



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Trabajo Final de Graduación

Modalidad “Tesina”

Título: “MAÍZ PARA SILO DE PLANTA ENTERA:
EFECTO DE GENOTIPO y ALTURA DE CORTE
EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD PARA
ALIMENTACIÓN ANIMAL”

Tesista: Morand, Victorio.

Asesor: Ing. Agr. (Mgter.) Balbi, Celsa Noemí

Lugar de realización del trabajo: Campo Didáctico Experimental de
la Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE.

Año: 2019

Índice

Introducción	- 4 -
Antecedentes.....	- 6 -
Objetivos generales y particulares	- 9 -
Materiales y Métodos.....	- 10 -
Resultados y discusión	- 13 -
Conclusiones.....	- 20 -
Bibliografía.....	- 21 -

Índice de tablas

Tabla 1. Días desde emergencia a floración y grados días acumulados hasta floración para dos híbridos en Corrientes.....- 15 -

Tabla 2. Tasa de crecimiento del cultivo (TCC) para dos períodos evaluados e índice de cosecha (IC) para cada híbrido en Corrientes.....- 16 -

Tabla 3. Rendimiento por hectárea, peso de 1.000 granos y número de granos por metro cuadrado para dos híbridos en Corrientes.- 16 -

Tabla 4. Rendimiento de silo en MS por hectárea y humedad del material al momento del picado para dos híbridos a dos alturas de corte distintas en Corrientes.- 17 -

Tabla 5. %FDN, %FDA, Digestibilidad de la MS y Energía metabolizable del material ensilado para dos híbridos y dos alturas de corte distintas en Corrientes.- 19 -

Índice de figuras

Figura 1. Precipitación acumulada (mm) a lo largo del ciclo de cultivo para la campaña 2016/2017 en Corrientes. Período crítico para los híbridos 126 y 139.- 13 -

Figura 2. Precipitaciones y temperaturas diarias a lo largo del ciclo de cultivo para la campaña 2016/2017 en Corrientes. Período crítico para los híbridos 126 y 139.- 14 -

Introducción

El maíz es un cultivo de importancia en la zona ganadera de Corrientes por su posibilidad de utilizarse directamente en las raciones como suplemento de la alimentación en la producción animal (Figuerola, 2017).

La superficie de producción en Corrientes es difícil de estimar dado que muchas hectáreas de estos cultivos se derivan a la alimentación de ganado, aproximadamente existen 13 mil hectáreas sembradas de maíz en la campaña 2015/16 (MinAgro, 2017). De igual manera se puede plantear como una región con fuerte potencial para la siembra de maíz, ya que lo viene demostrando por el aumento en superficie cultivada año a año, teniendo mayor ventaja sobre los demás granos (Arias Usandivaras, 2013).

La provincia de Corrientes es la cuarta en producción ganadera a nivel nacional con un stock de 4,7 millones de cabezas y tiene un perfil de gran cantidad de medianos y pequeños productores, donde el 60% del total de productores tiene menos de 100 cabezas. La ganadería bovina ocupa alrededor de 6,3 millones de hectáreas. Existen poco estudios orientados a la cadena de producción animal incluyendo la agricultura como productora de alimentos (Ministerio de Hacienda de la Nación, 2018).

Desde el punto de vista del producto buscado, casi todos los cultivos pueden conservarse como ensilado, aunque los más empleados son los granos de gramíneas y leguminosas, y las plantas de cereales completas, especialmente trigo y maíz. El ensilado es el producto obtenido de la fermentación controlada de los cultivos de alto contenido en humedad. Este proceso recibe el nombre de ensilaje, y el contenido, si se emplea, se llama silo. El primer objetivo esencial para conservar los cultivos por fermentación natural, es lograr condiciones anaeróbicas. En la práctica, se consigue picando el cultivo durante la siega, llenando rápidamente el silo, compactando y cerrando adecuadamente el mismo. Las bacterias ácido lácticas fermentan los azúcares presentes en los cultivos (principalmente glucosa y fructosa) hasta la formación de una mezcla de ácidos, entre los que predomina el láctico (Church y Pond, 1996).

La superficie sembrada con maíz para silaje aumentó de manera significativa desde mediados de la década del 90, acompañando a la creciente intensificación de los sistemas ganaderos, como consecuencia de sus múltiples ventajas tanto agronómicas como nutricionales (Carrete *et al.*, 1997). Es así que la conservación de forraje de calidad mediante la técnica de ensilaje emerge como una alternativa valiosa en los sistemas de producción animal de nuestro país. En este sentido se busca maximizar el volumen de producción y calidad de los silajes de planta entera con el fin de lograr un producto de mejor valor nutricional.

Los tipos de silo en los que el productor ganadero puede elegir fermentar sus forrajes son muy variados, desde los pequeños sacos de plástico, hasta grandes torres cilíndricas construidas de cemento, acero o madera. Siempre que los sacos estén bien cerrados y no se perforen durante el almacenamiento, este método de conservación de hierba es totalmente adecuado (Mc Donald *et al.* 1995).

Los silajes de maíz de planta entera además de aprovechar el 100 % del cultivo, obtienen entre un 40 al 60 % mayor rendimiento energético respecto a la cosecha del grano solamente. El maíz como tiene altos contenidos de azúcares y almidón lo que lo hace un excelente material para obtener una correcta fermentación durante el proceso de ensilado (Fisher y Burns, 1987).

Además de garantizar un elevado valor nutritivo, especialmente energético que permitirá altas producciones de leche y ganancias de peso (Fernández Mayer, 2014).

Dentro de los criterios para elección de los híbridos a sembrar es importante tomar en cuenta el objetivo que se le dará a la producción, en este caso orientado a las necesidades nutricionales del ganado bovino (Satorre *et al.*, 2003).

Por otra parte, nuestra región se caracteriza por su clima subtropical, con altas temperaturas en los meses de verano y moderados niveles de radiación solar (Maddonni, 2012). El régimen pluviométrico podría decirse que es isohidro con tendencia monzónica, concentrando las precipitaciones en los meses estivales (Bruniard, 2000). Debido a ésto, los cultivos son sembrados preferentemente en fechas tempranas y tardías.. Es por ello que se necesita generar información en fechas tardías.

En este marco, con el entendimiento de que los futuros escenarios de producción ganadera en Corrientes tienden a unir la cadena de producción animal con la agricultura que ofrezca alimento diferido, que la expansión de la agricultura y la ganadería hacia el norte obliga a investigar la potencialidad y el comportamiento del cultivo de maíz para silaje, cantidad y calidad del alimento que se conserva; es necesario avanzar hacia la generación de información acerca del comportamiento de diferentes híbridos de maíz a distintas alturas de cortes en el ambiente productivo del NEA.

Antecedentes

Elección de híbridos para silaje

La calidad del silaje (concentración de nutrientes) dependerá del material que usemos para el picado. Si se quiere obtener mayor digestibilidad se debe optar por materiales con alta proporción de grano; si solamente se busca fibra, convendrán materiales con altos rendimientos, restando importancia a la composición de la planta. En la medida que el material utilizado rinda más kg de MS.ha⁻¹, más económico será el kg de silo, ya que disminuyen los costos fijos que al momento de confeccionar la reserva (Royo y Secanell, 2012).

Cuando el destino es el silaje, la caña más hojas juegan un rol igual o más importante que la espiga debido a que aportan entre el 50 al 70 % de la materia seca y a la potencialidad que poseen para mejorar su calidad. En la mayor parte de los casos la elección del híbrido a utilizar se debe hacer tanto por el rendimiento de espiga como por la cantidad y calidad del forraje producido por el resto del vegetal (Syngenta, 2017).

En un trabajo llevado a cabo en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral, en el centro de Santa Fe, Argentina, se encontró que en promedio híbridos de origen tropical mostraron mayores producciones de materia seca por hectárea (22,64 Tn.ha⁻¹) que híbridos de origen templado (19,12 Tn.ha⁻¹), sobre un total de 15 materiales evaluados (Giaveno y Ferrero, 2003).

El mismo trabajo no encontró diferencias significativas para las variables rendimiento en granos por hectárea ni digestibilidad de la materia seca entre híbridos de origen tropical y templado; como si lo hizo para el índice de cosecha siendo menor para materiales tropicales (Giaveno y Ferrero, 2003).

En México, en un ensayo con híbridos tropicales y templados no se observó que las diferencias en la digestibilidad in vitro de plantas enteras, FDN, FDA y LIGNINA estuvieran asociadas con el origen de los híbridos (Nuñez *et. al.*, 2004).

La digestibilidad in vitro de las plantas enteras estuvo determinada principalmente por el porcentaje de mazorca (contenido de grano), mientras que por la digestibilidad in vitro de hojas y tallos tuvo menos relevancia (Nuñez *et. al.*, 2004).

Partición de la materia seca

Para considerar un maíz conveniente, para la producción de silaje de calidad, debe contener por lo menos entre el 30% y el 50% de granos sobre la base de materia seca, debido a lo cual se lo considera una mezcla de forraje y grano, siendo utilizada como

suplemento energético de la ración o como complemento de la dieta (Bragachini *et al.*, 2008).

Romero (2004) menciona en sus trabajos que en el área central de Santa Fe el contenido de la MS en forma de grano no supera el 35-40 %.

Es por esto que es muy importante tener en cuenta la relación entre el contenido de granos y la calidad del resto de la planta. Una baja calidad de la planta o una caída brusca de la digestibilidad (debido a una gran lignificación del tallo) pueden 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 (Romero, 2004).

Momento de picado

La madurez a cosecha afecta la calidad del silaje de maíz porque influye sobre el contenido de humedad y la digestibilidad del resto de la planta. El estado de madurez del maíz para silaje puede determinarse por medio de la localización de la línea de leche (Romero, 2004).

La calidad del silaje de maíz será óptima si se permite el llenado del grano entre 1/2 - 2/3 línea de leche. A partir de entonces, la concentración energética del silo baja como consecuencia de la pérdida de digestibilidad del resto de la planta (Romero, 2004).

Si bien extensivamente se señala un momento óptimo de corte que según el criterio adoptado puede ser madurez fisiológica del cultivo, 35 % de materia seca de la planta entera o de media a un cuarto de línea de leche, este momento varía según el híbrido y el ambiente (Carrete y Scheneiter, 2012).

En una experiencia realizada en INTA Manfredi se observó que la ganancia diaria de peso obtenida con una dieta basada en silaje picado en forma anticipada (dieta 1) fue de 232 gramos por animal, mientras que la conseguida con una dieta basada en el mismo silaje picado en el momento adecuado (dieta 2) fue de 521 gramos por animal. El agregado de un 20% de grano a la dieta 1 mejoró su calidad y permitió alcanzar una ganancia diaria de peso de 477 gramos pero no fue suficiente para lograr la respuesta de la dieta 2 (De León, 2013). Lo que dejó en evidencia que el momento de picado influye más fuertemente en la calidad final del silo que el contenido de grano del mismo.

Altura de corte

Definir la altura de corte determinará para diferentes situaciones el contenido de materia seca, el cual será mayor a medida que se coseche más alto (considerando que el agua se acumula en la base del tallo); el volumen a cosechar, a medida que levantemos la plataforma, el volumen será menor, pero se optimizará la calidad nutricional y la pureza del material (Monge y Clemente, 2014).

Puede existir, además, un efecto combinado entre momento y altura de cosecha, ya que las diferencias en porcentaje de materia seca de la planta se acentúan con el avance de la madurez del cultivo (Carrete y Scheneiter, 2012).

La altura de corte va a depender en cierta medida de la altura de la planta que se vaya a picar, considerando que, si se trata de un sorgo de bajo porte, será menor que en un maíz de los denominados tropicales que tienen una altura considerable (Bragachini *et al.*, 2008).

Carrete y Scheneiter (2012) mencionan que elevar la altura de cosecha desde el nudo 1 al nudo 3, en cualquier momento de cosecha, implica disminuir entre un 4 a un 15 % de forraje, entre el nudo 3 y el 5 entre un 10 y un 20 % y entre el nudo 1 y el 5, entre un 20 y un 25 % de forraje.

Los mismos autores citan una mayor influencia de la altura de corte sobre la digestibilidad en cosechas tardías respecto del corte en momentos intermedios y tempranos.

En Rafaela, provincia de Santa Fe, Argentina Romero y Bruno (1998) observaron que pasando de una altura de corte de 10-15 cm a 45-50 cm tenían una disminución de 25 % de producción, pero con sustanciales aumentos en la calidad.

Estudios realizados en la E.E.A Rafaela determinaron que, por cada centímetro de aumento en la altura de corte por encima de 15 cm del suelo, se pierden 130 kg MS/ha, pero se incrementa la calidad (66, 69 y 71 % de digestibilidad de la planta cortada a 15, 30 y 45 cm de altura, respectivamente) (Romero, 2004).

Una mayor altura de corte es utilizada frecuentemente para aumentar el contenido de almidón del silo y mejorar la digestibilidad de la fibra detergente neutro (DFDN). Investigaciones muestran que incrementando la altura de corte en 30 cm se puede lograr un aumento de 2-3% en el contenido de almidón y de 2-4% en la DFDN dependiendo del híbrido y la época de siembra (Pionner. Du Pont, 2014).

Objetivos generales y particulares

General.

Generar información sobre el comportamiento agronómico y la calidad nutricional de silo de planta entera de dos genotipos y dos alturas de corte de maíz sembrado en fecha tardía en Corrientes.

Particulares.

Registrar variables meteorológicas del ambiente del ensayo (temperaturas y precipitaciones).

Realizar el seguimiento fenológico del cultivo para compatibilizar los momentos óptimos de corte y picado.

Cuantificar los componentes ecofisiológicos y numéricos de ambos genotipos.

Analizar características químicas de calidad (FDN, FDA) de picado en los diferentes genotipos y alturas de corte.

Estimar valores de energía metabolizable (EM) y digestibilidad de la materia seca (DIGMS) a partir de los valores de FDN.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en el Campo Didáctico Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE, en la localidad de Corrientes. El sitio se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas geográficas: Latitud: 27° 28'27.23" S; Longitud: 58° 47' 00.66" O; Altitud: 50 m.s.n.m.

El clima de la región se encuentra caracterizado como subtropical o templado cálido, correspondiente a los “bosques siempre verdes” de tipo mediterráneo (Bruniard, 2000). Por sus características, según Köppen, corresponde a Climas Templados Húmedos (De Fina y Ravelo, 1985; Strahler y Strahler, 1997).

El suelo se encuentra clasificado como Udipsament ácuico hipertérmico de la serie Ensenada Grande (Escobar *et al.*, 1994).

Materiales genéticos:

Se evaluaron dos híbridos de maíz caracterizados como germoplasma tropical por templado y tropical. La densidad de siembra fue la recomendada por la empresa semillera para cada uno de los híbridos, siendo de 72.000 plantas por hectárea para 126 y 55.000 plantas por hectárea para 139.

Se utilizaron los híbridos cuyas características agronómicas se nombran a continuación:

- 139: Híbrido simple tropical ciclo completo, con tecnología Bt contra lepidópteros y coleópteros, y resistencia al herbicida glifosato.
- 126: Híbrido simple tropical por templado, ciclo corto, con tecnología Bt contra lepidópteros y coleópteros, y resistencia al herbicida glifosato.

La siembra se realizó en fecha tardía el día 15 del mes de diciembre, luego de un barbecho químico con glifosato. El control de malezas, se efectuó con herbicidas pre-emergentes (atrazina y s-metolacoloro) y glifosato aplicados inmediatamente posterior a la siembra. Se controlaron las plagas y enfermedades según su aparición.

Para ensilar el material vegetal se confeccionaron “micro silos” experimentales de tubos de PVC (policloruro de vinilo) de 50 cm de longitud y 11 cm de diámetro; cerrados herméticamente por sus extremos con tapas de PVC (adaptado de Laurella *et al.*, 2017).

El picado de la planta se realizó con una corta picadora estática de la ERAGIA Corrientes y para su confección se fue cargando el picado a la vez que se compactaba,

buscando una densidad de $0,8 \text{ gr.cm}^{-3}$ y luego se cerró herméticamente el tubo para que no ingrese aire que pueda ser perjudicial para el ensayo.

A partir los 30 días se realizaron las correspondientes mediciones de composición química.

El cultivo se realizó sin limitantes nutricionales (lo que se logró mediante fertilizaciones periódicas con previo análisis de suelo), ni hídricas (lo que se logró a partir de riego por goteo).

Diseño experimental:

En el lote se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar con dos tratamientos correspondientes a dos alturas de corte de 15 cm (H1) y 30 cm (H2) desde el suelo; y dos materiales genéticos con cuatros repeticiones cada uno. Las parcelas se diseñaron de un tamaño de 8 surcos distanciados a 52 cm y 6 m de longitud. Las determinaciones se realizaron siempre, sobre los seis surcos centrales de cada parcela, respetando las borduras.

Mediciones:

Se registraron los estados fenológicos (Ritchie y Hanway, 1982).

Biomasa:

- Se realizaron muestreos de planta entera en R1, 15 días después y en cosecha, en dos metros lineales de surco (1 m^2). Luego se secaron en estufa a 65°C hasta peso constante (aprox. 72 horas). Cada sección de la planta se pesó por separado para registro de la partición de asimilados.

- Materia seca del picado de planta entera en media línea de leche y grano lechoso-pastoso (utilización para silo de planta entera para maíz). Se cosecharon 2 m^2 de cada parcela, cortando a dos alturas diferentes, 15 cm y 30 cm del suelo, eliminando las borduras (líneas laterales). Se pesó en verde y luego se secó en estufa a 65°C hasta peso constante para luego pesarlo nuevamente.

Rendimiento en grano: Cuando los granos alcanzaron una humedad de aproximadamente 25%, se recolectaron manualmente las espigas de un área de 1 m^2 de la zona central de cada parcela para cuantificar el rendimiento final (Kg.ha^{-1}) de grano en base seca. El peso seco de grano se calculó para 1000 granos secados a estufa con

circulación forzada de aire (65° C), hasta peso constante. El número de granos m² se calculó mediante el cociente entre rendimiento de grano y el peso del grano (base seca).

Calidad del forraje ensilado: Los materiales picados y ya ensilados fueron analizados en el Laboratorio del CETEPRO del Ministerio de Producción de Corrientes para los siguientes parámetros químicos: Materia seca (MS) por gravimetría, Fibra detergente neutro (FDN), Fibra detergente ácido (FDA) (Van Soest *et al.*, 1991). Se utilizó el método de Van Soest *et al.* (1991) que divide los carbohidratos por su disponibilidad nutricional, describiéndolos así en forma más real y práctica desde el punto de vista de la utilidad de los carbohidratos.

También se calculó la Digestibilidad de la materia seca y la Energía Metabolizable en Mcal.Kg⁻¹ a partir de los valores de Fibra en Detergente Ácido; para ello se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$\text{DIGMS} = 88,9 - 0,779 * \% \text{FDA} \text{ (Rohweder } et al., 1978)$$

$$\text{Energía Metabolizable} = \text{DIGMS} / 100 * 3,61 \text{ (NRC, 1998).}$$

Los análisis y cálculos se realizaron a 16 microsilos correspondientes a 2 alturas de corte y 2 híbridos en 4 repeticiones.

Los datos relevados se analizaron con el software estadístico INFOSTAT (versión 2.1, Di Rienzo, 2008). Se realizó análisis de la varianza y test de Fisher para establecer diferencias entre medias de tratamientos.

Resultados y discusión

Características de la campaña

En la campaña 2016-2017 se sucedieron abundantes lluvias con una distribución muy pareja a lo largo del ciclo del cultivo (fig. 1). Se registraron 1138,5 mm acumulados desde el 15/12/2016 hasta el 22/04/17 período entre siembra y cosecha (Fig. 2); la máxima temperatura diaria registrada fue de 33° C correspondiente al día 09/01/2017, la mínima temperatura diaria registrada fue de 16,3° C el día 27/04/2017(Fig. 1).



Figura 1. Precipitación acumulada (mm) a lo largo del ciclo de cultivo para la campaña 2016/2017 en Corrientes. Período crítico para los híbridos 126 y 139.

Se detalla también el momento de floración (R1) y el período crítico comprendido entre quince días antes y quince días después de R1 para cada híbrido (Andrade,2002) (Fig. 1 y 2).

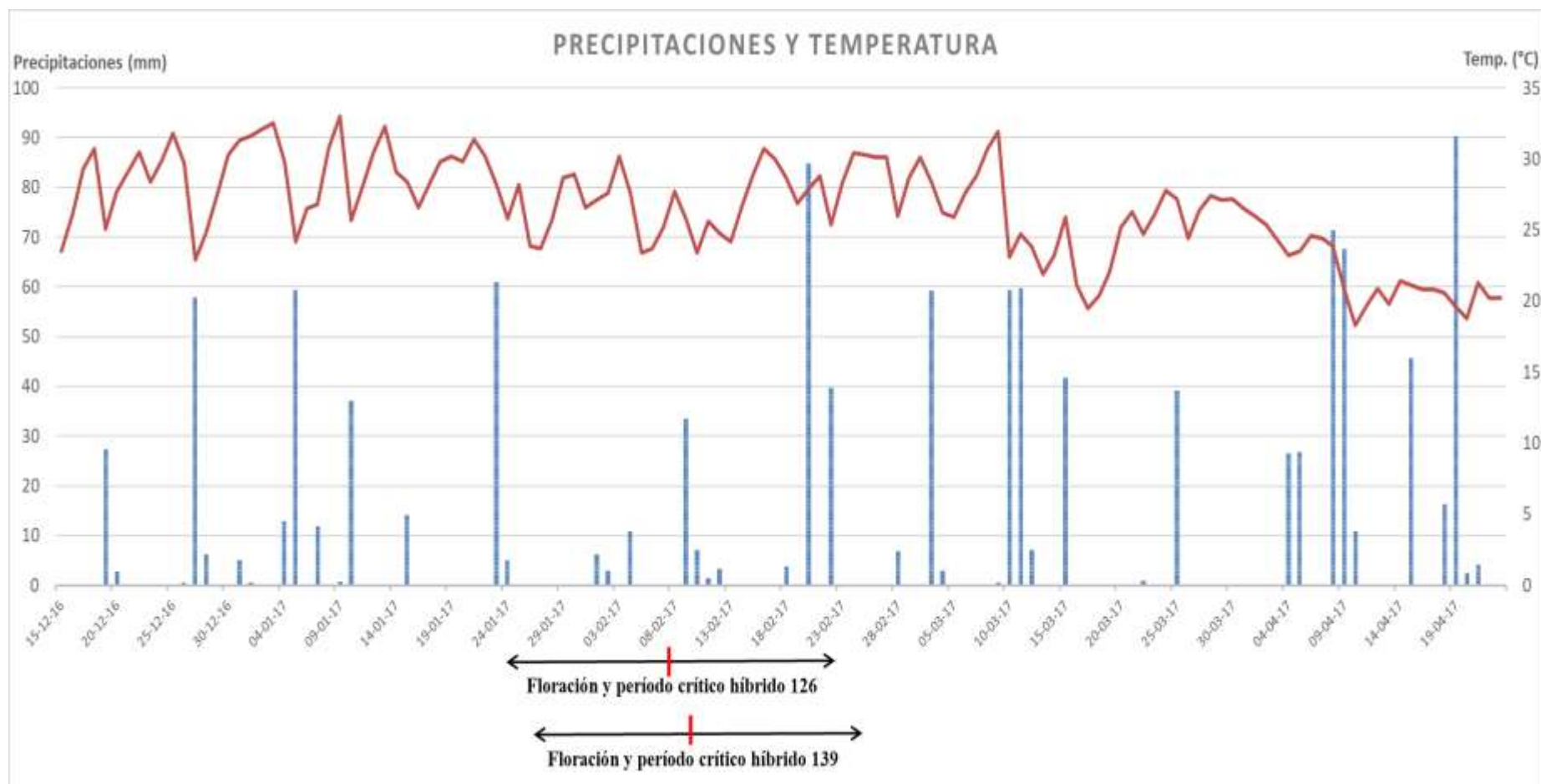


Figura 2. Precipitaciones y temperaturas diarias a lo largo del ciclo de cultivo para la campaña 2016/2017 en Corrientes. Período crítico para los híbridos 126 y 139.

Fecha de floración

Se considera que el cultivo de encuentra en fase de floración cuando los estigmas son visibles en más del 50% de las plantas (Ritchie y Hanway, 1982). El tiempo térmico se calculó con temperatura base de 10 °C (Andrade y Sadrás, 2002).

Tabla 1. Días desde emergencia a floración y grados días acumulados hasta floración para dos híbridos en Corrientes.

Híbrido	Días desde emergencia a floración	GD acumulados hasta floración
126	52,5 A	1.051,4 A
139	54,7 B	1.090,2 B
Fuente de variación	p valor	
HIB	0,0308	0,0356
LSD (0.05) HIB	2,17716	35,16295
Cv	2,35	1,90

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente (P Valor $>0,05$).

Se halló diferencia significativa entre ambos híbridos en lo que respecta a cantidades de días desde emergencia a floración (p -valor=0,0308). Siendo más precoz 126 con 52,5 días promedio para las parcelas evaluadas. 139 acusó un valor de 54,7 días (tabla 2).

Un comportamiento similar se observó para los Grados Días acumulados a floración (p -valor=0,0356). El híbrido 126 acumuló 1.051,4 GD a la floración y el híbrido 139 1.090,2 GD (tabla 2).

Tasa de crecimiento del cultivo e índice de cosecha

Para el período que abarca desde floración del cultivo (R1) hasta 15 días posteriores no se encontraron diferencias significativas entre híbridos (p -valor=0,7673). Registrándose tasas de crecimiento promedio de 4,63 g.día⁻¹.planta⁻¹ para el material 126 y de 4,78 g.día⁻¹.planta⁻¹ para 139 (tabla 2).

No fue así para el período comprendido entre 15 días posteriores a floración y cosecha, en el cuál la tasa de crecimiento del cultivo si arrojó diferencias significativas estadísticamente entre híbridos (p -valor=0,0041). Siendo ésta de 1,33 g.día⁻¹ para 126 y 2,38 g.día⁻¹ para 139 (tabla 2); diferencia a favor de éste último que podría explicarse bien por un periodo de llenado de granos más largo, por un retraso en la senescencia foliar o bien ambos; hecho que se hizo evidente a campo por permanecer el material 139 más tiempo verde que 126.

No se encontraron diferencias significativas entre híbridos para el índice de cosecha (p -valor=0,1205) a diferencia de Giaveno y Ferrero (2003), quienes reportan un menor IC para materiales tropicales en el centro de Santa Fe. El híbrido 126 mostró un IC promedio de 0,53 y el material 139 un IC promedio de 0,46; valores superiores a los encontrados por Romero (2004) en Santa Fe, pero similares a los citados por Andrade y Sadrás (2002) para maíces graníferos templados.

Tabla 4. Tasa de crecimiento del cultivo (TCC) para dos períodos evaluados e índice de cosecha (IC) para cada híbrido en Corrientes.

Híbrido	TCC R1 a R1+15 (g.día ⁻¹)	TCC R1+15 a Cosecha (g.día ⁻¹)	IC
126	4,63 A	1,33 A	0,53 A
139	4,78 A	2,38 B	0,46 A
Fuente de variación		p valor	
HIB	0,7673	0,0041	0,1205
LSD (0.05) HIB	1,18513	0,57167	0,08794
Cv	14,57	17,86	10,32

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente (P Valor >0,05).

Rendimiento en grano

La diferencia entre híbridos fue significativa para rendimiento (p -valor=0,0049) y número de granos (p -valor=0,0114), en contraposición a lo hallado por Giaveno y Ferrero (2003) quienes no encontraron diferencias significativas para la primera de las variables. No se hallaron diferencias significativas para el peso de los 1.000 granos (p -valor=0,0114). El rendimiento mayor para el híbrido 126 se debió a la mayor cantidad de granos por metro cuadrado por su densidad de plantación mayor respecto al 139, considerando que el peso de 1.000 granos de ambos híbridos fue similar (Tabla 3).

Tabla 7. Rendimiento por hectárea, peso de 1.000 granos y número de granos por metro cuadrado para dos híbridos en Corrientes.

Híbrido	Rendimiento (Kg.Ha ⁻¹)	Peso 1000 granos (gramos)	Número de granos.m ⁻²
126	8.418,81 A	280,63 A	3.017,75 A
139	6.061,51 B	281,25 A	2.155,50 B
Fuente de variación		p valor	
HIB	0,0049	0,9597	0,0114
LSD (0.05) HIB	1.332,31	29,00	587,04
Cv	10,64	5,97	13,12

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente (P Valor >0,05).

Estos resultados son coincidentes con la baja plasticidad del maíz frente una disminución de densidad de plantas (Andrade y Sadras, 2002) y al hecho de que el material 126 es un híbrido tropical por templado, de menor tamaño final de planta y que soporta una mayor densidad de siembra, entregando así mayor rendimiento en número de granos por hectárea respecto al material 139, cuyo porte de planta es mayor.

Rendimiento y humedad de silo

A diferencia de lo hallado por Giaveno y Ferrero (2003) en Santa Fe donde híbridos de origen tropical mostraron mayor producción de MS que materiales templados en el presente trabajo el rendimiento de silo medido en Kg de materia seca por hectárea fue significativamente mayor para el híbrido templado 126 (p -valor $<0,0001$), probablemente debido a su mayor densidad de siembra, comportamiento que se condice con el de la variable rendimiento en grano analizada anteriormente (Tabla 3).

Tabla 10. Rendimiento de silo en MS por hectárea y humedad del material al momento del picado para dos híbridos a dos alturas de corte distintas en Corrientes.

Híbrido	Altura de corte	Rendimiento de silo (Kg MS.ha ⁻¹ .)	Humedad (%)
126	H1	24.391 A	67,25 A
	H2	23.542 A	68,00 A
139	H1	9.724 B	73,75 B
	H2	10.162 B	74,75 B
Fuente de variación		p valor	
HIB		<0,0001	<0,0001
TRAT		0,8874	0,8088
HIB X TRAT		0,6585	0,1089
LSD (0.05) HIB		3.093,91848	1,10070
LSD (0.05) TRAT		3.093,91848	1,10070
LSD (0.05) HIB X TRAT		4.375,46147	1,55662
Cv		16,75	1,42

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente (P Valor $>0,05$).

Respecto de la humedad del picado de planta entera, se encontraron diferencias entre híbridos (p -valor $<0,0001$), siendo menor para el material 126 probablemente por ser este de ciclo más corto con énfasis en el llenado de granos. Considerándose que éste alcanzó la floración 2,2 días promedio antes que 139 (Tabla 1) y que el picado se realizó 5 días antes para lograr la humedad de silo buscada, la mayor humedad de 139 puede deberse a una fase de llenado de granos más larga de este último o estar correlacionado con su mayor capacidad para mantenerse verde observada a campo en este ensayo respecto a 126.

También cabe aclarar que, si bien la media línea de leche fue el criterio adoptado a campo para establecer el momento óptimo de picado para ambos híbridos por igual, el

material 139 acumuló un 26,25%MS en promedio al momento del corte, valor menor que el 32,38%MS de 126. Ésta diferencia posiblemente esté asociada a factores genéticos.

No se encontraron diferencias estadísticas en el rendimiento del silo para los tratamientos “alturas de corte” en ninguno de los dos materiales evaluados; a diferencia de lo hallado por Romero y Bruno (1998) que afirman que pasar de la altura de corte de 10-15 cm a 45-50 cm puede reducir el rendimiento del forraje un 25%; y lo hallado por Carrete y Schneider (2012) y Romero (2004) que reportan importantes pérdidas de rendimiento en MS al aumentar la altura de corte. Probablemente esto se deba a que la diferencia de altura de corte de los tratamientos planteada en el presente trabajo (de casi la mitad de la utilizada por Romero y Bruno) no fue suficiente para provocar cambios significativos estadísticamente en la producción de MS por hectárea.

Tampoco se encontraron diferencias estadísticas en el porcentaje de humedad para los tratamientos “alturas de corte” como si reportan Monge y Clemente (2014).

Dado que la diferencia en altura entre el corte a 15 cm y 30 cm no fueron suficiente para generar cambios significativos en el contenido de humedad y rendimiento del silo para las condiciones de cultivo del presente ensayo, investigación posterior será necesaria para evaluar el efecto de mayores diferencias de altura de corte o bajo distintas condiciones de cultivo.

Calidad nutricional del silo

No se encontraron diferencias significativas para los tratamientos altura de corte en ninguno de los dos híbridos ensayados ni para ninguna de las variables evaluadas (Tabla 5), a diferencia de lo encontrado por Romero (2004) en sus trabajos donde alturas de corte de 15 y 30 cm arrojaron valores de 66 y 69 % de digestibilidad respectivamente.

En contraste con lo encontrado por Nuñez *et al.* en México donde parámetros de calidad no estuvieron asociados al origen del germoplasma, el %FDN mostró diferencias significativas entre los silos de los distintos híbridos (p -valor=0,0005) y el %FDA mostró un comportamiento similar a la variable anterior (p -valor=0,0260); el %FDN fue inferior para el híbrido 126 y el %FDA mostró un comportamiento opuesto, siendo menor para el híbrido 139 (Tabla 5). Este comportamiento, sumado a la diferencia de humedad puede deberse a una lignificación de los tejidos mucho más lenta en el híbrido 139 o bien que este proceso de deposición de la misma se dé más avanzado el ciclo fenológico o bien no se dé nunca.

Tabla 13. %FDN, %FDA, Digestibilidad de la MS y Energía metabolizable del material ensilado para dos híbridos y dos alturas de corte distintas en Corrientes.

Híbrido	Altura de corte	FDN (%)	FDA (%)	Digestibilidad de la MS (%)	Energía Metabolizable (Mcal.Kg ⁻¹)
126	H1	46,11 A	29,42 A	65,99 A	2,38 A
	H2	44,72 A	27,95 A	67,13 A	2,42 A
139	H1	58,02 B	23,95 A	70,24 A	2,54 A
	H2	56,56 B	23,33 A	70,73 A	2,55 A
Fuente de variación		p valor			
HIB		0,0005	0,0260	0,0260	0,0261
TRAT		0,5865	0,6087	0,6078	0,6102
HIB X TRAT		0,9888	0,8356	0,8359	0,8404
LSD (0.05) HIB		5,53091	4,32653	3,36984	0,12176
LSD (0.05) TRAT		5,53091	4,32653	3,36984	0,12176
LSD (0.05) HIB X TRAT		7,82189	6,11864	4,76567	0,17220
Cv		9,89	15,18	4,51	4,52

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente (P Valor $>0,05$).

Si bien el híbrido 139 posee un mayor porcentaje de fibra detergente neutro, su menor porcentaje de fibra en detergente ácido permite dilucidar qué gran porcentaje de esta fibra corresponde a hemicelulosa, su parte más digestible (Van Soest y Wine, 1967). Y se debe a esto que la digestibilidad de la materia seca arrojó valores mayores para el híbrido 139.

A diferencia de lo encontrado por Nuñez *et al.* (2004) en su trabajo, donde la digestibilidad in vitro de plantas enteras no estuvo asociada al origen del germoplasma, en este ensayo la Digestibilidad de la Materia Seca mostró diferencias significativas entre híbridos (p -valor= 0,0035) siendo la media de 66,56% para el material 126 y de 70,48% para 139. Es por esto último que la Energía Metabolizable también mostró una diferencia significativa para los distintos híbridos, siendo la media para el 126 de 2,4 Mcal.Kg⁻¹ y para el 139 de 2,54 Mcal.Kg⁻¹.

Conclusiones

El híbrido 126, de ciclo más corto en dos días a R1, mostró mejor comportamiento agronómico logrado principalmente por una mayor producción total de biomasa y un mayor número de granos por metro cuadrado dado que su menor porte permite una mayor densidad de siembra.

Por otra parte, el híbrido 139 mostró una mejor calidad nutricional ya que los valores de FDA fueron menores que los del híbrido 126. Es por este mismo motivo que los datos de EM y Digestibilidad calculados fueron mayores en el híbrido 139.

Respecto de las alturas de corte, no se encontraron diferencias en rendimiento de silo ni en calidad nutricional en ningún material, con lo cual la decisión de la altura de corte debería pasar por la importancia de la necesidad de dejar mayor cantidad de rastrojos en el sistema productivo.

Bibliografía

- Andrade, F. H., & Sadras, V. O. (2002). *Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja*. Balcarce, Argentina: Ediciones INTA.
- Arias Usandivaras, L. (2013). Elección de híbridos, fertilización y densidad de siembra en maíz en Lomadas Arenosas de Corrientes. *Noticias y Comentarios*(502).
- Bragachini, M., Cattani, P., Gallardo, M., & Peiretti, J. (2008). *Forrajes conservados de alta calidad y aspectos relacionados al manejo nutricional*. Manfredi, Córdoba: Ediciones INTA.
- Bruniard, E. (2000). Los regímenes climáticos y la vegetación natural aportes para un modelo fitoclimático mundial. *Publicacion Especial*(16), 79.
- Carrete, J. R., & Scheneiter, O. (2012). Maíz para silaje. En G. H. Eyherabide, *Bases para el manejo del cultivo de maíz* (págs. 219-234). Pergamino: Ediciones INTA.
- Carrete, J., Schneiter, J., Rimieri, P., & Devito, C. (1997). Maíz para silaje: efecto del momento de cosecha sobre la producción y el valor nutritivo del forraje. *Revista de Tecnología Agropecuaria*, 2(6), 2-5.
- Church, D. C., & Pond, W. (1996). *Fundamento de nutrición y alimentación de animales domésticos*. México: Limusa.
- De Fina, A., & Ravelo, A. (1985). *Climatología y fenología agrícolas*. Bs. As.: EUDEBA.
- De León, M. (2013). Silajes en la recría. En C. Feldkamp, & M. Suárez (Ed.), *Recría vacuna*. Buenos Aires: AACREA.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C. (2008). *InfoStat, versión 2008*. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.
- Escobar, E., Ligier, D., Melgar, M., Matteio, H., & Vallejos, O. (1996). Mapa de suelos de los departamentos de Capital, San Cosme e Itatí de la Provincia de Corrientes, Argentina. *Publicación del Convenio del INTA-ICA y Provincia de Corrientes-CFI*, 129.
- Fernández Mayer, A. (2014). *Impacto de los silajes de planta entera (maíz o sorgo) en los sistemas de engorde intensivos (pastoril y a corral)*. Recuperado el 11 de Octubre de 2017, de Instituto Nacional de Tecnología: <http://www.inta.gob.ar>
- Figueroa, E. A. (2017). *Maíz. Respuesta a fuentes de nitrógeno y azufre*. Recuperado el 15 de Octubre de 2017, de Profertil. Vida para nuestra tierra: <https://www.profertilnutrientes.com.ar/>
- Fisher, D. S., & Burns, J. C. (1987). Quality Analysis of Summer-Annual Forages. II. Effects of Forage Carbohydrate Constituents on Silage Fermentation. *Agronomy Journal*, 79(2), 242-248. doi:10.2134/agronj1987.00021962007900020014x

- Giaveno, J., & Ferrero, C. (2003). Introduction of tropical maize genotypes to increase silage production in the central area of Santa Fe, Argentina. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 3(2), 89-94.
- Laurella, E. D., Jovtis, M. L., Cazón, S., Steimberg, M. R., Vieyra, C. A., Caminos, N. H., & Díaz, M. G. (2017). Composición química comparativa entre ensilaje de cebada y centeno. *Revista Argentina de Producción Animal*, 37(Supl. 1), 344.
- Maddonni, G. A. (2012). Analysis of the climatic constraints to maize production in the current agricultural region of Argentina, a probabilistic approach. *Theoretical and Applied Climatology*, 107, 325-345.
- Mc Donald, P., Edward, R., & Greenhalgh, J. F. (1995). *Nutrición Animal* (Quinta ed.). Madrid: Acribia.
- MinAgro. (2017). Recuperado el 06 de 12 de 2017, de Ministerio de Agroindustria de la Nación.
- Ministerio de Hacienda de la Nación. (2018). *Corrientes. Informes productivos provinciales*. Buenos Aires.
- Monge, J. L., & Clemente, G. (2014). Calidad de silaje. 5° *Jornada nacional de forrajes conservados. Recopilación de presentaciones técnicas* (págs. 139-144). Manfredi: Ediciones INTA.
- National Research Council. (1998). *Nutrient requirements of bovine* (Décima ed.). Washington, DC.: National Academy Press.
- Núñez, H. G., Contreras, G. F., & Faz, C. R. (2004). Producción, composición química y digestibilidad in vitro de híbridos de maíz de origen tropical y templado en la región semiárida de México. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 8(1).
- Pionner. Du Pont. (2014). *The Silage zone manual*. (B. Mahanna, Ed.)
- Ritchie, S. W., & Hanway, J. J. (1982). How a Corn Plant Develops. *Special Report N°48, Iowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension Service*.
- Rohweder, D. A., Barnes, R. F., & Jorgensen, N. (1978). Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. *Journal Animal Science*(47), 747-759.
- Romero, L. A. (2004). *Silaje de maíz*. Recuperado el 15 de Enero de 2019, de Sitio Argentino de Producción Animal: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/05-silaje_maiz.pdf
- Royo, L., & Secanell, E. (2012). Norte de Santa Fe. Confección y calidad de silaje. *Voces y Ecos*, 29, 18-22.

- Satorre, E. H., Benech Arnold, R., Slafer, G. A., De la Fuente, E. B., Miralles, D. J., Otegui, M. E., & Savin, R. (2003). *Producción de granos: Bases funcionales para su manejo*. Bs. As.: EUDEBA.
- Strahler, A. N., & Strahler, A. H. (1997). *Geografía Física* (Tercera ed.). Barcelona: OMEGA.
- Syngenta. (11 de Octubre de 2017). *Silaje de Maíz*. Obtenido de Syngenta Argentina: <https://www.syngenta.com.ar/silaje-de-maiz>
- Van Soest, P. J., & Wine, R. H. (1967). Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. *Journal of the association of Official Analytical Chemist*, 50(1), 50-55.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & A., L. B. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597.