

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

Proyecto de Trabajo Final presentado para optar al Grado de Ingeniero
Agrónomo

**PÉRDIDAS FÍSICAS EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN,
ALMACENAJE Y ENTREGA EN SILAJE DE MAÍZ**

**Sergio Martín Bastús
31.366.799**

**Director: Ing. Agr. Pagliaricci, Héctor
Co-Director: Ing. Agr. Agüero, Daniel**

**Río Cuarto - Córdoba
Noviembre 2013**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: Pérdidas físicas en el proceso de elaboración, almacenaje y entrega en ensilaje de maíz.

Autor: Sergio Martín Bastús
DNI: 31.366.799

Director: Hector Pagliaricci
Co-Director: Daniel Agüero

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

(Nombres)

Fecha de Presentación: ____/____/____.

Secretario Académico

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a las personas que compartieron conmigo esta vivencia y en especial a mi familia, a mis padres, por brindarme la posibilidad de estudiar y de acceder hoy al tan anhelado título de Ingeniero Agrónomo, a mi hermano, a mis abuelos y a todos mis amigos, en especial a aquellos a quienes conocí en esta Universidad y con los cuales compartí tantos momentos inolvidables.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente quisiera destacar que el presente trabajo final de grado de Ingeniero Agrónomo no habría sido posible de no ser por mis padres, a quienes agradezco la paciencia y el continuo apoyo para cumplir este sueño tan anhelado.

Agradezco también a la UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO por darme la posibilidad de estudiar y así desarrollarme en el ámbito profesional.

Quisiera agradecer a mi director de tesis, Ing. Agr. Héctor Pagliaricci y a mi co-director, Ing. Agr. Daniel Agüero, quienes pusieron a mi disposición su conocimiento y experiencia, contribuyendo, con esfuerzo y dedicación, al desarrollo exitoso del presente trabajo.

Reciban mi más sincero agradecimiento los profesores que en el recorrido de la carrera hicieron, cada uno a su manera, su propio aporte para que yo obtuviera una formación integral.

Doy las gracias por su participación en la elaboración de este informe a mis evaluadores; Ing. Agr. Telmo Pereyra e Ing. Agr. Alfredo Ohanian.

Finalmente, mi más profundo agradecimiento a mi amigo Juan Manuel Busso, quien me ayudó en la redacción de mi tesis final.

Son muchas las personas que formaron parte de mi vida como estudiante, y son muchas las que tienen mi entera gratitud por sus consejos, su apoyo, y su amistad incondicional, incluso en los momentos más difíciles. Algunas presentes en mi vida cotidiana, otras presentes en mi memoria y mi corazón, agradezco a todas estas personas por todo lo que me brindaron, y porque, sin importar en donde estén, ya forman una parte de mí.

Para todos ellos: Muchas gracias, que Dios los bendiga y les de las mismas posibilidades de cumplir sus sueños que a mí.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE APROBACIÓN	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
ÍNDICE GENERAL	V
ÍNDICE DE CUADROS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT.....	X
INTRODUCCIÓN:	1
2. HIPÓTESIS:.....	5
3. OBJETIVOS:.....	5
4. MATERIALES Y MÉTODOS:	5
4.1 Descripción general de la evaluación:.....	5
4.2 Descripción edafoclimática del sitio:	6
4.2.1. Características climáticas:	6
4.2.2 Características edáficas:	7
4.2.3 Características fisiográficas:	8
4.3 Descripción de las determinaciones realizadas.	8
4.3.1 Producción acumulada (Kg MS/ha):	8
4.3.2 Pérdidas durante el picado, el traslado al silo y embolsado:	8
4.3.3 Pérdidas por efluentes:	9
E: Efluentes.....	9
Kg MV Emb: Kilogramos de materia verde embolsado	9
Kg MV Entr: Kilogramos de materia verde entregado en comederos.....	9
4.3.4 Pérdidas durante la extracción y distribución:	9
4.4 Análisis de resultados.	10
5. RESULTADOS.	11
5.1 Caracterización del cultivo de maíz previo al corte: parámetros productivos y componentes de rendimiento.....	11
5.2 Producción de biomasa acumulada (Kg MS/ha):	11
5.3 Pérdidas físicas durante el picado, el traslado al silo y embolsado:.....	12

5.4	Pérdidas en la extracción y distribución:	13
5.4.1	Pérdidas en la extracción.....	13
5.4.2	Pérdidas en el suministro y comederos.	14
5.5	Pérdidas por efluentes:	16
<p>Los valores expresados en la tabla anterior se representan en el gráfico de la Figura N°7, de las cuales un 9% del total del material ensilado está representado por las pérdidas por efluentes.... 16</p>		
5.6	Estudio económico.	16
5.6.1	Costo para producir una hectárea de silaje de maíz.....	16
5.6.2	Costo para producir un Kilogramo de Materia seca digestible.....	17
5.6.3	Pérdidas económicas producidas por hectárea considerando el suministro.....	18
5.6.4	Impacto económico de las pérdidas para dos alternativas diferentes de producción (Carne y Leche).....	18
6.	DISCUSIÓN.	20
6.1	Pérdidas de tipo físicas.	20
6.2	Pérdidas de tipo económicas.	22
CONCLUSIONES:		23
BIBLIOGRAFIA:		24
ANEXO		26

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°1: Parámetros productivos del cultivo de maíz previo al corte.	11
Cuadro N°2: Contribución porcentual de diferentes componentes de rendimiento de maíz para silaje expresadas en materia verde y materia seca por m ²	12
Cuadro N°3: Pérdidas de MV y MS producidas durante el proceso de picado, traslado y embolsado.....	13
Cuadro N°4: Pérdidas de MV y MS producidas en la extracción del bolsón y cargado del mixer	13
Cuadro N°5: Pérdidas en la entrega y post consumo en los comederos contrastando las diferencias entre comederos lineales de lona y comederos en gomas de tractor	14
Cuadro N°6: Cálculo de las pérdidas producidas por efluentes.....	16
Cuadro N°7: Costo de producción de silaje de maíz según precios actuales de insumos y servicios	18
Cuadro N°8: Rendimiento y Kg MS digestible por hectárea de maíz ensilado	19
Cuadro N°9: Pérdidas económicas diferenciadas según el tipo de comedero utilizado	19
Cuadro N°10: Valores económicos de las pérdidas según el tipo de producción realizada	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Precipitaciones media mensual en la zona de La Carlota campaña 2009/10 y promedio.....	6
Figura N°2: Temperaturas máximas, mínimas normales y medias en la zona de La Carlota	7
Figura N°3: Pérdidas de silaje en la extracción y entrega	15
Figura N°4: Pérdidas expresadas en porcentaje en comederos lineales de lona	15
Figura N°5: Pérdidas expresadas en porcentaje en comederos de gomas de tractor	16
Figura N°6: Pérdidas de silaje por extracción y efluentes en relación al total extraído	17
Figura N°7: Imágenes que permiten visualizar el estado del cultivo de maíz al momento del corte y picado	29
Figura N°8: Picado del maíz y carga de camiones y carros	30
Figura N°9: Traslado del silaje desde la máquina picadora hasta la embolsadora	31
Figura N°10: Descarga de material en la embolsadora	32
Figura N°11: Extracción del silaje con tractor con pala frontal y carga de mixer	33
Figura N°12: Suministro del silaje en los comederos con el mixer.	34

RESUMEN

En el presente trabajo se determinó las pérdidas físicas y económicas en el ensilado, extracción y entrega del ensilaje con el objetivo de brindar una herramienta útil para la planificación y así permitir inferir la superficie necesaria para ensilar de acuerdo a las necesidades de cada sistema y hacer énfasis en aquellos momentos en que las pérdidas son más relevantes para poder disminuirlas. La evaluación se llevó a cabo durante la campaña 2009/2010 en el establecimiento “Don Federico” situado a 33° 29,36’ S; 63° 24,42’SO a 18 km al sur- oeste de la ciudad de La Carlota (Córdoba), sobre un lote proveniente de una pastura degradada de 4 años. La siembra de maíz se realizó el 21 de octubre de 2009 mediante la técnica de siembra directa con fertilización en la línea de siembra con 70 Kg/ ha de urea perlada (46N:0P:0S:0Ca) y con una aplicación de Sol Mix (32N:12S) en V6-V7 a razón de 130 Kg/ ha. La densidad de siembra fue de 80.000 plantas por hectárea. El picado se llevó a cabo en la etapa reproductiva de R3- R4, el día 15 de febrero de 2010. El método de ensilado fue en bolsones de polietileno. Durante el proceso de ensilado se cuantificó producción acumulada (Kg MS/ha) y las pérdidas durante el picado, el traslado al silo y el embolsado. Un vez que se estabilizó el silaje y se comenzó a hacer uso del mismo se evaluaron las pérdidas por efluentes y fermentaciones; y finalmente las pérdidas durante la extracción y distribución. El análisis de los resultados se realizó en el marco de la metodología de un estudio de caso. En base a lo expuesto anteriormente se obtuvo un rendimiento promedio del lote de 42.640 Kg MV/ha, con un rendimiento de Materia seca (MS) de 26,97% equivalente a 11.503 Kg MS/ha. Las pérdidas estuvieron en el orden de los 28,81 Kg MS/ha (32,8; 12 y 79,1 Kg MS/ha para picado, traslado y embolsado), 3.983,5 Kg MS/ha (efluentes y fermentación); 80,68 Kg MS/ha (extracción) y 101,4 Kg MS/ha (distribución). Para finalizar, se puede decir que la etapa del proceso de ensilaje en donde se debe tener mayor cuidado para disminuir las pérdidas es en la distribución y entrega, a partir de la cual se van a lograr mejores resultados. En cuanto a los costos económicos de estas pérdidas, son realmente sorprendentes, más aún considerando los valores actuales de precios de carne y leche, por los que el dinero que se pierde es un tema que reviste mucha importancia.

Palabras claves: Disminuir pérdidas en ensilaje, Costos económicos.

ABSTRACT

In this work we studied the physical and economic losses in the process of silage, silage extraction and delivery in order to provide a useful tool for planning and allow the area required to infer silage according to the needs of each system and emphasize those moments that are most relevant losses to diminish. The evaluation was carried out during the year 2009/2010 on establishing "Don Federico" located at 33 ° 29.36 'S, 63 ° 24.42' W at 18 km south-west of the city of La Carlota (Córdoba), on a batch from a degraded pasture of four years. The trial was established on October 21, 2009 through the technique of direct sowing fertilization on the seed line with 70 Kg of prilled urea and a Sun Mix application V6-V7 at a rate of 130 kg seed density was 80,000 plants per hectare. The dive took place in the reproductive stage R3-R4, on February 15, 2010. The method was ensiled in polyethylene pockets. During the process of cumulative production was quantified silage (kg DM / ha) and losses during the dive, the transfer to the silo and bagging. A stabilized once the silage and began to use it assessed losses and fermentation effluents and finally losses during extraction and distribution. The analysis of the results was carried out in the framework of the methodology of a case study. Based on the above we obtained an average yield of 42,640 kg batch of MV / ha, with a yield of dry matter (DM) of 26.97% equivalent to 11,503 kg DM / ha. The losses were in the order of 28.81 (32.8, 12 and 79, 1 kg DM / ha for chopping, moving and bagging), 3983.5 (effluent and fermentation), 80.68 (extraction) and 101, 4 kg DM / ha (distribution). To conclude, we can say that the silage stage of where you should place greater emphasis on the losses are higher is deliveries, from which it will make further replies. As for the economic costs of these losses are really amazing, especially considering the current values of meat and milk prices, for which the money lost is an issue of great importance.

Key words: silage losses, economic costs, minimize losses.

INTRODUCCIÓN:

Para alcanzar una elevada y sostenida rentabilidad en los sistemas ganaderos se debe asegurar el aporte de alimentos de alta calidad y bajo costo. La conservación del forraje por fermentación acidificante constituye una modalidad muy recomendable desde el punto de vista de la respuesta animal. El forraje fresco de cultivos como maíz, gramíneas, leguminosas, trigo y alfalfa, puede ser conservado por medio del ensilaje. En muchos países los forrajes ensilados son muy apreciados como alimento animal. En Europa, los agricultores de países como Holanda, Alemania y Dinamarca, almacenan más del 90 por ciento de sus forrajes como ensilaje. Aún en países con buenas condiciones climáticas para la henificación, como Francia e Italia, cerca de la mitad del forraje es ensilado (Wilkinson *et al.*, 1996).

La técnica de ensilar el maíz es muy antigua y los primeros ensilajes de este cultivo se efectuaron en Estados Unidos en 1875, pero su uso masivo se efectuó con el desarrollo de la maquinaria moderna que permitió cortar, picar y cargar el forraje mediante una sola operación. Más tarde se avanzó aún más con la maquinaria de corte de precisión que permitió un tamaño de corte pequeño (40 mm. al inicio y luego 8 a 10 mm.), con el cual se mejora la compactación y por ende la fermentación del forraje picado. En la actualidad existe la maquinaria con capacidad de corte de 40- 60 toneladas por hora (Rinaudo, 2009).

Los silajes constituyen un recurso muy apreciado en la ganadería, puesto que permiten almacenar pasto cuando este abunda y ser utilizado cuando falta, pero donde obtiene su máxima relevancia es en la producción de leche (Rinaudo, 2009).

El silaje de maíz es uno de los alimentos más importantes en el mundo. Se lo usa ampliamente por los altos rendimientos de MS por hectárea que se pueden obtener de un alimento con buen valor energético y por su alta palatabilidad. A su vez, presenta como ventajas el no requerir ningún tratamiento previo para ser ensilado debido a que posee buenas características a través del corte directo, la cosecha es rápida y los costos de almacenamiento son bajos (Romero y Aronna, 2004).

Dados los elevados costos de producción del maíz, es esencial tener en cuenta todos los factores que influyen en la obtención de altos rendimientos de forraje cuando es destinado a ensilaje (Jokela y Randall, 1989; Soto, 1996). En su cultivo se deben tener presentes numerosos factores agroecológicos, dentro de los cuales se resalta la fertilización y la densidad de plantas, como las variables de mayor incidencia en un resultado exitoso (Carlonne y Russel, 1987; Tollenaar *et al.*, 1994).

Entre la cosecha del forraje y su utilización como ensilaje ocurren pérdidas variables que dependen de diversos factores. Muchas de ellas pueden ser evitadas con un buen manejo (Romero y Aronna, 2004).

Cuando llega el momento de ensilar el material cosechado, se cuenta con diversas opciones para almacenarlo. La elección estará definida por el volumen, la humedad del material y el costo del sistema. En los silos bolsa, si bien las pérdidas de material por fermentación se reducen al mínimo, la bolsa y el embolsado implican un mayor costo (Romero, 2006).

El gran beneficio de la bolsa, es que las pérdidas se reducen considerablemente: 2-5% comparado con 15-20% de silos puente bien confeccionados y bien tapados (Ceminari, 2008).

El proceso de ensilaje se inicia cuando se corta la planta y finaliza cuando el animal consume el forraje que ha sido almacenado durante un período de tiempo usualmente prolongado. En ese tiempo se distinguen las etapas que ocurren entre el corte del forraje y su almacenamiento en el silo, entre el inicio y el término de ese período de almacenamiento, y entre que se abre el silo y es consumido por los animales. De acuerdo con ello, las pérdidas serán clasificadas como pérdidas de campo, pérdidas durante el almacenamiento, y pérdidas a la descarga (Pichard y Cussen, 1990).

Cuando se marchita el forraje antes de ensilarlo, las pérdidas de campo son mucho mayores que cuando se corta directamente el forraje verde para ensilarlo con toda su humedad. Cuando se corta previo al ensilado, por efecto de las máquinas segadoras, se han reportado pérdidas de 1 a 5% de la materia seca (MS), siendo mayores cuando las máquinas no están bien mantenidas y cuando se cosecha forraje en avanzado estado de madurez, especialmente en el caso de leguminosas. El proceso de recolección y picado del forraje con máquinas chopper (picadora de arrastre para forrajes bajos) también provoca algunas pérdidas, pero ellas son bajas cuando la maquinaria está bien mantenida y su operación es adecuada, presentando pérdidas entre 1 y 8% (Mc Donald *et al.*, 1991).

Una de las mayores pérdidas del ensilaje ocurren cuando hay un excesivo tiempo de respiración de los forrajes picados y la importancia del sistema de embolsado comienza cuando el período respiración del forraje es casi nulo, por la barrera que representa el film plástico al fenómeno de ósmosis del oxígeno. Es sabido que las mayores pérdidas que ocurren en el sistema de alimentación con silaje, son debidos a una excesiva superficie expuesta del material al momento de abrir el silo para extraer el forraje, por ello el material ensilado en bolsa presenta la ventaja de poder remover mucho material del frente del silo (aun con bajas tasa de extracción o consumo), manteniendo la calidad del material mayor cantidad de tiempo (Cattani, 2006).

El efluente de un ensilaje está constituido por la fase líquida contenida en el interior de las células vegetales, la cual es liberada por efecto del daño mecánico provocado al tejido y la presión ejercida sobre él durante el proceso mecánico de elaboración del ensilaje. Un cálculo de las pérdidas atribuibles a la producción de efluente permite afirmar que en forrajes con un contenido original de 19% materia seca, se puede perder hasta un 14% de la proteína cruda y un 10% de la energía metabolizable que fueran originalmente almacenadas en el silo (Alomar *et al.*, 1990).

En silajes de maíz y sorgo, las pérdidas atribuidas a fermentaciones y efluentes ocurridas en el campo, hasta que el silaje queda estabilizado son del 20% (Fernández Mayer, 2000).

Las pérdidas superficiales son de tipo visibles como invisibles. Las pérdidas superficiales son altamente variables y dependen fundamentalmente del diseño del silo. Las pérdidas invisibles se producen durante el proceso de almacenamiento. Cuantitativamente este tipo de pérdidas son menos significativas que las visibles, si la compactación es razonablemente adecuada y deja el silo con una proporción 2:1 de aire y forraje, al final del proceso se sella con plástico y se adiciona peso en toda la superficie, las pérdidas se reducen considerablemente y pueden ser casi nulas, no superando el 3% de la M.S (Pichard y Cussen, 1990).

Cuando el silaje se almacena en bolsas, los problemas de llenado, compactado y sellado, prácticamente no tienen relevancia. La influencia del clima se reduce al mínimo y las pérdidas por fermentación son muy bajas (6-7%) (Romero y Aronna, 2004).

En los silos bolsa el principal indicador de una buena compactación es la banda lateral de estiramiento que traen impresas los envases, es muy importante que en el momento de colocar la bolsa estas bandas queden a la altura indicada por el fabricante (aproximadamente 1,20 m) (Piñeiro, 2006).

No todos los silajes son iguales o se comportan igual frente a un mismo manejo. Por ejemplo, hay diferente deterioro de calidad frente a las horas que pasan entre una extracción y otra y el efecto negativo de la exposición al aire de la cara expuesta del material. Esto significa que existen silajes que son más propensos a sufrir el deterioro aeróbico después de la apertura del silo. Son llamados silajes inestables y se caracterizan por calentarse rápidamente cuando son expuestos al aire. Las pérdidas en estos casos son significativas (Andrade Filho y Mohamad, 2010).

El sistema de ensilaje en bolsas de gran diámetro, es una de las herramientas que permite aprovechar al máximo la calidad potencial de los forrajes, haciendo eficiente no solo la confección, sino también el aprovechamiento de los forrajes conservados de alta calidad en forma de silaje (Cattani, 2006).

En la etapa final del proceso, es muy importante capacitar al personal encargado de la extracción y el suministro si se pretende lograr silajes de calidad y que estos lleguen al rumen en condiciones similares a las guardadas (Piñeiro, 2006).

1. IMPORTANCIA DEL TRABAJO:

Lo que se busca con este trabajo es brindar una herramienta útil para la planificación, ya que permite inferir la superficie a destinar para ensilaje de acuerdo a las necesidades de cada sistema y enfatizar aquellos momentos en que las pérdidas son más relevantes para disminuirlas.

2. HIPÓTESIS:

Las pérdidas físicas ocasionadas en el proceso de ensilaje, almacenado y entrega del silaje de maíz son relevantes productiva y económicamente.

3. OBJETIVOS:

- Evaluar y cuantificar pérdidas de material durante las etapas de ensilado, almacenado y entrega.
- Detectar las etapas del proceso en las que éstas son más relevantes.
- Valorizar económicamente éstas pérdidas.

4. MATERIALES Y MÉTODOS:

4.1 Descripción general de la evaluación:

La evaluación se llevó a cabo durante la campaña 2009/2010 en el establecimiento “Don Federico” situado a 33° 29,36’ S; 63° 24,42’SO a 18 km al sur oeste de la ciudad de La Carlota provincia de Córdoba (Argentina), sobre un lote proveniente de una pastura degradada de alfalfa con festuca sembrada en el año 2006.

La siembra de maíz se realizó el 21 de octubre de 2009 mediante la técnica de siembra directa con fertilización en la línea de siembra con 70 Kg/ ha de urea perlada (46N:0P:0S:0Ca) y con una aplicación de Sol Mix (32N:12S) en V6-V7 a razón de 130 Kg/ ha. Se utilizó un híbrido simple modificado de maíz para silaje DKFEED2RR2, de ciclo intermedio (120 días a madurez relativa) con excelente comportamiento ante Mal de Río Cuarto y Roya común y de grano color anaranjado. La densidad de siembra fue de 4,2 plantas por metro lineal, a una distancia entre surcos de 0,52 m, lo que hacen a una densidad de 80.000 plantas por hectárea.

Se aplicó en pre siembra, como barbecho químico, glifosato 48% mediante un pulverizador terrestre de cobertura completa, para eliminar malezas presentes. En post emergencia se realizaron dos aplicaciones con el mismo producto, una en estadio V5-V6 y la otra en R1, ambas a razón de 2,5 lts/ha.

El picado se llevó a cabo en la etapa reproductiva de R2- R3, el día 15 de febrero de 2010. La picadora utilizada fue una Class Jaguar 870. El material cosechado se inoculó con Lactosilo (complejo de bacterias lácticas que mejoran la fermentación) a razón de 5 gr por tonelada de forraje cosechado.

El método de ensilado fue en bolsones de polietileno Plastar de 60 metros de largo. La embolsadora utilizada fue una Implecor M 9070.

4.2 Descripción edafoclimática del sitio:

4.2.1. Características climáticas:

La región presenta un clima templado sub húmedo, con precipitaciones que suelen exceder la evapotranspiración en los meses de primavera y otoño y con déficit puntual en verano e invierno. La precipitación media anual normal es de 801,2 mm con valores extremos mínimos de 451,1 mm y máximos de 1195,2 mm en 1984, para la serie 1978- 2007. (Seiler *et al*, 2007). Cabe destacar que la precipitación del ciclo del cultivo de maíz en la campaña 2009/2010 (Octubre - Marzo) fue de 750 mm, como se muestra en la figura N°1.

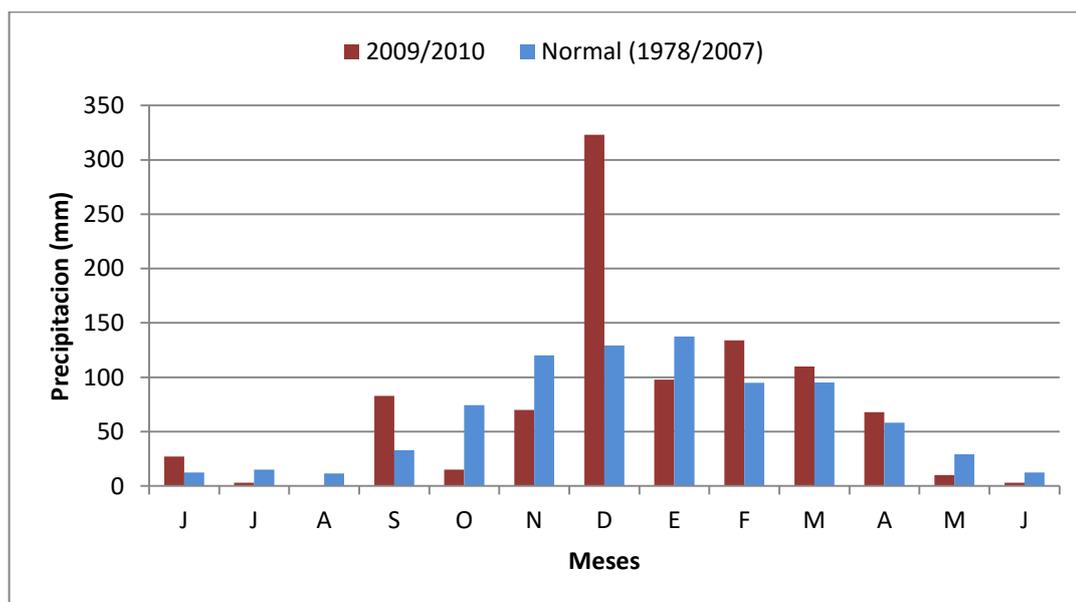


Figura N°1: Precipitaciones media mensual y promedio de La Carlota, Cba. Argentina, campaña 2009/10.

En cuanto al régimen de lluvias de la campaña 2009/2010 se puede observar que hubo meses en que superó ampliamente las precipitaciones con respecto a las precipitaciones normales como es el caso de los meses de junio, septiembre y diciembre. También se observan meses en que las lluvias, de la campaña en cuestión, están muy por debajo de las precipitaciones normales como los meses de julio, agosto, octubre y noviembre. Teniendo en cuenta lo antes mencionado se podría decir que se produjeron menores precipitaciones en el periodo comprendido entre julio y noviembre con respecto a la media histórica (a excepción de septiembre). Mientras que a partir de diciembre en adelante los

registros de lluvia son semejantes a la media histórica, a excepción del mes de diciembre donde supera ampliamente a las precipitaciones normales.

El régimen térmico es mesotermal, la temperatura media del mes más cálido (enero) es de 23°C con una máxima absoluta de 39,5°C la temperatura media del mes más frío (julio) es de 9,1°C con una mínima absoluta de -11,5°C la amplitud térmica media anual es de 13,9°C (Figura N°2).

La fecha media de la primera helada es el 25 de mayo y la de la última es el 12 de septiembre, siendo el periodo libre de heladas 255 días en promedio (Seiler *et al.*, 2007).

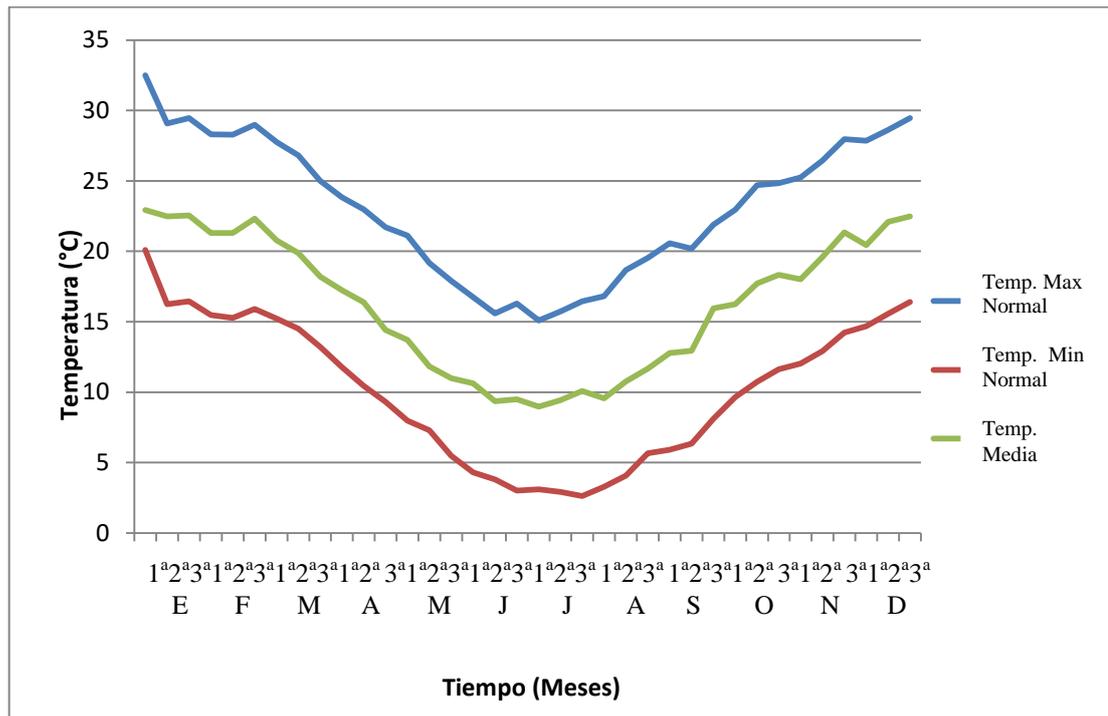


Figura N°2: Temperaturas máximas, mínimas normales y medias de La Carlota, Cba. Argentina.

4.2.2 Características edáficas:

La formación de los suelos locales proviene de materiales de origen eólico de textura franco arenosa fina a franco limosa. Presentan un horizonte superficial oscuro, con moderado contenido de materia orgánica, seguido por un horizonte de transición con materiales minerales ligeramente alterado, que pasa gradualmente al material originario. Son suelos poco evolucionados A1-AC-C. En la zona predominan los suelos clasificados como Haplustoles, orden Molisoles o suelos negros de horizonte relativamente oscuros, suborden Ustoles, concepto que implica déficit de humedad en la época del año menos favorable al crecimiento vegetal (Stiefel *et al.*, 2000).

4.2.3 Características fisiográficas:

La zona se caracteriza por presentar planicies intermedias suavemente onduladas, con presencia de médanos aislados asociados a lomas muy suavizadas. El relieve es normal – subnormal suavemente ondulado, con pendientes medias y largas de gradientes de hasta 1,5% (Cisneros *et al.*, 2000).

4.3 Descripción de las determinaciones realizadas.

4.3.1 Producción acumulada (Kg MS/ha):

Para determinar el rendimiento de maíz previo al corte, se tomaron (5) muestras de plantas enteras representativas a 1 metro cuadrado, en el mismo momento en que comenzó a trabajar la máquina, para obtener el peso promedio de estas. Se obtuvieron 5 muestras, de distintos sectores del lote a evaluar, cortando plantas al azar, de manera tal de obtener una muestra lo más representativa posible. El corte se realizó a 20 cm (altura a la que corta el cabezal de la picadora).

Estas plantas, se pesaron en verde, y luego fueron secadas en estufa de aire forzado a 105°C hasta alcanzar un peso constante, con lo cual se determinó materia seca (MS).

4.3.2 Pérdidas durante el picado, el traslado al silo y embolsado:

Para la evaluación de las pérdidas se tomó como referencia el período comprendido entre el inicio y el final de confección de un bolsón de 60 mts de largo. Se siguió a la máquina y se recolectó todo el material que la máquina picaba y no llegaba al camión (que se caía al suelo) y se introdujo en bolsas de polietileno, con lo cual se evitaba la deshidratación de las muestras.

Este procedimiento se repitió en 10 oportunidades, obteniendo como resultado las pérdidas promedio por cada uno de los camiones que fueron utilizados para completar el bolsón. Es importante destacar, que al momento en el que se efectuaron los cambios de camiones (salía el lleno y entraba uno vacío) la máquina se detenía por orden del productor y de esta forma evitar pérdidas mayores. (Ver anexo Figura N°8).

De la misma manera se procedió para determinar las pérdidas en el traslado. Se seleccionaron 2 camiones y se controló en todos los viajes que realizaron. El material que se caía de la batea se recolectó y también se los introdujo en bolsas de nylon siguiendo el mismo procedimiento antes mencionado. (Ver anexo Figura N°9).

Posteriormente se centró la atención en el proceso de embolsado, donde los camiones descargan el material en el receptor de la máquina embolsadora. En este caso se recolectó todo el material que se encontró a los lados de dicho receptor, el cual no podría ser incorporado al silo bolsa, pasando a ser parte de las pérdidas ocasionadas en este proceso. (Ver anexo Figura N°10).

Mediante la utilización de un GPS se determinó la cantidad de hectáreas que fueron necesarias para completar el bolsón en estudio.

Una vez obtenidas las muestras de las distintas etapas de la confección del silaje de maíz se procedió a la medición y cuantificación de los valores de Materia seca (MS) y de Materia verde (MV) que se perdieron por hectárea picada.

4.3.3 Pérdidas por efluentes:

Estas pérdidas se estimaron por diferencia entre el forraje que se embolsó y el extraído. Para ello, se cuantificó el material que se embolsó para las 4.3 has correspondientes a dicho bolsón. Una vez transcurrido el período necesario para que el silaje se estabilice se procedió con la extracción del material para la alimentación de los animales. Al momento de la extracción, como se nombró anteriormente, se cuantificaron las pérdidas producidas en este período. Finalmente se hace la diferencia entre la cantidad de forraje embolsado con respecto a la cantidad de silaje entregado, al que se le adicionan las pérdidas en la etapa de extracción.

$$\text{Pérdidas E} = \text{Kg MV Emb.} - (\text{Kg MV Entr.} + \text{Kg MV Pérdida extracción})$$

E: Efluentes

Kg MV Emb: Kilogramos de materia verde embolsado

Kg MV Entr: Kilogramos de materia verde entregado en comederos

4.3.4 Pérdidas durante la extracción y distribución:

Se determinarán las pérdidas en la extracción y carga del mixer, para ello se desplegó una lona y se hizo circular el tractor por encima de la lona hasta que el mixer quedó completamente arriba de la misma. Una vez en esa posición se procedió a la carga del mismo. El material que se caía del mixer quedaba sobre la lona con lo que se facilitó la recolección del mismo para el posterior pesaje. Esta medición se realizó 1 vez por semana durante 7 semanas (tiempo en que se consumió la totalidad de un bolsón). (Ver anexo Figura N°11).

Luego de efectuar las mediciones correspondientes a la extracción se procedió a realizar lo propio para la etapa de distribución, para lo cual se realizaron las siguientes actividades:

- Se limpió todo el comedero y sus alrededores.
- Se recolectó todo el material que cayó fuera del comedero luego de la descarga.
- Se recogió todo el material que quedó en los márgenes del comedero una vez retirados los animales.

- El material recolectado se pesó, se determinó MS y se calcularon las pérdidas al finalizar la evaluación. (Ver anexo Figura N°12).

4.4 Análisis de resultados.

Los resultados se presentaron con valores promedios con sus correspondientes desvíos de Materia verde (MV) y Materia seca (MS). Además los datos fueron sometidos a un análisis económico de acuerdo a la metodología de “costos de producción”. Dado que en la propuesta no se planteó la comparación de situaciones, sino el seguimiento y monitoreo de un proceso, el análisis de los resultados se realizó en el marco de la metodología de un estudio de caso. Al respecto Yin (1994) define un estudio de caso como “una investigación empírica que estudia un fenómeno contemporáneo dentro de su contexto de la vida real, especialmente cuando los límites entre el fenómeno y su contexto no son claramente evidentes.

5. RESULTADOS.

5.1 Caracterización del cultivo de maíz previo al corte: parámetros productivos y componentes de rendimiento.

Los parámetros referidos a las características y condiciones del cultivo de maíz previo al corte se presentan en el Cuadro N°1. En general el cultivo de maíz se encontraba en buenas condiciones previas al corte y picado. Se pudo apreciar la cantidad de follaje que el mismo presentaba en sintonía con espigas de buen tamaño y número, lo cual asegura un forraje de alta calidad nutricional. Se logró un stand de plantas acorde a los objetivos planteados (76.000 plantas/ha). Finalmente se observó que para este momento el maíz había alcanzado el estado de grano pastoso a semiduro (1/2 a 1/4 línea de leche o R3-R4).

5.2 Producción de biomasa acumulada (Kg MS/ha):

Cuadro N°1: Parámetros productivos del cultivo de maíz previo al corte.

Parámetros	Medias \pm desvíos
Densidad (N° de plantas/ha)	76.000 \pm 1.140
Rendimiento Materia Verde (Kg MV/ha)*	42.640 \pm 3.690
Materia Seca (%)	26,97
Rendimiento Materia Seca (Kg MS/ha)	11.503 \pm 1.770
Peso por planta (Kg MS/planta)	0,17717 \pm 0,02366

* Total de la biomasa cosechada por la máquina, sin considerar el tallo remanente que deja al picar (20 cm de altura).

A partir de las distintas muestras de cortes realizadas en el cultivo de maíz previo al picado se obtuvo un rendimiento promedio del lote de 42.640 Kg MV/ha, con un porcentaje de Materia seca (MS) del 26,97% equivalente a una producción de 11.503 Kg MS/ha. También se cuantificó cada uno de los componentes de la planta de maíz, con sus respectivos porcentajes, como se observa en la Tabla N°2, en donde un 33% corresponden a tallos, 47% a espigas, 19% a hojas y un porcentaje menor (1%) representan las panojas, dichos valores expresados en materia verde.

Los componentes de rendimiento del cultivo de maíz base verde y materia seca (Cuadro N°2) indican que las espigas son el componente con mayor representación de la biomasa total del cultivo con valores de 47% base húmeda y 54,4% considerando la materia seca. El segundo componente en importancia por su contribución al rendimiento total lo constituye la fracción tallos y luego las hojas, finalmente y con un escaso aporte (1%) las panojas.

Cuadro N°2: Contribución porcentual de diferentes componentes de rendimiento de maíz para silaje expresadas en materia verde y materia seca por m².

Materia Verde							
Tallos (gr)		Espigas (gr)		Hojas (gr)		Panojas (gr)	
gr	%	gr	%	gr	%	gr	%
1410,4 ± 101,3	33	1997,4 ± 156,7	47	805 ± 136,7	19	50 ± 8,5	1
Materia Seca							
Tallos (gr)		Espigas (gr)		Hojas (gr)		Panojas (gr)	
gr	%	gr	%	gr	%	gr	%
305,5 ± 34,3	26,5	625,9 ± 113,6	54,41	203,4 ± 37,1	17,7	15,4 ± 3,3	1,3

5.3 Pérdidas físicas durante el picado, el traslado al silo y embolsado:

Las pérdidas físicas durante las etapas de corte, picado, traslado y embolsado se visualizan en el Cuadro N°3, en donde se puede verificar en materia verde y materia seca los valores correspondientes a llenado de un bolsón. Los valores de mayor relevancia ocurrieron durante la etapa de embolsado 277,5 Kg MV y 80 Kg MS. En orden de importancia, la etapa de corte y picado acumuló un total de 115,2 Kg MV y 32,8 Kg MS. Mientras que las ocurridas en el traslado fueron de menor importancia.

Cuadro N°3: Pérdidas de MV y MS producidas durante el proceso de picado, traslado y embolsado.

Etapas	Kg MV	Kg MS
Pérdidas en el picado, Kg/bolsón	115,2	32,8
Pérdidas en el traslado, Kg/bolsón	42	12
Pérdidas en el embolsado, Kg/bolsón	277,53	79,1
Pérdidas totales	434,73	123,9
Desvío Estándar	120,5	34,3
Pérdidas, Kg/ha	101,1	28,81

A partir del material recolectado como pérdidas durante estas 3 etapas, se realizó el cálculo de Materia seca obteniendo un valor de 28,53%.

Para completar la totalidad de un bolsón fue necesario picar 4,3 hectáreas lo cual implicó la realización de 28 acarrees con camiones acondicionados para tal fin, totalizando una cantidad teórica de 183.352 Kg de MV.

5.4 Pérdidas en la extracción y distribución:

5.4.1 Pérdidas en la extracción.

En la Cuadro N°4 se muestran las pérdidas físicas de material producidas -en un bolsón y por hectárea- atribuidas al proceso de extracción del silaje. Se observa que 1022,14 Kg MV corresponden a pérdidas físicas de extracción de un total de 4,3 has de material almacenado en un silo (bolsón), lo que representan 237,7 Kg MV por hectárea de silaje.

Cuadro N°4: Pérdidas de MV y MS producidas en la extracción del bolsón y cargado del mixer.

Pérdidas en extracción y carga de mixer	Kg MV	Kg MS
Promedio/ Extracción	10,43	3,54
Desvío Estándar	5,237	1,78
Total del bolsón	1022,14	346,92
Total pérdidas/ha *	237,7	80,68

*Total del bolsón / 4,3 (Hectáreas por bolsón).

Para cuantificar las pérdidas de extracción y carga del mixer se realizaron 26 mediciones, y se obtuvieron los datos de Materia verde (MV) y Materia seca (MS) con los correspondientes desvíos expresados en la tabla anterior. El total de extracciones necesarias para la utilización de todo

el bolsón fueron 98, que representaron 165.200 Kg MV, con un porcentaje de Materia seca (MS) de 33.9% del silaje ya estabilizado.

5.4.2 Pérdidas en el suministro y comederos.

En la Cuadro N°5 se observan las pérdidas físicas de material en la etapa de distribución y entrega para dos tipos diferentes de comederos. Se determinó en promedio pérdidas por suministro de 9,1 Kg de materia verde en comederos lineales de lona (891,8 Kg MV por bolsón) y 17,1 Kg de materia verde para comederos en gomas de tractor (1675,8 Kg MV por bolsón).

Cuadro N°5: Pérdidas en la entrega y post consumo en los comederos contrastando las diferencias entre comederos lineales de lona y comederos en gomas de tractor.

	Comederos de lona		En gomas de tractor	
	Mat. Verde (Kg)	Mat. Seca (Kg)	Mat. Verde (Kg)	Mat. Seca (Kg)
Promedio	9,1	3,09	17,1	5,81
Desvío Estándar	3,28	1,11	4,82	1,64
Total del bolsón	891,8	302,82	1675,8	569,38
Pérdidas/ha *	207,4	70,4	389,7	132,4

*Total del bolsón / 4,3 (Hectáreas por bolsón).

A continuación se expresan en gráficos las pérdidas físicas producidas en los dos tipos de comederos analizados. En la Figura N° 4 se comparan las pérdidas totales entre comederos lineales de lona y comederos en gomas de tractor. En este se observaron pérdidas de 1457 Kg MV de silaje hasta el momento de comenzar la distribución, a partir de allí se verificó que 891,8 Kg MV adicionales se perdieron en comederos lineales y 1675,8 Kg MV en comederos de gomas de tractor. En la segunda y tercer figura (Fig. N°5 y N°6) detallan los porcentajes de pérdidas físicas en cada etapa del proceso según el tipo de comedero utilizado, lo que permite observar que con la utilización de gomas de tractor se maximizan las pérdidas por entrega llegando a representar el 53% del total, siendo que para comederos lineales de lona las que adquieren mayor importancia es la extracción con el 43% relegando así a la etapa de entrega a 38% de las pérdidas totales. Para ambos casos las pérdidas físicas por picado, traslado y embolsado son bajas, presentando valores menores al 20% de las pérdidas totales.

Figura N°3: Pérdidas de silaje en la extracción y entrega.

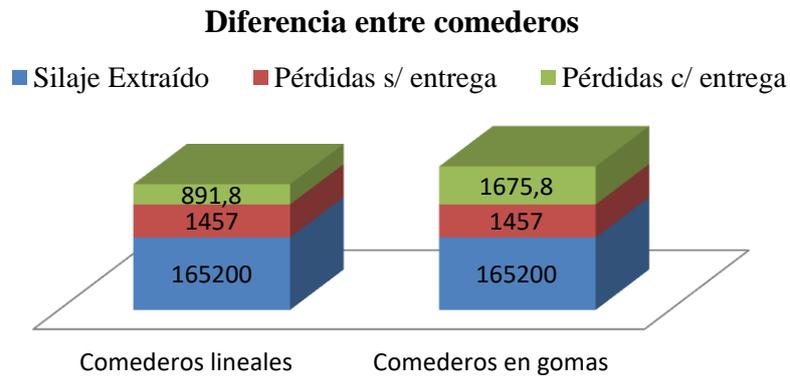


Figura N°4: Pérdidas físicas del proceso de ensilaje completo, expresado en porcentaje. Con implementación de comederos lineales de lona.

Pérdidas de todo el proceso, con suministro en comederos lineales de lona

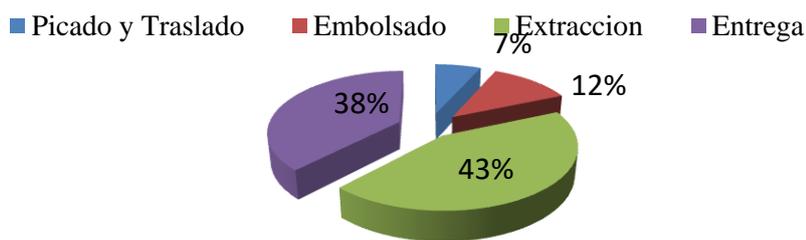
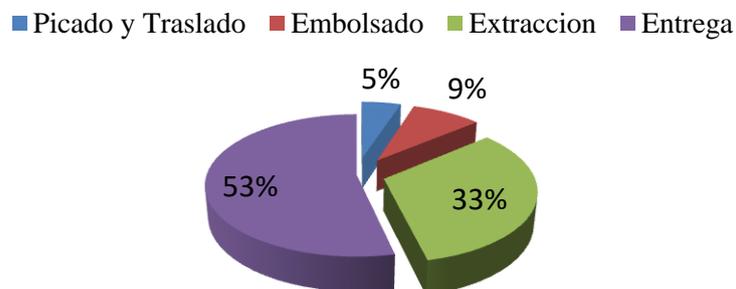


Figura N°5: Pérdidas físicas del proceso de ensilaje completo, expresado en porcentaje. Con implementación de comederos en gomas de tractor.

Pérdidas de todo el proceso, con suministro en gomas de tractor



5.5 Pérdidas por efluentes:

Las pérdidas por efluentes se observan en el Cuadro N°6, las cuales ascienden a 17.129,9 Kg de materia verde totales en todo el bolsón de un total de 183.352 Kg de materia verde embolsados.

Cuadro N°6: Cálculo de las pérdidas producidas por efluentes.

	Kg MV total
Embolsado	183.352
Pérdidas por extracción	1.022,14
Material extraído	165.200
Efluentes	17.129,9

Los valores expresados en la tabla anterior se representan en el gráfico de la Figura N°7, de las cuales un 9% del total del material ensilado está representado por las pérdidas por efluentes.

Figura N°6: Pérdidas de silaje por extracción y efluentes en relación al total extraído.



5.6 Estudio económico.

5.6.1 Costo para producir una hectárea de silaje de maíz.

Considerando la incorporación de un paquete tecnológico acorde, en el Cuadro N°7 se abordó el costo para producir 1 ha de silaje de maíz lista para ser usada a partir del año entrante.

Cuadro N°7: Costo de producción de silaje de maíz según precios actuales de insumos y servicios.

Item	U\$\$/ha.
Siembra	43,47
Pulverización	14,34
Biocidas	22,4
Semillas	100
Fertilización a la Siembra	42
Fertilización en V6	68,9
Alquiler	430
Total (U\$\$)	721,11
Total Siembra \$ (1U\$\$= \$ 4,6)	3.317,106
Inoculación, \$	110
Ensilado,\$	1.800
Total Ensilado \$/ha	1.910
Costo Total del silaje de maíz embolsado, \$.	5.227,106

Costos expresados en \$ y u\$s al 20/09/2012

A partir de los datos relevados se determinó que el costo para producir 1 ha de silaje es de \$5.227,106 a partir de la cual se obtienen 14.454,96 kg MS.

5.6.2 Costo para producir un Kilogramo de Materia seca digestible.

Tomando como parámetro teórico de digestibilidad promedio un valor del 68% (Abdelhadi y Santini, 2006) se calculó el costo por Kg de MS Dig. (Cuadro N°8).

Cuadro N°8: Rendimiento y Kg MS digestible por hectárea de maíz ensilado.

Rendimiento, (Kg MV/ha)	42.640 ± 3.690
Rendimiento, (Kg MS/ha)	14.472 ± 1.250,9
Digestibilidad (%)	68%
Kg MS Dig./ha	9.840,96
Costo, (\$/Kg MS Dig)	0,53

5.6.3 Pérdidas económicas producidas por hectárea considerando el suministro.

Teniendo en cuenta el costo de producción de 1 Kg MS Dig. equivalente a \$ 0,53 se procedió al cálculo de las pérdidas económicas producidas por hectárea, diferenciando entre comederos lineales de lona y comederos en gomas de tractor presentados en el Cuadro N°9.

Cuadro N°9: Pérdidas económicas diferenciadas según el tipo de comedero utilizado.

<i>Comederos</i>	<i>Lona</i>	<i>Gomas</i>
Pérdidas Totales Kg MS/ha	185,16	247
Pérdidas, Kg MS Dig./ha	125,9	167,9
Pérdidas Económicas, \$/ha	66,727	88,987

Como se evidencia en la tabla anterior, las pérdidas totales en Kg MS/ha para comederos de lineales de lona son 185,1 Kg equivalentes a 125,9 Kg MS dig. lo que generan una pérdida económica de \$66,73/ ha. Para comederos en gomas de tractor, las pérdidas económicas son mayores representando \$88,98/ ha, ya que se pierden 167,9 Kg MS dig.

5.6.4 Impacto económico de las pérdidas para dos alternativas diferentes de producción (Carne y Leche).

A partir de las pérdidas calculadas en la tabla N°9 se estimó el impacto económico según el tipo de producción realizada, considerando que por cada 0,67 Kg MS Dig. de silaje se produce 1 kg de leche (Eastridge, 2006) y por cada 5,3 Kg MS Dig. de silaje se produce 1 kg de carne (según datos de Abdelhadi *et al.*, 2001, 2005 y 2006). El Cuadro N°10 expresa que los valores arrojados como pérdidas

de materia seca digestible por hectárea (Kg MS dig/ ha), representan pérdidas económicas importantes según el tipo de producción (carne o leche) al que se destinará el silaje y el tipo de comedero en el cual se suministrará dicho material.

Cuadro N°10: Valores económicos de las pérdidas según el tipo de producción realizada.

Comederos.	Lona	Gomas	Unidades
Kg MS dig/ ha	125,9	167,9	Kg/ha
Producción de leche (0,63 kg MS Dig. silaje = 1 kg leche (Eastridge, 2006)).			
Litros de leche extra posibles de producir sin que se produzcan pérdidas por hectárea.	200	266.5	Lt/ha
Precio del litro de leche.	1,58	1,58	\$/Lt
Ingreso extra.	316,0	421,1	\$/ha
Producción de carne (5,3 Kg MS Dig. silaje = 1 kg carne (Abdelhadi y col., 2001/2005/2006)).			
Kg de carne extra posibles de producir sin que se produzcan pérdidas por hectárea.	23,7	31,6	Kg/ha
\$/Kg vivo de novillito o vaquillona.	10	10	\$/Kg
Ingreso extra.	237	316	\$/ha

Como muestra la Cuadro N°10, para producción de leche, las pérdidas abordadas en párrafos anteriores representan \$316/ha para comederos de lona, estas se incrementan a \$421 si la elección es comederos de gomas de tractor. Lo mismo ocurre para producción de carne, ya que para comederos de lona las pérdidas son de \$237 y para gomas de tractor \$316/ha. Estos valores representan un costo de oportunidad, ya que evidencian una ganancia extra que se podrá obtener si se dispone de los Kg extra de materia seca digestible para la producción. Los resultados se calcularon con precios actuales de carne y leche.

6. DISCUSIÓN.

6.1 Pérdidas de tipo físicas.

En cuanto a la caracterización del cultivo de maíz previo al corte, y como ya se mencionó anteriormente, el cultivo se encontraba en excelentes condiciones de calidad y cantidad para lograr un silaje de alta calidad. Tal como dice Piñeiro, (2006) la calidad de un silaje resulta de la interacción entre la calidad del material de origen y la calidad del proceso de ensilado. Para lograr el primer objetivo es importante tener en cuenta el híbrido a utilizar, la fecha de siembra, densidad, fertilización, momento de picado y altura de picado, entre otras.

Considerando dichas características se respetó lo que se había planteado en el apartado “materiales y métodos” del presente trabajo. Con respecto al híbrido se procuró utilizar uno que tuviera buena proporción de espiga respecto al resto de la planta. Di Marco y Aello (2003) establecen que la calidad nutritiva de la planta se puede definir en términos de cuánto sustrato degradable en el rumen aportan sus componentes, es decir, la espiga y el resto de la planta. En otras palabras, un cultivo de maíz para ensilar es un conjunto de espigas, hojas, tallos y chalas. La espiga contiene el grano, el cual es de alto valor nutritivo para los animales, mientras que el del resto de la planta puede equipararse al de un forraje de mediana a baja calidad.

Respecto a lo anterior Piñeiro, expresó que un buen híbrido para silaje es aquel que tenga una mayor relación de espigas (> 50%), ya que ésta es la que aporta mayor digestibilidad, y dentro de éstas la que aporte mayor cantidad de granos, sin descuidar los demás parámetros como son hojas (20%) y tallos (30%). En este trabajo se obtuvieron resultados acordes a lo definido previamente siendo éstos de 54,41% de espigas, 27,8% de tallo y 17,7% de hoja.

En cuanto a la densidad se obtuvieron valores próximos a las 76.000 pl/ha. Según Romero y Aronna (2007) para el caso de silaje de maíz, la población de plantas puede incrementarse entre un 10-15% por sobre la recomendada para la cosecha de grano para la región en cuestión. Un adecuado espaciamiento entre plantas es crucial para poder alcanzar el pico en rendimiento y calidad y esto maximizará la producción potencial.

Finalmente se observó que el momento de picado fue afín a lo que establece Piñeiro donde afirma que el mismo debe realizarse cuando el cultivo alcanza un contenido total de materia seca entre el 30 y 35%, coincidiendo esto con un grano pastoso a semiduro (1/2 a 1/4 línea de leche o bien estado fenológico R3-R4).

Respecto a las pérdidas se evaluaron en dos etapas, la primera denominada “confección” -que comprende al picado, el traslado y el embolsado- y la segunda a la cual se la denominó “utilización” -que abarca la extracción y el suministro del producto del silaje a los animales-.

Se puede demostrar que los valores de pérdidas durante la etapa de confección son poco representativo, ya que 101,1 Kg MV/ha (26,79; 9,7 y 64,6 para picado, traslado y embolsado respectivamente) representa menos del 1% del total del material ensilado. Estos valores son inferiores

a los obtenidos por Ceminari, (2008), quien afirma que confeccionando silajes en bolsas de polietileno las pérdidas oscilan entre el 2- 5%, siendo que en silajes puente u otros, las pérdidas se maximizan y son superiores al 15%. Se considera que los valores obtenidos son menores que los establecidos por Ceminari como consecuencia del exhaustivo control y monitoreo a los operarios por parte del propietario del establecimiento, tomando como referencia lo que se mencionó anteriormente, que el mismo exigía al operador de la máquina detener el picado al momento de realizar el cambio de camión.

A partir del momento en el que el silaje ha madurado y se ha estabilizado se comienza a hacer uso del mismo para la alimentación de los animales. El total de extracciones necesarias para la utilización de todo el bolsón fueron 98, lo cual representa 165.200 Kg MV.

Mediante el cálculo de las pérdidas por efluentes y fermentación se pudo explicar las diferencias que se obtuvieron entre el material ensilado (183.352 Kg MV) y el material extraído (165.200 Kg MV), que para este caso particular fueron del 10%, el cual no corresponde con lo que explica Fernández Mayer (2000), quien afirma que las pérdidas producidas por fermentación y por los efluentes ocurridos en el campo hasta que el silaje queda estabilizado son del 20%. Esta diferencia se atribuye a que la modalidad de silaje utilizado en el presente trabajo fue “embolsado” y la utilizada por el autor antes citado fue “silaje aéreo”.

A diferencia de la etapa de confección, la etapa de utilización (extracción y suministro) refleja valores más relevantes. En el caso de la sub-etapa de extracción, de las 26 mediciones realizadas sobre un total de 98 extracciones se obtuvieron pérdidas promedio de 10,43 Kg de Materia verde (MV), lo que arroja como resultado 1.022,14 Kg MV en la totalidad del bolsón, equivalente a 237, 7 Kg MV por hectárea. Estas pérdidas se corresponden a los excesos de silaje cargados en la pala de extracción o bien a la sobrecarga del mixer produciendo un desborde por las paredes del mismo en el momento del mezclado.

En concordancia con las pérdidas en la sub-etapa de suministro se evidenciaron diferencias muy marcadas según el tipo de comedero de los que se hicieron uso. Para el caso del comedero lineal de lona las pérdidas fueron de 207,4 Kg MV/ha, incrementándose notoriamente al hacer uso de comederos de gomas de tractor, en donde las pérdidas alcanzaron a duplicar el valor antes mencionado (389,7 Kg MV/ha). Esta diferencia hace aducir que es prioritario enfatizar en la elección del comedero que se vaya a utilizar siempre que se encuentre al alcance del productor para afrontar el gasto pertinente, partiendo de la premisa que la inversión se recupera en el corto plazo.

Las pérdidas en comederos lineales de lona y comederos en goma de tractor se explican, en el primer caso porque los animales en el afán de comer arrojan material al otro lado del comedero, quedando éste fuera del alcance de los mismos; en el segundo caso, en cambio, los animales empujan las gomas y posteriormente lo pisotean.

Muchas veces ocurre que se tiene un gran cuidado en lograr una buena conservación del material ensilado, pero cuando llega el momento de la utilización no se hacen bien las cosas y en consecuencia se pierde mucho producto.

En el momento de apertura del silo y durante el suministro se produce un deterioro aeróbico al quedar el silaje expuesto al aire y cambiando éste su composición química, pH y temperatura, y por consiguiente se altera la calidad y cantidad de forraje.

Para disminuir estas pérdidas, es importante tener en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ Extraer y suministrar diariamente solo la cantidad a utilizar para evitar los remanentes que se deterioran (olor desagradable) y producen problemas en el consumo.
- ✓ Tapar el extremo abierto cada vez que se extrae el material para evitar la entrada de oxígeno.
- ✓ Tapar posibles roturas que puedan aparecer en el material cobertor.
- ✓ Tener comederos o lugares de suministro que disminuyan al mínimo las pérdidas durante el consumo (Romero *et al*, 2005).

6.2 Pérdidas de tipo económicas.

A partir de lo citado por Bertoia (2012), -quien mencionó que en nuestro país se destinan aproximadamente 1,1 millones de hectáreas al picado para forraje, de los cuales el 70% corresponde a maíz (770.000 has) y que a la vez agregó que la demanda del silaje se concentra en un 87% entre tres provincias (669.900 has): Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba; destinándose un 46% de ese total a la producción lechera (308.154 ha) y un 54% a la de carne (361.746 ha)- se hizo base para cuantificar económicamente cuan importantes resultan las pérdidas físicas evaluadas en este trabajo. En consecuencia se realizó el cálculo del impacto económico de las pérdidas para dos alternativas diferentes de producción considerando dos alternativas de comederos.

Tal como se observa en el Cuadro N°9, las pérdidas son de \$ 66,72 para comederos de lona y \$ 88,98 para comederos de gomas de tractor, si se toma el valor económico de un Kg MS Dig equivalente a \$0,53, las cuales son escasamente representativas en relación al dinero que se deja de ganar por no disponer de los kg de materia seca digestible extra (MS Dig.). Esto se refleja en el Cuadro N°10, en donde se observa que disponer de esos 125,9 o 167,9 kg extra de MS Dig. para producir leche o carne, implican una ganancia extra de \$316/ha o \$421,1/ha ensilada en leche y \$237/ha o \$316/ha ensilada en carne, de acuerdo al tipo de comedero. Extrapolando estos resultados al nivel regional (Buenos Aires, Córdoba y Santa Fé) la cifra se torna relevante, obteniendo costos de oportunidad que para la producción lechera alcanza los \$ 97.376.664 y \$129.732.834 para comederos lineales de lona o de goma de tractor respectivamente. En el caso de la producción ganadera los costos de oportunidad se encuentran en torno a los \$85.733.802 y \$114.311.736 para los comederos mencionados.

CONCLUSIONES:

En el marco del trabajo, se identificó que la etapa del proceso de ensilaje, en donde las pérdidas físicas son más relevantes, es la distribución y entrega del forraje, donde se debe lograr mejorar los resultados.

A partir de la información recopilada y analizada se determinó que las pérdidas físicas producidas durante todas las etapas que involucra el proceso de ensilaje y entrega, son lo suficientemente importantes para afectar la eficiencia de las mismas.

Se estableció que existen distintos recaudos que se pueden abordar para disminuir las pérdidas físicas y lograr resultados económicos favorables. Considerando que dichas pérdidas fueron evaluadas en un establecimiento en el que se utiliza tecnología de avanzada y que a demás se controla a los operarios de la maquinaria para lograr menores pérdidas.

La valoración económica de las pérdidas físicas, es relevante, obtenidos con valores actuales de precios de carne y leche, que distan mucho del nivel de precios que se deben tener, y por ende los recursos económicos que se dejan de captar es un tema que reviste mucha importancia para la sustentabilidad de los sistemas productivos.

Si bien se logran productos de calidad, hay interés por la generación de procesos de capacitación de recursos humanos en los sistemas, con el objeto de minimizar pérdidas físicas y eficientizar el resultado económico de la actividad.

BIBLIOGRAFIA:

Abdelhadi L. O. and F. J. Santini, 2006. Corn silage vs. grain sorghum silage as a supplement to growing steers grazing high quality pastures: Effects on performance and ruminal fermentation. *Animal Feed Science & Technology*, 127 (1-2): 33-43.

Abdelhadi L.O., F. J. Santini y G. A. Gagliostro, 2005. Corn silage or high moisture corn supplements for beef heifers grazing temperate pastures: Effects on performance, ruminal fermentation and in situ pasture digestion. *Animal Feed Science and Technology*, 118 (1-2): 63-78.

Abdelhadi, L.O., Santini, F.J., y Gagliostro, G.A. 2001. Suplementación con silajes de planta entera a bovinos en pastoreo: efectos sobre la producción y el ambiente ruminal (Revisión Bibliográfica). *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol. 21, N°3-4, p 147-158.

Andrade Filho, R y L. Mohamad (2010). Estrategias para mejorar la estabilidad aeróbica del silaje. *Chr. Hansen Animal Nutrition Department.* , Bs. As., 18(219):58-62. www.produccion-animal.com.ar

Alomar, D., Latrille, L., Anrique, R., Ferrando, A., Balocchi, O. y Quezada, A. 1990. Efecto de aditivos absorbentes sobre los efluentes del ensilaje. En *Resúmenes Sociedad Chilena de Producción Animal*, p. 45.

Bertoia, L. 2012. El nitrógeno, clave en maíz para silo. *Crop Sci.* Suplemento rural diario Clarín.

Carlone, M.R., and W.A. Russell. 1987. Response to plant densities and nitrogen levels for four maize cultivars from different eras of breeding. *Crop Sci.* 27:465-470.

Cattani, Pablo A. (2006) El sistema de embolsado. Método de conservación de forrajes de alta calidad en forma de silajes. www.red-campus.com

Ceminari, R (2008) El silaje de maíz y sorgo granífero en la intensificación ganadera del sudoeste bonaerense. chaji@cosma.com.ar. ZOE Tecno-Campo.

Cisneros, J (2000) Manual de clasificación de suelos de la Argentina. Departamento de suelos de la U.N.R.C.

Dimarco, O.N. y Aello. M.S. 2003. Calidad nutritiva de la planta de maíz para silaje. <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/forrajes/silo/silajemaiz.htm>. Unidad Integrada Balcarce (Facultad de Ciencias Agrarias (UNMdP)-INTA EEA Balcarce).

Eastridge M. L., 2006. Major advances in applied dairy cattle nutrition. *J. Dairy Sci.* 89:1311-1323.

Fernandez Mayer, A (2000). Silaje de maíz. Área Producción Animal, E.E.A: INTA Bordenave.

Jokela, W.E., and G.W. Randall. 1989. Corn yield and residual soil nitrate as affected by time and rate of nitrogen application. *Agron. J.* 81:720-726.

McDonald P., Henderson, A.R. and Heron, S.J.E. 1991. *The Biochemistry of Silage*.

Chalcombe Publications, Reino Unido.

Pichard, G y R Cussen (1990) Evaluación de pérdidas en el proceso de ensilaje y manejo de efluentes. Departamento de Zootecnia- Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Piñeiro, G (2006) Cuidados en la confección de silos de maíz. Asesor Privado. Product Manager-Conservación de forrajes de Becker Underwood, Argentina

Rinaudo, P. J. (2009) El silo de maíz como base de alimentación de ganado lechero. *Pregón Agropecuario - Córdoba 785 - (6270) Huinca Renancó, Córdoba, Argentina*

Romero, L y S. Aronna (2004) Siembra de maíz para silaje. Proyecto Regional de lechería. INTA- EEA Rafaela.

Romero, L y Grupo de Extensión de la E.E.A INTA Rafaela (2005). Extracción y suministro de silaje, como disminuir las pérdidas. INTA Rafaela.

Romero, L y S. Aronna (2007) Siembra de maíz para silaje. INTA- EEA Rafaela.

Romero, L (2006) Argentina. Silo. Como evitar las pérdidas durante el almacenamiento. INTA Rafaela.

Seiler, R; R. A. Fabricius; V. H. Rotondo; M. G. Vinocur y A. Rivarola (2007). Guía de trabajos prácticos. Agrometeorología I. Departamento de Meteorología de la UNRC.

Soto, P. 1996. Forrajes suplementarios de invierno. p. 109 - 137. *In: Ruiz, I. (ed.) Praderas para Chile*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile.

Stiefel, M; N. Pautasso; C. Crotti (2000). Cambios climáticos y sumideros de carbono. Centro de Investigación, Observación y Monitoreo Territorial y Ambiental (CIOMTA). Santa Fe, Argentina.

Tollenaar, M., A.A. Dibo, A. Aguilera, S.F. Weose, and C.J. Swanton. 1994. Effect of crop density on weed interference in maize. *Agron. J.* 86:591-595.

Wilkinson, J.M, Wadephul, F, and Hill, J (1996) *Silage in Europe: a survey of 33 countries*. Welton, UK: Chalcombe Publications.

Yin, Robert K. (1994). *Case Study Research: Design and Methods*. Sage Publications, Thousand Oaks, CA.

ANEXO

Figura N°7: Imágenes que permiten visualizar el estado del cultivo de maíz al momento del corte y picado.



Figura N°8: Picado del maíz y carga de camiones y carros.





Figura N°9: Traslado del silaje desde la máquina picadora hasta la embolsadora.



Figura N°10: Descarga de material en la embolsadora.



Figura N°11: Extracción del silaje con tractor con pala frontal y carga de mixer.





Figura N°12: Suministro del silaje en los diferentes comederos. (a- comederos lineales, b- comederos en gomas de tractor).
a-



b-



