



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO**

Facultad de Agronomía y Veterinaria

*“Trabajo Final para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo”.*

**“EVALUACIÓN DE LA APTITUD PARA SILAJE DE PLANTA  
ENTERA DE MAÍCES GRANÍFEROS (*Zea mays L.*) EN LA ZONA DE  
INFLUENCIA DE RÍO CUARTO”.**

Alumno: GONZALEZ, ALVARO.

DNI: 31.023.454.

Director: Ing. Agr. HECTOR R. PAGLIARICCI.

Co-director: Ing. Agr. ALBERTO M. MONTESANO.

*Río Cuarto – Córdoba – Argentina.*

*Agosto / 2009*

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO**

**Facultad de Agronomía y Veterinaria**

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

**Título del Trabajo Final: “Evaluación de la aptitud para silaje de planta entera de maíces graníferos (*Zea mays L.*) en la zona de influencia de Río Cuarto”.**

**Autor: Álvaro González**

**DNI: 31.023.454**

**Director: Ing. Agr. Héctor R. Pagliaricci.**

**Codirector: Ing. Agr. Alberto M. Montesano.**

**Aprobado y corregido de acuerdo a las sugerencias del Jurado  
Evaluador:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Fecha de presentación: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_**

**Aprobado por Secretaría Académica: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_**

---

*Secretario Académico*

**Facultad de Agronomía y Veterinaria**

## **AGRADECIMIENTOS**

En esta etapa de mi vida, quiero expresar todo mi agradecimiento a quienes con su ayuda, apoyo y comprensión, me alentaron a lograr mi Formación Profesional.

Especialmente a mi familia por su apoyo incondicional en cada momento y por su significativo aporte en mi formación personal y profesional, ya que ellos hicieron posible que concluya mis estudios siendo el sostén de mi vida.

A mis amigos y compañeros de estudio: Gregorat Federico, Calvo Juan Manuel, Ferrari Santiago y Rinaudo Emiliano.

A los demás compañeros de la carrera por los momentos compartidos.

A la Universidad Nacional de Río Cuarto y en particular a la Facultad de Agronomía y Veterinaria por su contribución a mi formación profesional y humana, brindada durante los años de carrera.

A los profesores: Ing. Agr. Héctor R. Pagliaricci, Ing. Agr. Sergio González, Ing. Agr. Elena Fernandez y al Ing Agr. Carlos A. Castillo, por sus consejos y apoyo en este proyecto.

Al Ing. Agr. Alberto Montesano del INTA U.E.E. Río Cuarto y al Ing. Agr. Andrés M. Kloster del INTA E.E.A. Marcos Juárez por colaborar con el ensayo y la recolección de datos.

## *Índice General*

## ÍNDICE GENERAL:

I- Resumen .....	VIII
II- Summary .....	X
III- Introducción .....	12
IV- Antecedentes .....	14
V- Hipótesis. Objetivo General. Objetivos específicos .....	24
VI- Materiales y Métodos .....	26
6.1- Localización del ensayo .....	27
6.2- Caracterización ambiental y climática .....	27
6.3- Caracterización del sitio .....	27
6.4- Diseño experimental .....	27
6.5- Materiales utilizados.....	28
6.6- Labores y determinaciones .....	29
VII- Resultados y Discusión .....	31
7.1- Condiciones climáticas .....	32
7.2- Datos productivos .....	32
7.3- Calidad de los materiales a ensilar .....	36
7.4- Análisis general de los datos obtenidos .....	38
VIII- Conclusiones .....	39
IX- Bibliografía consultada .....	41

## *Índice de Cuadros y Tablas*

## ÍNDICE DE CUADROS:

Cuadro N°1: Nivel de nitratos y fósforo, porcentaje de materia orgánica y pH.....	27
Cuadro N°2: Híbridos participantes, criadero y aptitud de uso.....	28
Cuadro N°3: Registro de precipitaciones y media mensual.....	32
Cuadro N°4: Plantas logradas, altura, rendimiento en materia verde, materia seca, % y rendimiento en grano.....	33
Cuadro N°5: Relación hoja/tallo, relación espiga/planta e Índice de cosecha.....	35
Cuadro N°6: Proteína bruta, Fibra detergente ácida, Digestibilidad in Vitro, Concentración energética y Megacalorías de energía metabólica/hectárea .....	37

## ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1. Comparación de medias de producción forrajera.....	34
Tabla 2. Comparación de medias de rendimiento en grano.....	34
Tabla 3. Comparación de medias de la relación Espiga/Planta.....	36

## *I - Resumen*



## **RESUMEN:**

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento de maíces graníferos con destino a ensilajes o a eventual cosecha en las condiciones de producción de la zona de influencia de Río Cuarto. Para ello se determinó producción y calidad de forraje y grano en el momento óptimo de ensilado, y posteriormente el rendimiento en grano de los mismos materiales a cosecha. El ensayo fue realizado en las proximidades de Sampacho, a unos 55 Km. al sudoeste de Río Cuarto, con un diseño experimental en bloques completamente aleatorizados (DBCA) con tres repeticiones ( $r = 3$ ) cuyas unidades experimentales fueron 2 surcos de 10 metros de largo, con un distanciamiento de 0.70 mts. La siembra y fertilización se realizó el día 29/11/06 sobre un suelo Haplustol údico. Se refertilizó en V6. El cultivo se desarrolló en seco pero con buenas condiciones hídricas durante el período crítico y llenado de granos. La producción de forraje se estimó cortando manualmente las plantas en el estado de media línea de leche (grano pastoso-pastoso a duro). Luego se tomaron muestras representativas las cuales se procesaron y fueron llevadas a laboratorio para medir calidad (PB, FDA, % de Digestibilidad y C.E). Se cosechó mecánicamente el día 17/05/07, ajustando los valores a 14.5% de humedad. En promedio la producción de M.S y rendimiento en grano fue de 18.1 y 9 Tn/ha respectivamente, detectándose tres materiales afectados severamente por el virus del Mal de Río Cuarto. Los híbridos de aptitud silo-grano utilizados como testigos en comparación con los graníferos, produjeron mayor cantidad de materia seca pero de menor calidad, por lo que se espera una menor respuesta animal. Dos de los híbridos de aptitud granífera evaluados combinaron alta producción de materia seca de buena calidad y alto porcentaje de grano, permitiendo lograr mayor cantidad de materia seca digestible por hectárea y en consecuencia la respuesta productiva podría ser mayor. Esto revela que existen en el mercado híbridos graníferos con adecuadas condiciones para ser destinados a silajes de planta entera o a eventual cosecha, transformándolos en alternativas productivas más flexibles.

**Palabras claves: Híbridos de maíz, silaje, grano, producción, calidad.**

## *II - Summary*

## SUMMARY:

The purpose of this report is to evaluate the behaviour of grain-corn destined whether to be ensilage or eventually harvested, considering the possibilities available in local conditions. The investigation is based on the testing of twelve corn hybrids. It was made nearby the city of Sampacho, located 55km away from Río Cuarto.

Whit this aim, production and quality of forage and grain was determined at the most favorable moment of ensilage and subsequently, the grain performance of those materials to crop.

The test was carried out whit an experimental design in completely random blocks whit three repetitions ( $r=3$ ). Each unit consisted in 2 furrows of 10 mts long, whit a distancing of 0.70 mts among itself.

The sowing and fertilization was made on 29<sup>th</sup> November 2006, on a Haptusol údico soil. The refertilization was made on 6<sup>th</sup> leaf. The crop growing itself developed without artificial irrigation, but in good water conditions during the critical period and filled of grains. The production of fodder was estimated by hand-cutting the plants when they were on a state of <<half line of milk>> (thick-thick to hard grain). Then representative samples were processed and they were taken to a laboratory to measure their quality (Brut Protein, Fiber, digestibility and Energetic Concentration). The harvesting was made mechanically on 07<sup>th</sup> May 2007, adjusting the values to 14.5% of humidity. On the average, the production of dry material and performance in grain was of 18.1 and 9 tn/ha respectively, being detected three materials affected severely by <<Mal de Río Cuarto>>. The silo-grain hybrids that were used to compare with the grain, produced greater quantity of dry material but of low quality, for which the productive response is reduced. Two of the hybrids of grain aptitude tested combined high production of dry material of good quality and highly percentage of grain, achieving a greater quantity of digestible dry material per ha. Also as a consequence of that it is likeably to expect greater animal answer.

The stated before reveals that in the market exists hybrid grains whit suitable conditions to be destined whether to ensilage or harvesting, which transforms them in more flexible productive alternatives.

**Key words: Corn Hybrids, ensilage, grain, production, quality.**

### ***III - Introducción***

## INTRODUCCIÓN

La ganadería tradicional con base exclusivamente pastoril, sufría desbalances nutricionales en el período otoño-invernal, lo que limitaba la respuesta productiva anual y afectaban la economía y la sustentabilidad de esos sistemas. Tras el avance de la agricultura y en un esquema de profundos cambios (técnicos, económicos y políticos), a veces imprevisibles, la ganadería tuvo que replantearse optimizando el aprovechamiento de los recursos disponibles.

La producción ganadera actual, principalmente la producción de carne (subsistema invernada) y de leche, está caracterizada por una intensificación y mayor dependencia de insumos, en especial suplementos en base a maíz en grano y silajes. La adopción generalizada de silajes es la responsable del incremento en la eficiencia de producción. (Bertoia, 1993).

La intensificación es una de las metas para mejorar la rentabilidad y competitividad de las empresas ganaderas de nuestro país. (Ciocca, 2005). En todo sistema de producción intensiva la alimentación deberá ajustarse en cantidad y calidad, logrando dietas balanceadas desde el punto de vista proteico y energético, en todas las épocas del año. Esto permite aumentar la carga animal y mejorar las producciones individuales. En este esquema, el silaje de maíz forma parte de la dieta durante gran parte del año, ya que aporta considerables volúmenes de materia seca por unidad de superficie, de alto contenido energético, altamente palatable, con bajo porcentaje de pérdidas y reducido costo por kilogramo de materia seca digestible comparado con otros sistemas de reservas de forraje. (Bragachini *et al.*, 1997).

Si bien existe información sobre el rendimiento de maíces aptos para silaje en distintos lugares de la provincia de Córdoba, es necesario obtener información local acerca del comportamiento y productividad de algunos materiales. Esto motivó la generación de información sobre materiales sileros y la de otros, seleccionados para grano, cuyo destino puede desviarse hacia la confección de silajes, cumpliendo con uno u otro destino. Esto le permite al productor mayor flexibilidad en sus decisiones de acuerdo al estado del cultivo y a las necesidades de reservas de su sistema ganadero.

En el presente trabajo se evaluará la aptitud para silaje o para eventual cosecha de granos de doce híbridos de maíz en la zona de influencia de Río Cuarto. Los datos obtenidos serán comparados y se visualizará el comportamiento de los mismos y su interacción genotipo-ambiente. Para ello se determinará producción y calidad de materia seca y grano (cantidad y calidad), en el momento óptimo de ensilado, y posteriormente el rendimiento en grano de los mismos materiales a cosecha.

## *IV - Antecedentes*

## ANTECEDENTES:

Hace unos 10.000 años nuestros antepasados, que subsistían a partir de la caza, la pesca y la recolección de frutos silvestres, comenzaron a domesticar animales y a cultivar algunos cereales, estableciendo los principios de la agricultura. Con el tiempo, se amplió el número de especies cultivadas, se seleccionaron variedades adaptadas a las condiciones locales y a los usos y costumbres de la zona, se mejoraron las técnicas de cultivo y se desarrollaron herramientas y productos. Fue una evolución lenta pero constante, basada en la experiencia y en los errores, en la que las características ecológicas y culturales de cada lugar eran fundamentales. (Gutiérrez, 2007).

El maíz es el único cereal originario de América, comenzó a cultivarse entre los Mayas y los Aztecas hace unos 7000 años atrás. No está del todo claro de qué planta silvestre proviene. Al parecer sería del Teosinte (*Euchlaena mexicana*), una gramínea similar al maíz que puede cruzarse libremente con éste. Fue domesticado en un período comprendido entre 7000 y 10000 años en el sur de México. Ahora el Teosinte es una maleza bastante difundida en México y Guatemala. Se trata de una planta que produce macollos y que tiene una espiga con eje quebradizo y granos reventones. Cristóbal Colón advirtió su presencia en 1492, poco después de llegar al nuevo mundo. En la primera mitad del siglo XVI, el maíz se extendió por Europa y Asia menor. La facilidad del cultivo y la seguridad de cosecha contribuyeron a su rápida difusión. En Europa fue empleada como forraje, en América como alimento humano. Las especies silvestres constituyen una fuente de diversidad genética para programas de mejoramiento. (Goodman, 1988). El maíz actualmente tiene difusión mundial, en especial en zonas templadas, y es uno de los principales cereales utilizados en la alimentación humana y animal.

El uso del maíz posee una historia de más de 8000 años. El paso de las diferentes civilizaciones ha permitido su domesticación, mejora y transformación en una planta sorprendente. Durante todo ese tiempo los esfuerzos han sido dirigidos a la producción de grano. El componente vegetativo (Caña + hojas) fue considerado sólo un medio para lograr rendimiento y posibilidad de cosecha. Pese a sufrir grandes modificaciones, recién a mediados del siglo XX se comenzó a pensar a la planta como un todo. (Bertoia, 2007).

El cultivo se difundió hacia América del sur, hasta Argentina, donde hay una gran diversidad genética, siendo las zonas del noroeste y noreste del país las más ricas. Allí existen 60 razas nativas del maíz, cultivadas por agricultores que conservan costumbres tradicionales. La caracterización de estas variedades de origen prehispánico ha demostrado que poseen atributos importantes para el mejoramiento de los maíces comerciales.

La diversidad de tipos vegetativos facilita su adaptación. La mayor producción y los rendimientos más elevados corresponden a zonas de clima templado a templado-cálido, sin heladas, con abundante provisión de agua y con suelos fértiles y de buen drenaje.

El mejoramiento genético de maíz más simple ha sido el realizado durante siglos por los agricultores a través de selección, al elegir por sus características externas las espigas o granos. Inicialmente los cruzamientos sexuales se realizaban entre individuos heterogéneos. Con los avances en el conocimiento de la genética, fue posible desarrollar líneas puras (genéticamente uniformes) con características particulares. A partir de cuyos cruzamientos, los fitomejoradores obtuvieron semillas híbridas con cualidades superiores. (Echenique y Rubinstein, 2004).

Su nombre científico es *Zea mays L.* El maíz pertenece a las gramíneas anuales de ciclo primavero-estival, capaz de producir altos rendimientos en comparación con trigo, soja y girasol. Por su sistema fotosintético (C4) el maíz es más eficiente que las C3 para convertir radiación en biomasa. El desarrollo de la planta está fuertemente influenciado por la temperatura, teniendo como base 8 °C y en general las etapas fenológicas se cumplen más rápidamente a medida que aumenta la temperatura. La respuesta de la tasa de desarrollo a la temperatura es aproximadamente lineal dentro de un rango térmico comprendido entre una temperatura base y una óptima (aprox. de 30°C). Por lo tanto para estimar la duración de una fase determinada del ciclo podemos utilizar el valor de “tiempo térmico” expresados en grados-días. El otro factor que influye en el desarrollo es el fotoperíodo, siendo el maíz una especie con respuesta fotoperiódica cuantitativa de día corto en su fase inductiva. (Satorre *et al.*, 2003).

En cuanto a sus características vegetativas, es una planta de gran volumen y área foliar, de porte alto, de tallo grueso y formado por entrenudos de largo variable. Sus hojas son largas y anchas con nervadura central marcada. En la etapa adulta puede tener entre 15 y 30 hojas, dependiendo del ciclo y del tipo de material. La inflorescencia femenina (espiga cilíndrica) y masculina (panoja) se encuentran en la misma planta, pero separada una de otra (diclino-monóica). La polinización es cruzada (alógama) y el movimiento de polen se produce por el viento. El número de espigas (órgano cosechado) depende de la prolificidad del híbrido y las condiciones en que se desarrolla, muy relacionado a la densidad de plantas. En la espiga los granos se agrupan formando hileras alrededor de un eje (marlo). El grano es un fruto cariopse (no se abre) de una sola semilla cuyo peso varía entre 150 y 350 mg. En el endosperma hay una fracción dura (cornea) y otra blanda (harinosa). De la proporción de ambas surge la clasificación de los maíces. Las principales variedades son: dentado, duro y harinoso. Hay otro tipo de alto valor, el cual fue modificado genéticamente conteniendo más aminoácidos esenciales, mayor contenido de aceites y proteínas. Los híbridos actuales contienen entre 600 y 1000 granos por espiga alineados en 14 a 20 hileras. La composición química del grano varía alrededor de los siguientes valores: 74% de Hidratos de Carbono, 4.3% de lípidos, 10% proteína y 11.7% de otros. (Satorre *et al.*, 2003).

El maíz es uno de los cereales más cultivados en el mundo. Ocupa la tercera posición a nivel mundial, luego del arroz y del trigo. Según los datos proporcionados por la FAO -Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación- en 2004 se sembraron en el mundo unas 145 millones de hectáreas de maíz, y la producción alcanzó las 700 millones de toneladas. Argentina



se ubica en el sexto lugar en la producción de maíz, luego de Estados Unidos, China, Unión Europea, Brasil y México.

Las industrias vinculadas a la cadena del maíz se han ido desarrollando en forma progresiva, transformando un grano cuyo destino era la alimentación humana en una materia prima esencial para el desarrollo de múltiples procesos industriales. En el mundo, la mayor parte de la producción de maíz se destina a la alimentación animal. El maíz es un cultivo de gran potencialidad. Así lo demuestran más de 600 subproductos que abarcan desde alimentos hasta plásticos, papeles y biocombustibles.

El cultivo de maíz es uno de los más importantes de la Argentina. Nuestro país es el segundo exportador mundial de maíz. Hasta hace pocos años, exportaba un 80% del maíz producido y sólo transformaba internamente el 20%. Hoy, la cadena del maíz argentino experimenta un proceso de cambio, que involucra un sostenido y acelerado crecimiento del consumo interno, especialmente por parte de las industrias que lo utilizan como materia prima para su transformación en proteína animal (avicultura, ganadería, lechería y cerdos).

El maíz se produce desde Salta hasta el sur bonaerense. La zona núcleo maicera abarca el sudeste de Córdoba, sur de Santa Fe y norte bonaerense.

La producción argentina de maíz ha experimentado un constante crecimiento, tanto en superficie de siembra como en rendimiento, pasando de 8 millones de toneladas anuales en la década del '90, a 14,5 millones de toneladas en la campaña 2005-2006. (Bertoia, 2007).

Según la SAGPyA, en la campaña 2004-2005 se sembraron en Argentina más de 2,5 millones de hectáreas de maíz, de las cuales el 90% correspondieron a las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe, La Pampa y Entre Ríos. En 2006/2007 fue de 3,5 millones de hectáreas con una producción aproximada para dicha campaña de 21,8 millones de toneladas. El rendimiento medio nacional fue de 7,6 tn/ha, mientras que el medio nacional histórico de los últimos diez años es de 6,2 tn/ha. El valor bruto de la producción es de aproximadamente 1500 millones de dólares, cifra a la que hay que agregarle la facturación de su agroindustria. (SAGPyA, 2007). Este incremento productivo y del área de siembra va de la mano con la introducción de nuevos materiales genéticos, con mayor potencial de rendimiento, mejor respuesta a nuevas técnicas de producción y tolerancia a herbicidas, insectos y enfermedades (RR, Bt, Mal de Río Cuarto). A ello se le suma una mayor estabilidad del rinde en distintos ambientes y a que forma parte de un esquema de rotación, siendo buen antecesor para el cultivo de soja.

Cattani (2006) interpreta que nuestro mercado de maíz depende de muchos factores, como los precios de los commodities, la relación stock-consumo, la demanda de proteína de origen animal como la carne y la leche, tendencias, dinámica de exploración de nuevas áreas agroganaderas, etc.

Al aumentar el precio de los commodities como el maíz y disminuir la relación stock:consumo los precios serán volátiles, por tal razón centrar la producción animal en base a granos sería mas

arriesgado que hacerlo en base a forrajes conservados como el silaje, lo que alienta la implementación de éstos en los sistemas pecuarios.

Otro de los aspectos a considerar es que nuestros potenciales compradores de carne y leche están dispuestos a incrementar su consumo. El mercado que más crece y demanda proteína de calidad es el asiático, por varias razones, pero la más importante sea quizás su mayor poder adquisitivo en general, ya que en los últimos años su economía creció en forma sostenida y además la población se fue concentrando en las grandes urbes, demandando productos de mayor calidad.

La reducción del área cultivable por habitante debido al aumento de la población mundial, explica la necesidad de ser eficientes en el uso de los recursos caros y ahora escasos como la tierra, elevando la productividad por hectárea sin alterar la sostenibilidad de la producción. La utilización responsable de la tierra incluye aumentar al máximo sus niveles productivos en forma sostenible, por lo que el silaje ofrece una alternativa relativamente estable y económica a corto plazo.

Esta evolución del precio de la tierra y la competencia agrícola es uno de los grandes motores de la migración de rodeos ganaderos de carne hacia zonas subtropicales con estación seca como es el norte argentino. No ocurre lo mismo con la producción de leche que seguirá alojada cerca de las grandes urbes y centros de procesamiento y comercialización. (Cattani, 2006).

Con todo esto, la implementación de silajes no sólo se justifica sino que se hace realmente necesario.

Romero (2004) destaca el avance de la práctica del ensilaje en regiones de clima húmedo del norte de Europa. En Inglaterra, por ejemplo, en 1965 sólo un 10% de la materia seca conservada se realizaba en forma de silajes, mientras que en 1985 superó en 65%.

Cabe aclarar que el ensilado es una técnica que se practica desde hace casi 100 años. En aquella época se hablaba de “hierba verde que se colocaba en un silo de forma que quede fuera del alcance del oxígeno destructor de la atmósfera”. (Ede y Blood., 1972). Esto sigue siendo un factor clave, pero a diferencia, en la actualidad se sabe mucho más de otros procesos o factores que dan como resultado un buen ensilado.

En el hemisferio norte el maíz interviene en los sistemas de producción como un eslabón fundamental en los esquemas nutricionales. Su destino en EEUU es fundamentalmente para grano, sin embargo, tiene una importancia sustancial como forrajero en muchas áreas meridionales donde es posible su cultivo. Se cosechan por año cerca de 2,4 millones de ha de maíz para silaje, siendo Wisconsin el estado con mayor superficie cultivada (300.000 has). En la Unión Europea es actualmente el cultivo forrajero más importante para el ganado lechero, ya que se utilizan para silaje más de 3,3 millones de has, muchas de ellas en áreas del norte (80%). Como consecuencia, el mejoramiento específico para silaje se realiza en materiales de ciclo precoz a semiprecoz.

En Argentina el cultivo destinado a silajes de mayor importancia es el maíz. El área sembrada ha aumentado considerablemente en los últimos años, de 72 mil has en la campaña 94-95 a 250 mil

has en la campaña 97-98, llegando a alrededor de 500 mil has en las últimas campañas, con una distribución del 60% para producción de leche y 40% para carne. (Bertoia, 2007).

La técnica de ensilaje permite al productor ganadero balancear la oferta forrajera a lo largo del año, cubriendo las deficiencias estacionales o las causadas por fenómenos climáticos. Las ventajas se traducen en mayor eficiencia y en un incremento en el volumen cosechado para ser transformado en producto animal. (Bertoia, 1993).

Aumentar la carga animal se convierte en un desafío, sin resignar productividad o ingreso económico. Es aquí donde las reservas forrajeras de calidad cobran mayor importancia. (Cattani, 2006).

Los nuevos sistemas ganaderos que se imaginan para el futuro estarán basados en la utilización eficiente de silajes, complementada con otros recursos (granos y subproductos). (Colombatto, 2008)

El ensilaje es una técnica de conservación de forraje por vía húmeda (aquí no hay deshidratación previa como en los henos) la cual se basa en procesos químicos y biológicos provocados por el desarrollo de microorganismos en condiciones de anaerobiosis y tiene como objetivo principal conservar el valor nutritivo de la planta verde, limitando las pérdidas en calidad y cantidad, y evitando la formación de sustancias tóxicas para los animales. (Bertoia, 1993).

La interrelación entre el contenido de materia seca, los carbohidratos solubles y la capacidad tampón, determinan el tipo de fermentación, siendo el maíz por sus características, la mejor planta ensilable, por tener alto contenido de carbohidratos solubles, baja capacidad tampón y contenidos de materia seca normalmente superiores al 30%. (Pagliaricci, 2006).

En las gramíneas el nivel de carbohidratos solubles aumenta con el avance de la madurez, hecho que no se observa en las leguminosas. Sin embargo, la digestibilidad decrece marcadamente a partir de la aparición de la espiga, desde el 80% hasta alrededor del 50% en estados avanzados de madurez. El momento oportuno de corte se define mediante estos dos parámetros, siendo en maíz ½ línea de leche aproximadamente, donde se logra un balance más adecuado. (Romero, 2008).

La conservación se realiza con el forraje tal cual se encuentra al momento de corte. Si el medio es el adecuado, los azúcares del vegetal se transforman en ácidos que actúan como agentes conservadores de la masa ensilada. De esta manera es posible la obtención de un alimento succulento y con una calidad semejante a la del forraje original.

Es importante destacar que, cualquiera sea el sistema de conservación utilizado, éste no mejora la calidad del material original. Por lo tanto, la prioridad debe ser transformar un forraje recién cortado (muy inestable), lo más rápidamente posible y con las menores pérdidas, a un estado que permita la conservación prolongada del producto (estable), disminuyendo al mínimo las pérdidas en cantidad y calidad de materia seca (MS).

El ensilaje pertenece a un sistema caracterizado como de “Entrega desfasada en el tiempo” en el cual se trasladan excedentes de producción de forraje, mediante conservación, desde épocas de excesos a momentos deficitarios. (Pagliaricci, 2006).

Las ventajas del ensilaje son:

- Permite balancear la oferta forrajera a lo largo del año cubriendo las deficiencias del verano e invierno o las causadas por fenómenos climáticos adversos.
- Se aprovecha la planta completa en el momento de mayor valor nutricional.
- Permite mejorar la composición de la ración frente a pastoreos deficitarios en energía.
- El proceso tiene cierta independencia de los factores climáticos. De esta forma el productor mejora sus posibilidades de realizar reservas forrajeras, sobre todo en zonas con problemas de humedad.
- Si se confecciona correctamente permite una larga conservación sin pérdidas importantes de calidad.
- Es un alimento con alta concentración de energía, sólo superado por los granos.
- Es una técnica mecanizable hasta la distribución final en los comederos, lo que requiere mano de obra reducida.
- Permite elevadas producciones de MS en un solo corte.
- En el caso de maíz es de alta palatabilidad.

Las desventajas del ensilaje de maíz son:

- Bajo porcentaje de proteína bruta, deben ser suplementados con verdeos, pasturas o concentrados para cubrir correctamente los requerimientos del animal. (CREA, 2000).
- Bajo porcentaje de minerales, especialmente Calcio y fósforo.
- Requiere de suplementación estratégica.
- Posee alto valor energético sólo si contiene elevada proporción de grano.
- En el caso de pérdidas por algún motivo en particular, éstas repercuten fuertemente en la economía de la empresa.

(Bertoia, 1993).

La intensificación en Argentina ya es una realidad desde hace mucho tiempo en los sistemas productivos de leche y está en pleno desarrollo en la producción de carne. Es necesario mejorar lo que se está haciendo, ajustar factores de manejo, evitar pérdidas, logrando gran volumen de materia seca de buena calidad, para luego ver cómo ese alimento se puede transformar de la manera más eficiente en carne y leche. (Bragachini, 2008).

El incremento en las demandas nutricionales para una respuesta animal óptima es un desafío para los productores de maíz, que deben seleccionar y manejar híbridos de gran producción de materia seca con características de calidad apropiadas. (Bertoia, 2007).

Es por eso que se debe elegir el híbrido adecuado para cada zona, priorizando la producción de granos, ya que este tipo de forraje conservado es considerado como un alimento voluminoso con alta concentración energética. Se deben utilizar cultivares de maíz de alto potencial de rendimiento de materia seca por hectárea y excelente producción de grano.

Producir maíces de 8000 Kg de materia seca por hectárea requiere el doble de superficie en relación a uno que rinde 16000 Kg de materia seca por hectárea. Con menos superficie cubre la necesidad y el resto se destina a producir granos, dejando un rastrojo más productivo para el próximo cultivo. (Bragachini, 2008).

La elección del híbrido es el primer paso en la secuencia de producción para lograr un buen silaje. Los mismos pueden diferenciarse por sus aptitudes graníferas y/o forrajeras.

En los primeros ideotipos de maíz no se discriminaba de acuerdo a su destino. Se aceptaba que el rendimiento y la calidad del silaje están determinados por el rendimiento en grano y el porcentaje de grano por encima del resto de los componentes del vegetal. Como consecuencia, la mejora se dirigió al desarrollo de germoplasma e híbridos para producción de grano únicamente. Tal tendencia estuvo sustentada en investigaciones realizadas en EEUU en las décadas de 1930 y 1940. Este criterio es el que se aplica actualmente en muchas regiones del mundo y explica, en parte, la escasa presencia de híbridos forrajeros en esos mercados. (Bertoia, 2009).

Actualmente la mayor parte de la semilla que se comercializa en el país como maíz forrajero está formada por híbridos seleccionados como graníferos, pero capaces de generar buena producción de materia verde.

Muchos investigadores europeos y canadienses han argumentado que el silaje se produce con la planta entera y no solamente con el grano. En la década del 70 algunos investigadores ya consideraron que el maíz para silaje es principalmente un alimento energético, y su valor nutritivo puede ser concebido en función de la digestibilidad y los factores que la afectan. Por lo tanto han propuesto como criterio de selección la variable “materia seca digestible”, obtenida a partir del producto de la materia seca de la planta completa por su digestibilidad in vitro. Estudios actuales incluyen híbridos *brown mid rib* (bmr3) con valores de digestibilidad por encima de los mejores normales. (Bertoia, 2007).

Otro aspecto que interviene en la aptitud silera de los híbridos es la capacidad de consumo, que depende del tenor de celulosa, lignina, ácidos libres, N no proteico, etc. La literatura muestra que estos factores son bastante constantes en un amplio rango de ambientes. En este aspecto la interacción genotipo-ambiente es baja. (Bertoia, 2007).

Las características de los híbridos sileros de maíz son: alto rendimiento en materia seca digestible y en grano, maduración anticipada de éstos con respecto a la de la planta, tallos finos y altos, entre otros, son factores que permiten lograr ensilajes con elevada cantidad y calidad de materia seca y excelente concentración energética. (Gonella, 1999).

La composición porcentual de cada órgano con respecto a la materia seca (M.S) total en híbridos de maíz para silaje es: grano 15 a 60 %, hojas 15 a 25%, tallos 20 a 40 %, marlo 6 a 10% y chala 6 a 8 %. (The Pioneer Forage Manual, 1990).

El contenido de nutrientes puede tener un amplio rango de variación, depende de varios factores. Los valores medios son: Proteína bruta 8%, Fibra detergente ácida 28%, Fibra detergente neutra 48%, Digestibilidad 67%, Energía metabolizable > a 2.35 Megacalorías/Kg de M.S. (The Pioneer Forage Manual, 1990).

Un buen híbrido es aquel que tenga, en peso, una mayor proporción de espiga (mayor 50%), ya que ésta es la que aporta mayor digestibilidad (80%) y dentro de éstas la que tenga mayor proporción de granos. De todos modos también es importante que guarde una relación proporcional con el resto de la planta (25% hojas y 35% tallo). (Piñeiro, 2005).

Es muy importante tener en cuenta la relación entre el contenido de grano y la calidad del resto de la planta. Una baja calidad de planta o una caída brusca de la digestibilidad por lignificación, puede enmascarar el efecto favorable que produce la acumulación de grano en la espiga. Desde este punto de vista, el mayor contenido de grano es deseable siempre y cuando compense la caída de calidad del resto de la planta. Por lo tanto hay que lograr la mayor energía digestible por hectárea para que sea consumida y transformada por el animal en carne o leche. Altos valores de fibra limitan el consumo y en consecuencia, a la producción. (Romero, 2004).

Las características ideales de un híbrido silero son:

- Capacidad de producir altos rendimientos de un forraje de calidad. (mayor materia seca digestible)
- Capacidad de lograr un porcentaje de grano por encima del 40%.
- No deben producirse caídas de espigas al momento del corte.
- La planta debe permanecer verde el mayor tiempo posible con el grano madurando (stay green largo).
- Resistencia al vuelco.
- Buena digestibilidad del resto de la planta.

Diferencias en factores que determinan el valor alimenticio del silaje de maíz, pueden afectar el costo de la alimentación y la respuesta animal, por lo tanto deben ser considerados a la hora de elegir el híbrido. La elección de híbridos por mayor valor nutritivo que por rendimiento total de materia seca podría aceptarse si dichas características impactan en la producción animal. Híbridos con menor porcentaje de FDN y de mayor digestibilidad, tendrían mayor impacto en animales de alta producción y alimentados con altas proporciones de silaje en la ración. Híbridos con menor valor alimenticio tendrían limitada capacidad para incrementar el comportamiento individual y sólo permitirían mayores producciones por hectárea, mediante aumentos de la carga animal. (Gregorini, 2006).

El híbrido debe seleccionarse en función del ciclo más apropiado para la zona. La relación grano/ materia seca total varía con los diferentes ciclos. Algunos investigadores proponen que el híbrido seleccionado para silaje debe poseer el ciclo más largo posible para cada zona. La selección del híbrido puede influenciar en tres aspectos: en el rendimiento del material cosechado, en el contenido de grano al momento de la cosecha y en la digestibilidad o contenido de FDA del silaje.

Numerosos autores concluyeron que la selección de maíz para silaje debe incluir rendimiento en materia seca total, valor nutritivo, variedades doble propósito, precocidad para silaje y programas de mejora a largo plazo. Si el interés es generar nuevos híbridos de maíz cuyo destino es el ensilaje de planta entera, el incremento de valor nutritivo es el principal objetivo. A su vez, este proceso deberá enfocarse en reducir el contenido e incrementar la digestibilidad de la pared celular, incrementar el contenido de proteína cruda, mantener el rendimiento en grano y el índice de cosecha. Disminuir el contenido de lignina aumenta el riesgo a quebrado y el secado anticipado de la planta. Con esto último hay opiniones divergentes. (Bertoia, 2007).

El cultivo de maíz destinado a silajes es más complejo que el destinado a cosecha por tres motivos fundamentales: porque se utiliza la planta entera, por la necesidad de lograr la máxima calidad posible y por el elevado costo del picado y ensilado.

La introducción del concepto de calidad de la materia seca genera un incremento importante en los costos de investigación y desarrollo, debido a la complejidad de los análisis de laboratorio. A su vez el productor carece de herramientas técnicas-económicas que le permitan apreciar las diferencias. Por lo tanto es función de las instituciones y personas relacionadas al agro, difundir esto. (Bertoia, 2007).

**V- Hipótesis**  
**Objetivo General**  
**Objetivos Específicos**



## **HIPÓTESIS**

- Existen híbridos graníferos de maíz con aceptables condiciones de producción y calidad, que los hacen aptos para ser ensilados.

## **OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar en condiciones de producción local el comportamiento de maíces graníferos con destino a ensilajes o a eventual cosecha.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Visualizar las diferencias entre híbridos.
- Comparar los resultados con los logrados en otros ensayos.

## ***VI – Materiales y Métodos***

## MATERIALES Y MÉTODOS:

### 6.1- LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO:

El ensayo fue realizado en el establecimiento del Sr. Adrián D'Andrea ubicado en las proximidades de Sampacho a unos 55 Km. al sudoeste de la ciudad de Río Cuarto. En este predio el INTA lleva a cabo ensayos comparativos de rendimiento de híbridos de maíz y también se realizan evaluaciones de Mal de Río Cuarto por técnicos del IFIVE. En el ensayo participó el Ing. Agr. Pedro Vallone (INTA Marcos Juárez), el Ing. Agr. Alberto Montesano (INTA Río Cuarto) y como técnico del IFIVE y U.N.R.C el Ing. Agr. Sergio Lenardón.

### 6.2- CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL Y CLIMÁTICA:

El ambiente está comprendido entre el pedemonte y la llanura bien drenada y se caracteriza por presentar un relieve normal con lomas medias a bajas, susceptibles a erosión. (Kraus *et al.*, 1999).

El departamento Río Cuarto presenta un clima templado con invierno seco, con una temperatura media anual de 16.5 °C, siendo enero el mes más cálido cuya temperatura media es de 23 °C y julio el mes más frío con una temperatura media de 9.1 °C. El régimen térmico se caracteriza por un invierno relativamente riguroso con presencia de heladas y un verano medianamente cálido con déficits hídricos puntuales. Las precipitaciones se concentran en los meses cálidos, perteneciendo a un régimen de tipo monzónico con una media de 747 mm anuales caracterizando a la zona como subhúmeda. El período libre de heladas es de 255.7 días. Los vientos son de variada intensidad con dirección predominante del norte, noreste y sur. (Seiler *et al.*, 1995).

### 6.3- CARACTERIZACIÓN DEL SITIO:

El suelo del sitio experimental es Haplustol údico, cuya aptitud de uso es agrícola clase III, bien a algo excesivamente drenado, franco arenoso, moderadamente provistos de materia orgánica y ligera susceptibilidad a erosión hídrica y eólica (según carta de suelos de la República Argentina).

En el siguiente cuadro se presentan los valores arrojados por el análisis de suelos realizado previo a la siembra.

Cuadro N°1: Nivel de nitratos y fósforo, porcentaje de materia orgánica y pH. (Sampacho, Córdoba, Argentina. 2006).

Prof.	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	P (ppm)	% M.O	pH
0-18 cm	50	17	1.42	6.3

### 6.4- DISEÑO EXPERIMENTAL:

En este ensayo se utilizó un diseño experimental en bloques completamente aleatorizados (DBCA) con tres repeticiones ( $r = 3$ ) cuyas unidades experimentales fueron 2 surcos de 10 metros de largo, con un distanciamiento de 0.70 mts.

Las dimensiones del ensayo fueron: 25.2 mts de frente y 36 mts de fondo, con 6 surcos de bordura a cada lado.

**Bloque III**

B	4	9	12	8	7	1	10	5	6	3	2	11	B
---	---	---	----	---	---	---	----	---	---	---	---	----	---

**Bloque II**

B	6	10	8	3	11	2	9	1	12	4	5	7	B
---	---	----	---	---	----	---	---	---	----	---	---	---	---

**Bloque I**

B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	B
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	---

**6.5- MATERIALES UTILIZADOS:**

En el siguiente cuadro son presentados los 12 materiales de maíz que participaron en el ensayo.

**Cuadro N°2: Híbridos participantes, criadero y aptitud de uso.**

<b>HIBRIDO</b>	<b>CRIADERO</b>	<b>APTITUD</b>
1- DK 700 MG	DEKALB	GRANÍFERO
2- ACA 2005 MG	ACA	GRANÍFERO
3- PROZEA 30	PRODUSEM	GRANÍFERO
4- PANNAR 6422	PANNAR	SILO-GRANO (testigo)
5- PANNAR 5 E 202 OK	PANNAR	SILO-GRANO (testigo)
6- AX 892 MG	NIDERA	GRANÍFERO
7- SPS 2710	SPS	GRANÍFERO
8- LT 620 MG	LA TIJERETA	GRANÍFERO
9- LT 651	LA TIJERETA	GRANÍFERO
10- AM 8323	ADVANTA	GRANÍFERO
11- AM 8322	ADVANTA	GRANÍFERO
12- MORGAN 369	MORGAN	SILO-GRANO (testigo)

\*Materiales entre 120 y 126 días a madurez relativa.

## 6.6- LABORES Y DETERMINACIONES:

El día 15 de agosto de 2006 comenzaron las actividades en el sitio de ensayo, realizando un barbecho químico con 2.5 lts /ha de glifosato sobre un rastrojo de soja de 1° (cultivo antecesor).

La siembra fue realizada en directa, el 29 de noviembre, con una máquina experimental de 4 surcos con tolva abierta y dosificador de placa, perteneciente al INTA Marcos Juárez.

Al momento de la siembra se fertilizó con una mezcla de yeso y fosfato diamónico, quedando una dosis de 12 kg/ha de N, 20 kg/ha de P y 12.4 kg/ha de S.

Para el control de malezas posterior a la siembra se pulverizó con 3 litros/ha de atrazina + 2 litros/ha de Guardian (acetoclor + protector).

Se refertilizó con N (Urea) a la sexta hoja (V6) con una dosis de 134 Kg/ha.

A los 30 días post-siembra se realizó el conteo de plantas logradas y la visualización del estado fenológico de los materiales. Conjuntamente se observó la presencia de enfermedades, insectos o plagas para la realización de un diagnóstico.

En el momento óptimo de ensilado para cada material (aproximadamente media línea de leche en el grano) se cortaron plantas manualmente a una altura de 25 cm para obtener las muestras. Este procedimiento se llevó a cabo en tres tandas o grupos de híbridos según la maduración de los mismos.

Para realizar las determinaciones se tomó como unidad de muestreo 1.43 mts lineales equivalentes a 1 m<sup>2</sup>. Se tomaron 3 muestras por cada material y por cada parcela (unidad experimental) dejando un metro de bordura. El mismo procedimiento se realizó en los bloques restantes.

Estas muestras se pesaron en ese mismo momento, obteniendo los valores de materia verde, y posteriormente se eligió por observación visual una planta representativa de cada parcela y se midió altura. Una vez realizado esto, se embolsó y etiquetó para conservar las muestras.

En el laboratorio de producción de forrajes de la U.N.R.C. se tomaron las muestras extraídas a campo de cada material y cada parcela y se determinó materia seca, secando el material en estufa de aire forzado a 65°C hasta peso constante en sobres de papel madera. Luego estas muestras fueron procesadas, separando los diferentes componentes: tallo, hoja y espiga; (y la espiga a su vez en chala, grano y marlo) pesando los componentes y obteniendo los respectivos porcentajes. La panoja fue incluida en la fracción de tallo.

La calidad se midió en el laboratorio de la EAA Marcos Juárez donde fueron llevadas las muestras y molidas en dicho lugar, determinándose posteriormente proteína bruta, fibra detergente ácido, porcentaje de digestibilidad y concentración energética.

Los métodos utilizados en dicho laboratorio fueron: para carbohidratos, Weende (determinando fibra cruda); Goering y Van Soest (modificado) para determinar fibra detergente ácido (FDA) y la determinación de proteínas fue realizada mediante el método de Kjeldahl (N\*6.25).

Para determinar digestibilidad y concentración energética (CE) del material, el laboratorio de INTA Marcos Juárez utilizó fórmulas que estiman dichos parámetros.

- $CE \text{ (Mcal/Kg M.S.)} = 3.6 * \text{Dig.}$
- $\% \text{Dig} = 88.9 - (0.779 * \% \text{FDA})$

La energía metabólica (EM) fue estimada de la siguiente forma:

- $\text{Mcal EM/ha} = \text{Kg de M.S./ha} * CE$

Por último se determinó el rendimiento en grano de los mismos materiales a cosecha, la que fue realizada el día 17 de mayo de 2007, cosechando mecánicamente 5 mts de cada material en cada parcela. Los valores de rendimiento fueron ajustados a 14.5% de humedad.

Para el análisis estadístico se utilizó ANAVA para el análisis de varianzas y para comparación de medias el test de Duncan ( $p \leq 0.05$ ). Para ello se utilizó el paquete de análisis estadísticos InfoStat® (2002).

## ***VII – Resultados y Discusión***

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

### 7.1- CONDICIONES CLIMÁTICAS:

Las condiciones climáticas registradas durante el ciclo del cultivo resultaron, en general, favorables para lograr un crecimiento y desarrollo normal.

La humedad acumulada en el barbecho y durante las primeras etapas del ciclo, en que el consumo es bajo, permitió que la implantación se desarrolle normalmente. No se registraron temperaturas extremas o adversas, que pudiesen haber provocado daño en las plántulas recién emergidas, logrando que se llegue a un desarrollo vegetativo óptimo.

El total de precipitaciones ocurridas durante el ciclo del cultivo de maíz fueron de 716 mm. El período crítico comprendido alrededor de floración y posteriormente la etapa de llenado de granos (determinantes del rendimiento) se desarrollaron con buenas condiciones hídricas en el perfil totalizando 134 mm y 180 mm respectivamente.

Cuadro N°3: Registro de precipitaciones y media mensual.

Meses	Nov	Dic	En	Feb	Mar	Abr
Precip.(mm)	102	144	230	130	150	21
MEDIA	120	129.7	137.7	91.2	94.8	58.2

Al estar retrasada la siembra a fines de noviembre, para evaluar en forma conjunta el comportamiento de los materiales a mal de Río Cuarto, las condiciones climáticas de humedad y temperaturas logran que el cultivo llegue a floración con buena estructura de planta y mayor área foliar. Esto favorece el desarrollo vegetativo (producción de biomasa) pero perjudica el desarrollo reproductivo (rendimiento en grano), ya que hay una menor radiación incidente al momento de floración y menor temperatura durante la etapa de llenado de granos.

### 7.2- DATOS PRODUCTIVOS:

La implantación fue muy buena en todos los materiales. El recuento de plantas a los 30 días arrojó una densidad promedio de 65000 plantas logradas por hectárea, siendo adecuada para la región. La relación semillas viables sembradas/plantas logradas fue de 0.92.

La uniformidad del cultivo fue aceptable, tanto temporal como espacialmente, producto de una adecuada operación de siembra.

Hubo materiales como Prozea 30, SPS 2710 y LT 651 que fueron afectados por Mal de Río Cuarto con diferentes grados de severidad y con un 70% de incidencia.

El rendimiento medio en materia seca fue de 18.1 Tn/ha (cv 18.7%) y el rendimiento medio en grano de 9 Tn/ha (cv 12.7%). Los datos productivos son muy buenos debido a una adecuada fertilización, buen estado sanitario y principalmente a que las precipitaciones acompañaron el ciclo del cultivo. Estos resultados de producción son superiores a los obtenidos en ensayos de similares



características como por ejemplo: en un ensayo coordinado por INTA UEE Río Cuarto en la campaña anterior (2005/06) se lograron 62 tn de materia verde/ha, con 70000 plantas logradas/ha, 13.5 tn de materia seca/ha y 5 tn de grano/ha. (Montesano, 2006). Lo mismo sucedió en la UEE INTA San Francisco en 2006/07 con 15.8 tn de materia seca/ha sembrado el 06/01. (Centeno *et al*, 2007). Resultados de 20 tn/ha de materia seca fueron obtenidos en 2001/02 en un ensayo en Balcarce, utilizando híbridos de ciclo mas corto, con riego, sembrado a fines de octubre y con una densidad de 85000 pl/ha. Allí el bajo nivel de radiación y temperatura no permiten expresar los potenciales de rendimiento en grano. (Castaño y Gutiérrez, 2002).

El rendimiento está influenciado por innumerables variables genéticas, ambientales y de manejo. Similares valores productivos pueden ser alcanzados en diferentes ambientes, con diferentes híbridos y con diferentes prácticas de manejo (fecha de siembra, densidad, riego, fertilización, entre otras). (Bertoia, 2007).

En el cuadro N°4 se presentan los principales resultados de producción de los materiales participantes de este ensayo.

Cuadro N°4: Plantas logradas, altura, rendimiento en materia verde, materia seca, % y rendimiento en grano.

Híbridos	Plantas/ha logradas	Altura (cm)	M.V. (Tn/ha)	M.S (%)	M.S. (Tn/ha)	Grano (%)	Rto.Grano (Tn/ha)
<i>DK700MG</i>	66643	248	<b>55,4</b>	35	<b>19,5</b>	47.7	<b>12,4</b>
<i>ACA2005MG</i>	65714	247	<b>54,3</b>	36	<b>19,6</b>	42.9	<b>10,9</b>
<i>Prozea30</i>	63286	221	<b>52,6</b>	31	<b>16,6</b>	33.8	<b>6,9</b>
<i>Pan6422</i>	65714	249	<b>62,8</b>	32	<b>20,2</b>	33.2	<b>8,0</b>
<i>Pan5E202</i>	67143	258	<b>62,8</b>	32	<b>20,0</b>	34.5	<b>9,7</b>
<i>AX892MG</i>	66429	247	<b>62,8</b>	27	<b>17,1</b>	40.5	<b>10,3</b>
<i>SPS2710</i>	65929	196	<b>36,3</b>	32	<b>11,6</b>	28.6	<b>5,6</b>
<i>LT620MG</i>	64500	228	<b>51,3</b>	38	<b>19,5</b>	50.6	<b>11,3</b>
<i>LT 651</i>	65214	214	<b>46,1</b>	31	<b>14,5</b>	25.1	<b>6,1</b>
<i>AM 8323</i>	66857	229	<b>56,2</b>	35	<b>19,5</b>	39.0	<b>8,8</b>
<i>AM 8322</i>	62857	259	<b>60,1</b>	31	<b>18,8</b>	38.0	<b>9,5</b>
<i>Morgan369</i>	65000	288	<b>66,3</b>	31	<b>20,3</b>	32.2	<b>9,1</b>

Como puede observarse en el cuadro N°4, los híbridos Pannar 6422, Pannar 5E202 OK y Morgan 369 (utilizados como testigos silo-grano) fueron los que arrojaron valores más altos de materia verde y materia seca por hectárea, así como también fueron los de mayor altura de planta y menor porcentaje de grano, debido a las características de esos materiales.

Un aspecto a considerar es que se observa bastante homogeneidad en el porcentaje de materia seca (%MS) entre los diferentes híbridos, lo cual puede atribuirse a las escasas diferencias de ciclo entre ellos y a que las muestras fueron tomadas en distintos momentos según la maduración de los mismos. El valor promedio fue de 32.6%, considerado como óptimo ya que se alcanza el máximo rendimiento en materia seca digestible por hectárea y mayor porcentaje de grano.

Tabla 1. Comparación de medias de producción forrajera.

Híbridos	Media Kg M.S/ha	% respecto de la media	n		
Morgan369	20312	112	3	A	
Pan6422	20265	112	3	A	
Pan5E202OK	20020	110	3	A	
ACA2005MG	19597	108	3	A	
DK700MG	19583	108	3	A	
LT620MG	19550	108	3	A	
AM 8323	19534	108	3	A	
AM 8322	18890	104	3	A	
AX892MG	17115	94	3	A	B
Prozea30	16674	92	3	A	B
LT 651	14511	80	3	A	B
SPS2710	11597	64	3		B

Letras distintas indican diferencias significativas entre los híbridos ( $p \leq 0.05$ ). Variabilidad de 18.7 %.

Los híbridos de aptitud silo-grano superaron las 20 tn/ha de materia seca. De los híbridos graníferos, ACA 2005 MG fue el que más produjo, seguido por DK700 MG, LT620 MG y AM8323 con valores muy similares, estando un 8% por encima del valor medio. El valor más alto corresponde a Morgan 369 con un valor del 12% por arriba del promedio y el valor más bajo a SPS2710, afectado por mal de Río Cuarto, elevando la variabilidad de los datos.

Se observó una relación positiva ( $r = 0.84$ ) entre la producción de materia seca y el rendimiento en grano en los híbridos de aptitud granífera.

Tabla 2. Comparación de medias de rendimiento en grano.

Híbridos	Grano kg/ha	% respecto de la media	n					
DK700MG	12419	137	3	A				
LT620MG	11360	125	3	A	B			
ACA2005MG	10935	120	3	A	B	C		
AX892MG	10309	113	3	A	B	C		
Pan5E202	9698	107	3		B	C	D	
AM 8322	9586	105	3		B	C	D	
Morgan369	9180	101	3		B	C	D	
AM 8323	8805	97	3			C	D	E
Pan6422	8083	89	3				D	E F
Prozea30	6903	76	3					E F G
LT 651	6160	68	3					F G
SPS2710	5682	62	3					G

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ), coeficiente de variación del 12.7%.

En cuanto al rendimiento en grano, ocurrió lo esperado. Los híbridos de aptitud granífera arrojaron los valores más altos, como muestra la tabla 2. Los materiales destacados por su rendimiento en grano son: DK700MG, LT620MG, ACA2005MG y AX892MG, con 12419; 11360; 10935 y 10309 kg de grano respectivamente. Una particularidad es que estos híbridos tienen incorporado el evento “MG” (MaízGard) desarrollado por Monsanto para proteger al cultivo de insectos lepidópteros, principalmente del “gusano barrenador del tallo” *Diatraea saccharalis*, que produce quebrado de tallos y caída de espigas, generando mermas de rendimiento sobre todo en siembras tardías. En este ensayo en particular, un bajo porcentaje de plantas quebradas repercutió fuertemente en el rendimiento debido a que las parcelas son de tamaño reducido.

De los híbridos de aptitud silera, Pannar 5E 202 OK, fue el que mayor rendimiento en grano tuvo (9.7 Tn/ha), con un 7% por encima de la media. El híbrido Morgan 369 arrojó un valor muy cercano al promedio de rendimiento del ensayo.

Cuadro N°5: Relación hoja/tallo, relación espiga/planta e Índice de cosecha.

Híbridos	Relac. H/T (en m.s)	Relac. E/P (en m.s)	Índice Cosecha
<i>DK700MG</i>	1,21	0.60	0.63
<i>ACA2005MG</i>	1,32	0.57	0.56
<i>Prozea30</i>	1,02	0.51	0.41
<i>Pan6422</i>	1,03	0.49	0.40
<i>Pan5E202OK</i>	0,96	0.50	0.48
<i>AX892MG</i>	1,03	0.57	0.60
<i>SPS2710</i>	1,37	0.40	0.49
<i>LT620MG</i>	1,77	0.65	0.58
<i>LT 651</i>	2,35	0.37	0.42
<i>AM 8323</i>	1,49	0.53	0.45
<i>AM 8322</i>	1,15	0.53	0.51
<i>Morgan369</i>	1,11	0.48	0.45

La relación hoja/tallo da como resultado valores más bajos en los testigos silo-grano, ya que al ser plantas más voluminosas, la fracción tallo adquiere más relevancia. De todos modos al ser ciclos largos la participación del tallo como componente del peso total es alta. A su vez, la relación espiga/planta entera de estos materiales no superó el valor de 0.50. Éstos materiales logran un buen balance hoja-tallo y espiga (la fracción tallo incluye panoja y que la fracción espiga incluye grano, marlo y chala). En los materiales graníferos el componente espiga adquiere más peso con respecto al resto de los componentes, así lo demuestran los valores de relación espiga/planta e índice de cosecha del cuadro N°5.

Los datos de los materiales afectados por mal de Río Cuarto no son representativos por lo que no se deben tener en cuenta, ya que están alteradas las proporciones de los diferentes componentes de la planta, razón por la cuál fueron eliminados en el análisis de la relación espiga/planta (tabla 3).

Tabla 3. Comparación de medias de la relación Espiga/Planta (datos expresados en materia seca).

Híbrido	E/P Media	n			
LT620MG	0,65	3	A		
DK700MG	0,61	3	A	B	
AX892MG	0,57	3	A	B	C
ACA2005MG	0,57	3	A	B	C
AM8323	0,54	3		B	C
AM8322	0,53	3		B	C
PROZEA 30	0,51	3			C
PAN 5E202OK	0,50	3			C
PAN 6422	0,49	3			C
MORGAN369	0.48	3			C

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ). Coeficiente de variación (c.v) = 8.53.*

*\*Se eliminaron los materiales afectados severamente por Mal de Río IV (SPS 2710 y LT651).*

En la tabla 3 se observa que los materiales graníferos arrojan valores más altos de relación espiga/planta entera. Esto es deseado pero posiblemente la calidad de la fibra del tallo sea menor, ya que se remobilizan mayor cantidad de nutrientes hacia la espiga. Es decir, un mayor contenido de grano es deseable siempre y cuando compense la caída de calidad del resto de la planta. (Romero, 2004). El resto de la planta está formada por un 45-50% de hojas, un 40-45% de tallos. Cuando este material se expone a 24 horas de degradación en el rumen, que es el tiempo en que los silajes son retenidos para su digestión, se observa que solamente se degrada alrededor de un 45%. En otras palabras, algo más de la mitad del peso de las hojas y cerca del 70 al 75% del de los tallos que se ensilan se pierden en heces, por esta razón se considera que el resto de la planta o “Stover” es de mediana a baja calidad. (Di Marco y Aello, 2006). El tallo y la espiga son los componentes morfológicos determinantes, en mayor medida, de la producción de materia seca y de la calidad de la misma. La proporción y calidad de éstos hacen variar los parámetros de calidad. (Carrete *et al.*, 1997).

### 7.3- CALIDAD DE LOS MATERIALES A ENSILAR:

En el cuadro N°6 se presentan los valores de calidad de los materiales evaluados, se observa que el híbrido que menor FDA presenta (21.01%) es DK700 MG, lo que permite que la digestibilidad y posiblemente el consumo sean mas altos y con ello se logra, conjuntamente con una mayor concentración energética del alimento, mayor respuesta animal. Valores similares arroja el híbrido LT620 MG, ambos de aptitud granífera.

Los valores de los testigos son similares entre ellos con 31-32% de FDA, 64% de digestibilidad y alrededor de 2.30 de concentración energética del alimento, los cuales no son los de

mayor calidad. El elevado valor de FDA hace caer la digestibilidad y la menor concentración energética del alimento está dada por el menor porcentaje de grano.

Cuadro N°6: Proteína bruta, Fibra detergente ácido, Digestibilidad in Vitro, Concentración energética y Megacalorías de energía metabólica/hectárea.

Híbridos	P.B. (%)	FDA (%)	Dig. (%)	C.E. (Mcal/kg ms)	Mcal EM/ha	% resp X de EM/ha
<i>DK700MG</i>	8,54	21,01	72,53	2,61	51133	117
<i>ACA2005MG</i>	8,03	26,42	68,31	2,46	48193	110
<i>Prozea30</i>	9,67	28,1	67,01	2,41	40225	92
<i>Pan6422</i>	7,82	30,95	64,79	2,33	47269	108
<i>Pan5E202</i>	8,19	31,31	64,51	2,32	46494	106
<i>AX892MG</i>	7,34	28,7	66,54	2,40	40998	93
<i>SPS2710</i>	8,37	27,69	67,33	2,42	28110	64
<i>LT620MG</i>	7,54	21,96	71,79	2,58	50526	115
<i>LT 651</i>	8,96	28,79	66,47	2,39	34724	79
<i>AM 8323</i>	8,41	27,95	67,13	2,42	47207	108
<i>AM 8322</i>	7,83	29,42	65,98	2,38	44869	102
<i>Morgan369</i>	7.34	32.01	63.96	2.30	46770	107
PROMEDIO	<b>8.17</b>	<b>27.85</b>	<b>67.19</b>	<b>2.42</b>	<b>43876</b>	<b>100</b>

Según The Pioneer Forage Manual (1990), el contenido de nutrientes puede tener un rango de variación, con valores medios de: Proteína bruta 8%, FDA 28%, FDN 48%, Digestibilidad 67%, Energía metabolizable superior a 2.35 Megacalorías/Kg de materia seca. Como se puede observar en el cuadro N° 6 los valores son similares a los observados en este ensayo y además están dentro de un rango normal de variación.

Existe una relación positiva entre el contenido de grano y la digestibilidad, ya que el grano se digiere en un 80-90%. (Bertoia, 2007).

Se observa que los materiales que tuvieron mayor porcentaje de grano, menos FDA, más digestibilidad y mayores valores de concentración energética, lograron mayor cantidad de Megacalorías de energía metabolizable por hectárea con valores de alrededor de 50000 Mcal EM/Ha. Éste valor está calculado sobre la base del cultivo en pie y disminuiría si el mismo estuviese ensilado, dado que habría que considerar las pérdidas correspondiente a confección y suministro del silaje. Si dividimos el valor por la cantidad de Mcal necesarias para la producción de 1 Kg de carne (20.13 Mcal/Kg de carne, considerando los requerimientos de novillos en engorde, según método NRC, 1997) y con un consumo aproximado del 3% del peso vivo, la respuesta productiva esperable sería de aproximadamente 2000 kg de carne por hectárea. Si se realiza el mismo análisis para

producción de leche, sabiendo que 66.56 Mcal EM son necesarias para producir 1 kg de grasa butirosa (considerando una vaca lechera de 500 kg de peso vivo y con una producción estimada de 18 lts/día) se puede estimar una producción de alrededor de 700 kg de grasa butirosa por hectárea. (Di Marco y Aello, 2006). Cabe aclarar que si bien el silaje de maíz es un componente que abarca un alto porcentaje de la dieta, no es el único, por lo que debe ser complementado con concentrados proteicos y suplementos vitamínico-minerales para lograr una dieta balanceada permitiendo mayores producciones individuales.

Los parámetros de calidad varían en función del híbrido, de las condiciones ambientales, del estado de madurez al momento del picado y de las prácticas de manejo. (Carrete *et.al*, 1997). Este trabajo considera los primeros tres factores y las prácticas de manejo pre-ensilado, pero escapa al análisis posterior al picado del material, por lo que prácticas de manejo no adecuadas durante la confección, conservación y suministro del silaje, pueden hacer que los parámetros de calidad no se encuentren en el rango aceptado.

#### 7.4- ANÁLISIS GENERAL DE LOS DATOS OBTENIDOS:

En las condiciones de producción descritas, la productividad de los materiales se encuadra dentro del rango de valores hallados en otros ensayos de la provincia de Córdoba.

Los materiales graníferos que se destacaron por su producción y valor nutritivo, se muestran como una alternativa muy interesante a la hora de planificar siembras, dándole al productor una gran flexibilidad en la decisión de destinar el cultivo a silaje de planta entera y/o a cosecha de grano.

## ***VIII - Conclusiones***

## CONCLUSIONES

Los híbridos de aptitud silo-grano utilizados como testigos, en comparación con los graníferos, produjeron mayor cantidad de materia seca pero de menor calidad, por lo que se espera una menor respuesta animal. Dos de los híbridos de aptitud granífera evaluados combinaron alta producción de materia seca de buena calidad y alto porcentaje de grano, permitiendo lograr mayor cantidad de materia seca digestible por hectárea y en consecuencia la respuesta productiva podría ser mayor. Esto revela que existen en el mercado híbridos graníferos con adecuadas condiciones para ser destinados a silajes de planta entera o a eventual cosecha, transformándolos en alternativas productivas más flexibles.



## ***IX – Bibliografía consultada***

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- BERTOIA, L. 1993. **Silaje de Maíz**. 1º publicación. MORGAN. Buenos Aires. Argentina.
- BERTOIA, L. 2007. **Secretos para tener silajes de calidad**. Suplemento Maíz. Diario La Nación. Pág 7. Buenos Aires. 28/09/07.
- BERTOIA, L. 2007. **Algunos conceptos sobre el cultivo de maíz para ensilaje**. Información técnica. 7pp.
- BERTOIA, L. 2009. **Diferencias básicas entre maíces graníferos y forrajeros**. En: [www.cerealesyforrajes.com.ar](http://www.cerealesyforrajes.com.ar) Consultado el 05/12/2008.
- BRAGACHINI, M Y P. CATANI. 1997 **Silaje de Maíz y Sorgo granífero** Cuaderno de actualización técnica N°2 INTA PROPEFO. EEA Manfredi, 122pp.
- BRAGACHINI, M. 2008. **Ganadería: Desafíos de intensificación para competir con la agricultura**. Nota técnica. INTA Manfredi.
- CACF 2006. Ensayos realizados. [www.ensiladores.com](http://www.ensiladores.com) consultado 15/12/2006.
- CARRETE, J.R.; SCHENEITER, J. O.; RIMIERI, P. Y DEVITO, C. 1997. **Maíz para silaje: Efecto del momento de cosecha sobre la producción y el valor nutritivo del forraje**. INTA EEA Pergamino, Revista de Tecnología Agropecuaria. II (6): 2-5.
- CASTAÑO, J Y L. GUTIERREZ. 2002. **Evaluación de Híbridos de Maíz para silaje**. 25º Congreso Argentino de Producción animal. Vol. XXII Sup. I 171.
- CATTANI, P. 2006. **Silaje de alta calidad**. Información técnica. 8pp.
- CATTANI, P. 2006. **Perspectivas y avances de los forrajes conservados**. Información técnica. 10pp.
- CENTENO, A. 2002. **Maíces para silo**. Cartilla informativa N°3. UEE INTA Villa María.
- CENTENO, A., E. CORTÉS Y E. GALLO. 2007. **Evaluación de Híbridos de Maíz para silo**. Hoja de información técnica. Ediciones INTA UEE San Francisco. Argentina.
- CIOCCA, H. 2005 **Jornadas de Intercambio entre Contratistas Forrajeros Asociados – Producir XXI** Pág. 4-6.
- CLARÍN 2004. **El Gran Libro de la Siembra Directa – Maíz** 1ª Ed AGEA, Buenos Aires (8): 199-222.
- COLOMBATO, D., 2008. **Impacto de la calidad de los forrajes conservados en los sistemas de producción de carne**. Manual de actualización técnica. Forrajes Conservados. Pag 6.
- CREA 1996. **Maíz**. Cuaderno de Actualización Técnica N°57.
- CREA 2000. **Comparación de reservas a base de maíz**. Revista CREA N°233 56-62.

- DI MARCO, O.N. Y AELLO M.S. 2006. **Silo de maíz. Novillos bien alimentados.** Información técnica. Unidad Integrada Balcarce (Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP-INTA EEA Balcarce). En: [www.producción-animal.com.ar](http://www.producción-animal.com.ar) . Consultado el 23/10/2008.
- ECHENIQUE, V. Y L. RUBINSTEIN. 2004. **Biotecnología y Mejoramiento Vegetal.** Ediciones INTA, Buenos Aires. Argentina.
- EDE, R. Y T.F. BLOOD. 1972. **Ensilado** Ed. Acribia. Zaragoza-España.
- GOERING, H.K. AND VAN SOEST, P.J. 1970. **Forage fibre analysis** (Apparatus, reagents, procedures and some applications). Agric. Handbook N° 379. ARS. USDA, Washington D.C., pp 1-20.
- GONELLA, C. 1999 **Mirando Hacia el Futuro en la Conservación de Forrajes.** Comité editorial EEA Gral. Villegas. (23): 13-19.
- GOODMAN, M. 1988. **The history and evolution of maize CRC.** Critical review. Plant Science, 7: 197-220.
- GREGORINI, P. 2006. **Silaje de planta entera de maíz.** Algunas consideraciones nutricionales. Revista Producir XXI (179): 36-41.
- GUTIÉRREZ HERNÁNDEZ, L. (2007). **“Socialización del cultivo de trigo en Cuba”** Antecedentes y actualidad. INFAT.
- INTA – PROPEFO. 1997. **Silaje de Maíz y Sorgo granífero.** Cuaderno de actualización técnica N°2. INTA. Argentina. 122 pág.
- INTA – **MAÍZ** – Cuaderno de Actualización 2007. Ediciones INTA Marcos Juárez.
- INTA – SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA Y RECURSOS RENOVABLES. 1998. **Carta de suelos de la República Argentina.** Plan mapa de suelos de Córdoba.
- JUAN, N.A., D.O. FUNARO, A.B. PORDOMINGO Y M.C. SARDIÑA. 2008. **Rendimiento de materia seca y valor nutritivo de híbridos de maíz con riego complementario para producción de silaje en La Pampa.** 31° Congreso Argentino de Producción Animal. Vol XXVIII Supl I:349-543.
- KRAUS, T., C. BIANCO Y C. NUÑEZ. 1999 **Los Ambientes Naturales del Sur de la Provincia de Córdoba.** Ed. Fundación Universidad Nacional de Río Cuarto. 112 pág.
- LATIMORI, N. Y A. KLOSTER. 2003. **Invernada Bovina en zonas mixtas.** Claves para una actividad más rentable y eficiente. 2° Ed. Ediciones INTA. EEA Marcos Juárez. Argentina. Pág 96 – 130.
- MENDEZ, JM. 2006. **Evaluación de Híbridos de Maíz para silaje.** Determinación del rendimiento de materia seca y de las características nutritivas. Ediciones EEA INTA Oliveros. Argentina.

- MONTESANO, A. 2006. **Evaluación de materiales de Maíz y Sorgo forrajero ensilados en el área de Río Cuarto.** Información para extensión N°106. Ediciones EEA INTA Marcos Juárez. Argentina.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), 1997. **Nutrient Requirements of Beef Cattle.** Revised Edition.
- PAGLIARICCI, H., A. OHANIAN, T. PEREYRA, S. GONZALEZ. 2002. **Utilización de Pasturas.** Cursos de Introducción a la Producción Animal y Producción Animal I. Capítulo 12. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto. Argentina.
- PAGLIARICCI, H. 2006. Cuadernillo **Producción Animal I** FAV-UNRC. pag10-25.
- PIÑEIRO, G. 2005. **Cuidados en la confección de los silos de maíz.** Revista Producir XXI (170): 29-31.
- PIONEER HI-BRED INTERNACIONAL, INC. 1990. **The Pioneer Forage Manual.** A nutritional Guide. 55pp.
- ROMERO, L. 2004. **Calidad de forrajes conservados. Silaje de Maíz.** EEA INTA Rafaela. Argentina.
- ROMERO, L. Y J. MATTERA, 2007. **El ranking del maíz para silaje.** EEA INTA Rafaela.
- ROMERO, L. Y J. MATTERA, 2008. **Evaluación de híbridos de maíz para silaje.** EEA INTA Rafaela.
- SAGPYA. 2007. estimaciones agrícolas – cereales – **Maíz.** En: <http://www.sagpya.gov.ar/prensa/publicaciones/Maíz./htm/>. Consultado 15/10/07.
- SATORRE, E *et al.*, 2003 **Producción de Granos** – Bases Funcionales para su Manejo. Ed Facultad de Agronomía – UBA – Buenos Aires. 135-157.
- SEILER, R., R. FABRICIUS , V. ROTONDO y M. VINO CUR. 1995. **Agro climatología de Río Cuarto** – Volumen I. UNRC.
- VAN SOEST, P.J. 1994. **Nutritional Ecology of the Ruminant.** 2nd. Edition. Comstock. Ithaca. New York. USA.