



UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA

Trabajo Final presentado para optar al grado de Ingeniero
Agrónomo

Modalidad Proyecto

MAIZ HIBRIDO EN RELACIÓN A SU GENERACIÓN
F2 PARA LA ELABORACIÓN DE SILAJE

Alumno: Poggi, Hernan Javier

DNI: 35315565

Director: Peñafort, Carlos Horacio

Río Cuarto – Córdoba

Marzo/2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

COMPARACIÓN DE RENDIMIENTO Y CALIDAD
ENTRE MAÍCES HIBRIDOS VS. GENERACIONES F2
PARA LA ELABORACIÓN DE SILO

Autor: Poggi, Hernan Javier

DNI: 35315565

Director: Med. Vet. Peñafort, Carlos Horacio

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de
la Comisión Evaluadora:

Bocco, Oscar Alberto _____

Macor, Laura _____

Fecha de Presentación:

_____/_____/_____

Secretario Académico

DEDICATORIA

- **A mis padres y hermano, ya que siempre estuvieron apoyándome en todo momento, sin ellos no podría haber logrado nada de esto.**
- **A mi mama Claudia por ser el pilar fundamental que me acompañó durante toda mi carrera y siempre me alentó a nunca bajar los brazos**
- **A mis amigos por estar siempre conmigo, compartiendo todos los momentos vividos durante esta etapa de mi vida.**

AGRADECIMIENTO

- **A mi familia, por brindarme la posibilidad de estudiar la carrera que elegí, y por el enorme esfuerzo realizado en todo momento.**
- **A mi director de tesis Carlos Peñafort, por sus enseñanzas, buena predisposición y el apoyo brindado .**
- **A la UNRC, que me ha dado las herramientas necesarias para mi formación académica.**

INDICE

RESUMEN	IX
SUMMARY	X
INTRODUCCIÓN	1
HIPÓTESIS	16
OBJETIVOS GENERALES	16
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
MATERIALES Y MÉTODOS	17
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
CONCLUSIÓN	48
BIBLIOGRAFÍA	49

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Planta de maíz	1
Figura 2: Mazorca de maíz	2
Figura 3: Productos derivados del maíz	4
Figura 4: Producción mundial de maíz campaña 2012/13	5
Figura 5: Areas de cría y engorde de ganado bovino en la Provincia de San Luis	7
Figura 6: Eficiencia de conversión (EC) de Silaje de maíz en leche para sistemas pastoriles o estabulados	11
Figura 7: Silo trinchera	12
Figura 8: Elaboración de silo bunker	13
Figura 9: Elaboración de silo de montón en Tamalimpas, México	13
Figura 10: Silo bolsa con frente de autoconsumo móvil	14
Figura 11: Delimitación del Valle de Conlara	17
Figura 12: Tipos de climas de la provincia de San Luis	19
Figura 13: Atlas climático de precipitaciones medias de Argentina	20
Figura 14: Agrometal TX Mega de 13 surcos a 52 cm, mod. 2010	24
Figura 15: New Holland 7020, mod 2013 de 160 hp	24
Figura 16: Semillas de 621 MG RR2 en pleno proceso germinativo	25
Figura 17: Maíz HH y H (derecha) atravesando el estadio V3	27
Figura 18: Esquema experimental -HH: Hijo de híbrido -H: Híbrido	29
Figura 19: Dimensión de parcela experimental	29
Figura 20: División de parcela para las mediciones	30
Figura 21: Estaciones de muestreo de cada parcela	30

Figura 22: Medición y recolección de individuos en 1.92 mts. lineales parcela HH	31
Figura 23: Medición y recolección de individuos en 1.92 mts. lineales parcela H	31
Figura 24: Plantas de H e HH	32
Figura 25: Tallos, hojas y espigas de cada planta extraída	33
Figura 26: Pesado de tallos, hojas y espigas por separado en balanza electrónica	33
Figura 27: Preparación de la muestra para secado a estufa	34
Figura 28: Equipo de picadora Class 980, tractor y tolva utilizado en la confección mecánica del silo	34
Figura 29: Diferencias de alturas entre plantas de híbrido e hijos de híbrido medidos a campo al momento del corte	37
Figura 30: Porcentaje de participación de las distintas fracciones en la determinación del peso de la planta entera para los materiales Híbridos e Hijos de Híbridos	39

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Serie de precipitaciones establecimiento “La Mónica”	22
Tabla 2: Análisis estadístico de las distintas fracciones que componen el peso de la planta entera	40
Tabla 3: Valores medios de producción TCO de los materiales H y HH.	37
Tabla 4: Comparación de los componentes de la calidad de silo entre H y HH	42
Tabla 5: Análisis económico comparativo para la elaboración de silo picado entre material H y HH	44
Tabla 6: Evolución histórica de rendimiento de maíz en quintales por hectárea (qq/ha) y rendimiento en kilogramos de tal como ofrecido (TCO) por hectárea (kg/ha) del establecimiento productivo donde se realizó el ensayo experimental	45
Tabla 7: Evaluación económica para la elaboración De silo entre maíces H y HH, considerando el período productivo 2001-2007	45
Tabla 8: Comparación de valores promedio de las generaciones F1 y F2 de cuatro híbridos de maíz para diversas variables evaluadas considerando el promedio de cuatro híbridos y dos densidades de población. Ciclo primavera-verano 2013, FESC-UNAM, México	47

RESUMEN

En Argentina, se considera al silaje de maíz (*Zea mays*) como una la tecnología que revolucionó la producción de carne y leche. El ensilado es un proceso de conservación de forraje basado en la fermentación láctica y permite retener las cualidades nutritivas del pasto original mejor que el henificado. En zonas marginales la implementación de semillas de maíz híbrido para la elaboración de silo por parte de los productores es de menor adopción debido al costo de esta, optan en cambio por utilizar materiales hijo de híbrido o de procedencia desconocida. El objetivo del trabajo fue comparar la productividad física en kilogramos por hectárea de tal como ofrecido (TCO) y de materia seca (MS) de dos materiales diferentes (Híbrido vs Hijo de híbrido) de maíz para la elaboración de silo de autoconsumo en un establecimiento productivo de la provincia de San Luis. En el año 2014/15 se realizó un ensayo comparativo entre un maíz híbrido y su respectiva generación F2 (Hijo de Híbrido) en donde se sembraron 6 parcelas apareadas. Se estableció un total de 4 estaciones de muestreo por parcela, en donde se contaron la cantidad de plantas en 1,92 mts. lineales lo que representa 1 metro cuadrado en siembras a 52cm. entre líneas. En primer lugar, se determinó el peso y la altura de las plantas recolectadas, posteriormente se separaron las distintas fracciones de la planta en hojas, tallo y espigas, pesando cada una por separado y se determinó el contenido de materia seca de cada una de las fracciones de ambos materiales mediante secado a estufa, hasta obtener un peso constante de la muestra. Finalmente se realizó la confección mecánica del silo cuando el material híbrido atravesaba el estado R3-R4, a los 60 días de confección del silo se tomaron muestras de ambos materiales y se les realizo un análisis de calidad nutricional y un análisis económico. Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos materiales siendo mayores el porcentaje de espiga y la productividad física en TCO para el material híbrido. En el análisis económico se observaron diferencias porcentuales entre usar un material híbrido vs el homologo hijo de híbrido a nivel de TCO, MS y McalEM/kg MS.

Palabras claves: Silaje de maíz, Maíz híbrido, Maíz hijo de híbrido, materia seca, TCO.

SUMMARY

In Argentina, corn silage (*Zea mays*) is considered as a technology that revolutionized the production of beef and dairy cattle. Silage is a conservation process based on lactic fermentation. It allows retaining the nutritional qualities of the original grass better than hay process. In marginal areas, implementation of hybrid corn seeds for silage production of by producers is lower due to the cost of this operation, due to the use of hybrid materials or materials of unknown origin. The objective of this work was to compare physical productivity and dry matter of two different materials (hybrid vs the respective F2 generation) of corn for the elaboration of self-consumption silage in a productive establishment of the San Luis province. In 2014/15 a comparative test was carried out between a hybrid corn and the respective F2 generation where 6 paired plots were planted. First, the weight and height of the collected plants were determined, then the different fractions of the plant were separated into leaves, stems and ears, and the dry matter content of each of the fractions of both materials was determined. Finally, the mechanical configuration of the silage was carried out when the hybrid material crossed the R3-R4 state, after 60 days of configuration of the silo samples of both materials were taken and an analysis of nutritional quality and an economic analysis was carried out. Statistically significant differences were observed between both materials being greater the percentage of spike and physical productivity for hybrid material. In the economic analysis, percentage differences were observed between the use of a hybrid material against the homolog of a hybrid at the level of TCO, MS and McalEM / kg MS.

Keywords: Corn silage, Hybrid corn, Corn son of hybrid, Dry material, TCO.

INTRODUCCIÓN

El Maíz, *Zea mays* es una especie perteneciente a la clase Liliopsida, y la subclase Commelinidae, orden Cyperales, y la familia Poaceae (o Gramíneas). Es una planta anual originaria de México y cultivada para su consumo alimentario, tanto humano como animal.

Esta especie originaria de América e introducida en Europa en el siglo XVI. actualmente es el cereal más plantado en el mundo en volumen de producción, superando al trigo y el arroz.

Zea es una voz de origen griego, derivada de *zeo = vivir*. Es conocida con el nombre común de maíz (Figura 1), derivado de la palabra taína *mahís* con que los indios del Caribe llamaban a esta planta. Dependiendo de la región, *Zea mays* recibe también en español nombres como oroña, danza, zara, millo, mijo o panizo. En México, las mazorcas maduras, pero frescas reciben el nombre de elote, mismas que en Perú y otros países del área sudamericana reciben el nombre de *choclo* y en Venezuela el nombre de *jojoto* (Pasturas de América.,2012).



Figura 1: Planta de maíz.

El maíz es una planta anual con un gran desarrollo vegetativo, que puede alcanzar hasta los 5 m de altura (lo normal son 2 a 2,50 m). Muy robusta, su tallo es nudoso y macizo y lleva de 15 a 30 hojas alargadas y abrazadoras (4 a 10 cm de anchas por 35 a 50 cm de longitud), de borde áspero, finamente ciliado y algo ondulado. Desde el entrenudo inferior pueden nacer tallos secundarios, que no suelen dar espigas, pero en caso de darlas abortan. La selección se ha dirigido hacia las variedades que macollan lo menos posible. El tallo está formado por entrenudos separados por nudos más o menos distantes. Cerca del suelo, los entrenudos son cortos y de los nudos nacen raíces aéreas. El grosor del tallo disminuye de abajo arriba. Su sección es circular,

pero desde la base hasta la inserción de la mazorca presenta una depresión que va haciéndose más profunda conforme se aleja del suelo. Desde el punto en que nace el pedúnculo que sostiene la mazorca, la sección del tallo es circular hasta la panícula o inflorescencia masculina, que corona la planta.

Posee un sistema radicular fasciculado bastante extenso formado por tres tipos de raíces: Las raíces primarias emitidas por la semilla comprenden la radícula y las raíces seminales. Las raíces principales o secundarias que comienzan a formarse a partir de la corona, por encima de las raíces primarias, constituyen la casi totalidad del sistema radicular. Las raíces aéreas o adventicias nacen en último lugar en los nudos de la base del tallo por encima de la corona.

El maíz es una planta monoica, es decir, lleva en cada pie de planta, flores masculinas y femeninas. Las flores masculinas se agrupan en una panícula (penachos o pendones) terminal, y las femeninas se reúnen en varias espigas (panojas o mazorcas) que nacen de las axilas de las hojas del tercio medio de la planta.

Las flores masculinas tienen de 6-8 mm, salen por parejas a lo largo de muchas ramas finas de aspecto plumoso, situadas en el extremo superior del tallo. Cada flor masculina tiene tres estambres, largamente filamentosos. Las espiguillas femeninas se agrupan en una ramificación lateral gruesa, de forma cilíndrica, cubierta por brácteas foliadas. Sus estilos sobresalen de las brácteas y alcanzan una longitud de 12 a 20 cm formando su conjunto una cabellera característica que sale por el extremo de la mazorca (Figura 2). Se conocen vulgarmente con el nombre de sedas o barbas.



Figura 2: Mazorca de maíz.

Los frutos quedan agrupados formando hileras alrededor de un eje grueso. Los híbridos de maíz, utilizados hoy en día de forma muy generalizada, contienen unos 600 a 1.000 frutos (granos) por mazorca, alineados en 16 a 20 hileras de unos 50 granos cada una.

El fruto (grano) es una carióspside (fruto seco e indehiscente (que no se abre) a cuya única semilla está adherida el pericarpio (envuelta exterior del fruto), formada por la cubierta o pericarpio (6 % del peso del grano), el endospermo (80 %) y el embrión o germen y/o semilla (11 %).

Cada parte del fruto (grano) de maíz tiene un origen hereditario distinto: El pericarpio, procede de la planta madre productora de la semilla. El endosperma procede en sus 2/3 de la planta madre y en un tercio del padre. Resulta de la multiplicación celular que sigue a la unión del núcleo secundario (diploide: $2n$) del saco embrionario con una de las dos espermias o gametos masculinos (haploide: n).

El embrión o semilla contiene, a partes iguales, aportes recibidos del padre y de la madre. Se origina por multiplicación del cigoto resultante de la unión de la oosfera (haploide: n) del saco embrionario, con el otro núcleo espermático (gameto masculino también haploide n). (Andrade *et al.*, 1992).

Cada una de estas partes tiene una misión funcional: el pericarpio protege la semilla; el endosperma es la reserva de la que se alimenta la nueva planta hasta que pueda empezar a sintetizar por sí misma: está formado por un 90 % de almidón, un 7 % de proteínas y cantidades menores de sustancias minerales, aceites, etcétera (Bragachini *et al.*, 2008).

Si bien la mayor parte de la producción mundial se destina a alimentación animal, existen otras utilizaciones de este cereal ya sea en alimentación humana como en productos no alimenticios. Polenta, copos de desayuno, harina de maíz, bebidas alcohólicas y no alcohólicas, golosinas, endulzantes, entre otros, son algunos de los usos alimenticios derivados del maíz. También se emplea este grano para la producción de bioetanol, fabricación de pinturas y disolventes, farmacia, productos, cosméticos, polímeros biodegradables, entre otros (ALIMENTOS Y BIOECONOMIA, 2016.) (Figura 3).



Figura 3: Productos derivados del maíz.

Entre 2000 y 2008, la producción mundial de maíz creció 39% y alcanzó los 822 millones de toneladas, mientras que el trigo y el arroz, que por varios años fueron los cultivos de mayor volumen producido, sólo aumentaron en un 15%. En el 2000, los tres granos rondaban los 600 millones de toneladas a nivel mundial.

Otra de las particularidades que tiene el maíz es que se produce en todos los continentes. Según datos aportados por la FAO son 168 los países que cultivan maíz y 51 los que obtuvieron más de un millón de toneladas en el promedio de los años 2000/10 (MAIZAR 2016).

Para la campaña 2015/16 se estima que se llegará a los 845 millones de toneladas mundiales. Cabe esperar que en Estados Unidos la producción alcance un récord, por un aumento del área sembrada, la segunda más alta en su historia, con 36 millones de hectáreas. Este país es el principal productor por lejos, con cerca del 40% del total mundial. Poco menos de la mitad (18,2%) produjo China (138 millones de toneladas). Con volúmenes mucho menores le siguen la UE-27 (56 millones, que representan el 7,8% del total); Brasil con 45,6 millones (6%), México con 21,3 (3%) y la Argentina, con 17,4 millones (2,5%). (Figura 4)

Los volúmenes obtenidos vienen incrementándose en casi todos los países que son grandes productores. Entre 2000/2010, Estados Unidos aumentó el volumen cosechado en un 35%, China lo hizo en un 56%, Brasil en un 79%, en un 39% México, la Argentina en 25% y la India en 66%. Mientras que los datos de la producción europea se redujeron levemente.

Producción Mundial de Maíz Campaña 2012/13



Figura 4: Producción mundial de maíz campaña 2012/2013.

En Argentina el maíz se utiliza en tres diferentes aplicaciones: como forraje para alimentación de aves, porcinos y vacunos; como materia prima de la molienda seca para producción de alimentos para consumo humano y otras materias primas intermedias usadas por la industria alimentaria; y como materia prima de la molienda húmeda para obtener ingredientes alimentarios e insumos para industrias diferentes a la alimentaria.

En los últimos años, la utilización de maíz para producir etanol, en el ámbito de los biocombustibles, demuestra la gran variedad de usos y aplicaciones que tiene este cereal.

En cuanto a la producción primaria durante la campaña de maíz 2006/07 se obtuvieron 21,8 millones de toneladas, cosecha récord alcanzada gracias a los excelentes rendimientos obtenidos en promedio para el total del país. Las provincias de Córdoba (41%), Buenos Aires (28%), Santa Fe (12,1%), Entre Ríos (6,3%) y La Pampa (4,3%) concentraron la mayor producción maicera de esta campaña, sumando en conjunto el 91,8% del total. De esta producción se destinaron a industrialización 2.627.813 toneladas de maíz. El 53% se empleó para elaborar alimentos balanceados, el 41% ingresó al proceso de molienda húmeda y el 6% restante se sometió a las operaciones que comprende la molienda seca. (CAFAGDA, 2008).

En la provincia de San Luis la siembra de maíz tiene tres usos o destinos principales. En primer lugar, aparece como un insumo fundamental para la producción animal. En 2012, el 33,2% de la cosecha, unas 600.906 toneladas, sirvieron de alimento para planteos ganaderos, especialmente porcinos y bovinos, pero también para establecimientos lecheros. San Luis tiene un

total de 179.415 cabezas de cerdos, con 39.817 capones y 30.801 madres, según datos de 2015 de SENASA. Mientras que el número de vacunos de carne alcanza las 1.581.443 cabezas, que representan el 3% del rodeo nacional, con 738.932 vacas y 89.974 novillos que son terminados con distintos sistemas intensivos. También hay unos 29 tambos con un aproximado de 4.000 vacas en ordeño. En todos esos sistemas productivos, el maíz es uno de los principales ingredientes para formular las dietas y se convierte en una forma de agregado de valor de los granos: el maíz se convierte en más carne.

En el caso de la ganadería bovina, por ejemplo, representa más de la mitad de las mezclas que elaboran todos los establecimientos de engorde a corral, aunque muchos productores también lo utilizan como suplementación en otras etapas, como la cría y la recría. El segundo destino lo comprenden las fábricas, las cuales procesan unas 576.000 toneladas de maíz por año, lo que representaría el 31,7% de la producción provincial. Sin embargo, esa cantidad no sólo proviene de los campos de San Luis, sino también de otras provincias, por la necesidad de un suministro constante durante todo el año. El tercer gran destino del maíz en San Luis es la exportación. En la campaña agrícola 2013/14, 882.307 toneladas producidas en la provincia fueron vendidas al extranjero, es decir el 48,7% del total cosechado (Bongiovanni *et al.*, 2014).

En la provincia predominan los sistemas de cría de bovinos, así lo indica la relación entre el total de novillitos y novillos sobre el total de vacas (0,25), (SENASA, 2016). Cuando esta relación es inferior a 0,40 predominan los sistemas de cría (Rossanigo *et al.*, 2010). No obstante, el departamento Gral. Pedernera tiene una relación de 0,49, lo que indica cierta actividad de ciclo completo. Con relación a la recría, muchos productores la realizan en corrales donde ingresan animales livianos, entre 130 y 150 kg de peso vivo y alcanzan un peso de faena con 340-350 kg (Rossanigo y Frasinelli, 2015). En la región semiárida los sistemas de producción están basados en pasturas naturales y gramíneas estivales perennes. Aunque en regiones con mejores condiciones ambientales se pueden incluir cultivos anuales de verano de alta producción (sorgo, maíz) a modo de silo de picado para completar el ciclo de la recría. Con napa freática superficial también se puede incluir el cultivo de alfalfa. En ambientes marginales para los cultivos anuales y alfalfa, se pueden utilizar, entre otras alternativas, las gramíneas estivales perennes durante todo el proceso de recría (Frasinelli *et al.*, 2014).

Sobre el oeste provincial, en particular en el espacio semiárido, la mayor parte de los productores llevan a cabo su actividad de manera extensiva, con inadecuadas prácticas de manejo, escasas inversiones y una consecuente baja productividad. Un problema para las estancias es que

los eslabones que generan mayor valor agregado (el engorde y el faenamamiento), en muchos casos se realizan fuera de la provincia trasladando hacia fuera del territorio provincial las posibilidades de desarrollo y generación de empleo. Como contrapartida, existen emprendimientos altamente integrados y tecnificados (Figura 5). Por ejemplo, se suma a la actividad la producción de granos para el ganado, la cría y la terminación del engorde bajo el sistema de Feed lot, y el frigorífico, con destino al mercado regional y de exportación de carnes de alta calidad.

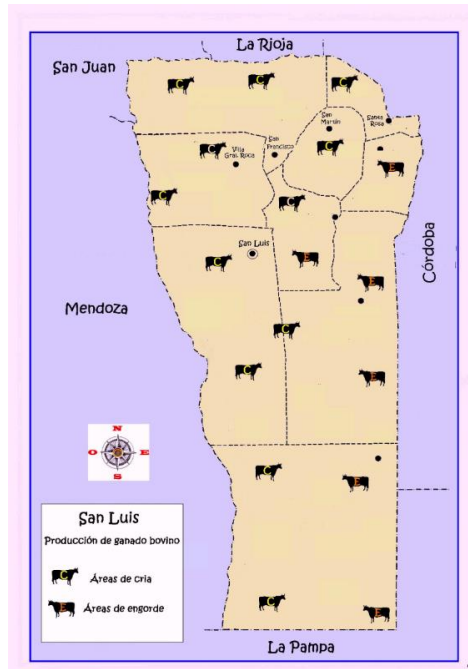


Figura 5: Areas de cría y engorde de ganado bovino en la provincia de San Luis (Fasinelli *et al.*, 2010)

El vacuno tiene una gran importancia en la provincia y por ello se hacen grandes inversiones para mejorar su calidad y la participación en los distintos eslabones del proceso productivo. Los departamentos con mayor plantel de ganado vacuno son General Pedernera y Gobernador Dupuy, concentrando más del 60% del total provincial. Hay que mencionar que existe un fuerte incremento de esta actividad en los últimos 20 años, que se manifiesta es un aumento del stock de ganado vacuno registrado en la provincia. Es de importancia destacar que las condiciones agroecológicas, es decir, la combinación de relieve, clima y condiciones edáficas, han dado lugar a la formación de dos zonas con sistemas productivos diferenciados: la región del oeste, fundamentalmente de cría y la región de este (más húmeda), de internada, cría y recria. En el sur de ambas zonas es donde se concentra el 60% del stock provincial. En algunas áreas con mayores precipitaciones o acceso al riego se pueden aplicar sistemas de engorde y terminación, que han

posibilitado desarrollo de las cuencas lecheras. El stock ganadero bovina asciende a más de 1.8 millones de cabezas, lo que posiciona a San Luis como una de las principales provincias productoras fuera de la región pampeana.

No solo el grano de maíz es utilizado en la suplementación animal, sino que también es de común uso el procesado y ensilado de la planta entera a los fines de conservar forraje, mantener las características nutricionales y cubrir baches forrajeros a lo largo del año. La técnica de conservar forrajes bajo la forma de ensilado es muy antigua, datos sobre la práctica de ensilar maíz en Estados Unidos datan de 1875 en donde aparece como una forma de generar reservas para los sistemas de producción lecheros. (Pasturas de América, 2012). Desde esa época ha sido uno de los componentes más importantes en los sistemas de producción, debido a múltiples puntos positivos que han fomentado su utilización (Alta producción, existencia de materiales de ciclo corto, periodo de cosecha prolongado, cuando conservado produce un producto de calidad uniforme, practicidad en la suplementación, etc.). El ensilado es un proceso de conservación de forraje basado en la fermentación láctica del pasto que produce ácido láctico y una disminución del pH por debajo de 5 lo que permite retener las cualidades nutritivas del pasto original mejor que el henificado.

El alimento para ensilar, que se comprime con el fin de evitar la presencia de oxígeno y su posible descomposición, experimenta una serie de transformaciones bioquímicas que permiten conservarlo a través del tiempo gracias a la acción de las enzimas en la planta, que tienen lugar en los procesos respiratorios y posteriormente en el metabolismo bacteriano de los carbohidratos y proteínas del material ensilado. (Valencia Castillo *et al.*, 2011). En este método de preservación se lleva a cabo una serie de distintos procesos fermentativos, como la fermentación acética, donde en las células vegetales se desarrollan ciertas bacterias coliformes que producen ácido acético a partir del ácido láctico y cuya actividad requiere una temperatura de 18 a 25 °C. La fermentación láctica, a su vez, corre a cargo de bacterias lácticas que degradan los azúcares y otros carbohidratos solubles presentes en el forraje hasta producir ácido láctico. Las bacterias que llevan a cabo esta fermentación necesitan condiciones sin oxígeno. Las fermentaciones secundarias son procesos bacterianos indeseables y que es preciso minimizar. La más peligrosa es la fermentación butírica, producida por bacterias que se desarrollan entre 20-40 °C. El incremento de amoníaco generado por esas bacterias tiende a favorecer la proliferación de especies del género *Bacillus*, que generan aún más amoníaco, y algunos microorganismos nocivos que pudren el alimento almacenado.

También puede tener lugar una fermentación alcohólica, a cargo de levaduras, con producción de etanol y otros alcoholes; aunque afecta poco al proceso de ensilado, una excesiva formación de alcoholes se traduce en un peligro de toxicidad para el ganado. Para que exista una fermentación óptima y además controlada es necesaria la adecuada proporción entre las bacterias lácticas y los carbohidratos solubles. Sin embargo, debido a la falta de tales carbohidratos o un bajo contenido de materia seca en algunos forrajes a ensilar, para evitar que produzcan un ensilaje de mala calidad se pueden emplear diferentes aditivos (para inducir y optimizar el proceso fermentativo) que proveen una fuente de azúcares solubles que la bacteria utiliza para producir ácido láctico, estabilizando así el medio. Si el forraje ensilado posee más de 70% de humedad, los aditivos aseguran que el nivel de azúcares solubles sea suficiente para realizar el proceso. Otra forma de optimizar la fermentación es mediante la introducción de enzimas que actúan sobre el sustrato, lo que se hace inoculando bacterias lácticas que están disponibles comercialmente y que, al ser agregadas, incrementan la población bacteriana y mejoran el proceso de fermentación. Este proceso se cumple en 4 fases o etapas:

Fase 1 - Fase aeróbica. En esta fase -que dura sólo pocas horas- el oxígeno atmosférico presente en la masa vegetal disminuye rápidamente debido a la respiración de los materiales vegetales y a los microorganismos aeróbicos y aeróbicos facultativos como las levaduras y las enterobacterias. Además, hay una actividad importante de varias enzimas vegetales, como las proteasas y las carbohidrasas, siempre que el pH se mantenga en el rango normal para el jugo del forraje fresco (pH 6,5-6,0).

Fase 2 - Fase de fermentación. Esta fase comienza al producirse un ambiente anaeróbico. Dura de varios días hasta varias semanas, dependiendo de las características del material ensilado y de las condiciones en el momento del ensilaje. Si la fermentación se desarrolla con éxito, la actividad bacteriana proliferará y se convertirá en la población predominante. A causa de la producción de ácido láctico y otros ácidos, el pH bajará a valores entre 3,8 a 5,0.

Fase 3 - Fase estable. Mientras se mantenga el ambiente sin aire, ocurren pocos cambios. La mayoría de los microorganismos de la Fase 2 lentamente reducen su presencia. Algunos microorganismos acidófilos sobreviven este período en estado inactivo; otros, como clostridios y bacilos, sobreviven como esporas. Sólo algunas proteasas y carbohidrasas, y microorganismos especializados, como *Lactobacillus buchneri* que toleran ambientes ácidos, continúan activos, pero a menor ritmo.

Fase 4 - Fase de deterioro aeróbico. Esta fase comienza con la apertura del silo y la exposición del ensilaje al aire. Esto es inevitable cuando se requiere extraer y distribuir el ensilaje, pero puede ocurrir antes de iniciar la explotación por daño de la cobertura del silo (p. ej. roedores o pájaros). El período de deterioro puede dividirse en dos etapas. La primera se debe al inicio de la degradación de los ácidos orgánicos que conservan el ensilaje, por acción de levaduras y ocasionalmente por bacterias que producen ácido acético. Esto induce un aumento en el valor del pH, lo que permite el inicio de la segunda etapa de deterioro; en ella se constata un aumento de la temperatura y la actividad de microorganismos que deterioran el ensilaje, como algunos bacilos. La última etapa también incluye la actividad de otros microorganismos aeróbicos -también facultativos- como mohos y enterobacterias. El deterioro aeróbico ocurre en casi todos los ensilajes al ser abiertos y expuestos al aire. Sin embargo, la tasa de deterioro depende de la concentración y de la actividad de los organismos que causan este deterioro en el ensilaje. Las pérdidas por deterioro que oscilan entre 1,5 y 4,5 por ciento de materia seca diarias pueden ser observadas en áreas afectadas. Estas pérdidas son similares a las que pueden ocurrir en silos herméticamente cerrados y durante períodos de almacenaje de varios meses (Honig y Woolford, 1980).

En general cualquier forraje se puede ensilar, aunque la calidad final alcanzada va a depender no solo de la especie utilizada (gramíneas, leguminosas, etc.) sino también de otros factores tales como contenido de humedad del forraje al momento del corte, contenido de proteína, compactación del material ensilado, etc.

El momento óptimo de corte del maíz para su ensilaje, se sitúa entre el 30 y el 35% de contenido en materia seca, tanto desde el punto de vista productivo como de la calidad del forraje. En el primer caso, un contenido más elevado en materia seca conlleva una planta cada vez más seca, donde el incremento en el peso de la espiga y grano se contrarresta con la senescencia de las partes vegetativas de la planta, por lo que la producción se estabiliza para luego empezar a disminuir. En cuanto a la calidad, es indudable que con la madurez disminuye la digestibilidad de la MS de la fracción vegetativa y de la propia pared celular (Tablas FEDNA., 2004).

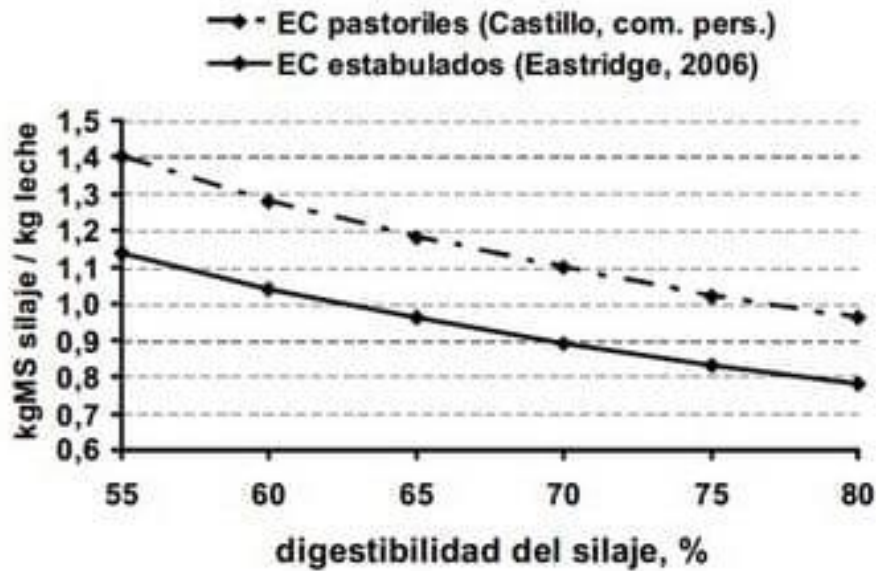


Figura 6: Eficiencia de conversión (EC) de silaje de maíz en leche para sistemas pastoriles o estabulados. Confeccionado a partir de Castillo (Com. Pers., Univ. Davies, California) y Eastridge, 2006.

Claramente se observa que la eficiencia de conversión mejora notablemente en la medida que la digestibilidad del silaje aumenta, esto significa que, a mayor calidad, se necesita menos kg de silaje para producir la misma cantidad de producto, en este caso leche. Además, se observa que independientemente de la digestibilidad, en sistemas pastoriles las vacas serian menos eficientes en transformar el Silaje en leche que en sistemas estabulados (Figura 6).

Respecto a la altura que se debe cortar el cultivo, las consideraciones que se tienen en cuenta son principalmente para maíces y sorgos, en donde el aumento en la altura de corte permitirá incrementar la relación de espiga o panoja en la masa ensilada, permitiendo aumentar la digestibilidad de esta. Este hecho se basa en que la digestibilidad de la caña es aproximadamente del 50% y la de la espiga, de más del 80%. La digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) mejora cuando se pasa de 15 cm a 30 cm o 50 cm. En cultivos demasiado secos, este hecho cobra vital importancia, dejando en el lote la parte más indigestible de la planta, además de microorganismos como bacterias y esporas de hongos, potencialmente dañinos para el ensilado.

En lo que respecta al tamaño de las partículas de picado debe estar entre un 5% y 10% de partículas mayores a 2 cm, entre 40% y 50% de partículas entre 0,8 cm y 2 cm y el resto, menores

a 0.8 cm. A su vez, estos tamaños permitirán una correcta compactación y eliminación del oxígeno. La importancia de este aspecto se explica en un correcto funcionamiento ruminal del animal al ingerir estos ensilados. En el caso particular de cultivos demasiado secos, se tiende a disminuir el tamaño de picado para favorecer el correcto compactado.

Los silos pueden ser elevados sobre la superficie del suelo o pueden ser subterráneos, los hay temporales o transitorios y fijos o permanentes. Entre ellos se encuentran:

SILO TRINCHERA: Se construye bajo el nivel del suelo y pueden presentar pérdidas adicionales por filtración de humedad, también se les denomina silos de foso o pozo y silos de zanja, como su nombre lo indica es una trinchera, porque se abre en el suelo un hueco largo no muy profundo con paredes inclinadas afuera y lisas. Se pueden localizar en terrenos de relieve inclinado cerca al establo y no muy lejos de los lotes del pasto que se quiere ensilar, en terrenos arenosos y pedregosos no son aconsejables (Figura 7).



Figura 7: Silo trinchera.

SILOS BUNKER: Son aquellos que se construyen sobre el nivel del suelo, cuyas paredes y piso pueden ser de concreto o cualquier material de la región. También se les llama silos horizontales. son trincheras hechas generalmente de hormigón que se llenan y comprimen con tractores y máquinas de carga. Su costo es medio y son convenientes para operaciones muy grandes. La trinchera rellena se recubre con una carpa para sellarlo herméticamente (Figura 8).



Figura 8: Elaboración de silo bunker.

SILOS DE MONTON: Son aquellos que no tienen paredes, se les llama también silo de pila, en esta clase de silo se amontona el forraje picado y se tapa. Es un silo muy económico, pero presenta altos porcentajes de pérdidas. Los silos horizontales (bunker y montón) deben construirse en sitios de piso firme, incluir en sus costos la adquisición de un plástico calibre 7 u 8 para proteger la masa forrajera del contacto con el suelo, aire, sol y agua, y además protegerlos de la entrada de animales (Figura 9).



Figura 9: Elaboración silo de montón en Tamaulipas, México

SILOS DE BOLSA: son bolsas plásticas de gran tamaño, generalmente 2 a 2½ m. de diámetro, y de un largo que varía dependiendo de la cantidad del material a almacenar (60, 75, 100 y hasta 175 mts.). Se compactan usando una máquina hecha para ese fin, y ambos finales se sellan. Se descargan usando un tractor y cargador, o un cargador con palanca, o bien se colocan frentes móviles en cada uno de los extremos lo que lo convierte en un sistema de auto consumo en donde el animal tiene libre acceso al alimento. La bolsa se descarta por secciones mientras se destroza, necesitan poca inversión de capital y se pueden usar como una medida temporal cuando las condiciones de cosecha o crecimiento demandan más espacio, aunque la mayoría de los productores los usan cada año como herramienta de conservación de forraje para períodos desfavorables (se puede usar en cualquier periodo) y como herramienta de suplementación estratégica (Figura 10).



Figura 10: Silo bolsa con frente de autoconsumo móvil.

El primer paso a la hora de planear la conservación de forrajes es definir el planteo productivo en el que se va a utilizar, qué cantidad de forraje necesito y de qué calidad. Para ello hay que tener en cuenta varios factores como cantidad y categoría de animales a alimentar, duración del período de alimentación, la calidad que busquemos en el silaje (concentración de nutrientes), etc., factores que dependerán en gran medida del material que usemos (Secanelli *et al.*, 2008).

En la mayoría de los casos, en productores de zonas marginales (ej. noreste de San Luis) en donde la ganadería sigue siendo de gran importancia en el sistema productivo, estos factores no son tenidos en cuenta. Entendemos por zona marginal a aquella en la cual la agricultura extensiva

en secano se ve dificultada por diversos factores que intervienen en el normal crecimiento y desarrollo del cultivo que se busque establecer (falta de agua en el ciclo del cultivo o mala distribución de las lluvias, cortos períodos libres de heladas, precipitaciones sólidas “granizo” frecuente, etc.) afectando al mismo de manera negativa en algún punto de su ciclo de vida.

Esto genera que se utilicen para la elaboración de silos aquellos materiales más baratos (en términos de semilla), siendo muy común la implementación de “hijos de híbridos” o materiales de procedencia desconocida, los cuales presentan una menor productividad física, impactando así directamente en el resultado económico que conlleva la producción del ensilaje, lo que sumado al común pensamiento de los productores de la zona de que el maíz de menor calidad, el más afectado por plagas (debido a la utilización de materiales sin eventos biotecnológicos para protección contra plagas por ej.: Mon810 (MG)) y principalmente el que se estima rendirá menos en grano, se destinara para picar, hacen que la implementación de materiales híbridos para la elaboración de silo sea cada vez de menor adopción.

Es importante destacar que en la campaña 2014-2015, cerca del 60% de la superficie destinada a el cultivo de maíz en la provincia de San Luis, se sembró con maíces hijo de híbrido o con materiales de procedencia desconocida que no respondían a ningún material híbrido en particular (Bongiovanni, 2016). Debido a esto y sumado a la importancia del silo en la ganadería como una herramienta estabilizadora de la cadena forrajera principalmente en zonas marginales, se decide realizar este trabajo a los fines de evaluar los efectos económicos, nutricionales y de productividad que conlleva realizar un silo de picado con un material híbrido vs su homólogo hijo de híbrido.

Se trata de una región en la cual la variabilidad climática en los meses primavera-estivales genera una diferencia productiva de significancia, cualquiera sea el material que se utilice. Lo antes expresado funda el juicio de que los productores de la región optan por asignar menor cantidad de recursos al costo de la semilla entre híbrido e hijo de híbrido, esto disminuye el riesgo de los puestos por ha.

HIPÓTESIS

En zonas marginales, el uso de un material híbrido para la elaboración de silo es de mayor productividad física y económica respecto a un material hijo de híbrido.

OBJETIVO GENERAL

Comparar la productividad física y la calidad nutricional dos materiales diferentes (híbrido vs hijo de híbrido) de maíz para la elaboración de silo de autoconsumo en un establecimiento productivo de la provincia de San Luis.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar en términos fenológicos la altura de las plantas, cantidad de hojas, peso de hojas, tallo y espiga, porcentaje de participación de cada uno de estos en el peso total de la planta de cada material.

Evaluar en término de rendimiento por hectárea en tal como ofrecido y en materia seca de ambos materiales.

Evaluar en términos de calidad en base seca, proteína bruta y concentración energética de ambos materiales.

Evaluar en términos económicos el costo en pesos por hectárea, pesos por kilogramo de materia seca y pesos por kilogramo de energía metabólica que conlleva la realización del silo con la elección de un material u otro.

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1- Locación del ensayo

El ensayo se llevó a cabo en el establecimiento “LA MONICA” ubicado a 8km. de la localidad de Papagayos, provincia de San Luis perteneciente a la firma “ITALES S.R.L” en la cual se llevaron adelante actividades agrícolas y ganaderas. La zona en sus principios era netamente ganadera, pero en la actualidad la agricultura está ganando terreno desplazando a esta actividad. Esto se vio impulsado por el avance en la tecnología, que permitió tener más herramientas para superar las restricciones de la zona como, por ejemplo, la siembra directa para evitar la pérdida de humedad de los suelos. Cabe destacar que, debido a la predominancia de ambientes serranos, la actividad ganadera siempre será importante en los planes productivos de las empresas de la región.

El establecimiento “LA MONICA”, está ubicado a 8 km de la localidad de Papagayos, provincia de San Luis en la región conocida como Pampa de Uspara, abarcando esta desde el camino de Palo Verde hasta la localidad de Papagayos, entre la ruta nacional N°148 y la ruta provincial N°1, en el “Valle Del Conlara” (Figura 11).

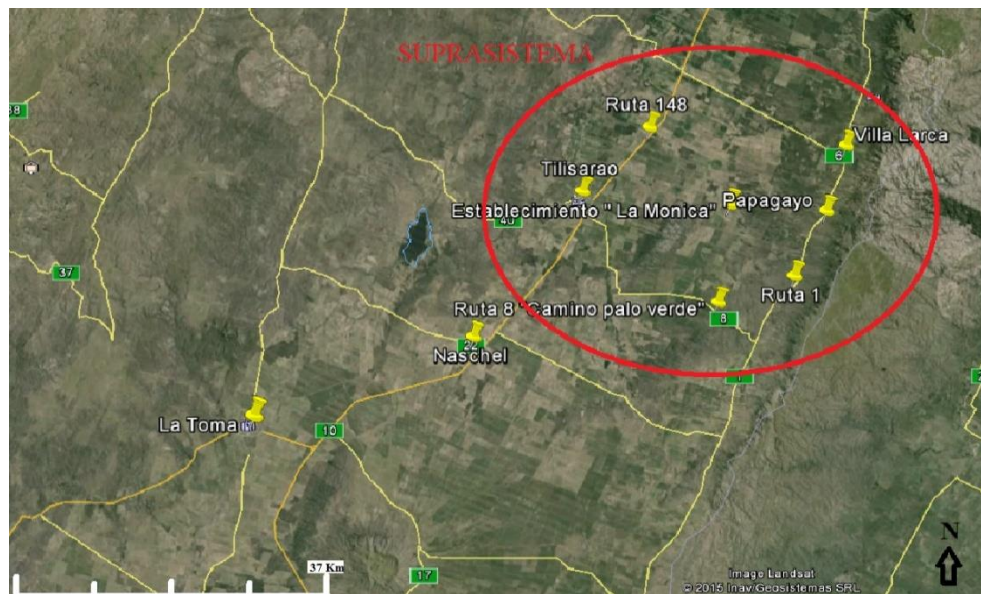


Figura 11: Delimitación del Valle de Conlara. Fuente: Google Earth.

El área estudiada pertenece a la unidad fitogeográfica número 5 “Pastizales y bosques serranos”. Esta unidad incluye el sector serrano de San Luis y abarca una extensión de aproximadamente 1.300.000 has. El suelo es de composición variable, desde suelos rocosos poco profundos, a suelos francos profundos con buen contenido de materia orgánica. La vegetación varía de acuerdo con la altitud, exposición y humedad disponible. En general se puede decir que, en las quebradas, arroyos y hondonadas, la vegetación está compuesta por especies arbóreas y arbustivas en el estrato superior y gramíneas y latifoliadas en el estrato inferior. Esta situación es común en alturas entre 850 m y 1.300 m en la Sierra de San Luis y la Sierra de Comechingones. En elevaciones superiores dominan las estepas o pampas gramíneas. En estas condiciones, la presencia de especies leñosas es insignificante

Las especies leñosas más típicas son: molle de beber (*Lithraea molleoides*), tala (*Celtis spinosa*), molle (*Schinus molle* var. *arenicola*), piquillín (*Condalia microphylla*), usillo (*Aloysia gratissima*), chañar (*Geoffroea decorticans*), manzano del campo (*Ruprechtia apetala*), peje (*Jodina rhombifolia*), poleo (*Lippia turbinata*) y *Heterothalamus alienus*. En ciertos sectores, cerca de las localidades de Papagayos, San Francisco y Quines, el palmar (*Trithrinax campestris*) crece en abundancia.



Figura 12: Tipos de climas de la provincia de San Luis (ATLAS de San Luis, 2007)

Florísticamente, es muy rica en gramíneas con un equilibrio entre especies estivales e invernales. Las más comunes son: paja (*Festuca hieronymii*), pasto de vaca (*Sorghastrum pellitum*), pasto escoba (*Schizachyrium plumigerum*), poa (*Poa ligularis*), cebadilla chaqueña (*Bromus auleticus*), penacho blanco (*Bothriochloa springfieldii*), pata de gallo (*Chloris retusa*), tembladerillas (*Briza subaristata*), pasto ilusión (*Eragrostis lugens*) y pasto plateado (*Digitaria californica*).

En el sector nordeste de la provincia el clima es Templado subhúmedo serrano, incluyendo el Valle de Concarán y las Sierras de San Luis y Comechingones (Figura 12). La disposición de los cordones montañosos que juegan un papel decisivo sobre la circulación atmosférica es de norte-sur perpendicular al rumbo con que habitualmente avanzan las masas de aire de tormentas.

En cuanto a las precipitaciones se caracteriza por presentar un régimen de tipo monzónico, es decir, con predominancia de las lluvias en los meses primavera-estivales. Se encuentra entre las isohietas de 500 y 650 mm anuales (Figura 13). Cabe destacar en cuanto a las precipitaciones, es frecuente que se den en forma de granizo.

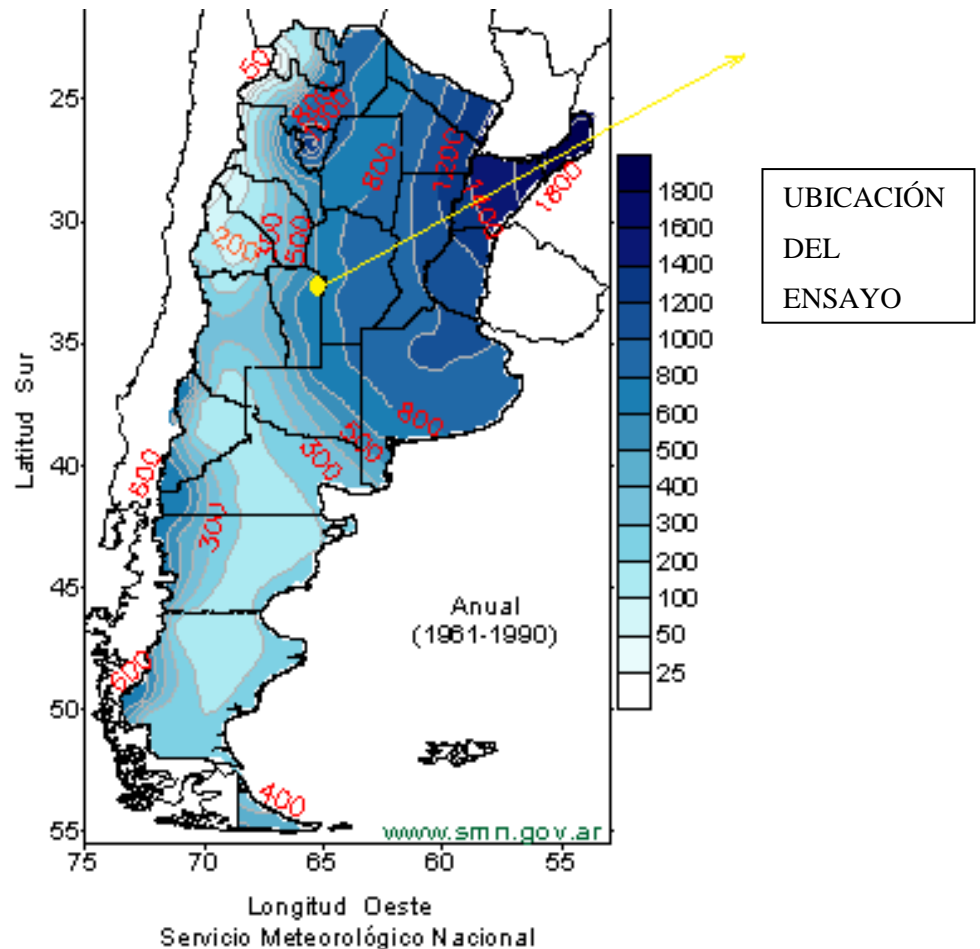


Figura 13: Atlas climático de precipitaciones medias de Argentina. (Servicio Meteorológico, 2017).

La provincia de San Luis debido a su latitud está dentro de la zona de los climas templados y se caracteriza por tener grandes diferencias estacionales: inviernos fríos y veranos calurosos, producto de su continentalidad. La región en particular se caracteriza por presentar un clima del tipo subhúmedo serrano.

En los meses de verano rara vez las temperaturas máximas alcanzan o superan los 40° C (enero, febrero), por lo general las máximas se sitúan entre los 35° C hasta 38° C. Las temperaturas mínimas se presentan desde abril hasta el mes de octubre inclusive, con mínimas absolutas de -10°C. La temperatura media anual es de 16.3° C.

El periodo libre de heladas es de 5 meses (Nov, Dic, Ene, Feb, Mar), siendo muy corto y pudiendo traer problemas a los cultivos por heladas tempranas (abril) o heladas tardías (octubre).

Es de suma importancia destacar que la producción agrícola se realiza en su gran mayoría en secano por lo que la única fuente de agua es las obtenidas por las precipitaciones y aquella agua que llega por escorrentía desde las sierras. No hay aporte de napa debido a que están a una elevada profundidad. Cabe destacar que las lluvias presentan una erraticidad en su distribución, presentándose todas juntas en un corto período de tiempo o muy espaciadas entre una y otra. Este aspecto errático en la frecuencia de las precipitaciones es uno de los principales aspectos que otorgan a la zona la característica de “marginal” a la hora de llevar adelante actividades agrícolas. Podemos afirmar entonces que una de las características climáticas más importantes que definen a la zona como marginal a la hora de llevar adelante actividades agrícolas es la erraticidad en la distribución de las lluvias a lo largo del año. Aunque el total anual se ubica entre los 500-700 mm/año, estos no se distribuyen de manera uniforme en el tiempo, lo que genera que se produzcan déficits hídricos en momentos críticos del cultivo a la hora de definir rendimiento, impidiendo la siembra y atrasando la misma lo que expone al cultivo a bajas temperaturas, entre otros (Tabla 1).

El lote seleccionado presentó un suelo del tipo Haplustol entico de textura franca-arenosa (D'hiriart *et al*, 1986), el mismo mantuvo 9 años de labores con siembra directa con de rotaciones alternadas de gramíneas-leguminosas-gramíneas siendo maíz y soja las principales especies utilizadas. El cultivo antecesor al maíz evaluado fue soja, siendo la variedad utilizada DM 5009, con un rendimiento promedio de 2780 kg/ha.

Tabla 1: Serie de precipitaciones de establecimiento “La Mónica”.

REGISTRO DE LIUVIAS																								
	JL.	AG.	SP.	OC.	NV.	DC.	EN.	FB.	MR.	AB.	MY.	JN.	TOTAL	Oct-Abr	%									
1996/1997	0	0	0	50	108	54	224	51	7	18	28	5	545	512	94%									
1997/1998	0	0	25	60	132	128	87	139	56	123	66	0	816	725	89%									
1998/1999	0	10	35	92	173	188	91	93	247	80	14	0	1023	964	94%									
1999/2000	0	0	12	10	209	209	241	100	118	30	45	0	974	917	94%									
2000/2001	0	0	0	102	159	80	97	0	174	70	0	0	682	682	100%									
2001/2002	0	5	60	90	48	25	179	113	30	114	30	0	694	599	86%									
2002/2003	0	40	0	0	45	60	47	166	54	93	0	0	505	465	92%									
2003/2004	45	0	0	0	29	207	73	35	125	60	11	0	585	529	90%									
2004/2005	59	0	0	67	167	215	110	58	80	28	6	0	790	725	92%									
2005/2006	17	7	19	67	148	105	102	196	159	24	0	0	844	801	95%									
2006/2007	5	0	0	77	120	147	241	163	151	33	0	15	952	932	98%									
2007/2008	0	0	22	54	35	76	277	203	97	8	0	0	772	750	97%									
2008/2009	0	5	32	21	42	165	143	144	61	8	15	0	636	584	92%									
2009/2010	0	0	0	0	102	188	65	99	86	101	19	0	660	641	97%									
2010/2011	8	0	78	78	143	125	90	85	60	52	0	0	719	633	88%									
Prom.	9	4	19	51	122	131	138	110	103	53	17	10	746	708	95%									
Desvio	17	13	25	36	55	65	73	55	58	35	18	4												
Coef Varia	189%	325%	131%	70%	45%	49%	52%	50%	57%	66%	105%	40%												

2.2- Material genético

Los materiales que se utilizaron para realizar las comparaciones de productividad y calidad en el ensayo propuesto fueron 1 híbrido 621 MG RR (H) originado en el semillero LA TIJERETA (www.latijereta.com.ar) y una generación F2 del mismo material comúnmente denominada “hijo de híbrido”, las semillas de este último provinieron de la campaña anterior (2013/2014). Por otro lado, es del único material con el que se contaba de semillas almacenadas, cosechadas de la campaña anterior (2013/2014) provenientes del mismo híbrido.

El material híbrido que se utilizó corresponde a un 621 MG RR2 de “LA TIJERETA”, se eligió ese material debido a que en el establecimiento es el que tenían disponible en ese momento para poder llevar adelante el trabajo de experimentación.

El 621 MG RR2 se caracteriza por ser un híbrido de ciclo intermedio, con 121 días de madurez relativa, muy buena fortaleza de caña y raíz y un muy buen potencial de rendimiento en grano. Si bien no es un maíz catalogado como “silero” ha demostrado buenos rindes a la hora de la confección de los silos llegando a lograr valores de 35000 a 38000 kg Mv/ha, con buenos niveles energéticos y proteico. El grano es anaranjado presentando los mismos un peso de 1000 próximo a los 357 gr. Es medianamente susceptible a Mal de Rio Cuarto (*MRCV*), con buena tolerancia hacia tizón (*Exserohilum turcicum*) y roya común (*Puccinia sorghi*)

2.3- Labores

La sembradora que se utilizó corresponde a una Agrometal TX Mega de 13 surcos a 52 cm, mod. 2010, con dosificación a placas, con sistema de siembra directa y el tractor es un New Holland 7020, mod 2013 de 160 hp (Figuras 14 y 15).



Figura 14: Agrometal TX Mega de 13 surcos a 52 cm, mod 2010.



Figura 15: New Holland 7020, mod 2013 de 160 hp.

La fecha de siembra seleccionada fue el 13 de diciembre del año 2015. La densidad objetivo fue de 48000 plantas logradas, por lo que se sembraron 52000 semillas/ha, que, afectadas por el poder germinativo, eficiencia de siembra, pureza y coeficiente de logro arrojaron un total de 4,85 pts./m², o el equivalente a 48500 plantas por ha para las parcelas de híbrido. Para el caso del hijo de híbrido se sembraron 65000 semillas, ya que además de afectarlo por las eficiencias antes mencionadas, se tuvo en cuenta la disminución en el stand de plantas causados por la aplicación de Glifosato, ya que las plantas provenientes de un maíz RR presentan un 25% de susceptibilidad al herbicida. La densidad que se logró fue de 48400 plantas por ha para la parcela de hijo de híbrido.

El Poder Germinativo (% PG) es el porcentaje de semillas que germinó y desarrolló plántulas normales (Figura 16), cuando se colocó en condiciones ambientales óptimas para su crecimiento (Fuente: International Seed Testing Association, ISTA (1999); Instituto Nacional de Semillas, INASE). El valor de este fue de 98% para las semillas híbridas y de un 90% para las semillas HH (hijo de híbrido).



Figura 16: Semillas de 621MG RR2 en pleno proceso germinativo.

En cuanto a la Pureza (P), la semilla híbrida tuvo un valor del 90 %, mientras que el HH su valor fue de 87%. Se entiende por pureza al análisis que se realiza para determinar la composición en peso de la muestra que se analiza y por consiguiente la composición del lote de semillas, la

identidad de las distintas especies de semillas y de las partículas de materia inerte constituyentes de la muestra.

La primera aplicación química (barbecho) para el control de malezas en todo el lote se realizó el 11 de noviembre de 2015, siendo los productos utilizados:

- La Tijereta Box (Glifosato al 72%): herbicida de amplio espectro para el control de malezas en áreas cultivadas, no cultivadas y en el ambiente acuático. No es selectivo y es muy efectivo para controlar malezas perennes con sistema radicular profundo y especies anuales y bianuales, gramíneas y latifoliadas. La dosis utilizada fue de 1,5 kg/ha.

- Weedar (2,4D amina al 82.4%): sal amida del ácido 2,4 D, de muy baja volatilidad pudiendo ser aplicado en zonas donde el 2,4 D éster (por su volatilidad) está prohibido, o en lotes con cultivos vecinos sensibles al 2,4 D. La susceptibilidad de la maleza al producto está directamente relacionada al estado de crecimiento de esta, debiendo aplicarse las dosis mayores cuando más avanzado esté el desarrollo de esta. Producto que actúa en los meristemas de crecimiento, mimetizando la hormona auxina, selectivo para gramíneas. La dosis empleada fue de 0,250 lts/ha.

- Gesaprim 90 (Atrazina 90%): la atrazina controla malezas de hoja ancha y algunas gramíneas, e impide su crecimiento durante varios meses, disminuyendo la competencia ejercida a los cultivos durante las primeras etapas del ciclo de producción. La dosis empleada fue de 2 kg/ha.

- Tordon 24K (Sal potásica de picloram al 24%): es un herbicida sistémico, de acción hormonal, selectivo para cereales, caña de azúcar, lino y praderas de gramíneas, que controla malezas de hoja ancha, anuales y perennes. La dosis empleada fue de 150 cc/ha.

La segunda aplicación se realizó el 23 de diciembre de 2015 cuando el maíz atravesaba el estadio fenológico V3 (figura 17) y se utilizaron entre otros productos:

- La Tijereta Box (Glifosato al 72%): 1.5 kg/ha
- Weedar (2,4D amina al 82.4%): 0,6 lts/ha
- Gesaprim 90 (Atrazina 90%): 2 kg/ha.



Figura 17: Maíz HH (izquierda) e H (derecha) atravesando el estadio V3 (Ritchie y Hanway (1982))

El estado de grano lechoso o medio diente de leche (R3 en escala Ritchie y Hanway) en el cual se realiza la confección mecánica del silo, fue determinado sobre el material Híbrido, dado que el material HH presentó cierta variabilidad en el estado fenológico que dificultaba la determinación.

Dicho estado se alcanzó el 30 de marzo de 2016, y la cosecha mecánica del ensayo se realizó el 2 de abril del 2016.

2.4 - Determinaciones realizadas

Las determinaciones que se realizaron a ambos materiales fueron:

1-Fenología del cultivo, mediante escala Ritchie y Hanway (1982), identificándose los estadios mediante la observación de la morfología externa de la planta, registrándose las fechas de ocurrencia de los distintos estadios.

2-Rendimiento en TCO (kg ha^{-1}) mediante método manual tomando 4 muestras por tratamiento de 1,92 m lineales y su posterior confección mecánica, también se determinó el contenido en materia seca, separando las fracciones de tallo, hojas y espiga de cada planta secándolas en estufa a 105°C a peso constante.

3-Calidad: Contenido de proteína bruta (PB), concentración energética o valor energético (Energía Metabólica), pH, cenizas, fibra detergente ácido (FDA) y fibra detergente neutro (FDN), digestibilidad, macrominerales (Ca, P y Mg) y almidón.

4-Evaluación económica Costos de picado y confección del silo. Costos de implantación

Costos en pesos por kg de materia seca y costo por kilogramos de energía metabólica.

2.5- Diseño experimental

Para el análisis de la fenología del cultivo y la productividad física el diseño experimental que se eligió fue el de bloques aleatorios con testigo a la par, realizando 3 repeticiones de cada material, como se muestra en la Figura 18: Se sembraron 6 parcelas a la par, 3 parcelas de 13 surcos para el híbrido y 3 parcelas de 13 surcos para el hijo de híbrido distanciados cada uno a 52 cm. Cada parcela tiene una longitud total de 500 mts. y un ancho de 7,28 mts. (13 x 0,52) (Figura 19).

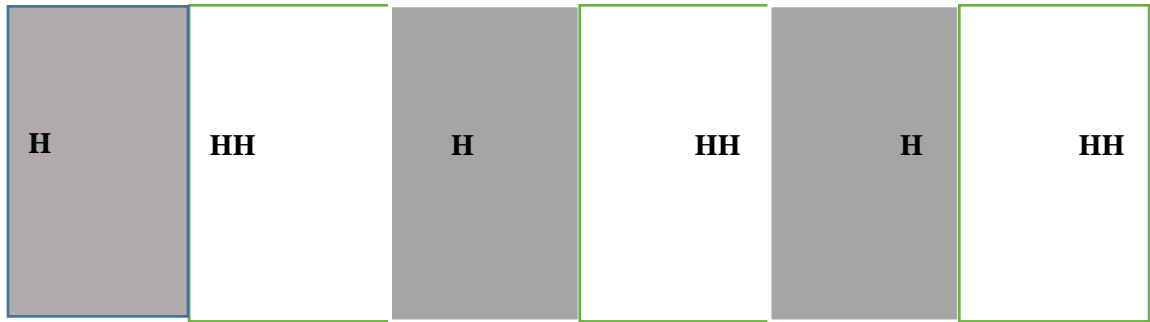


Figura 18: Esquema experimental -HH: Hijo de híbrido -H: Híbrido.

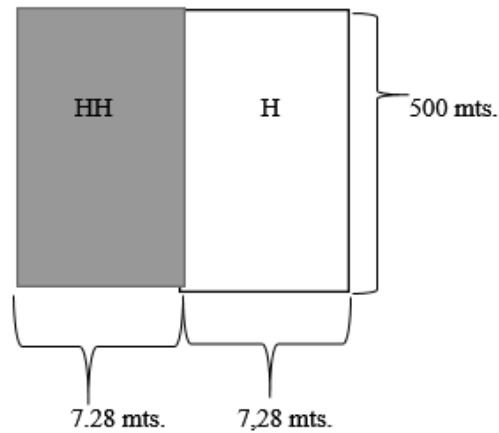


Figura 19: Dimensión de parcela experimental.

Se estableció un total de 4 estaciones de muestreo por parcela, en donde se contó la cantidad de plantas en 1,92 mts. lineales, se verificó que sean representativas y que se encontraran distribuidas uniformemente dentro de la parcela. Para ello lo que se llevó a cabo fue dividir a la parcela con una línea imaginaria en diagonal que uniera los vértices extremos de la misma como se muestra en la figura 20. Luego por medio del teorema de Pitágoras se calculó el valor en metros que posee dicha línea imaginaria al tomarla como la hipotenusa de un triángulo rectángulo y al valor del ancho y largo de la parcela como los catetos de este.

Ejemplo:

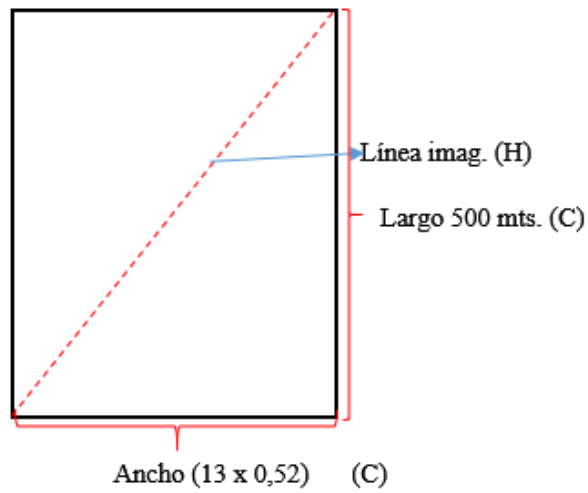


Figura 20: División de la parcela para las mediciones.

$$H^2 = C^2 + C^2$$

$$H^2 = (13 \times 0,52)^2 + 500^2$$

$$H = 250045,697$$

$$\sqrt{\quad} \\ H = 500 \text{ mts}$$

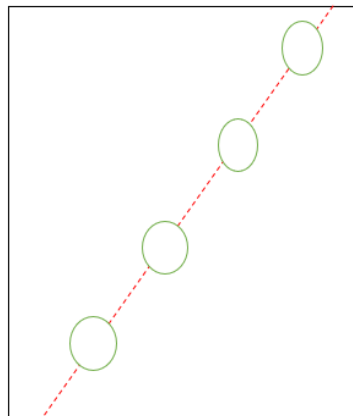


Figura 21: Estaciones de muestreo de cada parcela.

Si se divide la longitud de la hipotenusa por la cantidad de estaciones de muestreo nos da la distancia a la cual se debe encontrar cada una de las estaciones dentro de la parcela $H = 500 \text{ mts} / 4 \text{ estaciones} = 125 \text{ mts/estación}$. El resultado de esta estimación arrojó entonces 4 estaciones, separadas una de otras por 125 mts lineales como se muestra en las figuras 20 y 21. En las 4 estaciones de muestreo por parcela, se contó la cantidad de plantas en 1,92 mts. lineales, se verifico que sean representativas y que se encontraran distribuidas uniformemente dentro de la parcela, se cortaron tomando como referencia la altura de corte de la plataforma picadora, la cual es de 45 cm (Figura 22 y 23).



Figura 22: Medición y recolección de individuos en 1,92 metros lineales, parcela HH.



Figura 23: Medición y recolección de individuos en 1,92 metros lineales, parcela H.

En primer lugar, se determinó el peso y la altura de las plantas recolectadas, identificando las muestras en individuos híbridos e hijo de híbrido, se contó el número total de plantas y se evaluó el estado sanitario de las mismas, pudiéndose ver al material HH levemente más afectado por cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y roya (*Puccinia sorghi*) con respecto al material H. En la figura 24 se puede ver la mayor altura de las plantas H, mayor tamaño de espigas y sanidad respecto a las plantas HH.



Figura 24: Plantas de H (izquierda) y HH (derecha).

Posteriormente se separó las distintas fracciones de la planta en hojas, tallo y espigas, pesando cada una por separada para determinar su participación porcentual en el peso total de la planta y el rendimiento (figura 25 y 26).



Figura 25: Tallos, hojas y espigas de cada planta extraída.



Figura 26: Pesado de tallos, hojas y espigas por separado en balanza electrónica.

Luego, se determinó el contenido de materia seca de cada una de las fracciones de ambos materiales mediante secado a estufa, hasta obtener un peso constante de la muestra. Para ello se cortó todo el material (hoja, tallo y espiga) del H y HH, con cuchillo en trozos más pequeños para facilitar la pérdida de agua, se registró el peso de la muestra antes de ingresar a la estufa y luego

cada 15 minutos hasta obtener un peso constante, señal de que la muestra sometida al secado perdió todo su contenido de humedad (Figura 27).



Figura 27: Preparación de la muestra para secado a estufa.

Por último, se realizó la confección mecánica del silo la cual fue llevada a cabo mediante una empresa privada. Se determinó el peso de cada parcela individualmente mediante el registro de la cantidad de kilogramos de material tal como ofrecido (TCO) que transportaba cada tolva y camión antes de volcarlo a la embolsadora (Figura 28).



Figura 28: Equipo de picadora Class 980, tractor y tova utilizado en la confección mecánica del silo.

A los 60 días de elaborado el silo, se tomó muestras de ambos materiales y se enviaron a laboratorio a los fines de ser sometidas a un análisis de calidad. Los parámetros que se evaluaron fueron materia seca, proteína bruta, concentración energética (Mcal/Kg), pH, cenizas, fibra detergente neutro (FDA), fibra detergente neutro (FDN), digestibilidad, Ca, P, Mg, K, almidón (carbohidratos no fibrosos), proteína soluble (%prot. cruda) y proteína degradable rumen. Por último, se realizó un análisis económico evaluando todos los aspectos necesarios para llevar adelante la confección de un silo utilizando un material H o un HH.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Fenología del cultivo

La palabra fenología es de origen griego. Phaino significa mostrar, aparecer y logos significa ciencia. Es una rama de la ciencia que trata de las relaciones entre las condiciones atmosféricas (o con el clima) y los fenómenos biológicos periódicos, tales como las fases de desarrollo de las plantas. En el proceso de desarrollo, desde la germinación de las semillas hasta la formación de las nuevas semillas, las plantas muestran varios cambios visibles externos, que son resultado de las condiciones ambientales. Estos cambios externos son denominados fases fenológicas (o etapas fenológicas) del desarrollo de la planta y las observaciones que de ellos se hace se denominan observaciones fenológicas.

El comienzo y fin de las fases sirven como un medio para juzgar la rapidez del desarrollo de estas plantas. Con base de los datos de observaciones fenológicas precisas, recopiladas durante muchos años, es posible definir las regularidades en el crecimiento de una planta en relación con su medio ambiente, así como sus requerimientos con respecto a los factores meteorológicos.

Para el caso del maíz el sistema más utilizado para la clasificación de etapas o estadios es la escala de Ritchie & Hanway (1982). Esta divide al desarrollo de la planta en vegetativo y reproductivo. Las subdivisiones del estadio vegetativo (V) son designadas como V1, hasta V(n), siendo (n) la última hoja antes de la panojamiento (VT) para el cultivar considerado (Ritchie et al, 1986).

La primera diferencia que se observó en esta experiencia fue un leve desfasaje en las etapas fenológicas, viéndose el material HH más retrasado respecto al H principalmente en las etapas vegetativas. Cuando la totalidad de las plantas del material H se encontraban con alrededor de 2 hojas (V2), las del HH presentaron un 20 a 30% de su población en emergencia (Ve). Esto se debe principalmente al hecho de que en el HH existió segregación y recombinación genética, mientras que en el material H, no ya que las plantas son genéticamente idénticas por lo que responden todos de la misma manera ante los estímulos radiativos y térmicos.

Otra de las diferencias estadísticamente significativa más notable entre ambos materiales fue la altura de la planta alcanzada por el material híbrido, el cual presento una altura promedio

de 1,95 mts., contra el hijo de híbrido cuya altura promedio de planta fue de 1,51 metros (Figura 29).

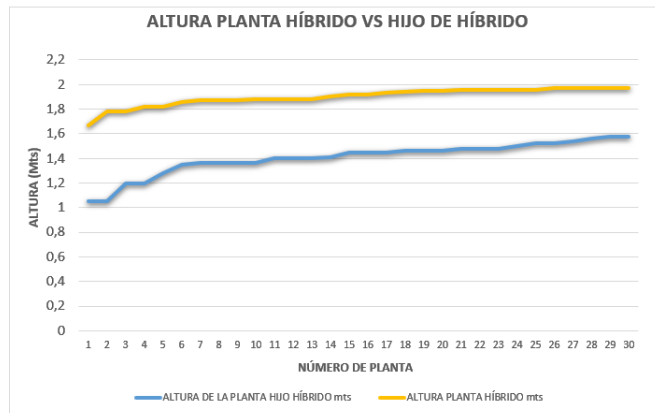


Figura 29: Diferencias de alturas entre plantas de híbrido e hijos de híbridos medidos a campo al momento del corte.

Por los resultados observados puede decirse que las diferencias fueron debidas netamente a características intrínsecas de cada material dado por el menor nivel de heterosis en el HH, definidas por su composición genética, ya que ambos fueron sometidos a las mismas condiciones ambientales para su crecimiento y desarrollo.

Hiort et al., (1985) explican este efecto estableciendo que los cruzamientos entre poblaciones raciales de parentesco lejano originan a menudo grados elevados de heterosis de suma importancia biológica. En cambio, grados bajos de heterosis son frecuentes si se trata de poblaciones relativamente similares, adaptadas a condiciones ecológicas semejantes. La divergencia ecológica entre los progenitores generalmente también es importante en la heterosis de los híbridos. Se espera, en general, que en los cruzamientos F2 entre poblaciones raciales similares, se conserve la mitad de la heterosis original, mientras que en los cruzamientos entre poblaciones raciales divergentes la heterosis muchas veces se pierde y se puede recuperar en planes de mejoramiento.

Por otro lado, el hecho de que la semilla de HH no presento insecticidas de semilla al momento de la siembra, muchas plantas se perdieron por efecto de los insectos del complejo de suelo (*Dilobobderus abderus*, *Agriotes spp.*, entre otros) lo cual explicó en parte también la disminución en productividad física. Un factor que si se contempló fue la disminución de la resistencia a glifosato por partes de las plantas HH, la teoría establece que un 25% de la población que se obtiene de la autofecundación y de cruzamientos no dirigidos en maíces con genes para

resistencia a glifosato , se vuelve susceptible al modo de acción del herbicida , dado que el gen se diluye o queda enmascarado por efecto de la segregación génica y la recombinación, situación que se observó en las parcelas experimentales. Lo mismo sucedió con los genes para resistencia a insectos en estados mas avanzados del cultivo, viéndose el material HH mucho mas afectado por plagas respecto al H. Esto provocó que el HH tenga una menor superficie foliar, lo que llevo a que demore mas en alcanzar su IAFc, y generó así un menor rendimiento en grano y producción de biomasa.

Además de una mayor altura, el material híbrido presentó un menor desvío estándar en su población, con una variación de alturas de un 5 % (C.V) lo que indicó plantas más parejas, con alturas homogéneas entre sí, mientras que el hijo de híbrido presentó un desvío mayor, con una variación de alturas entre plantas del 12 %(C.V.), lo que evidenció una mayor heterogeneidad entre los individuos.

En lo que respecta a las diferentes fracciones (tallos, hojas y espigas) que componen el peso de la planta se observó que, en el material híbrido, la espiga representó el 34% del peso total de la planta, con un peso promedio de estas que rondan los 450 grs. Mientras que para el hijo de híbrido, la espiga representó el 30% del peso total de la planta, con un peso promedio de estas que rondan los 250 grs. Presentando estas un menor tamaño y encontrándose más afectadas por *helicoverpa* y *spodoptera*.

Otro aspecto es la variación dentro de cada material con un valor de 29% (c.v) para el caso del hijo de híbrido, siendo menor para el de material híbrido con un valor de 18% (c.v), presentando estos, espigas de tamaños más homogéneos.

En cuanto al tallo se determinó que, en el material híbrido, este representó el 39% del peso de planta, mientras que para el hijo de híbrido representó el 43%, con pesos promedios de 52 y 32 grs respectivamente y una variación dentro del material hijo de híbrido de un 20% (c.v) (plantas muy diferentes en diámetro y altura).

Por último, con respecto a el peso y número de hojas diferenciadas por ambos materiales podemos determinar que el material Híbrido presentó al momento de corte una cantidad de entre 16-17 hojas mientras que el hijo de híbrido presentó 15 hojas en promedio, es decir, diferencia una hoja menos con respecto al material híbrido. En cuanto a la participación de estas en el peso de la planta, en el material híbrido representó el 27%, valor similar al del hijo de híbrido, lo que se visualiza en la figura 30.

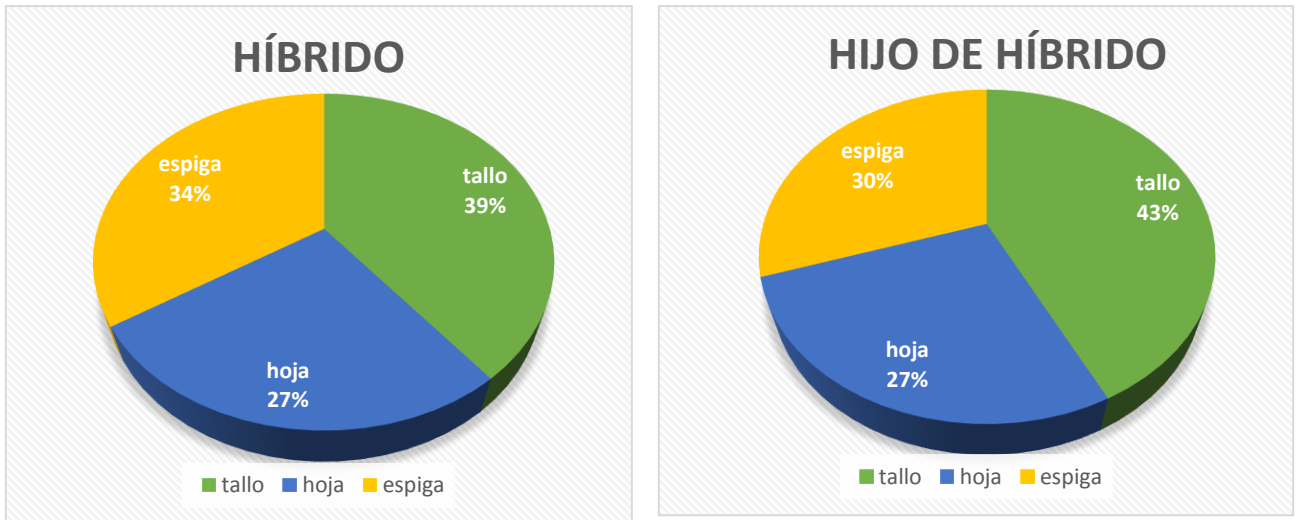


Figura 30: Porcentaje de participación de las distintas fracciones en la determinación del peso de la planta entera para los materiales híbridos e hijos de híbridos.

Se estableció de que las diferencias encontradas en las características fenológicas fueron debido netamente a las combinaciones genéticas, ya que los materiales H presentaron un elevado valor de vigor híbrido debido a que se obtuvieron mediante la fecundación cruzada de genotipos no emparentados o muy distanciados entre sí, suprimiendo la expresión de genes recesivos con caracteres indeseados para la producción. Mientras que, en el HH, las plantas que dieron origen a estos eran todas iguales, con un parentesco muy próximo, lo que disminuye marcadamente el vigor y la heterosis. Por otro lado, en condiciones a campo además de ocurrir fecundación cruzada existe cierto grado de autofecundación, produciendo lo que se conoce como endogamia y la consecuente depresión por endogamia o consanguineidad.

En el maíz la endogamia se manifestó como una pérdida de vigor, plantas deficientes en clorofila, tallos frágiles y quebradizos, plantas enanas, espigas pequeñas, panojas malformadas, reducción en la producción, entre otros aspectos que se observaron en la parcela experimental.

El análisis estadístico de las distintas fracciones que componen el peso de la planta entera se muestra en la Tabla 2, donde se observan diferencias significativas en todas las variables.

Tabla 2: Valores medios de las distintas fracciones que componen el peso de la planta entera.

Variable	H	HH
Altura de la Planta (Mts)	1,95 +/- 0,094 ^a	1,51 +/-0,18 ^b
Peso del Tallo (Kg)	0,52 +/- 0,053 ^a	0,36+/-0,064 ^b
Peso de las hojas (Kg)	0,36 +/-0,041 ^a	0,18 +/-0,040 ^b
Peso de espigas(Kg)	0,45 +/-0,061 ^a	0,34+/-0,079 ^b

*Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,01$)

3.2- Productividad biomasa total/ha

El rendimiento en TCO que se obtuvo por hectárea al realizar la cosecha mecánica del material fue de 32916 kg para el Híbrido y 21580 kg para el Hijo de Híbrido. Este se obtuvo mediante el registro del peso acusado por las balanzas ubicadas en las tolvas y camiones de la empresa que realizó la confección mecánica. Se tomó los pesos de las tres parcelas de cada material por separado y se obtuvo para el caso del H en la parcela 1 un total de 9972 kg, en la parcela 2 10672 kg y 12272 kg en la parcela 3. En lo que respecta al HH, los pesos obtenidos por parcela fueron 7020 kg en la 1, 8050 en el 2 y 6510 kg en la 3 (Tabla 3).

Tabla 3: Valores medios de producción TCO de los materiales H y HH.

H	HH
10972 +/- 0,02 ^a	8503 +/-0,09 ^b

*Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,01$)

Se observó una notable diferencia en la cantidad de materia verde producida a favor del material H, esto se debió nuevamente a características propias de la genética del material, dado que al presentar todas las plantas un alto nivel de heterosis y la misma combinación de genes, respondió de manera uniforme ante los estímulos atmosféricos (radiación, temperatura y agua), fijando mayor cantidad de foto asimilados lo que se tradujo en un mayor crecimiento vegetativo de las plantas. A su vez, alcanzó más rápidamente su índice de área foliar crítico (IAFc) el cual se define como la mínima superficie foliar requerida para interceptar el 95% de la radiación incidente, que se expresó en un mayor crecimiento y producción de biomasa.

Se determino que ambos materiales al momento del secado presentaban un contenido de humedad próximo al 35%, valor que se obtuvo mediante secado a estufa hasta peso constante.

3.2 – Calidad

A los 60 días de elaborado el silo, se tomó muestras de ambos materiales y se enviaron a laboratorio a los fines de ser sometidas a un análisis de calidad. Los parámetros evaluados fueron materia seca, proteína bruta, concentración energética (Mcal/Kg), pH, cenizas, fibra detergente neutro (FDA), fibra detergente neutro (FDN), digestibilidad, Ca, P, Mg, K, almidón (carbohidratos no fibrosos), proteína soluble (% prot. cruda) y proteína degradable rumen. El laboratorio al que se enviaron las muestras fue “Laboratorios de calidad Biofarma s.a” ubicado en la localidad de Rio Cuarto. Las metodologías de análisis utilizadas fueron:

- Materia Seca, pH, tamaño de partícula, microscopía cualitativa de alimentos balanceados, actividad ureásica.
- Componentes nitrogenados: proteína bruta, nitrógeno no proteico, proteína soluble, proteína soluble en hidróxido de potasio, nitrógeno insoluble en detergente ácido, nitrógeno insoluble en detergente neutro, nitrógeno amoniacal.
- Pared celular: Fibra Detergente Neutra. Método: IE-FDN-6 (Método ANKOM) basado en ISO 16472:2006. Ensayo acreditado por el OAA. Fibra Detergente Ácida. Método: IE-FDA-7 (Método ANKOM) basado en ISO 13906:2008. Ensayo acreditado por el OAA y Lignina detergente ácida.
- Lípidos: extracto etéreo.
- Materia inorgánica: cenizas, macrominerales (calcio, magnesio, sodio, potasio, fósforo, cloruro).

Con los resultados obtenidos se elaboró una tabla comparativa (Tabla 4) a los fines de analizar los componentes nutricionales.

Tabla 4: Comparación de los componentes de la calidad de silo entre H y HH.

Análisis	Hibrido	Hijo de hibrido	Diferencia *
Materia Seca (%)	24,83	24,71	0,12
Proteína bruta (%)	6,8	6,8	0
Concentración energética (Mcal/kg)	2,8	2,4	0,4
pH	4	4,5	0,5
Cenizas (%)	4,8	4,03	0,77
Fibra detergente neutro (%)	32,8	33,2	0,44 (HH)
Fibra detergente acido (%)	55,8	57,01	1,21 (HH)
Digestibilidad (%)	74	70	4
Ca (%)	21	20	1
P (%)	23	21	2
Mg (%)	10	9,8	0,2
K (%)	1,21	1,31	0,1
Almidón (%)	29,5	28	1,5
Proteína soluble (%)	48	46	2
Proteína degradable en rumen (%)	69	67	2

*Los valores están tomados en base al material Hibrido

La digestibilidad de la M.S. observó diferencias entre los tratamientos, la cual fue mayor en el H respecto al HH. Se determinó que la causa de esta diferencia es debida principalmente a la mayor cantidad de grano (espigas) la cual representa un 34% del peso total de la planta en el H contra un 30% en el HH, así como también la menor proporción de tallo en el caso del material H, el cual estuvo en valores próximos al 39% contra un 43% en el HH. La humedad al momento del picado fue la misma en ambos materiales.

Esto hizo que el H presente una mayor cantidad de almidón por kg de silo, con valores de 29.5% para el H y 27.8% para el material HH.

Otro aspecto que contribuye a esta teoría es la menor proporción de fibra detergente neutro (FDN) que presentó el material H respecto al HH, entendiéndose por FDN como la medición de la hemicelulosa, celulosa y lignina representando toda la parte fibrosa del forraje.

Estos 3 compuestos representan las paredes celulares de los forrajes y se denominan en general como “carbohidratos estructurales”. El contenido de FDN de las dietas o forrajes se correlacionó en forma negativa con el consumo de alimento. Vale decir, FDN en exceso va a determinar un menor consumo de alimento por parte del animal. Los demás valores presentaron leves diferencias las cuales carecen de significancia estadística.

3.4- Análisis económico

A los fines de determinar el impacto económico de los materiales utilizados, se llevó a cabo un análisis de comparación evaluando los costos de picado y confección del silo, en pesos por kg de materia seca y por kilogramos de energía metabólica (Tabla 5). Los valores expresados son en pesos llevados a valor actual.

Tabla 5: Análisis económico comparativo para la elaboración de silo picado entre material H y HH.

	<i>H</i>		<i>HH</i>
GASTOS DIRECTOS	\$/ha		\$/ha
semilla	86,1		16,63
labores propias (siembra y pulverización)	71,9		71,9
fertilizante	46,5		46,5
herbicidas	53,2		53,2
labores contratadas (picado y confección de silo)	8,4		8,4
silo bdsa	745,92		505,96
TOTALES	1012,02		702,59
Referencias			
KgTCO/ha	32916		21580
KgMS/ha	11520,6		7553
Mcal/kg	2,8		2,4
\$KgTCO/ha	0,0307		0,0326
\$KgMS/ha	0,088		0,093
\$Mcal/kg	361,44		292,75

A los efectos de enriquecer el análisis orienté la investigación a los datos históricos de campañas agrícolas del campo en los cuales solo se sembraban semillas HH recopilando la siguiente información (Tabla 6):

Tabla 6: Evolución histórica de rendimiento de maíz en quintales por hectárea (qq/ha) y rendimiento en kilogramos de TCO por hectárea (Kg/ha) del establecimiento productivo donde se realizó el ensayo experimental.

Campaña	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006
Superficie (ha)	117	178	110	137	126
Rto. (qq/ha)	26	18	7	17	18
Rto. TCO (kg/ha)	18909	13090.9	5090.90	12363	13090
PROMEDIO				12508.94	

Tabla 7: Evaluación económica para la elaboración de silo entre maíces H y HH, considerando el periodo productivo 2001-2007.

Referencias	H	HH	Diferencias (%) *	HH (01-07)	Diferencias (%) *
Kg TCO/ha	32916	21580	34.43	12508.94	62
Kg MS/ha	11520.6	7553	34.43	4378.129	62
Mcal/kg	2.8	2.4	14.28	2.4	14.28
Mcal/ha	4144.2	3147.08	24.08	1824.2	55.98
\$/kg TCO/ha	0.0307	0.0326	6.18	0.0562	83.06
\$/kg MS/ha	0.088	0.093	5.68	0.160	81.8
\$/Mcal/kg	361.44	292.75	19	292.75	19

En base a la información se determinó que existieron diferencias entre ambos materiales para los parámetros medidos, aunque estas no fueron de un valor elevado. Esto se atribuyó a una campaña con excelentes condiciones climáticas que produjo una dilución de los resultados, enmascarando diferencias que creemos serían mucho más evidentes en años con condiciones climáticas dentro de la media histórica.

Se pudo observar como en aquellas campañas en las cuales solo se cultivaban materiales HH, los rendimientos en grano ocasionalmente superaban los 17 qq/ha, situación similar para el rendimiento en biomasa (TCO) el cual tiene como promedio en la serie expuesta una media que no supera los 12500 kg Mv/ha. Esto ocurrió debido a el menor potencial productivo que presentan los materiales HH tanto para grano como en producción de biomasa. Por otra parte, se trata de vegetales que carecen de sus genes para resistencia a plagas u enfermedades, debido a que mediante la recombinación genética estos quedan enmascarados o se pierden por sucesivas fecundaciones cruzadas no dirigidas y la endogamia, quedando un porcentaje de la población de las plantas expuesta a perderse por el ataque de patógenos e insectos, así como también por el accionar de herbicidas como el glifosato.

Como se observó en la tabla 7, las diferencias fueron aún mayores cuando la producción se lleva a cabo en un año con condiciones climáticas acordes a la de la media histórica del lugar. Aspectos tales como el costo en pesos por kilogramo de TCO por ha se ve triplicado si se decide llevar a cabo un picado de material HH, mientras que, por ejemplo, el costo por kilogramo de materia seca (Kg Ms) por hectárea se vería notablemente reducido al decidir llevar a cabo un picado de un material H.

Un trabajo llevado a cabo por la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan. (UNAM) en México estableció que los productores han preferido no depender de otras semillas y controlar su manejo, como lo han hecho desde hace más de 330 generaciones (Boege, 2009; Turrent y Espinosa, 2006; Turrent, 2009). Por esto emplean con frecuencia semilla de segunda generación (F2) o de generaciones más avanzadas obtenidas de la propia parcela o de agricultores vecinos que hayan comprado semilla mejorada (Ortiz y Espinosa 1991; Coutiño *et al.*, 2004; Martínez-Gómez *et al.*, 2006). Lo anterior propicia el rendimiento menor en la segunda generación, con respecto a la primera. La reducción del rendimiento de la generación F2 puede depender de la estructura y conformación de cada híbrido (trilineal, simple o doble), de la naturaleza de los progenitores y del nivel de endogamia de sus líneas (De León, *et al.*, 1998; Espinosa *et al.*, 1998). Para probar esto se comparo la productividad de 4 híbridos de maíz diferentes con la de sus respectivas F2.

La comparación de medias de las generaciones F1 F2, considerando a la media de los cuatro híbridos (Tabla 8), mostró que la generación F1 rindió 9,040 kg ha-1, y fue diferente estadísticamente a la F2 que rindió 7804 kg ha-1; es decir F1 representó 115.8 % respecto a la F2. Este resultado es similar al obtenido en otros estudios (Ortiz y Espinosa, 1991).

Tabla 8: Comparación de valores promedio de las generaciones F1 y F2 de cuatro híbridos de maíz para diversas variables evaluadas considerando el promedio de cuatro híbridos y dos densidades de población. Ciclo primavera-verano 2013, FESC-UNAM, México.

F1 y F2	RTO (kg/ha)	DFM2	DFF3	AP4	AM5	PHCO6	GH7	GM8
F1	9040	79a	80a	210a	115a	114a	28a	451a
F2	7804	79b	80a	205a	113b	114a	28a	446a
DSH (0,05)	509	0.7	0.8	7.7	5	5.5	1.1	25

Medias con diferente letra son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$) REND = rendimiento; 2DFM = número de días a floración masculina; 3DFF = número de días a floración femenina; 4AP = altura de planta; 5AM = altura de mazorca; 6PHCO = peso volumétrico; 7GH = granos por hilera; 8GM = granos por mazorca,

La hipótesis de que la generación F1 en promedio exhibe rendimiento superior y diferente estadísticamente respecto a F2 se confirmó, los resultados confirman que no es conveniente utilizar semilla de generación F2 por su productividad menor, lo cual justifica la adquisición de semilla nueva cada ciclo. Si se adquiere semilla nueva cada ciclo, aun con costo actual elevado, habría una diferencia positiva para el productor. Estos resultados son semejantes a los obtenidos en el trabajo realizado.

Otro estudio realizado por Scheneiter y Carrete (1998), donde se evaluaron híbridos de maíz para silaje, a través de los años, se observó interacción genotipo x ambiente significativa en la producción de materia seca total y en la proporción de mazorca. Esto es coincidente con lo señalado por Argillier *et al.*, (1997), quienes a su vez observaron que la variación causada en la digestibilidad in vivo de la materia orgánica y de la fibra cruda, por la interacción genotipo x ambiente (año o localidad) fue marcadamente menor a la variación debida al genotipo, y que, en un ambiente determinado, el valor nutritivo del genotipo determina el valor del silaje y, por ende, la respuesta animal.

CONCLUSION

Se observaron diferencias significativas en los componentes físicos del rendimiento a favor del material Híbrido. Respecto al análisis económico se observaron diferencias porcentuales entre usar un material híbrido vs el homólogo HH tanto costo tal como ofrecido (TCO), costo de materia seca (MS) y costo por mega caloría (Mcal). Estas diferencias se vieron acentuadas cuando se realizó la misma comparación respecto a los años promedio.

La eficiencia asignativa del gasto en semilla se vio manifestada en los valores físicos y económicos en el presente trabajo. Ya que si bien los costos de semillas son mayores en un híbrido respecto a un hijo de híbrido, se vieron diluidos al momento de realizar la confección mecánica del silo, dado por la mayor producción de materia verde por hectárea y calidad que el híbrido presentó. Por lo tanto, a la hora de elaborar un silo, los materiales híbridos demuestran un mejor comportamiento biológico y productivo frente a los hijos de híbrido, aún en zonas con características climáticas desfavorables, lo que los convierte en una mejor opción. Trabajos similares deberían repetirse a nivel potrero en varios años para validar esos resultados.

BIBLIOGRAFIA

ALIMENTOS Y BIOECONOMIA. Alimentos y bebidas. En: <http://www.alimentosargentinos.gob.ar>. Consultado: 04/10/2016

ANDRADE, FH. 1992. *Radiación y temperatura determinan los rendimientos*

ANDRADE, FH; A CIRILO; S UHART & M OTEGUI. 1996. *Ecofisiología del Cultivo de maíz*

ARGILLIERI *et al.* 1997. *Genotype x environment interactions for digestibility traits in silaje maize estimated from in vivo measurements with standard sheep*. Plant Breeding 116: 423-427

ATLAS CLIMÁTICO DE PRECITACIONES MEDIAS DE ARGENTINA. Servicio Meteorológico 2017 En: www.smn.gov.ar Consultado: 28/09/2017

ATLAS DE SAN LUIS 2007. En: www.atlasdesanluis.edu.ar. Consultado: 22/11/2015

BACH, A. CALSAMIGLIA, A. FERRET. 2004 tablas FEDNA de valor nutritivo de Forrajes y Subproductos fibrosos húmedos. S. Fundación para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, 70 pp.

BOEGE, E. 2009. *El Patrimonio Biocultural de los Pueblos Indígenas de México: Hacia la Conservación in situ de la Biodiversidad y Agrodiversidad en los Territorios Indígenas*. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México, D.F. 342 p

BONGIOVANNI, M et al 2014. *La producción de maíz en la provincia de San Luis*. Ed INTA. 235p

BRAGACHINI MARIO A. *Forrajes conservados de alta calidad y aspectos relacionados al manejo nutricional*. Ed Finisterre 198p

CAFAGDA, 2008. Cámara Argentina de Fructosas, Almidones, Glucosas, Derivados y Afines. (Buenos Aires. Argentina)

COUTIÑO E., B., G. SÁNCHEZ, V., Y A. VIDAL M. 2004. *El uso de semilla F2 de híbridos de maíz en la Frailesca, Chiapas, reduce el rendimiento y las ganancias netas*. Rev. Fitotec. Mex. 27: 261-266

D'HIRIART *et al* 1986 *carta de suelos de la república argentina hoja san Luis*. Ed INTA, 150p.

DE LEÓN H., J., A. MARTÍNEZ G., Y S. RODRÍGUEZ S. 1998. *Híbridos dobles de maíz de baja depresión endogámica en F2*. Rev. Agron. Mesoamericana 9: 38-41

EASTRIDGE *et al* 2006 *Animal Production and Animal Science Worldwide* Wageningen Academic Pub, 2007, 370p

EDUARDO SECANELLI, LEANDRO ROYO, 2008, INTA Reconquista, *confección y calidad de silajes* Ed INTA. 54 p.

FEDNA 2004 *Fundación española para el desarrollo de la nutrición animal*. España

FRASINELLI *et al.*, 2010 *Producción científico-técnica del INTA San Luis*. Ed INTA, 159p

HONIG Y WOLFORD *Silage making in the tropics with emphasis on smallholders* AO Plant Production and Protection Paper 2000 No. 161, Editors: L 't Mannelje, pp.17-3

ISTA 1999 *International Seed Testing Association*, Instituto Nacional de Semillas, INASE. Buenos Aires, Argentina

J. GIULIETTI, M. CORTES, S. SAYAVEDRA, C. ECHEVERRIA, J. COLAZO A. D'HIRIART. 1972, *Carta de Suelos de la República Argentina. Hoja Concarán. Provincia de San Luis*.

LT 621MGRR2-LA TIJERETA 2012. En: <http://latijereta.com.ar/web/productos/lt-621-mgrr2/> Consultado: 28/09/2017

MAIZAR. Cadena productiva del maíz. En: <http://www.maizar.org.ar> . Consultado 08/11/2018

Martínez-Gómez, *et al.* 2006. Rentabilidad de las generaciones F1, F2 y F3 de híbridos de maíz. *Agro ciencia* 40: 677-685p

ORTIZ T., E., Y A. ESPINOSA C. 1991. *Rendimiento de híbridos de maíz de la Zona de Transición El Bajío-Valles Altos por efecto de la utilización de semilla de generación F1y F2*. Rev. Chapingo 71: 49-5

PASTURAS DE AMERICA 2012. Fisiología del cultivo de maíz. En: <http://www.pasturasdeamerica.com/articulos-interes/notas-tecnicas/>
Consultado:03/7/2016

RITCHIE 1986. *Model Concepts to Express Genetic Differences in Maize Yield Components* Agronomy journal 2003. 186p.

RITCHIE HANWAY 1982 *Escala fenológica del cultivo de maíz*.

ROSSANIGO y Col (2010) *Producción científico-técnica del INTA San Luis*. Ed INTA, 159p

SCHENEITER, J. O. Y CARRETE, J. R. 1998. Evaluación de híbridos de maíz para silaje. Propeno INTA Pergamino. Publicación interna. 7 p.

SENASA 2016, Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Buenos Aires, Argentina

VALENCIA CASTILLO 2011 *El ensilaje: ¿qué es y para qué sirve?* Volumen XXIV. Ed México. 125 p

WATSON, J., SMITH, A.M. 1984. *El ensilaje*. 9a. ed. México. Ed. CECSA. 183 p