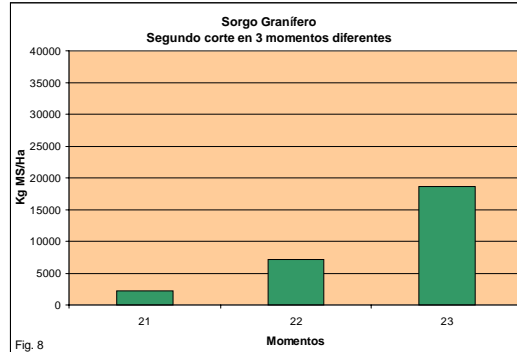


Fig. 8

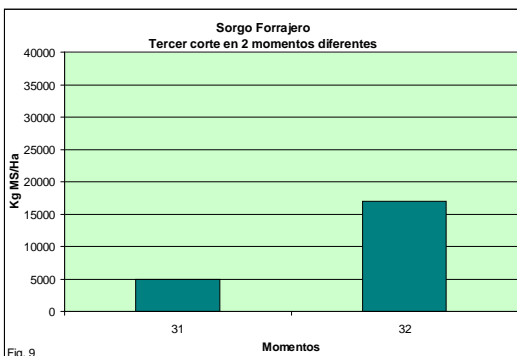


Fig. 9

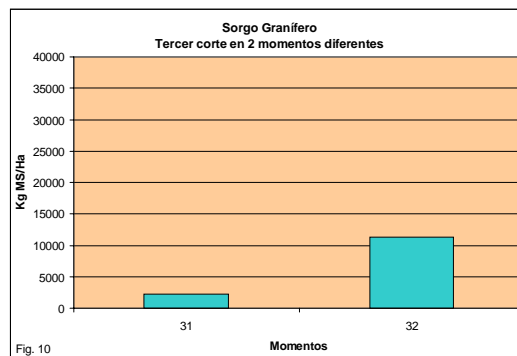


Fig. 10

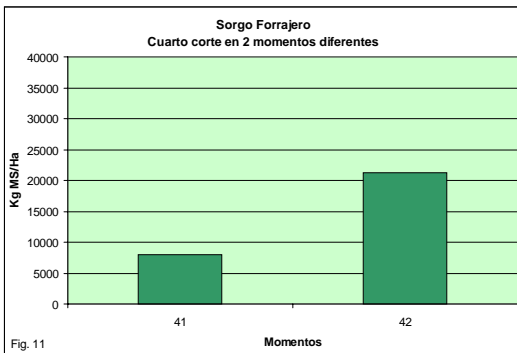


Fig. 11

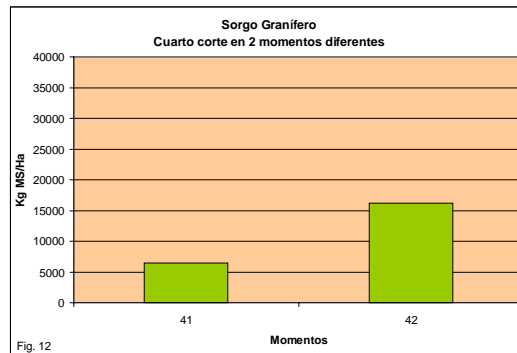


Fig. 12

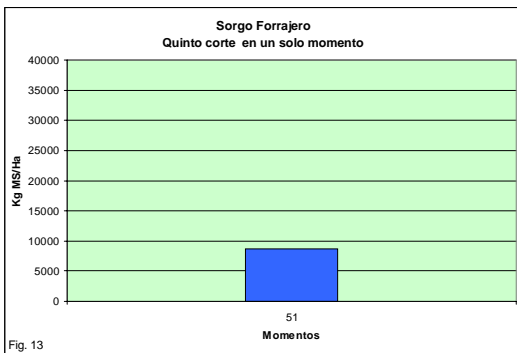


Fig. 13

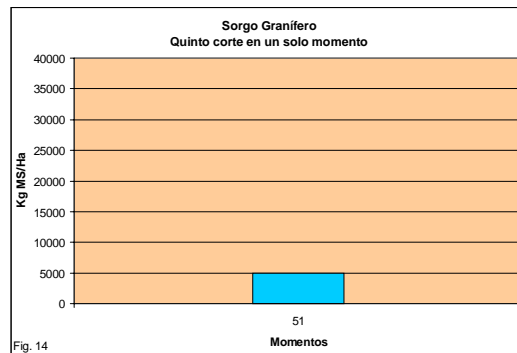


Fig. 14

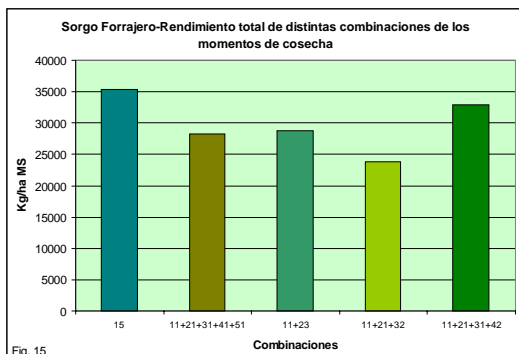


Fig. 15

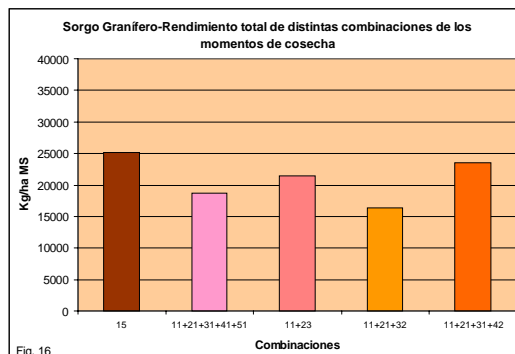


Fig. 16

Rendimiento de grano

Todo corte sacrifica en forma significativa (sorgo granifero) el rendimiento en grano, sin cortes y sin agua limitante alcanza a rendir aproximadamente 15 tt/ha, con

un corte rinde 9 tt (altura 0.70) y con dos cortes 3 tt (altura 0.70) (Figura 17). La siembra de diciembre (sin cortes y sin agua limitantes) rindió significativamente menos que la de noviembre, 5.8 tt/ha que representa alrededor del 40 % de este último.

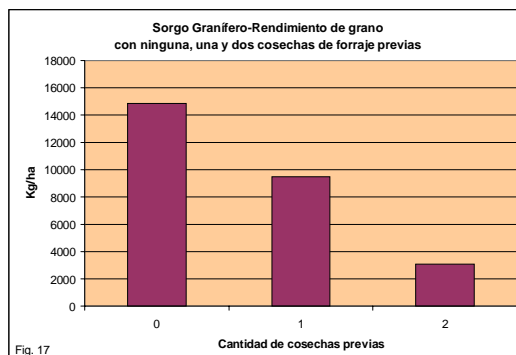


Fig. 17

4.2. Estructura de planta

Existen diferencias significativas entre SF y SG. Comparando en los cortes sucesivos la estructura entre SF y SG se nota que los SF tienen un mayor porcentaje de tallo y un menor % de hoja en las tres primeras cosechas (antes de la aparición de las panojas). En los muestreos en las distintas etapas de ciclo de cultivo, los SF tienen con respecto a los SG, un mayor % de tallo, menor % de hoja sobretodo hasta el estadio de aparición de la panoja, menor % de panoja y grano dentro de esta y un ma-

yor % de paja en la panoja. Los % de MS son similares.

Para los dos tipos de sorgo en la medida que se avanza en el ciclo se nota un aumento en el % de tallo, alcanzando un máximo y decreciendo posteriormente, el % de hoja siempre decrece, el % de panoja siempre crece de igual forma que el porcentaje de grano y la inversa para el % de paja. Los % de MS van aumentando siempre con el envejecimiento de la planta (Figuras 18 a 29).

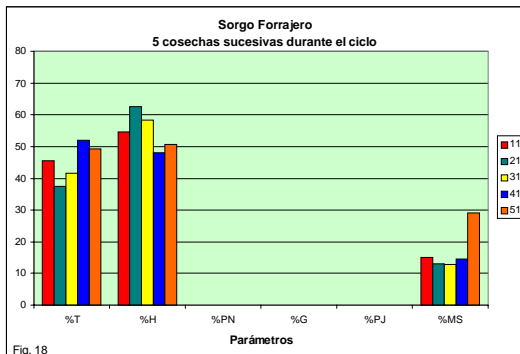


Fig. 18

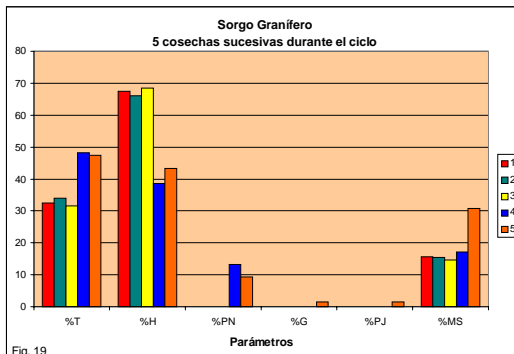


Fig. 19

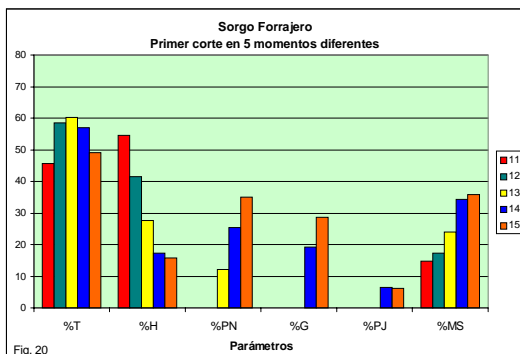


Fig. 20

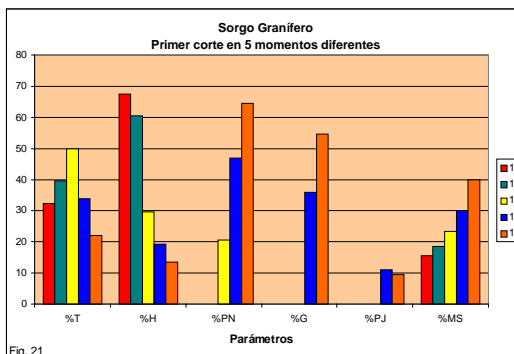


Fig. 21

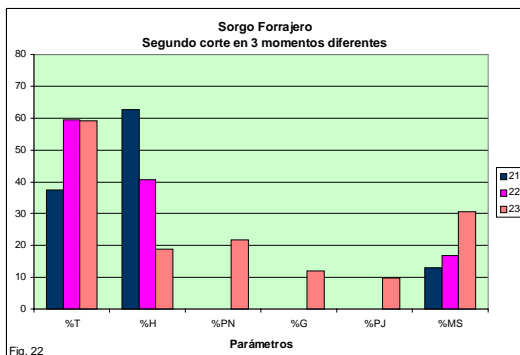


Fig. 22

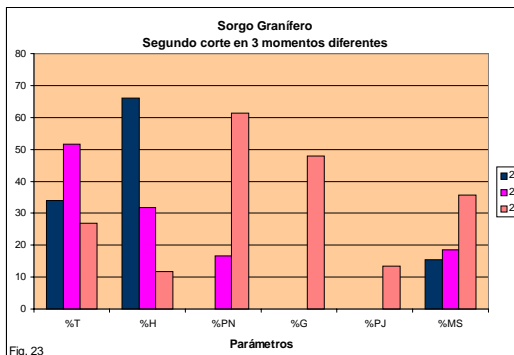


Fig. 23

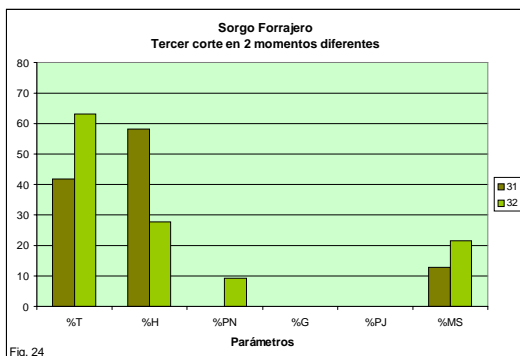


Fig. 24

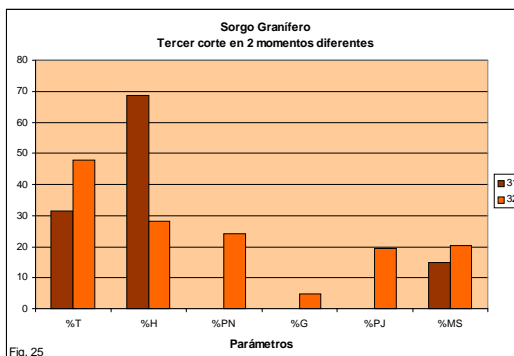


Fig. 25

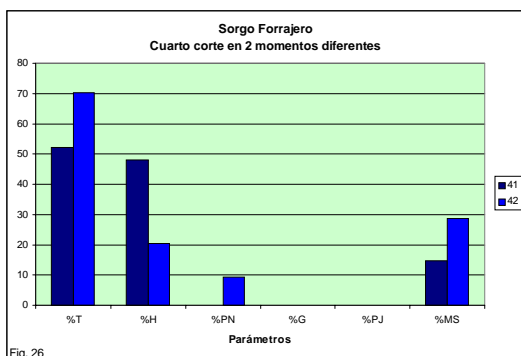


Fig. 26

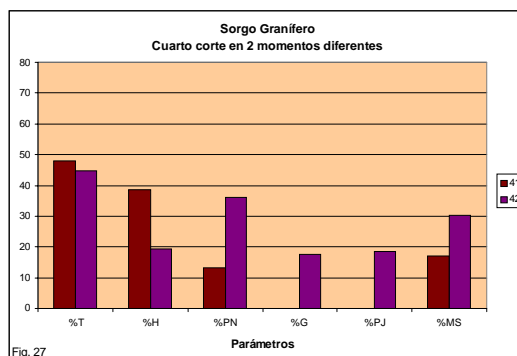


Fig. 27

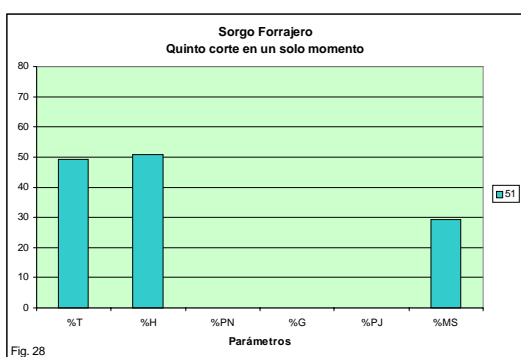


Fig. 28

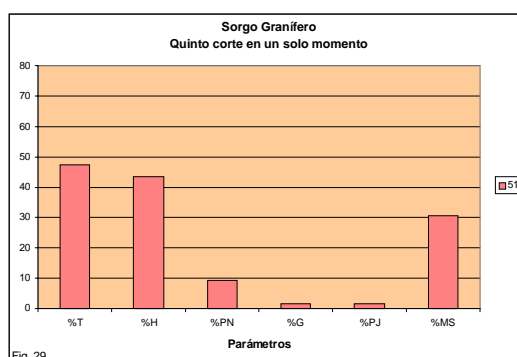


Fig. 29

4.3. Calidad

A continuación se presenta un análisis de composición de la varianza, expresada en % sobre el total de la variabilidad, de 3 cultivares forrajeros (SF) y 2 graniferos

(SG), para distintas variables de calidad, con momento de corte, además de repetición y residual. En el cuadro 12, Tipo (T) significa SG o SF y los cultivares se consideran anidados dentro de cada tipo, la repetición corresponde a dos ambientes.

Cuadro 12. Componentes de varianza

	MS	DMO	PC	FDN	C
Tipo (T)	3	9	0	2	0
Cult (Tipo) (C)	8	3	0	1	4
Momento de corte (MC)	75	70	81	77	55
T x MC	0	3	2	7	7
C x MC	5	0	1	4	9
T x MC x C		4	1	0	7
Repetición	0	0	1	0	2
Residual	9	11	14	9	16
TOTAL	100	100	100	100	100

El efecto principal de magnitud apreciable es momento de corte y las interacciones no inciden en forma importante. El efecto cultivar (tipo) incide en forma baja, al igual que tipo.

Se realizó una matriz de correlación para los parámetros de calidad con todos los datos obtenidos de cada uno de los cortes. Se encontraron correlaciones de MS con DMO

(-0.62), MS y PC (-0.77); MS y FDN (-0.55); MS y C (0.65).

Comparando en los 5 cortes sucesivos (Figuras 30 y 31), la calidad entre SF y SG estos tienden a una mayor calidad dada por una tendencia a tener mayor digestibilidad y menores FDA, aunque no son significativas. Las diferencias entre los otros parámetros tampoco son significativas.

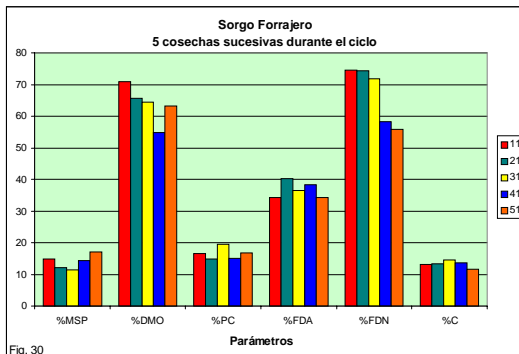


Fig. 30

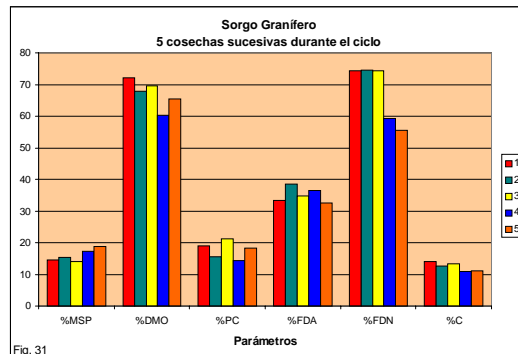


Fig. 31

Comparando los cortes sucesivos dentro de cada tipo de sorgo, se denota un empeoramiento de la calidad a medida que avanza o envejece el estado del cultivo. La disminución de FDN en las dos ultima cosechas se explica por un aumento de la panoja y consecuentemente de grano.

En los muestreos de las distintas etapas del ciclo de los cultivares se observa que, los SG con respecto a los SF tienen mayor digestibilidad, en los primeros estadios mayor % PC y menor % FDA, sobre todo en los últimos muestreos al igual que la FDN (esto debido a la presencia de la panoja granada en los últimos estadios) (Figuras 32 a 41).

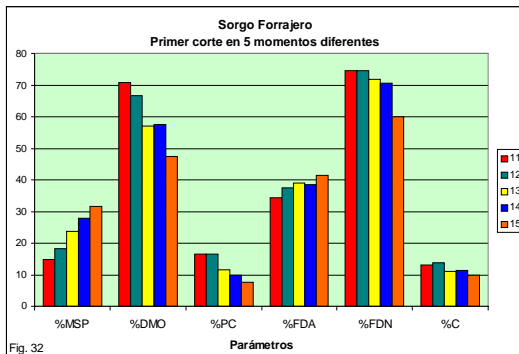


Fig. 32

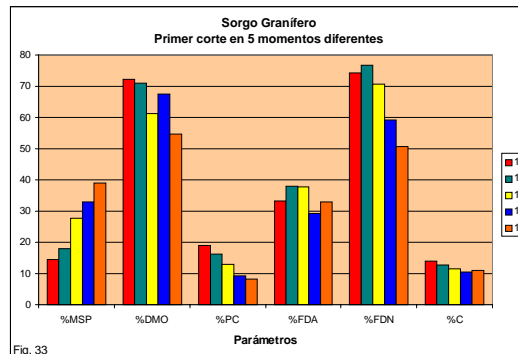


Fig. 33

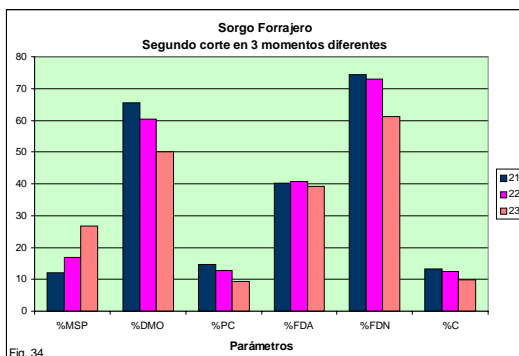


Fig. 34

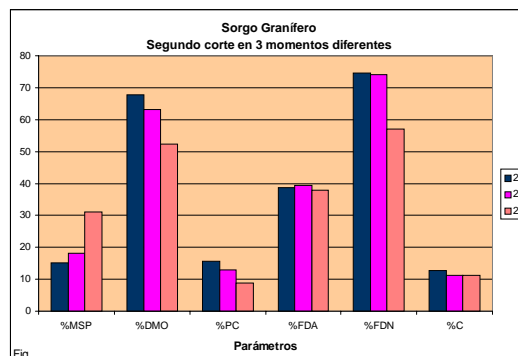


Fig.

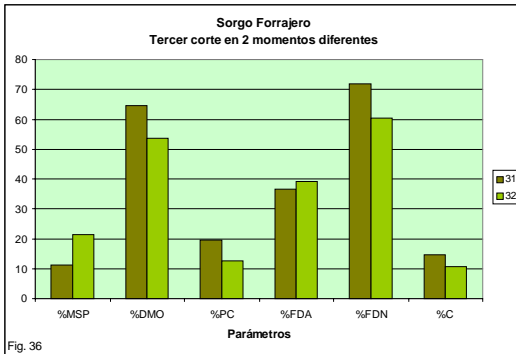


Fig. 36

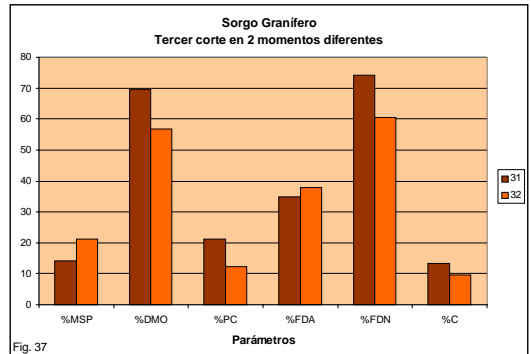


Fig. 37

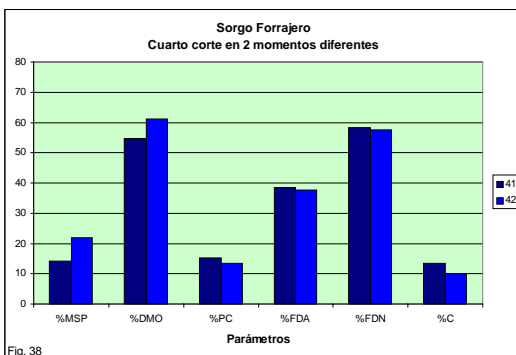


Fig. 38

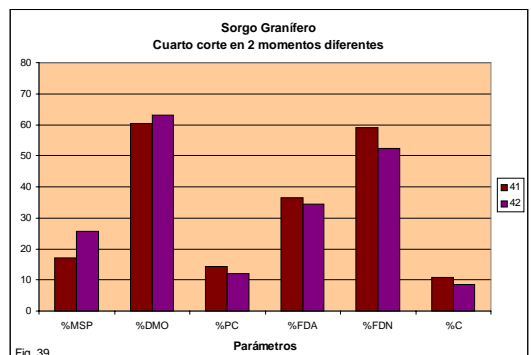


Fig. 39

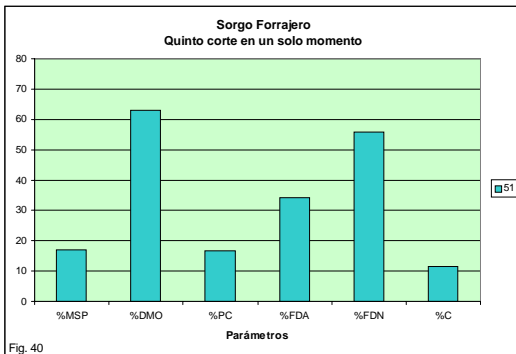


Fig. 40

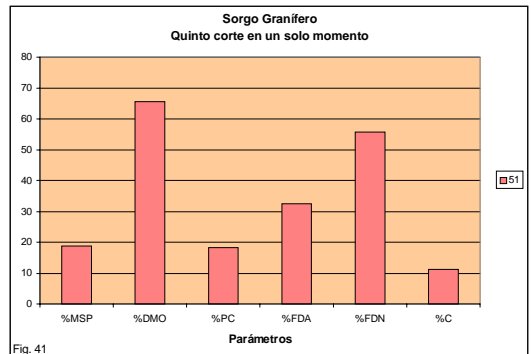


Fig. 41

En cuanto a calidad de estructuras se verifica una tendencia a que la calidad del tallo del SF es menor dado una mayor FDA, FDN y menor DMO. La calidad de la panoja en SF

también tiene una menor digestibilidad y mayor FDN y similar FDA que SG. En hoja la FDN de SF es mayor que en SG, no habría mayores diferencias en DMO y FDA.

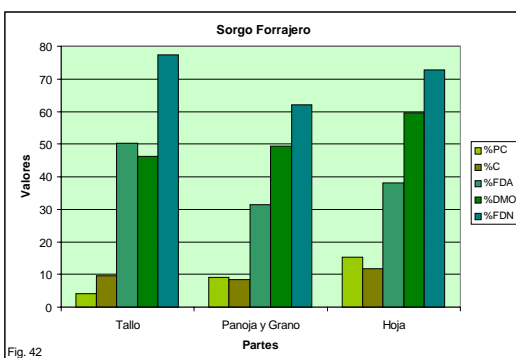


Fig. 42

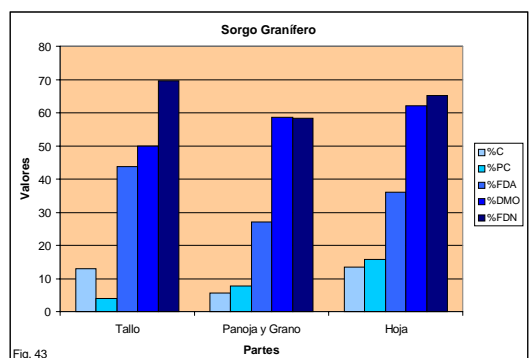
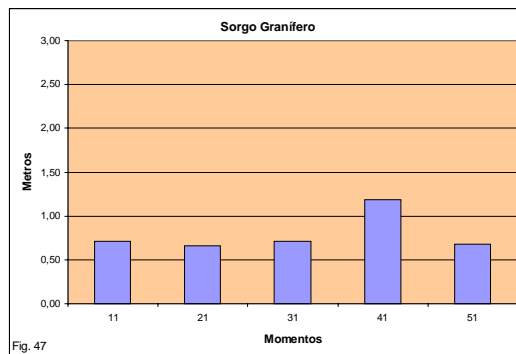
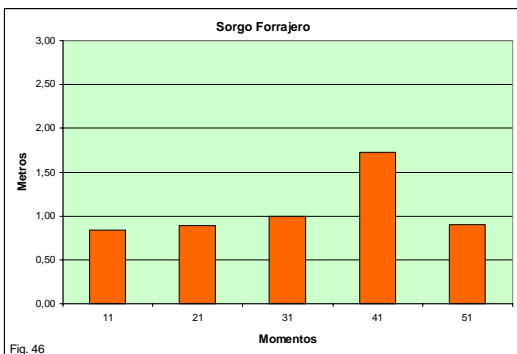
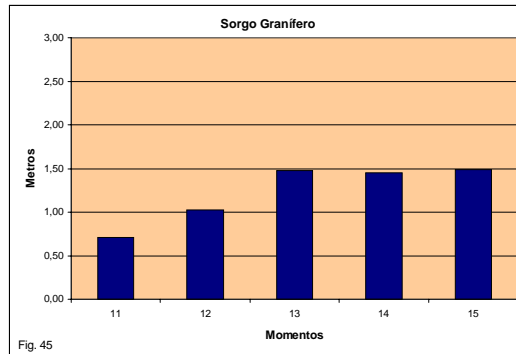
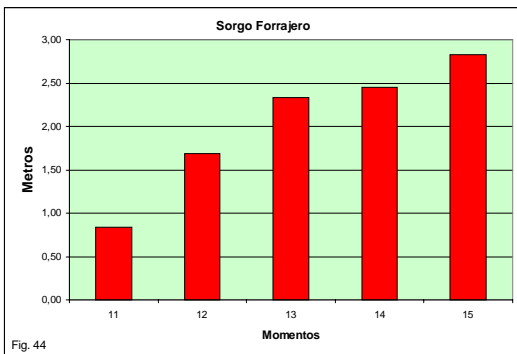


Fig. 43

Las cosechas sucesivas se trataron de realizar cuando las plantas median entre 0.70 a 1 m. La cuarta cosecha escapo a esta regla y se realizo a mayor altura.

En las mediciones de altura durante el ciclo del cultivo se constata que la altura máxima del SF se alcanzo recién en él ultimo muestreo, sin embargo para SG se alcanza antes.



En promedio los microsilos realizados tuvieron con respecto al material verde analizado una DMO de 10 % menos y una FDA de 12 % menor.

oscilan en un 25 por ciento a favor de este ultimo, a pesar de esto, los rendimientos experimentales manejados siempre fueron promedios de ensayos.

5. CONSIDERACIONES

Hay que tener en cuenta que los valores de los rendimientos presentados tanto para MS/ha como para kg de grano/ha son rendimientos potenciales sin limitante de agua ni fertilizante binario, ya que los ensayos se regaron y fueron fertilizados en forma adecuada. Por otra parte las cosechas se realizaron a mano, registrándose perdidas mínimas en ellas, salvo el tallo que queda por debajo de 15 cm. Aunque de difícil estimación, en condiciones no limitantes de agua y nutrientes, las diferencias entre un rendimiento de producción comercial y uno experimental en un mismo tipo de suelo

En cuanto a los valores de calidad, ningún silo mejorara el valor del forraje original y la diferencia en menos dependerá primero del tipo de silo confeccionado, segundo de cuan adecuado fue el manejo en su realización, de los puntos anteriores dependerá en gran parte la eficiencia microbiana y posterior condiciones de fermentación láctica.

Se puede decir que la calidad forrajera de una especie y/o cultivar depende marcadamente de diversos factores y sus interacciones, ya sean ambientales, de manejo o genéticos. Se suma a esto que las técnicas de determinación de la mayoría de los parámetros de calidad no son absolutas y universales para todas las especies, no llegando a detectar diferencias

significativas entre cultivares con similares contenidos de MS, dentro de una misma especie, en la mayoría de los casos

En sorgo la máxima fuente de variación se da entre estadios de crecimiento contrastantes y/o por diferencias estructurales, sobre todo la variación de grano como componente en la MS total de la planta (índice de cosecha = IC), característica ligada al ciclo de los cultivares y/o a diferencias apreciables de manejo.

Las diferencias genéticas entre cultivares se deberían detectar en aquellos cultivares de igual ciclo, ambiente, manejo y contenido de MS, obviamente las técnicas y procesos de determinación tienen que ser iguales, para que los datos puedan ser comparables entre sí.

6. CONCLUSIONES

Los sorgos son plantas C_4 y por esto más eficientes en la producción de materia seca que las C_3 ; son más tolerantes que el maíz a periodos de falta de agua y la capacidad de macollamiento que poseen le confieren una gran cualidad para cubrir el suelo rápidamente, siendo esta una característica fundamental en los cultivos forrajeros.

El sorgo nos ofrece variabilidad en lo que a "tipos" se refiere (sudan, graníferos e híbridos), lo que significa una buena oferta según los diversos objetivos y manejos de los productores. El sorgo granífero común le confiere al cultivo un carácter de doble propósito que el forrajero no posee.

En la medida que la fecha de siembra se atrasa, la estación de crecimiento se acorta y disminuyen los rendimientos, con respecto a fechas tempranas, en cultivos sin limitante de agua.

La presencia de HCN en diversos momentos de rápido crecimiento en aquellos sorgos que serán pastoreados es solucionable con un adecuado manejo.

El factor más importante que determina la calidad forrajera es el momento de cosecha que define tanto el contenido de materia seca como la composición estructural.

Para un contenido similar de MS y estructura, los parámetros de calidad se mantienen con mínimas diferencias a pesar de ambientes diferentes.

Se trate de un sorgo forrajero o granífero de ciclo medio, ellos presentarán promedialmente las siguientes características según su contenido de MS a la primera cosecha.

Cuadro 13. Valor nutritivo de dos tipos de sorgo SF: sorgo forrajero y SG: sorgo granífero; con distintos contenidos de MS, en su primera cosecha.

<i>Tipo</i>	MC	MS	DMO	PC	FDA	FDN	C
SF	11	15	71	17	34	74	13
SG	11	15	72	19	33	74	14
SF	12	18	67	17	38	75	14
SG	12	18	71	16	38	77	13
SF	13	24	57	12	39	72	11
SG	13	28	61	13	38	71	12
SF	14	28	58	10	39	71	11
SG	14	33	67	9	29	59	10
SF	15	32	47	8	42	60	10
SG	15	39	55	8	33	41	11

Se podrán lograr rendimientos de MS/ha con un manejo adecuado y agua no limitantes en sorgos forrajeros y graníferos, de 20 y 13 tt respectivamente, con cosechas sucesivas y de igual manera pero con una sola cosecha al final de 26 y 19 tt.

7. COLABORADORES

- Sección Cultivos de Verano, INIA La Estanzuela
- Unidad de Biometría, INIA La Estanzuela
- Unidad de Invernada Intensiva, INIA La Estanzuela
- Laboratorio de Forrajes y Concentrados, INIA La Estanzuela
- Ing. Agr. Laura Olivera (fotografía de tapa)
- Sr. Jose Hernandez, Secretario Técnico

8. BIBLIOGRAFÍA

1. AKIN, D.E. y BURDICK, D. (1975). Percentage of tissue types in tropical and temperate grasses leaf blades and degradation of tissue by rumen microorganisms. *Crop Sci.* 15: 661 - 668.
2. AOAC (1984). Official Methods of Analysis. Association of Official Agricultural Chemists. Washington D.C. 1300 pp.
3. AROCENA, R.; BARRENECHE, L.G y CARRAU, A. (1986). Valor nutritivo, producción de leche y capacidad de carga de sudangras y de una mezcla de sudangras con trebol rojo. Tesis Facultad de Agronomía. UDELAR. 205 pp.
4. ARTOLA, A y CARAMBULA, M. (1978). Revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay (Segunda Época). N0 11: 33 - 39.
5. AYDIN, G.; GRANT, R.J.; O'REAR, J. (1999). Brown midrib sorghum in diets for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82: 2127 - 2135.
6. BARHNHART, S.; HARTWIG, N. (1993). Managing immature or frost damaged sudangrass and sorghum crops. Iowa State University Extension. Recovery 27. Ames, Iowa, USA.
7. BEATY, E.R.; SMITH, Y.C.; McCREERY, R.A. ETHREDGE, W.J. BEASLEY, K. (1965). Effect of cutting height and frequency on forage production of summer annuals. *Agronomy Journal* 57: 277 - 279.
8. BURTON, G.W.; KNOX, F.E.; BEARDSLEY, D.W. (1964). Effect of age on the chemical composition, palatability and digestibility of grass leaves. *Agronomy Journal* 56: 160 - 161.
9. BRITO, A.F.; GONCALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; ROCHA, V.R.; BORGES, I.; RODRIGUEZ, N.M. (2000). A valiação da silagem de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L) III Valor Nutritivo. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 52: 498 - 505.
10. BRUNO, O.A.; ROMERO, L.A.; USTARROZ, E. (1997). Forrajes conservados. En: Invernada bovina en zonas mixtas. Claves para una actividad más rentable y eficiente. Agro 2 Cordoba. INTA Centro Regional Cordoba.
11. CARAMBULA, M. (1964). Efectos de diferentes intensidades y frecuencias de corte en sudangras (*Sorghum sudanense*). *Est. Exp. De Paysandu. Bol. Técnico* No 7. 1 - 11.
12. CARAMBULA, M.; ORIHUELA, J. (1964). Rendimiento de forraje de dos sorgos azucarados a tres distancias de siembra. *Est. Exp. De Paysandu. Bol. Técnico* No 6. 1 - 6.
13. CARAMBULA, M. (1977). Producción y Manejo de pasturas sembradas. Ed. Hemisferio Sur.

14. CASTRO, O., CARAMBULA, M; PIZARRO, E., ESCUDER, J. (1964). Ensayo comparativo de variedades de sorgo azucarado. Est. Exp. De Paysandu. Bol. Técnico No 6. 7 - 18.
15. COZZOLINO, D. Y A. FASSIO (1995). Ensilaje de maíz. Cultivares y calidad. Serie Técnica INIA. N0 65.
16. CHURCH, D.C. Y POND, W.G. (1977). Bases científicas para la nutrición y alimentación de los animales domésticos. Editorial Acribia.
17. DOGGET, H. (1988). Sorghum. Tropical Agricultural Series. Second Edition. Longman Scientific and Technical.
18. DOWNES, R.W.; CHRISTIAN, K.R., FREER, M. (1974). Nutritive value of oats and sudan grass grown at controlled temperatures. Australian Journal of Agricultural Research 25: 88 - 97.
19. EDWARDS, N.C.; FRIBOURG, H.A. MONTGOMERY, M.J. (1971). Cutting management effects on growth rate and dry matter digestibility of sorghum-sudangrass cultivar Sudax Sx 11. Agronomy Journal 63: 267 - 271.
20. GOERING, H.K. y VAN SOEST, P.J. (1970). Forage fiber analysis (Apparatus, reagents procedures and some applications). USDA Agr. Handbook N0 379.
21. GOURLY, L.M. y LUSK, J.W. (1978). Genetic parameters related to sorghum silage quality. Journal Dairy Sci. 61: 1821 - 1827.
22. GRANT, R.J.; HADDAD, S.G.; MOORE, K.J.; PEDERSEN, J.F. (1995). Brown midrib sorghum silage for midlactation dairy cows. Journal Dairy Sci. 78: 1970 - 1980.
23. HART, S.P. (1990). Effects of altering the grain content of sorghum silage on its nutritive value. Journal Animal Sci. 68: 3832 - 3842.
24. HACKER, J.B.; MINSON, D.J.(1981). The digestibility of plant parts. Herbage Abstracts 51: 459 - 482.
25. HOLMES, W. (1989). Grass: Its production and utilization. Second Edition. British Grassland Society.
26. HOLT, E. C. Y ALSTON, G.D. (1968). Response of sudangrass hybrids to cutting practices. Agronomy Journal: 60: 303 - 306.
27. HUNT, B.J. Y TAYLOR, A.O. (1976). Hydrogen cyanide production field-grown sorghums. NZ Journal of Experimental Agriculture 4: 191 - 194.
28. INRA (1988). Tables de L Alimentation Bovins, Ovins and Caprins. Recommended allowances and Feed Tables. Editor Jarrige R.192 pp.
29. KOLLER, H.R.; SCHOLL, J.M (1968). Effect of row spacing and seeding rate on forage production and chemical composition of two sorghum cultivars harvested at two cutting frequencies. Agronomy Journal 60: 456 - 459.
30. LOYD, R.C.; GRAY, E. (1970). Amount and distribution of HCN potential during the life cycle of plants of three sorghum cultivars. Agronomy Journal 62: 394 - 397.
31. MARTIN, J.H. (1975). Historia y Clasificación de los sorgos. En: Producción y usos del sorgo. Ed. J.S. Wall y Ross, W.M. Editorial Hemisferio Sur. 3 - 19.
32. McCORMICK, M.E.; Morris, D.R.; Ackerson, B.A.; Blouin, D.C. (1995). Ratoon cropping forage sorghum for silage: yield, fermentation and nutrition. Agronomy Journal 87: 952 - 957.
33. McDONALD, P. (1981). The biochemistry of silage. 226 pp.
34. MILLFORD, R y HAYDOCK, K.P. (1965). The nutritive value of protein in subtropical pastures species grown in South east Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 5: 13 - 17.
35. MOORE, J.E: y MOTT, G.O. (1972). Structural inhibitors of quality in tropical grasses. Crop Sci. 4: 53 - 98.

36. NICHOLS, S.W.; FROETSCHER, M.A.; AMOS, H.E: (1998). Effects of fiber from tropical corn and forage sorghum silages on intake, digestion, and performance of lactating dairy cows. *J. Dairy Sc.* 81: 2383 - 2393.
37. NRC (1996). *Nutrient Requirement of Beef Cattle. Seventh Revised Edition.* National Research Council. 242 pp.
38. OSECHAS, D.; VENTURA, M.; DEL VILLAR, A. (1996). Valor Nutritivo y contenido de ácido cianhídrico (*Sorghum bicolor* L) a diferentes semanas de edad. *Rev. Fac. Agronomía (LUZ)* 13: 201 - 209.
39. OWEN, G. y MOLINE, W.J. (1975). El sorgo para forraje. En: *Producción y usos del sorgo.* Ed. J.S. Wall y Ross, W.M. Editorial Hemisferio Sur. 217 - 237.
40. PIZARRO, E.A. Y CARAMBULA, M. (1968). Efectos del nitrógeno y fósforo en la producción de forraje del sorgo. *Est. Exp. De Paysandu. Bol. Tec.* N° 5: 38 - 45.
41. PIZARRO, E.A.; ESCUDER, J.; FERRADANS DE RAMA, D. (1973). Influencia de la frecuencia y altura de corte sobre el rendimiento de sorgos forrajeros. A2/1 - A2/10. *Primer Congreso Nacional de Producción Animal. Estación Experimental Mario Cassinoni. Facultad de Agronomía. UDELAR. Paysandu - Uruguay.*
42. ROTH, G.W. (1995). *Forage sorghum.* Agronomy Facts n° 48. PennState. Cooperative Extensión, USA.
43. SCHMID, A.R.; GOODRICH, R.D.; JORDAN, R.M.; MARTEN, G.C.; MEISKE, J.C: (1976). Relationships among agronomic characteristics of corn and sorghum cultivars and silage quality. *Agronomy Journal* 68: 403 - 406.
44. SORGO GRANIFERO (1974). *Boletín de divulgación (CIAAB).* Uruguay. N° 25.
45. SORGO FORRAJERO (1972). *Boletín de divulgación (CIAAB).* Uruguay. N° 15.
46. STOBBS, T.H (1975). A comparison of Zulu sorghum, bullrush millet and white panicum in terms of yield, forage quality and milk production. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 15: 211 - 218.
47. STOBBS, T.H. (1973). The effect of plant structure on intake of tropical pastures. *Australian Journal of Agricultural Research* 24: 821 - 829.
48. SULLIVAN, J.T. (1966). Studies of the hemicellulose of forage plants. *Journal of Animal Science* 25: 83 - 88.
49. TILLEY, J.M.A. AND TERRY, R.A. (1963). A two-stage technique for in vitro digestions of forage crop. *Brit. Grassland Soc.* 18: 104 - 112.
50. VAN SOEST, P. J. Y WINE, R.H. (1967). Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. 4. Determination of plant cell-wall constituents. *J.AOAC.* 50: 50 - 55.
51. VAZ MARTINS, D: (2000). Pastoreo de sorgo para engorde de ganado. *Revista Plan Agropecuario.* N° 94.
52. VAZ MARTINS, D.; SEIGAL, E.; PITTALUGA, O. (2001). Producción de carne con sudangrass dulce, híbrido de sudangrass x sorgo granífero y sorgo doble propósito. NA10. Vol. 9 ALPA. Suplemento 1. 230 pp.
53. WATTENBARGER, D.W.; GRAY, E.; RICE, J.S.; REYNOLDS, J.H. (1968). Effects of frost and freezing on HCN potential of sorghum plants. *Crop Sci.* 8: 526 - 529.
54. WEDIN, W.F.(1970). Digestible dry matter, crude protein and dry matter yields of grazing type sorghum cultivars as affected by harvest frequency. *Agronomy Journal* 62: 359 - 363.
55. WERNLI, C. Y OJEDA, F. (1992). Research methodology for silage conservation and utilization. In: *Ruminant nutrition research. Methodological guidelines.* Rispa.

56. WESTON, R.H y HOGAN, J.P. (1968). The digestion of pasture plants by sheep. II. The digestion of ryegrass at different stages of maturity. Australian Journal of Agricultural Research 19: 963 - 979.
57. WOLF, D.D.; WASHKO, W.W: (1967). Distribution and concentration of HCN in a sorghum sudan grass hybrid. Agronomy Journal 59: 381 - 382.

Con el apoyo de:

Central Lanera Uruguay



Frigorífico San Jacinto - Nirea S.A.



Frigorífico CALTES S.A.



Frigorífico Casa Blanca S.A.



INIA LA ESTANZUELA
COLONIA
C.C. 39173
Tel. 0574 8000
Fax 052 24061

INIA LAS BRUJAS
LAS PIEDRAS
C.C. 33085
Tel. 02 367 7641
Fax 02 367 7609

INIA TACUAREMBO
TACUAREMBO
C.C. 78086
Tel. 063 22407
Fax 063 23969

INIA TREINTA Y TRES
TREINTA y TRES
C.C. 42
Tel. 045 22305
Fax 045 25701

INIA SALTO GRANDE
SALTO
C.C. 68033
Tel. 073 35156
Fax 073 29624

INIA DIRECCION NACIONAL
MONTEVIDEO
ANDES 1365 P. 12
C.C. 11100
Tel. 02 902 0550
Fax 02 902 3633