GIRASOL:
ALTERNATIVA FORRAJERA

Autores: **Alberto Fassio***
Daniel Cozzolino**
Enrique Fernández***

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

** Ing. Agr., Ph.D., Nutrición Animal. Programa de Cereales y Oleaginosas de Verano. INIA La Estanzuela.

*** Ing. Agr., M.Sc., Unidad de Invernada Intensiva, Grupo de Riego, Agroclima, Ambiente y Agricultura Satelital. INIA La Estanzuela.

Título: GIRASOL: ALTERNATIVA FORRAJERA

Autores: Alberto Fassio
Daniel Cozzolino
Enrique Fernández

Serie Técnica N° 120

© 2001, INIA

ISBN: 9974-38-126-6

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

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

Pág.

INDICE

1 INTRODUCCIÓN 1

2 ASPECTOS GENERALES SOBRE CALIDAD DE FORRAJES 1

2.1 Parámetros de calidad 2

3 ANTECEDENTES 3

3.1 Composición del ensilaje del girasol 3

3.2 Estadios de desarrollo y componentes de rendimiento 3

3.3 Producción de Materia Seca 4

3.4 Epoca de siembra 4

3.5 Densidad 5

3.6 Componentes estructurales 5

4 ENSAYOS REALIZADOS EN LA ESTANZUELA (1998-2000) 5

4.1 Ensayo 1. Promedio de rendimiento de MS/ha y composición estructural en tres estadios de crecimiento en girasol 6

4.2 Ensayo 2. Promedio de distintos parámetros de calidad en dos situaciones para tres estadios de crecimiento 6

4.3 Ensayo 3. Promedio de composición estructural y rendimiento de MS/ha para dos densidades de siembra 9

4.4 Ensayo 4. Promedio de distintos parámetros de calidad para dos densidades de siembra 10

4.5 Ensayo 5. Promedio de composición estructural y rendimiento de MS/ha para dos épocas de siembra contrastantes sin limitante de agua y una época temprana con limitante de agua 11

4.6 Ensayo 6. Promedio de distintos parámetros de calidad para dos épocas de siembra contrastantes sin limitante de agua y una época temprana con limitante de agua 11

Pág.

4.7 Ensayo 7. Mínimo, máximo y promedio, de composición estructural y rendimiento de MS/ha y distintos parámetros de calidad de girasol bajo distintas condiciones ambientales, para dos estadios de crecimiento R5,5 y R9. 11

5 PASTOREO DIRECTO 14

6 CONCLUSIÓN 14

7 RESUMEN 16

8 COLABORADORES 17

9 BIBLIOGRAFÍA 17

PRESENTACION

La realización de reservas forrajeras así como de verdeos, es una práctica generalizada a fines de asegurar una buena y estable producción en establecimientos ganaderos y lecheros. La siembra de cultivos estivales para tal fin, incluye en la mayoría de los sistemas de producción, a especies gramíneas tales como el maíz y el sorgo.

El girasol, tradicionalmente cultivado como oleaginosa, surge como una alternativa interesante para su uso como forraje, aportando no sólo una mayor rusticidad en relación al sorgo y al maíz, sino también, la posibilidad de incluir un cultivo de hoja ancha en la rotación, permitiendo así, entre otras cosas, un mejor control de plagas, enfermedades y malezas. Sumado a esto, la disponibilidad de variedades con bajo costo y una amplia versatilidad de fechas de siembra desde agosto a enero, que posibilita ofrecer un volumen de forraje importante desde noviembre a junio, presentan al girasol como una opción válida de cultivo forrajero con aceptable productividad y bajo riesgo.

PROGRAMA NACIONAL DE CEREALES DE VERANO Y OLEAGINOSAS

GIRASOL: ALTERNATIVA FORRAJERA

1. INTRODUCCIÓN

Los cultivos forrajeros óptimos, tienen que cumplir con 2 requisitos fundamentales: brindar un alto valor nutritivo y una alta producción por hectárea. El maíz es por excelencia elegido en varias partes del mundo por cumplir con las exigencias antes mencionadas. El girasol (*Helianthus annuus* L.) pertenece a la Familia *Compositae Adams*. Es originario de la zona oeste de América del Norte y del norte de México (Vranceanu 1977). Es una planta típicamente oleaginosa debido a su alto contenido de aceite, el cual desde el punto de vista nutritivo se destaca por su calidad (Pascale y De la Fuente 1989). En algunas regiones del mundo este cultivo se utiliza como forraje, tanto en planta como en ensilaje. Varios trabajos extranjeros (USA, Francia, etc.) muestran al girasol como una forrajera de calidad y de aceptable producción de materia seca por hectárea (Thomas y col. 1982; Schingoethe y col. 1980; Valdez y col. 1988). En la región Valerio (1998) ha comentado la utilización de esta especie como alimento para la suplementación de ganado vacuno en Brasil. En Uruguay existen pocos antecedentes de la utilización del girasol como forraje. Con el objetivo de brindar información que permita apoyar la toma de decisiones por parte de productores y técnicos sobre el manejo, calidad y cantidad de forraje del girasol, se llevaron a cabo una serie de experimentos en INIA La Estanzuela, Uruguay.

2. ASPECTOS GENERALES SOBRE CALIDAD DE FORRAJES

La mayoría de las reservas forrajeras son confeccionadas a partir de cultivos de cereales (maíz, trigo, cebada) o de pasturas, siendo importante conocer la calidad del material que da origen a la reserva forrajera.

La planta es un organismo vivo que modifica su estructura permanentemente mediante la elaboración y transformación de sus propios metabolitos, a través de procesos fisiológicos bien definidos (fotosíntesis, respiración, etc.). Una vez que ésta ha sido cortada, se detiene la fotosíntesis, y comienza la descomposición de sus tejidos. La planta o forraje cortado, al consumir sus propias reservas, comienza a perder valor nutritivo, o sea su utilidad como forraje o alimento. En la Gráfica 1 se presenta el esquema de fotosíntesis de los forrajes verdes.

Recordemos que una de las premisas más importantes a tener en cuenta en la conservación de forrajes es: ***" La calidad del forraje conservado (silo, heno, henilaje) nunca será superior a la del material que le dio origen"*** (McDonald 1981). La calidad de las reservas o forrajes conservados está definida desde un punto de vista nutricional básicamente por la producción animal que permiten lograr. Esta definición aunque cierta, es un tanto vaga, pues lo importante es conocer a priori cual será la producción ani-

ANHÍDRIDO CARBÓNICO + AGUA + ENERGÍA SOLAR = AZÚCARES + OXíGENO

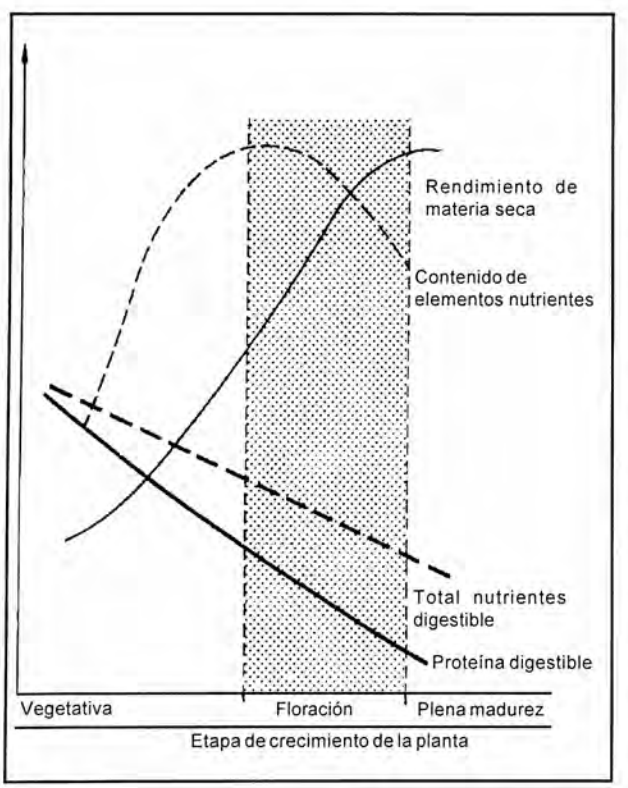
Gráfica 1. Esquema de la Fotosíntesis de los forrajes verdes.

mal, es decir, como predecirla. Para ello a través del tiempo se desarrollaron diversos criterios, desde los que evalúan en forma subjetiva la calidad del forraje (olor, color, etc.), hasta los más modernos procedimientos objetivos basados en la evaluación química.

Esa evaluación integra un conjunto de parámetros que se consideran importantes en la definición de la calidad de los mismos: el contenido energético (evaluado a través de la digestibilidad y contenido de fibra) y contenido de proteína.

La calidad dependerá de distintos factores siendo determinantes el estado de madurez al momento de corte y el contenido de humedad (Gráfica 2).

Tradicionalmente, los laboratorios de análisis de forrajes manejan las muestras a través de una serie de procedimientos químicos para determinar varios componentes importantes para la alimentación animal (proteína, fibra, minerales). Nuevas tecnologías como es el caso de la espectrofotometría de reflectancia en el infrarrojo cercano, NIRS (del inglés Near Infrared Reflectance Spectroscopy) permiten analizar rápidamente un número muy grande de muestras. El método se basa en la utilización de luz (energía) en el espectro electromagnético (700 a 2.500 nm), la cual hace vibrar los principales enlaces constituyentes de las moléculas orgánicas: Carbono - Hidrógeno; Oxígeno - Hidrógeno y Nitrógeno - Hidrógeno. Los patrones de reflectancia de la luz no solo se modifican con los distintos nutrientes, sino también pueden variar con el estado fisiológico, método de conservación de forraje, etc. Con este método se puede medir en minutos la calidad de un alimento. El NIRS se caracteriza por ser rápido, confiable y no destructivo de la muestra (Murray 1993).



Gráfica 2. Evolución de la calidad (DMO) del forraje en función de las etapas fisiológicas del cultivo (Fuente: Holmes, 1989).

2.1. Parámetros de calidad

Materia seca (MS y Cenizas)

Representa el contenido de materia total de un alimento, es decir el alimento menos su contenido de humedad. Es el parámetro sobre la base del cual se expresan los resultados de todas las demás determinaciones.

El método más sencillo para determinar la materia seca de un alimento consiste en dejar al material en una estufa hasta que se haya evaporado todo el agua libre. Las temperaturas empleadas suelen ser de 100 a 105 ° C. La ceniza es el residuo que permanece tras quemar todo el material orgánico en un horno o mufla a temperaturas de 500 a 600 °C. Nutritivamente el valor de las cenizas tiene poca importancia, aunque valores excesivamente altos (mayores a 15 por ciento) pueden indicar contaminación con tierra o dilución del alimento con materiales inorgánicos (Church y Pond 1977; AOAC 1990).

Proteína cruda (PC)

Expresa tanto la proteína verdadera como otros compuestos nitrogenados no proteicos. Generalmente se calcula en la mayoría de los alimentos como Nitrógeno multiplicado por el factor 6.25. El método utilizado para su determinación se conoce como Kjeldhal. El material se digiere con un ácido y posteriormente se mide la cantidad de nitrógeno en forma de amonio (Church y Pond 1977; AOAC 1990).

Fibra detergente ácida (FDA)

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

Fibra detergente neutra (FDN)

Fibra detergente neutro, se asocia con la pared celular o estructural de la planta. Está constituida por lignina, hemicelulosa y celulosa (Goering y Van Soest 1970; Van Soest y Wine 1967). La FDN es un indicador del potencial de consumo en una especie forrajera. Alimentos con valores mayores de a 55 – 60% de FDN pueden mostrar limitaciones en su consumo máximo voluntario.

pH

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

Extracto al éter

Las materias solubles en éter incluyen una amplia gama de compuestos orgánicos (vitaminas liposolubles, ceras, pigmentos). Este método obliga a extractar con éter las muestras durante un período de 4 o más horas, determinando el contenido de grasa total de un alimento (AOAC 1990).

Digestibilidad de la materia orgánica (DMO)

La digestibilidad de la materia orgánica se mide a través del método de Tilley y Terry (1963). La muestra de forraje o alimento se incuba durante 48 horas en licor ruminal proveniente de un animal canulado y posteriormente por otras 48 horas con pepsina y ácido clorhídrico. La primera fase simula lo que ocurre en el rumen, mientras que la segunda simula la digestión verdadera.

Estudios con microsilos

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

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

3. ANTECEDENTES

Se presenta a continuación una serie de antecedentes, basados en los escasos trabajos existentes con relación a la utilización de la planta de girasol como forraje.

3.1. Composición del ensilaje del girasol

En el Cuadro 1 se presenta la composición química del ensilaje de girasol proveniente de distintas fuentes de información.

3.2. Estadios de desarrollo y componentes de rendimiento

En el desarrollo y crecimiento del cultivo de girasol se verifican dos etapas bien definidas: el vegetativo y el reproductivo.

Cuadro 1. Características químicas del ensilaje de girasol.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
MS	30.6	23.4	17.4	30.0	25.4
PC	11.4	10.1	12.1	12.7	11.5
FDN	41.8	43.3	S/D	42.0	60.0
FDA	38.4	35.2	39.1	39.0	33.2
Cenizas	13.2	14.5	13.7	13.2	10.6
EE	10.7	12.1	S/D	10.7	8.1

S/D sin datos.

Fuentes:

(1) McGuffey y Shingoethe (1980).
(2) Valdez y col. (1988a).
(3) INRA, 1988.
(4) NRC, 1996.
(5) Valerio, 1998.

El estado vegetativo (V) comienza con la emergencia de las plántulas y termina con la aparición visual de la inflorescencia. Los estadios individuales después de la emergencia son determinados por el número de hojas.

El estado reproductivo (R) se inicia con la aparición de la inflorescencia y finaliza cuando la planta alcanza la madurez (Fassio y col. 1997). El proceso de diferenciación floral que sigue a la transformación del ápice vegetativo a reproductivo es gradual. Este comienza en la periferia del primordio del capítulo y culmina cuando se han completado los círculos florales del centro (Andrade y Sadras 2000). Una vez finalizada la floración comienza la etapa de llenado del grano, el cual abarca de R7 a R9.

Sobre la base de la clasificación de Schmith-Miller-Koop se definen a continuación:

* R3: el botón floral se elonga mas de dos cm. de la hoja más cercana, ocurriendo esta etapa a los 60-66 días de la siembra (estado botón).

* R5,5: aproximadamente el 50 por ciento de las flores están polinizando. Esta etapa ocurre a los 77 – 85 días de la siembra.

* R7: el revés del capítulo comienza a colorearse de amarillo, ocurre de los 95 a 100 días desde siembra.

* R9: Las brácteas se tornan amarillas y marrones. Se alcanza la madurez fisiológica. Este estadio ocurre a los 110 – 125 días de la siembra.

Los distintos componentes del rendimiento son determinados en diferentes estadios del cultivo. Por ejemplo, el número de primordios florales por capítulo es determinado en estadios tempranos del cultivo y el número de flores que son fecundadas lo es durante la floración. Inmediatamente después de ésta etapa el número de semillas que cuajan y se transforman en fruto comienzan a fijarse. Hasta mas de 15 días posteriores a la finalización de la misma se pueden producir abortos. El periodo durante el cual se determina el peso y el porcentaje de aceite de los frutos comienza después del cuajado de los mismos y se extiende hasta madurez fisiológica.

La síntesis de lípidos comienza en una etapa más tardía que la síntesis de proteína y alcanza las mayores tasas a partir de la segunda y cuarta semana desde antesis (Goffner y col. 1988; Andrade y Sadras 2000).

El momento de madurez fisiológica se considera cuando las brácteas se vuelven amarillas y marrones y una gran proporción de la parte posterior del capítulo se encuentra marrón (Andrade y Sadras 2000).

3.3. Producción de materia seca

Algunos autores mencionan, que la producción de materia seca del cultivo de girasol cosechado para ensilaje con 35 por ciento de materia seca, logra rendimientos nada despreciables como se observa en el Cuadro 2 (Sheaffer y col. 1977).

3.4. Época de siembra

El girasol permite un amplio rango de fechas de siembra dado el régimen de temperaturas del suelo y ambiente de la región

Cuadro 2. Estado fisiológico de cultivo y producción de materia seca.

	Estado fisiológico	Producción MS/ha (Kg)
Demarquilly y Andrieu (1972)	Floración	5890
	Madurez Fisiológica	7770
Sheaffer y col. (1977)	Madurez Fisiológica	5500 – 7240

MS: Materia seca.

(agosto – enero). La variación de los factores climáticos, en función de la época de siembra, es una de las principales causas que determinan oscilaciones en el rendimiento de grano y aceite y variaciones en las características agronómicas generales. Los mayores rendimientos y porcentajes de aceite son obtenidos en siembras tempranas (Fassio y col. 1997).

La época de siembra, al determinar el crecimiento del cultivo en determinado momento del año, influye en el largo del ciclo, el diámetro del capítulo, la altura de la planta y la incidencia de enfermedades.

3.5. Densidad

La densidad de plantación o número de plantas por hectárea tiene poco efecto sobre el rendimiento de materia seca total. El Cuadro 3 presenta un resumen de 2 años de evaluación de densidades de plantación en USA (Sheaffer y col. 1977).

Según los autores (Massey 1971; Sheaffer y col. 1977) altas poblaciones producen mayores rendimientos de materia seca por hectárea, las plantas crecen con los tallos finos, resultando en una alta proporción de plantas "volcadas". Del mismo modo que la cantidad de materia seca producida por hectárea varía poco con la densidad de plantas, la calidad se modifica en forma leve (Cuadro 4).

Cuadro 3. Efecto de la densidad de población sobre el rendimiento de materia seca kg/ha.

	A	B	C
AÑO 1	4800	5000	5400
AÑO 2	6790	6888	7240

A: densidad baja (año 1: 72.000; año 2: 86.000).
B: densidad media (año 1: 143.000; año 2: 172.00).
C: densidad alta (año 1: 287.000; año 2: 344.000).

3.6. Componentes estructurales (hoja, tallo, receptáculo, grano)

La participación relativa de los diversos órganos de la planta (hoja, tallo, receptáculo, grano) en la materia seca y las características del ensilaje de la planta, es un aspecto a tener en cuenta. En el estado de madurez del grano el capítulo llega a representar del 50 al 60 por ciento del total de la materia seca de la planta y el grano del 35 al 40 por ciento de la materia seca total. El tallo pasa de ser el 50 – 60 por ciento antes de madurez del grano al 30 – 35 por ciento, mientras que las hojas del 40 – 50 por ciento al 10 – 15 por ciento de la materia seca total de la planta, respectivamente (Demarquilly y Andrieu. 1972).

4. ENSAYOS REALIZADOS EN LA ESTANZUELA 1998 - 2000

Dos fueron los objetivos perseguidos en una serie de ensayos realizados en INIA LE, Colonia, Uruguay.

El primero fue evaluar rendimiento y calidad de diferentes materiales de ciclo medio, a igual densidad y en diferentes ambientes. Un segundo objetivo fue evaluar 2 densidades contrastantes sobre el rendimiento y la calidad.

Se sembraron 15 macroparcelas, con una población aproximada de 80.000 plantas/ha, 5 de ellos en siem-

Cuadro 4. Efecto de la densidad de plantas sobre la calidad de planta entera de girasol (porcentaje Materia Seca).

Densidad pl. / ha	FDA	Lignina	DMO
86.000	48.8	15.9	67.5
172.000	50.7	16.4	67.4
244.000	52.1	16.7	65.8

FDA: Fibra Detergente Ácida, DMO: Digestibilidad *in vitro* de la Materia Orgánica.

bra temprana y secano (18/8), 5 en siembra temprana con riego (22/9) y 5 en siembra tardía con riego (19/1). Todas las parcelas fueron sembradas con cultivares de ciclo medio, 2 variedades de polinización libre y 3 híbridos. También se instalaron 6 parcelas en secano y siembra temprana (18/8) con 2 densidades contrastantes, de aproximadamente 75.000 y 124.000 plantas/ha. En todas las parcelas se realizaron 3 muestreos (2 m lineales cada uno) tanto para estructura como para calidad y rendimiento, en 3 momentos fisiológicos definidos (R3, R5,5 y R9), así como se confeccionaron los respectivos microsilos.

4.1. ENSAYO 1. Promedio de rendimiento de MS por ha y composición estructural en tres estadios de crecimiento en girasol

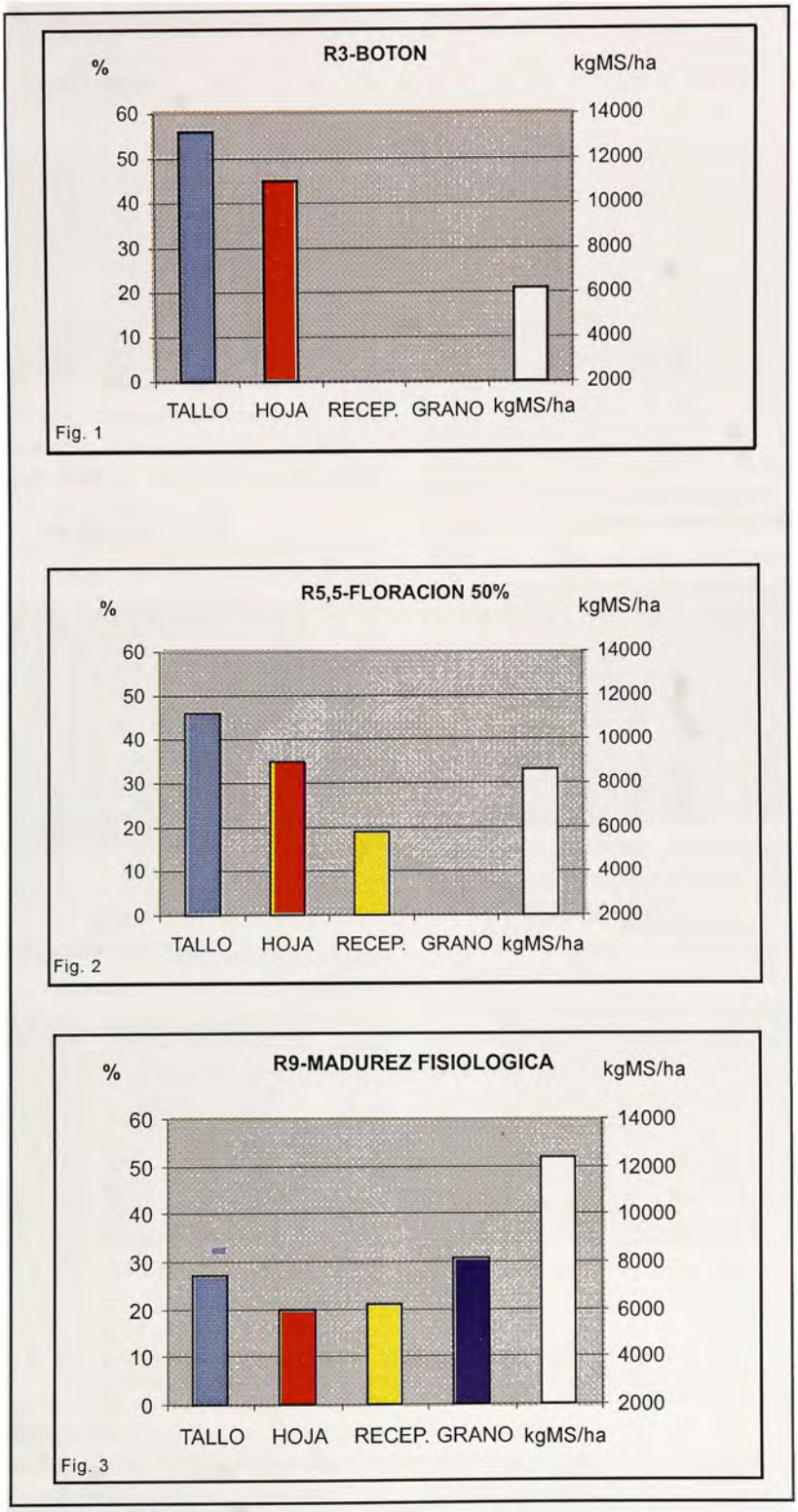
En cuanto a composición estructural (Figuras 1 – 3) es claro el aporte del receptáculo, y de éste y el grano, en R5,5 y R9, respectivamente. El descenso del porcentaje de tallo y hoja a través de los tres estadios es notorio, pero se conserva una relación entre ellos. El porcentaje de hoja representa entre el 80 y 70 por ciento del porcentaje del tallo. El receptáculo en los dos estadios en que se haya presente, se sitúa en el entorno del 20 por ciento de la materia seca total. En R9 el grano por si solo alcanza alrededor del 30 por ciento, por lo que se transforma en el mayor componente, seguido del tallo con un 28 por ciento y el resto repartidos por igual entre hoja y receptáculo. El rendimiento obtenido en R9 duplica al del estadio R3 y llega a ser un 30 por ciento mayor que en R5,5.

Promedio de composición estructural y rendimiento de materia seca por hectárea, en girasol, para 3 estadios de crecimiento (R3-botón, R5,5-floración 50%,y R9-madurez fisiológica).

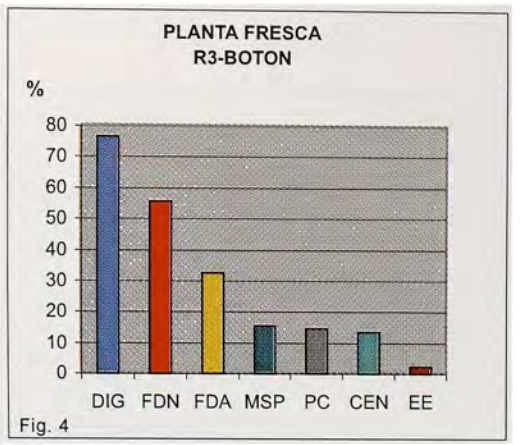
4.2. ENSAYO 2. Promedio de distintos parámetros de calidad en dos situaciones (planta fresca y silo) para tres estadios de crecimiento

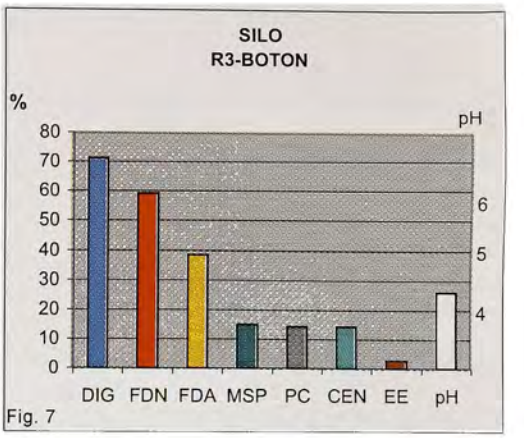
Para 3 estadios de crecimiento en girasol R3, R5,5 y R9 (Figuras 4 – 9), se tomaron muestras en las mismas parcelas que en el ensayo 1 y se determinaron los siguientes parámetros químicos DMO, FDN, FDA, MSp, PC, Cen. y EE, para planta fresca así como para silo, sumándose pH para este (en base a microsilos).

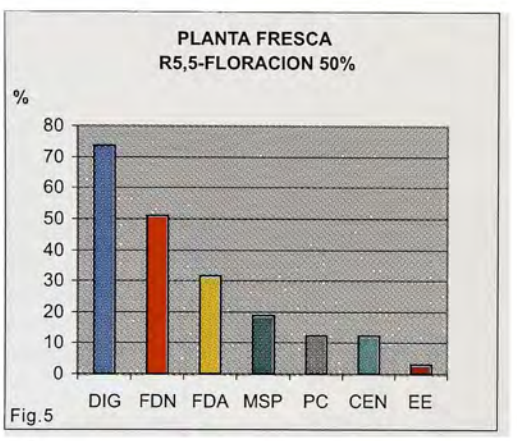
Para planta fresca el porcentaje de DMO a través de los 3 estadios desciende del 77 al 62 por ciento, el mayor descenso se produce entre R 5,5 y R9. El porcentaje de FDN desciende del 55 al 45, mientras la FDA se mantiene en los 3 estadios alrededor del 32 por ciento. La causa del cambio en el porcentaje de digestibilidad se da básicamente por el aporte del grano en R9. La digestibilidad de la fibra es sensible a las condiciones de fermentación en el rumen. Altos niveles de grasa (extracto etéreo) reducen la digestión de la fibra en condiciones normales mediante varios mecanismos, como el de recubrir la fibra con grasa, con efectos tóxicos sobre ciertos microorganismos; también efectos tensoactivos sobre la membrana microbiana y descenso en la disponibilidad de cationes,

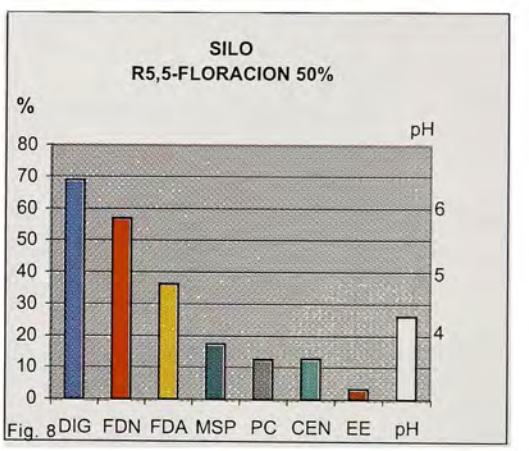


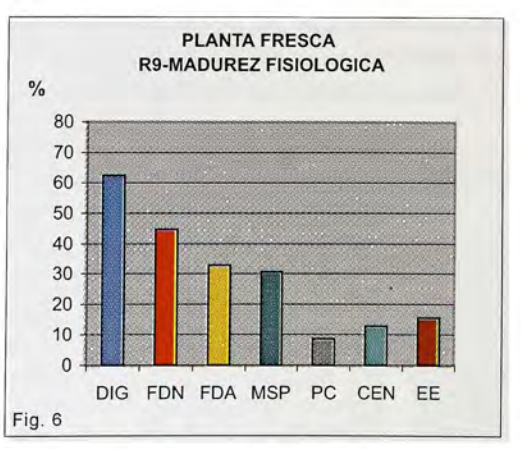
Figuras 1-3. Promedios de composición estructural y rendimiento de materia seca por hectárea, en girasol, para tres estadios de crecimiento (R3-botón, R5,5-floración 50%, y R9-madurez fisiológica).

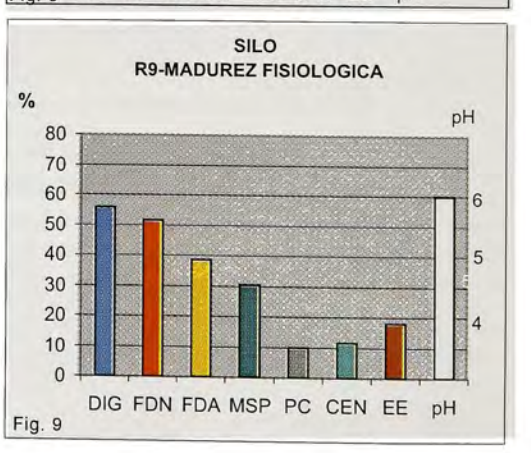












Figuras 4-9. Promedio de distintos parámetros de calidad, en girasol, en 2 situaciones (planta fresca y silo), para 3 estadios de crecimiento (botón, floración 50% y madurez fisiológica).

DIG: Digestibilidad
FDN: Fibra Detergente Neutra
FDA: Fibra Detergente Ácida
MSP: Materia Seca Parcial
PC: Proteína Cruda
CEN: Cenizas
EE: Extracto Etéreo

principalmente calcio, mediante la formación de jabones.

La disminución del porcentaje de FDN a través de los 3 estadios se explicaría por un problema analítico en la técnica química utilizada.

El porcentaje de MSp asciende de alrededor del 15 por ciento en R3 al 30 por ciento en R9. Estos valores permiten caracterizar al girasol como un cultivo de relativamente bajo porcentaje de materia seca. Esta característica determina un alto riesgo en cuanto a la fermentación y conservación del silo. Esto lleva a extremar los cuidados en la confección y manejo del mismo (tapado, pendiente, escurrimiento, etc.).

El porcentaje de PC desciende del 15 por ciento al 9 por ciento, de R3 a R9. El porcentaje de cenizas varía en valores del 12 – 13 por ciento. El porcentaje de EE de 2.5 – 3.5 por ciento en R3 y R5,5, remonta a 15 por ciento en R9, debido al aporte del grano. Se puede definir según la bibliografía un umbral máximo de 10 por ciento de EE en la dieta para evitar problemas metabólicos en los rumiantes (Devendra y Lewis 1974; Palmquist y Conrad 1978; McGuffey y Schingoethe 1980) pudiendo existir este tipo de trastornos cuando el girasol es el componente principal de la dieta.

Al comparar los distintos parámetros de calidad, entre planta fresca y su correspondencia en silo, se destaca la diferencia significativa, para los 3 estadios, de FDA; el valor mayor ocurre en silo. Una tendencia similar, pero con menor significancia, se da para FDN, EE, y DMO, para los 2 primeros el mayor valor se da en el silo, para la DMO en planta fresca. Estas diferencias están dadas por los procesos microbianos y su resultado de pasaje de planta fresca a silo. El pH de los microsilos realizados en planta R9 tuvo un valor consistentemente alto, en el entorno de 6. Para R3 y R5,5 fue de 4.5 en promedio.

Se obtuvieron altas correlaciones entre los valores de planta fresca y silo. El mantenimiento de estas correlaciones dependerá de distintos factores inherentes al tipo y proceso de realización del silo, así como del manejo durante la suplementación de los animales. Los valores presentados en este trabajo son relativos a microsilos, valores que se pueden lograr con un buen ensilaje. Las cualidades del forraje verde establecen un techo, con un buen manejo en toda la cadena de producción del silo, se obtendrán las menores diferencias forraje – silo. Dada la alta correlación entre parámetros de planta fresca y silo, para los próximos resultados se obvia el análisis de la información correspondiente a silo.

Sobre la base de los resultados de rendimiento de MS por ha (máximo en R9) y los resultados de calidad de los distintos parámetros analizados (mayor nivel alcanzado de EE en R9 con respecto a R5,5, igual que el mayor pH del silo respectivo, y la baja en la DMO) consideramos que el momento más favorable para aprovechar al girasol como forraje se encuentra entre R5,5 y R9, llegándose a un compromiso entre volumen y calidad. Aún cuando no se cuenta con la información puntual, este momento se ubicaría al final del estadio R7, a 100 días de la siembra aproximadamente. De aquí en mas omitimos la información sobre el estadio R3.

4.3. ENSAYO 3. Promedio de composición estructural y rendimiento de MS por hectárea para dos densidades de siembra

Para 2 estadios de crecimiento R5,5 y R9; y 2 densidades contrastantes 75.000 y 124.000 plantas/ha, y en secano, se tomaron muestras de 6 cultivares de ciclo medio. Se calculó el promedio de composición estructural y rendimiento de MS por ha (Figuras 10 – 11).

En cuanto a composición estructural los promedios de baja densidad son similares a los de alta, salvo una pequeña tendencia a aumentar el porcentaje de tallo y bajar el de hoja en poblaciones altas en R9.

En rendimiento de MS por ha, la baja densidad alcanzó un significativo 20 por ciento más que la alta. Tenemos que considerar que en la zafra 99 – 00, se registró una severa sequía y esto se reflejó en el resultado de este ensayo. A pesar de esto, consideramos que en base a bibliografía consultada y otros ensayos en la región, se espera que a altas densidades el rendimiento se mantenga o tienda a subir levemente.

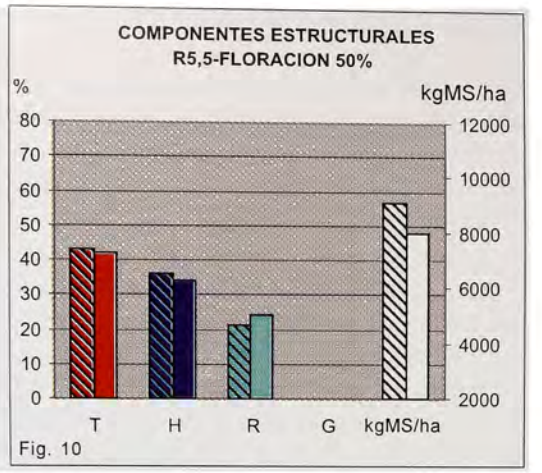


Fig. 10

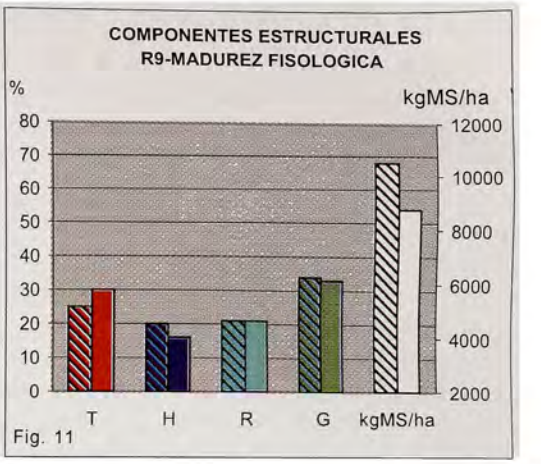


Fig. 11

Tallo Hoja Recep. Grano kgMS/ha

Figuras 10-11. Promedio de composición estructural y rendimiento de materia seca por hectárea, en girasol, para 2 densidades de siembra (baja y alta).

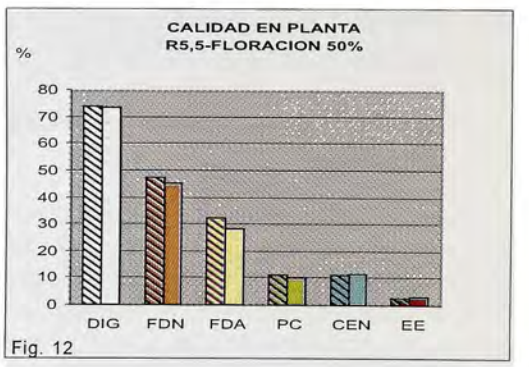


Fig. 12

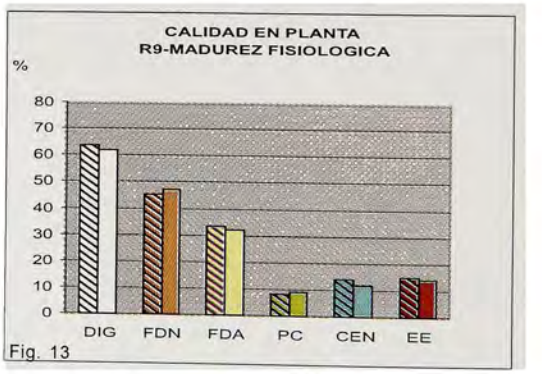


Fig. 13

DIG: Digestibilidad FDN: Fibra Detergente Neutra FDA: Fibra Detergente Ácida
PC: Proteína Cruda CEN: Cenizas EE: Extracto Etéreo

Figuras 12-13. Promedio de distintos parámetros de calidad, en girasol, para 2 densidades de siembra (baja y alta).

4.4. ENSAYO 4. Promedio de distintos parámetros de calidad para dos densidades de siembra

Para 2 densidades de siembra 75.000 y 124.000 plantas/ha, se procedió en igual forma que para el ensayo 3. Los datos correspondientes a baja densidad (Figuras 12 – 13) coinciden en una forma general con los resultados analizados en el ensayo 1 y los de alta densidad no presentan diferencias significativas con respecto a los de baja.

4.5. ENSAYO 5. Promedio de composición estructural y rendimiento de MS/ha para dos épocas de siembra contrastantes sin limitante singular de agua y una época temprana con limitante de agua

Al comparar 2 épocas de siembra contrastantes con riego (Figuras 14, 15, 16 y 17), en lo que se refiere a estructura para R5,5 y R9, en el primer estadio mencionado el porcentaje de hojas es mayor y el de receptáculo menor en la época temprana. No existen diferencias para el estadio R9 entre las 2 épocas.

Comparando las épocas tempranas con y sin limitación de agua (Figuras 14,15,18 y 19) se observa que con riego también el porcentaje de hoja fue mayor y el de receptáculo menor para el primer estadio.

En cuanto al rendimiento de MS por ha, los máximos se dan en época temprana y con riego, para los 2 estadios (Figuras 14 y 15). Los menores rendimientos se observan en la época tardía con riego (Figuras 16 y 17) y rendimientos intermedios, mas cerca de los mínimos, con limitante de agua en época temprana.

4.6. ENSAYO 6. Promedio de distintos parámetros de calidad para dos épocas de siembra contrastantes sin limitante de agua y una época temprana con limitante de agua

En cuanto a los parámetros de calidad (Figuras 20 – 25) comparando las 2 épocas tempranas con riego y sin riego; en ambos estadios fenológicos se registraron porcentajes similares.

De la comparación de las 2 épocas contrastantes (temprano y tardío) bajo riego, no se registraron diferencias significativas.

4.7. ENSAYO 7. Mínimo, máximo y promedio, de composición estructural, rendimiento de MS/ha y distintos parámetros de calidad de girasol (planta fresca), bajo distintas condiciones ambientales, para dos estadios de crecimiento R5,5 Y R9.

Para este experimento, de todos los parámetros con los que se trabajó y de todos los muestreos realizados, fueron utilizados el valor mayor, el menor y el promedio de todas las medidas (Figuras 26 – 29).

En cuanto a la composición estructural, el porcentaje de grano fue proporcionalmente, el que presentó mayor diferencia entre el máximo y mínimo valor, reflejando y maximizándose esto, en los KgMS/ ha. El rendimiento fue afectado en gran medida por las condiciones ambientales diferentes, en disponibilidad de agua y épocas de siembra contrastantes. El máximo aproximadamente triplicó al mínimo. El resto de los valores son poco diferentes a pesar de los distintos ambientes.

Para los parámetros de calidad, no se observaron grandes diferencias entre el máximo y mínimo, sucediendo lo mismo para el valor de pH de los microsilos, aunque en términos de conservación las diferencias pueden ser importantes.

La causa de la poca variabilidad se debió a que la composición estructural de la planta en general se mantuvo a pesar de que se desarrollaron en ambientes contrastantes.

Mínimo, máximo y promedio de composición estructural, rendimiento de materia seca por hectárea y distintos parámetros de calidad de girasol (planta fresca), bajo distintas condiciones ambientales, para 2 estadios de crecimiento; floración 50% y madurez fisiológica.

Sin limitante de agua, Epoca temprana

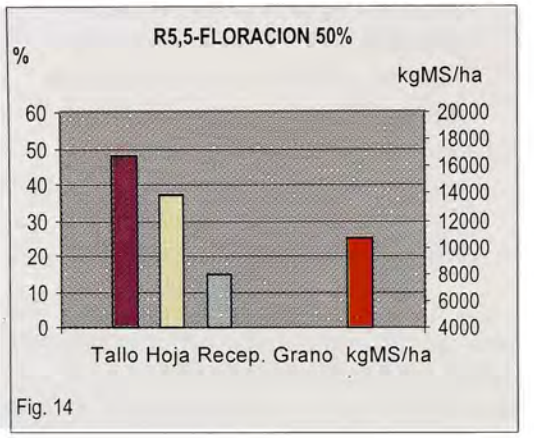


Fig. 14

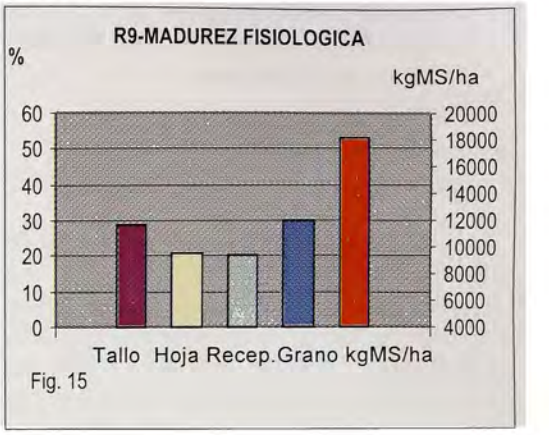


Fig. 15

Sin limitante de agua, Epoca tardía

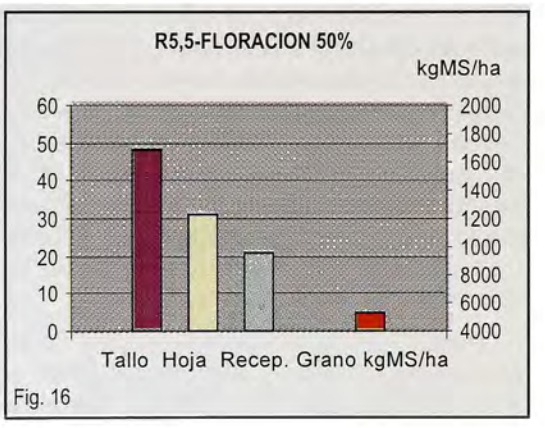


Fig. 16

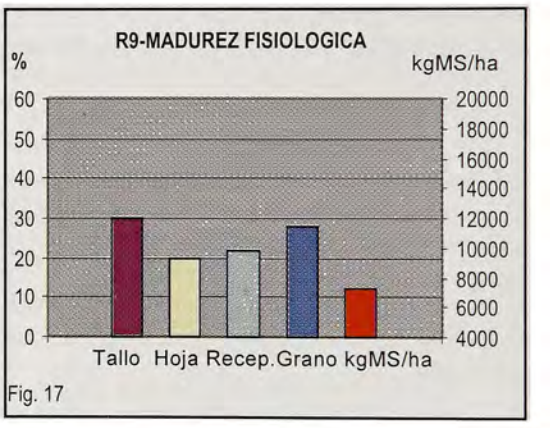


Fig. 17

Con limitante de agua, Epoca temprana

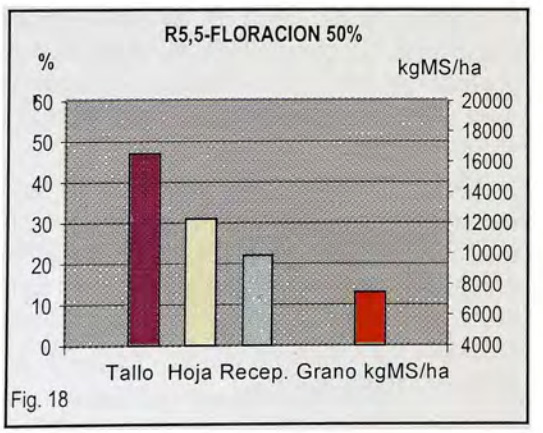


Fig. 18

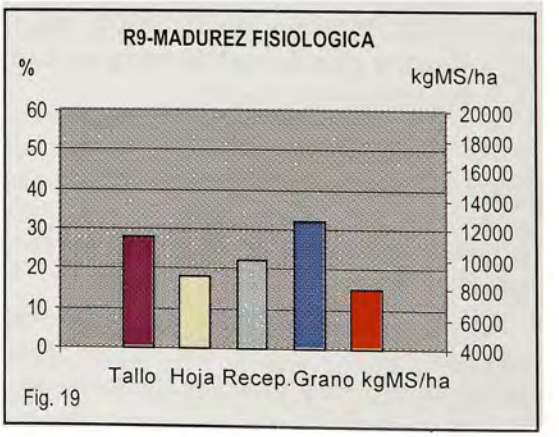


Fig. 19

Figuras 14-19. Promedio de composición estructural y rendimiento de materia seca por hectárea, en girasol, para 2 épocas de siembra contrastantes, sin limitante de agua y una época temprana con limitante de agua

Sin limitante de agua, Epoca temprana

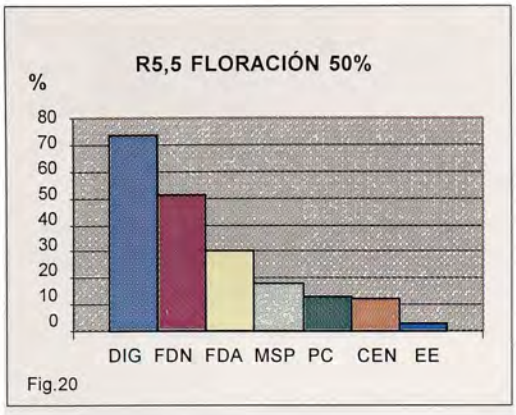


Fig.20

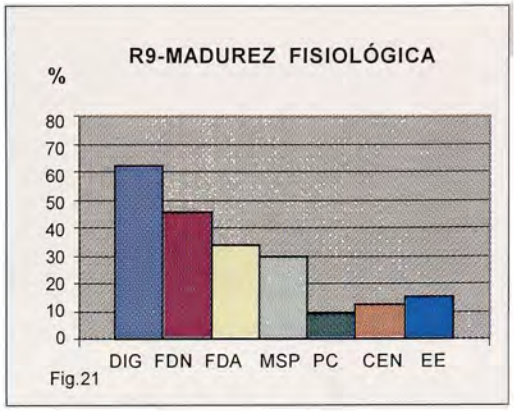


Fig.21

Sin limitante de agua, Epoca tardía

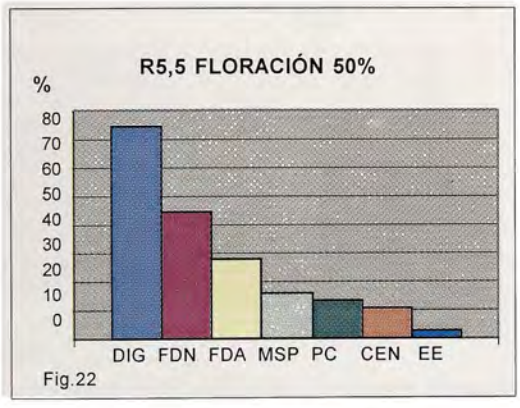


Fig.22

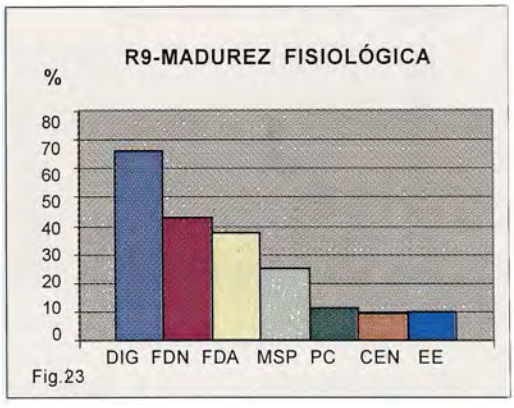


Fig.23

Con limitante de agua, Epoca temprana

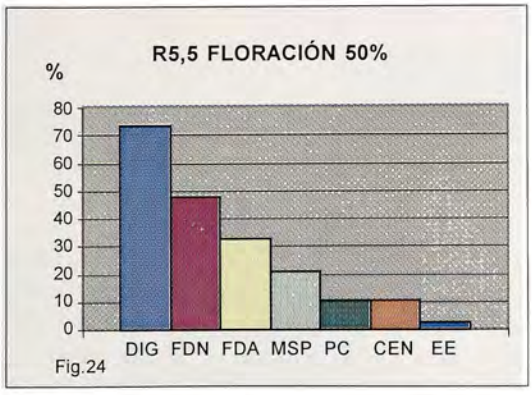


Fig.24

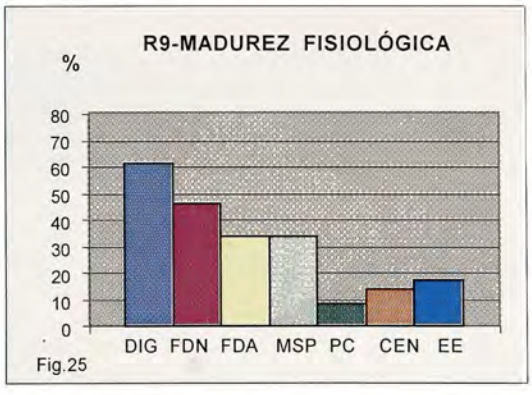


Fig.25

DIG: Digestibilidad

FDN: Fibra Detergente Neutra

FDA: Fibra Detergente Ácida

MSP: Materia Seca Parcial

PC: Proteína Cruda

CEN: Cenizas

EE: Extracto Etéreo

Figuras 20-25. Promedio de distintos parámetros de calidad, en girasol, para 2 épocas de siembra contrastantes, sin limitante de agua y una época temprana con limitante de agua.

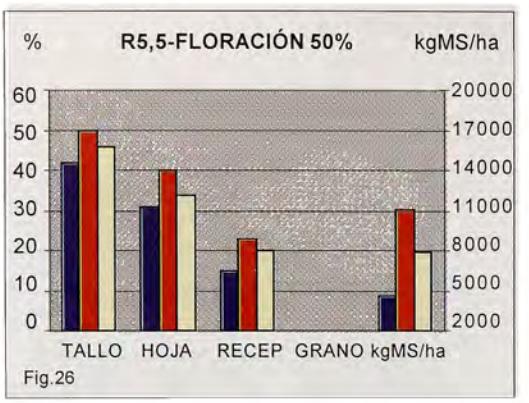


Fig.26

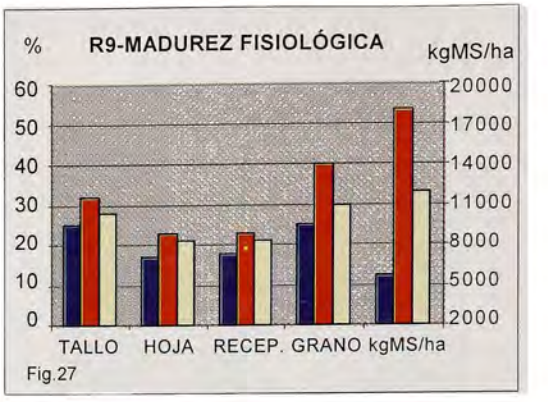
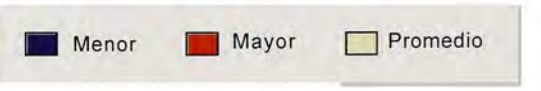


Fig.27



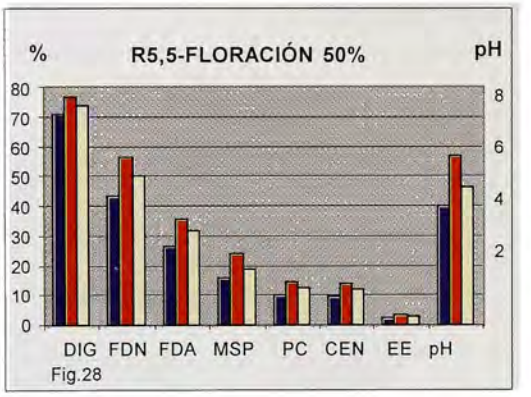


Fig.28

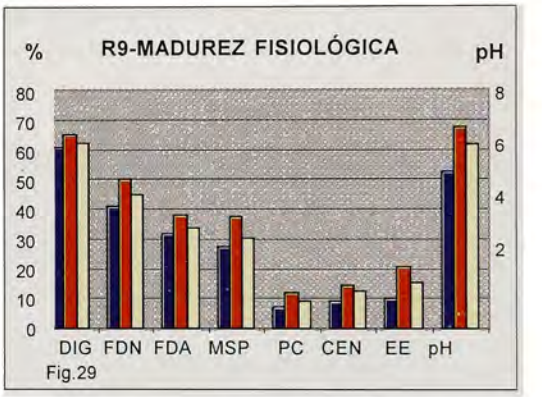


Fig.29

DIG: Digestibilidad

FDN: Fibra Detergente Neutra

FDA: Fibra Detergente Ácida

MSP: Materia Seca Parcial

PC: Proteína Cruda

CEN: Cenizas

EE: Extracto Etéreo

pH: Acidez en silo correspondiente

Figuras 26-29. Mínimo, máximo y promedio de composición estructural, rendimiento de materia seca por hectárea y distintos parámetros de calidad de girasol (planta fresca), bajo distintas condiciones ambientales, para dos estadios de crecimiento; floración 50% y madurez fisiológica.

5. PASTOREO DIRECTO

En INIA La Estanzuela se realizaron 2 experiencias con el objetivo de explorar la aptitud del girasol como forraje en pastoreo directo. Para tal fin fueron utilizados novillos de sobreaño de 350 kg de peso vivo promedio, con cargas instantáneas de 100 animales/ha.

Se comprobó que los animales consumen sin problema, dependiendo de la carga el rechazo producido. La estructura de planta del girasol con fines aceiteros no es la más adecuada para ser utilizada como pastura eficientemente, se tendrían que explorar arquitecturas más aptas para un menor rechazo, como plantas más bajas, multicápites, etc.

6. CONCLUSION

Para un determinado estado fisiológico, la composición estructural de la planta de girasol se mantiene con escasas diferencias a

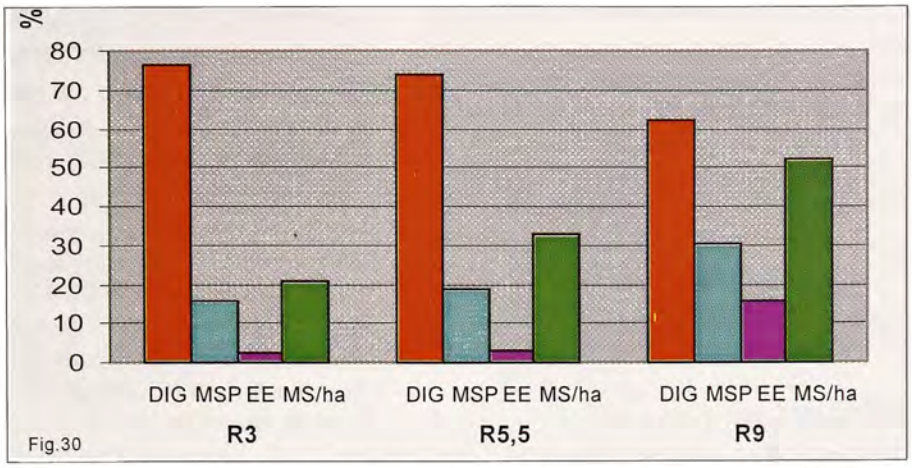


Figura 30. Promedio de distintos parámetros en girasol, en tres estadios de crecimioento.

DIG: Digestibilidad MSP: Materia Seca Parcial EE: Extracto Etéreo kgMS/ha

pesar de los ambientes contrastantes y debido a ello los parámetros de calidad mantienen la misma tendencia.

Como otras características sobresalientes de esta especie observamos que en los estadios con alto contenido de aceite se reduce la digestibilidad. También se la define como una especie de relativamente bajo porcentaje de MS con los cuidados a tener en la confección de silo. Las características de fermentación se ven afectadas en estadios más avanzados de madurez tanto por el alto contenido de aceite como por la baja materia seca (Figura 30).

Podemos concluir que un girasol, con destino forrajero, de ciclo medio para la región, sembrado de agosto a enero y a una densidad de 70.000 a 80.000 plantas/ha logradas, producirá de 8 a 12 ton de MS por ha cosechado al final de R7, presentando las siguientes características:

	PLANTA FRESCA	SILO
MSP	18 - 32	18 – 32
PC	9 – 13	9– 13
FDA	30 – 34	36 – 38
FDN	45 – 50	50 – 58
CEN	10 – 13	10 – 13
DIG	64 – 73	56 – 68
EE	3 – 15	3 – 15
PH	———	4.5 – 6.0

Los rangos fueron construidos en base al promedio de todos los valores de los parámetros, en los estadios de, 50 por ciento de floración y madurez fisiológica, en aquellos que diferían significativamente. En los que no difieren significativamente se toman los valores extremos indistintamente. Considerando un momento de cosecha equidistante entre los 2 estadios, para cualquier parámetro considerado, la probabilidad de que un valor caiga entre ambos es máxima.

7. RESUMEN

* Podemos considerar que en una situación promedio: el receptáculo en R5,5 y R9 alcanza alrededor de 20 por ciento del total; el resto en R5,5, corresponde a la suma de tallo y hoja, representando ésta entre el 70 y el 80 por ciento del tallo.
* En R9 el grano por si solo alcanza alrededor de 30 por ciento, por lo que se transforma en el mayor componente, seguido del tallo con 28 por ciento y el resto repartidos en partes iguales entre hoja y receptáculo.
* El rendimiento en R9 duplica el de R3 y llega a ser 50 por ciento mayor que en R5,5.
* Para planta fresca el porcentaje de DMO a través de los 3 estadios desciende del 77 al 62 por ciento siendo el mayor descenso de R5,5 a R9.
* El porcentaje de MSp asciende de alrededor de un 15 por ciento en R3 al 30 por ciento en R9, por lo que define al girasol como un cultivo de relativamente bajo porcentaje de MSp.
* El porcentaje de PC de R3 a R9, desciende del 15 al 9 por ciento.
* El porcentaje de EE de 3 – 4 por ciento en R3 y R5,5, remonta al 15 por ciento en R9, debido al aporte del grano. Definiríamos un umbral máximo de 10 por ciento de EE en el total de la dieta para evitar problemas metabólicos en los rumiantes.
* En el pasaje de planta fresca a silo, hay un aumento significativo para FDA, lo mismo que para FDN y EE. Para DMO decrecen los valores correspondientes a silo.
* El pH de los microsilos realizados con plantas en R9 tuvo un valor consistentemente alto, en R3 y R5,5 fue de 4.5 en promedio.
* Consideramos que el momento más favorable para aprovechar al girasol como forraje se encuentra entre R5,5 y R9, llegándose a un compromiso entre volumen y calidad. Este momento probablemente ocurre al final de R7, aproximadamente a los 100 días de la siembra.
* Las cualidades del forraje verde establecen un techo, con un buen manejo en toda la cadena de producción del silo, se obtendrán las menores diferencias forraje – silo.
* Para estructura y parámetros de calidad, los datos promedio de 2 densidades contrastantes son muy similares.
* En base a bibliografía consultada y otros ensayos en la región se espera que a altas densidades el rendimiento se mantenga o tienda a subir levemente. En casos de severas deficiencias hídricas descenderá. En la zona dada las escasas ventajas de siembra muy densas consideramos que una población de alrededor de 70.000 a 80.000 plantas/ha es la adecuada para fines forrajeros.
* Al comparar 2 épocas de siembra contrastantes con riego (setiembre – enero) para R5,5 en lo que se refiere a estructura, el porcentaje de hojas es mayor en la época temprana.
* En cuanto al efecto del riego, el porcentaje de hoja fue mayor y el porcentaje de receptáculo levemente menor en R5,5.
* Los máximos rendimientos de MS por ha, se producen en época temprana y con riego, para los 2 estadios. Los menores rendimientos se lograron en la época tardía con riego, y rendimientos intermedios (más cerca de los mínimos) con limitante de agua en época temprana. Para las fechas de siembra consideradas fue más importante el efecto época que el riego.

* En cuanto a calidad en la comparación de las 2 épocas tempranas, no se observaron diferencias.
* La variabilidad mayor, considerando todos los parámetros estudiados y ambientes, se manifestó en el rendimiento de MS por ha.

8. COLABORADORES

* Grupo de Riego, Agroclima, Ambiente y Agricultura Satelital (GRAS).
* Laboratorio de Calidad de Granos, INIA LE.
* Laboratorio de Forrajes y Concentrados, INIA LE.
* Laboratorio NIRS, INIA LE.
* Sección Cultivos de Verano, INIA LE.
* Unidad de Biometría, INIA LE.
* Unidad de Invernada Intensiva.

9. BIBLIOGRAFIA

1. **ANDRADE, F. H . ; SADRAS, V.O.** 2000. Bases para el manejo del maíz, girasol y la soja. Argentina, INTA.
2. **AOAC (Association of Official Agricultural Chemists).**1984. Official methods of analysis. Washington D.C, AOAC. 1300 p.
3. **COZZOLINO, D. ; FASSIO, A.** 1995. Ensilaje de maíz: cultivares y calidad. Montevideo, Uruguay, INIA . Serie Técnica nº 65. 16 p.
4. **DEMARQUILLY, C. ; ANDRIEU J.** 1972. Composition chimique, digestibilite et ingestibilite de la plante de tournesol sur pied et apres ensilage. Annales des Zootechnie 21: 147 – 162.
5. **DEVENDRA, C. ; LEWIS, D.** 1974. The interaction between dietary lipids and fiber in the sheep. Animal Production 19: 67–72.
6. **CHURCH, D.C. ; POND, W.G.** 1977. Bases científicas para la nutrición y alimentación de los animales domésticos. Zaragoza, Acribia.
7. **FASSIO, A.; TOJO, C ; SAWCHIK, J.** 1997 Girasol: algunos factores para el logro de un mejor cultivo. Montevideo, Uruguay, INIA. Serie Tecnica nº 92. 64p.
8. **GOERING, H.K. ; VAN SOEST, P.J.** 1970. Forage fiber analysis (Apparatus, reagents procedures and some applications). USDA. Agriculture Handbook nº 379. 20 p.
9. **GOFFNER, D.; CAZALIS, R; PERCIE DU SERT, C. ; CALMES, J.** 1988. ^{14}C photoasimilate partitioning in sunflower seeds. Journal of Experimental Botany 39:1411 – 1420
10. **HOLMES, W.** 1989. Grass: Its production and utilization. 2 ed. London, British Grassland Society. 306 p.
11. **HOLT, N.W. ; ZENTNER, R.P.** 1985. Effect of plant density and row spacing on agronomic performance and economic returns of nonoilseed sunflower in Southestern Saskatchewan. Canadian Journal of Plant Science 65: 501 - 509
12. **INRA .**1988. Tables de L' alimentation bovins, ovins and caprins. Paris, INRA. 192 p.
13. **MARX, G.D.** 1974. Utilization of sunflower silage, sunflower hulls with poultry litter and sunflower hulls mixed with corn silage for growing dairy animals. Journal of Dairy Science 60 (suppl.1):112
14. **MASSEY, J.H.** 1971. Effects of nitrogen rate and plant spacing on sunflower seed yields and other characteristics. Agronomy Journal 63: 137–138.
15. **MCDONALD, P.** 1981. The biochemistry of silage. Chichester, John Willey. 226 p.
16. **MCGUFFEY, R.K. ; SCHINGOETHE, D.J.** 1980. Feeding value of a high oil variety of sunflower as silage to lactating dairy cows. Journal of Dairy Science 63: 1109 – 1113.
17. **MURRAY, I.** 1993. Forage analysis by near infrared reflectance. In Sward measurement handbook. 2 ed. London, British Grassland Society. p. 285–315.
18. **NRC** (National Research Council). 1996. Nutrient requirement of beef cattle. 7 ed. Washington, D.C. USA , NRC. 242 p.
19. **PASCALE, N ; DE LA FUENTE, E.** 1989. Generalidades sobre girasol. In Producción de girasol. Ed. by C. Saconi. Buenos Aires, AACREA. Cuadernos de Actualización. nº 40. p. 11-15.

20. PALMQUIST, D.L. ; CONRAD, H.R. 1978. High fat rations for dairy cows: effects of feed intake, milk and fat production, and plasma metabolites. Journal of Dairy Science 61: 890–898.

21. SCHINGOETHE, D.J.; SKYBERG, E.W. ; ROOK, J.A. 1980. Chemical composition of sunflower silage as influenced by additions of urea, dried whey and sodium hydroxide. Journal of Animal Science 50: 625–629.

22. SHEAFFER, C.C.; MCNEMAR, J.H. ; CLARCK, N.A. 1977. Potential of sunflowers for silage in double cropping systems following small grains. Agronomy Journal 69: 543 – 546.

23. TILLEY, J.M.A. ; TERRY, R.A. 1963. A two-stage technique for in vitro digestions of. forage crops. Journal of the British Grassland Society 18: 104–111.

24. THOMAS, V.M.; G.A. MURRAY; THACKER, D.L. ; SNEDDON, D.N. 1982. Sunflower silage in rations for lactating Holstein cows. Journal of Dairy Science 65: 267–270.

25. VALERIO, D.A. 1998. Se viene el silaje de girasol. Super Campo 20–23.

26. VALDEZ, F.R; HARRISON, J.H.; DEETZ, D.A.; FRANSEN, S.C. 1988. In vivo Science digestibility of corn and sunflower intercropped as a silage crop. Journal of Dairy Science 71: 1860– 1867.

27. VALDEZ, F.R; HARRISON, J.H.; FRANSEN, S.C. 1988a. Effect of feeding corn-sonflower silage on milk production, milk composition, and rumen fermentation of lactating diry cows. Journal of Dairy Science 71: 2462–2469.

28. VAN SOEST, P. J. Y WINE, R.H. 1967. Use of detergents in the analisys of fibroues feeds. 4. Determination of plant cell-wall constituents. Journal of the Association Official Agricultural Chemistry 50: 50–55.

29. VRANCEANU, A.V. 1977. El girasol. Madrid, Mundi Prensa. 379 p.

30. WERNLI, C. ; OJEDA, F. 1992. Research methodology for silage conservation and. utilization. **In:** Ruminant nutrition research. Methodological guidelines. Rispal.

Impreso en los Talleres Gráficos de
Editorial Hemisferio Sur S.R.L.
Montevideo Uruguay

Edición Amparada al Decreto 218/98

Depósito Legal 314.489/01