

# Jornada Técnica

“El cultivo de maíz y la elaboración  
de silo de grano húmedo”

INTA

ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA  
VALLE INFERIOR DEL RÍO NEGRO  
CONVENIO INTA - PROVINCIA DE RÍO NEGRO





# Jornada Técnica

## "El cultivo de maíz y la elaboración de silo de grano húmedo"

**Edición:**

*Ing. Agr. Nora Kugler*

**Diagramación:**

*Téc. Agr. Cristina Matarrese*

**Corrección:**

*Prof. Edith Weigert*

**22 de marzo de 2000**



ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA  
VALLE INFERIOR DEL RÍO NEGRO  
CONVENIO INTA - PCIA. DE RÍO NEGRO





# ÍNDICE

<b>Prólogo</b> .....	3
<b>Maíz de alta producción</b> .....	4
<i>Dr. Fernando Andrade (INTA Balcarce)</i>	
<b>El silaje de maíz: elaboración y calidad</b> .....	10
<i>Ing. Agr. Daniel Dalla Valle (Fac. de Veterinaria - Univ. del Centro Pcia. Bs. As.)</i>	
<b>El maíz: el rey de los suplementos</b> .....	17
<i>Ing. Agr. Nora Kugler (EEA Valle Inferior)</i>	
<b>Maíz de regadío</b> .....	26
<i>Ing. Agr. Francisco Margiotta (EEA Valle Inferior)</i>	
<b>Aplicación de nitrógeno al cultivo de maíz</b> .....	32
<i>Ing. Agr. Germán Carriac y Francisco Margiotta</i>	
<b>Genética aplicada al cultivo de maíz</b> .....	34
<i>Dr. Julio Ceroni (Monsanto Argentina S. A.)</i>	



## PRÓLOGO

En esta ocasión, la nobleza de un cultivo nos permite ofrecer y conocer una alternativa tecnológica en la que se combinan distintas disciplinas agronómicas: ecofisiología de cultivos, producción y utilización de forrajeras, producción animal, maquinaria agrícola, microeconomía agraria y, además, nuestras experiencias locales.

El enfoque interdisciplinario de esta primera jornada del año 2000 pretende aportar al sector productivo y profesional de la región la oportunidad de beneficiarse con los conocimientos y experiencias técnicas de profesionales y empresas de reconocida trayectoria a nivel nacional e internacional.

También deseo reconocer el esfuerzo de técnicos y administrativos, quiénes, con genuino espíritu de equipo, organizaron este evento tan importante para nuestra Experimental del Valle Inferior del Río Negro.

Ing. Agr. Enrique Viviani Rossi  
Director  
EEA Valle Inferior



# MAÍZ DE ALTA PRODUCCIÓN

*Ing. Agr. Ph.D. Fernando H. Andrade*  
*Unidad Integrada INTA Balcarce-Fac. Ciencias Agrarias UNMP*  
*E-mail: fandrade@balcarce.inta.gov.ar*

## Introducción

La planta de maíz es muy eficiente en la producción de biomasa. De una semilla que pesa alrededor de 300 mg se obtiene, en un lapso de 2,5 meses, una planta de más de 2 m de altura y de alrededor de 70 dm<sup>2</sup> de área foliar. A los 4,5 meses la planta puede alcanzar, en condiciones de cultivo, un peso seco 1000 veces superior al de la semilla que le dio origen. Alrededor de la mitad de ese peso corresponde a órganos reproductivos, lo que lo transforma en uno de los cultivos de mayor rendimiento en grano por unidad de superficie. El maíz supera ampliamente a otros cultivos como por ejemplo el girasol y la soja en producción total de biomasa. Esta alta capacidad de producción se debe, entre otros factores, a una elevada tasa fotosintética, a un bajo valor energético de la materia seca producida y a una adecuada estructura de cultivo.

Su alto potencial de crecimiento se combina con alta sensibilidad del rendimiento reproductivo al estrés, lo que hace del maíz un cultivo de gran capacidad de respuesta biológica a un manejo adecuado, al riego, y a la aplicación de fertilizantes y de insumos en general. Para hacer un maíz de alta producción se necesita saber cual es el techo de rendimiento que el ambiente determina para los híbridos actuales, pues éste refleja límites que no podrán ser superados con la aplicación de tecnología. Es necesario también conocer cuales son las etapas más críticas para la determinación del rendimiento, pues el manejo del cultivo tiene que orientarse para lograr un estado fisiológico óptimo del maíz en dichas etapas.

En este artículo se analizan en primer lugar las variables ambientales que determinan el techo de producción. Luego se presenta una discusión sobre cuales son las etapas críticas para la determinación del rendimiento en grano del cultivo de maíz y se detallan algunos conceptos que orientan en la selección de aquellas prácticas de manejo que permiten optimizar la condición general del cultivo en esa etapa.

## Ambientes de alta producción

El ambiente condiciona los máximos rendimientos que se pueden obtener aplicando insumos. Altos techos de producción se logran con i) altas radiaciones solares que posibilitan alcanzar elevadas tasas de crecimiento diaria, ii) temperaturas diurnas óptimas para el proceso fotosintético, y iii) temperaturas nocturnas bajas que retardan el desarrollo y aumentan los días de fotosíntesis. En nuestras áreas de producción, las condiciones radiativas y térmicas determinan



rendimientos máximos que generalmente oscilan entre 13 y 16 tn de grano por ha y entre 28 y algo más de 30 tn de materia seca total por ha para los híbridos actuales. Las variaciones en tales rendimientos máximos de maíz entre distintos ambientes reflejan limitaciones climáticas no controlables, y su conocimiento es imprescindible para predecir el impacto de la aplicación de altos insumos a la explotación agrícola y hacer un uso eficiente de los mismos.

## Momentos críticos para la determinación del rendimiento

El principal órgano de interés comercial, la espiga, se encuentra en una posición axilar donde se halla sujeta a la dominancia apical en los períodos cercanos a la floración. Esto, junto a su hábito de crecimiento (de tipo determinado), confieren al maíz inestabilidad en el rendimiento en grano y en el índice de cosecha frente a situaciones de estrés en aquel momento. Por esto, la etapa más crítica para la determinación del rendimiento reproductivo del maíz es alrededor de la floración (desde 10 días antes hasta 20 días después), etapa en la que queda determinado el número de granos por unidad de superficie. Por lo tanto, el riego, la fertilización, la densidad y fecha de siembra, el espaciamiento entre hileras, el control de malezas, etc, deben estar dirigidos a lograr un estado fisiológico óptimo del cultivo en floración. Esto significa que el maíz debe cubrir completamente el suelo, crecer con altas tasas y fijar un elevado número de granos alrededor de ese momento.

Las pérdidas de área foliar durante las etapas iniciales ( por granizo, heladas, sequía, etc) producen escaso efecto en el rendimiento si el cultivo tiene oportunidad de recuperarse y llegar a la floración con buena cobertura y buen estado general. Por otro lado, condiciones desfavorables durante el llenado si bien adelantan la madurez y reducen el peso del grano, producen menor daño que durante la floración.

La reducción en el número de granos fijados en la floración puede disminuir la producción de biomasa total a cosecha, pero incrementa la biomasa y concentración de sacarosa de tallos.

## Manejo del cultivo en alta producción

### Elección del híbrido

En planteos de alta producción deberán seleccionarse híbridos de elevado potencial de rendimiento, ya que en tales situaciones encontrarán las condiciones necesarias para su expresión.

Los nuevos híbridos tienen un mayor potencial de rendimiento. En los últimos 30 años, el rendimiento potencial de híbridos de Argentina ha aumentado a razón de 1,5 quintales por año. En ese lapso de tiempo el rendimiento en biomasa total aumentó alrededor de 30%, el de grano cerca de 50%, y el índice de cosecha 16%. Comparados con los materiales antiguos, los nuevos híbridos presentan un mayor



número de granos por unidad de superficie. Además, se ha mejorado notablemente la sincronía floral, es decir el tiempo entre emisión de polen y aparición de estigmas; característica fuertemente asociada con tolerancia al estrés.

La longitud del ciclo del híbrido seleccionado deberá corresponderse con la estación de crecimiento de la zona, de modo que permita un vigoroso crecimiento reproductivo aprovechando momentos de elevadas radiaciones y buenas temperaturas, a la vez que brinde seguridad de cosecha y rápido secado del grano. Por otro lado, los materiales seleccionados deberán ser tolerantes al vuelco y quebrado, pues en condiciones de alta producción, puede aumentar la incidencia de dichas adversidades.

Cuanto mayor es el largo del ciclo, mayor es la biomasa total producida, pero menor la proporción de espigas en el peso total debido a que el crecimiento reproductivo se corre hacia momentos con condiciones de radiación y temperatura menos favorables.

### **Requerimientos nutricionales.**

La acumulación de nitrógeno por la planta de maíz alcanza tasas elevadas y sostenidas de alrededor de 3,7 kg/ha día a partir de los 25 días desde la emergencia. Por lo tanto, debe garantizarse la provisión de estos nutrientes desde este momento.

Una buena disponibilidad nutricional, especialmente desde momentos en que los nutrientes son requeridos en elevadas cantidades, asegura i) alcanzar rápidamente y mantener la cobertura total del suelo y ii) una alta tasa de fotosíntesis. Esto posibilita una alta producción de biomasa total y garantiza un óptimo estado fisiológico del cultivo en la floración, momento decisivo para la determinación del rendimiento en grano.

El maíz necesita absorber cerca de 20 kg de nitrógeno y alrededor de 4 kg de fósforo por tonelada de rendimiento de grano. En consecuencia, los requerimientos del cultivo en estos nutrientes quedan definidos una vez fijado el nivel de producción a alcanzar. La cantidad no provista por aportes del suelo deberá ser cubierta por la fertilización.

Para lograr rendimientos cercanos a los potenciales en las zonas maiceras de la Argentina, es generalmente necesario recurrir a la aplicación de fertilizante nitrogenado. Por otro lado, dichos niveles de rendimiento requieren niveles de fósforo extractable en el suelo superiores a 20 partes por millón.

### **Requerimientos hídricos.**

El efecto de déficits hídricos sobre el rendimiento en grano depende de la intensidad del estrés y, principalmente, del momento de ocurrencia del mismo. Dado que alrededor de la floración del maíz se determina el número de granos por unidad



de superficie del cultivo, la ocurrencia de deficiencias hídricas en tales momentos producen las mayores reducciones en el rendimiento en grano.

Ante sequías moderadas en Balcarce, el rendimiento aumentó aproximadamente 20 kg de grano por hectárea por mm adicional de agua consumida en un periodo de 40 días alrededor de la floración. Si la sequía es más severa la respuesta es mayor. Deficiencias de agua durante el llenado de granos tienen menor impacto sobre la producción aunque pueden aumentar la incidencia del vuelco. Por su parte, deficiencias hídricas en etapas vegetativas reducen el rendimiento en maíz sólo si el estado fisiológico del cultivo en la etapa crítica de floración se ve resentido.

En esquemas de alta producción, el cultivo no deberá sufrir deficiencias de agua desde 15 días previos hasta 2 a 3 semanas posteriores a la floración. Los requerimientos hídricos del maíz durante su ciclo son de alrededor de 550 mm, con consumos durante el verano de aproximadamente 5 mm/día, y con eficiencias de uso de agua del orden de los 45 kg de materia seca total por hectárea por milímetro de agua consumida. El consumo de agua del cultivo de maíz, relativo al consumo de un cultivo sin limitaciones hídricas, disminuye cuando el contenido de agua en el perfil de suelo explorado por las raíces desciende por debajo del 60 o 40% del agua útil, dependiendo de la demanda atmosférica. Estos conceptos deben ser tenidos en cuenta al programar el riego del cultivo.

#### Densidad de plantas.

En general, el incremento en la densidad de siembra aumenta la producción de materia seca total de maíz. En bajas densidades, el maíz no puede compensar el menor número de plantas con mayor producción por planta. En general, el maíz no macolla, es poco prolífico y presenta reducida capacidad para compensar un bajo número de granos con mayor peso individual de los mismos.

Por otro lado, ante densidades supraóptimas, en las que cada planta de maíz dispone de escasos recursos, el cultivo puede presentar importantes reducciones en el rendimiento en grano debido a que en esta situación, la espiga queda relegada en la asignación de los recursos en la planta.

Por lo tanto, el maíz requiere un preciso ajuste de la densidad. La densidad óptima depende de diversos factores. Por un lado, se han reportado efectos del genotipo en la respuesta a la densidad.

Por otro lado, la densidad óptima del maíz varía marcadamente en función de la oferta ambiental.

En cultivos de maíz bien provistos de nutrientes y conducidos con óptimo manejo pero con disponibilidad hídrica variable, la densidad óptima se desplaza a mayores valores cuanto menor es el déficit en la provisión de agua. La respuesta a la variación en la densidad de plantas está también condicionada por la disponibilidad de nutrientes. Cuanto menor es la deficiencia nutricional, mayor es la respuesta al aumento en el stand de plantas.

11

11

En consecuencia, el maíz es un cultivo altamente sensible a variaciones en la densidad de plantas, por lo que especial atención debe prestarse al ajuste de la densidad, debiendo adecuarla a la oferta del suelo y clima existente en cada situación de cultivo. En cultivos de maíz de alta producción bajo riego, será necesario aumentar la densidad de plantas en función del híbrido seleccionado.

### **Fecha de siembra**

Variaciones en la fecha de siembra de maíz en zonas templadas exponen al cultivo a diferentes condiciones radiativas y térmicas durante la estación de crecimiento que tienen importantes efectos en el desarrollo y crecimiento del cultivo. En general, retrasos en la siembra determinan mayores temperaturas durante la etapa vegetativa que aceleran el desarrollo y la tasa de crecimiento del cultivo hasta la floración. El crecimiento se acelera en mayor grado que el desarrollo, resultando en el aumento del tamaño de las plantas. Siembras tardías exponen al cultivo a condiciones ambientales menos favorables para el crecimiento durante las etapas reproductivas del cultivo. El número de granos fijados por espiga se reduce notablemente al retrasar la siembra desde septiembre a diciembre en Balcarce, en estrecha asociación con la tasa de crecimiento del cultivo durante las dos semanas posteriores a la antesis. El peso individual de los granos también se reduce en respuesta a la disminución de la oferta radiativa durante el período de llenado.

En consecuencia, los maíces sembrados tarde acumulan más peso antes de la floración que en la etapa posterior a la misma y fijan menos granos que los sembrados temprano, lo que determina marcadas reducciones en el rendimiento y en el índice de cosecha del cultivo.

Por todo ello, las mayores respuestas al agregado de insumos de alta producción se pueden obtener en fechas de siembra tempranas debido a que presentan los máximos techos de producción.

El rendimiento potencial de maíz cae a razón de un quintal por día de retraso en la fecha de siembra a partir de mediados de Octubre en Balcarce. Por otro lado, las siembras tempranas están asociadas con mayor tolerancia a altas densidades de plantas, pero son más dependientes del control de malezas y de la calidad de la semilla.

### **Conclusión**

En conclusión, maíces de alta producción se logran con híbridos de buen potencial de rendimiento y ciclo adecuado a la zona, sembrados temprano con altas densidades, y regados, fertilizados y conducidos de manera tal que se optimice el estado fisiológico del cultivo en la floración.



Debido a las importantes interacciones entre los distintos factores de manejo, estos deben considerarse conjuntamente e integrados en paquetes tecnológicos. Los factores mencionados deben ser optimizados en forma conjunta, evitando que alguno de ellos se convierta en limitante interfiriendo en la respuesta del cultivo a las otras prácticas de producción.

Estos conceptos fueron extraídos del libro  
"Ecofisiología del Cultivo de Maíz", de F. Andrade, A. Cirilo, S. Uhart y M. Otegui.  
Editorial La Barrosa, INTA Balcarce, FCA UNMP, Dekalbpress. 1996.



# EL SILAJE DE MAÍZ: ELABORACIÓN Y CALIDAD.

*Ing. Agr. Daniel Dalla Valle*

*Dpto. de Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Tandil.*

*E-mail: ddvalle@vet.unicen.edu.ar*

## Introducción

El silaje de maíz es un forraje de gran importancia en todo el mundo, en nuestro país la superficie cultivada ha crecido notablemente en los últimos años (*fig. 1*). La mayor parte se realiza como silaje de planta entera y su destino principal es la producción lechera, pero la utilización en producción de carne está en constante aumento.

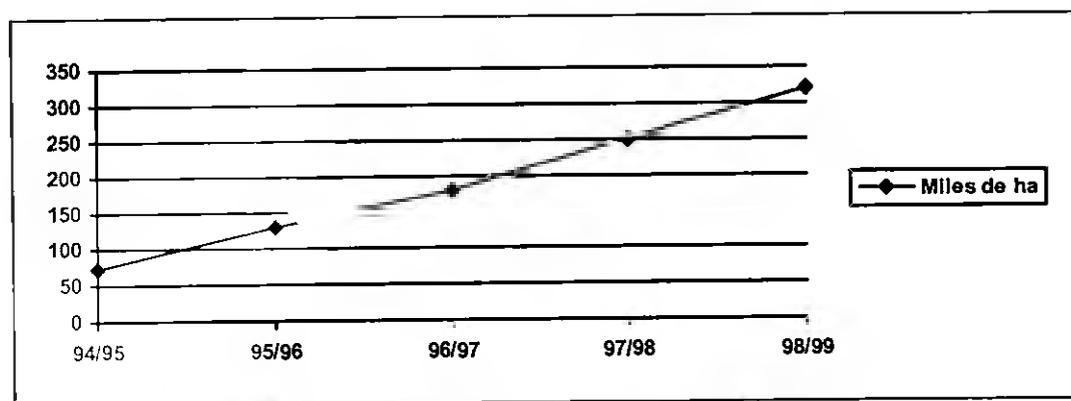


Figura 1: Evolución de la superficie destinada a silaje de maíz.  
Adaptado de "Silaje de maíz y sorgo granífero". PROPEFO, 1997. Cuaderno N° 2.

En comparación con otras especies, el maíz, presenta muy buenas características para lograr una adecuada conservación por medio del ensilaje (*fig. 2*). Esta aptitud se basa en que posee un alto contenido de carbohidratos solubles y una baja capacidad buffer, asociado a un adecuado tenor de materia seca (MS). Estos tres factores en forma conjunta hacen que se pueda lograr un adecuado proceso fermentativo. Sin embargo, cuando se realiza silaje de grano húmedo de maíz debe considerarse que por ser éste un material con alto contenido de materia seca es más dificultoso el logro de una adecuada fermentación.







ácido, es láctico. Esto es importante pues las bacterias que lo producen son las mas eficientes en la utilización del azúcar.

La tercer etapa es la estabilización del material, el pH final dependerá del tipo de forraje, tenor de materia seca y condiciones de confección y almacenaje. En buenos silajes de maíz se alcanzan valores de pH cercanos a 4, en silajes de pasturas 4,5 y en grano húmedo en general cercanos a 5. Una vez alcanzada esta etapa existe mínima actividad microbiana o enzimática, por lo que se logra la conservación del material almacenado mientras no ocurra ingreso o entrada de aire.

Finalmente, una vez comenzado el suministro, ocurren procesos de degradación y respiración tanto en la superficie abierta del silo como en el comedero. Por esto, es importante que el silo se dimensione adecuadamente, para que la extracción diaria sea por lo menos 40cm en todo el frente del silo, que es la distancia diaria que penetra el aire en un material bien compactado. Por otra parte, es importante que el suministro se realice lo mas próximo posible al momento de consumo, a fin de evitar el deterioro aeróbico del material por permanecer mucho tiempo en el comedero. En esta situación existen además de las pérdidas por respiración y desarrollo de microorganismos aeróbicos, las debidas a la volatilización de los productos del ensilaje como ácidos grasos volátiles (AGV) y nitrógeno amoniacal.

#### **Formas de almacenaje.**

Las principales formas de almacenaje son el silo "Torta", el bunker o puente, y finalmente las bolsas plásticas.

El silo torta es la forma mas barata, por carecer de estructura. Posee en cambio los mayores valores de pérdida, siendo en general mayores al 35%, esto se debe a la gran superficie expuesta y a la dificultad para compactar.

El silo en forma de bunker o puente es una estructura con dos paredes y piso consolidado, que puede realizarse en principio con elementos de bajo costo. En situaciones mas desarrolladas puede ser con piso y paredes de cemento. Posee las ventajas de permitir almacenar un gran volumen, pueden llenarse con equipos disponibles por el productor (tractor y carro forrajero), y permiten realizar una extracción rápida y en forma simple. Entre las desventajas contamos que tiene una alta inversión inicial (aunque se amortiza en varios años), y que el nivel de pérdidas alcanza en general valores de 15-20% en situaciones de manejo correcto.

El silo en bolsas plásticas posee la ventaja de ser flexible, permitiendo una fácil variación de la capacidad. Representa una baja inversión inicial (comparado con el puente) y posee el nivel de pérdidas mas bajas, llegando en los mejores casos al 4-8%. Se destacan entre los inconvenientes que las bolsas tienen una vida útil limitada (en general menor a un año) y se deben extremar los cuidados para protegerlas de las roturas (por animales u otras causas).

Finalmente la decisión por, una u otra forma deberá tomarse en función del peso relativo de las ventajas y desventajas de cada forma para cada situación en particular.



## Silaje de grano húmedo y de espigas de maíz

### Silaje de grano húmedo.

El ensilado de los granos de maíz con alto contenido de humedad es una alternativa de conservación de alimentos que presenta una serie de ventajas que han llevado a que la misma haya tenido en los últimos años una adopción creciente en los sistemas ganaderos de producción intensiva.

Las principales ventajas de esta alternativa son:

- Permite una liberación anticipada del lote, por lo que pueden sembrarse en fecha adecuada los cultivos posteriores (especialmente pasturas y verdes invernales).
- Permite un ahorro en gastos de flete y secado en empresas que poseen instalaciones para la realización del secado y almacenaje en el campo.
- Se mejora la digestibilidad y en especial la degradabilidad ruminal del almidón de los granos.

Para lograr éxito en la utilización de esta técnica deben seguirse una serie de recomendaciones, que parten necesariamente con la realización de un adecuado cultivo del maíz. Para esto los aspectos a tener en cuenta son los mismos que en un cultivo de maíz para grano: preparación del suelo, fertilización, fecha y densidad de siembra. Un aspecto diferencial lo constituye la elección del híbrido, donde por no ser necesario el secado natural del grano pueden utilizarse híbridos de ciclo algo más largo que para cosecha de grano seco (si estos presentan un mayor potencial de rendimiento).

Otro aspecto importante es la determinación del momento óptimo para la realización de la cosecha, cuando el grano se encuentra en madurez fisiológica. La forma práctica para determinar correctamente este momento es, partiendo la espiga por la mitad, observar la formación de una zona necrosada (capa negra) en la inserción del grano en el marlo. La formación de la capa negra indica que ha finalizado el llenado del grano.

En este momento la humedad del grano esta entre el 30 y 35%, siendo este el momento ideal para lograr un buena fermentación, sin embargo debido a la dificultad para realizar la cosecha con estos valores de humedad es frecuente retrasarla hasta obtener 27-28% de humedad. El atraso de la cosecha si bien facilita el trabajo puede dificultar el logro de una adecuada fermentación.

1  
1  
1

**Cuadro 1:** Variación en la humedad del grano con el avance de la madurez.

Fuente: PROPEFO

Estadío del grano	Humedad del grano (%)
Lechoso	48
Mitad de grano lechoso	40
¼ de grano lechoso	35
madurez fisiológica	32

Para la realización de la cosecha se utiliza la cosechadora tradicional, con algunas adaptaciones que le permitan trabajar adecuadamente en las referidas condiciones de humedad del grano.

Para el ensilado, la mejor opción es la utilización de embolsadoras específicas. Previo al proceso de embolsado y compactación se produce el quebrado del grano. Este quebrado facilita la compactación y la eliminación de aire y aumenta la superficie de ataque para las bacterias responsables de la fermentación. El quebrado de los granos provoca la mayor degradabilidad ruminal de los granos.

En este tipo de reserva (silaje de grano húmedo) también pueden utilizarse silos tipo puente o bunker, sin embargo estos sistemas de almacenaje poseen un mayor nivel de pérdidas, las que son muy importantes en este caso por tratarse de un material de alto valor.

En todos los casos adquiere fundamental importancia completar el llenado del silo en el menor tiempo posible. En el caso del silo puente hay que taponarlo en forma inmediata, a fin de reducir las pérdidas por respiración una vez cosechado el material. En estos aspectos la utilización de bolsas facilita el logro de una buena conservación.

En cuanto a la calidad que puede obtenerse, como se expresó al inicio, las diferencias entre el grano seco y el ensilado del grano con alto contenido de humedad son muy pequeñas. La principal diferencia es la mayor degradabilidad ruminal del grano húmedo, debido al partido y al efecto del ensilado (Cuadro 2).

**Cuadro 2:** Calidad de grano de maíz seco y ensilado con alto contenido de humedad. Fuente: INTA Rafaela

Tipo	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	DMS (%)	McalEM/kg
Grano húmedo	71.5	9.4	17.9	93	3.36
Grano Seco	87.2	9.6	21.7	90	3.25



## Silaje de espiga (earlage).

El ensilado de espigas (grano, marlo y chala) es otra alternativa de conservación de los nutrientes producidos por el cultivo de maíz, que consiste en cosechar la espiga completa. Esta técnica permite realizar la cosecha en un momento en el que las cosechadoras tradicionales no podrían trabajar adecuadamente.

El momento ideal para realizar la cosecha de espigas es cuando el cultivo presenta el grano en estado de  $\frac{1}{4}$  de grano lechoso, obteniendo un contenido de humedad de 35-40%. Para la realización del earlage se utilizan las picadoras comunes con un cabezal recolector de espigas.

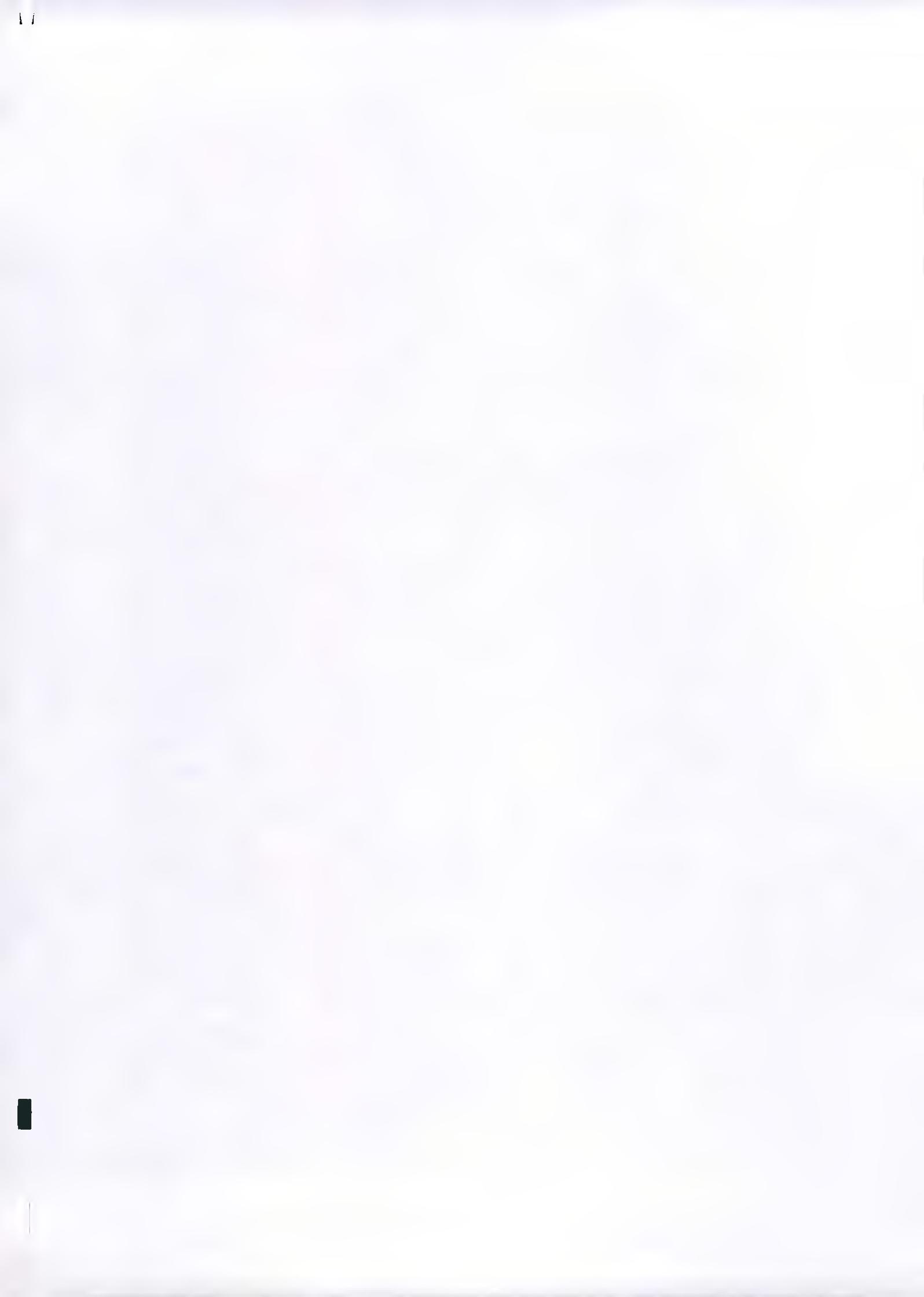
La realización de earlage permite cosechar una mayor cantidad de materia seca, con una menor concentración energética pero que por su mayor contenido de fibra presenta menos riesgos en su utilización.

## Rendimiento y calidad

Se realizó un ensayo con el objetivo de comparar las dos alternativas de ensilado de grano húmedo de maíz, grano sólo y espiga (grano + marlo), entre si y con el silaje de planta entera. La cosecha se realizó  $\frac{1}{2}$  de grano lechoso para planta entera y en madurez fisiológica para grano húmedo y espiga. Se evaluó el rendimiento para cada alternativa. Se ensiló el material cosechado en silos experimentales, y se analizó la composición nutritiva (contenido de proteína, fibra detergente neutro y digestibilidad in vitro de la materia seca) en los silajes. El rendimiento en kg. de MS por hectárea fue máximo para el silaje de planta entera, y 15% mayor en la cosecha de la espiga que en el grano húmedo. La calidad de los materiales se presenta en el Cuadro 3, donde se puede observar que la cosecha de la espiga completa incrementa el contenido de fibra detergente neutro (FDN) respecto al grano húmedo, siendo ambos mucho menores que en planta entera. La digestibilidad obtenida fue menor en el silaje de planta entera, y mayor en el grano húmedo, con la misma tendencia en los valores de energía metabolizable. La relación entre pH y porcentaje de MS en los silajes de grano húmedo indica que este es un material potencialmente inestable y de dificultosa conservación.

Cuadro 3: Rendimiento y calidad de grano húmedo, espiga y planta entera de maíz.

Tratamiento	Rendimiento t MS/ha	EM (Mcal/ kgMS)	FDN (%MS)	DIVMS (%MS)	pH	MS %
Grano húmedo	12.8	3.2	5.6	89.8	5.5	65.1
Espiga	14.7	2.9	17.3	81.1	4.2	59.9
Planta entera	26.8	2.4	50.9	66.2	3.8	32.5



## Utilización de silaje de maíz

La calidad del silaje de maíz, se expresa generalmente a través de la digestibilidad y del consumo potencial, y depende del contenido y digestibilidad de la pared celular (principalmente en el tallo), del contenido de grano (que es el componente de mas calidad) y de la proporción entre ambos.

Sin embargo, en el caso específico del silaje de maíz, la digestibilidad in vitro no refleja en muchos casos la real calidad del material. Existen muchos ejemplos de maíces con diferentes estados de madurez, contenido de grano, etc. que dan similares valores de digestibilidad. Esto posiblemente se deba a que se utiliza un medio celulolítico (adecuado para pasturas) para analizar un alimento con fracciones muy diversas (grano, fibra) que a nivel ruminal son degradadas por microorganismos muy diversos.

Por estas razones, hasta el momento, la mejor opción para analizar la calidad de un silaje de maíz esta dada por combinar los valores de contenido de grano, porcentaje de FDN, y digestibilidad de la FDN. Los dos últimos, que afectan en gran medida al consumo potencial, son los más importantes en la elección de híbridos, tanto en un programa de selección como en la elección de un material por parte del productor.

## Conclusiones

A partir de esta información se concluye que la cosecha de la planta entera significa entre 30 y 50% mas de rinde que las otras alternativas. Espiga y grano húmedo implican menos energía total pero alimentos con mayor concentración energética. Finalmente todas estas diferencias deben ser consideradas de acuerdo al objetivo de producción utilización del silaje. El momento recomendado para la cosecha seria 1/2 de grano lechoso para planta entera, 1/4 de grano lechoso para espiga y madurez fisiológica para grano húmedo.

El aporte de energía y consumo potencial pueden ser predecidos adecuadamente a través de los contenidos de FDN y FDA. También posee un efecto importante el contenido de MS del material a suministrar. El contenido de grano es importante en las situaciones en que los demás componentes de la dieta permitan un adecuado aprovechamiento del mismo.



# EL MAIZ: EL REY DE LOS SUPLEMENTOS

*Ing. Agr. Nora M. Kugler*  
*EEA Valle Inferior - Convenio INTA - Pcia Río Negro*  
*E-mail: nkugler@inta.gov.ar*

## Introducción

Los ganaderos invernadores que han intensificado su producción consideraron a los granos un componente indispensable de las dietas, ajustaron la carga animal e incrementaron la eficiencia de utilización y la calidad del forraje consumido. Con estas modificaciones pudieron mejorar el resultado económico de la explotación.

En este trabajo se hará una breve reseña sobre las características de los principales granos, haciendo hincapié en el maíz y sus posibles formas de suministro: ensilado de planta entera y de grano húmedo, y grano seco.

## Los distintos granos.

Como los precios de los granos son variables, al momento de suplementar, se pueden buscar equivalencias entre ellos, sin olvidar las características que los diferencian. Considerando, por un lado, la dureza de las envolturas que recubren el almidón, el maíz y el sorgo deben entregarse partidos, la avena, aplastada y el trigo tal cual. Por otra parte, la degradabilidad ruminal del almidón que poseen es menor en el maíz y sorgo, lo que hace más eficiente la captación de la energía. El trigo es el extremo opuesto: su almidón tiene una alta degradabilidad ruminal, que puede causar graves problemas de acidosis.

En el Cuadro 1 se muestra la concentración energética (medida en megacalorías de Energía Metabolizable, Mcal EM) de diferentes granos y el costo de la energía teniendo en cuenta precios regionales.



**Cuadro 1.** Concentración energética de los diferentes granos y costo por megacaloría (Mcal)

	<b>MAIZ</b>	<b>SORGO</b>	<b>AVENA</b>	<b>TRIGO</b>
EM (Mcal por kilo)	3.3	2.8	2.3	3.1
\$ por kilo	0.10	0.080	0.085	0.10
\$ por Mcal	0.03	0.028	0.036	0.033

El sorgo, si bien es el más económico, debe sufrir siempre algún tipo de procesamiento porque entero es muy poco digestible. También, ocurre lo mismo si es finamente molido.

El maíz tiene un costo levemente superior al sorgo, por kilo y por Mcal pero tiene la mayor concentración energética. Como se mencionó, debe partirse al suministrarlo, pero puede entregarse entero en dietas con una alta concentración energética a corral, y en terneros.

### Las ventajas del maíz.

Si se tiene en cuenta la producción por hectárea, el maíz parece ser el rey entre los suplementos. En los valles, sobre suelos de buena aptitud agrícola, la producción de granos alcanza un rendimiento de hasta 14.000 kilos por hectárea y en forraje verde, 70.000 kg por hectárea (21.000 kg de materia seca). Estos resultados demuestran que en las escalas productivas de la región sólo es necesario sembrar pequeñas superficies para cubrir la demanda anual.

Contar con maíz de producción propia permite reducir los costos de suplementación e independizarse de las variaciones de los precios.

En el Cuadro 2 se puede observar como se reduce el costo por kilo y por Mcal al incrementar el rendimiento de grano.

**Cuadro 2.** Costo de la energía y por kilo, según niveles de rendimiento en grano.

<b>Kg por hectárea</b>	<b>6000</b>	<b>10.000</b>	<b>14.000</b>
\$ por kilo	0,070	0,042	0,030
EM (mcal por ha)	19.800	33.000	46.200
\$ por Mcal	0,021	0,013	0,009

La suplementación con grano de maíz mejora el rendimiento carnícano de los novillos terminados en pastoreo. En ensayos realizados en la EEA Valle Inferior se ha observado que con una baja adición de maíz (0,6% del PV) es posible mejorar en 3 puntos porcentuales el rinde (54,5 %vs.57,4%). Además, se han obtenido mejores rindes con este grano que con grano de avena, con el mismo tiempo de viaje y



encierre. (Cuadro 3 a y b). Las líneas actuales de investigación de la EEA tienen como objetivo conocer el rinde, el grado de engrasamiento y el llenado ruminal con diferentes dietas y niveles de grano.

**Cuadro 3. Resultados productivos con diferentes niveles de suplementación de grano de avena y maíz. Garcilazo y col. (s/p)**

a) Suplementación con grano de avena (ciclo 97-98)

Tratamiento	Sin grano	0.6%PV	1.2%PV
GDP (kg/día)	0,288	0,632	0,720
Peso final (kg)	368	387	398
Rinde (%)	53	53	54

b) Suplementación con grano de maíz (ciclo 98-99)

Tratamiento	Sin grano	0.6%PV	1.2%PV
GDP (kg/día)	0,651	0,775	0,875
Peso final (kg)	386	387	388
Rinde (%)	54,5	57,4	57,6

PV: peso vivo; GDP: ganancia de peso.

En los cuadros 2 (a y b) se puede observar como haber duplicado el nivel de suplementación no se tradujo en una mejora sustancial de las ganancias de peso y, menos aún, del rinde.

Llamará la atención la diferente performance entre ambos ciclos, en el tratamiento sin suplementación. En el otoño, las ganancias de peso difícilmente superan los 0,500 kg, por lo tanto, la mayor ganancia del ciclo 98-99 se debió, posiblemente, a que los novillos hicieron un aumento compensatorio, ya que procedían de una pastura de inferior calidad.

**Los destinos del maíz: silaje de planta entera, de grano húmedo o grano seco.**

A continuación se hará una breve reseña de los costos del maíz en cada una de sus formas de suministro: silo de planta entera, grano húmedo y seco. Se mostrarán datos cualitativos y resultados productivos obtenidos con los mismos.

- **Los costos**

A pesar del diferente rendimiento entre la planta entera y el grano, es similar el costo por kilo de materia seca. También es semejante el costo por Mcal ofrecida, siempre y cuando la calidad del ensilado sea óptima. (Cuadro 4)



**Cuadro 4.** Costo por kilo de materia seca y por megacaloría del cultivo de maíz como silo de planta entera, silo de grano húmedo y grano seco. (Kugler, n/p y Méndez y Davies, 1999).

	Silo planta	Silo grano	Grano seco
Materia seca (%)	35	70	88
Mcal por kilo	2,4	3,2	3,2
Producción (kg MS por ha)	21.000	10.000	10.000
Costo del cultivo (\$)	350	350	350
Costo confección hasta suministro (\$)	470	320	230
Costo total por ha (\$)	820	670	580
Costo por kilo de MS (\$)	0,056	0,067	0,058
Costo por Mcal de EM (\$)	0,023	0,021	0,018

En el costo del cultivo no se incluye la cosecha, y dentro del costo de confección hasta el suministro, se considera el desperdicio en el silo de planta entera, la molienda (en el grano seco) y el suministro.

- **La calidad**

En el Cuadro 5 se detalla la calidad de las distintas formas de uso del cultivo de maíz.

**Cuadro 5.** Calidad de los silajes de planta entera y grano húmedo, y grano seco. (<sup>1</sup>Dalla Valle y col., 1998; <sup>2</sup>INTA-Rafaela; <sup>3</sup>Juan y col, 1997; <sup>4</sup>EEA Bordenave)

Tratamiento	Rendimiento Tn MS por ha	EM (Mcal por kg MS)	FDN (% de la MS)	DIVMS (% de la MS)	PB (%)	pH	MS (%)
Grano seco	13	3,25	10	90	9		87
Grano húmedo	13 <sup>1</sup>	3,2 <sup>1</sup> - 3,4 <sup>2</sup> - 3,1 <sup>3</sup>	5,6 <sup>1</sup> - 3,4 <sup>3</sup>	90 <sup>1</sup> - 85 <sup>2</sup>	11 <sup>1</sup> - 8,9 <sup>3</sup>	5,5 <sup>1</sup>	65 <sup>1</sup> - 71 <sup>2</sup>
Espiga	15 <sup>1</sup>	2,9 <sup>1</sup>	17,3 <sup>1</sup>	81 <sup>1</sup>	9,3 <sup>1</sup>	4,2 <sup>1</sup>	60 <sup>1</sup>
Planta entera	27 <sup>1</sup>	2,4 <sup>1</sup> - 2,4 <sup>4</sup>	51 <sup>1</sup> - 54 <sup>4</sup>	66 <sup>1</sup> - 65 <sup>4</sup>	6,3 <sup>4</sup>	3,8 <sup>1</sup> - 3,6 <sup>4</sup>	33 <sup>1</sup> - 28 <sup>4</sup>

Al formular raciones es necesario conocer la calidad de los componentes de la dieta.

Los datos del Cuadro 5 servirán para establecer comparaciones con los resultados obtenidos en los establecimientos.



La cosecha de la planta entera permite obtener entre un 30 y un 50% más de rinde que las otras alternativas (Dalla Valle y col., 1999).

El ensilado de grano húmedo presenta las siguientes ventajas: se eliminan los costos de desecado, se desocupa el campo con anticipación, disminuyen las pérdidas de cosecha y los rastrojos son de mejor calidad. Pero tiene como desventajas que se pierde flexibilidad en la comercialización, se necesita un equipamiento adicional y las pérdidas post-cosecha pueden ser superiores al grano seco, si el ensilado no es correcto.

Con el ensilado de la espiga o del grano se logra una mayor concentración energética y un menor contenido de fibra (Dalla Valle y col, 1999).

El ensilado de espiga es una opción sumamente interesante, porque permite ensilar un mayor volumen, con una alta concentración energética y con un cierto contenido de fibra (Viviani Rossi, com.pers.) Este silaje contiene una cantidad adecuada de fibra para las dietas de terminación a corral, donde se recomienda de un 10 a un 20% de heno.

- **Aspectos nutricionales**

Ahora bien, la decisión de transformar el cultivo en un producto u otro, dependerá del objetivo de la empresa.

Cuando el ciclo productivo dura un año, el silaje de planta entera es un excelente alimento para la recría de terneros durante el invierno, combinándolo con heno o silaje de alfalfa o verdeos de invierno.

El silo de grano húmedo o seco será destinado a las dietas de terminación a corral, o como complemento de pasturas.

En la recría, las raciones correctamente formuladas, con el aporte necesario de proteínas, energía y minerales, permiten un aumento de hasta 1,1 kg por día (INTA Manfredi y Castaño y col., 1998).

En el cuadro 6 se muestra el resultado productivo y la eficiencia de conversión con distintas dietas a base de silaje de maíz, henolaje de alfalfa y silo de grano húmedo.



**Cuadro 6. Respuesta productiva de terneros con diferentes raciones.**  
(EEA Manfredi, 1996, en Bragachini y col, 1998)

Tratamiento	GDP (kg por día)	Conversión (kg MS alimento por kg aumentado)
100% henolaje de alfalfa	0,564	11,4
40% silaje de maíz-60%henolaje de alfalfa	0,725	9,4
60% silaje de maíz-40% henolaje de alfalfa	0,803	8,5
80%silaje de maíz-20% heno de alfalfa	0,948	7,7
65%silaje de maíz-23%grano húmedo-12%expeller de soja	1,130	5,3

Se recomienda dividir el lote de animales en "cabeza" y "cola" y suministrar al primero la dieta de superior calidad para anticipar la terminación sobre pasturas. De esta manera se aprovecha la elevada eficiencia de conversión de los animales jóvenes.

El silaje de planta entera también puede utilizarse en la terminación, pero la respuesta animal dependerá del contenido de energía y fibra del mismo (Cuadro 7).

**Cuadro 7. Respuesta productiva en novillos en terminación alimentados con silaje de maíz de distinta calidad (Ustarroz, s/p, en F. Mayer, 1999).**

Calidad	FDN (%)	DIVMS (%)	Consumo (kg MS por animal)	Ganancia (kg animal día)
Alta (1/2 a1/4 línea de leche)	36	74,6	10,7	1,33
Media (un poco pasado)	51	70	8,2	0,757
Baja (grano duro y planta seca)	70	56,6	6,0	0,150

FDN: fibra detergente neutro; DIVMS: digestibilidad in vitro de la MS.

En el cuadro 7 se puede observar como al mejorar la calidad del silaje, aumenta la ganancia de peso por un mayor consumo. En este ensayo se trabajó con novillos de 350kg y se complementó el silaje con harina de girasol y urea.

Para obtener un buen grado de engrasamiento, los novillos en terminación deben lograr elevadas ganancias de peso diarias. Por lo tanto, si la calidad del silaje de planta entera no es la adecuada, por su alto contenido de fibra o su baja concentración energética, no se logra tal objetivo.

En estos casos, es necesario complementar el silaje de planta entera con silo de grano húmedo o grano seco, contemplando una fuente de nitrógeno adicional.

En las dietas de terminación, el silaje de grano húmedo o el grano seco puede suministrarse en distintas proporciones, desde un 25% como complemento de pasturas hasta un 80% en dietas a corral. Las ganancias de peso variarán entre 0,750 kg (Gracilazo y col, s/p) y 1,400 kg por día (Owens y col, 1997) , en el primer y segundo caso, respectivamente.



Hay otras alternativas de suplementación a corral, que deben analizarse económicamente. A modo de ejemplo se mencionan los resultados obtenidos por Juan y col. (1998), quienes obtuvieron a corral, con un 60% de alfalfa y un 40% de silaje de grano húmedo, una ganancia de peso de 1,190 kg por día.

El ensilado del grano, al igual que el procesado, cambia el sitio de la digestión en el tracto gastrointestinal (es mayor la digestión ruminal) e incrementa la digestibilidad total. Este efecto es mayor cuando aumenta su contenido de humedad (Soderlund, 1976, citado por Ustarroz y De León, 1999). La respuesta animal resulta similar porque, al aumentar el contenido de humedad, disminuye el consumo. La eficiencia de conversión aumenta del 10 al 15% (Ustarroz y De León 1999)

En las dietas a corral, si se compara el grano húmedo con el grano seco, la respuesta productiva varía según el contenido de fibra de la dieta. En dietas con una alta concentración energética (10 a 15 % de heno y grano húmedo) las ganancias de peso son un 5% inferiores, pero las eficiencias de conversión son similares en ambas dietas (Mader y col, 1983).

Al ser más soluble el almidón es digerido más rápidamente causando mayores problemas de acidosis. Por este motivo se debe poner mayor cuidado en el período de acostumbamiento. La combinación de ambos tipos de granos (seco y húmedo) mejora la respuesta animal y la eficiencia de conversión en un 5 al 10% (Mader y col, 1983).

- **Algunos números**

En el Cuadro 8 se presenta el costo por animal en la etapa de terminación. Se consideraron dos niveles de suplementación con grano de maíz en pastoreo y, una dieta a corral con 80% de grano y 20% de heno de alfalfa, con adición de suplementos minerales y vitamínicos y monensina y balanceado en proteína (Elizalde, com.pers.)

Se consideró además, un peso inicial y final de 320 y 420 kg, respectivamente, y para calcular el costo por animal, el costo por kilo de forraje, de heno y de grano. Cabe mencionar, también, que se trabajó con una eficiencia de pastoreo del 70%.



**Cuadro 8.** Necesidad de forraje y grano en la terminación y costo por animal.

Nivel de grano	Días	GDP kg por día	Necesidad de grano (kg)	Necesidad de heno (kg)	Costo por novillo (\$)	Rinde (%)
0,6%PV	107	0,75	230	170	60	57,4
1,2 %PV	92	0,85	400	220	60	57,6
2,4%PV	57	1,40	490	370	72	-

El inferior costo de terminación se obtiene suplementando con maíz, a razón de 0,6% del peso vivo. La terminación a corral permite anticipar la terminación y no es mucho más costosa. Permite, además, incrementar la carga animal en un 10%, si se consideran las alternativas escogidas (0,6% PV y Corral) dentro de un sistema donde los terneros ingresan a principios de mayo y se los mantiene con rollos durante el invierno. Ambas alternativas, también pueden combinarse.

## Conclusiones

*El grano maíz tiene la mayor concentración energética entre los granos. Debe partirse al suministrarlo, pero puede entregarse entero en dietas a corral con una alta concentración energética, y en terneros.*

*A pesar del diferente rendimiento entre el silaje de la planta entera y el grano, es similar el costo por kilo de materia seca. También es semejante el costo por Mcal ofrecida, siempre y cuando la calidad del ensilado sea óptima.*

*La decisión de transformar el cultivo en un producto u otro dependerá del objetivo de la empresa. El silaje de planta entera es un excelente alimento para la recría de terneros durante el invierno, combinándolo con heno o silaje de alfalfa o verdeos de invierno. El silaje de grano húmedo o el grano seco se utilizarán en la terminación, como complemento de las pasturas en el otoño o en dietas a corral.*

*La respuesta animal es similar con grano húmedo y seco.*

*En las dietas de terminación, el silaje de grano húmedo o el grano seco pueden suministrarse en distintas proporciones, desde un 25% como complemento de pasturas hasta un 80% en dietas a corral.*

*La suplementación con grano de maíz mejora el rendimiento carnicero de los novillos terminados en pastoreo.*

*Se recomienda dividir el lote de animales en "cabeza" y "cola" y suministrar al primero la dieta de superior calidad para anticipar la terminación sobre pasturas. De esta manera se aprovecha la elevada eficiencia de conversión de los animales jóvenes.*



*El inferior costo de terminación se obtiene suplementando con maíz en pastoreo, a razón de 0,6% del peso vivo. La terminación a corral permite anticipar la terminación y no es mucho más costosa.*

*La cantidad de los diferentes suplementos y reservas se define en función de la carga animal y la programación de ventas. Respecto a esto último, debieran integrarse los invernadores del valle con los del Partido de Patagones para ofrecer desde la región, "gordos" en forma continua.*

## Bibliografía

- BRAGACHINI, M., CATTANI, P., NOGUERA, E., RAMÍREZ, E. Y RUIZ, S. 1998. Silaje de maíz y sorgo granífero. 2da Edición. Cuaderno de actualización técnica. N°2.pag.99.
- CASTAÑO, J., PAVAN, E. Y SANTINI, F. 1998 Guía práctica de ganadería vacuna. I Bovinos para carne. Región pampeana. pag.44.
- DALLA VALLE, D., GUTIERREZ, L. Y VIVIANI ROSSI, E. 1998. Silaje de grano húmedo y de espiga de maíz. Rev.Arg. Prod.Anim. V. 18(S 1): 138.
- FERNANDEZ MAYER, A. 1999. Silaje de planta entera en cultivos de maíz, sorgo, pasturas y cereales de invierno. EEA Bordenave. Serie Didáctica N°5. 51p
- INTA RAFAELA. 1997. Información técnica para productores 1995-1996. Centro Regional Sta. Fe.
- JUAN, N., PORDOMINGO, A. Y JOULI, R. 1998. Reemplazo de silaje de grano húmedo de maíz por silaje de grano húmedo de sorgo en dietas para engorde. Rev.Arg. Prod.Anim. V18(S 1):50
- MADER, T., GUYER, P y STOCK, R. 1983. Feeding high moisture corn. Coop. Extension, Univ. de Nebraska. 4p.
- MENDEZ, D. Y DAVIES, P., 2000. Resultado económico de reservas a base de maíz. Comunicación de EEA Villegas. En: INTA Informa N°66.
- OWENS, F., SECRIST, D., HILL, W. Y GILL, D. 1997. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle. A Review. J. Anim.Sci. 75:808
- USTARROZ, E. Y DE LEÓN. M, 1999. Suplementación con granos en invernada. En: Producción intensiva de carne. 2º Congreso para productores y profesionales. 25 al 28 de agosto. Buenos Aires.



# MAÍZ DE REGADÍO

**Ing. Agr. Francisco Margiotta**  
*EEA Valle Inferior - Convenio INTA - Pcia. Río Negro*  
*E-mail: fmargiotta@inta.gov.ar*

## Introducción

En el Valle Inferior del río Negro, el cultivo de maíz obtiene rendimientos similares e incluso superiores a la región núcleo maicera de Argentina ubicada entre los paralelos 32° y 35° L.S.

Las limitantes del cultivo en nuestra región son las escasas lluvias y el menor período libre de heladas (193 días). Pero, con el riego se logra la disponibilidad de agua necesaria que no aportan las lluvias; por otro lado para poder adecuarse a las condiciones climáticas existen híbridos que permiten la elasticidad en las fechas de siembra y un secado natural antes del período otoño invernal que es particularmente frío y húmedo.

Algunas ventajas que pueden enumerarse de este cultivo son:

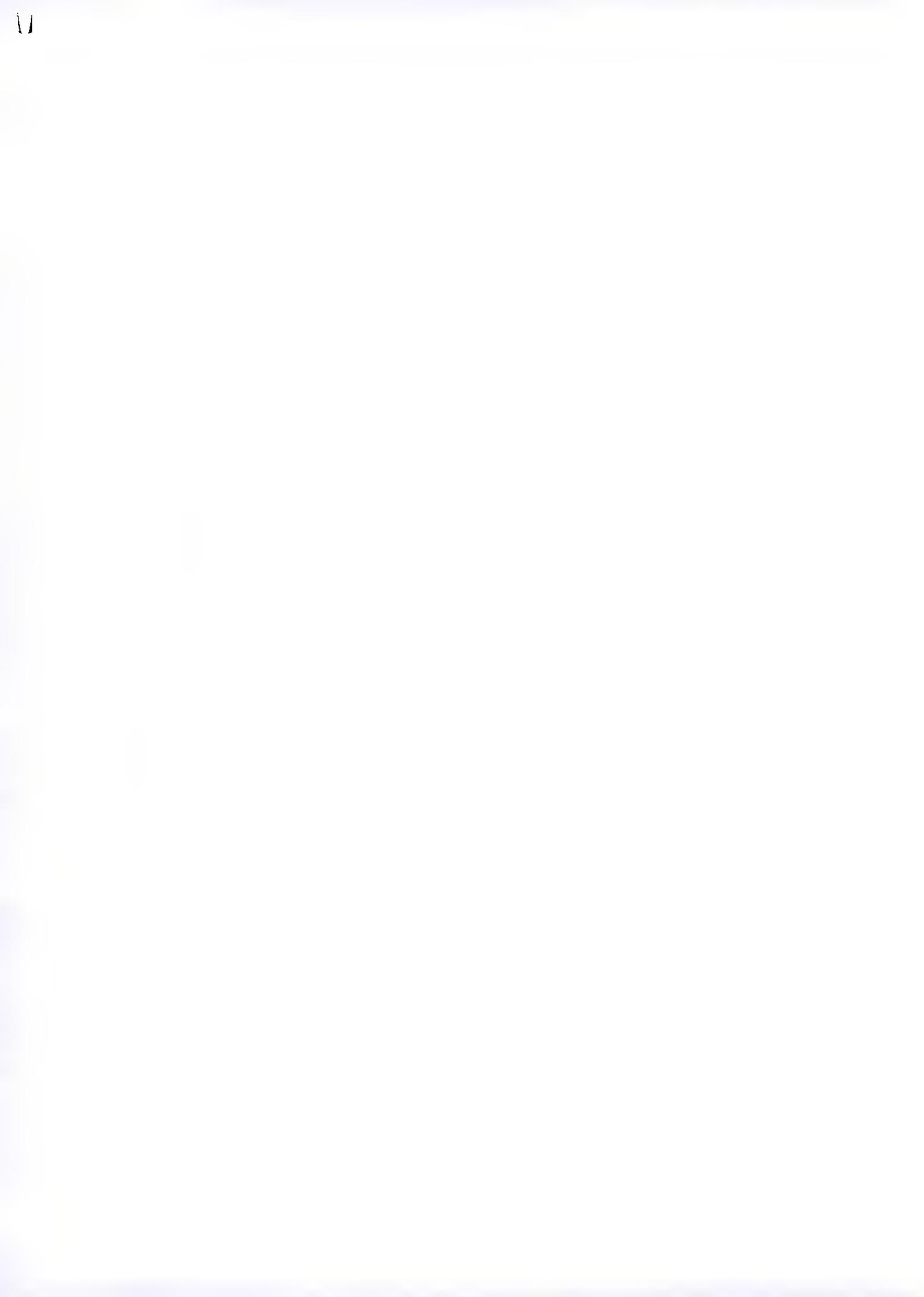
- Costo de producción relativamente bajo, con respecto a las diferentes alternativas hortícolas.
- Buena seguridad de cosecha.
- Rendimientos elevados con buena rentabilidad por el precio del producto superior al de cotización portuaria.
- Fuerte demanda del producto, que debe ser comprado en otras zonas con fletes elevados.
- Incorporación al sistema de rotaciones de la región.

Se debe tener en cuenta que la producción de grano en la región tiene como finalidad una utilización interna. De manera que los productores optan por el consumo animal o la venta comercial.

## Elección del lote

El cultivo del maíz en condiciones de riego adquiere las características de un cultivo intensivo. Esto implica que las exigencias de calidad del terreno sean iguales o mayores que para cultivos hortícolas en general. También es necesario que el lote se encuentre libre de malezas perennes de difícil control y esté perfectamente nivelado, para que los riegos sean parejos.

En áreas bajo riego, las cualidades de un lote, con el adecuado "stand" de plantas y buena fertilidad del suelo, propician cultivos de alto rendimiento.



## Sistema de siembra

Además de una acertada elección del lote, es necesario contar con un sistema de siembra adecuado para estas condiciones. Los sistemas tradicionales utilizados en el Valle Inferior conducían a cosechas con escasa cantidad de plantas. Esto se debía, fundamentalmente, a los habituales encostramientos de los suelos predominantes durante emergencia del cultivo.

En consecuencia, se vio la necesidad de desarrollar un sistema de siembra que permita convertir al maíz en una alternativa de producción. Se ensayaron siembras en surcos, a 0,70 cm entre sí y se colocaron las semillas en la parte media superior.

De esta manera, el agua de riego llega al surco y la humedad a la semilla. Después de varias evaluaciones las ventajas de este sistema surgieron claramente. El inconveniente era ¿Cómo llevarlo a escala del productor?

Se trabajó en el desarrollo de una sembradora experimental, consistente en dos barras portaherramientas, fijadas al enganche de tres puntos del tractor. En ellas se montaron tres aporcadores a 70 cm y dos cuerpos sembradores con sus respectivos tachos fertilizadores. Como característica principal y para reproducir las condiciones experimentales los cuerpos sembradores se encuentran desplazados del centro del surco. La herramienta lograda permite surcar, sembrar y fertilizar el maíz en una sola labor.

**AQUI NO** La semilla no tiene humedad



**AQUI NO** La semilla se ahoga y el suelo se 'plancha'



**AQUI SI** A la semilla le llega solo la humedad



Presenta una serie de ventajas:

1. Es posible sembrar rápidamente con labores inmediatas y sin riego pre-siembra.
2. Evita el encostramiento del suelo por encima de la semilla.
3. Los riegos post-siembra determinan un nivel de humedad permanente que, junto con la temperatura, aseguran una buena germinación.
4. Permite una excelente acción de los herbicidas sobre las malezas.
5. No requiere labores complementarias después de la siembra.
- 6- No necesita mano de obra especializada.



- 7- Tiene bajo costo de producción.
- 8- Brinda seguridad en cosecha y buenos rendimientos.

## Época de siembra

No existe época de siembra adecuada, sino época de siembra conveniente.

El momento oportuno para la siembra de maíz esta ligado a las condiciones de humedad y a la temperatura del suelo. Al no ser la humedad el factor limitante, la temperatura adquiere relevancia para decidir la siembra.

La semilla de maíz necesita una temperatura mínima de aproximadamente diez grados, para iniciar el proceso de germinación, por lo cual es imprescindible mantener el suelo a esa temperatura durante seis o siete días después de la siembra.

## Híbrido, densidad y fertilización

En el mercado actual existen tres tipos de híbrido; clasificados según el tiempo de duración entre la emergencia y la floración:

- a) Híbridos de ciclo corto.
- b) Híbridos de ciclo intermedio.
- c ) Híbridos de ciclo largo.

La cantidad de semilla a sembrar está determinada por:

- La época de siembra.
- El híbrido a utilizar.
- La fertilidad del suelo.

La densidad utilizada por los productores del Valle Inferior, oscila entre cincuenta y setenta mil plantas por hectárea, cantidad que depende de la época del híbrido y de la fertilización.

De acuerdo con lo mencionado, en experiencias llevadas a cabo en la E.E.A. Valle Inferior se pudo establecer que tipo de semilla utilizar para distintas épocas de siembra, sus densidades adecuadas así como el tipo y dosis de fertilizante.



Las figuras permiten observar el comportamiento de un híbrido de ciclo corto (Dekalb 524) y un híbrido de ciclo largo (Dekalb 3-S-41) ante distintas épocas de siembra, densidad y fertilización.

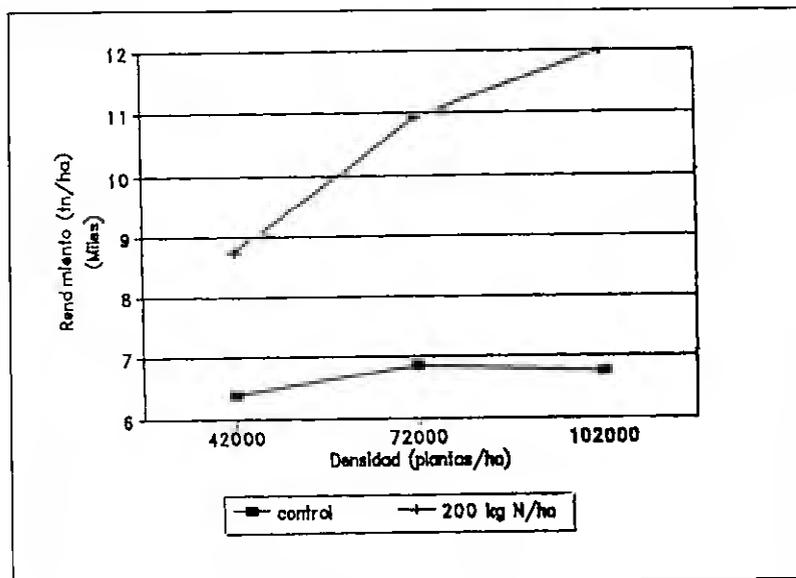


Figura 1: Comportamiento de un híbrido de ciclo corto, con y sin fertilizante, a través de la época de siembra (Dekalb 524).

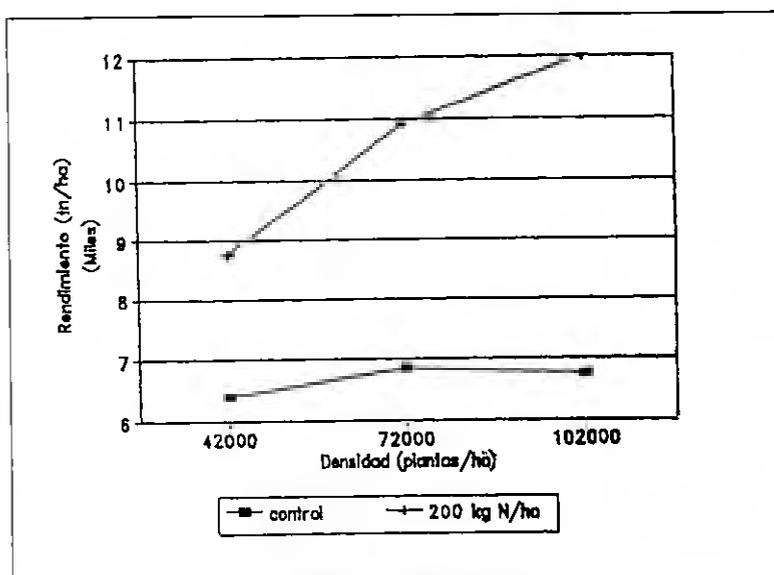


Figura 2: Comportamiento de un híbrido de ciclo corto, con y sin fertilizante, A través de las densidades (Dekalb 524).



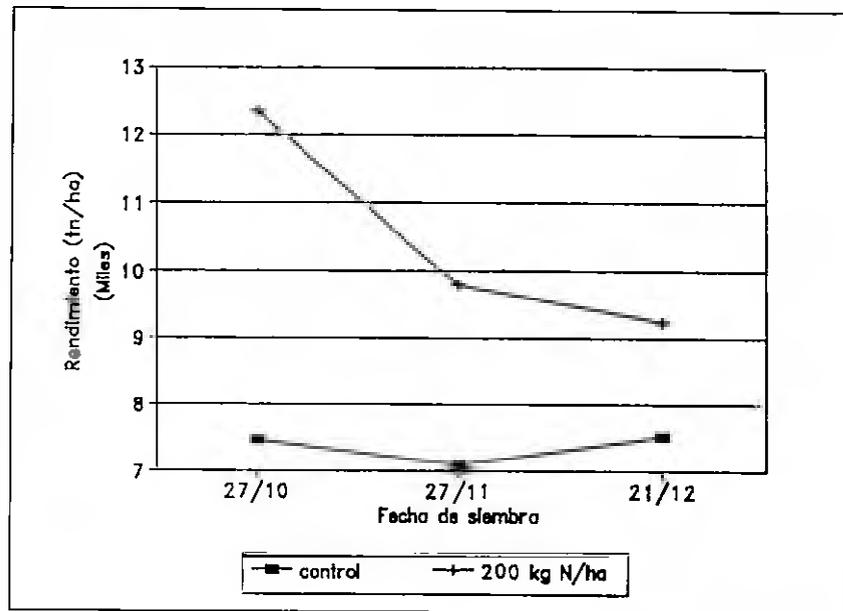


Figura 3: Comportamiento de un híbrido de ciclo largo, con y sin fertilizante, A través de la época de siembra (Dekalb 3-S-41).

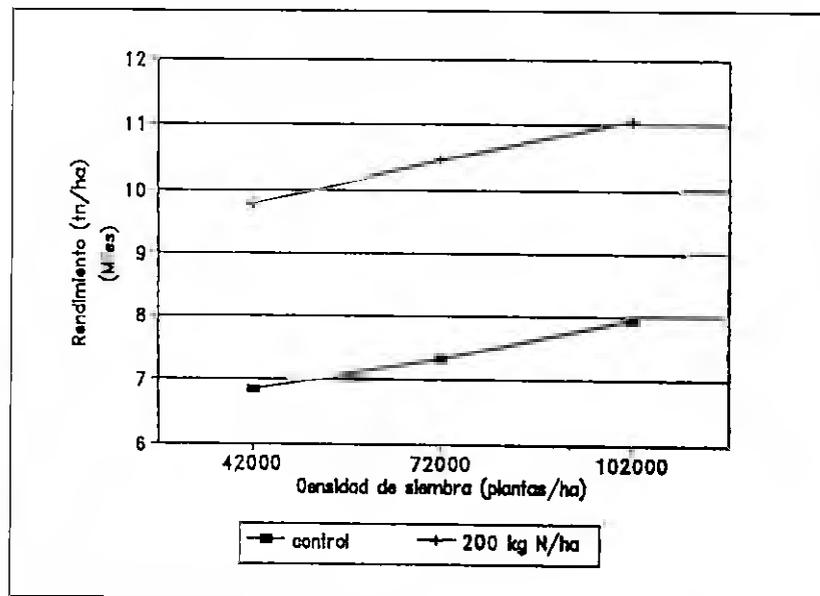


Figura 4: Comportamiento de un híbrido de ciclo largo, con y sin fertilizante, a través de las densidades (Dekalb 3-S-41).



Del análisis de las figuras se pueden obtener las siguientes conclusiones sobre aspectos básicos del manejo del cultivo:

- Época de siembra: Los mejores rendimientos se obtienen en siembras tempranas. Sin embargo, el híbrido de ciclo corto (Dekalb 524) mantiene el nivel de producción en siembras más tardías.
- Densidad: Altas densidades con fertilización producen los mejores rendimientos. Se ha comprobado, que las altas densidades son aconsejables para siembras tempranas, mientras que las bajas densidades están asociadas a siembras tardías.
- Fertilización: La respuesta a la fertilización es significativa en todos los casos, pero el mejor beneficio se obtiene en siembras tempranas.

## Control de Malezas

Se ha comprobado que la presencia de malezas en el cultivo de maíz, entre el nacimiento y la octava hoja, produce las mayores pérdidas de rendimiento. En esos estadios la competencia por luz, agua, nutrientes y espacio es crítica, y su control es imprescindible. Existen tres tipos de herramientas:

- Control químico.
- Control mecánico.
- Control combinado.

Según sus posibilidades, el productor puede optar por alguna, de ellas si quiere conducir el cultivo a un rendimiento económico.

Para el control químico se han desarrollado herbicidas pre-emergentes, que según sea la historia de determinado lote, controlan malezas gramíneas y dicotiledóneas. Su composición, en general, es producto de la combinación de atrazina y alaclor, de demostrado eficacia en el control de malezas.

El control mecánico, de acuerdo con el sistema de siembra utilizado, se sustenta en las labores de aporque del cultivo, que se pueden llegar a complementar con el uso de herbicidas, tanto pre-emergentes como post-emergentes.

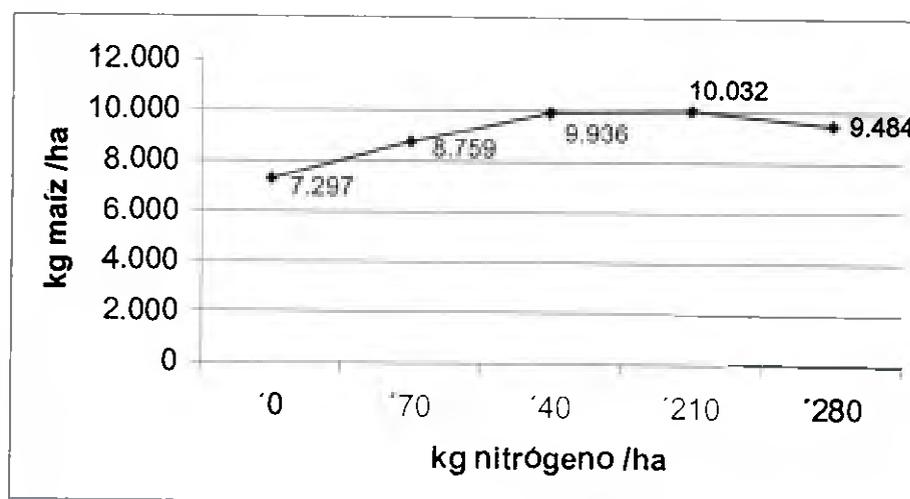


# APLICACIÓN DE NITRÓGENO AL CULTIVO DE MAÍZ: RESPUESTA AGRONÓMICA Y ECONÓMICA

*Ings. Agrs. Germán Cariac y Francisco Margiotta*  
EEA Valle Inferior. Convenio INTA- Pcia Río Negro  
E-mail: [evinferior@inta.gov.ar](mailto:evinferior@inta.gov.ar)

El maíz es uno de los cultivos con mayor capacidad de reacción frente al agregado de nitrógeno. Esta aptitud está condicionada por las características del suelo; las deficiencias minerales; las adversidades climáticas, etc.

Un ejemplo de la respuesta del maíz a la fertilización nitrogenada puede verse en la Figura 1, fruto de un ensayo llevado a cabo por la Estación Experimental Valle Inferior en campos de productores, donde se utilizaron dosis de 70, 140, 210 y 280 kg de nitrógeno en forma de urea.



**Figura 1:** Respuesta del cultivo de maíz a dosis crecientes de nitrógeno (urea).

Las eficiencias de utilización del nitrógeno son muy variables, pero normalmente se considera un requerimiento de la planta de 25 kilogramos de nitrógeno por tonelada de grano. Esta cantidad no es aportada solamente por el fertilizante, sino que también debe estimarse el aporte por mineralización de la materia orgánica, y el nitrógeno total, ya disponible en el suelo; razón por la cual se torna indispensable la realización de análisis de suelos antes de la siembra.

De acuerdo con los precios del producto y del fertilizante, y la curva de aprovechamiento del nitrógeno, se puede establecer qué dosis es la más conveniente, en términos económicos.

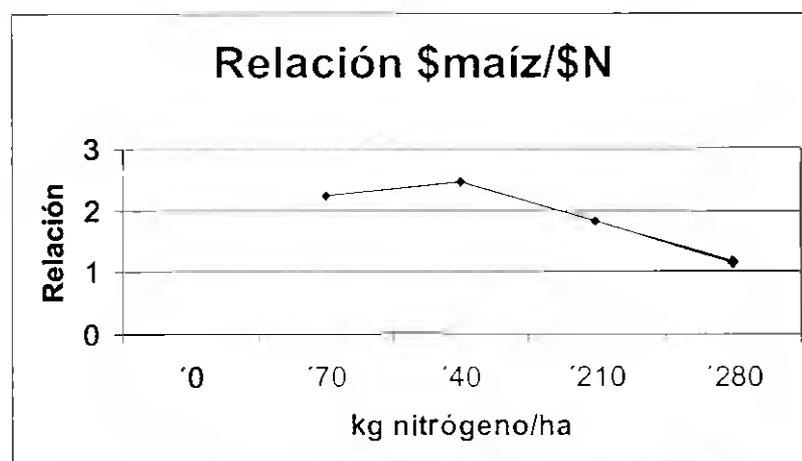


Siguiendo con el ejemplo anterior, en el Cuadro 1 se muestra el rendimiento alcanzado con cada dosis de fertilizante, la diferencia respecto al testigo, la ganancia, el costo diferencial y la relación entre dinero ganado (por ingreso de maíz) y dinero invertido (por aplicación de fertilizante).

**Cuadro 1**

Tratamiento	Rendimiento kg por ha	Diferencial kg por ha	Ganancia diferencial. (\$)	Costo diferencial. (\$)	Relación Ganancia/costo
T	7.297				
N70	8.759	1.462	116,96	52,48	2,23
N140	9.936	2.639	211,12	85,96	2,46
N210	10.032	2.735	218,80	119,43	1,83
N280	9.484	2.187	174,96	152,91	1,14

Para el análisis se tomaron los siguientes precios: maíz, 80 \$/t; urea 220 \$/t; aplicación, 19 \$/hectáreaa



**Figura 2:** Esquema gráfico de los expresado en el Cuadro 1

En este ejemplo puede observarse, que el mayor rendimiento obtenido por el agregado de 210 unidades de nitrógeno, no compensó los mayores costos en los que se incurrió, en comparación con el agregado de 140 unidades.

Por supuesto, cualquier variación en los precios de referencia que se tomen, o en la curva de eficiencia agronómica del cultivo, provoca variaciones en la curva de eficiencia económica.

De cualquier manera, el ejemplo que nos ocupa muestra a las claras cómo la eficiencia agronómica (o el ansia por lograr rendimientos máximos) puede contraponerse con la eficiencia económica (o la voluntad de ganar más dinero).



# GENETICA APLICADA AL CULTIVO DE MAIZ

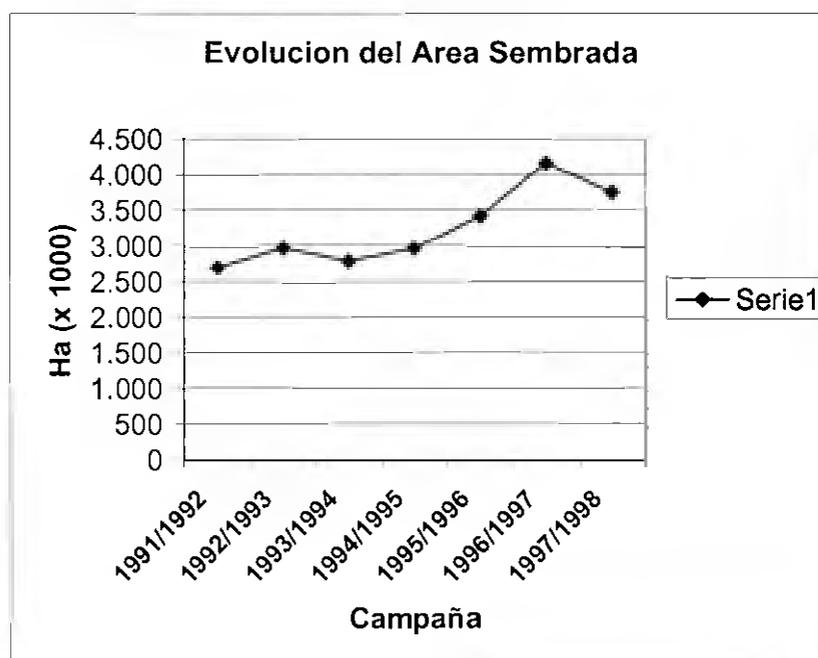
**Dr. Julio Cerono**

(Monsanto Argentina S.A.)

E-mail: julio.cerono@la2.monsanto.com

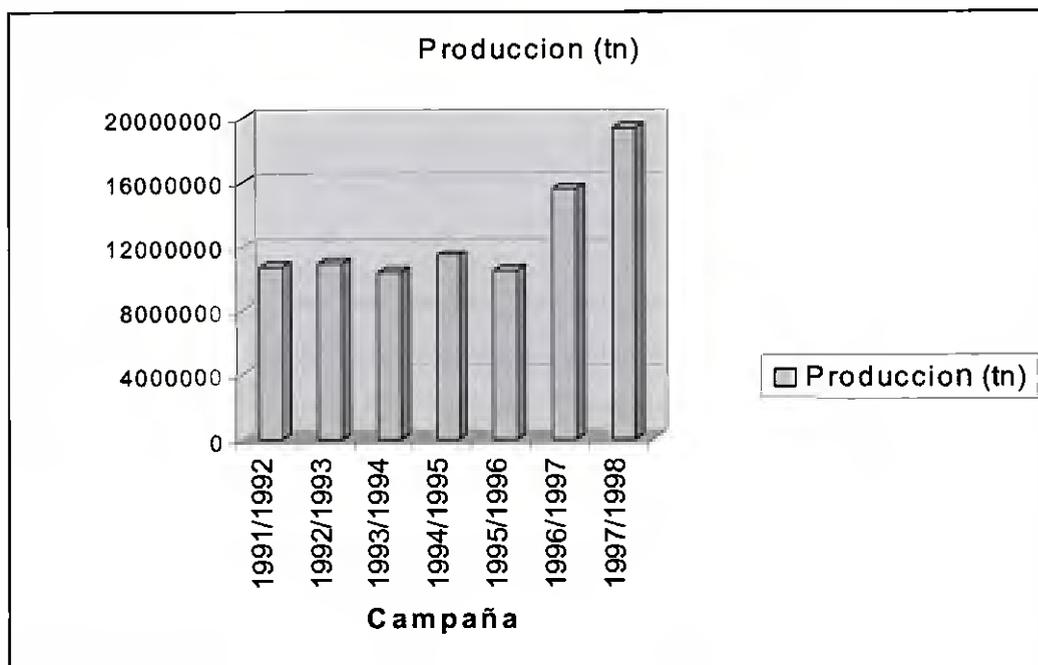
El maíz es uno de los cultivos más importantes en la república Argentina. Su valor económico radica en la demanda mundial como alimento y forraje: harinas, aceites, almidones, y alimentos balanceados.

En Argentina, el área sembrada con el mismo, ha tenido un incremento continuo a lo largo del último decenio, con un máximo de más 4 millones de hectáreas en la campaña 96/97.





La producción, por su lado, se mantuvo más o menos constante a lo largo de las campañas 1991 a 1996, con oscilaciones mínimas centradas en los 10 millones y medio de toneladas. En la campaña 1996/97 la producción tuvo un incremento considerable, debido fundamentalmente al aumento del área sembrada, y 1997/98, las condiciones climáticas mayormente determinaron una producción de casi 20 millones de toneladas.



El total de exportaciones asciende para 1999, a unas 7 millones 700 mil toneladas. A un precio estimado en 87 dólares por tonelada, significa un ingreso bruto de casi 700 millones de dólares desde el exterior.

Es esperable que el cultivo de maíz, continúe siendo un cereal de primerísima importancia en la economía del país.

### Mejoramiento de Maíz

A lo largo del presente siglo, el progreso genético y las prácticas de manejo, han causado un aumento sustancial y continuo de los rendimientos. En los últimos 30 años, el progreso genético promedio es de 157 kg por hectárea por año.

Hoy en día, prácticamente toda la superficie sembrada de maíz, involucra híbridos simples (dos vías) y triples (de tres vías).

Un híbrido es el resultado de la cruce de dos o más líneas puras. En general, desde el inicio de la selección, hasta el lanzamiento al mercado del híbrido,



transcurren 7 años. Por tal motivo, el mejoramiento genético debe tener en cuenta factores bióticos, abióticos, sociales y económicos, muchas veces no existentes, y más o menos impredecibles en su ocurrencia. Los errores se pagan muy caro.

## Factores que determinan la calidad de un híbrido

Cuando el maíz es destinado a la producción de silaje de grano húmedo, el principal factor determinante del éxito de la empresa, es el rendimiento en grano y la calidad del mismo.

Hay varios factores que influyen en la determinación de la cantidad y calidad del grano producido. Estos pueden dividirse en ambientales y genéticos. En muchos casos, el componente ambiental puede influenciar grandemente la producción y calidad del grano cosechado.

El mejoramiento genético es indispensable para:

1. Maximizar los rindes ante cualquier condición ambiental dada.
2. Estabilizar los rendimientos a través de los años y localidades.

El híbrido ideal para una determinada zona, es aquel que exhibe máximos rendimientos en cantidad y calidad de grano, y los mantiene a lo largo de las campañas.

La estabilidad del rendimiento se consigue a través de:

1. resistencia a sequía
2. resistencia a Mal de Río Cuarto
3. resistencia a enfermedades y plagas que deterioran la calidad del grano

A lo largo de los años, Monsanto, a través de sus marcas Dekalb y Cargill en Argentina, ha lanzado al mercado híbridos con adaptación a distintos tipos de ambientes, gracias a una labor sistemática de selección y evaluación. Últimamente, con la incorporación de versiones Bt de los híbridos más productivos, se brinda al productor una serie de materiales que protegen la cantidad y calidad de los rendimientos.



## **AGRADECIMIENTOS**

A Silvana Guerrero, Enrique Porretti, Adriana van Konijnenburg Gabriela Garcilazo, Raúl Barbarossa, y Enrique Fapitale, por su colaboración en esta Jornada.

Esta Jornada fue realizada gracias al aporte de **MONSANTO ARGENTINA S.A.**

