

González, Mariano

Evaluación de rendimiento y calidad de sorgos forrajeros para pastoreo directo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires

**Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria
Facultad de Ciencias Agrarias**

Este documento está disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina, repositorio institucional desarrollado por la Biblioteca Central "San Benito Abad". Su objetivo es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución.

La Biblioteca posee la autorización del autor para su divulgación en línea.

Cómo citar el documento:

González, M. 2013. Evaluación de rendimiento y calidad de sorgos forrajeros para pastoreo directo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/evaluacion-rendimiento-calidad-sorgos.pdf> [Fecha de consulta:.....]

Resumen

En los sistemas ganaderos de nuestro país durante la época estival, el sorgo comenzó a adquirir mayor importancia en los últimos años, impulsado por su adaptación a condiciones climáticas y de suelo desfavorables, manteniendo una buena aptitud forrajera. El objetivo de este trabajo fue evaluar comportamiento productivo y calidad de cuatro tipos de sorgos forrajeros (sudán, fotosensitivo, BMR y azucarado) en las condiciones ambientales del sudoeste de la provincia de Buenos Aires. El ensayo se realizó en el partido de Coronel Pringles durante la campaña 2010/11. Se utilizó un híbrido de cada uno de los 4 tipos de sorgos forrajeros: Fotosensitivo, Azucarado, nervadura central marrón (BMR) y Sudán. Utilizando un diseño completamente aleatorizado (DCA), con 4 repeticiones de cada material (16 parcelas en total), se efectuaron tres cortes de los materiales y un acumulado. Se midió: Producción de forraje (Kg. MS/Ha) por cortes y acumulado, y la calidad (proteína bruta y digestibilidad de la materia seca) entre los materiales y entre los cortes. Los resultados en cuanto a producción de forraje total destacaron a los materiales Azucarado y BMR, respecto de los Fotosensitivo y Sudán ($p < 0.05$). El primer corte no evidenció diferencias significativas entre los cuatro híbridos para la variable producción de forraje. En el segundo corte, el híbrido BMR tuvo diferencias significativas con respecto a los demás materiales ($p < 0.05$), y en el tercer corte, el sorgo Azucarado se destacó del resto, teniendo diferencias significativas con los otros materiales ($p > 0.05$). Respecto a la calidad, se encontró que no hubo diferencias significativas entre los híbridos ni para PB ni para digestibilidad. Sin embargo, hubo diferencias de calidad entre cortes, notándose una disminución tanto de PB como de digestibilidad conforme a los cortes realizados. Se puede concluir que tanto en rendimiento y sobre todo en calidad, todos los materiales tuvieron un excelente desempeño. Esto podría deberse al manejo aplicado durante el trabajo y la calidad genética de todos los materiales, además de las condiciones climáticas que fueron sobresalientes.

Palabras clave: Sorgo Forrajero; Producción de forraje y calidad.

INDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	5
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.1. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA Y ESCALA FISIOLÓGICA	6
2.2. TIPOS DE SORGO	8
2.3. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS	8
2.4. DINÁMICA DE ABSORCIÓN, ACUMULACIÓN Y REQUERIMIENTO DE NUTRIENTES.....	9
2.4.1. <i>Nitrógeno (N)</i>	10
2.4.2. <i>Fósforo (P)</i>	11
2.4.3. <i>Azufre (S)</i>	11
3.- OBJETIVOS	11
4. MATERIALES Y MÉTODOS	12
4.1. CARACTERIZACIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL	13
4.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS DEL ÁREA EXPERIMENTAL	13
4.3. CLIMA.....	14
4.4. SIEMBRA DEL CULTIVO	16
4.5. DISEÑO EXPERIMENTAL Y DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	17
4.6. VARIABLES ESTUDIADAS	19
5. RESULTADOS	19
5.1. PRODUCCIÓN DE FORRAJE	19
5.1.1. <i>Materia seca total</i>	20
5.1.2 <i>Producción por cortes</i>	20
5.1.3. <i>Producción de forraje acumulado</i>	22
5.2. CALIDAD.....	22
5.2.1. <i>Proteína Bruta</i>	23
5.2.2. <i>Digestibilidad</i>	23
5.2.3. <i>Calidad del Acumulado</i>	24
6. DISCUSIÓN	25
7. CONCLUSIONES	27
7.1 RECOMENDACIONES	27
8. ANEXO	28
8.1. COSTOS.....	28
8.2. INFORME ESTADÍSTICO	29
8.3. ANÁLISIS DE CADA CORTE POR SEPARADO	31
8.4. PROTEÍNA Y DIGESTIBILIDAD.....	32
8.5. IMÁGENES TOMADAS DURANTE LOS TRABAJOS DEL ENSAYO	35
9. BIBLIOGRAFÍA	38

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE SEMBRADA EN ARGENTINA Y PAÍSES LIMÍTROFES (CARRASCO ET AL, 2011)	5
FIGURA 2 ETAPAS DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL SORGO, SEGÚN ESCALA DE VANDERLIP.- (CARRASCO ET AL, 2011).....	6
FIGURA 3 UBICACIÓN DEL PARTIDO DE CORONEL PRINGLES EN EL MAPA DE LA PCIA. DE BS. AS	12
FIGURA 4 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL EN IMAGEN SATELITAL	13
FIGURA 5 DISTRIBUCIÓN DE PRECIPITACIONES DESDE 1993 HASTA 2011.....	16
FIGURA 6 ESQUEMA DE PARCELAS	18
FIGURA 7 MATERIA SECA TOTAL (KG MS/HA)	20
FIGURA 8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO: PRIMER CORTE (KG MS/HA).....	20
FIGURA 9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO SEGUNDO CORTE (KG MS/HA)	21
FIGURA 10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO TERCER CORTE (KG MS/HA)	21
FIGURA 11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE PROTEÍNA BRUTA ENTRE HÍBRIDOS (%PB)	23
FIGURA 12 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE PROTEÍNA BRUTA ENTRE CORTES (%PB) ...	23
FIGURA 13 DIGESTIBILIDAD ENTRE HÍBRIDOS (%DMS).....	24
FIGURA 14 DIGESTIBILIDAD ENTRE CORTES	24

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1 REQUERIMIENTOS DE AGUA PARA EL CULTIVO DEL SORGO (INFOAGRO, 2012).....	9
CUADRO 2 REQUERIMIENTO Y EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES EN DIFERENTES CULTIVOS.- (IPNI, 2007)	10
CUADRO 3 ANÁLISIS DE SUELO ENSAYO (LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELO INTA EEA BORDENAVE).....	14
CUADRO 4 TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS DESDE 1993 HASTA 2011.....	15
CUADRO 5 HELADAS REGISTRADAS DESDE 1994 HASTA 2011.- (FUENTE: ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE CORONEL PRINGLES)	15
CUADRO 6 REGISTRO DE PRECIPITACIONES EN EL ESTABLECIMIENTO LA CAMPIÑA EN 2010 Y 2011	16
CUADRO 7 TAREAS REALIZADAS DURANTE EL ENSAYO A CAMPO	17
CUADRO 8 PRODUCCIÓN DE FORRAJE ACUMULADO	22
CUADRO 9 ANÁLISIS DE CALIDAD DE LOS CORTES DE FORRAJE (LABORATORIO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE FORRAJES Y ALIMENTOS INTA EEA BORDENAVE).....	22
CUADRO 10 RESULTADOS CALIDAD DEL ACUMULADO	25
CUADRO 11 COSTOS DE SIEMBRA SORGO	28
CUADRO 12 COSTO DEL KG DE MS.....	28

1. Introducción

En los sistemas de cría, invernada y tambo de nuestro país durante la época estival, los recursos forrajeros más utilizados son pasturas, campos naturales y pasto llorón. En los últimos años el sorgo forrajero comenzó a adquirir mayor importancia para el pastoreo directo en esta época del año, dada su plasticidad para adaptarse a condiciones climáticas y edáficas desfavorables manteniendo buenas producciones de forraje (Coria et al, 2008).

El sorgo es más exigente en temperatura que el maíz, ya que paraliza su crecimiento por debajo de los 10 °C. Necesita buena disponibilidad de humedad para la germinación y las primeras etapas de crecimiento, pero más adelante su potente sistema radicular le permite extraer agua de la reserva útil del suelo de forma más eficiente que el maíz. A diferencia de éste, el sorgo tiene mayor capacidad de rebrote tras un corte o pastoreo, siempre que se mantengan las condiciones climáticas adecuadas (Mangado Urdaniz, 2010).

Una de sus características más sobresalientes es que está provisto de una estrategia de latencia que le permite suspender el crecimiento hasta que se restablezcan nuevamente las condiciones favorables (Carrasco et al, 2011).

El sorgo es un cultivo agronómicamente “perfecto” ya que genera una alta producción de MS con un consumo mucho menor de agua que los otros cereales de verano (Carrasco et al, 2011).

En la Argentina el destino de este cultivo es, en su mayoría, la alimentación animal, el resto se destina a molienda. La importancia del cultivo para el desarrollo de un sistema sustentable y la versatilidad del mismo para adaptarse a diversas regiones de nuestro país han inclinado la balanza en el incremento de la superficie sembrada. La tendencia de las últimas campañas es de crecimiento, ya que se ha duplicado y ha superado la siembra de Brasil, que se ha mantenido estable (Figura 1).

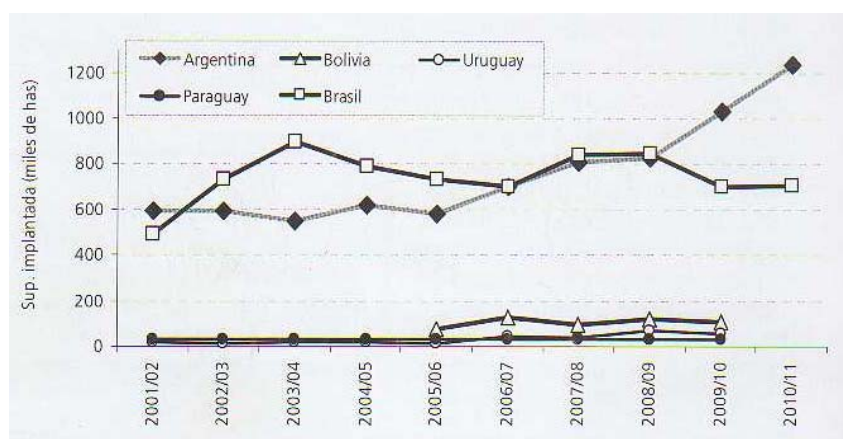


Figura 1: Evolución de la superficie sembrada en Argentina y países limítrofes (Carrasco et al, 2011).

Otra de sus principales características es la alta producción de forraje por hectárea que permite sostener una elevada carga animal durante 2 a 4 meses del verano, dependiendo de la zona (Fernández Mayer et al. 2007).

El sorgo posee características que hacen viable su incorporación a la rotación de cultivos. Comparándolo con otros cultivos de verano, el cereal posee menores necesidades hídricas, se adapta mejor a regiones secas y es un cultivo que aporta buenos rastrojos necesarios para desarrollar una agricultura sustentable y la recuperación del suelo y su fertilidad (Dragún et al, 2010).

En el mercado se destacan cuatro tipos de sorgos: fotosensitivos, azucarados, sudán y de nervadura central marrón.

2. Revisión Bibliográfica

2.1. Descripción botánica y escala fisiológica

Para poder controlar y entender el efecto que las diferentes prácticas de manejo tienen sobre el cultivo es necesario conocer el crecimiento y el desarrollo de la planta de sorgo. La semilla del sorgo es la más pequeña de los cultivos de cosecha gruesa, por lo tanto, su crecimiento inicial es más lento que el de la soja o maíz. De hecho, el crecimiento es lento hasta los 15 centímetros de altura, cuando la planta ya tiene establecido el sistema de raíces y comienza a absorber los nutrientes más rápidamente (Carrasco et al, 2011). Por eso es importante que tenga una buena germinación, garantizándole buenas condiciones de humedad, temperatura y competencia de malezas durante los primeros estadios, teniendo en cuenta que entre los 10 y 35 centímetros de altura es el momento óptimo para la aplicación de herbicidas post emergentes, y no antes ni después para no ocasionar daños a la planta. Una vez pasada esta etapa, el sorgo es muy buen competidor con las malezas, al cubrir los entresurcos con su follaje.

Descripción botánica de la planta del sorgo:

El sorgo presenta diferentes etapas en su crecimiento. En la Figura 2 se describen las etapas de crecimiento y desarrollo del sorgo.

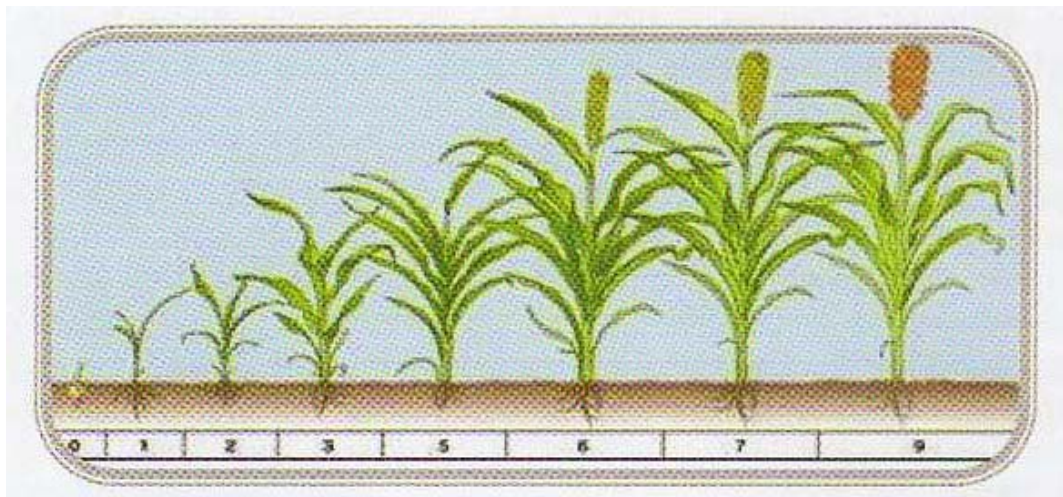


Figura 2: Etapas del crecimiento y desarrollo del sorgo, según escala de Vanderlip. (Carrasco et al, 2011).

- Etapas 0- Emergencia: (3-10 días post siembra) Ocurre cuando el coleóptilo es visible en la superficie del suelo. Para lograr una buena emergencia es necesario que se den varios factores, como son, la temperatura, que debe estar por encima de los 15 grados centígrados, si es superior a los 18 grados mejorará notablemente la germinación y emergencia, también debe tener buena humedad, profundidad de siembra y semilla con buen vigor híbrido, ya que la semilla es pequeña y tiene pocas reservas. Para poder lograr un buen nacimiento e implantación es necesario que se cumplan estas condiciones.
- Etapas 1 - Estado de tres hojas: (10 días después de emergencia aproximadamente) Se produce cuando se pueden observar las lóculas de tres hojas sin tener que romper la planta. En esta etapa, la parte aérea puede ser eliminada y la planta se recuperará, ya que el meristema de crecimiento se encuentra por debajo de la superficie.
- Etapas 2 - Etapa de las 5 hojas: (alrededor de los 21 días después de emergencia) Se produce cuando las lóculas de 5 hojas se pueden ver sin necesidad de romper la planta. El sistema radical se desarrolla rápidamente en esta etapa. La MS se acumula a una velocidad constante con condiciones de crecimiento satisfactorias. Durante esta etapa se determina el desarrollo potencial de la planta, ya que se establece el número total de hojas que tendrá. Los rendimientos pueden disminuir drásticamente si no se toman medidas para evitar la competencia de las malezas, la carencia de nutrientes, de agua o el ataque de plagas.
- Etapas 3 - Diferenciación del punto de crecimiento: (aproximadamente 30 días después de la emergencia) En esta etapa cambia el punto de crecimiento de vegetativo a reproductivo. Además, se define el tamaño potencial de la panoja. La absorción de nutrientes es rápida. La planta compete muy bien con las malezas, ayudando a tenerlas controladas hasta fin de ciclo.
- Etapas 4 - Última hoja visible: Aquí se encuentran casi todas las hojas expandidas, menos las últimas 3 o 4. Se determina el 80% del área foliar y se empiezan a perder algunas hojas inferiores.
- Etapas 5 - Panoja embuchada: Se encuentran todas las hojas expandidas, máxima cobertura foliar. La panoja se encuentra embuchada en la vaina de la hoja bandera. La planta continúa con su rápido crecimiento y absorción de nutrientes. En esta etapa comienza el período crítico de definición del rendimiento. Una carencia nutricional o de agua en este momento se traduce directamente en menores rindes.
- Etapas 6 - 50% de floración: Se encuentran la mitad de las plantas en floración, la que comienza en la parte superior de las panojas, y baja en 4 a 9 días. A partir de este momento, la producción de fotoasimilados se destina por completo al llenado de granos.
- Etapas 7 - Grano pastoso: El grano tiene una consistencia pastosa y el llenado se produce rápidamente. Las hojas inferiores siguen envejeciendo.
- Etapas 8 - Grano duro: En esta etapa se alcanzan las tres cuartas partes del peso seco del grano, la absorción de nutrientes es casi nula. Un estrés hídrico severo o una helada se traducirá en un grano chuzo.

- Etapas 9 - Madurez fisiológica: Se alcanza el máximo peso seco de la planta, con valores que oscilan entre el 25-35% de humedad en el grano. Esta madurez fisiológica no es la madurez de cosecha, depende el uso que se le quiera dar, se cosechará o no en este momento.

2.2. Tipos de Sorgo

El sorgo es el cuarto cultivo de verano en importancia detrás de la soja, el maíz y el girasol. La ventana de siembra del cereal se presenta entre los meses de octubre y diciembre, y la cosecha a partir del mes de febrero hasta el mes de julio, dependiendo de la zona geográfica en la que se encuentre (Dragún et al, 2010).

Los cultivares comerciales en Argentina de sorgos forrajeros se pueden caracterizar de la siguiente manera (Marinissen et al, 2009):

- ***Sudán***: Sorgos con altas producciones de materia seca por hectárea, elevada capacidad de rebrote, macolladores y de baja proporción de grano. Son los más adaptados para el pastoreo directo.
- ***Fotosensitivos***: Sorgos que no florecen en estas latitudes, con lo cual no producen grano y permiten el mantenimiento del valor nutritivo en lo que respecta básicamente a la digestibilidad de la pared celular, ya que la misma posee un menor grado de lignificación. Son ideales en planteos productivos donde se buscan elevados rendimientos de forraje sin importar necesariamente que los valores nutritivos de PB y energía sean elevados, como por ejemplo, en rodeos de cría con vacas en mantenimiento durante la primer fase de la gestación.
- ***Azucarados***: En ellos se ha mejorado en los últimos años la calidad energética del forraje, en base al aumento de la concentración de carbohidratos no estructurales (básicamente azúcares simples), en los tallos. Estos sorgos presentan menor velocidad de crecimiento, menor macollaje y rebrote que los sorgos forrajeros tipo sudán. Desde el punto de vista nutricional presentan alta calidad y palatabilidad. Esta característica es interesante en los casos de elegir este tipo de híbridos para la confección de silajes ya que se mejora el proceso fermentativo y posterior conservación de los mismos.
- ***Nervadura central Marrón (BMR)***: Presentan entre un 30 y un 50 % menos de lignina (componente de la pared celular totalmente indigestible por los rumiantes) en hojas y tallos, lo cual significaría una ganancia de hasta 10 % en la digestibilidad de la materia seca. Esta característica es muy interesante cuando el sorgo se va a utilizar en pastoreo diferido.

2.3. Requerimientos edafoclimáticos

El sorgo es el principal cereal de importancia en muchas partes del mundo por su resistencia a sequía y altas temperaturas (Schild, 2012). Responde favorablemente a la irrigación, requiriendo un mínimo de 250 mm durante su ciclo, con un óptimo comprendido entre los 400-550 mm (Cuadro 1)

Requerimiento en el ciclo	mm
Óptimo	400-550
Conveniente	350
Mínimo	250

Cuadro 1: Requerimientos de agua para el cultivo del sorgo (Infoagro, 2012).-

La razón principal por la cual el sorgo puede ser cultivado en toda la zona agrícola argentina es debido a su adaptación natural a la escasez del recurso agua. Es fundamental que el suelo tenga una adecuada humedad en el momento de la siembra para lograr una emergencia rápida y homogénea y con ello una buena implantación del cultivo. Asimismo, el sorgo, posee un mecanismo natural de latencia que le permite, ante una carencia de agua de lluvia, detener su crecimiento durante la misma para reiniciarlo apenas las condiciones ambientales sean favorables convirtiéndose así, éste mecanismo único en el sorgo, en una característica fundamental de seguridad de producción y cosecha de sus granos (Chessa, A., 2013).

Temperatura: Para la germinación necesita una temperatura de suelo no inferior a los 18°C en los primeros 5 cm. de profundidad. El crecimiento de la planta es óptimo alrededor de los 32 °C. Durante la floración requiere una mínima de 16°C, pues por debajo de este nivel se puede producir esterilidad de las espiguillas y reducir el rendimiento del grano. Por el contrario, resiste bien el calor (Carrasco et al, 2011).

Suelo: El sorgo se desarrolla bien en terrenos alcalinos, sobre todo las variedades azucaradas que exigen la presencia en el suelo de carbonato cálcico, lo que aumenta el contenido de sacarosa en tallos y hojas. Se adapta mejor a suelos profundos, sin exceso de sales, con buen drenaje, sin capas endurecidas, de buena fertilidad y un pH comprendido entre 6,2 y 7,8. (Infoagro, 2012).

2.4. Dinámica de absorción, acumulación y requerimiento de nutrientes

El manejo nutritivo del sorgo es un elemento clave para tener una alta productividad del mismo. Para planificar es necesario conocer el lote, las rotaciones a las cuales fue sometido, el antecesor inmediato, fertilizaciones anteriores, y un análisis del suelo. De esta manera se podrá diagnosticar cuál o cuáles son los nutrientes o factores que pueden limitar la producción. Para tener parámetros de si un nutriente u otro son suficientes para el cultivo, tenemos que saber cuáles son sus requerimientos de nutrientes para un desarrollo normal. En la siguiente tabla figuran los cultivos más tradicionales y el sorgo, sus requerimientos y extracción de nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S), expresados en kg de nutriente por tonelada de grano. (Cuadro 2)

Cultivo	N		P		S	
	Req	Extrac	Req	Extrac	Req	Extrac
Trigo	30	21	5	4	5	2
Colza	60	38	15	11	12	7
Soja	75	55	7	6	4	3
Girasol	40	24	11	7	5	2
Maíz	22	15	4	3	3	1
Sorgo	30	20	4	4	4	2

Cuadro 2: Requerimiento y extracción de nutrientes en diferentes cultivos. (IPNI, 2007)

Se puede observar que el sorgo tiene requerimientos similares a las otras gramíneas (maíz, trigo). En base a la cantidad de nutrientes observados en el análisis de suelo y del rinde objetivo, se podrá calcular el tipo y la cantidad de fertilizante que será necesario aplicar.

En el caso de este ensayo, lo que se propone es hacer una réplica de lo que sucede con mayor frecuencia en los campos, ya que, cuando se siembra sorgo para alimentación animal, generalmente no se fertiliza, sobre todo en una zona marginal como lo es en su mayoría el partido de Coronel Pringles. Lo que sucede comunmente es que se fertilizan los cultivos con destino a cosecha. De esta manera, los resultados obtenidos pretenden ser lo más fiel posible a la realidad, y no tanto al techo de producción o al rinde potencial. De todas maneras, como se verá en el análisis de suelo, el potrero en el cual se desarrolló el ensayo, tenía muy buenas condiciones de fertilidad, pH, MO, etc.-

2.4.1. Nitrógeno (N)

El sorgo requiere grandes cantidades de este nutriente, similar al maíz en cuanto a sus requerimientos, por la gran cantidad de biomasa que acumula y su rápido crecimiento. Sobre todo en la etapa 2 (cinco hojas), que se encuentra entre los días 20-30 aproximadamente, hasta 10 días antes de la floración. En esos estadios consume casi el 70% de los nutrientes totales (Carrasco et al, 2011). En el caso de fertilización, el momento oportuno de aplicación es desde la siembra hasta 8 a 10 hojas desarrolladas. Otro aspecto importante de la fertilización nitrogenada es su impacto sobre la calidad del forraje, específicamente en la cantidad de proteína. Algunos datos indican que es posible pasar de 5% de proteína en biomasa aérea a valores superiores a 10% por efecto de la fertilización (Carrasco et al, 2011). El cultivo de sorgo se caracteriza por presentar un sistema radicular muy potente, cuya función, entre otras, es explorar el perfil en busca de nutrientes y agua. Es por esto que, luego de su siembra, el perfil queda desprovisto de nitrógeno y agua. Esto debe ser tenido en cuenta si el cultivo siguiente en la rotación es una gramínea de invierno como el trigo, cebada o avena.

2.4.2. Fósforo (P)

La respuesta del cultivo a la fertilización fosfatada depende del nivel de P disponible en el suelo. Debe también tenerse en cuenta los requerimientos del cultivo en base al rendimiento esperado. Es importante reponer en el suelo la cantidad de fósforo extraída, para una conservación del recurso a mediano y largo plazo (Carrasco et al, 2011).

2.4.3. Azufre (S)

La intensificación de la agricultura junto con la inclusión de cultivos como la soja y la colza han incrementado la extracción del azufre del suelo. Por este motivo, los fertilizantes azufrados son cada vez más comunes, sobre todo para cubrir carencias en suelos deficientes, principalmente suelos arenosos y con bajos contenidos de materia orgánica (Carrasco et al, 2011).

3.- Objetivos

- ☀ Evaluar el comportamiento productivo y la evolución de algunos parámetros nutricionales (proteína bruta y digestibilidad de la materia seca) a través de cortes periódicos y acumulado de cuatro cultivares de sorgos forrajeros en las condiciones del sudoeste de la provincia de Buenos Aires.-
- ☀ Determinar si en dichas condiciones existen, entre las distintas variedades, diferencias significativas para:
 - Rendimiento (expresado en Kg de MS/Ha)
 - Proteína Bruta (%)
 - Digestibilidad (%)
- ☀ Establecer algunos criterios de manejo que permitan mejorar el aprovechamiento de los sorgos forrajeros.

4. Materiales y Métodos

Durante la campaña 2010/2011 se realizó el ensayo para evaluar la respuesta de distintas variedades de sorgo con respecto a Producción de forraje (MS), Proteína (PB) y Digestibilidad in vitro (DIVMS). Fue elegido un material de cada uno de los 4 tipos de sorgos destacados en el mercado, y se le asignó una sigla a cada uno para demostrar que los resultados y conclusiones que surjan de este trabajo son exclusivamente para dichos materiales y no para el tipo de sorgo en general. Los materiales utilizados y sus siglas fueron:

- **Palatable 10 BMR.** Tipo BMR. Semillero: Alianza semillas. Sigla: **BMRP.**
- **Talismán.** Tipo Azucarado. Semillero: San Pedro. Sigla: **TA.**
- **Green Supremo.** Tipo Fotosensitivo. Semillero: San Pedro. Sigla: **GSF.**
- **Pastoril.** Tipo Sudán. Semillero: Seedar S.A. Sigla: **PS.**

El sitio experimental se localiza en el Establecimiento Rural “LA CAMPIÑA”, ubicado a 15 kilómetros de la ciudad de “Coronel Pringles”, partido homónimo. Dicha ciudad es la cabecera del partido. Ubicada a 37° 35’ de latitud Sur, 61° 21’ Longitud Oeste, a una altitud de 249,60 mts sobre el nivel del mar (cota de nivelación PF 12 del IGM); 253,25 mts sobre el nivel del mar (cota de riel); frente a la Ruta Provincial N° 51, a 4 km de la Ruta Provincial N° 85, al Norte de Coronel Dorrego, al Sudeste de Coronel Suárez, al Noreste de Bahía Blanca y al Noroeste de Tres Arroyos (Figura 3).



Figura 3: Ubicación del partido de Coronel Pringles en el mapa de la Pcia. de Bs. As.-

4.1. Caracterización del Sitio Experimental

El establecimiento “La Campiña”, se encuentra en el cuartel XIV, denominado “sector chacras”. El campo cuenta con 550 Has. Siendo 300 de éstas ganaderas y las 250 restantes con aptitud agrícola (Figura 4).

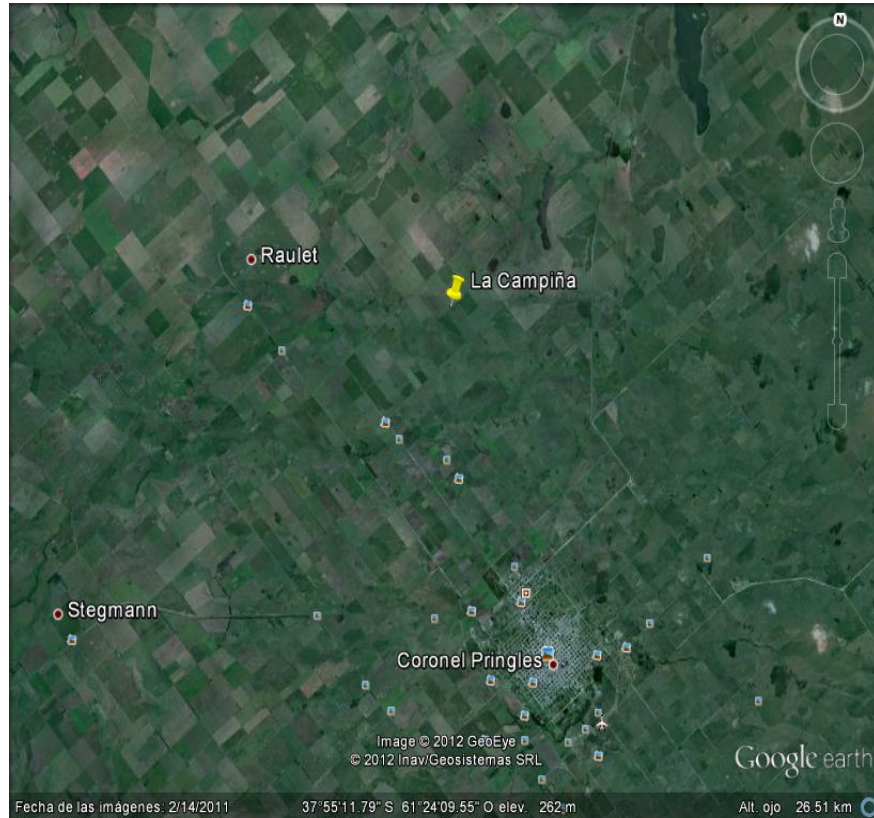


Figura 4: Localización del área experimental en imagen satelital.-

4.2. Caracterización de los suelos del área experimental

El paisaje general de la zona presenta una superficie ondulada que posee pendientes de hasta el 3%. Generalmente en las partes altas de las lomas se registran afloramientos de tosca. El epipedón contiene tenores altos de MO. Es común que el perfil esté interrumpido por planchas de tosca, dando lugar a fases someras. Se encuentran asociaciones de argiudol típico, franco fino, inclinado, con argiudol típico, somero, inclinado, y hapludol petrocálcico.

El primero ocupa pendientes donde el espesor sedimentario es mayor que en las lomas. La tosca se halla a más de un metro de profundidad, el perfil está bien desarrollado. El argiudol típico, somero e inclinado, se desarrolla en la pendiente alta, el perfil está interrumpido por tosca a una profundidad que oscila entre 50 y 100cm. El hapludol petrocálcico se ubica en las partes más elevadas, donde la tosca es casi superficial (Salazar Lea Plaza et al, 1985).

El suelo donde se realizó el ensayo corresponde a:

Orden: Molisoles.-

Suborden: Udoles.-

Gran grupo: Argiudol.-

Subgrupo: Típico, franco fino, inclinado.-

El antecesor inmediato al sorgo fue el cultivo de soja, siendo la rotación tradicional del lote, trigo-soja. El lote es trabajado bajo siembra directa desde 2003. Para la realización del análisis de suelo se tomaron muestras de diferentes profundidades, de 0 a 20 cm, y de 20 a 40 cm. También se midió la profundidad efectiva del suelo, demostrando tener más de 120 cm. A continuación se exponen los resultados del análisis del suelo (Cuadro 3):

Análisis de suelo ensayo					
Profundidad de muestra (cm)	pH	M.O (%)	Nitrógeno disp. (ppm)	Nitrógeno disp. (Kg./Ha)	P (ppm)
0-20	6,23	4,11	13	34.7	63,6
20-40	-	-	11,4	30.4	-

Cuadro 3: Análisis de suelo ensayo (Laboratorio de análisis de suelo INTA EEA Bordenave).

La metodología empleada por el laboratorio para el análisis de suelo fue la siguiente:

- pH: Dilución en agua (1:2.5)
- Fósforo disponible: Bray y Kurtz N° 1
- Materia Orgánica: Walkley Black
- Nitrógeno total: Kjeldahl
- Nitrógeno disponible: Bremner por microdestilación

4.3. Clima

De acuerdo a la clasificación climática de Thornthwite (1948) la región posee un clima mesotermal de región subhúmeda seca. Presenta inviernos fríos (lo que favorece a cereales de invierno) pero de veranos secos (lo que constituye una limitante por ejemplo para el cultivo de maíz). La temperatura media anual es de 13.4 °C con valores medios de 21,7 en enero y 6,3 en julio, donde el sistema orográfico de Ventania influye marcadamente sobre el régimen térmico de la zona, de ahí que el período libre de heladas sea corto, entre 160 y 170 días (Cuadro 4).

Coronel Pringles, temperaturas máximas y mínimas °C (1993-2011)												
°C\mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Promedio	21,7	19,75	17,3	13,2	10,3	6,45	6,3	8,55	10,05	13,8	16,2	19,2
Máxima	35,8	34,3	31,5	27,7	24,1	19,1	20,3	22,7	24,6	28,5	31,9	34,8
Mínima	5,1	5,2	3,1	-1,3	-3,5	-6,2	-6,2	-5,6	-4,5	-0,9	0,5	3,6

Cuadro 4: Temperaturas máximas y mínimas desde 1993 hasta 2011.-
(Fuente: Estación Meteorológica de Coronel Pringles).-

Las fechas medias de helada temprana y tardía son el 30 de abril y 15 de octubre, habiéndose registrado heladas una vez cada 7 años en los meses de marzo y noviembre (Cuadro 5).

TOTAL HELADAS POR MES
(1993-2011)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	promedio
enero	-																	0
febrero	-																	0
marzo	-																	0
abril	3	1		1	1	3	1	2	3	1	2	2	2	2	3	2	2	1,82
mayo	2	4	8	4	1	6	6	4	5	5	7	9	11	9	8	7	8	6,1
junio	7	13	17	6	7	11	8	12	14	6	7	8	6	22	9	10	5	9,88
julio	18	20	19	8	6	14	13	12	8	17	11	10	8	23	7	17	15	13,3
agosto	12	11	6	9	13	13	11	3	2	12	6	8	13	22	16	3	15	10,3
septiembre	5	10	12	6	11	4	5	6	2	6	6	10	7	3	10	8	4	6,75
octubre	1	3	3		3	5	1					3		1	5	4		1,7
noviembre		1	1		1	1	2					1		2		1		0,6
diciembre																		0

Cuadro 5: Heladas registradas desde 1993 hasta 2011.- (Fuente: Estación Meteorológica de Coronel Pringles).-

El régimen pluviométrico presenta un promedio de 800 mm, siendo los meses con menores registros los de junio, julio y agosto y manifestándose picos en otoño-primavera. Aunque las menores precipitaciones se registran durante el invierno, la baja evapotranspiración permite que se almacene agua en el suelo. Desde el mes de octubre a marzo la evapotranspiración supera a la precipitación, y se presenta así, un déficit en los meses más calurosos. Las precipitaciones presentan importantes oscilaciones entre años con valores extremos que van desde los 483 mm (2009) a los 1165 mm (2001), que se manifiestan alternando períodos secos y/o húmedos, los que determinan desde fracasos hasta cosechas excepcionales (Figura 5).

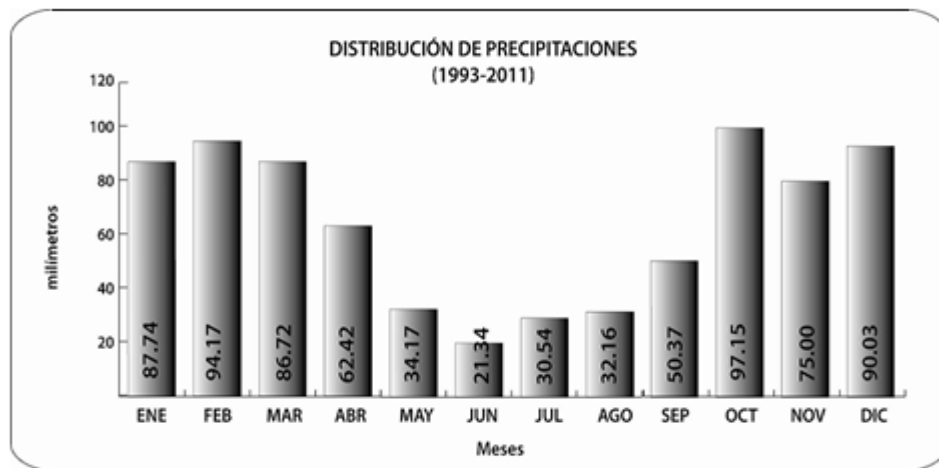


Figura 5: Distribución de precipitaciones desde 1993 hasta 2011.-

Los vientos tienen una intensidad que varía entre los 8 y 20 km./h.

En el cuadro 6 se describen las precipitaciones caídas durante el período del ensayo. Si bien el campo está situado a 10 Km de la estación meteorológica de Coronel Pringles, puede haber ciertas variaciones en cuanto a los registros pluviométricos entre ambos puntos. Los Registros tomados en el campo fueron (Cuadro 6):

Precipitaciones durante ensayo												
año/meses	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
2010									62	160	75	43
2011	235	102	63									
total campaña	740											

Cuadro 6: Registro de precipitaciones en el establecimiento La Campiña en 2010 y 2011.-

Nota: Se tomó registro desde Septiembre, ya que en ese momento se hizo la primera aplicación de herbicida y se estima que el agua caída desde entonces fue acumulada en el perfil.

4.4. Siembra del cultivo

La siembra se efectuó el 28 de noviembre de 2010 (cuando la temperatura del suelo alcanzó los 18 grados centígrados, durante 3 días consecutivos a 5 cm. de profundidad), bajo el sistema de siembra directa, con sembradora experimental. La distancia entre hileras fue de 42 cm. entre líneas, simulando una sembradora de grano fino con distancia entre hileras a 21 cm, utilizando surco por medio.

Dicha medida está pensada para que los animales tengan un fácil acceso al pastoreo directo ocasionando menores daños cuantitativos por pisoteo, teniendo en cuenta para el mismo fin, que el sorgo debe estar sembrado en forma

perpendicular a la calle de entrada. El tamaño de las parcelas fue de 10 metros de largo por cuatro surcos de ancho (1,68 m)

Al haber tenido un buen control de malezas, en el momento de la siembra el lote se encontraba con muy buena humedad, lo que garantizó la emergencia del cultivo. La densidad de siembra fue de 30 plantas por metro cuadrado. Las tareas desarrolladas fueron (Cuadro 7):

Calendario de tareas		
Trabajo	Materiales	Fecha
Pulverización barbecho	2,5 lts. sulfosato, 0,4 lts. 24 d 100 % mochila pulverizadora	03-sep.
Pulverización pre siembra	1,5 lts. sulfosato, 2 Kg.. atrazina 90 % WG mochila pulverizadora	25-nov.
Siembra	balanza, sembradora experimental, semillas diferentes variedades	28-nov.
Primer corte	cuchillo serrucho, bolsas, balanza,	15-ene.
Segundo corte	cuchillo serrucho, bolsas, balanza,	15-feb.
Tercer corte y Acumulado	cuchillo serrucho, bolsas, balanza,	20-mar.

Cuadro 7: Tareas realizadas durante el ensayo a campo.-

4.5. Diseño experimental y descripción de los tratamientos

Se tomó una zona homogénea del lote, y se realizó un diseño estadístico completamente aleatorizado (DCA).

Se formaron 16 parcelas, cada una de 4 surcos por 10 metros de largo (16.8 m²), a las cuales se les asignaron al azar (mediante números aleatorios de una calculadora científica) los híbridos. Se hicieron 4 repeticiones de cada uno de los diferentes materiales: Palatable 10 BMR, Green Supremo, Talismán y Pastoril. La unidad experimental para este trabajo fue la parcela. En la figura 6 se muestra el diagrama de las parcelas:

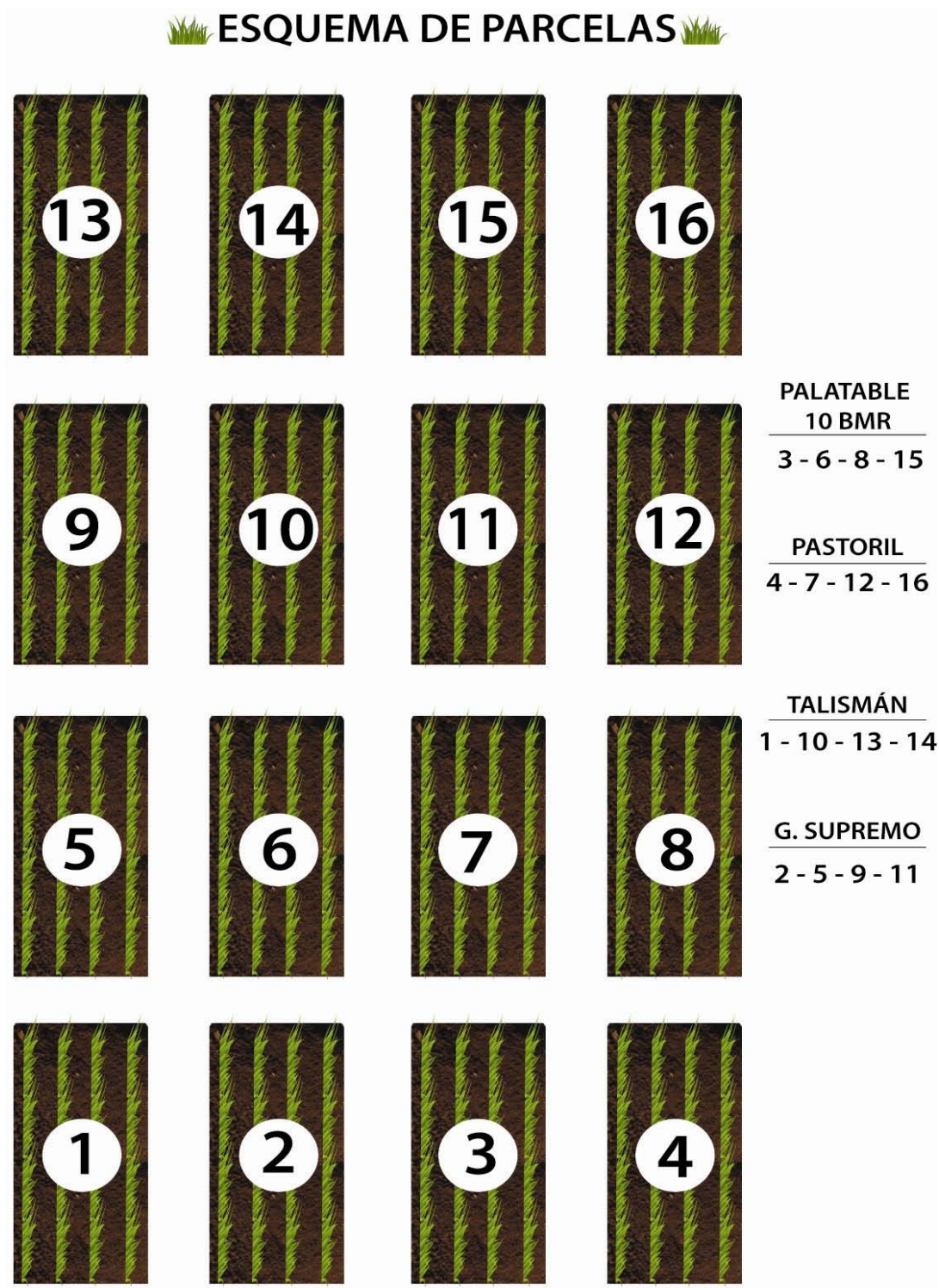


Figura 6: Esquema de parcelas

Los híbridos en estudio fueron los siguientes:

- Pastoril, Sudán (PS)
- Green supremo, Fotosensitivo (GSF)
- Talismán, Azucarado (TA)
- Palatable 10 BMR, BMR (BMRP)

4.6. Variables estudiadas

Se tomaron como variables Proteína Bruta y Digestibilidad, en lo que concierne a la calidad. Y por otro lado se midió la producción de forraje (Kg de MS/Ha) de cada híbrido en cada corte y en el acumulado.

La recolección de cada material se hizo a mano, y sobre los 2 surcos centrales, descartando los extremos para simular condiciones de campo, cortando 3,5 metros de cada surco, es decir 7 metros lineales, equivalentes a 2,94 metros cuadrados, cortando a una altura de 10 cm. (un puño) y luego de haber tomado la muestra de los 7 metros lineales se procedió a cortar el remanente de la parcela para favorecer el rebrote y que no haya interferencias, en la captación de luz solar y en el consumo de agua, de las plantas no cortadas a las que sí lo fueron. Solo en una parcela de cada material, se dejó una parte de ella como testigo sin cortar durante todo el período del ensayo (Acumulado), y luego se midió su producción de forraje en Kg de MS/Ha, cortando 2 metros lineales en los dos surcos centrales, en total 4 metros lineales. De cada corte y de cada material se pesó y se extrapoló el valor a la superficie de 1 Ha (Kg de MV/Ha). Luego se sacó una muestra representativa, se congeló y se envió al laboratorio para su análisis. Este procedimiento se hizo de la misma manera en los tres cortes y el Acumulado. El protocolo de análisis de forrajes utilizado (Laboratorio de evaluación de calidad de forrajes y alimentos INTA EEA Bordenave) fue:

- ❖ Materia seca (MS): Estufa a 60°C hasta peso constante (AOAC, 1995) y molido con Molinillo Wylley.
- ❖ Proteína bruta o cruda (PB): Técnica nitrógeno total – semi-micro kjeldahl. (N total x 6.25). (AOAC 1995).
- ❖ Digestibilidad in vitro de la materia seca (DMS): Técnica de digestibilidad in-vitro (Tilley y Terry 1963 Modificado. Método de acidificación directa, Ankom Technology 2008)
- ❖ FDN: Van Soest *et al* 1991 (con equipo ANKOM)

5. Resultados

Para la evaluación de los materiales se separaron los resultados en Producción de forraje y Calidad.

5.1. Producción de forraje

La producción de forraje fue evaluada en forma de materia seca total (sumatoria de los Kg de MS/Ha promedio de los tres cortes de cada material), luego fue analizado cada corte por separado, y por último el acumulado (un solo corte al final del ciclo).

5.1.1. Materia seca total

En la figura 7 se presenta la sumatoria del promedio de los tres cortes de cada uno de los materiales utilizados en este ensayo (Kg MS/Ha)

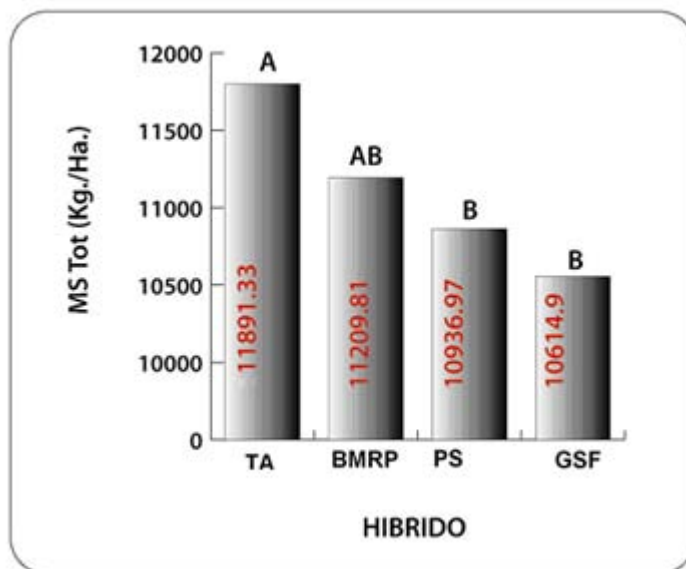


Figura 7: Materia seca Total (Kg MS/Ha)-

En la figura 7 se pueden apreciar los resultados del análisis estadístico de Tukey en lo referente a la MS total (suma de los 3 cortes). Se detectan diferencias significativas entre los híbridos de cada material para la variable MS total ($p < 0.05$). El material azucarado y el BMR difieren del resto.

5.1.2 Producción por cortes

En las figuras 8, 9 y 10, se muestran los tres cortes realizados, y sus resultados estadísticos.

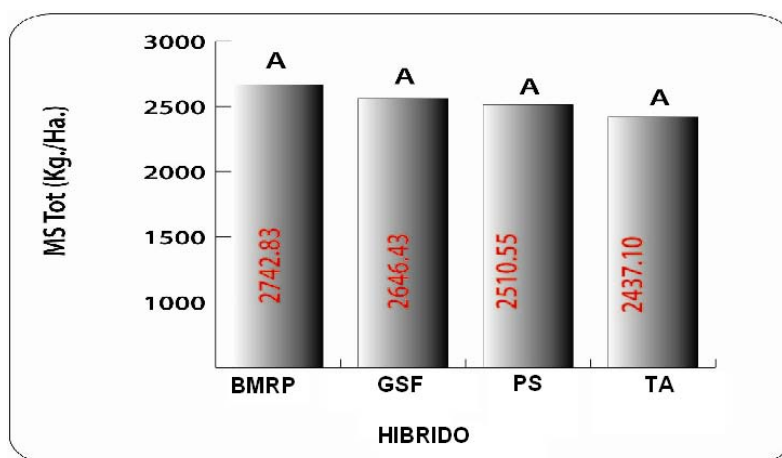


Figura 8: Primer corte (Kg MS/Ha).-

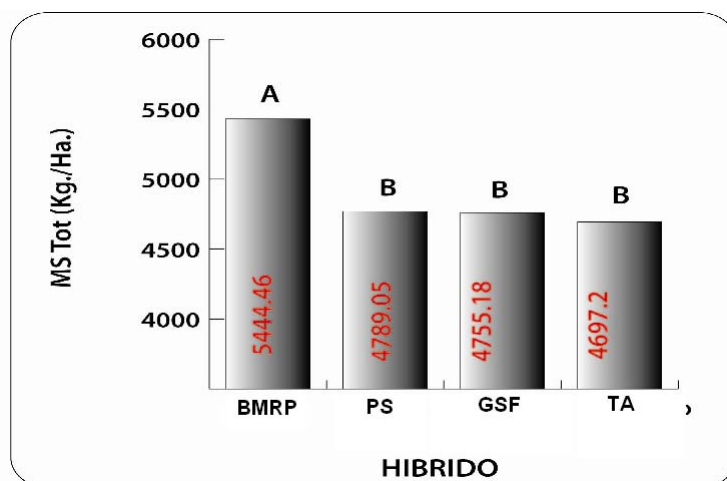


Figura 9: Segundo corte (Kg MS/Ha)

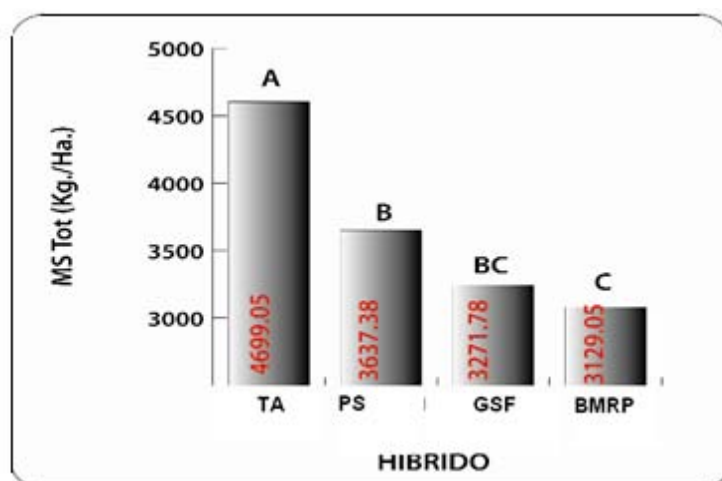


Figura 10: Tercer corte (Kg MS/Ha)

En el primer corte (Figura 8) no se detectaron diferencias significativas entre los híbridos para la variable materia seca total ($P > 0.05$). Sin embargo en el segundo corte (Figura 9) se detectaron diferencias significativas (letras distintas) para la variable materia seca entre los híbridos, BMRP difiere de los híbridos restantes ($P < 0.05$). En el tercer corte (Figura 10) se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los híbridos, siendo Talismán el que se diferencia del resto, mientras que Pastoril no presenta diferencia con Green Supremo pero si con Palatable 10 BMR. A su vez, Green Supremo tampoco manifiesta diferencias con Palatable 10 BMR ($P > 0.05$).

5.1.3. Producción de forraje acumulado

En el cuadro 9 se presentan los resultados de la producción de forraje acumulado.

Rendimiento Acumulado				
Híbrido	Altura(m)	Kg de MV/Ha	Materia seca(%)	Kg MS/Ha
TA	2,95	59077	24.74	14615
PS	2,38	53422.5	32.28	17244.8
BMRP	2,52	60215	30.78	18534
GSF	2,75	38095	31.86	12137
Promedio	2,65	52702.4	29.9	15632.7

Cuadro 8: Producción de forraje acumulado

En el cuadro 9 se ven los resultados de la producción de forraje acumulado de cada material. Si se lo compara con el resultado de materia seca total (sumatoria de los tres cortes) se evidencia un mayor rendimiento en esta modalidad (Acumulado) para todos los híbridos evaluados. Particularmente, el material palatable 10 BMR fue el que obtuvo mayor producción de forraje bajo esta estrategia, seguido por Pastoril, Talismán y Green supremo.

5.2. Calidad

Para la determinación de calidad del forraje, se tomaron como parámetros a la PB (%) y a la digestibilidad (DIVMS, %). Para ello se tomaron muestras como forraje fresco, representativas de cada muestra de todos los materiales en cada corte y Acumulado, se congelaron y fueron enviadas al laboratorio para su análisis. En el cuadro 10 se presentan los resultados de la calidad obtenida en los cortes:

Resultados análisis de calidad por cortes						
		MS(%)	PB(%)	DMS(%)	FDN	LIGNINA
Green supremo (Fotosensitivo)	C1	15,86	18,75	78,76	56,65	3,40
	C2	12,98	18,19	75,3	59,82	3,20
	C3	13,26	17,69	74,27	58,3	3,19
Palatable 10 BMR (BMR)	C1	15,25	19,87	77,83	54,79	2,53
	C2	11,66	17,94	76,14	57,24	2,88
	C3	11,15	17,06	73,32	58,14	2,92
Pastoril (Sudán)	C1	13,85	23,44	78,12	57,29	3,58
	C2	14,18	16,68	75,56	60,19	3,65
	C3	16,71	14,81	75,41	58,29	3,39
Talismán (Azucarado)	C1	13,21	19,75	76,09	56,52	3,31
	C2	12,91	17	76,81	60,16	3,46
	C3	14,52	14,19	72,38	59,77	3,21

Cuadro 9: Análisis de calidad de los cortes de forraje (Laboratorio de evaluación de calidad de forrajes y alimentos INTA EEA Bordenave).-

5.2.1. Proteína Bruta

Para la evaluación de la proteína se comparó dicho parámetro entre los materiales, y entre los cortes. Para el cálculo de proteína entre los híbridos, se tomó el promedio de los tres cortes realizados a cada material. No se encontraron diferencias significativas para la variable proteína entre los híbridos (Figura 11).

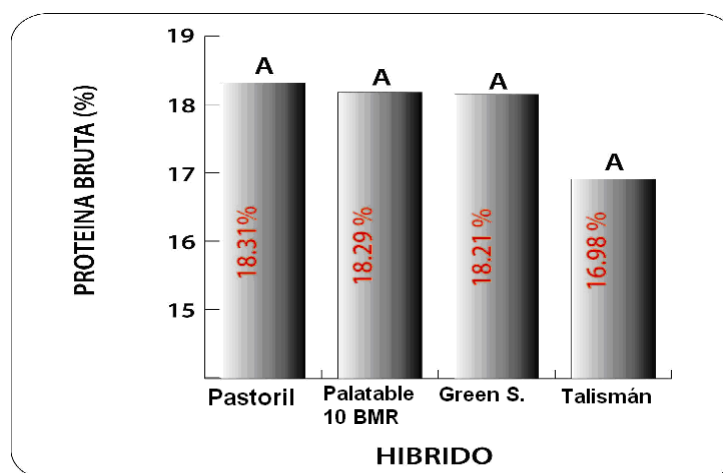


Figura 11: Análisis estadístico de Proteína bruta entre híbridos (%PB)

Sin embargo, en la PB entre cortes se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$), mostrándose una merma de la misma conforme a los cortes realizados (Figura 12).

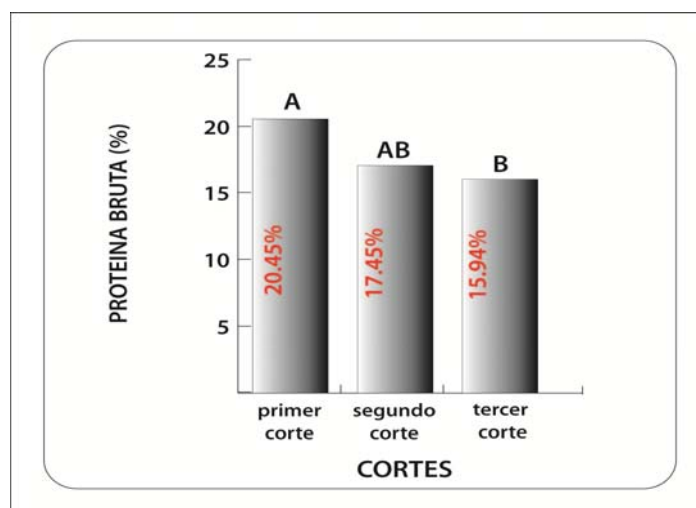


Figura 12: Análisis estadístico de Proteína bruta entre cortes (%PB)

5.2.2. Digestibilidad

Para la evaluación de la digestibilidad, también se comparó entre híbridos y entre cortes. Entre los híbridos (promedio de los 3 cortes) no se hallaron diferencias significativas en cuanto a la digestibilidad (Figura 13) -.

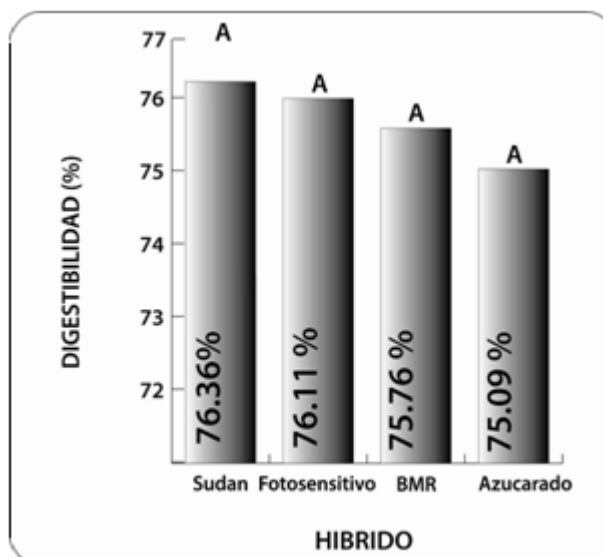


Figura 13: Digestibilidad entre híbridos (%DMS).-

Sin embargo se encontraron diferencias significativas en cuanto a digestibilidad entre los cortes (Figura 14).

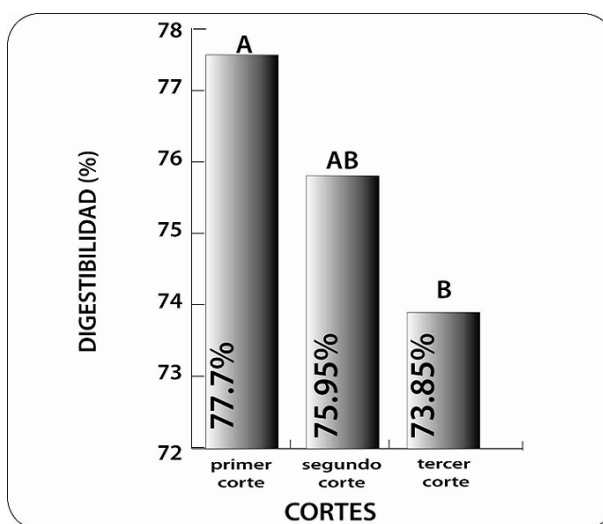


Figura 14: Digestibilidad entre cortes.-

5.2.3. Calidad del Acumulado

En el cuadro 11 se presentan los resultados de calidad del forraje acumulado:

Resultados del análisis laboratorio del forraje acumulado						
Material	MS (%)	N (%)	PB (%)	FDN (%)	DIVMS (%)	Lignina
Green Supremo (GSF)	31,86	0,91	5,69	59,54	56,4	4,2
Talismán (TA)	24,74	1,16	7,25	57,69	57,15	4,9
Pastoril (PS)	32,28	1,27	7,94	53,34	59,06	5,1
Palatable 10 BMR (BMRP)	30,78	1,09	6,81	49,93	63,17	3,8
Promedio	29,9	1,1	6,9	55,1	59	4,5

Cuadro 10: Resultados calidad del acumulado

Si se lo compara con respecto a los cortes, se puede observar que la proteína bruta es sensiblemente menor en el acumulado que en los cortes. También la digestibilidad se encuentra por debajo que el promedio de los cortes.

6. Discusión

Independientemente del tipo de sorgo, la mayor producción de forraje se dio en el manejo de un solo corte (Acumulado), superando al manejo de tres cortes. Sin embargo, hay que tener en cuenta que en el manejo de un solo corte se evidenciaron los valores más bajos en cuanto a PB y digestibilidad. Similares resultados se dieron en un ensayo en el campo anexo Cesáreo Naredo, partido de Guaminí, en la campaña 2007/08 (Coria et al, 2008).

Para poder visualizar mejor y comparar los resultados entre el manejo de tres cortes y el del acumulado, hay que tener en cuenta la materia seca digestible (resultado de la multiplicación de la MS por el coeficiente de digestibilidad). En el caso del manejo de tres cortes la producción de forraje promedio (de los 4 materiales) fue de 11163,25 Kg de MS y una digestibilidad promedio de 75,82%, dando 8463,9 Kg de MSD. Con el manejo de un solo corte (Acumulado), la producción de forraje promedio fue de 15632,7 Kg de MS y una digestibilidad promedio de 59%, dando 9223,3 Kg de MSD. Por lo tanto, aunque se ajuste la producción de forraje por el coeficiente de digestibilidad, el manejo de un solo corte se ubica por encima del manejo de varios pastoreos.

En cuanto a la producción de forraje total, la leve ventaja del material Azucarado podría deberse a que el sorgo se desarrolla bien en terrenos alcalinos, sobre todo las variedades azucaradas que exigen la presencia en el suelo de carbonato cálcico, lo que aumenta el contenido de sacarosa en tallos y hojas. Se adapta mejor a suelos profundos, sin exceso de sales, con buen drenaje, sin capas endurecidas, de buena fertilidad y un pH comprendido entre 6,2 y 7,8 (Infoagro, 2012). Los suelos en donde se hizo el ensayo responden a esas características, pudiendo llegar a beneficiar al material azucarado. Sin embargo, en la producción de forraje acumulado, el sorgo azucarado no es el de mayor producción, sino el material BMR fue el que logró la mayor producción de forraje, no coincidiendo

con la bibliografía. Era de esperarse que bajo este manejo de un solo corte, el material fotosensitivo fuera el que mayor rendimiento tuviera, o en todo caso el azucarado por las condiciones del suelo ya descritas. Esto podría deberse a un error experimental, o que las variedades estudiadas se comporten de una manera muy diferente según el manejo recibido.

Si nos referimos al estudio de los materiales en cada corte, se observó que en el segundo corte es cuando se manifiesta la mayor producción de MS, comparado con el primer y tercer corte, coincidiendo con ensayos de la zona, como Coronel Suarez, Barrow, Daireaux, etc. Es probable que las abundantes precipitaciones ocurridas durante enero (235 mm), sumado a una temperatura muy cálida y el desmalezado del remanente en el primer corte, hayan ayudado a tener un rebrote más uniforme y rápido, y por consiguiente mayor rendimiento en Kg de MS/Ha.

En cuanto a la PB entre los materiales, se concluye que no hubo diferencias significativas. Sin embargo se observa una merma de PB conforme a los cortes realizados. Estos resultados coinciden con la información de la bibliografía consultada. Esta merma de PB podría atribuirse a varios factores. Uno de ellos que hasta el primer corte la disponibilidad de nitratos haya sido mayor (barbecho, mineralización, humedad). Otro factor posible es que al envejecer la planta, su porcentaje de PB disminuye (Fernández Mayer, 2006). Si comparamos la PB entre los dos manejos distintos, se evidencia una diferencia de más de diez puntos de proteína a favor del manejo de varios cortes. Este dato será de suma importancia en el momento de la toma de decisiones por parte del productor, para saber en qué categoría animal ubicará cada manejo.

La digestibilidad entre híbridos en el método de varios cortes dio como resultado que no hubo diferencias significativas entre los híbridos. Este resultado llamó la atención porque se esperaba que el material BMR se distinguiera en este aspecto, ya que presenta entre un 30 y un 50% menos de lignina (componente de la pared celular totalmente indigestible por los rumiantes) en hojas y tallos, lo cual significaría una ganancia de hasta el 10% en la digestibilidad de la materia seca (Marinissen et al, 2009). Quizás la altura de corte (70-80cm) haya influenciado en que no se diferencien los materiales en cuanto a digestibilidad, ya que tenían una alta proporción de hojas tiernas. Esto se demuestra porque los niveles medios de lignina en todos los materiales fueron similares, y con ello la digestibilidad. Como era de esperarse, en el método de un solo corte (Acumulado) la digestibilidad bajó sensiblemente con respecto al otro manejo, y en este caso los resultados coincidieron con la bibliografía, el material BMR tiene mayor digestibilidad.

En la digestibilidad entre cortes se observa una disminución de la misma conforme a los cortes realizados, se le atribuye ese comportamiento al envejecimiento de las plantas.

Las condiciones edafo-climáticas en las que se desarrolló el ensayo fueron óptimas. Las precipitaciones ocurridas durante la campaña fueron superiores a la media histórica, superando los requerimientos de agua del sorgo (Infoagro, 2012), y el lote donde se sembró es un lote con aptitud agrícola y con un excelente nivel de nutrientes. Por lo tanto se debería repetir la experiencia en otras campañas y diferentes lotes para obtener datos más certeros.

7. Conclusiones

- Ante todo se debe aclarar que todos los resultados corresponden a los materiales comerciales evaluados (Palatable 10 BMR, Green Supremo, Pastoril y Talismán), no se aconseja generalizar.-
- Como resultado global, todos los híbridos demostraron un buen comportamiento en la producción de forraje y una excelente calidad (18% PB promedio en los tres cortes y 76 % de digestibilidad).
- La calidad que se obtuvo en los cortes periódicos fue superior a la obtenida en el forraje acumulado. En contraposición, el acumulado tuvo mayor rendimiento que los cortes periódicos.-
- El manejo aplicado en este ensayo (elección del potrero, de los híbridos comerciales, altura de corte y desmalezado post corte) permitió sostener una buena producción y calidad de forraje.
- Climáticamente la campaña durante la cual se realizó este ensayo fue muy favorable.-

7.1 Recomendaciones

- Manejo: Las pautas de manejo aconsejables son: **a)** Elección de un lote que tenga buenas aptitudes, en lo posible un lote con aptitud agrícola.-; **b)** Buen barbecho previo a siembra y la utilización de herbicidas residuales.-; **c)** Alturas de corte de 70-80 cm.; **d)** Desmalezado post corte para favorecer el rebrote.-
- Dependiendo de los requerimientos de la categoría de animales a la cual va a ser afectado ese sorgo, se definirá la estrategia de manejo (Acumulado o por cortes) más adecuada.

8. Anexo

8.1. Costos

Para la toma de decisiones en cuanto a un cultivo, es importante evaluar los costos de la semilla y el costo por Kg de MS producida. Los costos de laboreo fueron idénticos para todos los híbridos (Cuadro 12):

Costos siembra sorgo (en U\$s)	
Herbicidas (4l sulfosato+0,4 2,4 d 100%+2 kg atrazina)	33
Aplicación (2 pasadas)	13
Siembra	45
Total	91

Cuadro 11: Costos de siembra sorgo

Los precios de las semillas fueron tomados de tres agronomías diferentes, tomando como referente los sorgos forrajeros del tipo Sudán, Fotosensitivo, Azucarado y BMR, de primeras líneas, ya que no todas las agronomías venden materiales de los mismos semilleros.

El precio promedio por kilo de semilla de cada material fue:

- **Fotosensitivos:** U\$s 1.25
- **Azucarados:** U\$s 1.5
- **BMR:** U\$s 1.85
- **Sudan:** U\$s 0.75

A una misma densidad (30 plantas por metro cuadrado), y con sus diferencias del peso de mil semillas, el costo por hectárea de semilla fue de:

- **Fotosensitivo:** U\$s 8.25 (6.6 Kg/Ha)
- **Azucarados:** US\$ 9.9 (6.6 KG/Ha)
- **BMR:** US\$ 13.9 (7,5 Kg/Ha)
- **Sudan:** U\$s 3.8 (5.1 Kg/Ha)

Relacionando el rinde de cada uno (Kg de MS/Ha) con su costo (U\$s/Ha), se deduce el costo del Kg de materia seca (Cuadro 13):

Costo del Kg de MS			
Material	Costo por hectárea (U\$s)	Rendimiento (Kg de MS/Ha)	Costo por Kg de MS (U\$s)
GSF	99,25	10615	0,009349976
TA	100,9	11891	0,008485409
BMRP	104,9	11209	0,009358551
PS	94,8	10937	0,008667825

Cuadro 12: Costo del Kg de MS

8.2. Informe Estadístico

Se hará primero un análisis de la variable MS Total que es la suma de lo obtenido en los 3 cortes. Si se encuentran diferencias significativas se hace tanto una prueba DMS (ó LSD) de Fisher como un Tukey.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MSTot	16	0.66	0.57	3.59

Cuadro de Análisis de la Varianza

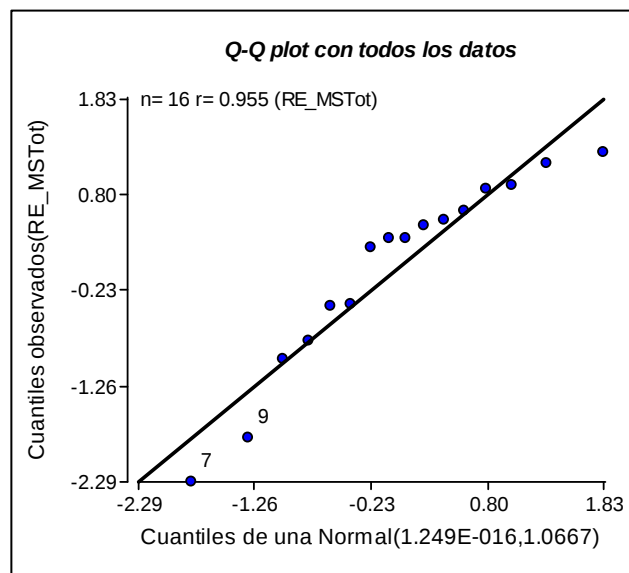
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3647579.69	3	1215859.90	7.64	0.0040
HIBRIDO	3647579.69	3	1215859.90	7.64	0.0040
Error	1908747.93	12	159062.33		
Total	5556327.62	15			

Conclusión: se detectan diferencias altamente significativas entre los híbridos para la variable MSTot.

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=837.33558

Error: 159062.3274 gl: 12

HIBRIDO	Medias	n	E.E.	
Azucarado	11891.33	4	199.41	A
BMR	10945.63	4	199.41	B
Sudan	10936.97	4	199.41	B
Fotosensitivo	10614.90	4	199.41	B



Q-Q plot de los residuales

Se aprecia que el gráfico no es bueno: la observación correspondiente a la parcela 3 de BMR tiene un residual grande.

Ante el hecho de que esta parcela tuvo problemas se hace el análisis sin ese dato.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MSTot	15	0.77	0.70	2.80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

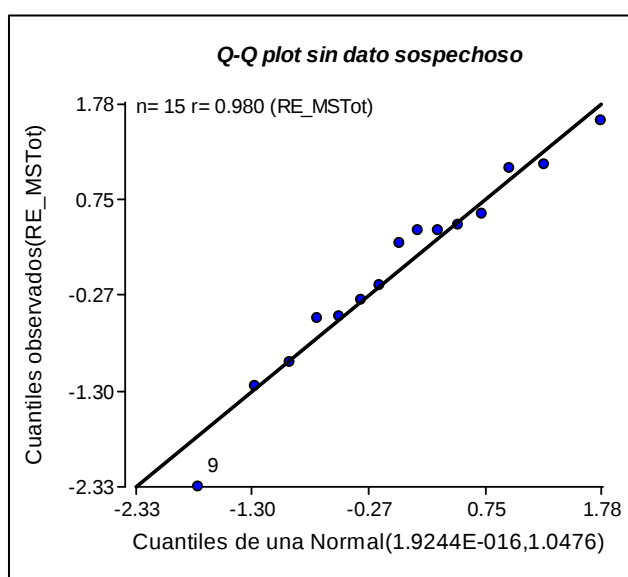
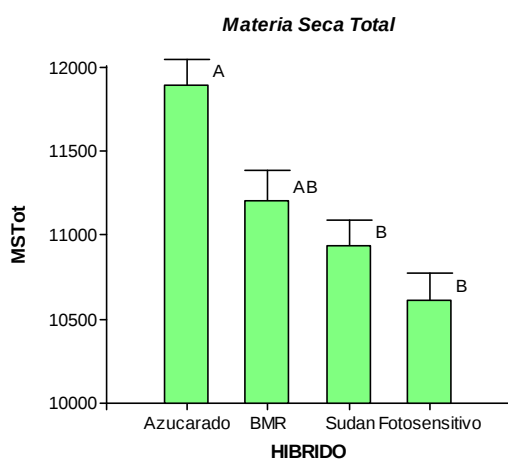
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3534292.38	3	1178097.46	12.10	0.0008
HIBRIDO	3534292.38	3	1178097.46	12.10	0.0008
Error	1071276.19	11	97388.74		
Total	4605568.57	14			

Conclusión: se detectan diferencias altamente significativas entre los híbridos para la variable MSTot.

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=769.27847

Error: 97388.7450 gl: 11

HIBRIDO	Medias	n	E.E.		
Azucarado	11891.33	4	156.04	A	
BMR	11209.81	3	180.17	A	B
Sudan	10936.97	4	156.04		B
Fotosensitivo	10614.90	4	156.04		B



Se observa que el gráfico es mejor. No muestra curvaturas. El dato 9 (parcela 1 de Fotosensitivo) tiene un residual un poco grande pero no afecta el resto. Tampoco hay razones previas para eliminar el dato.

8.3. Análisis de cada corte por separado

Primer Corte

El primer corte se analiza sin el dato sospechoso.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MS1	15	0.52	0.39	4.98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	197563.85	3	65854.62	4.01	0.0373
HIBRIDO	197563.85	3	65854.62	4.01	0.0373
Error	180555.40	11	16414.13		
Total	378119.26	14			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=315.81888

Error: 16414.1277 gl: 11

HIBRIDO	Medias	n	E.E.
BMR	2742.83	3	73.97 A
Fotosensitivo	2646.43	4	64.06 A
Sudan	2510.55	4	64.06 A
Azucarado	2437.10	4	64.06 A

Conclusión: El ANOVA detecta diferencias al 5% entre los híbridos. Sin embargo Tukey no detecta diferencias en las pruebas de a pares.

Segundo Corte

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MS2	16	0.68	0.60	4.91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1476003.00	3	492001.00	8.44	0.0028
HIBRIDO	1476003.00	3	492001.00	8.44	0.0028
Error	699784.46	12	58315.37		
Total	2175787.46	15			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=506.99935

Error: 58315.3717 gl: 12

HIBRIDO	Medias	n	E.E.	
BMR	5444.46	4	120.74	A
Sudan	4789.05	4	120.74	B
Azucarado	4755.18	4	120.74	B
Fotosensitivo	4697.20	4	120.74	B

Conclusión: El ANOVA detecta diferencias al 1% entre los híbridos. El test de Tukey detecta diferencias: BMR difiere de los 3 híbridos restantes.

Tercer Corte

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MS3	16	0.94	0.92	5.06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6043246.72	3	2014415.57	58.08	<0.0001
HIBRIDO	6043246.72	3	2014415.57	58.08	<0.0001
Error	416229.56	12	34685.80		
Total	6459476.28	15			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=391.01347

Error: 34685.7963 gl: 12

HIBRIDO	Medias	n	E.E.	
Azucarado	4699.05	4	93.12	A
Sudan	3637.38	4	93.12	B
Fotosensitivo	3271.28	4	93.12	B
BMR	3129.05	4	93.12	C

Conclusión: El ANOVA detecta diferencias con un error mucho menor al 1% entre los híbridos. Los resultados de Tukey detectan diferencias.

8.4. Proteína y Digestibilidad

Como no hay réplicas se analiza como un ANOVA de dos Factores (Híbrido y Corte) sin réplicas. Este análisis es válido siempre que no exista interacción. Se puede hacer una prueba de interacción suponiendo que ésta, de existir, es de tipo multiplicativa.

En todo caso se hacen pruebas de comparaciones múltiples entre híbridos en promedio sobre los cortes y entre Cortes, en promedio sobre los Híbridos.

PROTEÍNA

f. de v.	S.C.	g.l.	C.M.	F	p
Cortes	42.28081667	2	21.14040833	6.6186	0.0303
Híbridos	3.7538	3	1.251266667	0.3917	0.7637
Interacción	19.16465	6	3.194108333		
No Aditividad	0.235100261	1	0.235100261	0.0621	0.8131
Residual	18.92954974	5	3.785909948		
Total	65.19926667	11			

No hay evidencia de interacción ($p > 0.80$). No se detecta diferencia entre los híbridos ($p > 0.70$).

Hay diferencias significativas debidas a los cortes.

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=3.57065

Error: 3.1941 gl: 6

HIBRIDO	Medias	n	E.E.	
Sudan	18.31	3	1.03	A
BMR	18.29	3	1.03	A
Fotosensitivo	18.21	3	1.03	A
Azucarado	16.98	3	1.03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0.05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=3.09227

Error: 3.1941 gl: 6

CORTE	Medias	n	E.E.		
1	20.45	4	0.89	A	
2	17.45	4	0.89	A	B
3	15.94	4	0.89		B

Se detectan diferencias significativas en la Proteína entre el 1º y el 3º Corte.

DIGESTIBILIDAD

f. de v.	S.C.	g.l.	C.M.	F	p
Cortes	29.80845	2	14.904225	11.7957	0.0083
Híbridos	2.729825	3	0.909941667	0.7202	0.5755
Interacción	7.58115	6	1.263525		
No Aditividad	0.166618656	1	0.166618656	0.1124	0.7511
Residual	7.414531344	5	1.482906269		
Total	40.119425	11			

No hay evidencia de interacción ($p > 0.70$). No se detecta diferencia entre los híbridos ($p > 0.50$).

Hay diferencias altamente significativas debidas a los cortes.

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=2.24577

Error: 1.2635 gl: 6

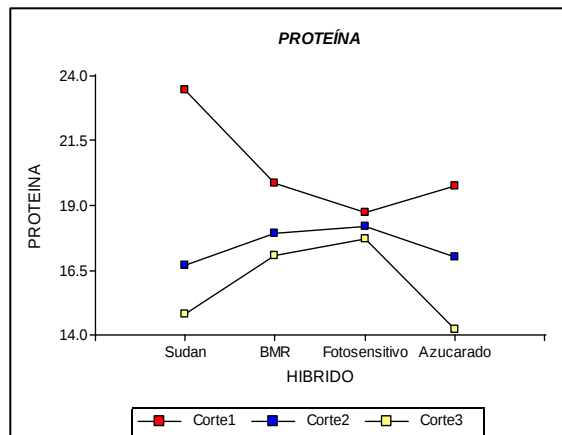
HIBRIDO	Medias	n	E.E.	
Sudan	76.36	3	0.65	A
Fotosensitivo	76.11	3	0.65	A
BMR	75.76	3	0.65	A
Azucarado	75.09	3	0.65	A

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.94489

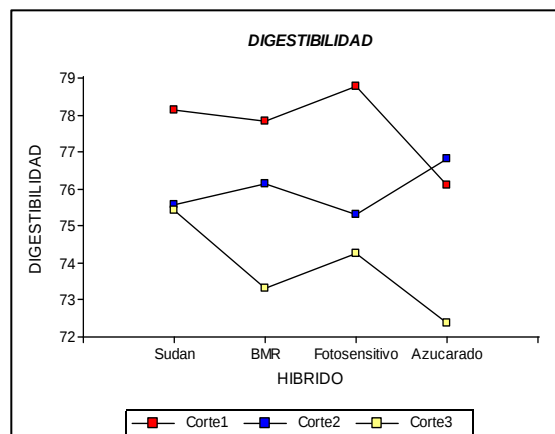
Error: 1.2635 gl: 6

CORTE	Medias	n	E.E.		
1	77.70	4	0.56	A	
2	75.95	4	0.56	A	
3	73.85	4	0.56		B

Se detectan diferencias significativas en la Proteína entre el 1º y 2º Corte respecto al 3º.



El test de Fisher para los híbridos se incluyó al sólo efecto de tener información de qué valores medios se están comparando, cuál es su Error Estándar y cuál sería la Diferencia Mínima Significativa (DMS) requerida para poder afirmar que hay diferencias.



8.5. Imágenes tomadas durante los trabajos del ensayo



Días previos al primer corte



Momentos antes del segundo corte



Crecimiento en 24 horas: Inmediatamente después de realizado el segundo corte, se registró una lluvia de 15 mm. 24 horas después, llamó la atención el crecimiento que habían tenido las parcelas en tan corto período de tiempo, que osciló entre los 8 y 10 centímetros.



Desmalezado de remanente en segundo corte. Se pueden apreciar los segmentos de parcelas reservados para el acumulado.



Días previos al tercer corte



Después del tercer corte se procedió a cortar el acumulado.

9. Bibliografía

Association of Official Analytical Chemist (1995). Official methods of analysis. 16th Ed. The Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, USA.

Carrasco, N.; Zamora, M.; y Melin, A. (2011). Manual de Sorgo.-1ª ed.- Chacra experimental Integrada Barrow: Ediciones INTA.- ISBN 978-987-679-071-0.

Chessa, A. (2013). Sorgo granífero. Disponible en:
http://www.todoagro.com.ar/documentos/2013/SorgoGranifero_AlbertoChessa.pdf

Coria, M.; Labarthe, F.; Pelta, H.; Zilio, J.; Lageyre, E.; González, G. (2008). Calidad de Sorgo como verdeo en Naredo. En: Sorgo en el Sur. Calidad Nutricional. Ediciones INTA, Argentina. Pag. 35-39.

Dragún, P.; Moreno, M. A.; Picasso, S.; Lardizabal, J.; Gatti, N.; Telechea, J. M.; Conti, A. (2010). Monitoreo y estudio de cadenas de valor ONCCA. Informe de sorgo. Pag.3. Disponible en:
http://www.agroconsultasonline.com.ar/documento.html/Informe%20de%20la%20cadena%20de%20valor%20del%20sorgo.pdf?op=d&documento_id=307.
Fecha de consulta: Abril 2013.

Fernández Mayer, A. E. (2006). La calidad nutricional de los alimentos y su efecto sobre la producción de carne y leche. Serie didáctica N 8. ISSN 0326-2626. 47 pp.

Fernández Mayer, A. E.; Coria, M.; Chiatellino, D. (2007). Engorde pastoril con sorgos nervadura marrón.

Infoagro (2012) El cultivo del sorgo. Disponible en:
<http://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/sorgo.htm> El cultivo del sorgo.
Fecha de consulta: Abril 2013.

Internacional Plant Nutrition Institute (2007). Requerimientos nutricionales de los cultivos. Archivo agronómico N 3. Disponible en:
[http://www.ipni.net/ppiweb/ltams.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/c7cae45a06ec30d803256b22006c3f4d/\\$FILE/aa3.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/ltams.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/c7cae45a06ec30d803256b22006c3f4d/$FILE/aa3.pdf).
Fecha de consulta: Abril 2013.

Mangado Urdaniz, J.; Azpilicueta Tanco, J.P. (2010). El sorgo, un cultivo forrajero de verano para la Navarra Atlántica. Revista Navarra Agraria, ISSN 0214-6401, número 178: 59-64.-

Marinissen J.; Melin A. A. (2009). Tipos de sorgo y valor nutritivo. En: Sorgo en el sur. Calidad Nutricional. Ediciones INTA, Argentina. Pag. 13.

Rearte, D. (2007). Distribución territorial de la ganadería vacuna. Programa Nacional de carnes. INTA, E.E.A. Balcarce.

Salazar Lea Plaza, J. C.; Moscatelli, G. (1985). Mapa de suelos de la provincia de Buenos Aires, INTA SAGPYA, Buenos Aires, Argentina.

Schild, E. I. (2012). Utilización de sorgo diferido como recurso invernadero en un rodeo de cría en el noroeste de la provincia de Buenos Aires [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en:
<http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/utilizacion-sorgo-diferido-recurso-invernadero.pdf>
Fecha de consulta: Abril /2013.-

Vallati, A. (2008). Hoja técnica: Cultivo de Sorgo, INTA, Argentina.