

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARACTERIZACIÓN DE SORGOS GRANIFEROS Y “*bmr*”
PARA ENSILAR

por

Alvaro **PEREGALLI DE PALLEJA**
Sebastián **COTA BASSO**

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el título
de Ingeniero Agrónomo

Montevideo
Uruguay
2006

Tesis aprobada por:

Director: -----
Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

Fecha : -----

Autor: -----
Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias que nos apoyaron durante toda la carrera, a la
Universidad de la República,

A todos los que colaboraron con la tesis de grado: el personal del

Laboratorio de Nutrición Animal, a José Salas (ayudante de la
Catedra de Lechería), a Dana Montedonico (Funcionaria de la Facultad de
Agronomía)

A los docentes

Muchísimas gracias

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1 EVOLUCION DEL AREA SEMBRADA DE MAIZ Y SORGO PARA ZAFRAS 2000-2005.....	2
2.2 FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO.....	6
2.2.1 <u>Factores de manejo</u>	6
2.2.2 <u>Efecto híbrido</u>	9
2.3 FACTORES QUE AFECTAN EL VALOR NUTRITIVO DEL ENSILADO.....	13
2.3.1 <u>El proceso de ensilado</u>	13
2.3.2 <u>Especie a ensilar</u>	19
2.3.3 <u>Efecto híbrido</u>	21
2.4 INDICADORES DE CALIDAD DE ENSILADOS.....	25
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	27
3.1 DESCRIPCION DE HIBRIDOS UTILIZADOS.....	27
3.2 DETERMINACIONES REALIZADAS EN LOS CULTIVOS.....	28
3.2.1 <u>Estimación de la población, rendimiento, composición morfológica de plantas antes de ensilar y obtención</u>	28
3.3 DETERMINACIONES RELIZADAS EN LOS ENSILADOS.....	30
3.3.1 <u>Medición del consumo y digestibilidad en capones</u>	30
3.3.2 <u>Análisis químicos realizados</u>	33
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	34
4.1 CARACTERIZACION DE CHACRAS Y TECNOLOGIA UTILIZADA POR LOS PRODUCTORES.....	34
4.2 RENDIMIENTO Y FACTORES QUE LO AFECTAN.....	36
4.2.1 <u>Altura, porcentaje de materia seca y población</u>	36
4.2.2 <u>Relacion entre población y rendimiento</u>	39
4.2.3 <u>Composición morfológica</u>	41
4.3 CALIDAD Y FACTORES QUE LO AFECTAN.....	45

4.3.1 <u>Composición química previo al ensilado</u>	45
4.3.2 <u>Composición química de los ensilados</u>	47
4.3.3 <u>Indicadores de conservación de ensilados</u>	49
4.4 VALOR NUTRITIVO DE LOS ENSILADOS.....	51
4.4.1 <u>Efecto del momento de corte</u>	53
4.4.2 <u>Efecto población</u>	55
4.4.3 <u>Relación entre DMO y DFDN</u>	56
4.4.4 <u>Relación entre LDA y DMO</u>	57
4.4.5 <u>Efecto del porcentaje de grano</u>	58
5. <u>CONCLUSIONES</u>	59
6. <u>RESUMEN</u>	61
7. <u>SUMMARY</u>	63
8. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	65
9. <u>APÉNDICE</u>	69

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Efecto de corte, altura, porcentaje y producción de materia seca para primer corte y rebrote, en los distintos momentos de cosecha.....	8
2. Comportamiento productivo y partición promedio de la MS de distintos cultivares.....	9
3. Comportamiento productivo y partición promedio de la MS de distintos cultivares de sorgo 2002-2003.....	10
4. Resumen de la evaluación de cultivares sorgo granifero según año.....	10
5. Evaluación de cultivares con destino forrajero según año.....	11
6. Valores de calidad de los ensilados confeccionados con los distintos tipos de sorgos forrajeros según momento de corte.....	15
7. Composición química y capacidad buffer de los cultivos forrajeros típicos.....	20
8. Digestibilidad “in vivo” de MO y FDN para diferentes híbridos de sorgo.....	21
9. Calidad de sorgo convencional y sorgo “bmr”.....	22
10. Calidad de planta entera sorgo “bmr” y no “bmr”.....	22
11. Características fermentativas y calidad del silaje de cultivares de sorgo.....	24
12. Características fermentativas y calidad de ensilados de cultivares de sorgo 2003.....	24
13. Indicadores de calidad.....	25
14. Parámetros relacionados con la composición química.....	26
15. Descripción de Materiales.....	27
16. Identificación de los materiales.....	28
17. Análisis y métodos utilizados por el laboratorio de nutrición animal.....	33
18. Tecnología aplicada por los productores.....	34
19. Descripción de materiales al momento de cosecha.....	36
20. Composición morfológica según híbrido.....	41
21. Composición química de los cultivares previo al ensilado.....	45
22. Composición química de los ensilados.....	47

23. Indicadores de calidad de ensilados.....	49
24. Acidez y porcentaje de MS promedio.....	50
25. Digestibilidad y consumo en capones.....	51
26. Correlacion entre MS y DMO.....	54

Figura No.	Página
1. Area sembrada de maíz según zafra.....	3
2. Area sembrada de sorgo según zafra.....	4
3. Evolución del área sembrada de materiales que presentan “gen bmr” y que no presentan el “gen bmr” para el período 2002-2005.....	5
4. Influencia del contenido de grano en la DivMS (digestibilidad “in vitro” de la materia seca) para sorgos “bmr” y no “bmr”.....	23
5. Relación entre población y rendimiento de materia seca para sorgo granifero.....	39
6. Relación entre población y rendimiento para sorgos BMR silo.....	40
7. Relación entre rendimiento y población para Dairy Master.....	40
8. Composición morfológica de las plantas a cosecha para Sorgo Granifero.....	42
9. Composición morfológica de las plantas a cosecha para BMR silo.....	43
10. Composición morfológica de las plantas a cosecha para Dairy Master.....	44
11. Relación entre Materia Seca (MS%) de los ensilados y la Digestibilidad de la Materia Orgánica (DMO%).....	53
12. Relación entre población y digestibilidad de la materia orgánica (DMO%).....	55
13. Relación entre DMO y DFDN.....	56
14. Relación entre LDA y DMO.....	57
15. Relación entre panoja (%) y digestibilidad de la materia orgánica (%) para sorgo granífero y materiales con “gen bmr”.....	58

1. INTRODUCCIÓN

La realización de reservas forrajeras es una de las prácticas más comunes cuyo fin es asegurar una alta y estable producción en establecimientos lecheros y ganaderos.

La siembra de cultivos estivales incluye en la mayoría de los sistemas de producción a especies gramíneas como maíz y sorgo.

La utilización de cultivos de verano con destino a la conservación permite obtener un silo de calidad y altos volúmenes por superficie de MS digestible, manteniendo la carga animal y aumentar los litros de leche por hectárea en épocas de déficit forrajero.

Actualmente se observa una sustitución del ensilado de maíz por el silo de sorgo ya que tiene muchas ventajas competitivas debido a su rusticidad, alta producción de MS por superficie, menor costo de instalación y mayor estabilidad productiva entre años.

Este trabajo tiene como objetivo describir y caracterizar distintos materiales de sorgos forrajeros y graníferos con destino ensilado.

Se debe resaltar que no es un muestreo representativo en términos de suelo, condiciones de siembra, manejo en general, etc. Si no que es un relevamiento de los cultivos en las condiciones particulares de cada chacra.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

El sorgo surge como alternativa forrajera debido a su particularidades una especie C4, característica que le confiere mas eficiencia fotosintética, el punto de saturación lumínica es mas alto que en las C3. Presenta excelente macollaje teniendo por ello gran poder de compensación a perdidas de población ante reiterados pastoreos o problemas de siembra. Tienen diversos mecanismos que le dan gran capacidad de tolerancia a periodos de déficit hídricos.

Existe gran oferta de materiales en el mercado híbridos y variedades:

Híbridos Graníferos: Sorgo Bicolor x Sorgo bicolor

Híbridos forrajeros: Sorgo Sudanensis x S. Bicolor, S. Sacharatum x S. Bicolor

Variedades: S. Sudanensis

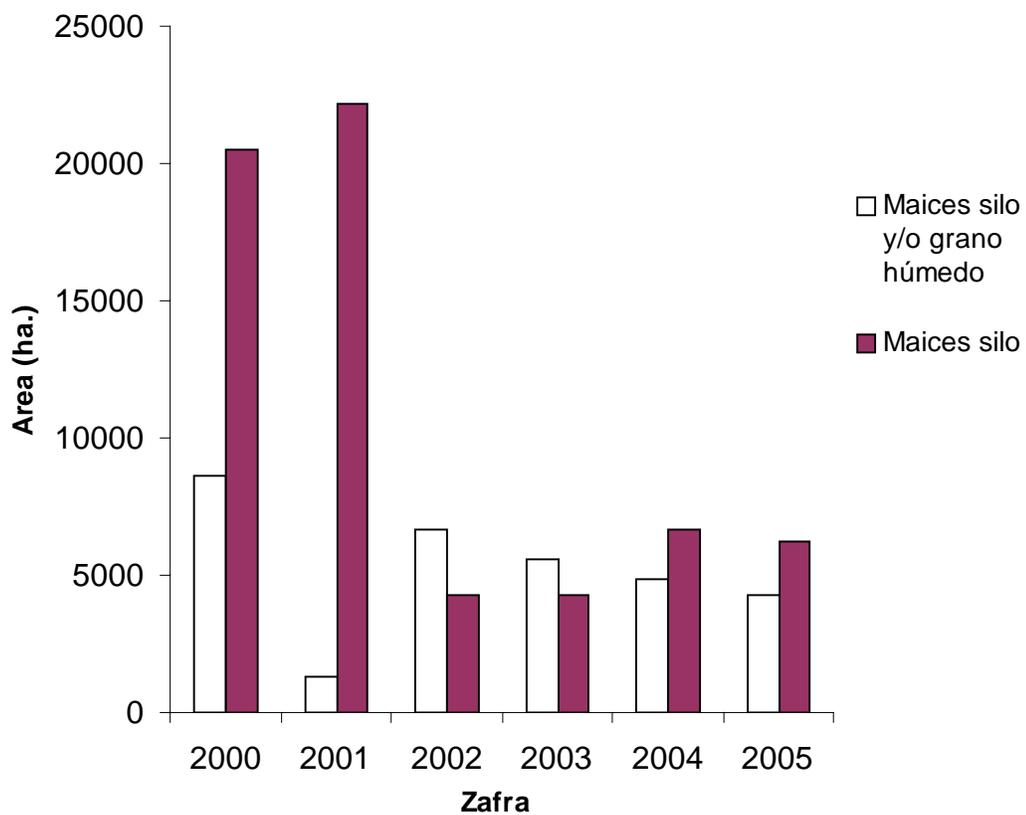
Estos materiales se pueden presentar con o sin gen *bmr* (brown midrib)

Los sorgos híbridos “*bmr*” presentan una pigmentación marrón rojiza en la nervadura central de la hoja y medula del tallo asociado con los tejidos lignificados, a partir del estado de cinco hojas expandidas. En sorgo se han identificado diecinueve mutantes *bmr* en progenies, algunas de las líneas que tienen el mutante presentan menor lignina y/o una mayor digestibilidad “in vitro” de la pared celular (Barrier et al., 2003).

2.1 EVOLUCION DEL AREA SEMBRADA DE MAIZ Y SORGO PARA ZAFRAS 2000-2005

En las figuras N°1, 2 y 3 se observan los datos obtenidos a partir de información brindada por la empresa Prolesa de los ultimos 5 años, la cual le vende semilla al 70% de los productores que remiten a Conaprole.

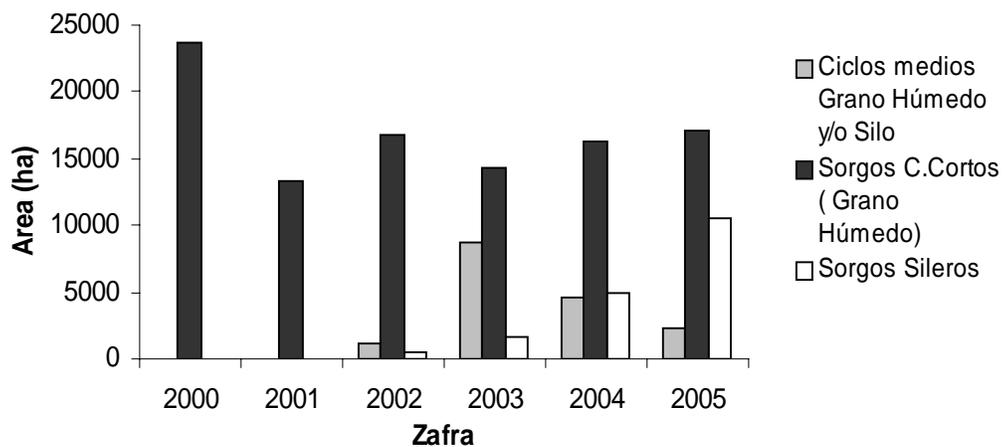
Figura 1: Area sembrada de maíz según zafra



Como se aprecia en la figura N°1 vemos que la superficie sembrada de maices para silo tuvo una caída importante en los últimos años la cual disminuyó unas 15000 Há en las últimas zafras. Para maíces silo y/o grano húmedo la caída en área sembrada no es tan marcada.

En la figura N°2 nos muestra la evolución del área sembrada por los productores en el período comprendido entre el 2000 y el 2005.

Figura 2: Área sembrada de sorgo según zafra.

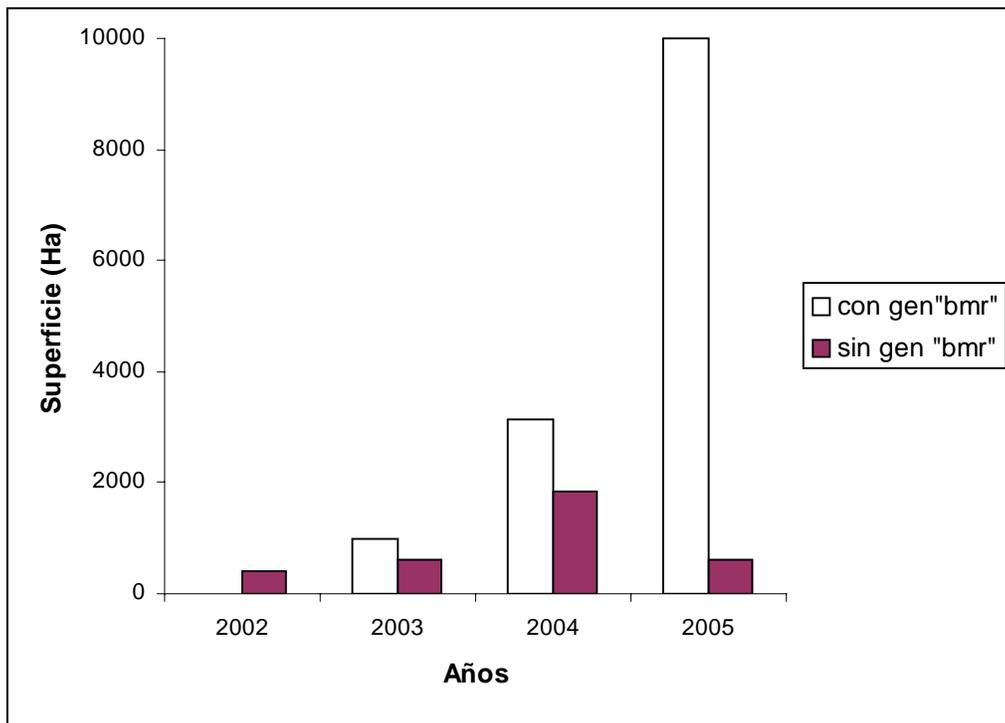


Para los sorgos de Ciclos Cortos (grano húmedo) observamos oscilaciones en el entorno de las 15.000Há posterior a un descenso del área entre el año 2000-2001 de aproximadamente 9000Há.

A partir de la zafra 2002 vemos un incremento del área sembrada de los Sorgos de ciclo medio hasta la zafra 2003, posteriormente se da el descenso de estos cultivares, el aumento del área es constante para los Sorgos Sileros hasta la última zafra en estudio.

La figura N°3 muestra la evolución del área sembrada por los productores que utilizan las semillas vendidas por PROLESA de materiales que contienen el “*gen bmr*” y materiales que no contienen el “*gen bmr*” en el periodo comprendido entre los años 2002 y 2005 inclusive.

Figura 3: Evolución del área sembrada de materiales que presentan “*gen bmr*” y que no presentan el “*gen bmr*” para el período 2002-2005



En la figura N°4 se observa un incremento importante en el área sembrada de los materiales con “*gen bmr*” y una disminución del área que corresponde a Híbridos que no contienen “*gen bmr*”; así también la tendencia es aumentar la superficie sembrada.

2.2 FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO

2.2.1 Factores de manejo

Densidad de siembra

Ha sido demostrado que la densidad de siembra es un factor de trascendencia para el cultivo de sorgo graníferos en las condiciones de producción con que se desarrolla a nivel nacional.

Capurro y Diaz (1976) determinaron incrementos de rendimiento de grano hasta densidades de 340.000 a 450.000 pl./ha. Labella (1976) demostró en base a un ensayo realizado en Tacuarembó, sin variar la distancia entre hileras, observó respuesta en el rendimiento al aumento de la población hasta 420.000 pl./Há.

Estudios realizados por Carrasco y Shevzov (1981) demostraron que existen aumentos importantes de rendimiento en grano comparando una siembra de 450.000 plantas por Há. contra una de 250.000 en dos situaciones de fertilidad, época de siembra y enmalezamiento diferentes.

Antelo y Mermot (1988) demostraron que existe una asociación directa entre densidad y rendimiento de grano independientemente del efecto de otros factores de producción. Con una densidad de 140.000 pl/ha. se obtuvo un rendimiento en grano de 5.500 Kg./ha. mientras que con 240.000 pl/ha. el rendimiento fue 7.200 Kg./ha. Por encima de las 210.000 pl/ha el rendimiento siguió en aumento al incremento de densidad, pero de una forma no tan marcada, probablemente por encima de 210.000 plantas comienzan a incidir con mayor peso en la determinación del rendimiento otros factores como agua, fertilidad, distancia entre hileras etc.

El cultivo de sorgo *bmr* responde mejor a bajas densidades por dos razones, le permite flexibilidad a la planta y los tallos son más gruesos lo que le da una mayor fortaleza para mantener la panoja. Las recomendaciones de densidad de población por parte de técnicos y empresas que comercializan estos híbridos son de 150.000 plantas por hectárea.

Los cultivos de sorgo “*bmr*” tienen una alta calidad en el tallo, esto no ocurre con los sorgos normales, en las mutaciones “*bmr*”, la reducción en la concentración de lignina varía entre un 5-51% en los tallos y entre un 5-25% en las hojas, por lo tanto tener tallos gruesos no ocasiona una merma en la calidad del forraje producido como ocurriría en sorgo granífero. No siendo así en el caso de los sorgos normales (Berotia, 2003).

Fecha de siembra

Por ser plantas de origen tropical requiere calor para su germinación y crecimiento. Para esto requiere de una temperatura mínima del suelo de 15.5 °C, la temperatura del suelo a una profundidad entre 5 y 10cm debe ser mayor a 16 °C durante siete días aproximadamente (Melchor, 1997). En cambio estudios realizados por Comeron et al. (2002) demostraron que la temperatura mínima del suelo para germinación debe ser al menos 18C° a cinco centímetros de profundidad. Siembras muy tempranas alteran el crecimiento y el tiempo a floración, se acorta la etapa vegetativa por lo tanto disminuye el rendimiento, en siembras tardías las plantas alargan los entrenudos entonces el riesgo de vuelco o quebrado es mayor, afectando el rendimiento de sorgos forrajeros BMR.

O'Brien Fernandez y Willebald Hernandez (1996) determinaron que la temperatura del suelo afectó el crecimiento y desarrollo fenológico de las plantas, presentando mayor crecimiento y desarrollo las plantas que crecieron sobre suelo caliente.

Momento de cosecha

Smith (1986) demostró que el contenido de materia seca de la planta aumenta al pasar el grano de estado lechoso a estado duro. La producción de grano en porcentaje de materia seca también se ve incrementada al avanzar el estado de madurez.

Evaluaciones realizadas muestran el efecto del momento en tres instancias diferentes de cortes para el rendimiento de dos sorgos forrajeros: corte temprano (26 de enero, vegetativo), corte medio (19 de febrero, florecido) y corte tardío (15 de marzo, grano pastoso duro).

Como se puede observar en el cuadro N°1, el porcentaje de materia seca fue muy bajo en el corte temprano (media de 13.1 %), medio en el de febrero (21.0 %) y más alto en el tardío (27.6 %).

Cuadro No. 1: Efecto de corte, altura, porcentaje y producción de materia seca para primer corte y rebrote, en los distintos momentos de cosecha.

	PRIMER CORTE		REBROTE			
			Rendimiento			
Tipo de Sorgo	Alt. (m)	MS (%)	MS (Kg./ha)	MS (%)	MS (Kg./ha)	Total (Kg./ha)
AZUCARADO						
Temprano	1.43	12	5265	29.2	6364	11629
Medio	2.03	20	11122	22.8	3440	14562
Tardío	2.17	27.9	17449	17.1	731	18118
NERVADURA MARRON						
Temprano	1.42	16.5	6991	31.8	5655	12646
Medio	1.87	23.9	12233	23.9	3254	15487
Tardío	1.95	33.6	24750	20.8	519	25699

Fuente: INTA (2002)

La confección del ensilado en momentos de corte tempranos impiden una adecuada fermentación. El rendimiento en kilogramos de materia seca obtenida en el rebrote varió en función del genotipo y de la fecha en que se realizó el primer aprovechamiento. En conclusión, en todos los casos evaluados la producción de los cortes tardíos fue superior a la que se obtuvo en dos cortes (primer corte mas el rebrote). Lo que pone de manifiesto que al cortar más de una vez se produce una menor cantidad de materia seca que cuando se hace un solo corte con el material maduro, a la vez que se aumentan los costos de confección (hay que picar dos veces la misma superficie).

2.2.2 Efecto híbrido

Evaluaciones de cultivares

Díaz et al. (2002) realizaron evaluaciones con 16 materiales de los cuales 12 eran graníferos y el resto forrajeros, dentro de los forrajeros se evaluó el híbrido Dairy Master el que contiene el “*gen bmr*”.

Cuadro No. 2: Comportamiento productivo y partición promedio de la MS de distintos cultivares

	Altura (cm)	Kg. de Materia Verde/Há	Kg. de MS/Há	Grano (Kg. MS/Há)	Grano (% Kg. MS Total)	Hoja (%)	Tallo (%)
Dairy Master n=1	222	68611 ₀	1799	2235	12	32.9	40.4
Media de Graníferos n=12	133	44738 ₇	1533	5330	35	33	18,3
Media general n=16	142	46230 ₃	1550	5136	33,6	33	18,7
CV (%)		11,3	16,4	18,9	12,5	6,2	9,4

Fuente: INTA (2002)

El cultivar forrajero silero (DM) presento un máximo aporte de tallo (40%) y un mínimo de panoja (12% Kg. MS total).

En los graníferos el mayor aporte al total de MS lo constituye el grano (35%), seguido de la hoja (33%) y tallo (18.3%).

Cuadro No. 3: Comportamiento productivo y partición promedio de la MS de distintos cultivares de sorgo 2002-2003

	Altura (cm.)	Biomasa Total		Grano	Grano
		(Kg. MV ha-1)	(Kg. MS ha-1)	(Kg. MS ha-1)	(%/ Kg. MS total)
Media Graníferos n=12		56218	19477	8720	45
Media Sileros n=4		84323	24362	2710	11
Media n=16	173	62135	20506	7455	38
CV (%)		8.8	8.4	9.4	11

Fuente: INTA (2003)

Como apreciamos en el cuadro N°3 los rendimientos de los sorgos sileros fueron muy superiores a los rendimientos de sorgo para grano y en estos últimos el aporte de grano al rendimiento fue mucho mayor.

Evaluación de cultivares de sorgo granifero y forrajero 2001/2005 INIA La Estanzuela

Cuadro No. 4: Resumen de la evaluación de cultivares sorgo granifero según año.

	2001- 2002	2002- 2003	2003- 2004	2004- 2005	Prom.	Desvío STD	C.V.
Ciclo a Floración	75	s/d	76	70	73,7	3,2	4,4
Rend. Grano (Kg. MS)	7613	6856	7927	6510	7226,5	568,1	7,9

En el cuadro N°4 se observó que el ciclo a floración es muy estable entre años y es de las variables que se sabe tienen muy poca variación.

Cuadro No. 5: Evaluación de cultivares con destino forrajero según año

	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	Prom.	DESV-ESTD	C.V.
Altura de Planta	2,65	1,84	1,89	1,26	1,91	0,5	25,9
Ciclo a Floración	77	78	80	83	79,5	2,3	2,9
Rend. Forraje Kg. MS/ha	14935	15833	21336	13565	16417	2952,5	18,0

Como se observa en el cuadro N°5 para la variable altura evaluada en el periodo bajo estudio para sorgos forrajeros la variación entre años es alta igual que el rendimiento donde los kilos de materia seca entre años son bastante variables (2003-2004 fue una temporada excelente para los cultivos de verano).

El vuelco en los sorgos “bmr”

Cuando hablamos de vuelco sólo consideramos a los sorgos “*bmr*” para silo, los cuales tienen una altura que va de los 2 a 3,2 mt., los sorgos “*bmr*” forrajeros por su estructura y manejo no tienen este problema.

El rasgo del “*bmr*” está asociado con una reducción en el contenido de lignina en la planta. Los niveles de lignina se incrementan a medida que ésta maduran, proporcionando estructuras o "resistencia al vuelco".

Los puntos clave para evitar el vuelco son los siguientes:

- Densidad

Altas densidades de siembra provocan en las plantas un alargamiento de entrenudos, quedando el tallo más delgado; como consecuencia el riesgo de vuelco será mayor que siembras a densidad recomendada.

-Fechas de siembra

La temporada de la fecha de siembra radica en que cuanto más la retrasamos las plantas comienzan a aumentar el largo de los entrenudos reduciendo el grosor de los tallos y floreciendo a una altura mayor que un sorgo sembrado en épocas tempranas. Retrasar la siembra implica mayor riesgo de vuelco.

-Momento de picado

Es muy importante el momento óptimo de cosecha cuando trabajamos con materiales de sorgos para silos, donde se pretende lograr un alto volumen de masa verde.

El mayor riesgo de vuelco tanto en sorgos normales como “*bmr*” se produce en la etapa de grano pastoso duro, es importante evitar llegar a este periodo por dos motivos. Se produce el llenado fisiológico, en esta etapa la panoja alcanza un máximo peso por lo tanto es el momento de mayor riesgo de vuelco.

Si bien el sorgo “*bmr*” mantiene su calidad puesto que la lignina no aumenta, la mejor relación volumen/calidad se logra en estado lechoso/pastoso. Peor, si bien conocemos el momento exacto de picado, no siempre tenemos la posibilidad de estar con las máquinas en el momento justo (Ustarroz et al., 1997).

En caso de que esto ocurra, podemos disminuir el riesgo de vuelco utilizando “blend”. El “blend” se hace mezclando un sorgo para silos con un sorgo forrajero, este último actúa de reparo del sorgo silero, de esta manera se produce un buen volumen de pasto y de mejora la calidad del silo, la mezcla que se recomienda es 2:1, dos silero “*bmr*” y una de forrajero (deben mezclarse las semillas antes de colocarlas en la sembradora). Esta es una alternativa para disminuir el riesgo de vuelco en caso de que el momento de corte sea posterior al óptimo, aquí debemos tener en cuenta que la calidad será inferior (Ustarroz et al., 1997).

2.3 FACTORES QUE AFECTAN EL VALOR NUTRITIVO DEL ENSILADO

2.3.1 El proceso de ensilado

La fermentación depende de decisiones y prácticas implementadas antes y durante el proceso de ensilaje. Los factores de manejo primarios que están bajo el control del productor son:

- estado de madurez del cultivo al momento de cosecha.
- tipo de estructura de almacenamiento utilizada y los métodos de cosecha y suministro.
- tamaño de picado, llenado compactado y sellado, pérdidas del ensilado

Teniendo en cuenta detalles como la velocidad de cosecha, contenido de humedad, tamaño de picado, compactación y distribución del ensilado, se puede llegar a ejercer gran influencia sobre el proceso de fermentación y las pérdidas de almacenamiento. Fermentaciones eficientes garantizan un alimento más palatable y digestible, lo cual tiende a optimizar el consumo de MS y, por ende, la performance animal.

Los microorganismos aeróbicos crecen sobre el forraje durante los estados tempranos de la fermentación. Las reacciones aeróbicas ocasionan un exceso de calor en el silo, requiriéndose, por lo tanto, un ensilado rápido y un tapado adecuado, para excluir lo más pronto posible el aire presente. Al desaparecer el aire del silo y establecerse las condiciones de anaerobiosis (falta de oxígeno) se favorece el desarrollo de las bacterias anaeróbicas benéficas.

En primer lugar, las bacterias productoras de ácido acético disminuyen bruscamente el pH e incrementan la acidez del silaje. Al mismo tiempo, las bacterias productoras de ácido láctico se multiplican rápidamente y tienden a dominar la fermentación. Estas bacterias disminuyen aún más el pH (alrededor de 4), inhibiendo así el crecimiento microbiano y lográndose condiciones óptimas para la preservación del forraje.

Estos procesos llevan de una a tres semanas, dependiendo del cultivo que va a ensilarse. En este momento, el contenido de ácido láctico puede llegar a representar el 6% o más de la MS del silo.

Un silaje de calidad se logrará cuando el ácido láctico predomine sobre el resto de los ácidos formados, debido a que la láctica es la fermentación ácida más eficiente y la que disminuye el pH del silo con mayor rapidez. Cuanto más rápido se complete la fermentación, mayor cantidad de nutrientes se logrará retener en el silo.

Efecto del momento de cosecha la composición química y digestibilidad

Smith (1986) demostró en su trabajo que el estado de madurez afectó el valor nutritivo del ensilado de nueve sorgos graníferos, en estado lechoso del grano los ensilados presentaron los mayores contenidos de proteína cruda y fibra detergente ácido

El contenido de MS del material ensilado es frecuentemente la principal limitante de la preservación satisfactoria del forraje. Niveles muy bajos de materia seca (aproximadamente 15%) dificultarán la compactación rápida de la masa ensilada, los excesos de agua serán un obstáculo sobre el proceso de fermentación y acidificación del material, diluyendo los ácidos formados y extendiendo con ello el proceso fermentativo. El lento descenso del pH de una masa ensilada con exceso de humedad favorecerá la intervención de microorganismos poco deseables en la fermentación, como las bacterias formadoras de butírico, Clostridium y otras (Ustarroz et al., 1997).

Una apropiada madurez asegura el suministro de una adecuada cantidad de azúcares fermentables para las bacterias del silo y el máximo valor nutritivo para la óptima alimentación del ganado. La madurez también tiene un gran impacto sobre la humedad en los cultivos que no se preorean, como el maíz.

En el siguiente cuadro se muestran los resultados obtenidos de una evaluación de dos tipos de sorgos forrajeros cortados en tres momentos distintos, temprano (26 de enero, vegetativo), medio (19 de febrero, florecido), tardío (15 de marzo, grano pastoso duro) (Romero et al., 2002). La siembra se realizó el 11 de noviembre, con una distribución de 70cm. entre Hileras y 17 semillas/metro lineal. Los genotipos utilizados fueron, Azucarado (Beef Builder), Nervadura Marrón (baja lignina, experimental).

Cuadro No. 6: Valores de calidad de los ensilados confeccionados con los distintos tipos de sorgos forrajeros según momento de corte

Tipo de Sorgo	%					
	MS	PB	FDN	FDA	DIVMS	pH
AZUCARADO						
Temprano	13.1	12.1	63.1	38.5	58.9	4.8
Medio	21.3	10.3	63.3	35.2	61.5	4.1
Tardío	26.9	9.1	51.1	30.2	65.4	3.9
NERVADURA MARRÓN						
Temprano	15.3	13.9	64.7	36.8	60.2	4.5
Medio	23.5	9.7	56.8	32.0	64.0	3.8
Tardío	37.2	7.8	49.9	30.7	64.0	4.1

Fuente: Romero et al. (2002)

La calidad de la planta varía entre genotipos y momentos de corte. El contenido de PB fue más alto en el corte temprano y más bajo en el medio y tardío. Los valores de FDN, FDA y digestibilidad mejoraron en el corte más tardío tanto en el caso de los azucarados y nervadura marrón. En los cortes tempranos se presentaron valores bajos de MS y una mala conservación por el alto pH.

Tamaño de picado del forraje

El tamaño de las partículas del material cosechado es otro factor que afecta el ensilado, debido a que un picado más fino facilita la disponibilidad de los carbohidratos fermentables celulares del forraje para el medio fermentativo microbiano. Adicionalmente, la compactación será también más efectiva cuando el forraje sea finamente picado, en comparación con trozados más gruesos o forrajes ensilados sin picar.

Cabe considerar, no obstante, que el tamaño del picado reduce su importancia cuando se trata de ensilajes con bajo contenido de MS. La longitud de picado más conveniente es de alrededor de 6 a 12 mm, dependiendo del cultivo, de la estructura de almacenamiento y de la proporción de silo en la ración (Ustarroz et al., 1997).

Un tamaño de picado muy grande dificultará la compactación, quedando de este modo mayor cantidad de oxígeno atrapado en la masa del forraje, generando finalmente, como resultado, un incremento en la temperatura y el desperdicio.

A menos que el material a ensilar esté muy seco, la malla de repicado no es, en general, recomendable, dado que aumenta los requerimientos de potencia y hace más lenta la cosecha. Picados demasiado finos pueden producir algunos trastornos en los animales, como menor salivación, dificultades en la rumia y acidosis. Un tamaño uniforme de partículas del material a ensilar facilita la compactación y la obtención de una buena anaerobiosis

Llenado, compactado y sellado

El cultivo debe ser cosechado y almacenado en el silo lo más rápido posible.

Es necesario conseguir una pronta eliminación de aire de la masa ensilada, para limitar el proceso de respiración inicial y evitar fermentaciones aeróbicas putrefactivas del forraje, que derivan en pérdida de material por descomposición.

Un llenado prolongado puede resultar en una excesiva respiración y, por lo tanto, incrementar las pérdidas del silaje. El compactado debe realizarse inmediatamente cuando el material es almacenado en silos bunker. Las ruedas del tractor son las más utilizadas para el pisado, debido a que ofrecen mayor peso por unidad de superficie en relación a otros rodados.

Para una adecuada preservación del ensilaje durante largos períodos, éste debe aislarse del ambiente atmosférico. Esto se consigue procurando la impermeabilidad de las paredes y colocando cubiertas sobre el mismo. El silo puede ser tapado con una cubierta que quede en estrecho contacto con el material, para prevenir la penetración de aire y lluvia dentro del silaje. Un plástico de buena calidad, cubierto con neumáticos en

desuso, provee en general un adecuado sellado. Cuando el silaje se almacena en bolsas, los problemas de llenado, compactado y sellado, prácticamente no tienen relevancia.

Pérdidas del ensilado

Entre la cosecha del forraje y su utilización como ensilaje para el ganado ocurren inevitablemente pérdidas, que son particularmente variables y dependen de diversos factores. Se pueden clasificar en: pérdidas de campo, mecánicas, bioquímicas, por oxidación, fermentativas y por lixiviado.

Pérdida de campo: al cosechar mecánicamente la pastura, pequeñas partículas de forraje pueden quedar en el suelo. Esto sumado al residuo en pie de las plantas cortadas, podría denominarse "pérdida de campo".

Por otra parte, si se procede al preoreo del forraje, intervienen tres tipos de pérdidas: mecánicas; bioquímicas (derivan de la respiración y otros procesos enzimáticos en la planta después del corte, dependiendo del contenido de humedad del forraje y el tiempo de permanencia del mismo en el campo); de lavado o lixiviación (producida por la lluvia, por lixiviación de los nutrientes solubles del forraje).

Pérdidas de oxidación: una vez ingresado el material al silo, la presencia de oxígeno resultará en pérdidas de oxidación, por los siguientes conceptos: respiración a base de oxígeno atrapado en la masa (pueden ser mínimas, si se consigue confeccionar los ensilajes rápidamente y, al mismo tiempo, compactarlos y sellarlos adecuadamente o embolsarlos); descomposición del material por ingreso de aire (fenómeno que ocurre principalmente en las orillas y superficie del silo) y acción del aire sobre el ensilaje ya expuesto, después de abrirlo.

Entre las pérdidas oxidativas, la descomposición del material por entrada de aire en los contornos del silo es cuantitativamente la más importante en la mayoría de los casos.

Pérdidas fermentativas: el nivel de las pérdidas fermentativas es variable, dependiendo de los nutrientes fermentados y los microorganismos involucrados en ello.

Trabajos experimentales han registrado pérdidas de MS total por fermentación que podrían fluctuar entre el 1 y el 10%, siendo en la mayoría de los casos entre el 3 y el 5% (Ustarroz et al., 1997).

Pérdidas de lixiviación: las pérdidas registradas por eliminación de líquido dependerán principalmente del contenido de humedad del forraje ensilado, influyendo además el grado de compactación, el tipo de silo y el pre-tratamiento del forraje.

Cabe destacar que el líquido lixiviado arrastra nutrientes de alta calidad, como los carbohidratos y proteínas solubles, ácidos orgánicos, minerales. Por ello en términos nutricionales, éste tipo pérdida de lixiviación suelen ser muy importante.

Como resumen, se puede decir que las causas que contribuyen a producir pérdidas en los ensilajes son de diversa índole y la contribución de cada una en el total es variable, dependiendo de una serie de factores inherentes al forraje ensilado, la flora microbiana participante, el clima y la tecnología aplicada en la confección y utilización del ensilaje. Las pérdidas totales de MS también serán variables, fluctuando desde valores mínimos (entre 3 y 6%), para ensilajes preparados en condiciones óptimas, hasta un 70% o más, cuando la mayor parte del forraje ensilado se hace inutilizable (Ustarroz et al., 1997).

2.3.2 Especie a ensilar

Ustarroz et al. (1997) demostraron en su trabajo que los carbohidratos no estructurales de la planta constituyen el sustrato nutricional del cual depende primordialmente la acción de la microflora fermentativa del forraje. En consecuencia, en la medida que el contenido de azúcares del forraje sea mayor, más rápido y eficiente será el proceso de ensilado.

Entre las plantas forrajeras, los cereales y las gramíneas son las especies que más se prestan para la confección de ensilajes, debido a su alto contenido de carbohidratos fácilmente fermentables y a su baja capacidad tampón, en comparación con las leguminosas, que son bajas en azúcares y de alta capacidad tampón.

Una baja cantidad de carbohidratos solubles en la planta, asociada a un bajo contenido de materia seca, crean condiciones extremadamente propensas al desarrollo de fermentaciones secundarias. La interrelación entre el contenido de materia seca, los carbohidratos solubles y la capacidad tampón, determinan el tipo de fermentación que ocurre en el ensilado. Así, el maíz es la mejor planta ensilable, por tener alto contenido de carbohidratos solubles, baja capacidad tampón y contenidos de materia seca normalmente superiores al 30%.

A continuación se presentan dos cuadros de distintos autores que indican rangos de carbohidratos solubles y capacidad buffer o tampón, para distintos forrajes.

El maíz o sorgo muestra una baja capacidad buffer y un alto contenido de carbohidratos solubles, indicando que son muy aptos para la confección de ensilados.

Cuadro No. 7: Composición química y capacidad buffer de los cultivos forrajeros típicos

	Carbohidratos solubles g/kg.	Proteína bruta g/kg	Capacidad buffer (meq/kgMS)	Aptitud para conservación de ensilado
MAIZ o SORGO	80-300	80-100	150-300	Alta
GRAMINEAS	35-300	100-160	250-550	Media
ALFALFA	20-150	140-200	350-650	Baja

Fuente: Wattiaux. (2004)

La interrelación entre el contenido de humedad y el nivel de carbohidratos solubles parece ser un punto controvertido en la literatura. Hay autores que atribuyen al contenido de humedad el éxito o fracaso de un ensilaje, mientras que otros le otorgan mayor importancia al nivel de carbohidratos solubles disponibles para la fermentación.

La importancia de los carbohidratos solubles se ve también reflejada en el tenor de nitrógeno amoniacal (N-NH₃) de los ensilajes, indicador de mala preservación del material. El nivel de N-NH₃ es inversamente proporcional a la concentración de carbohidratos solubles de la planta original. Es decir, las gramíneas forrajeras en estados tempranos de desarrollo y con bajos tenores de azúcares y alto contenido de proteína producen al ensilarse, una cantidad de ácido insuficiente para evitar el desarrollo de clostridios, responsables de fermentaciones secundarias que transforman el ácido láctico en butírico y degradan proteínas y aminoácidos, aumentando el nivel de N-NH₃ (Wattiaux, 2004).

La digestibilidad en gramíneas decrece dramáticamente a partir de la aparición de la panoja. En éstas la digestibilidad disminuye de 80% en estado vejetativo a 50% en estados avanzados de madurez. El momento óptimo de corte de la especie a ensilar se define a través de estos dos parámetros. También deben considerarse las variaciones registradas durante el día en el contenido de azúcares de la planta, derivadas de la actividad fotosintética durante las horas de luz y la relación entre ésta y la respiración durante el día y la noche. El nivel de carbohidratos fermentables llega a su nivel más alto en horas de la tarde.

Durante la fermentación se producen pérdidas de energía (eliminada como calor por la conversión de los azúcares en ácidos), y de proteínas (que resultan en compuestos más simples, al transformar una fracción de ellas en compuestos nitrogenados no proteicos).

El período entre la cosecha del forraje y el término del proceso de fermentación anaeróbica o estabilización ácida de la masa ensilada constituye, en consecuencia, un factor clave en la preservación del forraje como ensilaje. Mientras menos extenso sea este período, menores serán las pérdidas de respiración y fermentación así mismo observaremos una reducción en las pérdidas por putrefacción.

2.3.3 Efecto híbrido

En el cuadro N°8 donde, Barriere et al. (2003) presentaron valores de digestibilidad de materia orgánica (DMO) y fibra detergente neutro (DFDN) para ensilajes de sorgo. En el cuadro observamos que el Sorgo Bicolor (granífero de bajo Tanino) presenta mayor digestibilidad que los otros dos híbridos forrajeros, este cuadro da una idea de la digestibilidad de los diferentes materiales; la elección del híbrido es un factor importante que afecta la calidad del silo.

Cuadro No. 8: Digestibilidad “in vivo” de MO y FDN para diferentes híbridos de sorgo

	N° Genotipo	Promedio	Mínimo	Máximo
Sorgo Bicolor	5			
<i>DMO (%)</i>		65,2	62,5	67,2
<i>DFDN%</i>		45,2	40,1	49,1
Sorgo bicolor x Sorgo azucarado	4			
<i>DMO(%)</i>		57,8	54,4	60,1
<i>DFDN%</i>		40,8	44,9	52,3
Sudan grass x Sorgo Bicolor	3			
<i>DMO(%)</i>		55,9	53,7	58,2
<i>DFDN%</i>		48,6	47,1	51,3

Fuente:Barriere et al. (2003)

En el cuadro N°9 Bean et al. (2001) presentan los datos de análisis químicos, indicadores de calidad de dos grupos de sorgos, convencionales y sorgos forrajeros con gen “*bmr*”.

Cuadro No. 9: Calidad de sorgo convencional y sorgo “*bmr*”

Fracción química	Convencional n=25	“ <i>bmr</i> ” n=20
PC%	8,3	9,2
Rango	6,3-10,8	6,9-10,5
FDN %	49,1	45,9
Rango	33,9-67,5	40,7-60,1
FDA %	29,9	27,6
Rango	32,3-41,7	24,3-35
LIGNINA %	4,4	3,6
Rango	2,7-6,4	2.8-4.5
Dig. "in vitro" %	75,5	81,3
Rango	60,9-83,9	75,1-84,2

Fuente: Bean et al. (2001)

Observando los rangos de FDA vemos que los convencionales presentan los valores mas altos de FDA, mientras que los “*bmr*” presentan valores más bajos, lo mismo sucede con el porcentaje de lignina, ambas fracciones contribuyen al alto valor promedio de digestibilidad de los sorgos “*bmr*”.

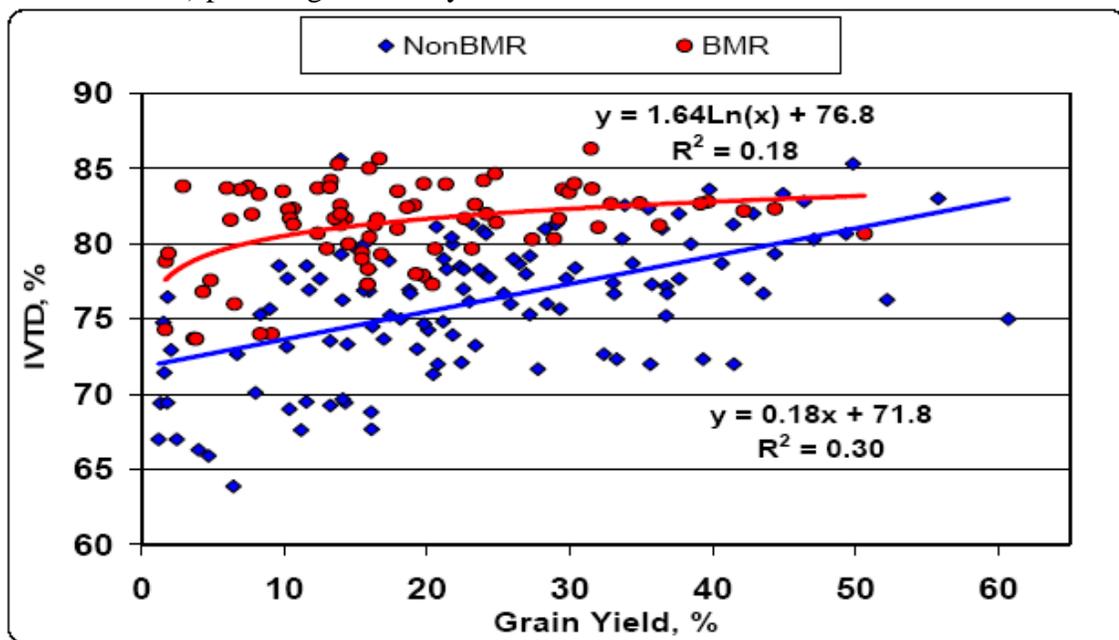
Cuadro No. 10: Calidad de planta entera sorgo “*bmr*” y no “*bmr*”

	PC %	FDN %	FDA %	LIGNINA %	DIGESTIBILIDAD VERDADERA "in vitro" %	NDT % "in vitro"
“<i>bmr</i>” promedio n=8	9,21	56	35,3	3,1	78,6	56,42
No ”<i>bmr</i>” promedio n=5	6,55	58,8	38,5	4,6	65,6	43,78

Fuente: Bushland Texas (1999)

En la figura N° 4 se observa la evolucion de la digestibilidad al incrementarse el porcentaje de grano para dos grupos de materiales “*bmr* y no *bmr*”

Figura 4: Influencia del contenido de grano en la DivMS (digestibilidad “in vitro” de la materia seca) para sorgos “bmr” y no “bmr”



Fuente: Bean (1999)

Esta investigación demuestra que no es necesario obtener en híbridos “*bmr*” una alta producción de grano para alcanzar altos valores de digestibilidad, una vez que el contenido de grano en el total de materia seca producida llega a un 10%, el porcentaje de DivMS no es afectada. Lo contrario vemos en variedades “*no bmr*” donde el porcentaje de DivMS tiende a incrementarse al aumentar el porcentaje de grano.

En el cuadro N°11 se aprecia la diferencia que existe en digestibilidad de la materia orgánica entre los materiales Dairy Master y las demás variedades (ya sea graníferos o forrajeros), puede verse claramente que los materiales “*bmr*” presentan mayor digestibilidad, que los sorgos para grano. El pH es excelente debido a que son condiciones experimentales donde todo está muy controlado, la proteína bruta es muy baja, depende siempre del nivel de nitrógeno que presente el suelo y del agregado de fertilizante.

Cuadro No. 11: Características fermentativas y calidad del silaje de cultivares de sorgo

	MS (%)	pH	PB (%)	Dig. M.O. (%)	FDN (%)	FDA (%)
Dairy Master n=1	32	2.7	4.97	76.8	58	29
Media de Graníferos n=12	38,3	3,48	5,34	65,89	59	31,38
Media n=16	37,9	3,43	5,32	66,56	58,94	31,23
CV (%)	2,6	8,2	7,7	4,6	5,3	8,1

Fuente: INTA (2003)

Cuadro No. 12: Características fermentativas y calidad de ensilados de cultivares de sorgo 2003

	MS (%)	pH	PB (%)	DIVMS (%)	FDN (%)	FDA (%)
Media Graníferos n=12	41.4	3.9	5.5	66.5	46.6	28.5
Media Sileros n=4	29.3	3.7	4.0	61.2	55.1	35.5
Media n=16	38.9	3.9	5.1	65.4	48.4	29.9
CV (%)	5.2	5.6	9.2	2.7	6.7	7.2

Fuente: INTA (2003)

La digestibilidad de la materia seca (DivMS) promedio es alta y mayor para los sorgos graníferos, dentro de los híbridos forrajeros evaluados solo uno es “*bmr*” (Dairy Master).

Cuadro No. 14: Parámetros relacionados con la composición química

PB (%)	Proteína bruta. Esta fracción incluye también las sustancias nitrogenadas no proteicas (NNP) Como aminos, amidas, urea, nitratos, péptidos y aminoácidos aislados	No siempre alto nivel de PB significa buen nivel proteico. Los compuestos NNP poseen menor Valor nutricional que las proteínas verdaderas.
FDN (%)	Fibra detergente neutro. Representa los componentes de la pared celular de las plantas: Hemicelulosa, celulosa, lignina, etc.	No siempre un alto valor de FDN implica un Alimento de tipo fibroso. Todo depende del tamaño de las partículas.
FIBRA DETERJENTE ACIDO (FDA%)	Es una parte de la pared celular compuesta por celulosa ligada a lignina, además de productos Maillard; sílice; cutina, etc. Esta fracción es un indicador indirecto del grado de digestibilidad del forraje.	Cuanto más alta, menos digestible
Lignina (%)	Es un polifenol que se produce cuando maduran las plantas. Se encuentra en mayores concentraciones en los tallos de las leguminosas.	
CZ	Cenizas. Esta fracción está compuesta de minerales (macro y micro-elementos)	En casi todos los forrajes esta fracción es inferior al 10 %. Si supera este valor, hay fuertes sospechas de contaminación con tierra.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 DESCRIPCIÓN DE HÍBRIDOS UTILIZADOS

Cuadro No. 15: Descripción de Materiales

	NOMBRE				
	BMR SILO	Dairy Master	Flash1	Pioneer 8419	Pioneer 8118
Especie	SORGO	SORGO	SORGO	SORGO	SORGO
BMR	50% "bmr"	100% "bmr"	NO	NO	NO
Var./Híbrido	HIBRIDO	HIBRIDO	HIBRIDO	HIBRIDO	HIBRIDO
Padre	SORGHUM SACHARATUM	SORGHUM SACHARATUM	SORGHUM BICOLOR	SORGHUM BICOLOR	SORGHUM BICOLOR
Madre	SORGHUM BICOLOR	SORGHUM BICOLOR	SORGHUM BICOLOR	SORGHUM BICOLOR	SORGHUM BICOLOR
Uso	Silo planta entera	Silo planta entera	Silo planta entera/grano	Silo planta entera/grano	Silo planta entera/grano
Tipo de Híbrido	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple
CRIADERO	PAU EURALIS	Criadero y semillero Druetto	PAU EURALIS	Pioneer	Pioneer
CICLO días	78	75	70	68	Largo
Altura mt.	2,45	2,5	1,25	1,5	1.3
Taninos	MEDIO	SIN TANINOS	ALTO TANINO	ALTO TANINO	BAJO TANINO

Fuente: Elaborado a partir de datos de criadero

El relevamiento de chacras fue realizado en predios de productores lecheros de la zona sur del país durante la zafra año 2004-2005. Se evaluaron 15 chacras de las cuales 7 corresponden al material forrajero BMR silo (baja lignina), 4 a sorgos también forrajeros de baja lignina Dairy Master y las 4 chacras restantes corresponden a sorgos graníferos, dos de ellas son pionner (P8118, P8419) y dos materiales (FLASH1).

3.2 DETERMINACIONES REALIZADAS EN LOS CULTIVOS

A continuación se presenta un cuadro con la identificación de cada chacra

Cuadro No. 16: Identificación de los materiales

HIBRIDO	Nº
P8118	14
P8419	15
Flash 1	1
Flash 1	2
BMR silo	3
BMR silo	4
BMR silo	5
BMR silo	6
BMR silo	7
BMR silo	8
BMR silo	9
Dairy Master	10
Dairy Master	11
Dairy Master	12
Dairy Master	13

3.2.1 Estimación de la población, rendimiento, composición morfológica de plantas antes de ensilar y obtención

Se completa una planilla de registro general del productor y del cultivo.

Muestreo de la chacra al momento de la cosecha

Se realizó el muestreo en 20 sitios de ingreso a la chacra, que se hicieron de manera de cubrir las variaciones existentes en cuanto a topografía, suelo etc.

El lugar de muestreo se determinó al azar una vez ingresado al cultivo, contando un número fijo de pasos hasta llegar al lugar sorteado.

En el sitio de muestreo se contó el número de tallos en un metro de la fila seleccionada y en ese metro se contaron los tallos quebrados.

Se cortaron los tallos ubicados dentro de los 40 cm centrales del metro marcado, la altura de corte fue de 20 cm desde el suelo.

Midieron la distancia entre surcos, posteriormente se identificó el tallo con el nombre del productor y número de planta correspondiente, se registró la altura, el peso verde del tallo lo más rápidamente posible, y por último fotografió el cultivo.

Muestreo del material picado

Se tomó una muestra del material picado que ingresó al silo, las muestras fueron extraídas en varias veces a lo largo del proceso de picado (para que sea representativa de toda la chacra). Las muestras conformaron un total de 3 Kg. aproximadamente, las que se conservaron con freezer.

**Calculo de rendimiento = N° de tallos /ha. x peso seco de tallos
(materia seca)**

**Calculo de población = $\frac{\text{N° de tallos por metro lineal} \times 10000 \text{ (m cuadrados)}}{\text{Distancia entre surco (m)}}$
(tallos/ha)**

Procesamiento de las muestras

De las plantas enteras

Posteriormente se separaron las siguientes fracciones: tallo, hoja, panoja y restos secos, manteniendo la identificación de la planta a la que pertenecían. Fueron colocadas en la estufa a 60°C durante 48 horas y se registró el peso seco y el peso de la bolsa o bandeja.

Una vez retiradas de la estufa se conformó una muestra sola de cada fracción y de cada chacra, el material fue molido conservandose una muestra de 1Kg. aprox. en un recipiente plástico.

Del material picado

Se secó la mitad de las muestras a 60°C durante 48 horas, luego de retirado de la estufa se conservó en recipiente plástico. Se registró el peso verde y seco para la determinación del %MS del material verde. El resto de la muestra se conservó en frío.

Análisis químico

En la muestra del material picado y seco se realizaron los siguientes análisis: Cenizas, FDN, FDA, LDA, EE, y capacidad buffer.

3.3 DETERMINACIONES RELIZADAS EN LOS ENSILADOS

Las muestras obtenidas en los predios de los productores de los silos, fueron extraídas de los mismos unos dos meses después de la confección de los ensilados, la forma de traslado fue en tarrinas de plástico de 200 litros cerradas herméticamente, se recolectaron cuatro tarrinas por material para la medición de consumo y digestibilidad en capones.

3.3.1 Medición del consumo y digestibilidad en capones

La digestibilidad “*in vivo*” se realizo en la Unidad de Metabolismo del Centro Regional Sur perteneciente a Facultad de Agronomía en el departamento de Canelones La elección de los productores se realizó teniendo en cuenta la calidad de los registros tanto de chacra como de la producción de leche, así como también que estuvieran vinculados al sistema de registros de control lechero (Mejoramiento lechero).

Organización del período experimental

Fue importante mantener la rutina de realización de las tareas de manera de no alterar los resultados, ya que la excreción de heces en materiales toscos podía durar más tiempo. El horario de alimentación y recolección de heces y rechazos durante todo el período fue el mismo.

Acostumbramiento

El periodo de acostumbramiento fue de 10 a 15 días, con el objetivo de estabilizar el consumo de los animales, de manera de obtener un rechazo de aproximadamente el 10% del ofrecido (consumo a voluntad).

Durante este período se determinó: ofrecido y rechazo para cada animal. La dieta se suministró una vez al día a las 9:00 hrs. de la mañana. Se pesó el rechazo del día anterior previo al suministro del nuevo ofrecido y se realizaron las correcciones necesarias para lograr el consumo a voluntad.

Mediciones

El período de mediciones fue de 6 días. Previos al suministro del ofrecido de la mañana se retiró y se pesó el rechazo y las heces del día anterior. Tanto de las heces como de los rechazos se sacó una submuestra en forma diaria equivalente al 20% del peso del total, para determinar el contenido de materia seca, las que fueron colocadas en estufa a 60 °C, durante 48 hs los rechazos y las heces 72 hs. Estas muestras fueron guardadas, para conformar una muestra compuesta de heces y una muestra compuesta de rechazo, por animal con las cuales se realizaron las determinaciones de composición química.

Luego se procedió al suministro del ofrecido en la mañana. Del ofrecido se sacó una submuestra diaria de 500 g, la cual se pesó y se llevó a estufa a 60°C, durante 48hs. para determinar el contenido de materia seca. En el caso de ensilados se debió guardar la mitad de la muestra en el freezer y el resto se secó como se indicó anteriormente. Al igual que con las heces y rechazos, las submuestras fueron guardadas para conformar una muestra compuesta del ofrecido por alimento para analizar composición química.

Animales

Se utilizaron 6 capones Corriedale por cada alimento a evaluar. Se debieron emplear animales mayores de un año, en buen estado general (dentición, patas, etc.). Los animales fueron pesados y confinados en jaulas de digestibilidad y se les suministró un antiparasitario (1cc de Ivermectina por animal) al inicio de cada período experimental.

La alimentación empleada fue el alimento que se evaluó (ensilados), los cuales fueron suplementados con urea a razón de 2g por animal y por día. Los animales tuvieron agua limpia a voluntad durante toda la medición.

Calculo de digestibilidad

Se determinó el consumo y la digestibilidad “in vivo” (D) de la materia seca (MS), materia orgánica (MO), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina detergente ácido (LDA) de cada alimento.

El cálculo se hizo por diferencia entre la cantidad de cada fracción consumida (C) y excretada en las heces (H):

$$D = \frac{\text{Consumo (MS o fracción química)} - \text{Heces (MS o fracción química)}}{\text{Consumo (MS o fracción química)}}$$

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó para consumo y digestibilidad, la información se analizó utilizando el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System, 2001). El tests de comparación de medias utilizado fue DMS (prueba t).

$$\gamma = \mu + \alpha\rho + \epsilon \quad \text{donde}$$

γ =característica estudiada
 μ =promedio de las características
 $\alpha\rho$ =efecto del material
 ϵ =error experimental

Previo al análisis de varianza se descartaron los valores de digestibilidad considerados aberrantes. Para ello se calculo digestibilidad por día, por capón y las medidas de digestibilidad por capón en cada periodo. Los valores que se apartaron del rango medio +/- 1.5 desviaciones típicas (80% probabilidad) fueron eliminadas.

3.3.2 Análisis químicos realizados

Cuadro No. 17: Análisis y métodos utilizados por el laboratorio de nutrición animal

Concepto	Sorgo picado Verde	Sorgo Ensilado (ofrecido capones)	Rechazo y Heces (capones)	Método de laboratorio
MS	X	X (1)	X	Estufa a 60 °C durante 48 hs. Para forraje y 72hs. (heces) (1)
Cenizas	X	X	X	AOAC (1990)
N	X	X		Kjeldahl (AOAC, 1990)
Fibra secuencial (FDA, FDN, LDA)	X	X	X	Van Soest, et al. (1991)
PH		X		Playne y Mc Donald (1966)
N-NH ₃		X		AOAC (1990)
NIDA		X		Van Soest
EB	X	X	X	Bomba calorimétrica
EE	X	X		AOAC 1980

X: indican la realización del análisis

Los análisis químicos se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal de Facultad de Agronomía. Previo al análisis se molieron las muestras en un molino Willey con malla de 2mm., realizando una segunda molienda para obtener un menor tamaño de partícula.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERIZACION DE CHACRAS Y TECNOLOGIA UTILIZADA POR LOS PRODUCTORES

En el siguiente cuadro podemos ver que la tecnología aplicada en general por los productores, corresponde con el manejo recomendado para los cultivos de verano con destino forrajero.

Cuadro No. 18: Tecnología aplicada por los productores

Híbridos	Nº Ide.	Fecha de Siembra	Densidad	LC o SD	Fertilización	Refertilización	Control Malezas	Cura sem.
P8118	14	20/Nov./04	12kg/ha	SD	150kg/ha 18-46	100kg urea	Atrazina+ Dual	Si
P8419	15							
Flash 1	1	2ª Quincena Nov.04	20 pl/m 0.49m entre surco	Sd	100kg/ha 18-46	No	4lts. Atraz. (problemas)	No
Flash 1	2	Fin de Nov. 04	9kg/ha	SD	100kg/ha 18-46	100kg urea	Glyfosato	No
BMR silo	3	2ª Quincena Nov.04	10pl/m 0.59m entre surco	SD	100kg/ha 18-46	no	4lts. Atraz.	Si
BMR silo	4	20/Nov./04		SD				
BMR silo	5	23/Nov./04	10pl/m 0.63m entre Surco	LC	100kg/ha 18-46	no	4lts. Atraz.	si
BMR silo	6	13/Dic./04	9kg/ha	SD	100Kg/ha 11-52+ 50kg 18-46	100kg urea	3lts.atraz.+0, 5ltr dual	Si
BMR silo	7	23/Nov./04	10Kg/Ha	SD	100kg/ha 18-46	no	4lts. Atraz+4lts.G liser	Si
BMR silo	8	2/Dic./04	9kg/ha	LC	95kg/ha 25-33	no	4lts. Atraz.	Si
BMR silo	9	20/Nov./04	7kg/ha	SD	100kg/ha 11-52 +50kg 18-46	100kg urea	3lts.atraz.+0, 5ltr dual	Si
DM	10	20/Nov./04	8kg/ha	SD	s/d	s/d	s/d	Si
DM	11	20/Nov./04	7kg/ha	SD	100kg/ha 11-52+50 18-46	100kg urea	3lts.atraz.+0, 5ltr dual	Si
DM	12	15/Nov/04	10Kg/Ha	SD	100kg 18-46	100kg urea	No	Si
DM	13	1ªQu.dic.04	7kg/ha	SD	s/d	s/d	s/d	s/d

LC: laboreo convencional

SD: siembra directa

Nº id.: numero de identificación

La fecha de siembra recomendada para sorgo en general es la primera quincena de noviembre, la principal condicionante para la germinación es la temperatura del suelo debiendo ser entre 18-20 °C. Se obseró que las fechas de siembra promedio utilizada por los productores es principalmente la segunda quincena de noviembre con algunas excepciones, (dos productores sembraron la primera quincena de diciembre)

En cuanto al método de siembra se ven dos modalidades: siembra directa (SD) y laboreo convencional (LC) predominando la SD

Las recomendaciones en cuanto a la densidad de siembra para sorgos de grano se encuentra en el rango de las 200-250 mil semillas por hectárea lo que equivale a 10-12kg/ha de semilla, para sorgos sileros se recomiendan 150 mil semillas por hectárea lo que equivale a 5-6 Kg./Há de semilla.

En el cuadro la densidad de siembra para los sorgos grano es la adecuada pero la población obtenida no, ya que la población promedio es de 145000 macollos por hectárea probablemente debido a problemas de implantación, en el caso de sorgos sileros la densidad utilizada fue en general mayor que la recomendada. No necesariamente mayor densidad significa mayor población ya que depende mucho de las condiciones de siembra.

Según los niveles de fósforo y nitrógeno disponibles en el suelo serán las cantidades de fertilizantes a utilizar, por ello las diferencias de fertilización a la siembra.

La extracción de nutrientes de suelo para un cultivo de sorgo granífero para un rendimiento de grano de 6000kg/ha es: N=153kg/ha, P205=66kg/ha, K20=213kg/ha (Alloti et al., 1998).

Se observan ciertas chacras donde no se realiza refertilización con urea en estado fenológico V6.

El control de malezas fue muy similar entre las chacras, algunos productores aplicaron solo Atrazina, y otros Atrazina más Dual o Glycer dependiendo del tipo y nivel de enmalezamiento.

4.2 RENDIMIENTO Y FACTORES QUE LO AFECTAN

4.2.1 Altura, porcentaje de materia seca y población

En el siguiente cuadro se muestran los datos obtenidos de: MS, altura, rendimiento, población y peso de macollos a partir de los materiales en estudiados

Cuadro No. 19: Descripción de materiales al momento de cosecha

HIBRIDO	Nº	MS	Altura	Rendimiento		Población (gr.)	Peso macollos (gr.)	Incidencia de ataque de claviceps africana
		(%)	(m.)	(Kg./ha)	(Kg.MS./ Há)			
P8118	14	32,7	1,1	27474	8984	145360	75.6	No
P8419	15	42	1,1	31498	13229,2	165842	93	No
Flash 1	1	36,2	1	23688	8575,1	162798	53.4	No
Flash 1	2	37,8	0,8	10372	3920,6	106645	37.7	No
Promedio		37,2	1	23258	8677,2	145161	64.9	-----
DSV		3,9	0,1	9163,4	3805,7	27217	24.3	-----
CV		10,4	14,2	39,4	43,9	18,7	37.5	-----
BMR silo	3	26	1,7	17786	4624,4	81734	62.4	No
BMR silo	4	35	1,7	17341	6069,4	66981	75.6	Severa
BMR silo	5	33	1,4	18796	6202,7	155494	56.7	Severo
BMR silo	6	29,3	1,9	23346	6840,4	123809	62.3	Severo
BMR silo	7	35	1,6	20125	7043,8	114361	73.7	Severo
BMR silo	8	26	1,9	34892	9071,9	168814	57.3	Severo
BMR silo	9	33,5	1,9	28000	9380	138730	76	Leve
Promedio		31,1	1,7	22898	7033,2	121418	66.3	-----
DSV		4	0,2	6475,8	1689,3	37195,4	8.6	-----
CV		12,8	10,5	28,3	24	30,6	12.9	-----
DM	10	32	2,2	35594	11390,1	83055	154	No
DM	11	34	2	41239	14021,3	119141	123	No
DM	12	33,5	1,9	42911	14375,2	123270	128	No
DM	13	29,5	2,5	56694	16724,7	154107	116	No
Promedio		32,3	2,1	44109,5	14127,8	119893	130	-----
DSV		2	0,3	8954,7	2184,2	29095,3	16.3	-----
CV		6,3	12,4	20,3	15,5	24,3	12.5	-----

En el cuadro N°19 observamos que los mayores rendimientos promedios en kilogramos de materia seca por hectárea corresponden a los sorgos Dairy Master seguido de los sorgos graníferos y por último los BMR silo.

El rendimiento está dado por la población obtenida (N° de macollos/ha.) y el peso (gramos) de los macollos, el peso de los macollos para DM duplicó a los pesos obtenidos tanto para SG como para BMR silo, a pesar que en SG se obtuvo una población de unos 20.000 macollos más que en DM. El rendimiento promedio de SG no superó al grupo DM por presentar un menor peso de macollos. Lógicamente la altura de los macollos influye mucho en el peso de los mismos, (el grupo DM con 2m. de altura versus 1m. para SG).

Los valores de rendimientos obtenidos son inferiores a los datos experimentales encontrados en la revisión bibliográfica, esto puede ser debido a que los datos de referencias son ensayos experimentales los que están muy próximos al potencial de rendimiento. El rendimiento experimental para SG fue 15.300kgMS/ha, y el obtenido para SG fue 8600kgMS/ha. En la evaluación de cultivares de INIA (2001-2005) para sorgos forrajeros, los rendimientos se encuentran muy próximos a los rendimientos obtenidos por los productores para los materiales DM, el valor fue 16.400KgMs/ha para INIA y 14.127KgMS/ha para las chacras en estudio. Mientras que el rendimiento de los BMR silo es bastante inferior (7000KgMS/ha.).

El coeficiente de variación para la variable rendimiento de materia seca más alto, se registró en los sorgos graníferos (con un máximo de 13229kgMs y un mínimo de 3920kgMs que corresponde a la mínima población unas 100.000 plantas) indicando la gran variabilidad en el rendimiento para el año en estudio.

El menor coeficiente de variación para rendimiento de MS se registró en los DM, por lo tanto indicaría mayor estabilidad de dichos materiales, puede que sea debido a la genética del material (para esto deberíamos tener evaluaciones en distintos años para poder comparar entre años) o al manejo realizado del cultivo por los productores. Tener en cuenta el número de materiales en estudio es bajo DM (n=4).

El rendimiento de los graníferos supera los BMR silo, con un alto aporte de materia seca por parte de la fracción grano.

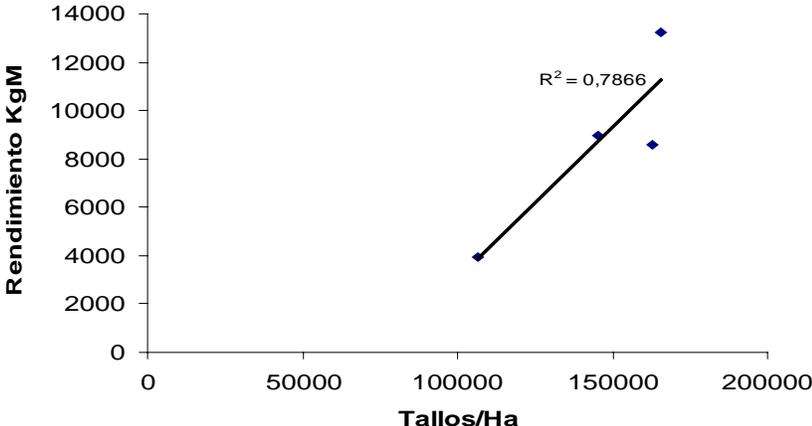
La altura obtenida para DM, BMR silo y SG fue: 2.1m., 1.7m. y 1m. respectivamente, mientras que el promedio de evaluaciones (2001-2005) de INIA fue de: 1.91m. para forrajeros y 1.3m. para SG según evaluación de cultivares de INTA (2002). Por lo tanto lo obtenido para DM y BMR silo es muy aproximado a los datos de revisión bibliográfico. Para los SG la altura obtenida es 30cm. inferior a la revisión.

En los graníferos es donde se dio el mayor porcentaje de materia seca al momento de cosecha.

Cabe resaltar que muchas de las chacras BMR silo sufrieron ataque de hongos (*Claviceps Africana*), este ataque determino el adelanto de la cosecha lo que seguramente afecto el rendimiento, y la calidad del ensilado al impedir la formación normal del grano ya que el ataque se da en la panoja al momento de la formación del grano. En las chacras 4, 5, 6, 7 y 8 el ataque fue importante, en la 3 no se observó y en la 9 la incidencia fue baja.

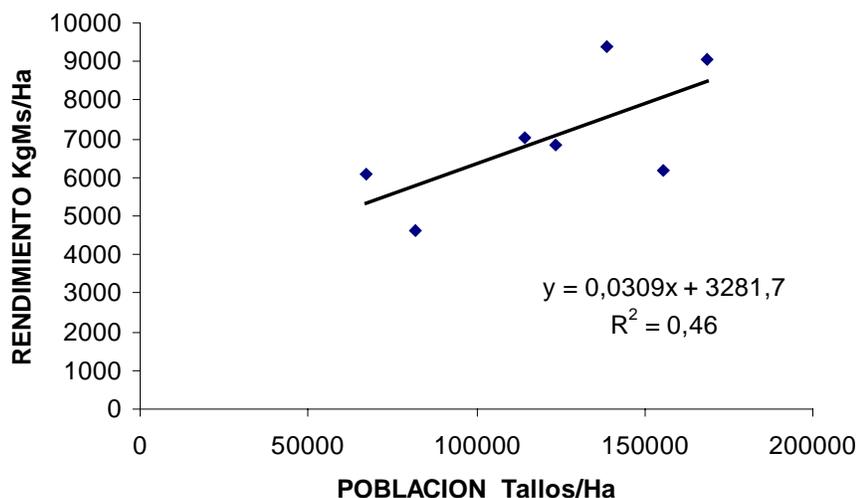
4.2.2 Relacion entre poblaci3n y rendimiento

Figura 5: Relaci3n entre poblaci3n y rendimiento de materia seca para sorgo granifero



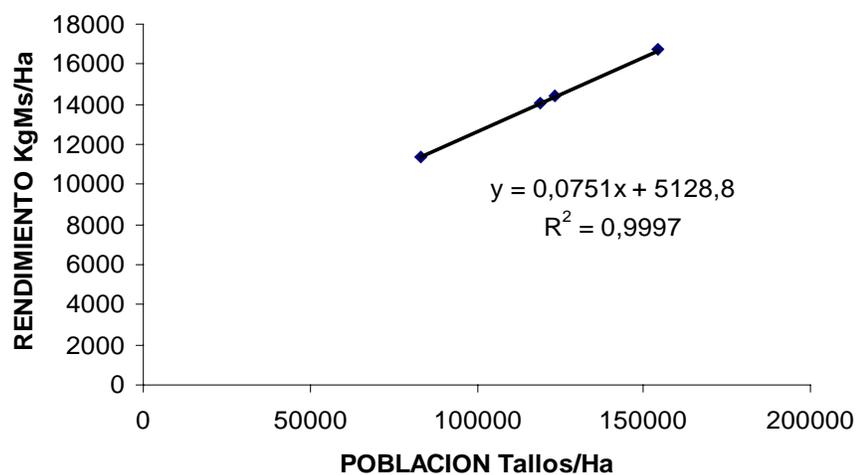
Existe relaci3n lineal entre poblaci3n y rendimiento para el rango de poblaci3n de 100.000 a 160.000, con un coeficiente de determinaci3n positivo y alto ($R^2 = 0.786$).

Figura 6: Relación entre población y rendimiento para sorgos BMR silo



Observamos una asociación de tipo lineal entre las variables graficadas, el coeficiente de determinación es positivo y medio, en el rango de población graficado.

Figura 7: Relación entre rendimiento y población para Dairy Master



En los híbridos Dairy Master la asociación es positiva y muy alta en el rango de población por lo tanto la confianza o probabilidad de obtener un rendimiento (Y) con

cierto valor de población (x) es alta. Con poblaciones cercanas a las recomendadas (150.000 plantas) constatamos mayores rendimientos como se observa en el gráfico.

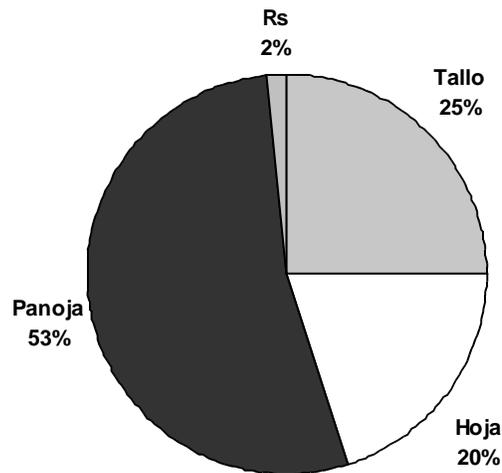
4.2.3 Composición morfológica

Cuadro No. 20: Composición morfológica según híbrido

Composición Morfológica (%)				
HIBRIDO	N° identificación	Tallo	Hoja	Panoja
P8118	14	28,5	20,6	47,1
P8419	15	25,0	15,6	57,1
Flash 1	1	18,9	23,0	58,1
Flash 1	2	27,6	21,1	51,3
Promedio		25,1	20,1	53,4
DSV		4,3	3,1	5,2
CV		17,3	15,7	9,7
BMR silo	3	64,9	15,1	20
BMR silo	4	56,7	20,4	22,9
BMR silo	5	48,2	18,5	32,3
BMR silo	6	50,9	15,2	33,9
BMR silo	7	59,4	25,9	14,8
BMR silo	8	52,9	22,3	24,8
BMR silo	9	56,9	18,6	24,6
Promedio		55,7	19,4	24,7
DSV		5,6	3,8	6,7
CV		10	19,8	26,9
Dairy Master	10	47,9	15,7	36,5
Dairy Master	11	44,5	14,3	41,2
Dairy Master	12	51,4	13,2	35,4
Dairy Master	13	40,8	16,3	42,9
Promedio		46,2	14,9	39,0
DSV		4,5	1,4	3,6
CV		9,8	9,5	9,2

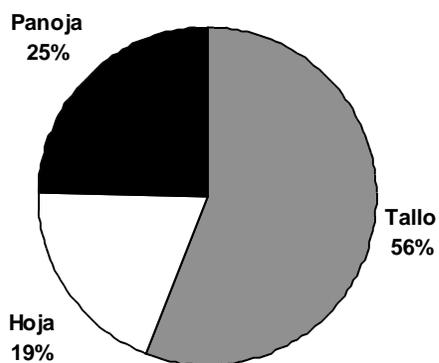
En cuanto a los componentes morfológicos que determinan el rendimiento, para los híbridos graníferos el componente que más aporta es el peso de la espiga, lo mismo sucede en la revisión INTA (2002), 35% de grano para INTA vs. 53% panoja para los materiales en estudio. Al dato de panoja obtenido le restamos 12% que es en promedio (como peso seco) lo que pesa el escobajo (estructura que sostiene los granos) por lo tanto el aporte de grano en el rendimiento es de 41%.

Figura 8: Composición morfológica de las plantas a cosecha para Sorgo Granifero



En cuanto al aporte de tallo, los datos obtenidos superan al dato de la cita bibliográfica, para el porcentaje de hoja es 10% inferior que en los datos citados por INTA (2002).

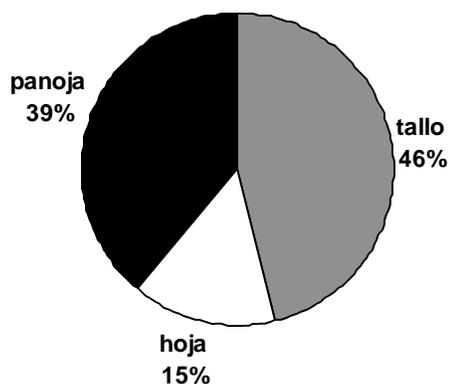
Figura 9: Composición morfológica de las plantas a cosecha para BMR silo



Para los BMR silo el mayor aporte lo da el componente tallo (56%); al quitarle un 12% de escobajo al porcentaje de panoja obtenemos el valor de porcentaje de grano¹, éste valor nos da igual a los datos que se citan para DM por INTA (2002), recordar que existió ataque de hongo afectando el aporte de grano y como consecuencia el adelanto de la cosecha.

¹ Bianco. Com. personal

Figura 10: Composición morfológica de las plantas a cosecha para Dairy Master



Para los sorgos DM, el componente que aporta mas al total de materia seca es el tallo, seguido de la panoja. Comparando con los datos de revisión INTA (2002), el porcentaje de grano obtenido supera a los datos de revisión, 12% para INTA y 27% para las chacras relevadas, (el valor 27% surge al quitarle un 12% de escobajo al 39% que es el peso de la panoja grano mas escobajo, el valor 12% corresponde a trabajos realizados años anteriores por la cátedra de Lechería.)

4.3 CALIDAD Y FACTORES QUE LO AFECTAN

4.3.1 Composición química previo al ensilado

Cuadro No. 21: Composición química de los cultivares previo al ensilado.

Híbridos	N°	MS%	C %	FDN %	FDA %	LDA%	PC%	CAP. BUFF. meq.NaOH /Kg.MS	EE%
P8118	14	32,8	6,04	50,2	28,6	5,69	7,64	290	2,86
P8419	15	42,0	7,50	51,8	30,1	5,92	8,37	202	4,60
Flash 1	1	36,2	7,19	48,7	26,6	6,43	9,08	232	2,19
Flash 1	2	37,8	7,55	51,8	28,4	5,95	5,95	195	5,25
PROM.		37,2	7,10	50,6	28,4	6,00	7,80	230	3,70
DS. ST.		3,9	0,70	1,50	1,40	0,30	1,30	43,3	1,40
CV%		10	10	3	5	5	17	19	39
BMR silo	3	26,0	5,89	51,9	28,6	3,61	7,22	199	2,92
BMR silo	5	33,1	7,20	54,7	29,6	3,60	6,16	248	3,75
BMR silo	6	29,3	7,24	61,4	37,5	4,23	6,17	249	2,04
BMR silo	7	35,6	7,04	55,9	32,3	4,48	9,18	264	2,26
BMR silo	8	26,0	9,98	56,2	32,2	6,22	7,46	246	4,64
BMR silo	9	33,5	12,06	49,4	26,7	3,53	6,26	257	2,06
PROM.		30,60	8,20	54,9	31,1	4,30	7,10	244	2,90
DS. ST.		4,10	2,30	4,10	3,80	1,10	1,20	22,9	1,10
CV		13,0	28,0	7,00	12,0	25,0	17,0	9,00	36,0
DM	10	32	9,50	51,3	29,5	4,6	4,7	257	3,1
DM	11	34,4	8,20	47,5	24,6	3	6,8	212	3,6
DM	12	33,5	8,40	52,7	30,1	4,2	7	200	3,4
DM	13	29,5	6,80	49,4	29,1	5,5	8,9	175	5,3
Prom.		32,3	8,20	50,2	28,3	4,30	6,80	211	3,80
DS. ST.		2,20	1,10	2,30	2,50	1,10	1,70	34,4	1,00
CV		7	14	5	9	25	25	16	26

El menor porcentaje promedio de materia seca al momento de picado o cosecha fue para los sorgos BMR Silo, el mayor valor promedio se registro para Sorgos Graniferos.y los materiales DM presentaron un valor intermedio

La materia seca de la planta al momento de la cosecha es crucial para obtener un silo de buena calidad, ya que si tiene mucha agua la planta, no se dará una buena fermentación del material, impidiendo una caída adecuada del pH y su posterior estabilización.

Sí el porcentaje de materia seca es muy alto, las plantas estarán en estado fenológico grano duro lo que impedirá que la maquina de picado pueda romper el grano por lo tanto la energía total del material será menor, disminuyendo la calidad del silo.

Se recomienda que el estado fonológico al momento de cosecha sea entre grano lechoso y pastoso.

La Fibra Detergente Neutro (FDN), fue igual para SG, DM pero menor que BMR silo, lo mismo sucede con la FDA.

La Fibra Detergente Neutro (FDN), fue igual para SG y DM pero menor que BMR silo, lo mismo sucede con la FDA. Los valores obtenidos de FDN y FDA para sorgo granifero son muy similares a los datos de revisión, en cambio para los materiales con el “gen bmr” los datos obtenidos son levemente superior a los datos presentados por (Bean et al., 2001).

En cuanto al porcentaje de lignina previo al ensilado, el resultado obtenido es 1.6% puntos porcentuales más que lo reportado por (Bean et al., 2001.) para los SG, en cambio para los materiales “bmr” es 0.4% más que en la revisión. El porcentaje de LDA es menor para los híbridos que presentan el “gen bmr” (BMR silo, DM) en relacion al promedio de los graníferos “no bmr”.

El porcentaje de LDA es menor para los híbridos que presentan el “gen bmr” (BMR silo, DM) en relacion al promedio de los graníferos “no bmr”.

4.3.2 Composición química de los ensilados

Cuadro No. 22: Composición química de los ensilados

Híbridos	N°	%MS 60°	%MO	%FDN	%FDA	%LDA	%PC	%EE
P8118	14	36,9	94,5	49	28,8	5,4	6,9	3
P8419	15	44,1	94,6	37,7	23,3	6,1	7,3	3,6
Flash 1	1	33,8	92,38	49,7	29,5	7,3	6,8	2,71
Flash 1	2	34,9	91,7	55,6	31,2	7,1	5	3,1
PROM.		37,4	93,3	47,9	28,2	6,4	6,5	3,1
DS. ST.		4,61	1,48	7,48	3,45	0,89	1,05	0,37
CV%		12	2	16	12	14	16	12
BMR silo	5	31,8	92,5	60,4	32,3	2,61	5,9	2,01
BMR silo	6	25,9	91,3	66	39,4	5,5	6,3	3,5
BMR silo	7	34,8	90,9	62	35,8	4,9	5,6	2,8
BMR silo	8	25,98	91,81	63,8	36,2	4,03	10	2,8
BMR silo	9	26	93,1	52	31	2,5	7,3	1,4
PROM.		28,9	91,9	60,8	34,9	3,9	6,9	2,5
DS. ST.		4,2	0,9	5,4	3,3	1,3	1,6	0,8
CV%		14	1	9	10	34	23	33
DM	10	31,6	92,2	51,6	28,8	2,5	5,3	2,2
DM	11	31,8	93,3	45,7	25,5	2,6	6,3	3
DM	12	26	91	52,4	30,3	3,9	7,9	1,1
DM	13	27,2	94	51	31	4,5	7	3,4
Prom.		29,2	92,6	50,2	28,9	3,4	6,6	2,4
DS. ST.		3	1,3	3	2,5	1	1,1	1
CV%		10	1	6	9	29	17	42

En esta etapa de análisis químico en el laboratorio, las muestras de la chacra 4 fue mezcladas con la de la chacra 7, (ambas corresponden a un mismo productor y un mismo material genético quedando identificadas como chacra N° 7), ya que se determino a a partir de los datos del muestreo que eran prácticamente iguales en cuanto a: la distribución de plantas y manejo en general. No se realizo análisis del silaje de la chacra 3 por no contar con el material ensilado.

El porcentaje de FDN promedio fue mayor para los BMR silo que los Sorgos Graníferos y DM. El coeficiente de variación para FDN más bajo fue para los DM por lo que demuestra una mayor estabilidad, para SG el coeficiente de variación es el más alto, indicando mayor variabilidad que el resto de los materiales. Los datos obtenidos por INTA (2003) a lo que refiere a las fracciones FDN y FDA coinciden con los datos obtenidos para el caso de los SG; el porcentaje PC obtenida supera al valor citado por (INIA, 2003). El valor obtenido en el grupo DM para la fracción FDA, es idéntico a los citados, en cambio para las fracciones PC y FDN obtenidas la pared celular fue 8% menor y para PC es 1.5% mayor que lo citado por (INTA, 2003).

La fracción tallo en los graníferos fue la más baja, la que contribuye conjuntamente con el alto aporte de grano al bajo valor de FDN (efecto dilución de la FDN), para DM y en particular BMR silo la FDN fue superior a SG, debido al alto aporte de tallo ya que la fracción FDN es muy importante en el tallo, por la propia función que cumple el tallo de sostén.

La FDA (Celulosa, Lignina) fue igual para DM, SG y de menor valor que BMR silo.

La fracción LDA (lignina detergente ácido) fue prácticamente la misma para BMR silo y DM, y el mayor valor obtenido correspondió a los Sorgos Graníferos.

4.3.3 Indicadores de conservación de ensilados

Cuadro No. 23: Indicadores de calidad de ensilados

Híbridos	Nº	pH	NIDA (%NT)	NNH3(%NT)
P8118	14	4,9	28,55	6,3
P8419	15	4,8	26,2	5,2
Flash 1	1	5,06	30	11,2
Flash 1	2	5	29,1	4,2
PROM.		4,9	28,46	6,7
DS. ST.		0,14	1,41	3,12
CV%		3	4,9	46
BMR silo	5	4,4	17	3
BMR silo	6	4,4	19,7	3,83
BMR silo	7	4,5	26,2	3,5
BMR silo	8	4,34	22,8	6
BMR silo	9	4,44	33,1	3,9
PROM.		4,4	23,8	4
DS. ST.		0,1	6,3	1,1
CV%		1	26,3	28
DM	10	4,5	20,5	4,7
DM	11	4,5	14,2	7,7
DM	12	4,9	29,54	5,4
DM	13	5,2	9,9	2,5
PROM.		4,8	18,5	5,1
DS. ST.		0,3	8,5	2,1
CV%		7	46,0	42

El indicador Nitrógeno Amoniacal (NNH3), expresado como proporción del nitrógeno total del forraje, indica el grado de proteolisis, el promedio de los distintos grupos de híbridos se encuentran dentro del rango aceptable como se cita en la bibliografía (menor a 10% es aceptable, ver cuadro N° 14).

Cuadro 24: Acidez y porcentaje de MS promedio.

	MS (60°C) Promedio	pH Promedio
SG	37,4	4,9
BMR Silo	28,9	4,4
DM	29,2	4,8

Como se cita en la revisión, el pH y la materia seca presentan una alta correlación (Andreu et al., 1979)

Los resultados obtenidos demuestran que para los sorgos graníferos de acuerdo al contenido de MS promedio el pH se encuentra muy próximo al pH de estabilidad lo que indica una buena conservación del forraje.

En los materiales BMR Silo para el valor de MS obtenido la acidez se encuentra dentro del pH de estabilidad, indicando una buena fermentación láctica.

Para los híbridos DM según los datos de materia seca obtenida, la acidez promedio estuvo por encima del pH de estabilidad lo cual indicaría teóricamente una no muy buena conservación del silo. Como estos valores son promedio vemos un caso que nos parece particular que es el material N° 13 donde el valor de acidez es muy superior al valor de estabilidad, sospechamos que esto puede deberse a, por un lado que el material fue cosechado con alto contenido de agua lo que perjudica la fermentación, y a esto sumado al tipo de silo utilizado: “silo bolsa” el cual no deja eliminar los excesos de fluidos.

4.4 VALOR NUTRITIVO DE LOS ENSILADOS

El cuadro que se presenta a continuación nos muestra dos indicadores de calidad (DMO y DFDN) y dos indicadores de consumo (CMO/PM y CFDN/PM).

Para los distintos indicadores se realizó el análisis estadístico (prueba de T)

Cuadro No. 25: Digestibilidad y consumo en capones

	Nº	DMO %	DFDN %	CMO/PM 1 g	CFDN/PM 1 g
P8118	14	70.2a	52ab	30,5a	13,5ab
P8419	15	62.1bc	24f	20bc	7,2c
Flash 1	1	48.0e	29efd	19bc	11.0bc
Flash 1	2	53.6ed	25ef	24abc	12.2bc
BMR silo	5	59.3cd	54ab	24.5abc	16.0ab
BMR silo	6	50.2e	49bc	27.2ab	19.7a
BMR silo	7	57.4cd	54ab	26.4ab	18.3a
BMR silo	8	62.7abc	63a	15.5c	10.8bc
BMR silo	9	63.1abc	52ab	23.9abc	13.1abc
Dairy Master	10	65.4abc	53ab	25.5ab	14.3ab
Dairy Master	11	68.3ab	47bc	24.3abc	11.1bc
Dairy Master	12	59.2cd	41bcd	18.4bc	10.3bc
Dairy Master	13	62.6bc	50bc	18.9bc	10.3bc

Letras distintas difieren dentro de la columna ($p < 0.05$)

En este cuadro observamos mediante el análisis estadístico que la DMO para los distintos grupos de materiales no presenta rangos estrictos, es decir que encontramos

altos y bajos valores de digestibilidad en cualquiera de los grupos de híbridos, como se observa en los materiales N° 8, 9, 10, 11, 14 entre los cuales no se encontró diferencia significativa para ésta variable.

Para los Sorgos Graníferos vemos que el 25 % del total de los materiales del grupo presenta el valor más alto de digestibilidad, esto puede deberse a que una de las características de este material es su bajo contenido en taninos. Para los híbridos BMR silo vemos que el 40 % del total son los que presentan los valores más altos de digestibilidad. Para las chacras con materiales DM (sin taninos) el 50 % del total presentaron los valores más altos de DMO.

Para la DFDN los distintos grupos de materiales no presentan rangos estrictos.

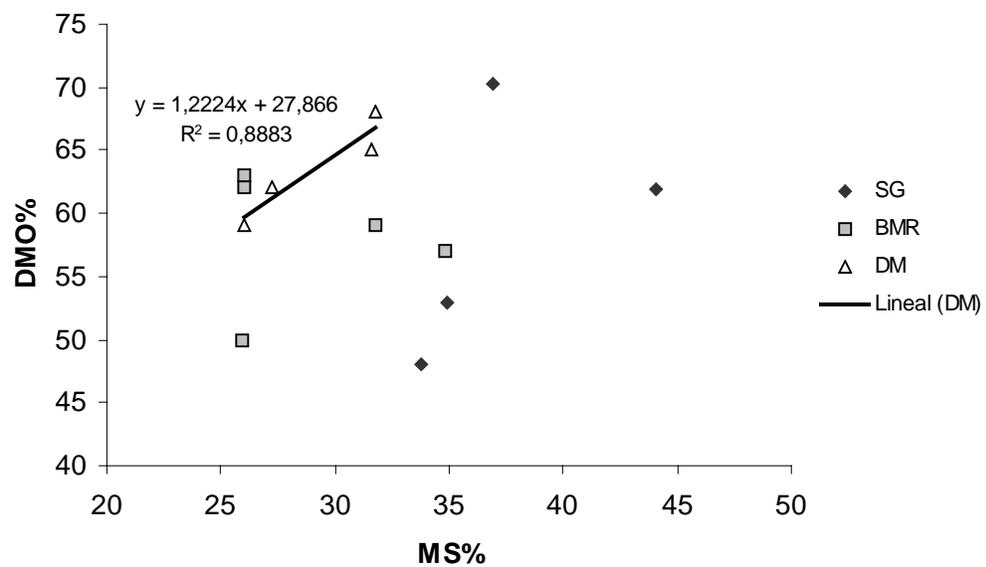
En el caso en los sorgos de grano 75% del total presentan los menores valores de DFDN dentro del grupo como también contra todos los grupos. En los materiales BMR silo evaluados vemos que 80% fueron los que presentaron los mayores valores de DFDN. Para los materiales DM evaluados vemos que 50% fueron las que presentaron los mayores valores.

Al observar los valores de DFDN observamos que ésta fracción presenta un menor valor para los SG que para los materiales con "*gen bmr*", esto nos dice que la DMO para SG está mas bien explicado por el aporte de grano, mientras que la DMO para los "*bmr*" esta mas explicada por el aporte de tallo, el cual es de buena digestibilidad por su menor porcentaje de lignina.

Los materiales con el "*gen bmr*" presentan valores de alrededor del 50% para la variable DFDN (estrechamente relacionado con el consumo de alimento, al aumentar la FDN o pared celular total, el consumo total del alimento disminuye), esto se ve reflejado en un mayor consumo de FDN, ya que al digerir más rápidamente la FDN, los rumiantes pueden pasar el alimento con mayor velocidad por el rumen, lo que permite un mayor consumo de materia seca y por lo tanto de fibra. En el caso de los sorgos graniferos la DFDN está en el entorno de 30%, limitando el consumo de FDN, seguramente debido al mayor porcentaje de lignina de estos materiales.

4.4.1 Efecto del momento de corte

Figura 11: Relación entre Materia Seca (MS%) de los ensilados y la Digestibilidad de la Materia Orgánica (DMO%)



Como se observa en el gráfico los materiales DM son los que presentaron una respuesta lineal, al aumentar el contenido de MS (de 25%-31%) de los materiales aumenta también la digestibilidad de la materia orgánica. Es de destacar que las condiciones de manejo del cultivo (fecha de siembra, densidad de población, fertilizaciones, refertilización, etc.) para la variedad DM si bien se trató de chacras diferentes y productores diferentes fueron muy similares.

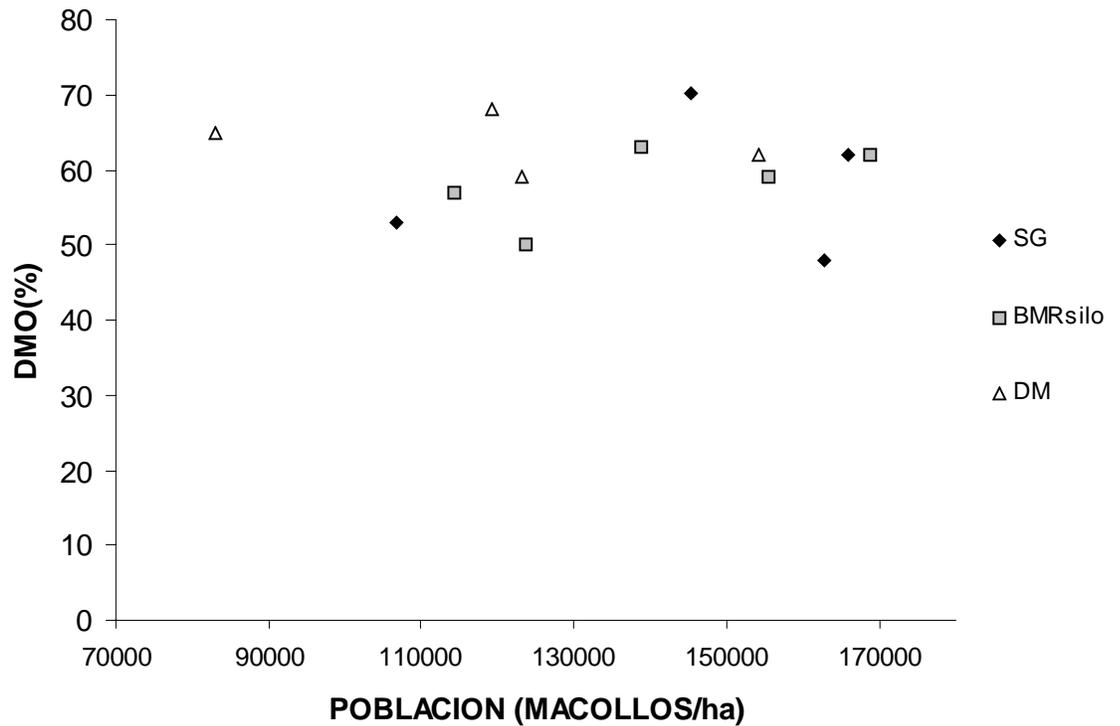
Cuador N° 26: Correlacion entre MS y DMO.

HIBRIDO	Correlacion entre MS y DMO
Sorgo Grano	0.5
BMR Silo	-0.06
Dairy Master	0.94

Para todas las variedades las variables estudiadas están correlacionadas para SG es una correlación media, para BMR silo es baja y negativa y para DM es alta y positiva.

4.4.2 Efecto población

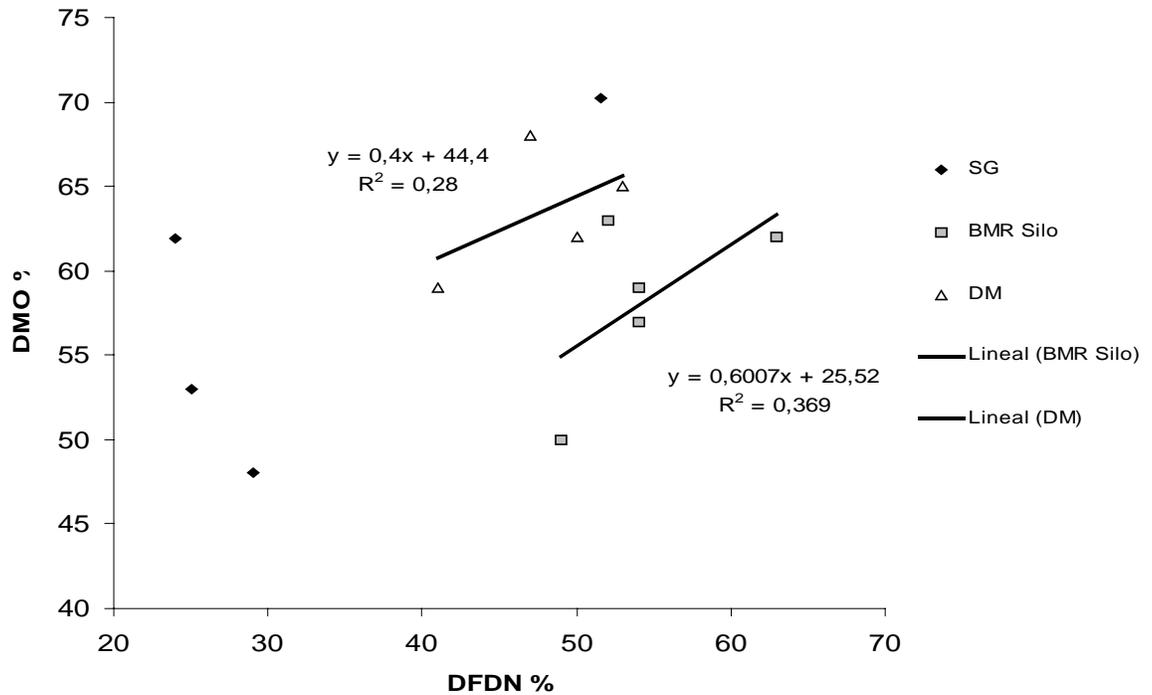
Figura 12: Relación entre población y digestibilidad de la materia orgánica (DMO%)



En el rango de poblaciones obtenidas (83000-170000) no se observó una tendencia clara entre ambas variables. Para los sorgos DM y BMR silo con altas poblaciones la digestibilidad de la materia orgánica se mantiene en un porcentaje alto (superior a 50%), debido a la buena calidad del tallo.

4.4.3 Relación entre DMO y DFDN

Figura 13: Relación entre DMO y DFDN

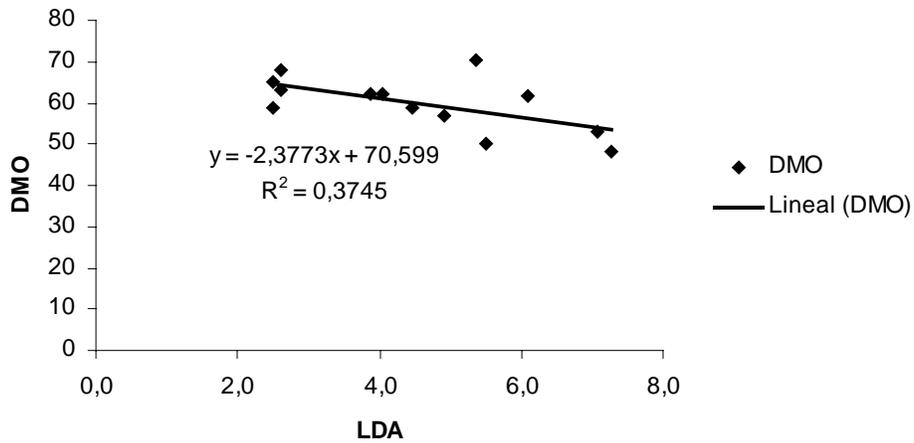


Los valores obtenidos nos muestran que existe una relación lineal y positiva entre la DFDN y la DMO para los grupos que tienen el gen “*bmr*”. Los DM son los que presentan como grupo los mayores valores de DMO (59 a 68%). Para el grupo BMR silo vemos que presentan los mayores valores de DFDN. La DFDN contribuye con un peso importante al valor de la DMO para los materiales con “*gen bmr*”.

4.4.4 Relación entre LDA y DMO

En la figura siguiente se observa la relación existente entre la LDA que indica el porcentaje de lignina y la DMO (digestibilidad de la materia orgánica). Existe una asociación lineal inversa entre las variables estudiadas, cuanto mayor es el valor de LDA menor será el porcentaje de DMO.

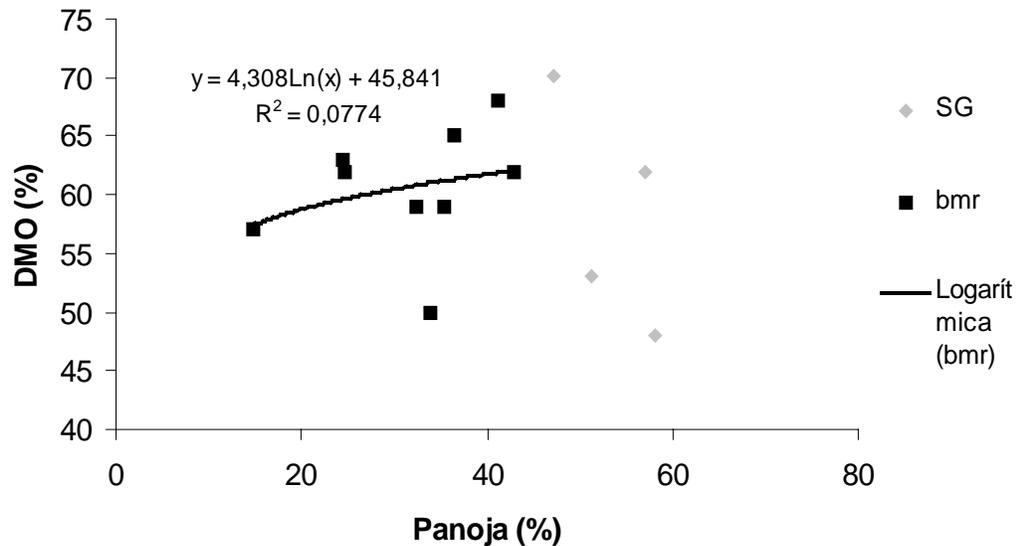
Figura 14: Relación entre LDA y DMO



Esta figura confirma la importancia del efecto de la LDA en el valor de DMO.

4.4.5 Efecto del porcentaje de grano

Figura 15: Relación entre panoja (%) y digestibilidad de la materia orgánica (%) para sorgo granífero y materiales con “gen *bmr*”.



Para las variables relacionadas, si bien presentan asociación positiva, el coeficiente de determinación obtenido es muy bajo (0.0774) para el tipo de ecuación logarítmica, por lo que no se confirmó lo citado en la bibliografía por (Brent, 1999), recordar que el número de materiales en estudio es bajo. Lo que sí se observó en el gráfico es que con valores de porcentaje en espiga entre 20 y 40 % es posible obtener altos valores de digestibilidad de la materia orgánica para los híbridos “*bmr*”, no es necesario un gran aporte de grano para llegar a altos valores de calidad de los ensilados.

Para los sorgos graníferos no encontramos una tendencia clara, posiblemente por la cantidad de materiales en estudiados.

5. CONCLUSIONES

El mayor rendimiento en KgMs/ha. fúe para el grupo de DM, dado por el peso de los macollos y él número de macollos por hectárea. El peso de los macollos fue mayor para DM el que está determinado en gran parte por la altura de los mismos. El menor rendimiento lo registro el grupo BMR silo. Este grupo sufrió ataque de hongo en la mayoría de sus chacras, lo que afectó el rendimiento promedio del grupo. Los valores experimentales obtenidos para rendimiento por institutos de investigación (INIA e INTA) superan los rendimiento obtenidos en el trabajo, posiblemente debido a que el trabajo es un relevamiento de chacras de productores donde las condiciones del cultivo son muy distintas a las de los ensayos experimentales.

Para los tres grupos de materiales se encontró una asociación lineal y positiva para las variables rendimiento y población dentro del rango de poblaciones obtenidas, se constata que con mayores poblaciones cercanas a las recomendadas los rendimientos son mayores.

En cuanto a la composición morfológica para los materiales con “gen bmr” la fracción que más aportó al rendimiento fue el tallo seguido de la panoja, mientras que en SG fue la panoja la que aporta mas al rendimiento, esto coincide con la bibliografía.

El porcentaje de lignina fue menor para los híbridos con “gen bmr” en relacion al grupo SG (“no bmr”). Para los SG la fracción Lignina superó lo citado en la revisión, mientras que para los “bmr” dicha fracción es levemente superior al valor de revisión.

Los valores obtenidos de FDN y FDA promedio para los ensilados correspondientes al grupo SG coinciden con la revisión, mientras que lo obtenido en DM y BMR silo es menor a lo citado. La FDN para DM y BMR silo superan a los SG, seguramente debido al alto aporte de tallo en el total de materia seca.

La DFDN contribuye en forma importante al valor de DMO, para los híbridos con “gen bmr”, cuanto más alto sea el valor de DFDN mayor será la DMO.

La fracción LDA tiene un efecto muy importante en la DMO, a mayor valor de LDA menor DMO para todos los grupos de materiales.

Los indicadores de calidad de conservación de los ensilados obtenidos, reflejan en su mayoría procesos correctos de conservación, exceptuando un material cosechado con alta humedad y almacenado en silo bolsa la que impide la eliminación de efluentes.

La DMO no presenta rangos estrictos para los distintos grupos de materiales, esto significa que es posible encontrar tanto bajos como altos valores de DMO en los tres grupos de híbridos. La DMO para SG fue explicada mas bien por el alto aporte de grano, mientras que los materiales con “*gen bmr*” se explica mas por el aporte de tallo, el cual presenta buena digestibilidad por su bajo porcentaje de Lignina. Existe una asociación lineal entre las variables, porcentaje de DMO y porcentaje LDA, a mayor porcentaje de LDA menor digestibilidad.

Los DM presentaron una asociación lineal y positiva para las variables materia seca y DMO entre los rangos obtenidos (25-31% de materia seca). Los DM como grupo fueron los que presentaron valores de digestibilidad mas próximos a los valores de referencia.

En los híbridos con el “*gen bmr*” es posible obtener altos valores de DMO con aportes de panoja variable (20-40%), por lo tanto no es necesario un alto aporte de panoja para obtener alta DMO, debido a la buena calidad de los tallos.

6. RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo describir y caracterizar en términos de rendimiento, valor nutritivo a distintos híbridos de sorgos forrajeros y graníferos con destino ensilado.

Se evaluaron 15 chacras de las cuales 7 corresponden al material forrajero BMR silo (baja lignina), 4 a sorgos también forrajeros de baja lignina Dairy Master y las 4 chacras restantes corresponden a sorgos graníferos, dos de ellas son Pioneer (P8118, P8419) y dos materiales (FLASH 1). El relevamiento de chacras fue realizado en predios de productores lecheros de la zona sur del país durante la zafra año 2004-2005. Previo al ensilado, se determinó rendimiento y composición química, y posterior al ensilado se midió composición química y digestibilidad “*in vivo*”. Las muestras fueron recogidas en los predios en tarrinas de plástico herméticamente cerradas y se trasladaron a la Unidad de Metabolismo del Centro Regional Sur (CRS, Facultad de Agronomía, UdelaR).

Los mayores rendimientos promedios en kilogramos de materia seca por hectárea correspondieron a los sorgos Dairy Master seguido de los Sorgos Graníferos y por último los BMR silo. Los valores de rendimientos obtenidos son inferiores a los datos experimentales encontrados en la revisión bibliográfica, esto puede ser debido a que los datos de referencias son ensayos experimentales los que están muy próximos al potencial de rendimiento. El rendimiento promedio obtenido para SG fue 8600kgMS/ha y para DM 14.127KgMS/ha. Mientras que el rendimiento de los BMR silo fue bastante inferior (7000KgMS/ha.). El menor coeficiente de variación para rendimiento se registro en los DM, por lo tanto indicaría mayor estabilidad de dichos materiales. Muchas de las chacras BMR silo sufrieron ataque de hongos (*Claviceps Africana*), afectando el rendimiento de las mismas.

El porcentaje de LDA de los ensilados fue menor para los híbridos que presentan el “*gen bmr*” (BMR silo y DM) en relación al promedio de los graníferos no “*bmr*”. El valor de LDA promedio obtenido para los SG fue 6.4%, en cambio para los materiales “*bmr*” fue 3.9% y 3.4% para BMR silo DM respectivamente.

La DFDN contribuye en forma importante al valor de DMO, para los híbridos con “*gen bmr*”, cuanto más alto sea el valor de DFDN mayor será la DMO.

La fracción LDA tiene un efecto muy importante en la DMO, a mayor valor de LDA menor DMO para todos los grupos de materiales.

Existen altos y bajos valores de DMO en los distintos grupos de materiales. Los DM presentaron una asociación lineal y positiva para las variables MS y DMO entre los rangos obtenidos de materia seca (25-31%), con un coeficiente de determinación de 0.8883. Los valores de DMO variaron de un mínimo de 48.0% y un máximo de 70.2% para todos los materiales.

En los híbridos con el “*gen bmr*” es posible obtener altos valores de DMO aún con aportes de panoja variable (20-40%), por lo tanto no es necesario un alto aporte de panoja para obtener alta DMO, debido a la buena calidad de los tallos.

Palabras Clave: sorghum,forraje,bmr,ensilado,digestibilidad

7. SUMMARY

The objective of this work is to describe and characterize in terms of yield and nutritive value different forage and grain sorghum hybrids for silage purposes.

Evaluation was done over 15 crops in different farms, 7 crops were forage BMR Silage sorghum hybrids and 4 crops were Dairy Master (DM) forage hybrids. The 4 remaining crops were grain sorghum hybrids (SG), 2 were Pioneer hybrids (P8118, P8419) and 2 were FLASH1 hybrids. Crop sampling was done in dairy farms from southern country region over crop season 2004-2005. Dry matter yield and chemical composition were determined before silage while chemical composition and “*in vivo*” digestibility were determined after the silage process. Samples were collected in the field in hermetically closed plastic containers and sent to Centro Regional Sur (CRS, Facultad de Agronomía, UdelaR) metabolism unit for digestibility determination.

The higher yield average, value expressed in kilograms of dry matter per hectare (kgDM/ha), were for DM hybrid followed by SG and BMR Silage in last place. The average yield was 8600kgMS/ha, 14.127KgMS/ha and 7000KgMS/ha for SG, DM and BMR Silage respectively. The lowest dry matter yield variation coefficient was obtained for DM sorghum, and this may indicate a better stability of this genetic materials. Many BMR crops suffered fungus attack (*Claviceps africana*) affecting their yield.

The Acid Detergent Lignin (ADL) mean values were lowest for sorghums bearing “*bmr gene*” (BMR Silage and DM hybrids) compared to grain sorghums which are “*non bmr*”. Lignin average value measured for SG was 6,4% while “*bmr*” hybrids showed values of 3,9% and 3,4% for BMR Silage and DM respectively.

DFND has a major contribution over OMD in “*bmr gen*” hybrids, higher DFND values bring higher ODM values.

ADL fraction has an important effect over OMD, higher ADL values bring lower ODM values in all kind of hybrids.

Organic Matter Digestibility (OMD) in forage and grain hybrids do not show strict ranges. DM sorghum showed positive direct proportion for Dry Matter and DMO variables in a specific dry matter range of 25-31% ($R^2 = 0,8883$).

Variable contribution of sorghum ears (20-40%) it is possible to have high OMD values for “*bmr gene*” sorghums.

In “*bmr gene*” sorghums, it is possible to obtain high OMD values even with variable sorghum ears contribution (20-40%). This indicates that high OMD values are not strictly subjected to high ears contributions due to good quality of stems.

Key words: sorghum,forage,*bmr*,silage,digestibility

8. BIBLIOGRAFIA

1. **ADAMS, J.E.** 1962. Effect of soil temperature on grain sorghum and yield. *Agronomy Journal*. 54(20): 257-261
2. **BALL, D.M.; COLLINS, M.; LACEFIELD, G.D.; MARTIN N.P.; MERTENS D.A., OLSON K.E.; PUTNAM D.H.; UNDERSTANDER D.J.; M.W.WOLF,** 2001. Understanding forage quality. (en línea). Wisconsin, American Farm Bureau Federation Publication. Consultado mar. 2006. Disponible en <http://www.agfoundation.org/projects/FQ.pdf>
3. **BARRIERE, Y.; GULLET, C.; GOFFNER, D.** 2003. Genetic variation and breeding strategies for improved cell wall digestibility in annual forage crops; a review, (en línea). s.l., INRA Consultado mar. 2006. Disponible en <http://www.edpsciences.org/10.1051/animres:2003018>
4. **BARRETO WAGNER, P.; DEL PUERTO SILVA, P.** 2001. Evaluación nutricional de verdes de verano. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 65 p.
5. **BRENT, B.; Mc COLLUM, F.T.** 2001. BMR Sorghum; what's all the fuss about? (en línea). Texas, Texas A&M University. Consultado mar. 2006. Disponible en <http://amarillo.tamu.edu/programs/agronomy/publications/Forage%20Sorghum/BMR%20Forage%20Sorghum%20ASTA.pdf>
6. **CARTER, P.R.; HICKS, D.R.; J.D.; OPLINGER, E.S.; DOLL, J.D.; BUNDY, L.G.; SCHULER R.T.; HOLMES, B.J.** 1989. Grain Sorghum (Milo). (en línea). Wisconsin, University of Wisconsin. Cooperative Extension. Consultado mar. 2006. Disponible en <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/sorghum.html>

7. **GAGGIOTTI, M.; ROMERO, L.; COMERÓN E.; BRUNO, O.; BARONIL, A.** 1998. Calidad de los forrajes conservados en campo de productores campaña 1997/98. (en línea). Rafaela, INTA. Consultado mar. 2006. Disponible en http://rafaela.inta.gov.ar/productores97_98/Indice.html
8. **INIA.** 2004. Evaluación de cultivares. (en línea). Montevideo, INIA. Consultado feb. 2005. Disponible en <http://www.inia.org.uy/online/site/9648I1.php>
9. -----, 2004. Evaluación de cultivares de sorgo para silaje campaña 2001/02 y 2002/03. (en línea). Entre Ríos, INTA. Consultado feb. 2005. Disponible en http://www.inta.gov.ar/parana/info/documentos/produccion_vegetal/sorgo/sorgo.htm
10. -----, 2004. Sorgos graníferos y sileros con destino a silaje planta entera. (en línea). Entre Ríos, INTA. Consultado feb. 2005. Disponible en http://www.inta.gov.ar/parana/info/documentos/produccion_vegetal/sorgo/evaluacion_manejo/sorgo_silero.htm
11. -----, 2005. Efecto del cultivar momento de cosecha, sobre la producción y calidad del silaje de sorgo granífero. (en línea). Entre Ríos, INTA. Consultado feb. 2005. Disponible en http://www.inta.gov.ar/parana/info/documentos/produccion_vegetal/sorgo/evaluacion_manejo/efecto_sorgo_granifero_01.htm
12. **MELCHOR CADENA, C.** 2003. Los sorgos no los siembre demasiado temprano espere las temperaturas más calientes. (en línea). Mexico, s. e., Consultado mar. 2006. Disponible en <http://www.agribiotech.com.mx/articulos tecnicos/SORGOSTEMPERATURASPARASIEMBRA.pdf>
13. **MC. DONALD, P.; WHITTENBURY, R.** 1973. The ensilage process. In: Chemistry and biochemistry of herbage. G. W. Butler; R.W. Bailey eds. New York, Academic Press. pp. 33-60
14. **MORRIS J.** 1997. Production of sweet sorghum for syrup in Kentucky. (en línea). Kentucky, University of Kentucky. Consultado mar. 2006. Disponible en <http://www.ca.uky.edu/agc/pubs/agr/agr122/agr122.htm>

15. **O'BRIEN FERNANDEZ; G. WILLEBALD HERNANDEZ, L.** 1996. Efecto de la temperatura, humedad y disponibilidad de nitrógeno del suelo sobre el crecimiento inicial del sorgo granífero en siembra directa y laboreo convencional. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 66 p.
16. **OLIVER, A.L.; GRANT, R.J.; PEDERSEN, J.F.; O'REAR, J.** 2004. Comparison of Brown Midrib-6 and -18 forage sorghum with conventional sorghum and corn silage in diets of lactating dairy cows. (en línea). Lincoln, University of Nebraska. Department of Animal Science. Consultado mar. 2006. Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?CMD=search&DB=pubmed>
17. **OSCAR, A.; ROMERO, L.A.; USTARROZ, E.** 1997. Forrajes conservados, henos, henolaje empaquetado, silajes, calidad de las reservas y respuesta animal. (en línea). INTA. Agro 2 (30). Consultado mar. 2006. Disponible en http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_reservas/reservas_en_general/30-forrajes_conservados.htm
18. **OWEN, F.G.** 1967. Factors affecting nutritive value of corn and sorghum silage. Journal of Dairy Science. 50 (3): 404-417
19. **ROMERO, L. A.; COMERÓN, E. A.; GAGGIOTTI, M. C.** 2002. Sorgo forrajero azucarado para silaje, efecto de la distancia entre surcos y la densidad de siembra. (en línea). Santa Fe, INTA. Consultado mar. 2006. Disponible en <http://www.info.gov.ar/rafaela/info/documento/cfc/jornada.htm>
20. ----- **L. A.; ARONNAM, S.; COMERÓN E. A.** 2004. Evaluación de silaje de sorgo forrajero de nervadura marrón para la producción de leche. (en línea). Santa Fe, INTA. Consultado abr. 2006. Disponible en http://www.inta.gov.ar/rafaela/info/documentos/anuario2003/a2003_p18.htm
21. **SMITH.** 1986. Summary of 25 years of research at Kansas State University. (en línea). s.l., s. e. Consultado mar. 2006. Disponible en http://www.oznet.ksu.edu/pr_silage/publications/Southeast%20Dairy%20Herd%20Mngt%20Conf%20November,%202004%20Sorghum%20silage%20p-

- 22. TROSTLE, C.** 2004 Annual summer forage for west Texas. (en línea). Texas, Texas University. Consultado mar. 2006.
Disponible en <http://forages.tamu.edu/PDF/westtxw-s.pdf>
- 23. WATTIAUX, M.** 2004, Introducción al proceso de ensilado. (en línea). Wisconsin, Wisconsin University. Consultado abr. 2006.
Disponible en http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/du/du_502.es.pdf
- 24 VAN SOEST, P.** 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2n.ed. Ithaca, Cornell University. 476 p.

9. APÉNDICE

ANOVA SILOS CSIC0313:51 Monday, January 1, 20011

OBS	TRAT	CAP	DMS105	DMO	DFDN	CMSPM	CMOPM	FDNPM
1	1	7	0.37	0.4	0.16	38.83	35.72	21.02
2	1	8	0.36	0.41	0.15	17.87	16.56	8.97
3	1	9	0.44	0.48	0.27	22.07	20.28	11.7
4	1	10	0.59	0.61	0.61	6.17	5.54	3.91
5	1	11	0.49	0.53	0.28	18.33	16.95	9.03
6	1	12	0.42	0.44	0.27	20.78	19.04	11.58
7	2	1	0.47	0.51	0.19	34.09	31.6	15.82
8	2	2	0.48	0.52	0.21	19.5	18.18	8.78
9	2	3	0.48	0.51	0.3	32.95	30.42	16.66
10	2	4	0.56	0.6	0.29	15.34	14.33	6.93
11	2	5	0.48	0.52	0.25	28.45	26.37	13.74
12	2	6	0.45	0.49	0.29	23	21.28	11.45
13	4	1	0.6	0.61	0.57	46.59	42.31	28.76
14	4	2	0.55	0.56	0.52	34.48	31.18	22.15
15	4	3	0.5	0.52	0.45	33.83	30.71	21.36
16	4	4	0.58	0.6	0.57	20.72	18.81	12.99
17	4	5	0.62	0.65	0.64	13.43	12.19	8.52
18	4	6	0.47	0.49	0.46	25.44	23.08	16.03
19	5	1	0.58	0.61	0.54	44.68	41.37	26.69
20	5	2	0.59	0.62	0.58	27.18	25.14	16.6
21	5	3	0.49	0.52	0.46	24.09	22.3	14.58
22	5	4	0.52	0.56	0.54	15.57	14.43	9.42
23	5	5	0.64	0.68	0.67	12.03	11.14	7.21
24	5	6	0.51	0.54	0.45	35.18	32.54	21.23
25	6	1	0.47	0.49	0.49	39.7	36.17	26.23
26	6	2	0.51	0.53	0.53	22.74	20.77	15.11
27	6	3	0.45	0.47	0.45	27.03	24.67	17.89
28	6	4	0.21	0.25	0.26	12.21	11.15	8.29
29	6	5	0.25	0.3	0.33	15.48	14.11	10.37
30	6	6	0.25	0.27	0.23	28.03	25.57	18.86
31	8	13	0.49	0.55	0.56	10.95	10.12	7.11
32	8	14	0.6	0.64	0.67	18.58	17.14	12.17
33	8	15	0.64	0.69	0.7	17.86	16.41	11.46
34	8	16	0.55	0.61	0.61	13.62	12.63	8.77
35	8	17	0.58	0.64	0.64	28.62	26.31	18.29
36	8	18	0.56	0.61	0.62	11.11	10.21	7.1
37	9	1	0.5	0.54	0.37	24.53	22.88	12.55
38	9	2	0.65	0.68	0.59	20.8	19.43	10.55
39	9	3	0.58	0.61	0.48	35	32.66	18.03

40	9	4	0.64	0.68	0.59	25.43	23.72	12.7
41	9	5	0.65	0.69	0.61	23.29	21.69	12.12
42	9	6	0.56	0.59	0.48	24.38	22.72	12.63
43	10	7	0.66	0.68	0.55	46.55	42.96	23.82
44	10	8	0.61	0.64	0.51	28.81	26.65	14.29
45	10	9	0.62	0.66	0.55	34.47	31.78	17.79
46	10	10	0.52	0.58	0.51	10.07	9.3	5.32
47	10	11	0.65	0.68	0.59	20.08	18.5	10.58
48	10	12	0.6	0.62	0.49	26.11	24.03	13.74
49	11	7	0.69	0.72	0.53	42.18	39.71	17.8
50	11	8	0.62	0.66	0.46	37.92	35.53	16.17
51	11	9	0.64	0.67	0.47	33.52	31.29	14.88
52	11	10	0.71	0.75	0.58	15.06	14.26	6.24
53	11	11	0.7	0.74	0.6	18.73	17.51	8.27
54	11	12	0.45	0.54	0.17	8.23	7.73	3.17
55	12	7	0.58	0.6	0	5.72	5.12	2.18
56	12	8	0.49	0.54	0.46	15.71	14.31	8.21
57	12	9	0.53	0.57	0.5	23.63	21.46	12.53
58	12	10	0.6	0.65	0.55	24.25	22.27	11.87
59	12	11	0.55	0.58	0.46	26.4	24.02	13.66
60	12	12	0.59	0.62	0.51	25.41	23.08	13.15
61	13	13	0.56	0.6	0.47	24.75	23.33	12.74
62	13	14	0.52	0.57	0.43	22.53	21.23	11.65
63	13	15	0.67	0.71	0.62	15.31	14.4	7.8
64	13	16	0.54	0.58	0.44	13.57	12.76	6.94
65	13	17	0.58	0.62	0.48	30.67	28.85	15.64
66	13	18	0.62	0.65	0.53	13.53	12.74	6.94
67	14	1	0.61	0.66	0.46	34.37	35.6	16.08
68	14	2	0.62	0.68	0.47	35.69	37.56	16.59
69	14	3	0.61	0.65	0.5	34.52	34.38	16.83
70	14	4	0.64	0.71	0.54	17.2	18.46	7.96
71	14	5	0.63	0.82	0.59	13.86	23.49	7.41
72	14	6	0.64	0.69	0.53	33.1	33.28	15.94
73	15	7	0.43	0.46	0.31	19.99	18.63	9.03
74	15	9	0.59	0.63	0.08	17.06	16.26	5.11
75	15	10	0.72	0.75	0.41	26.84	25.65	7.97
76	15	11	0.53	0.56	0.08	17.43	16.57	5.86
77	15	12	0.67	0.69	0.32	24.1	22.91	7.89
78	15	8	0.58	0.62	0.28	22.88	22.08	8.78

ANOVA SILOS CSIC0313:51 Monday, January 1, 20012

General Linear Models Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
TRAT	13	1 2 7 5 6 8 9 10 11 12 13 14 15

Number of observations in data set = 78

ANOVA SILOS CSIC03 13:51 Monday, January 1, 20013
General Linear Models Procedure

Dependent Variable: DMS105					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	12	0.44318462	0.03693205	7.16	0.0001
Error	65	0.33528333	0.00515821		
Corrected Total	77	0.77846795			
R-Square	C.V.	Root MSE	DMS105 Mean		
0.569304	13.04310	0.07182065	0.55064103		
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	12	0.44318462	0.03693205	7.16	0.0001
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	12	0.44318462	0.03693205	7.16	0.0001

ANOVA SILOS CSIC0313:51 Monday, January 1, 20014
General Linear Models Procedure

Dependent Variable: DMO					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	12	0.52278462	0.04356538	9.09	0.0001
Error	65	0.31148333	0.00479205		
Corrected Total	77	0.83426795			
R-Square	C.V.	Root MSE	DMS105 Mean		
0.626639	11.74575	0.06922464	0.58935897		
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	12	0.52278462	0.04356538	9.09	0.0001
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	12	0.52278462	0.04356538	9.09	0.0001

ANOVA SILOS CSIC0313:51 Monday, January 1, 20015
General Linear Models Procedure

Dependent Variable: DFDN					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	12	1.06984872	0.08915406	7.12	0.0001
Error	65	0.81410000	0.01252462		
Corrected Total	77	1.88394872			

R-Square 0.567876 C.V. 24.96924 Root MSE 0.11191343 DMS105 Mean 0.44820513

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	12	1.06984872	0.08915406	7.12	0.0001
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	12	1.06984872	0.08915406	7.12	0.0001

ANOVA SILOS CSIC0313:51 Monday, January 1, 20017
General Linear Models Procedure

Dependent Variable: CMOPM					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	12	1168.03145128	97.33595427	1.28	0.0001
Error	65	4950.84613333	76.16686359		
Corrected Total	77	6118.87758462			

R-Square 0.190890 C.V. 38.73266 Root MSE 8.72736292 DMS105 Mean 22.53230769

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	12	1168.0314512	97.33595427	1.28	0.2531
		8			
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	12	1168.0314512	97.33595427	1.28	0.2531
		8			

ANOVA SILOS CSIC0313:51 Monday, January 1, 20018
General Linear Models Procedure

Dependent Variable: CFDNPM					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	12	632.35278205	52.69606517	1.96	0.0426
Error	65	1745.57118333	26.85494128		
Corrected Total	77	2377.92396538			

R-Square 0.265926 C.V. 40.98700 Root MSE 5.18217534 DMS105 Mean 12.64346154

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	12	632.3527820	52.69606517	1.96	0.0426
		5			
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	12	632.3527820	52.69606517	1.96	0.0426
		5			

ANOVA SILOS CSIC0313:51 Monday, January 1, 20019

General Linear Models Procedure

T tests (LSD) for variable: DMS105

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate not the experimentwise error rate.

Alpha= 0.05 df= 65 MSE= 0.005158

Critical Value of T= 2.00

Least Significant Difference= 0.0828

Means with the same letter are not significantly different.

T	Groupin g	Mean	N	TRAT
	A	0.635	6	11
	A			
	A	0.625	6	14
	A			
	A	0.61	6	10
	A			
	A	0.59667	6	9
	A			
	A	0.58667	6	15
	A			
	A	0.58167	6	13
	A			
	A	0.57	6	8
	A			
B	A	0.55667	6	12
B	A			
B	A	0.555	6	5
B	A			
B	A	0.55333	6	4
B	A			
B	C	0.48667	6	2
	C			
	C	0.445	6	1
	D	0.35667	6	6

ANOVA SILOS CSIC0313:51 Monday, January 1, 2001 11
 General Linear Models Procedure
 T tests (LSD) for variable: DMO

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate not the
 experimentwise error rate.

Alpha= 0.05 df= 65 MSE= 0.004792

Critical Value of T= 2.00

Least Significant Difference= 0.0798

Means with the same letter are not significantly different.

T	Grouping	Mean	N	TRAT
	A	0.70167	6	14
	A			
B	A	0.68	6	11
B	A			
B	A C	0.64333	6	10
B	A C			
B	A C	0.63167	6	9
B	A C			
B	A C	0.62333	6	8
B	C			
B	C	0.62167	6	13
B	C			
B	C	0.61833	6	15
	C			
	D C	0.59333	6	12
	D C			
	D C	0.58833	6	5
	D C			
	D C	0.57167	6	7
	D			
E	D	0.525	6	2
E				
E		0.47833	6	1
	F	0.505	6	6

General Linear Models Procedure

T tests (LSD) for variable: DFDN

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate not the experimentwise error rate.

Alpha= 0.05 df= 65 MSE= 0.012525

Critical Value of T= 2.00

Least Significant Difference= 0.129

Means with the same letter are not significantly different.

T	Grouping	Mean	N	TRAT
	A	0.63333	6	8
	A			
B	A	0.54	6	5
B	A			
B	A	0.535	6	7
B	A			
B	A	0.53333	6	10
B	A			
B	A	0.52	6	9
B	A			
B	A	0.515	6	14
B				
B	C	0.495	6	13
B	C			
B	C	0.46833	6	11
B	C			
B	C D	0.41333	6	12
	C D			
E	C D	0.49167	6	6
E	D			
E	F D	0.29	6	1
E	F			
E	F	0.255	6	2
	F			
	F	0.24667	6	15

ANOVA SILOS CSIC0313:51 Monday, January 1, 2001 17
 General Linear Models Procedure

T tests (LSD) for variable: CMOPM

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate not the
 experimentwise error rate.

Alpha= 0.05 df= 65 MSE= 76.16686
 Critical Value of T= 2.00
 Least Significant Difference= 10.063

Means with the same letter are not significantly different.

T	Grouping	Mean	N	TRAT
	A	30.462	6	14
	A			
B	A	26.38	6	7
B	A			
B	A	25.537	6	10
B	A			
B	A	C 24.487	6	5
B	A	C		
B	A	C 24.338	6	11
B	A	C		
B	A	C 23.85	6	9
B	A	C		
B	A	C 23.697	6	2
B	A	C		
B	A	C 24.273	6	6
B		C		
B		C 20.35	6	15
B		C		
B		C 19.015	6	1
B		C		
B		C 18.885	6	13
B		C		
B		C 18.377	6	12
		C		
		C 15.47	6	8

ANOVA SILOS CSIC0313:51 Monday, January 1, 2001 19
 General Linear Models Procedure
 T tests (LSD) for variable: CFDNPM

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate not the
 experimentwise error rate.

Alpha= 0.05 df= 65 MSE= 26.85494
 Critical Value of T= 2.00
 Least Significant Difference= 5.9753

Means with the same letter are not significantly different.

T	Grouping	Mean	N	TRAT
	A	18.302	6	7
	A			
B	A	19.725	6	6
B	A			
B	A	15.955	6	5
B	A			
B	A	14.257	6	10
B	A			
B	A	13.468	6	14
B	A			
B	A	C 13.097	6	9
B		C		
B		C 12.23	6	2
B		C		
B		C 11.088	6	11
B		C		
B		C 11.035	6	1
B		C		
B		C 10.817	6	8
B		C		
B		C 10.285	6	13
B		C		
B		C 10.267	6	12
		C		
		C 7.44	6	15