



CREER...CREAR...CRECER

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

Trabajo Final presentado para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo
Modalidad: Investigación

**“EVALUACIÓN DE CALIDAD EN SILOS DE DISTINTOS
HÍBRIDOS DE MAÍZ CON INTROGRESIÓN DE
GERMOPLASMA TROPICAL”**

MARIANA BELÉN TROSSERO

DNI: 35.672.054

Directora: Méd. Vet. María Eugenia Ortiz
Co-directora: Méd. Vet. María Valeria Coniglio

Río Cuarto- Córdoba

Diciembre 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título de Trabajo Final: “Evaluación de calidad en silos de distintos híbridos de maíz con introgresión de germoplasma tropical”.

Autora: Mariana Belén Trossero

DNI: 35.672.054

Directora: María Eugenia Ortiz

Codirectora: María Valeria Coniglio

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias del Jurado

Evaluadores:

Fecha de Presentación: ___/___/___

Aprobado por Secretaria Académica: ___/___/___

Secretario Académico

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a mi familia por haberme formado como persona y por haberme inculcado todos los valores para ser una persona de bien y poder brindar lo mejor de mí.

A mi padre Juan José, por ser mi guía, mi apoyo incondicional, por su voto de confianza, por su amistad, por creer en mí, por inspirarme.

A mi madre Sonia Bibiana, por sus oraciones, por sus palabras, que me incentivaron a buscar mi mejor versión.

A mi hermana Dayana, por la convivencia durante la carrera y por transitar este camino juntas.

A mis abuelos, por estar siempre, por su hermosa mirada de orgullo.

A todos los amigos y compañeros, que con sus deseos y vivencias compartidas han aportado el crecimiento más grande que he experimentado al día de hoy.

AGRADECIMIENTOS

Eterno agradecimiento a toda mi familia por sus esfuerzos, y por haberme dado la posibilidad de formarme en la carrera que escogí, brindándome todo necesario para abocar mis energías y deseos en lograr este objetivo.

A la Universidad Nacional de Río Cuarto, que abrió sus puertas ofreciendo las herramientas necesarias para poder formarme y desarrollar una vida profesional.

A todos mis amigos, compañeros y personas que me he cruzado en este camino y que han hecho de él, un camino más placentero.

Profundo agradecimiento a María Eugenia Ortiz y María Valeria Coniglio, que, por su experiencia, profesionalismo y humanidad, me han guiado, acompañado e incentivado en este tramo final de mi carrera; un tramo que sin lugar a dudas considero el más importante para lograr la meta tan anhelada.

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS	II
ÍNDICE DE FIGURAS	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Generalidades.....	1
1.2 Concepto de silaje.....	2
1.3 Aspectos a tener en cuenta para la producción de silaje de maíz	2
1.3.1 Material Vegetal	3
1.3.2 Momento de corte o cosecha.....	4
1.3.3 Tamaño de picado y altura de corte	4
1.3.4 Acciones para realizar un buen silo	5
1.3.4 Procesos que ocurren en la conservación de forraje succulento.....	5
2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	7
3. MATERIALES Y MÉTODOS	8
3.1 Ensayo experimental.....	8
3.2 Material vegetal	9
3.3. Desarrollo en Laboratorio	10
3.3.1 Confección de Microsilos	10
3.3.2 Acondicionamiento del material	11
3.3.3 Determinación de parámetros de calidad	12
3.4 Análisis estadístico	14
3.4.1 Análisis Estadístico Multivariado.....	14
3.4.2 Análisis Estadístico univariado.....	15
4. RESULTADOS	16
5. DISCUSIÓN	23
6. CONCLUSIONES	25
7. BIBLIOGRAFÍA	26

ÌNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Genotipos hÌbridos de maÌz evaluados en el ciclo agrÌcola 2014/2015	10
Cuadro 2. Valores de calidad obtenidos en los silajes de diferentes hÌbridos de maÌz ensilados.	16
Cuadro 3. Media, error estÌandar y coeficiente de variaci3n (cv), valor mÌnimo y valor mÌximo de cuatro caracteres relacionados con la aptitud silera de ocho hÌbridos de maÌz evaluados .	17
Cuadro 4. Autovectores (e1 y e2) de cada variable en el anÌlisis de componentes.....	18
Cuadro 5. Correlaci3n entre los caracteres de calidad nutricional de ocho hÌbridos de maÌz evaluados en el laboratorio de nutrici3n animal de la FAV en la UNRC	19
Cuadro 6. Cuadrado medio y significancia de la varianza de las cuatro variables relacionadas con la calidad de ensilaje de ocho hÌbridos de maÌz evaluados en el laboratorio de nutrici3n animal de la FAV de la UNRC.	20

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Imagen satelital de la empresa Don Atilio. Murphy, San Fe.....	8
FIGURA 2. Posición de la línea de leche en los granos de maíz recomendada.....	9
FIGURA 3. Microsilos en bolsas de plástico transparente.	11
FIGURA 4. Almacenamiento de microsilos en cajas durante 30 días.	11
FIGURA 5. Molino tipo Wiley con criba de 1mm.	12
FIGURA 6. Estufa del laboratorio de Nutrición Animal de la FAV, UNRC.....	12
FIGURA 7. Neutralizador y Destilador semiautomático de Kjeldahl para análisis de proteína bruta.	13
FIGURA 8. Digestor de fibra en el Laboratorio de Nutrición Animal de la FAV de la UNRC.	13
FIGURA 9. Preparación de silaje de maíz en solución acuosa y medición de pH (derecha).	14
FIGURA 10. Análisis de componentes principales, realizado con cuatro caracteres relacionados con la calidad de ensilaje.	18
FIGURA 11. Análisis de conglomerados de los cuatro caracteres de calidad, en los ocho híbridos evaluados en el laboratorio de la FAV, en la Universidad Nacional de Río Cuarto.	19
FIGURA 12. Porcentaje de Materia Seca del material ensilado	21
FIGURA 13. Determinación de pH del material ensilado, posterior a la apertura de los microsilos.....	21
FIGURA 14. Porcentaje de Proteína Bruta (PB), de los diferentes materiales híbridos evaluados en el laboratorio, luego de sus 30 días de almacenamiento en microsilos.	22
FIGURA 15. Porcentaje de fibra detergente ácida (% FDA), del material ensilado luego de la apertura de los microsilos.	22

RESUMEN

En producción bovina la elaboración de silajes se convierte en una de las principales técnicas que permiten optimizar el uso de los recursos forrajeros producidos. Uno de los cultivos más utilizados para su conservación (silaje) es el maíz (*Zea mays L*), esto se debe a que el mismo posee alto rendimiento de biomasa aérea y alto contenido de carbohidratos que favorecen el proceso fermentativo. El silaje es una técnica de conservación de forraje húmedo, este tipo de reserva permite el desarrollo de un complejo de microorganismos en un ambiente sin oxígeno. Los materiales especialmente desarrollados para silaje de maíz poseen tallos más finos y permiten que el grano llegue al estadio de grano pastoso duro, con este desarrollo genético en híbridos para maíz denominado *staygreen* logra que el vegetal mantenga sus tallos y hojas verdes por más tiempo y asegura una reserva con bajo contenido de fibra indigestible y alta concentración energética. El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad nutricional de silajes de diferentes híbridos de maíz ensilados en microsilos de bolsas de polietileno y posteriormente determinar la composición química del material ensilado mediante %MS, FDA, PB y pH, y por último comparar los resultados obtenidos de cada híbrido. El material vegetal que se utilizó se obtuvo del campo experimental y demostrativo del criadero Don Atilio (Santa Fe). Se evaluó la composición química de los silos, cinco híbridos experimentales de maíz obtenidos del cruzamiento de líneas de gran capacidad productiva en materia seca, con líneas de alto valor nutritivo y tres híbridos comerciales. El proceso en el laboratorio, se realizó en 3 bloques completos con tres repeticiones al azar. Se empleó el programa Info Stat para los análisis univariados y multivariados. Los datos obtenidos en el ensayo permitieron observar que no se encontraron diferencias significativas entre los caracteres pH y FDA en los ocho híbridos de maíz evaluados. Particularmente los híbridos con introgresión de germoplasma tropical presentaron valores óptimos de MS presentando diferencias significativas con los híbridos comerciales. Sólo dos híbridos analizados se diferenciaron del resto por sus elevados valores de PB y por último la elaboración de microsilos con bolsas de polietileno y máquina de vacío permitió obtener material ensilado adecuado para evaluar la calidad de los diferentes genotipos de maíz. Resulta un método práctico debido al poco material necesario para su confección.

SILAJE – MAÍZ – HÍBRIDO – MICROSILOS – CALIDAD NUTRICIONAL

ABSTRACT

In bovine production the elaboration of silages becomes one of the main techniques that allow to optimize the use of the forage resources produced. One of the crops most used for conservation (silage) is corn (*Zea mays L*), this is because it has high yield of aerial biomass and high content of carbohydrates that favor the fermentation process. The silage is a technique of conservation of wet forage, this type of reserve allows the development of a complex of microorganisms in an environment without oxygen. The specially developed materials for corn silage have finer stems and allow the grain to reach the stage of hard pasty grain, this genetic development in hybrids for corn called *staygreen* allows the vegetable to maintain its stems and green leaves for longer and ensures a Reserve with low indigestible fiber content and high energy concentration. The objective of this work was to evaluate the nutritional quality of silages of different maize hybrids ensiled in polyethylene bags microsilos and later to determine the chemical composition of the ensiled material by % DM, FAD, CP and pH, and finally to compare the obtained results of each hybrid. The vegetal material that was used was obtained from the experimental and demonstrative field of the Don Atilio breeding farm (Santa Fe). The chemical composition of the silos was evaluated, five experimental corn hybrids obtained from the crossing of lines of high productive capacity in dry matter, with lines of high nutritional value and three commercial hybrids. The process in the laboratory was carried out in 3 complete blocks with three random repetitions. The Info Stat program was used for univariate and multivariate analyzes. The data obtained in the test allowed to observe that no significant differences were found between the pH and FAD characters in the eight maize hybrids evaluated. Particularly, hybrids with introgression of tropical germplasm presented optimal values of DM, presenting significant differences with commercial hybrids. Only two hybrids analyzed were differentiated from the rest by their high CP values and finally the elaboration of microsilos with polyethylene bags and vacuum machine allowed to obtain adequate silage material to evaluate the quality of the different corn genotypes. It is a practical method due to the little material necessary for its preparation.

SILAGE - MAIZE - HYBRID - MICROSILOS - NUTRITIONAL QUALITY

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

El constante crecimiento de la población mundial, exige la implementación de sistemas agropecuarios productivos y eficientes. Elevar la productividad de los sistemas de alimentación de especies de interés zootécnico implica mantener los suministros de alimentos durante todo el año y reducir los costos productivos y ambientales (Bassi, 2011).

La disponibilidad del recurso forrajero se compromete durante los periodos de baja y alta precipitación. En esta situación es cuando adquiere importancia la investigación dirigida a tecnologías que permitan la conservación de los forrajes. Para suplir la demanda de alimento durante estos periodos, la práctica de silajes se convierte en una técnica que permite la siembra de diversos cultivos y optimizar el uso de los recursos forrajeros producidos (Peña *et al.*, 2002).

Uno de los cultivos más utilizados como fuente de forraje en los sistemas de producción bovina mediante su conservación (silaje) es el maíz (*Zea mays L*), esto se debe a un alto rendimiento de biomasa aérea (Somarribas, 2007) y alto contenido de carbohidratos que favorecen el proceso fermentativo (Méndez, 2000). El maíz pertenece a la familia *Poaceae*, con origen en América, concretamente en la zona situada entre el sur de México y el sur de Guatemala. Es una especie anual de crecimiento rápido y gran capacidad productiva, adaptada a las más diversas condiciones de clima y suelo. Sus granos constituyen un alimento energético típico, debido a que son ricos en carbohidratos, principalmente almidón (Veríssimo Correa, 2005).

Según De León (2014), los factores que mayor influencia poseen en la intensificación de la producción de carne son la cadena forrajera y la carga animal utilizada. El silaje de maíz provee un forraje de concentración energética de 2,2 a 2,4 Mcal de Energía Metabólica por Kg de materia seca (MS). Esto lo convierte en una alternativa ventajosa, ya que permite aumentar la carga animal sin disminuir el aumento de peso diario.

La importancia de este cultivo radica en la posibilidad que tienen los productores agropecuarios de disponer de una ración diaria con elevado valor energético. Debe ser fácil de producir y conservar, estar disponible durante todo el año y ser muy bien aceptada por los animales. Frente a una tendencia mundial a la globalización, es necesario brindar a los productores materiales vegetales que permitan la producción de carne y leche de calidad, respondiendo a la demanda de los consumidores con una reducción en los costos productivos y ambientales (Bertoia, 2010).

La técnica de silaje permite al productor ganadero balancear la oferta forrajera y cubrir las deficiencias estacionales o las causadas por fenómenos climáticos. Las ventajas económicas

del silaje se traducen en mayor eficiencia e incremento en el volumen cosechado para su posterior transformación en leche y carne (Fregona *et al.*, 2007; Basigalup y Gallardo, 2007).

1.2 Concepto de silaje

El silaje es una técnica de conservación de forraje húmedo; este tipo de reserva permite el desarrollo de un complejo de microorganismos en un ambiente sin oxígeno (anaerobiosis) (Mayer, 1999). El objetivo de la reserva es lograr la fermentación e impedir el desarrollo de otros microorganismos que puedan descomponer o degradar la materia orgánica del forraje. Ésta conserva el estado succulento con su máximo valor nutritivo, sin que su ingestión pueda tener una influencia perniciosa sobre el crecimiento y la salud de los animales (Silveira y Reinaldo, 2006).

El proceso de elaboración de un silo consiste en cortar, picar y compactar el forraje que se encuentra en valores adecuados de materia seca, donde se desarrollarán bacterias idealmente productoras de ácido láctico que harán descender el pH (acidificación). Esto permite la conservación por largo tiempo de la masa ensilada (Piñero, 2010). La calidad final del material conservado depende tanto de las materias primas, como de la aplicación adecuada de la técnica. Entre los factores de la materia prima se destacan la altura de corte, el nivel de humedad, el tamaño de las partículas y porosidad de la masa forrajera (Mayer, 1999).

El silo, a su vez, es el depósito o almacén en el cual el material a ensilar es confinado con el objetivo de llevar a efecto la fermentación. Sin embargo, el silo no se limita a este proceso, sino que también se lo emplea en agricultura como almacén de granos (Valencia *et al.*, 2011).

Existen varios tipos de silo, se destaca la tendencia incrementada en la adopción de la tecnología del silo bolsa y “bunker” bien tapados y compactados que reemplazan a los antiguos silos “puente”. Debido al avance tecnológico en el último periodo de las máquinas embolsadoras, el 70% del material picado se almacena en silo bolsa y el 30% en silos bunker. En la región pampeana el volumen de silaje supera las 900 toneladas (Bragachini *et al.*, 2015).

1.3 Aspectos a tener en cuenta para la producción de silaje de maíz

El silaje de maíz y su calidad es la resultante de la interacción del material a ensilar, los procesos fermentativos dependientes de la logística y forma de trabajo, además de los procesos de oxidación ocurridos al momento de la utilización del silaje. Por lo tanto, una correcta fermentación depende de las decisiones y prácticas de manejo antes y durante el proceso de ensilado (Bragachini *et al.*, 2008).

1.3.1 Material Vegetal

Los materiales especialmente desarrollados para silaje de maíz poseen tallos más finos y permiten que el grano llegue al estadio de grano pastoso duro, o lo que es lo mismo $\frac{3}{4}$ de línea de leche, con la planta verde (Bragachini *et al.*, 2008). Este desarrollo genético en híbridos para maíz denominado *staygreen* logra que el vegetal mantenga sus tallos y hojas verdes por más tiempo y asegura una reserva con bajo contenido de fibra indigestible y alta concentración energética (Ramírez *et al.*, 1999). Según Peiretti (2013), esta tecnología soluciona el problema de hacer coincidir un estado óptimo de madurez con un adecuado contenido de humedad en el vegetal a ser picado. Se mantiene así una calidad nutricional del cultivo en pie hasta la boca del animal.

Rossi (2013) realizó un ensayo con 28 híbridos de maíz comerciales de ciclo templado y tropical, evaluando su aptitud para silaje en la zona de Río Cuarto, provincia de Córdoba. Sus resultados indican diferencias significativas al analizar MS, Fibra Detergente Ácido (FDA), digestibilidad y EM, mientras que Proteína Bruta (PB) no presentó diferencias entre los híbridos.

Los resultados encontrados por Favaro (2018) al evaluar tres híbridos de maíz en microsilos experimentales, de, mostraron diferencias significativas importantes entre los híbridos templados y tropicales en porcentaje de MS, sin diferencias en FDA y PB.

De acuerdo a Bertoia (2010), los tallos y hojas poseen mayor importancia que la espiga porque aportan entre el 50 al 70% de la MS. En consecuencia, los híbridos desarrollados para la producción de grano, ante una situación de estrés, disminuyen de manera significativa el valor nutricional del silaje debido a que la EM que proviene del grano, no puede ser compensada por tallos y hojas por el alto contenido de fibra y lignina que estos presentan. Otro problema de estos materiales es que presentan una caña más gruesa con una maduración más pareja entre la espiga y el resto del vegetal. Cuando el grano se encuentra en madurez para el picado, el vegetal presenta una disminución en la digestibilidad de la fibra y alto porcentaje de MS que dificulta su compactación en el momento de ensilar. Una alternativa en estos materiales es comenzar a picar antes, resignando cantidad de energía acumulada en granos.

Un cultivo con buen contenido de grano y digestibilidad determina una mayor calidad del forraje conservado. En un estudio del INTA sobre silaje de maíz en un establecimiento de producción de leche, se observó que el incremento de la MS, con altos contenidos de granos, presenta menos valores de FDA y mayores niveles de almidón. Se establece que el contenido de MS posee una relación positiva con la concentración energética e inversa con los parámetros de pared celular, tanto de digestibilidad parcial (FDN), como de indigestibilidad (FDA) (Monge y Clemente, 2013).

1.3.2 Momento de corte o cosecha

La elección del momento de corte es el factor que condiciona más estrechamente el valor nutritivo del maíz cultivado para ensilar. El rendimiento total de la cosecha, el contenido de materia seca, el porcentaje de grano, la digestibilidad de la caña, las pérdidas de ensilado y la ingestión de materia seca del silo son factores que están influenciados por el grado de madurez del vegetal (Crespo, 2015).

Según Fernández Mayer (1999), el momento óptimo de corte está en función de la línea de leche; línea que separa el endosperma duro (almidonoso) del endosperma líquido (lechoso). Esta línea de leche debe ubicarse entre $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$, es decir $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ de grano es líquido y el resto sólido.

Por otro lado, Favaro (2018) concluye en la importancia de tomar muestras de planta entera continuas para realizar el corte adecuado para la correcta conservación del material. La línea de leche una referencia inadecuada para híbridos tropicales que acumulan alta proporción de agua en sus tallos.

Bragachini *et al.* (2015) indica la importancia de definir el momento del picado. Dado que no existe una correlación marca entre el estado del grano y la MS.

Los valores óptimos de MS recomendables para realizar silajes presentan rangos dentro de 35 a 40%, donde la relación con la madurez del forraje tiene un alto impacto con el contenido de humedad del mismo. De acuerdo a los últimos ensayos en la EEA INTA Manfredi, se observaron diferencias y ventajas sustanciales al incrementar el índice de MS cuando los cultivos sufren estrés hídrico, debido principalmente al aumento de la participación del grano en el peso total de la planta (Bragachini *et al.*, 2018).

1.3.3 Tamaño de picado y altura de corte

En la actualidad se trabaja con picadoras de cilindro que realizan un corte perpendicular al eje de rotación, con el cual se logra el denominado picado fino de precisión (tamaño teórico de partículas de 10 mm). En lo que respecta a la altura de corte, esta va a depender de la altura de la planta de maíz, pero 40 cm es normalmente adecuada. La parte basal de la planta contiene hasta un 80% de FDN (fibra indigestible), lo que es perjudicial pues va a deprime el consumo de ese forraje (Bragachini, *et al.*, 2008).

Las recomendaciones publicadas sugieren que la mezcla final de alimentos procesados (mezcla de ensilajes/henos y concentrados) o un alimento fibroso en particular (ensilaje o heno picado) debe guardar una relación de 5 y 10% de partículas mayores a 20 mm., 40 y 50% de partículas entre 8 y 20 mm y el resto inferior a dicha longitud (Gallardo, 2003).

1.3.4 Acciones para realizar un buen silo

La buena conservación de un silo en gran medida depende de la rapidez de su llenado, es recomendable que su realización sea dentro del mismo día. Cuando el volumen del silo supera la capacidad de trabajo del llenado, se aconseja que no se supere las 72 horas, caso en el que será necesario tapar el mismo con una cubierta lo más hermético posible. Al momento de comenzar a efectuar el llenado del silo es de suma importancia la previa coordinación entre los equipos de recolección, transporte, llenado y apisonados, con el objetivo de reducir el tiempo de realización del silo (Cañate y Sancha, 1998).

El apisonado tiene la finalidad de expulsar el aire que se encuentra dentro del ensilaje e impedir que el aire exterior penetre en el mismo. Esta técnica debe aplicarse con mayor rigurosidad cuando el material ensilado posee bajo porcentaje de humedad o cuando el picado se ha realizado de forma inadecuada (partículas de tamaño mayores a las recomendadas). El apisonado no es necesario cuando el porcentaje de humedad es adecuado y el material ha sido finamente picado ya que el mismo se comprime de forma natural. La aplicación de presión extra puede ocasionar pérdidas de nutrientes por escurrimiento (Cañate y Sancha, 1998). Según Clemente (2009), la densidad mínima indispensable para lograr una adecuada conservación en silaje de maíz es de 225 kg MS/m³.

Con la finalidad de reducir la incidencia de fermentaciones aeróbicas desfavorables, es prioridad que la parte superior del ensilado sea uniforme con forma cóncava. Esto permitirá el escurrimiento de agua proveniente de lluvias y facilita un cierre hermético, con posterior adición de peso sobre este, que comúnmente en el campo se emplea neumáticos para este fin. De este modo se asegura la conservación de las cualidades del silo hasta el momento de su utilización (Cañate y Sancha, 1998).

La fermentación aeróbica y la respiración del forraje son indeseables en la conservación de forraje húmedo, ya que éstos incrementan la temperatura dentro del silo. Se genera un incremento en el consumo de hidratos de carbono, afectando de manera considerable la fermentación anaeróbica y la posterior calidad de forraje conservado (Bragachini, *et al.*, 2015).

1.3.4 Procesos que ocurren en la conservación de forraje succulento.

El maíz a ensilar experimenta una serie de transformaciones bioquímicas que permiten conservarlo a través del tiempo. Está determinado por la acción de las enzimas de las plantas en los procesos respiratorios y posterior metabolismo bacteriano de carbohidratos y proteínas del material ensilado (Valencia *et al.*, 2011).

Con el picado comienza la fase aeróbica conocida como fase de respiración, que bajo condiciones normales debe tener una duración de no más de dos horas para que el oxígeno sea desplazado del silo. Los microorganismos aeróbicos utilizan los carbohidratos solubles como principal fuente energética para su respiración. Como resultado de esta respiración, se obtiene

dióxido de carbono y agua en una reacción exotérmica, por lo que se deberá controlar el ascenso de temperatura. Superado los 34°C comienza a comprometerse la digestibilidad de nutrientes, principalmente las proteínas (Bragachini *et al.*, 2018).

Existe una fase de transición en la cual las bacterias productoras de ácido acético, dan lugar a las productoras de ácido láctico, que aumentarán su población a medida que el pH continúa descendiendo. Se debe llegar a esta fase con un buen contenido de hidratos de carbono, para así obtener una fermentación láctica aceptable y garantizar la calidad de forraje conservado, la duración de esta transición es menor a 7 días (Bragachini, *et al.*, 2015).

Una vez que el oxígeno ha sido eliminado comienza la fase anaeróbica, donde unas sucesiones de diferentes poblaciones de bacterias fermentan los azúcares y son convertidos principalmente en ácido láctico y en menor proporción ácido acético, etanol, dióxido de carbono y algunos otros productos. Estos ácidos inhiben la proliferación de microorganismos indeseables. Esta etapa anaeróbica se da por finalizada cuando el pH desciende por debajo de 5. En condiciones normales esta fase presenta una duración de 24 a 72 horas de iniciado la confección del silo (Bragachini, *et al.*, 2018).

Por último, la estabilización de la masa ensilada se extiende hasta que el pH desciende lo suficiente (pH óptimo 4) como para inhibir el crecimiento de todas las bacterias, permitiendo así la conservación del material en el tiempo, siempre y cuando se mantenga las condiciones de anaerobiosis (Cañete y Sancha, 1998).

2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

HIPÓTESIS

Múltiples materiales híbridos presentan diferente aptitud para silaje y mediante la estimación de la composición química del mismo es posible determinar su calidad.

OBJETIVOS

General

- Evaluar la calidad nutricional de silajes de diferentes híbridos de maíz.

Específicos

- Realizar microsilos de maíz elaborados en bolsas de polietileno.
- Determinar la composición química del material ensilado mediante porcentaje de materia seca, porcentaje de fibra detergente ácida, porcentaje de proteína bruta y pH.
- Comparar los resultados obtenidos de cada híbrido.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ensayo experimental

El material vegetal que se utilizó para la confección de silos se obtuvo del campo experimental y demostrativo del criadero Don Atilio (RN N°33, Km 648), ubicado a 1,5 Km NE de la localidad de Murphy, departamento General López, provincia de Santa Fe (Figura 1). Este material se sembró sobre un suelo Argiudol típico durante el ciclo agrícola 2014-2015, (Lazzari, 2016).



FIGURA 1. Imagen satelital de la empresa Don Atilio. Murphy, San Fe.

La cosecha o corte de la planta entera para su picado se efectuó entre los 103 y 110 días desde la siembra.

El momento para realizar la cosecha se determinó teniendo en cuenta las siguientes características sugeridas por Filya (2004).

1. Consistencia del grano (se tiene una aproximación al presionar con la uña).
2. Amarillamiento total de las brácteas y de las hojas del tercio inferior.
3. Relación peso del grano y peso de la planta entera (aproximadamente 0,3 – 0,33).
4. Posición de la línea de leche ($\frac{1}{3}$ a $\frac{1}{2}$ desde la parte inferior del grano, es decir de la que tiene contacto con el marlo) (Figura 2).

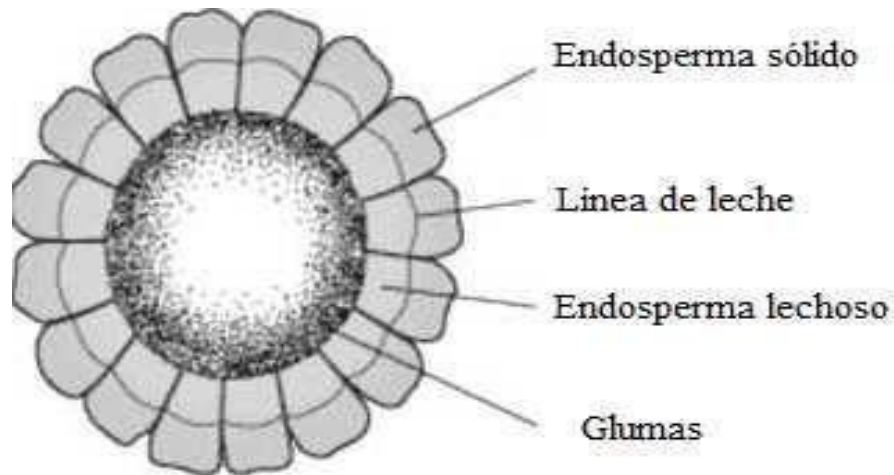


FIGURA 2. Posición de la línea de leche en los granos de maíz recomendada para el momento óptimo de picado de la planta entera.

3.2 Material vegetal

Se evaluó la composición química de los silos, 8 genotipos híbridos experimentales de maíz obtenidos del cruzamiento de líneas de gran capacidad productiva en materia seca (origen África), con líneas de alto valor nutritivo (origen Argentina), provenientes de la generación de invierno, bajo invernadero, en el NEA, provincia de Corrientes.

Los materiales que se utilizaron para realizar los silos experimentales se sembraron con un diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones, donde cada repetición consistió en tres surcos. Todos los híbridos se sembraron con la misma densidad, considerada normal para la zona y se controló el establecimiento de un mismo número de plantas, ya que variaciones en la densidad modifican el rendimiento final por incidir sobre características forrajeras del cultivo como puede ser el peso por planta, el desarrollo, la altura, entre otras (Cisint *et al.*, 2007).

Se procesaron las plantas de maíz con una chipeadora en partículas de aproximadamente 10 milímetros de longitud.

El proceso de los híbridos, en el laboratorio, se procedió de la misma manera que en el ensayo a campo, 3 bloques completos con tres repeticiones al azar.

Cuadro 1. Genotipos híbridos de maíz evaluados en el ciclo agrícola 2014/2015 en
Murphy Santa Fe

Híbridos Experimentales		
♀ Tropical	X	♂ Templado
ZA9	X	448
4232	X	6790
21	X	6790
3703	X	6790
ZA1	X	448
Híbridos Comerciales		
ACA 530 (ACA)		
MT 10201		
MT 736 -5-1		

3.3. Desarrollo en Laboratorio

3.3.1 Confección de Microsilos

La elaboración de los microsilos se realizó en el laboratorio perteneciente a la cátedra de Nutrición Animal de la FAV-UNRC.

Para la conservación del material se implementó la técnica de microsilos con bolsas de plástico transparentes de 25 a 35 cm de diámetro. Mediante la utilización de una bomba de vacío se logró la eliminación de oxígeno del material presentes en las bolsas, inmediatamente después se efectuó el sellado de las mismas con calor, para asegurar el proceso anaeróbico fermentativo (Figura 3).

Finalizada la tarea de confección de microsilos, los mismos se almacenaron en cajas de cartón por 30 días. Se realizaron tres repeticiones de cada material genético rotulando cada bolsa (Figura 4).



FIGURA 3. Microsilos en bolsas de plástico transparente.



FIGURA 4. Almacenamiento de microsilos en cajas durante 30 días.

3.3.2 Acondicionamiento del material

Al abrir los microsilos luego de 30 días se llevó a cabo las mediciones de pH y posterior secado del material ensilado a 65°C en estufa de calor forzado durante 8 horas, ulteriormente se procesó a través de un molino tipo Wiley con criba de 1mm obteniendo así un tamaño de partículas uniformes (Figura 5).

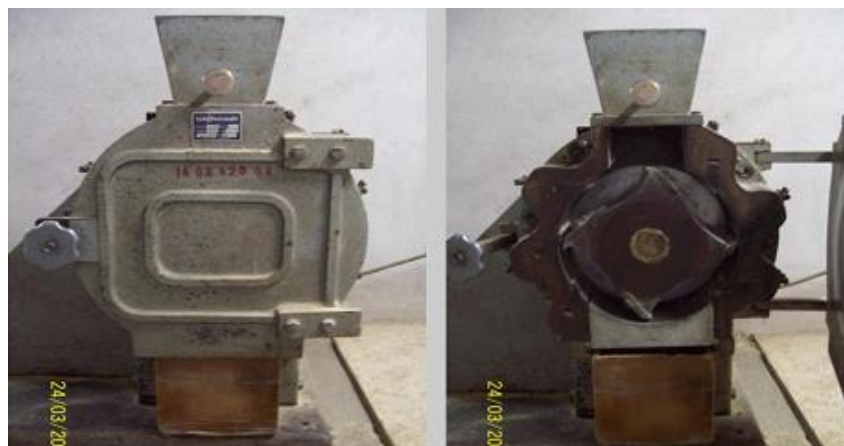


FIGURA 5. Molino tipo Wiley con criba de 1mm.

3.3.3 Determinación de parámetros de calidad

Se determinó la MS total, sometiendo una alícuota de cada muestra a una temperatura de 105°C para eliminar el agua libre (Figura 6). Esta alícuota no puede ser utilizada para los análisis químicos debido a que a una temperatura mayor a 65°C ocurre la reacción de Maillard alterando la estructura original de la muestra (AOAC, 1990).



FIGURA 6. Estufa del laboratorio de Nutrición Animal de la FAV, UNRC.

El contenido de proteína (PB) se obtuvo a partir del contenido de nitrógeno total, determinado por el método Kjeldahl (Figura 7). Se multiplicó por el factor 6,25 debido a que la mayoría de las proteínas de origen vegetal poseen un 16% de nitrógeno promedio.

El valor de PB incluye a la proteína verdadera y a otros compuestos nitrogenados no proteicos (AOAC, 1990).



FIGURA 7. Neutralizador y Destilador semiautomático de Kjeldahl para análisis de proteína bruta.



FIGURA 8. Digestor de fibra en el Laboratorio de Nutrición Animal de la FAV de la UNRC.

La fibra detergente ácida (FDA) es la porción de la muestra de un alimento que es insoluble en detergente ácido. Está compuesta por celulosa, lignina y sílice principalmente (Figura 8). Su importancia radica en que se encuentra inversamente relacionada con la digestibilidad del forraje (Van Soest *et al.*, 1991).



FIGURA 9. Preparación de silaje de maíz en solución acuosa (izquierda), medición de pH (derecha).

Para la valoración de pH se utilizó un peachímetro (Figura 9) sobre un extracto acuoso formado por una fracción de 25 g de ensilado y 250 mm de agua destilada tras una hora de reposo (Chemey y Chermey, 2003).

3.4 Análisis estadístico

Se empleó el programa Info Stat para los análisis univariados y multivariados (Di Rienzo *et al.*, 2010).

3.4.1 Análisis Estadístico Multivariado

Los caracteres medidos fueron analizados con un enfoque multivariado como es el análisis de componentes principales. El análisis de componentes principales y los gráficos conocidos como biplot son técnicas generalmente utilizadas para reducción de dimensión. Con el ACP se construyen ejes artificiales (componentes principales) que permiten obtener gráficos de dispersión de genotipos y/o caracteres con propiedades para la interpretación de la variabilidad. Los biplots permiten visualizar genotipos y caracteres en un mismo espacio, así es posible identificar asociaciones entre genotipos, entre caracteres y entre genotipos y caracteres. También con el mismo enfoque se aplicó el análisis de conglomerados que permite agrupar los distintos genotipos descriptos por un conjunto de varios caracteres. Para la conformación de los conglomerados se utilizó el encadenamiento promedio (average linkage) y la distancia euclídea como método de agrupamiento (Balzarini *et al.*, 2008). Al concluir con este análisis, se obtiene un gráfico llamado dendograma, que resume gráficamente el agrupamiento (Reyes, 2015). También se estimó el coeficiente de correlación de *Pearson*, este

índice mide la relación lineal entre dos caracteres cuantitativos, es decir valora la intensidad de la relación entre dos caracteres (Balzarini *et al.*, 2008).

El valor de coeficiente de correlación puede tomar valores entre -1 y 1, el mismo indica que mientras más cercano a uno sea el valor de r, en cualquier dirección, más fuerte será la asociación entre los dos caracteres evaluados.

3.4.2 Análisis Estadístico univariado

Para la evaluación estadística se realizó un análisis univariado (ANAVA) para cada carácter de calidad nutricional. La variable dependiente fue cada uno de los diferentes caracteres de calidad nutricional mientras que la variable de clasificación fue representada por los distintos genotipos y su repetición. A las variables se les llevó a cabo un análisis de la varianza paramétrico.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

donde μ corresponde a la media general, α_i el efecto del i-ésimo genotipo, β_j el efecto de la j-ésima repetición ($j=1\dots,b$) y ε_{ij} es el error aleatorio asociado a la observación Y_{ij} . Comúnmente los términos de error se asumen normalmente distribuidos con esperanza cero y varianza común σ^2 .

Mediante los gráficos de barras, se representan valores medios de cada uno de los caracteres en relación a cada uno de los híbridos de maíz, con el propósito de lograr una estadística descriptiva más sencilla, para su lectura (Balzarini *et al.*, 2018).

4. RESULTADOS

En cuadro 2, se visualiza los resultados obtenidos de calidad en cuanto a porcentajes de materia seca (MS), fibra detergente ácida (FDA), energía metabólica (EM) y los valores de pH para los 8 genotipos y sus repeticiones (bloques).

Cuadro 2. Valores de calidad obtenidos en los silajes de diferentes híbridos de maíz.

Muestra	Numero de muestra	MS (% b.t.c)	pH	PB (%bs)	FDA (% bs)
4232/6790 (1)	1547	28.4	4.01	10.55	24.69
4232/6790 (2)	1548	30.78	3.76	8,97	26,63
4232/6790 (3)	1549	31.4	3.91	8.57	23.24
ACA 530 (1)	1550	25.60	4.33	10.71	31.26
ACA 530 (2)	1551	25.60	4.20	10,05	31,52
ACA 530 (3)	1152	25.60	3.95	9.25	27.25
21/6790 (1)	1156	29.24	4.12	7.84	25.45
21/6790 (2)	2164	28.65	3.83	8.08	25.18
21/6790 (3)	2165	28.55	4.02	8.44	24.29
3703/6790 (1)	2166	26.92	3.94	9.39	27.16
3703/6790 (2)	1558	30.1	4.01	8,84	23,40
3703/6790 (3)	2167	32.45	3.85	7.37	21.60
ZA1/448 (1)	1874	31.10	4.13	6.79	29.81
ZA1/448 (2)	1878	31.12	3.89	8.39	19.31
ZA1/448 (3)	1875	31.11	4.01	7,36	23,97
MT 10201 (1)	2168	37.66	3.89	6.80	21.83
MT 10201 (2)	2169	37.76	3.72	7.04	23.59
MT 10201 (3)	2170	37.53	4.13	7.65	24.91
ZA9/448 (1)	1545	28.86	4.22	7.39	26.29
ZA9/448 (2)	1546	28.76	4.07	9.25	28.06
ZA9/448 (3)	1544	28.96	3.84	7.96	24.69
MT 7365-1 (1)	2171	36.32	3.95	8.32	25.82
MT 7365-1 (2)	2172	33.54	3.91	7.72	24.04
MT 7365-1 (3)	2173	33.32	4.02	8.04	26.19

b.s.: Base Seca - b.t.c.: Base tal cual

Cuadro 3. Media, error estándar y coeficiente de variación (cv), valor mínimo y máximo de cuatro caracteres relacionados con la aptitud silera de ocho híbridos de maíz evaluados

Carácter	Media	D.E.	Mínimo	Máximo
MS	30,81	3,70	25,60	37,76
pH	3,99	0,15	3,72	4,33
PB	8,37	1,09	6,79	10,71
FDA	25,42	2,88	19,31	31,52

En la figura 10 se presenta el gráfico biplot con las dos primeras componentes principales (CP) obtenidas del análisis de componentes principales (ACP) con los cuatro caracteres medidos en los ocho híbridos evaluados.

Las dos primeras componentes principales explican el 93% de la variabilidad total. La CP1, quien explica el 77.8% de la variabilidad permitió separar los caracteres de pH y FDA, de los demás caracteres. Se evidencia en este gráfico, la asociación entre los caracteres, dada por la separación angular que forman sus proyecciones. Existe asociación positiva entre los caracteres de pH y FDA, en contraposición existe asociación negativa entre los caracteres proteína bruta y materia seca. La distribución de los híbridos en el biplot muestra que ACA 530 se ubica en la zona positiva de CP1, indica su asociación positiva con FDA y pH, siendo el genotipo que presenta mayores valores para estos caracteres. El híbrido MT 10201 se posiciona en la zona negativa de CP1 con fuerte asociación a materia seca, que expone su mayor valor para este carácter. De acuerdo a los cuatro caracteres evaluados el híbrido 21/6790, presenta comportamiento medio para cada uno de ellos.

Según se observa en la tabla 3 los caracteres que más contribuyen a la CP1 en forma positiva fueron proteína bruta, fibra detergente ácida y pH. Mientras que materia seca contribuye en forma negativa. Por otro lado, en la CP2 el carácter de mayor contribución fue proteína bruta.

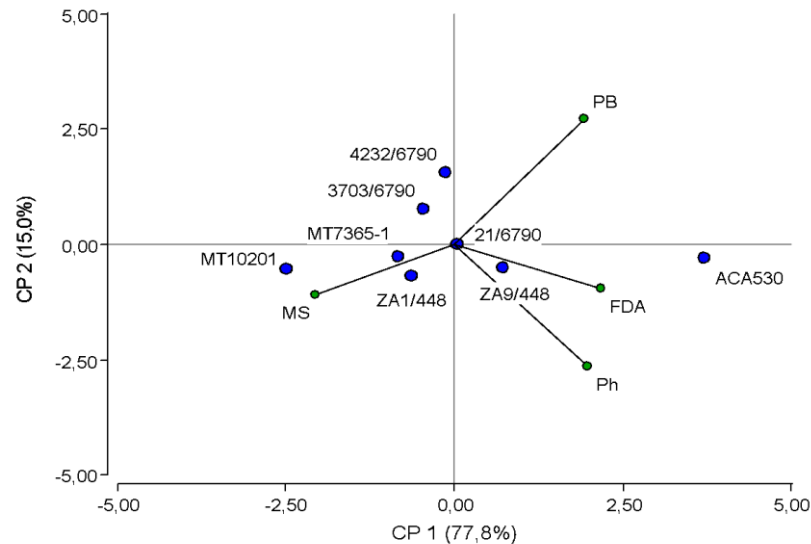


FIGURA 10. Análisis de componentes principales, realizado con cuatro caracteres relacionados con la calidad de ensilaje, en ocho microsilos de maíz. pH: potencial hidrógeno; MS: materia seca; FDA: fibra detergente ácida; PB: proteína bruta.

Cuadro 4. Autovectores (e1 y e2) de cada variable en el análisis de componentes.

Caracteres	e1	e2
FDA	0.54	-0.24
MS	-0.50	-0.27
pH	0.49	-0.65
PB	0.47	0.67

En la figura 11, los caracteres incluidos fueron los cuatro caracteres relacionados con la calidad nutricional del material ensilado (Fibra Detergente Ácida, Proteína Bruta, Potencial Hidrógeno y Materia Seca). Pueden diferenciarse claramente dos grupos, uno de ellos conformado por los híbridos 4232/6790, 3703/6790, MT7365-5-1, ZA1/448, ZA9/448 Y 21/6790, mientras que el otro grupo lo conforman los híbridos ACA 530 y MT 10201. Esto pone de manifiesto que híbridos pertenecientes a un mismo grupo son más parecidos entre ellos para los caracteres evaluados y presentan diferencias con los híbridos pertenecientes al otro grupo.

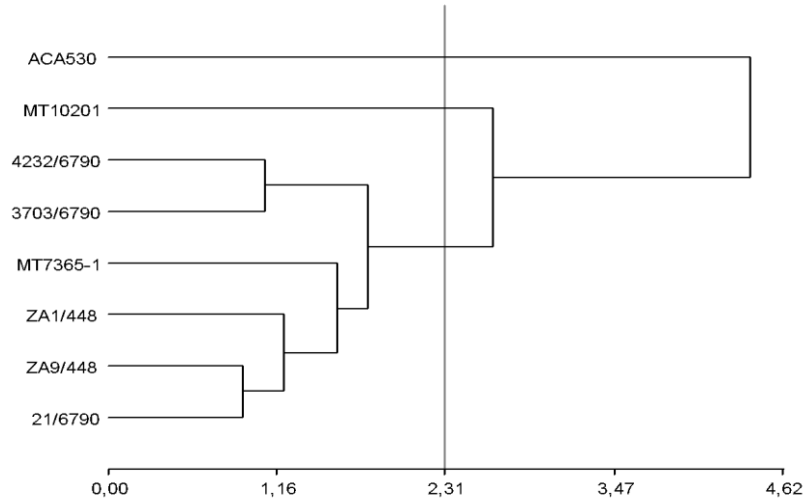


FIGURA 11. Análisis de conglomerados de los cuatro caracteres de calidad, en los ocho híbridos evaluados en el laboratorio de la FAV, en la Universidad Nacional de Río Cuarto.

La matriz de correlación de *Pearson* entre los 4 caracteres evaluados se presenta en la tabla 4. En la misma, se observa que la mayoría de los coeficientes de correlación, fueron estadísticamente significativos. Existe una correlación negativa altamente significativa ($p < 0.0001$) de materia seca, con proteína bruta, la cual explica que a medida que aumenta el porcentaje de materia seca en un material, disminuye su contenido de proteína bruta. Lo mismo sucede con la correlación de materia seca con pH y fibra detergente ácida, con un grado de significancia moderado ($p < 0.001$). Fibra detergente ácida, indica una relación lineal positiva moderada, con pH y proteína bruta. No hay evidencia estadísticamente significativa en la correlación de pH y proteína bruta.

Cuadro 5. Correlación entre los caracteres de calidad nutricional de ocho híbridos de maíz evaluados en el laboratorio de nutrición animal de la FAV en la UNRC

	PB	pH	FDA	MS
PB	1.0000	0.1300 ns	0.0200*	0.0003***
Ph	0.3200	1.0000	0.0013**	0.0500**
FDA	0.4600	0.6200	1.0000	0.0100**
MS	-0.6800	-0.4000	-0.5200	1.0000

PB: Proteína bruta; PH: Potencial Hidrógeno; FDA: Fibra detergente Ácida; MS: Materia Seca. Significancia *($p < 0.05$); **($p < 0.001$); ***($p < 0.0001$); ns (no significativo).

Cuatro caracteres relacionados a la calidad nutricional de ensilaje fueron medidos en 8 híbridos de maíz; materiales provenientes de un ensayo realizado en Murphy, Santa Fe durante el ciclo agrícola 2014/2015, los que posteriormente se analizaron en el laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía y Veterinaria, en la Universidad Nacional de Río Cuarto.

A los caracteres se les practicó un análisis de la varianza paramétrico, cuyos resultados se describen en el cuadro 5. Solo el carácter de materia seca presentó un valor superior al 70%, de acuerdo al coeficiente de determinación del modelo lineal aditivo aplicado. Los caracteres fibra detergente ácida y pH no presentan diferencia estadística significativa entre los híbridos. Para los caracteres materia seca y proteína bruta si existe diferencia estadística significativa (valor de $p < 0.0001$) entre los híbridos. Estos resultados indican en general que los genotipos de maíz bajo estudio, poseen diferencias estadísticamente significativas en dos de sus caracteres analizados, que permiten estimar las diferencias en la calidad de los materiales ensilados.

Cuadro 6. Cuadrado medio y significancia de la varianza de las cuatro variables relacionadas con la calidad de ensilaje de ocho híbridos de maíz evaluados en el laboratorio de nutrición animal de la FAV de la UNRC.

FV	gl	PB CM Sig.	FDA CM Sig.	MS CM Sig.	pH CM Sig.
Híbrido	7	2.61**	12.61ns	41.14***	0.02ns
Repeticiones	2	0.50ns	8.21ns	0.73ns	0.05ns
Error	14	0.59	6.16	1.78	
Total	23				

FV: Fuente de variación; gl: Grados de libertad; CM: Cuadrado medio; Sig: Significancia *($p < 0.05$); **($p < 0.001$); ***($p < 0.0001$); ns (no significativo). PB: Proteína bruta; FDA: Fibra detergente ácida; MS: Materia seca; pH: Potencial Hidrógeno.

Los resultados de materia seca (MS) de los 8 genotipos evaluados, que se observan en la figura 12; indican que existe evidencia estadísticamente significativa para afirmar que el híbrido MT10201 posee el mayor porcentaje de materia seca (37,76%) con respecto a los demás híbridos. Los híbridos ZA9/448, 4332/6790, 21/6790, 3703/6790 y ZA1/448, no presentan diferencias estadísticas significativas en su contenido de materia seca; siendo el híbrido 3703/6790 el que presenta más variabilidad en sus datos (Cuadro 2). Entre los híbridos comerciales MT7365-1 y ACA 30 existe evidencia estadísticamente significativa, que explica el mayor contenido de humedad de este último.

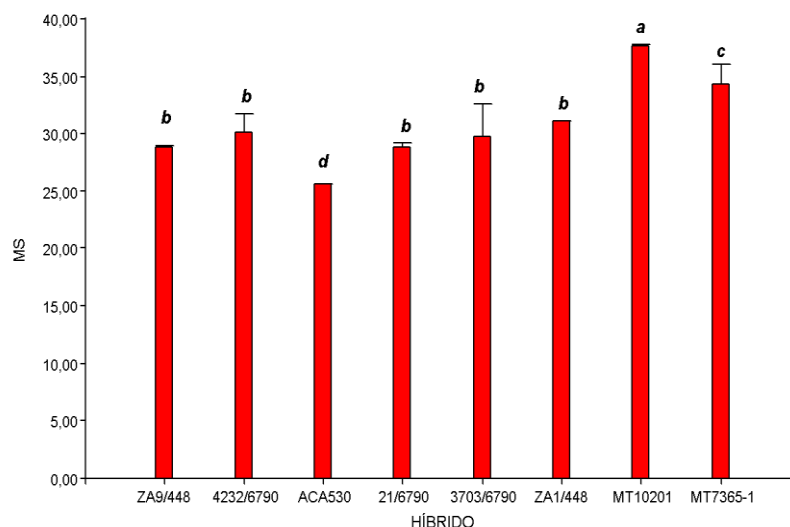


FIGURA 12. Porcentaje de Materia Seca del material ensilado, luego de la apertura de los microsilos.

La figura 13 muestra que para el carácter pH, no hay diferencias estadísticas significativas entre los 8 híbridos evaluados, observándose que todos los materiales se encuentran cercanos al valor de 4. Los híbridos ZA9/448, ACA 530 y MT1021, son los que exhiben más versatilidad en los datos obtenidos en laboratorio (Cuadro 2).

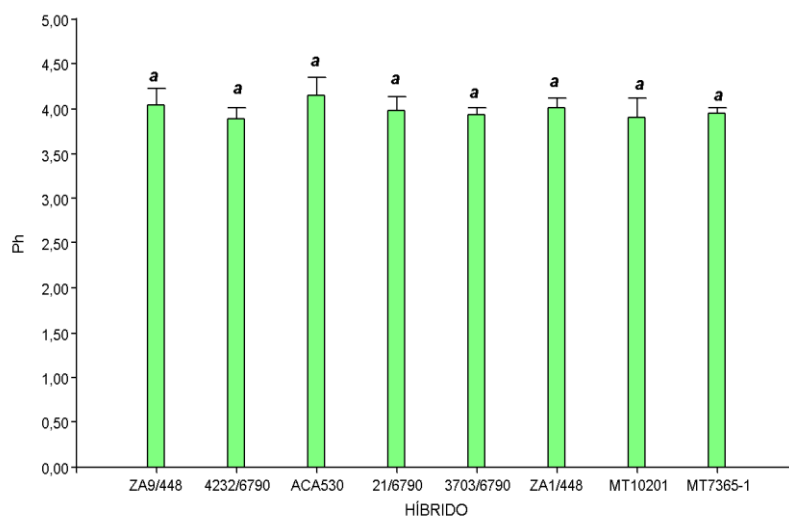


FIGURA 13. Determinación de pH del material ensilado, posterior a la apertura de los microsilos.

En cuanto a la proteína bruta (PB) se puede decir que hay evidencia estadísticamente significativa que los híbridos 4332/6790 y ACA 530 poseen un porcentaje más elevados que

el resto. Se visualiza a simple vista que 21/6790, MT1021 y MT735-1 presentan menos variabilidad en los datos obtenidos en el procesamiento de laboratorio.

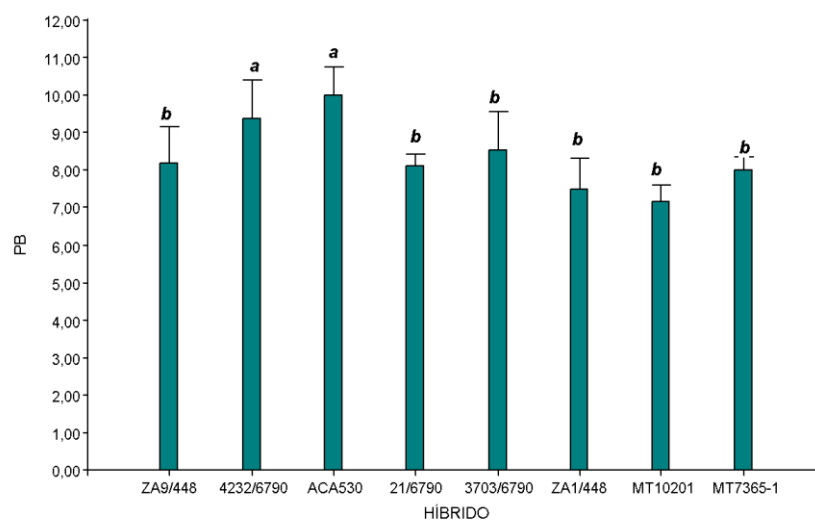


FIGURA 14. Porcentaje de Proteína Bruta (PB), de los diferentes materiales híbridos evaluados en el laboratorio, luego de sus 30 días de almacenamiento en microsilos.

En el gráfico de FDA, no existe evidencia estadísticamente significativa para decir que hay diferencias entre los distintos híbridos, por lo que todos se exponen con la misma letra (a).

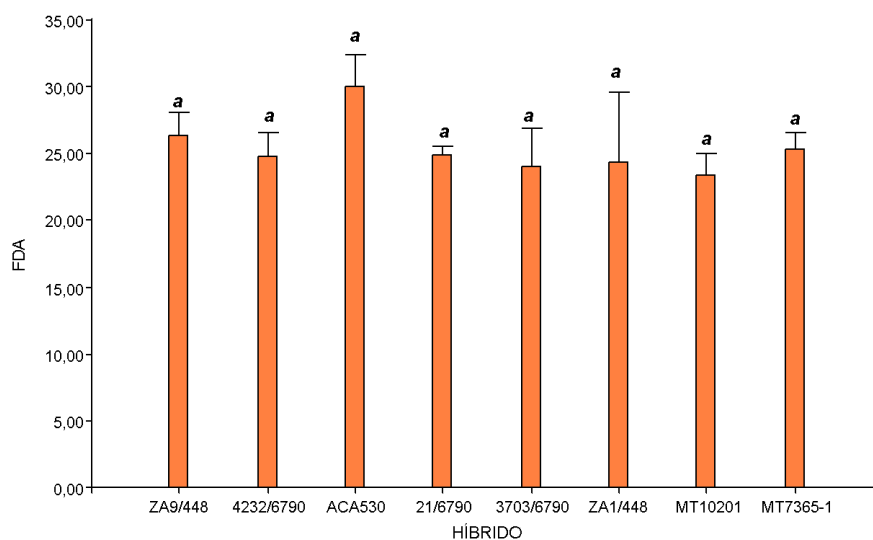


FIGURA 15. Porcentaje de fibra detergente ácida (% FDA), del material ensilado luego de la apertura de los microsilos.

5. DISCUSIÓN

Al comparar los datos de calidad obtenidos en el ensayo de los distintos híbridos mediante el análisis univariado de la varianza (ANAVA) se encontró diferencias significativas en las variables %MS y %PB, mientras que para pH y %FDA no se observaron diferencias estadísticamente significativas.

Los valores de pH no presentaron diferencias significativas entre los híbridos, donde los valores se encuentran dentro de los parámetros de referencia de silo de maíz (Cañete y Sancha, 1998), indicando una correcta fermentación y conservación del material ensilado.

En el análisis de MS se puede observar que, de los ocho genotipos evaluados, los híbridos de maíz con introgresión de germoplasma tropical no presentaron diferencias significativas entre ellos, encontrándose valores de 30% MS, siendo un valor bajo, pero dentro del rango de la bibliografía consultada (Bragachini *et al.* 2018, Bragachini, *et al.* 2015, Mayer, 1999, Crespo, 2015). Los híbridos comerciales ACA 530, MT 1021 y MT 736-5-1 presentaron diferencias significativas entre sí, siendo el primero un material ensilado con alta humedad (25%MS), saliendo de los valores recomendados por los diferentes autores (Bragachini *et al.* 2018, Bragachini, *et al.* 2015, Fernández Mayer, 1999, Crespo, 2015). En cambio, MT 1021 y MT 736-5-1 presentaron valores altos de MS dentro de valores recomendados para ensilar (Bragachini *et al.* 2018). Los valores de MS de este ensayo demuestran concordancia a lo encontrado por Rossi, (2013) y Favaro, (2018), donde los valores de MS fueron diferentes, encontrándose valores no aptos para ensilar. Los diferentes híbridos en el ensayo se cortaron siguiendo el criterio de la línea de leche, y sin tomar muestras continuas del porcentaje de MS que poseían cuando estaban de pie de cada híbrido en particular, contradiciendo a lo que recomiendan Bragachini *et al.*, (2015, 2018). Los genotipos tropicales a diferencia de los templados, se caracterizan por tener alta proporción de tallo en donde se acumula mayor cantidad de agua, por lo que necesitan más tiempo para llegar a los mismos niveles de MS de un templado (Romero y Arona, 2004; Rossi, 2013; Favaro, 2018). A diferencia de Favaro, (2018) y Rossi, (2013), los híbridos con genética tropical presentaron valores mayores al momento del corte, alcanzando el rango recomendado para ensilar.

En el análisis de los datos de FDA se observó que los híbridos del ensayo no presentaron diferencias significativas, encontrándose entre 24 a 31% de FDA, valores que indican una adecuada digestibilidad de material ensilado con respecto a valores de referencia (Ramírez *et al.*, 1999, Favaro 2018). Si bien la diferencia no fue significativa los híbridos con genética tropical presentaron menor valor de FDA, donde coincide con lo encontrado por Favaro (2018) y la recomendación de Ramírez *et al.*, (1999), que indica que los híbridos tropicales presentan alta relación hoja/tallo, y los tallos son más finos, presentando menor proporción de pared celular (celulosa, hemicelulosa, lignina).

En cuanto al contenido de PB los híbridos 4232/6790 y ACA530 presentan diferencias significativas con los seis híbridos restantes, presentando ACA530 valor de 10% PB, dato considerado alto con respecto a referencia bibliográfica (Favaro, 2018, Rossi, 2013). Los híbridos restantes evaluados, presentaron resultados con valores semejantes a los encontrados por Favaro (2018) y Rossi (2013), siendo aptos y de alta aptitud en calidad para realizar silajes.

Los resultados de este estudio brindan información importante a los productores respecto a la calidad de los diferentes híbridos para la realización de silajes, permitiendo aportar al conocimiento en un sistema productivo que requiere cambios que permita mayor eficiencia e intensificación, donde el maíz es el cultivo más utilizado como fuente de forraje en los sistemas de producción bovina mediante su conservación.

6. CONCLUSIONES

- La elaboración de microsilos con bolsas de polietileno y máquina de vacío permitió obtener material ensilado adecuado para evaluar la calidad de los diferentes genotipos de maíz. Resulta un método práctico debido al poco material necesario para su confección.
- No se encontraron diferencias significativas entre los caracteres pH y FDA en los ocho híbridos de maíz evaluados.
- Los híbridos con introgresión de germoplasma tropical presentó valores óptimos de materia seca presentando diferencias significativas con los híbridos comerciales.
- Los híbridos ACA530 y 4232/6790 se diferenciaron del resto por sus elevados valores de proteína bruta.

7. BIBLIOGRAFÍA

- AOAC 1990. Official Methods of Analysis Association of Analytical Chemists. 15th Edition. Washington, DC, USA.
- BALZARINI, M.G., GONZALEZ, L., TABLADA, M., CASANOVES, F., DI RIENZO, J.A., ROBLEDO, C.W. 2018. Info Stat. Manual de Usuario, Editorial Brujas, Córdoba, Argentina.
- BASSI, T. 2011. Notas técnicas. “Importancia de silaje en la producción láctea”. En: <http://www.cerealestforrajes.com.ar> Consultado 18/04/2017
- BASIGALUP, M. GALLARDO 2007. El cultivo de alfalfa en Argentina. Ediciones INTA, B. Aires, Argentina. Cap: 16. P. 173-192. Consejos técnicos.
- BERTOIA, L. 2010. Análisis de la interacción genotipo-ambiental de la aptitud forrajera en maíz (*Zea mays L.*). Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina. 24 p.
- BRAGACHINI, M., P. CATANNI, M. GALLARDO Y PEIRETTI. 2008. Forrajes conservados de alta calidad y aspectos relacionados al manejo nutricional. Ediciones INTA, B. Aires, Argentina. Cap: 9. Consultado 12/05/2018.
- BRAGACHINI, M., P. SANCHEZ, F., URRUTES ZAVALIA, G., GIORDANO, J. y PERIRETTI, J. 2015. Tecnología de picado para ensilado de cultivo de Maíz. Módulo INTA Tecno Forraje.
- BRAGACHINI, M., CATANNI, P., GIORDANO, J., PERIRETTI, J., SANCHEZ, F., FURRUTES ZAVALIA, G. 2018. Manual técnico de forrajes conservados. Cap: 10.
- CAÑATE, M. y SACHA, J. 1998. Ensilado de forrajes y su empleo en la alimentación de rumiantes. 1-15 p.

CISINT, J.C., G.O. MARTIN, M. FERNÁNDEZ, A. KARLEN, J. TOLL VERA, M.G. NICOSIA, M.B. PELLEGRINO, O. ARCE. 2007. Caracterización agronómica-productiva-nutricional de híbridos de maíz para silaje en la Cuenca Tambera de Trancas, Tucumán: I. Parámetros agronómicos y productivos. Vº Reunión de Producción Vegetal y IIIº de Producción Animal del NOA, Tucumán: 471-477.

CHERNEY, J y CHERNEY, D.2003. Assessing Silage Quality. In: Buxton et al. Silage Science and Technology. Madison, Wisconsin, USA, p.141-198.

CLEMENTE, G. 2009. Densidad de silajes: tenerla en cuenta es ganar más dinero en los tambos. Universidad Nacional de Villa María. Revista Producir XXI, p. 37-44.

CRESPO, P. S., LORENZO, F. B., LORENZANA. P., BARREL. M y FLORES. G. (2015). Consejos para un buen ensilado de maíz - momento de corte. En: <https://www.campolengo.com>
Consultado 15/05/2018

DE LEÓN, M. 2014. La utilización de silajes en los sistemas ganaderos en: https://inta.gob.ar/la_utilizacion_de_silajes_en_los_sistemas_ganade.pdf Consultado 13/04/2018

FILYA, I. 2004. Nutritive value and aerobic stability of whole crop maize silage harvested at four stages of maturity. Animal Feed Science and Technology. 116: 141-150.

FREGONA, F., C. PRIETO, I DE LOS M. NESCIER, L. ROMERO 2007. Productividad, composición morfológica y parámetros nutritivos de híbridos de maíz para silaje en dos épocas de siembra. Revista FAVE-Ciencias Veterinarias 6: 43-51.

GALLARDO M. 2003. Tecnologías para corregir y mejorar la calidad de los Forrajes conservados. Circular planteos ganaderos, aapresid.org.ar. EEA INTA Rafaela-Santa Fe, p. 51-61.

- Lazzari, E. F. 2016. Aptitud para ensilajes de híbridos de maíz con introgresión de germoplasma tropical. Tesis Trabajo Final de Grado. Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto. 8 p.
- MAYER FERNÁNDEZ, A. 1999. El silaje y los procesos fermentativos, EE INTA Bordenave, Cap 1: 4-11. En, www.produccion-animal.com.ar Consultado 14/04/2018
- MÉNDEZ M. 2000. Aprendamos sobre ensilajes. Núcleo de formación y servicios tecnológicos agropecuarios Subsector Zootecnia. Instituto Nacional de Aprendizaje (INA). Editorial INA. San José, Costa Rica. p. 1-10.
- MONGE, J. y CLEMENTE G. 2013. Calidad de silaje. 1º edición de 5º Jornada Nacional de Forrajes Conservados. INTA Manfredi, p 139 – 144.
- PEIRETTI J. 2013. Ensilado con eficiencia: manteniendo la calidad nutricional del cultivo en pie hasta la boca del animal. 1º edición de 5º Jornada Nacional de Forrajes Conservados. INTA Manfredi, p 127 – 130.
- PEÑA, NÚÑEZ G, GONZALEZ F. 2002. Potencial forrajero de poblaciones de maíz relación entre atributos agronómicos con la calidad. Técnica Pecuaria en México 40(3) 215-228.
- PIÑERO, G. 2010, Manual Práctico Lacto Silo Para Lograr Ensilado De Alta Calidad. 3ª edición.
- RAMIREZ, E., CATANI, P., y RUIZ, S. 1999. Silaje de Maíz y Sorgo Granífero, Act. Téc. N° 2. Marca Líquida, nov. 99:23-28.
- REYES, M. L. 2015. Análisis de conglomerados (cluster) con infostat, en <http://reyesestadistica.blogspot.com/2015/02/analisis-de-conglomerados-cluster-con.html> Consultado (03/10/2018).

ROSSI, E. A. 2013. Evaluación de híbridos comerciales de maíz por su aptitud para ensilaje. Tesis Trabajo Final de Grado. Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto. 42 p.

SILVEIRA P.F., y REINALDO. 2006. Conservación de los forrajes: segunda parte. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET, ISSN. En: www.veterinaria.org Consultado: 13-10-2015.

SOMARRIBAS, M. 2007. Efecto de diferentes densidades de maíz y diferentes agotamientos del agua disponible en el suelo sobre la producción de forraje de maíz asociado con mucuna. Tesis de maestría. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 90 p.

VALENCIA C, A., BELTRÁN H, A., LÓPEZ DE BUEN, L. 2011. Revista de divulgación científica y tecnológica de la universidad veracruzana. En, <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol24num2/articulos/ensilaje/> Consultado 14/05/2017.

VAN SOEST P, J., ROBERTSON, B., y LEWIS. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dietary Sci.*, 74:3583-3597.

VERÍSSIMO CORREA, L. 2005. Enciclopedia de la Práctica de la Agricultura y la Ganadería. Ed. OCÉANO, Barcelona, España. 309 p.