

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISION DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Potencial de rendimiento y calidad forrajera en híbridos comerciales de maíz

Por:

Carlos Anid Salinas Melo

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Torreón, Coahuila, México
Marzo 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISION DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Potencial de rendimiento y calidad forrajera en híbridos comerciales de maíz

Por:

Carlos Anid Salinas Melo

TESIS

Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Aprobado por:



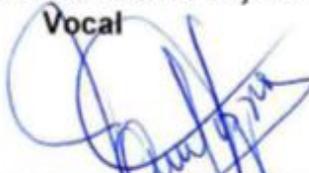
Dr. Armando Espinoza Banda
Presidente



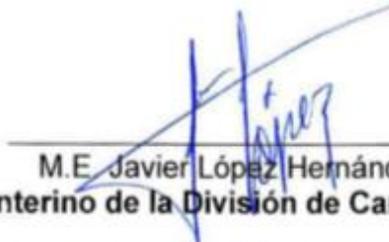
Dra. Oralia Antuna Grijalva
Vocal



Dr. Jorge Quiroz Mercado
Vocal



MC. José Jaime Lozano García
Vocal suplente



M.E. Javier López Hernández
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México
Marzo 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISION DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Potencial de rendimiento y calidad forrajera en híbridos comerciales de maíz

Por:

Carlos Anid Salinas Melo

TESIS

Presentado como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Aprobado por el Comité de Asesoría:



Dr. Armando Espinoza Banda
Asesor Principal



Dra. Oralia Antuna Grijalva
Coasesor



Dr. Jorge Quiroz Mercado
Coasesor



MC. José Jaime Lozano García
Coasesor



M.E. Javier López Hernández
Coordinador Interino de la División de Carreras Agrícolas



Torreón, Coahuila, México
Marzo 2025

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por darme la oportunidad de vivir, por una vida llena de momentos bonitos y también difíciles, por darme unos padres y una familia maravillosa que nunca me han dejado solo y han estado a mi lado en las buenas y en las malas; por permitirme poder ser una mejor persona día con día y poder salir adelante en busca del éxito en la vida.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, por ser mi Alma Terra Mater, por abrirme sus puertas, brindarme una beca y permitirme llevar a cabo mi formación profesional y personal para cumplir una meta más en mi vida. También por hacer valer la pena cada día que estuve en este lugar, lejos de mi familia y seres queridos, y por brindarme una educación de calidad y forjarme con una persona con valores, capaz de competir y poner en alto el nombre de esta escuela donde sea y cuando sea.

Al **Dr. Armando Espinoza Banda** por su ayuda en este proyecto de tesis, por su apoyo, esfuerzo y dedicación para poder concluir con este trabajo, el cual es mi último requisito para concluir mis estudios profesionales. También le agradezco por sus buenos consejos y enseñanzas para ser un gran profesional, para mí, él fue y será un gran ejemplo a seguir de perseverancia para llegar al éxito.

A la **Dra. Oralía Antuna Grijalva** por ser parte de este comité asesor y apoyarme durante la realización de este trabajo.

Al **Dr. Jorge Quiróz Mercado** por ser parte de este comité asesor y también por su apoyo y consejos durante toda mi estancia en esta institución.

A la **Sociedad Cooperativa Agropecuaria de la Comarca Lagunera**, por el apoyo y la ayuda que me brindaron para poder llevar a cabo este proyecto.

DEDICATORIAS

A mis padres

Guadalupe Annesy Melo Cruz y Dionisio Salinas Martínez, por haberme brindado la vida, su amor, su apoyo, la educación y por la confianza que me dieron para poder seguir estudiando, hoy gracias a todo ese apoyo logré concluir una etapa más en mi vida, por lo cual, siempre estaré profundamente agradecido con ellos.

A mi hermano

Dian Salinas Melo por ser un compañero de vida, por las risas, alegrías, y también llantos que hemos pasado juntos, y por el apoyo y la compañía que me brindó cada día para seguir adelante.

A mi pareja

Rosa Yaricza Guillén Jiménez, por amarme, quererme y darme la oportunidad de estar a su lado para compartir nuestra vida juntos, por su apoyo y su amor incondicional, por su compañía y consejos que me ha brindado para poder salir adelante durante la universidad y mas etapas de mi vida.

A mis abuelos

Rafael Salinas, Flora Martínez, Salomón Melo (†) y Eugenia Cruz, por su cariño y el amor que me han dado, les agradezco de todo corazón por sus buenos consejos, enseñanzas y por el apoyo que me brindaron para enfrentar la vida. Todos han sido un ejemplo a seguir en mi camino durante toda mi vida, gracias por los abrazos y palabras tan bonitas que siempre escuché de todos ellos.

A mis tíos

Por estar conmigo y apoyarme todo el tiempo, en todo momento difícil que pasé y he pasado siempre me han brindado su compañía, su cariño y sus buenos valores.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objetivo de comparar la producción y calidad de forraje de tres híbridos comerciales de maíz. El experimento se realizó durante el ciclo agrícola de primavera-verano, en el Ejido “El Olivo”, perteneciente al municipio de Matamoros, Coahuila. Se probaron tres híbridos comerciales de maíz marca ASGROW: AntílopeY, Hipopótamo y Armadillo, a una densidad de 106, 400 plantas por ha. La siembra se realizó el 12 de Julio del 2023. La cosecha de los tres híbridos se realizó el día 20 de octubre del 2023. El rendimiento de forraje verde (RFV) se evaluó en cuatro muestras, y para las variables de calidad, se formó una muestra compuesta de los cuatro muestreos y enviadas al laboratorio (Agrolab) para su análisis, determinándose materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FND) y energía neta de lactancia (ENL). El análisis de varianza se realizó solo para la variable de RFV. Las variables de calidad solo se clasificaron de acuerdo con Núñez (2013). El ANOVA para el RFV fue altamente significativo donde el mejor tratamiento fue el AntílopeY, estadísticamente superior a los tratamientos Hipopótamo y Armadillo. Respecto a calidad, el híbrido Hipopótamo fue el mejor porcentaje de materia seca, con 26.6%. Antílope Y presentó el mejor porcentaje de PC, con 9.3%. El mejor porcentaje de FDN, con 37.6% correspondió al híbrido Hipopótamo, asimismo fue el mejor valor de ENL, con 1.63 Mcal/kgMS.

Palabras clave: Maíz, Materia seca, ENL, Proteína cruda, Forraje

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
I.- INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo.....	3
1.2 Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1.- Importancia del maíz forrajero.	4
2.2.- Importancia y demanda del maíz forrajero en México.....	4
2.3.- Situación de la producción de maíz forrajero en la Comarca Lagunera.....	5
2.4.- Selección y mejoramiento genético	7
2.5.- Selección de un híbrido.....	7
2.6. Rendimiento de forraje verde (RFV)	9
2.6.1 Efectos de una cosecha temprana.....	9
2.6.2 Efectos de la Cosecha Tardía.....	9
2.6.3 Factores que afectan el rendimiento del maíz	10
2.6.4 Beneficios del maíz a través del ensilaje.	10
2.7 Parámetros de Calidad Forrajera	11
2.7.1 Materia seca (%MS)	12
2.7.2 Proteína Cruda (%PC).....	12
2.7.3 Fibra Detergente Neutro (%FDN)	13
2.7.4 Energía Neta De Lactancia (ENL Mcal/kg MS)	13
2.7.5 Digestibilidad.....	14
2.7.6 Almidón.....	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1 Ubicación del sitio experimental.....	16
3.2 Material genético.....	16

3.3	Diseño en campo y parcela experimental	16
3.4	Siembra.....	17
3.5	Manejo de cultivo	17
3.6	Aporque.....	17
3.7	Fertilización	18
3.8	Riego.....	18
3.9	Cosecha.....	18
3.10	Variables evaluadas:.....	18
3.10.1	Rendimiento en forraje verde (Ton/Ha).....	18
3.10.2	Porcentaje de Materia seca (%MS)	19
3.10.3	Proteína cruda (%PC).....	19
3.10.4	Fibra detergente neutro (%FDN).....	19
3.10.5	Energía neta de lactancia (ENL o Mcal/ kg MS)	19
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
4.1	Rendimiento en forraje verde (t ha ⁻¹).....	20
4.2	Variables de calidad.....	21
4.2.1	Materia Seca (% MS).....	21
4.2.2	Proteína Cruda (% PC)	22
4.2.3	Fibra Detergente Neutro (% FDN).	23
4.2.4	Energía Neta de Lactancia (Mcal/kgMS)	24
V.	CONCLUSIONES	26
VI.	BIBLIOGRAFIA	27

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1 de los Parámetros de calidad forrajera de acuerdo a Núñez (2013)..	15
Cuadro 3.2.1 Genealogía de tres genotipos de maíz, evaluados en el ciclo primavera-verano.	16
Cuadro 3.5.1 Control de plagas.....	17
Cuadro 4.1. Análisis de Varianza de tres híbridos de maíz, evaluadas en el Ejido el Olivo, municipio de Matamoros, Coahuila.	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1 Porcentaje de Materia Seca de tres híbridos comerciales de maíz	22
Figura 4.2. Porcentaje de Proteína Cruda de tres híbridos comerciales de maíz..	23
Figura 4.3. Porcentaje de la Fibra Detergente Neutro de tres híbridos comerciales de maíz	24
Figura 4.4. Porcentaje de la Energía Neta de Lactancia de tres híbridos comerciales de maíz.	25

I.- INTRODUCCIÓN

El maíz es el primer cereal al que se ha sometido a diferentes e importantes transformaciones tecnológicas en la forma de cultivo, dando paso a la creación de materiales híbridos, lo cual se debe a que la planta tiene una alta tasa de actividad fotosintética, que dió como resultado la alta producción de carbohidratos por unidad de superficie por día (García *et al.*, 2023).

Es un cultivo con alto valor energético y mayor flexibilidad lo que lo convierte en el cereal más importante a nivel mundial (Pereira *et al.*, 2023). Asimismo, es la base para la producción de alimentos balanceados para las especies animales por el sabor y los valores nutritivos, lo que convierte el maíz en el insumo con mayor demanda y crecimientos interanuales y rendimientos positivos (Alberto *et al.*, 2023).

En México, la producción de maíz se centra en los ciclos primavera-verano y otoño-invierno, tanto de temporal como de riego. La principal actividad del sector rural es la producción de maíz en condiciones de temporal. A nivel nacional se siembran alrededor de ocho millones de hectáreas, las cuales 2.5 millones corresponden a la región tropical y, el 82.43% a la siembra bajo condiciones de temporal, mientras que el 17.57% corresponden a superficies de siembra bajo condiciones de riego (Jaramillo *et al.*, 2018).

En la Comarca Lagunera la superficie de siembra corresponde a un total de 50 mil ha, donde el principal cultivo es el maíz forrajero (Reyes *et al.*, 2023).

El ensilaje de maíz es la mejor alternativa para contrarrestar la alta demanda de alimento durante las épocas secas. Es el que más se ensila, en particular, por

su alto rendimiento de biomasa y elevado contenido de carbohidratos disponibles. Una alternativa para contrarrestar la falta de alimento durante la época seca es la conservación del forraje, que puede ser mediante el proceso de ensilaje (Joaquín *et al.*, 2022).

Para los sistemas de producción de lechería, la práctica para la sustitución o complementación de los alimentos balanceados, es el ensilaje (Angulo *et al.*, 2022).

El bajo contenido de grano y alto contenido de fibra dañan la calidad forrajera, ocasionando baja digestibilidad y baja energía en el forraje. Los factores que influyen en el valor nutricional del silo dependen de los factores bióticos, abióticos y de la selección del híbrido utilizado. Es el motivo de la importancia de conocer y seleccionar el híbrido adecuado con las características mejores deseadas, como es elevada altura y gran capacidad de producción (Zaragoza *et al.*, 2019).

Las relaciones hoja-tallo y mazorca-planta, pueden verse afectadas debido a las altas densidades de siembra, así como también, pueden influir la poca captación de la radiación, disminuyendo el desarrollo de la planta (Rodríguez *et al.*, 2021). La Comarca Lagunera es una zona reconocida como una de las principales cuencas lecheras de México y como tal, existe una gran oferta para la elección del mejor híbrido para forraje. Tradicionalmente INIFAP evalúa híbridos disponibles de las casas comerciales, como Berentsen, Syngenta, Pioneer, entre otros, pero no incluyen los híbridos que son el propósito del presente trabajo. (Borroel *et al.*, 2018).

1.1. Objetivo

Comparar la producción y calidad de forraje de tres híbridos comerciales: Hipopótamo, Armadillo y AntílopeY.

1.2 Hipótesis

H₀: No existe diferencia en producción y calidad entre los híbridos.

H_a: Los híbridos difieren en producción y calidad.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.- Importancia del maíz forrajero.

El centro de origen del maíz (México), el cual es una de las gramíneas más importantes del mundo, el proceso de domesticación ocurrió simultáneamente en diversas regiones, dispersándose como una especie simbólica entre las culturas mesoamericanas (Castillo *et al.*, 2009).

Tan solo en México se han identificado más de 50 razas nativas reconocidas, su amplia diversificación y distribución natural se debe en gran medida a los procesos socio-culturales y el manejo a través de la historia, en la actualidad la creciente demanda de granos básicos como es el caso del maíz, hace necesario emplear tecnologías que mejoren la eficiencia de producción mediante selección adecuada de materiales con características adaptadas a regiones con demandas específicas a las que se les suman las situaciones climáticas cambiantes (Guevara *et al.*, 2019).

2.2.- Importancia y demanda del maíz forrajero en México.

Al maíz forrajero se le considera un alimento de alta calidad para los rumiantes por su alto contenido energético y proteínico, su producción es hasta ahora la forma más eficiente con la que se obtienen niveles competitivos de toneladas de materia seca, con buena relación en cuanto a la calidad ideal, ya sea como forraje fresco o ensilado que por su alto contenido en azúcares lo convierte en un material de fácil conservación y su manejo (Fernando *et al.*, 2019; Hernández *et al.*, 2022).

Las grandes explotaciones ganaderas lecheras y de engorde siempre han utilizado el silo de maíz como una reserva de alimento para los meses más escasos de forrajes (Jiménez Ortiz *et al.*, 2019).

En el norte de México, la Comarca Lagunera es una de las más importantes cuencas con actividades agrícolas orientadas a la explotación lechera, por lo que la demanda de maíz forrajero en esta zona del país es elevada, la producción del ensilaje de maíz es de las actividades de mayor relevancia, ya que dentro de la alimentación del ganado en producción aporta de un 30 a un 40% la ración de materia seca, situación que ha provocado que incrementen las áreas de producción de este forraje que además requiere bajos niveles hídricos (Delgado *et al.*, 2023).

2.3.-Situación de la producción de maíz forrajero en la Comarca Lagunera

En la comarca lagunera, la producción forrajera anual es de más de 30,000 ha de maíz en regadío y 1,000 ha en secano, el manejo de este cultivo se realiza bajo un sistema intensivo, donde **se producen hasta tres cultivos** por año, posicionándose como el segundo cultivo de mayor importancia en esta región (Hernández *et al.*, 2022). En el estudio realizado por Perales-García *et al* (2019), el autor explica que, en la actualidad, el rendimiento promedio de la producción de maíz forrajero en la Comarca Lagunera es de 45 toneladas por hectárea.

Las condiciones ambientales de esta región permiten producir maíz forrajero durante la primavera y el verano. La producción de maíz durante estos dos ciclos de producción permite que se cubra potencialmente la gran necesidad de forraje que demanda el ganado bovino lechero en esta zona. No obstante, la producción de forraje por hectárea y la calidad nutricional del forraje de maíz son afectadas por

el ciclo de producción. Esto depende en gran parte a las condiciones climáticas que se presentan en cada ciclo de producción. (Granados *et al.*, 2022).

En la Comarca Lagunera la producción de forraje es fundamental ya que tan solo esta zona concentra el mayor número de cabezas de ganado bovino lechero en México, que es alimentado principalmente con alfalfa, silo de maíz y concentrados (De la Cruz *et al.*, 2018).

Sin embargo, el cultivo del maíz forrajero en México de forma general muestra bajos rendimientos de materia seca por hectárea, con altos porcentajes de fibra, bajo contenido de grano, mermando la calidad y la digestibilidad del forraje (Santiago *et al.*, 2018).

Lo anterior se debe en parte, al manejo al que están sometidos los suelos agrícolas de la Comarca Lagunera, al uso excesivo de nutrientes y labranza mecánica intensiva, además, de que no se le da un intervalo de recuperación al suelo, por lo que una primera estrategia sería recuperar la calidad de los suelos con el fin de que el rendimiento se vea afectado, adecuando tecnologías de riego y densidad de siembra (Schmalz *et al.*, 2015).

Además, el rendimiento se ve aún más afectado, cuando los híbridos forrajeros que se emplean para el establecimiento, tienden a producir grandes volúmenes de materia verde por hectárea, pero con baja calidad nutricional ya que se reduce la producción de grano y el valor energético del forraje que es determinante para una eficiente producción de leche (Zaragoza *et al.*, 2019).

Ante esto, uno de los factores más importantes a considerar al momento de elegir un híbrido de maíz forrajero, es la relación entre el rendimiento de materia seca y la calidad nutritiva, así como sus componentes morfológicos. (Rivas *et al.*, 2019). Sin embargo, frecuentemente estos, son seleccionados arbitrariamente por su capacidad productora de materia seca dejando de lado el mejoramiento de su calidad nutritiva (Velasco *et al.*, 2022).

2.4.- Selección y mejoramiento genético

En la actualidad, uno de los aspectos más importantes en la producción de maíz es elevar el potencial productivo, esto se ha logrado gracias a una conjugación de estrategias tales como el empleo de germoplasmas híbridos y variedades de polinización abierta, prácticas que sumadas a un manejo adecuado a cada zona, mejoran los componentes de producción por mazorca, además de que *el uso de germoplasmas híbridos se representa con frecuencia como una fuente de rasgos valiosos para los usos locales que reduce a su vez el desabasto de maíz grano para consumo humano* (Borroel *et al.*, 2018).

2.5.- Selección de un híbrido

Un híbrido como tal es la primera generación que resulta del cruzamiento entre plantas de diferentes genotipos, en este proceso se destaca la búsqueda de la llamada heterosis o vigor híbrido, fenómeno que resulta en el aumento de vigor, mayor tamaño y por ende mejor productividad de un híbrido, en comparación con la producción media de sus progenitores (Canteros *et al.*, 2022).

La evaluación de híbridos experimentales, es sin duda la etapa más complicada y mayor inversión dentro de un programa de mejoramiento genético ya que se requiere de la simulación y análisis de un gran número de genotipos el mayor número de ambientes posibles. (García *et al.*, 2020).

El mejoramiento genético de maíz anteriormente se basaba en la selección masiva de variedades de polinización abierta realizada por el productor, además de las actividades e investigaciones realizadas por los técnicos e investigadores que con frecuencia empleaban estrategias de coordinación de redes de productores que seleccionaban las mejores mazorcas polinizadas dentro de sus lotes de maíz (Ferro *et al.*, 2014).

La calidad de una semilla híbrida está determinada por el cumplimiento de las normas que garanticen esta calidad, así como un manejo agronómico apropiado, esta semilla ofrece al productor variedades con características genéticas optimizadas capaces de tolerar y soportar altos niveles de estrés (MacRobert *et al.*, 2014).

El híbrido de cruza simple lo podemos definir como la respuesta en la filial 1 de la cruza entre líneas autofecundadas. El híbrido de cruza doble es la respuesta o resultado de la cruza entre dos materiales (híbridos) de cruza simple. El híbrido de cruza triple es el resultado obtenido al cruzar un híbrido de cruza simple y una línea autofecundada (Carballo *et al.*, 2013).

En una cruza simple sobresaliente, se tiene menos variabilidad, pero ésta posee la ventaja de tener caracteres agronómicos sobresalientes, los cuales se fijan

más rápidamente, y por ello se obtienen progenies con germoplasma nativo en menor tiempo (Ramírez *et al.*, 2015).

2.6. Rendimiento de forraje verde (RFV)

Para obtener excelentes rendimientos se tienen que hacer las prácticas agrícolas, las aplicaciones y sobre todo las fertilizaciones necesarias en nuestro cultivo en tiempo y forma, ya que, si no se atiende bien, habrá diversos factores que van a ocasionar pérdidas en el rendimiento del maíz al momento de ensilar. (Garay, 2022).

Muñoz (2016) afirma que cuando las plantas forrajeras como el maíz se encuentran en condiciones óptimas de temperatura es cuando logran expresar su máximo potencial genético y su mayor producción de biomasa.

2.6.1 Efectos de una cosecha temprana.

Si se adelanta la cosecha del maíz, las posibles pérdidas que se pueden presentar serían un bajo porcentaje o contenido de almidón, complicaciones en el proceso de fermentación por presencia de hongos, ya que, si se cosecha antes de los 70 días, se estarán ensilando cantidades enormes de agua, por lo cual habrá una mala digestibilidad del silo en el rumen del rumiante. (Demagnet, 2013).

2.6.2 Efectos de la Cosecha Tardía

Si se pasa el momento óptimo de cosecha, los problemas que pueden presentarse son el aumento de las pérdidas en el forraje, es decir, menos toneladas por hectárea, ya que la planta estará muy seca, por lo cual perderá peso; también habrá problemas a la hora de ensilar con el tamaño de corte o de picado, al igual que a la

hora de compactar el forraje debido a que cuanto más seca esté la planta, es más difícil realizar el compactado. Y el problema más grave que se puede presentar al estar seca la planta es que ésta tendrá un elevado contenido de lignina, recordemos que la lignina es la única parte de la planta que es totalmente indigestible para el animal, por lo cual las bacterias ruminales no podrán digerir ese polímero y tiende a reducir la digestibilidad. (Demanet, 2013).

2.6.3 Factores que afectan el rendimiento del maíz

Autores como Mancipe *et al*, (2022) mencionan que, factores como son los cambios de temperatura, la intensidad de la radiación solar, los diferentes tipos de suelo, los balances tanto hídricos como energéticos en las plantas, la densidad de población de éstas y el máximo potencial genético que puede expresar el híbrido seleccionado para ensilar, ya que puede disminuir la calidad en la producción.

2.6.4 Beneficios del maíz a través del ensilaje.

El ensilaje de maíz es la principal fuente de alimento en las dietas para el ganado ya sea lechero y de engorda, es un alimento utilizado mayormente en las épocas de estiaje, ya que son meses en los cuales no se cuenta con pastos para que el ganado pueda alimentarse mediante el pastoreo; es por eso que se utilizan los forrajes conservados como es el silo de maíz, ya que éste, proporciona alimento diario y de buena calidad nutricional y alto en energía, durante todo el año para que el ganado no pierda peso ni baje su producción de leche en épocas de sequía (Rebora *et al.*, 2018). El ensilaje de maíz ha contribuido a lo largo del tiempo en una de las fuentes más importantes como alimento, ya que otra de las ventajas que ofrece es que tiene

un menor costo de producción y que durante la cosecha, los restos de la planta que quedan se incorporan al suelo para aportar nutrientes a éste. El silo mejora la eficiencia del rumiante siempre y cuando se le dé un uso adecuado y se suministre en tiempo y forma de acuerdo a cada una de las diferentes etapas de crecimiento, desarrollo y reproducción del animal (Crespo *et al.*, 2019).

2.7 Parámetros de Calidad Forrajera

Un forraje de calidad incluye parámetros como el rendimiento, contenido de nutrientes, digestibilidad y palatabilidad (Gallegos *et al.*, 2022). Para tener un silo de buena calidad, es de vital importancia cosechar las plantas en su punto óptimo de madurez, a una altura y longitud de corte determinadas, para un mejor contenido de almidón y materia seca (MS). Se sabe que a medida que, si tenemos un aumento en la densidad de plantas, también hay un incremento en la producción de materia seca (MS). Sin embargo, el incremento en la densidad de plantas puede afectar disminuyendo la cantidad de granos de maíz por planta, y de esta forma se reduce el contenido de almidón y también la densidad energética del ensilaje de maíz. (González *et al.*, 2020).

Los forrajes influyen de manera importante en la dieta de los rumiantes, ya que aportan los nutrientes de forma más económica a la alimentación del ganado, así como también benefician y conservan ciertos requerimientos del suelo (Gallegos *et al.*, 2022).

2.7.1 Materia seca (%MS)

La materia seca indica el peso de un alimento menos el contenido de agua de éste, en otras palabras, es la parte de una muestra de forraje verde o fresco a la cual se le ha quitado todo el contenido de agua a través de un secado forzado, esta extracción del agua se puede realizar normalmente en un laboratorio de bromatología, o con un horno de microondas. Dentro de este componente es donde podemos determinar cada uno de los nutrientes como las fibras, proteínas, grasas, minerales y vitaminas. La materia seca se encarga más que nada de aportar nutrientes a las bacterias ruminales del bovino para que pueda producir leche y/o carne. El porcentaje de Materia Seca del maíz va a variar y depender del estado de madurez en el que se encuentre la planta, tomando en cuenta que entre más verde se encuentre la planta, son mayores contenidos de agua y menores contenidos de MS. (Ramírez *et al.*, 2024).

2.7.2 Proteína Cruda (%PC)

La proteína cruda es la cantidad de nitrógeno que contiene un alimento, y se clasifica en Proteína verdadera y Nitrógeno No Proteico (NNP), la primera representa más del 70% del nitrógeno total, mientras que el NNP conforma el resto. La Proteína Cruda es uno de los elementos o compuestos que tiene más variación en su contenido, y esto se da debido a los diversos factores que inciden sobre el valor nutritivo del contenido de ésta. La variación del contenido de nitrógeno no proteico dependerá del estado fisiológico de la planta de maíz, entre más favorables puedan ser las condiciones para el crecimiento, mayor será contenido de nitrógeno no proteico. (INTAGRI, 2018).

2.7.3 Fibra Detergente Neutro (%FDN)

La Fibra Detergente Neutro (FDN) es una de las herramientas o indicadores más empleadas para calificar la calidad de los forrajes para el ganado, en este caso, el maíz. (Paredes *et al.*, 2014). Los valores de la FDN nos van a indicar o reflejar las cantidades de forraje o alimento que el bovino puede consumir, así como también nos puede determinar los contenidos de Hemicelulosa, Celulosa y Lignina. La FDN es la parte de la muestra que es insoluble en un detergente neutro. A medida que incrementa el porcentaje de FDN, la ingesta de la Materia Seca generalmente tiende a reducirse. La FDN también es de vital importancia para mantener al rumen saludable y proporcionar la energía suficiente para la producción de leche y grasa la misma. (Ospina *et al.*, 2021).

2.7.4 Energía Neta De Lactancia (ENL Mcal/kg MS)

La Energía Neta de Lactancia (ENL) es un parámetro muy usado si no el que más se menciona en las necesidades del ganado lechero, ya que la energía de los forrajes es algo limitada para la producción, ya que se necesitan estos nutrientes en las etapas de mantenimiento, gestación, reservas corporales en el ganado y por supuesto y más importante, la producción de leche (Sobalvarro *et al.*, 2020). Dentro del tracto digestivo del bovino, las paredes celulares del forraje y la digestibilidad son quienes determinan la capacidad que tendrá el animal para convertir el forraje a Litros de Leche (kg de MS a ENL). (Díaz *et al.*, 2017).

2.7.5 Digestibilidad

El maíz (como forraje) ha ayudado a mejorar la producción tanto en ganado lechero como cárnico, gracias a cada uno de los parámetros de calidad que ofrece a través del ensilado, como son la materia seca, el almidón, la proteína cruda, fibras de buena digestibilidad, entre otras. Gracias a cada uno de estos parámetros, el ensilaje permite una mejor disponibilidad de forraje ya que conserva su calidad a través de los nutrientes, siempre y cuando se lleve a cabo un buen proceso de corte, compactado y sellado del silo. Para lograr una buena cosecha y buenos rendimientos, debemos elegir un híbrido que se adapte a la zona en la que se encuentre el productor, ya que sembrar cualquier material puede ser afectado por las diferentes condiciones climáticas y ambientales que se presenten en el lugar (Espinoza *et al.*, 2019).

El maíz presenta altos contenidos de nutrientes digestibles equivalentes a un 70% en materia seca, lo que significan niveles de calidad en el alimento que se le suministrará a ganado. Pero si el silo no cuenta con los demás parámetros, habrá factores como la digestibilidad, palatabilidad y consumo animal, los cuales intervienen y pueden afectar negativamente la Eficiencia de la Conversión del Forraje a Energía Neta (Fassio *et al.*, 2018).

2.7.6 Almidón

Los granos, en este caso del maíz, poseen un componente nutricional el cual sirve como reserva energética, ya que es ahí donde se almacenan los azúcares y los carbohidratos (glucosa). Gracias al almidón y demás nutrientes, el silo de maíz

proporciona cantidades de energía que cubre las necesidades del ganado que está produciendo carne y leche (Demanet *et al.*, 2017).

Cuadro 2.1 de los Parámetros de calidad forrajera de acuerdo a Núñez (2013).

Característica	Excelente	Bueno	Regular	Malo
PC (%)	> 9	9-8	6-7	>12
FDN (%)	< 40	40-50	50-60	>60
MS (%)	30-32	30-26	<26	>40
ENL (Mcal/kg de MS)	> 1.5	1.3-1.5	1.1-1.3	<1.1

(Núñez *et al.*, 2013)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del sitio experimental

El trabajo se realizó en el Ejido “El Olivo”, perteneciente al municipio de Matamoros, Coahuila, México, el cual se localiza en las coordenadas 103°17'27" latitud oeste y 25°29'16" latitud norte, a una altitud de 1,103 msnm, con clima seco, semicálido, precipitación media anual de 225 mm, temperatura media anual de 20 a 22.3 °C, y suelo con bajos contenidos de materia orgánica (Coahuila, 2024).

3.2 Material genético

El material genético utilizado está constituido por tres (3) genotipos diferentes (Cuadro 3.2.1) de la empresa ASGROW México.

Cuadro 3.2.1 Genealogía de tres genotipos de maíz, evaluados en el ciclo primavera-verano.

Genotipo	Tipo de material
Antílope Y	Cruza simple modificada
Hipopótamo	Cruza simple modificada
Armadillo	Cruza simple modificada

3.3 Diseño en campo y parcela experimental

Se utilizó un diseño de bloques al azar, cada uno de 100 x 100 metros (1Ha), cada bloque representó a un híbrido, con una distancia entre surcos de 75 cm, con un

total de 133 surcos. Dentro de cada bloque se realizaron cuatro muestreos aleatorios, y cada muestreo representó una repetición.

3.4 Siembra

La siembra se realizó de forma mecanizada con una sembradora de precisión marca Gaspardo, modelo SPLC, con una distancia entre surco de 0.75 cm y 12.5 cm entre planta, teniendo una densidad de 106, 400 plantas por ha.

3.5 Manejo de cultivo

A los 12 días después de siembra se pasó el implemento rodadillo para eliminar la costra del suelo y evitar la compactación y mala emergencia de plantas.

Control de plagas.

El control químico de plagas se describe en el Cuadro 3.5.1.

Cuadro 3.5.1 Control de plagas.

Plagas	Insecticida	Dosis
Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	Tiodicarb + Triflumurón	350 ml ha ⁻¹
Larvas de lepidópteros	Deltmetrina	150 ml ha ⁻¹
Araña Roja (<i>Tetranychus urticae</i>)	Abamectina	1 L ha ⁻¹
Chicharrita del maíz (<i>Dalbulus maidis</i>)	Imidacloprid + Betacyflutrin	250 ml ha ⁻¹
Gusano barrenador (<i>Diatraea sp</i>)	Metomilo	300kg ha ⁻¹

3.6 Aporque

La labor de aporque se llevó a cabo con maquinaria. Se realizó a los 30 días después de la siembra.

3.7 Fertilización

La primera fertilización se realizó al momento de siembra aplicando 300 kg de mezcla de la empresa YaraMila Actyva con una fórmula N-P-K de 20-10-10 unidades, equivalentes a 60 kg de Nitrógeno, 30 kg de Fósforo y 30 kg de Potasio. A los 22 días después de la siembra se aplicaron 300 kg de Urea Fortiplus ha⁻¹, lo que equivale a 138 kg de Nitrógeno. En total, se aplicaron 198 kg de N, 30 kg de F y 30 kg de K.

3.8 Riego

Se realizaron 4 riegos de gravedad, el primero fue a los 23 días después de la siembra, el segundo riego a los 43 días después de siembra, el tercer riego fue a los 53 días después de siembra y el cuarto y último riego se dió a los 70 días después de siembra.

3.9 Cosecha.

Se realizó de forma mecanizada con una ensiladora New Holland a los 101 DDS.

3.10 Variables evaluadas:

3.10.1 Rendimiento en forraje verde (Ton/Ha)

Se evaluó en rendimiento en forraje verde una vez que se cosecharon los tres materiales, se pesó cada material por separado obteniendo cada material cuatro repeticiones. Los materiales se cosecharon cuando el grano estaba en la etapa de R4, es decir, en $\frac{3}{4}$ de línea de leche.

3.10.2 Porcentaje de Materia seca (%MS)

Se recolectó una muestra de cada híbrido, una vez obtenidas las 3 muestras, se enviaron al laboratorio de Agrolab para obtener el análisis bromatológico para obtener los valores de materia seca (MS).

3.10.3 Proteína cruda (%PC)

De las tres muestras que se mandaron al laboratorio Agrolab de cada híbrido, se usaron para obtener los valores de porcentaje de PC de cada material.

3.10.4 Fibra detergente neutro (%FDN)

Se recolectó una muestra de cada híbrido, las cuales se enviaron al laboratorio Agrolab para obtener los valores del porcentaje de FDN.

3.10.5 Energía neta de lactancia (ENL o Mcal/ kg MS)

De las muestras recolectadas en campo, se enviaron al laboratorio Agrolab para realizar los resultados mediante el análisis bromatológico.

Para comparar el Rendimiento de Forraje Verde se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) con las 4 repeticiones de cada tratamiento, y se hizo una comparación de medias a través de la Prueba de Tukey para ver cuál fue el híbrido que obtuvo el mejor rendimiento.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De la evaluación realizada, se presentan los siguientes resultados.

4.1 Rendimiento en forraje verde (t ha⁻¹).

El rendimiento en forraje verde (RFV) se presenta en el Cuadro 4.1. El análisis de varianza para esta variable mostró una diferencia significativa entre los tratamientos. AntílopeY registró el mayor rendimiento con 42.408 t ha⁻¹ significativamente igual al híbrido Armadillo con 41.904 t ha⁻¹ y ambos diferentes y superiores significativamente al híbrido Hipopótamo con 36.442 t ha⁻¹ (Cuadro 4.2). El valor del coeficiente de variación de acuerdo con **Gordón (2015)** se considera aceptable.

Cuadro 4.1. Análisis de Varianza de tres híbridos de maíz, evaluadas en el Ejido el Olivo, municipio de Matamoros, Coahuila.

FV	gl	CM
Tratamientos	2	43.818**
Bloques	3	0.647
E E.	6	3.013
CV(%)	1.36	

** (p ≤ 0.01); * (p ≤ 0.05); ns= no significativo

Cuadro 4.2 Promedio de rendimiento de forraje verde de tres híbridos de maíz evaluadas en el Ejido El Olivo, municipio de Matamoros, Coahuila.

Tratamiento	Media
AntílopeY	42.408a
Armadillo	41.904a
Hipopótamo	36.442b
Media	40.25
Tukey	3.767

Tukey ** ($p \leq 0.01$); * ($p \leq 0.05$); Medias con distinta literal en una misma columna son estadísticamente diferentes

4.2 Variables de calidad

Del análisis bromatológico realizado a la muestra compuesta de cada uno de los híbridos, se procedió a realizar un gráfico para clasificar objetivamente los resultados de las características de: Materia Seca, Proteína cruda, Fibra Neutro Detergente y Energía Neta de lactancia. Para clasificar estos parámetros de calidad forrajera se utilizó la propuesta de Núñez *et al.* (2013), expresada en el Cuadro 2.1.

4.2.1 Materia Seca (% MS)

El híbrido Hipopótamo presentó un porcentaje del 26.6% MS, seguido por el híbrido AntílopeY, con 25.2% MS, y por último el Híbrido Armadillo con 24.4% MS. De acuerdo a Núñez (2013) el híbrido Hipopótamo se encuentra en el rango **Bueno** de calidad, mientras que los híbridos **AntílopeY** y Armadillo corresponden al rango **Regular** en el porcentaje de Materia Seca, (Figura 4.1).

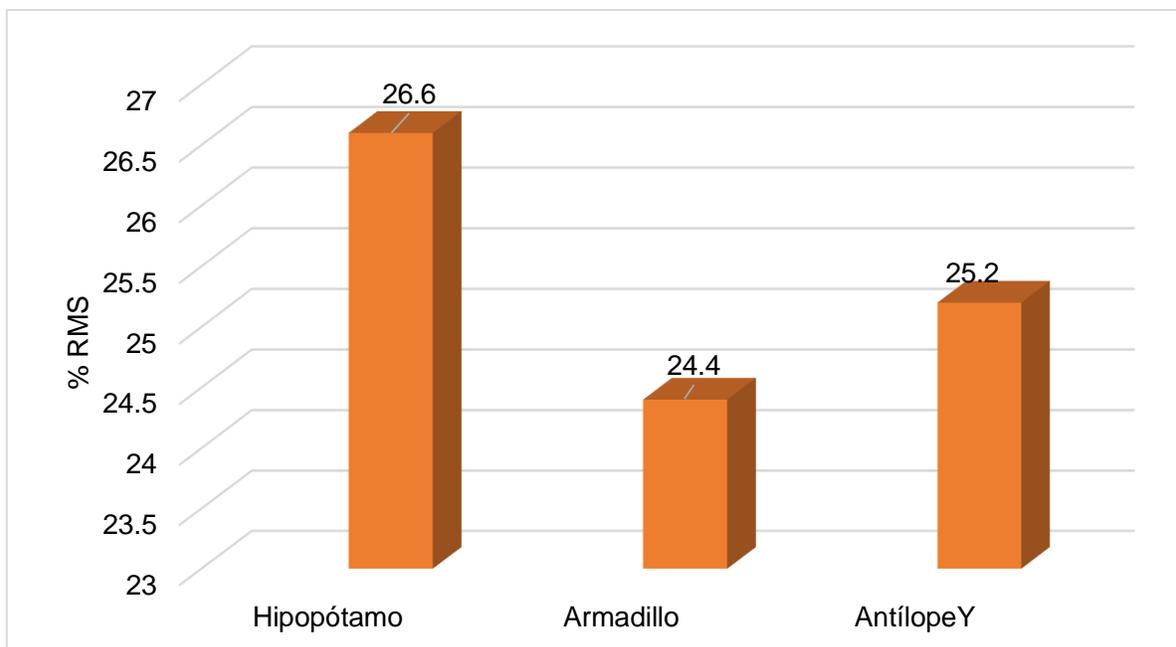


Figura 4.1 Porcentaje de Materia Seca de tres híbridos comerciales de maíz.

4.2.2 Proteína Cruda (% PC)

Los resultados del análisis de Proteína cruda (PC) se representan en la Figura 4.2. El AntílopeY fue el que mostró el porcentaje más alto de Proteína Cruda, con 9.3%, seguido por el híbrido Armadillo con 9.2% y, el híbrido Hipopótamo fue el de menor valor con 8.9% PC. De acuerdo a la clasificación de Núñez (2013) AntílopeY y Armadillo se encuentran en el rango de calidad, clasificado como: **Muy Bueno o Excelente**, en contraste Hipopótamo se encuentra en un rango de calidad **Bueno**, con valores que oscilaron entre 8-9% de Proteína cruda.

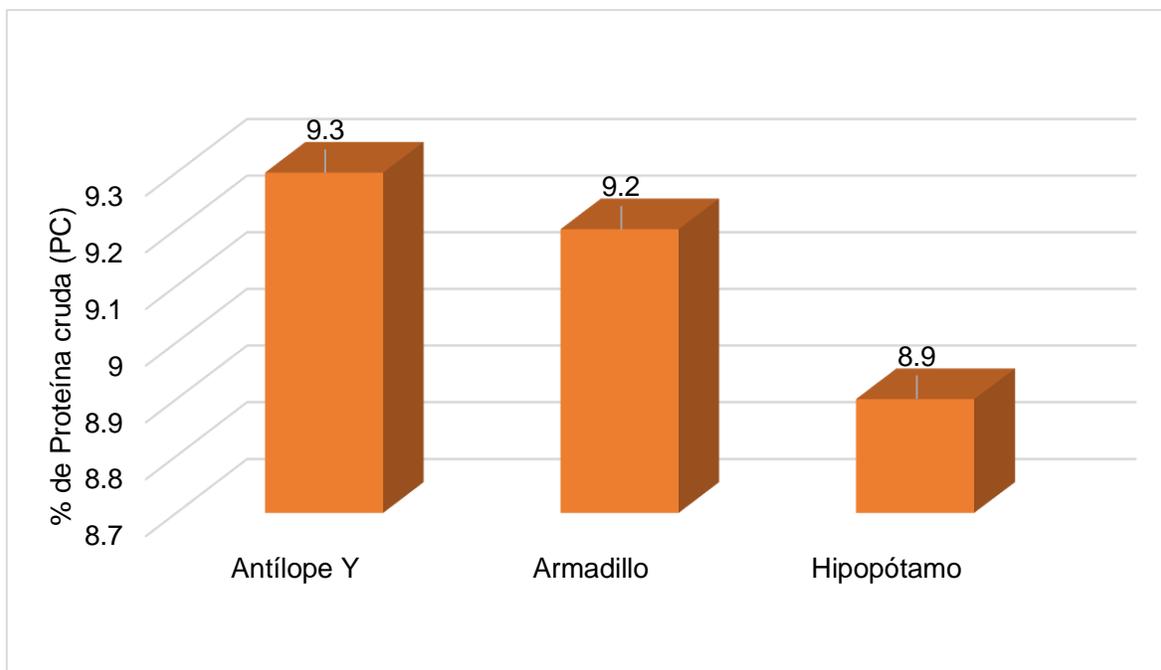


Figura 4.2. Porcentaje de Proteína Cruda de tres híbridos comerciales de maíz.

4.2.3 Fibra Detergente Neutro (% FDN).

En Fibra Detergente Neutro (Figura 4.3) se observa que los híbridos Hipopótamo y Armadillo se encuentran en el rango de: **Bueno o excelente**, de acuerdo con Núñez et al. (2013), ya que ambos materiales se encuentran por debajo del 40% de FDN. En cambio, el híbrido AntílopeY se encuentra en el rango de calidad **Bueno**, pues su valor fue mayor al 40% de FDN, pero menor del 50%.

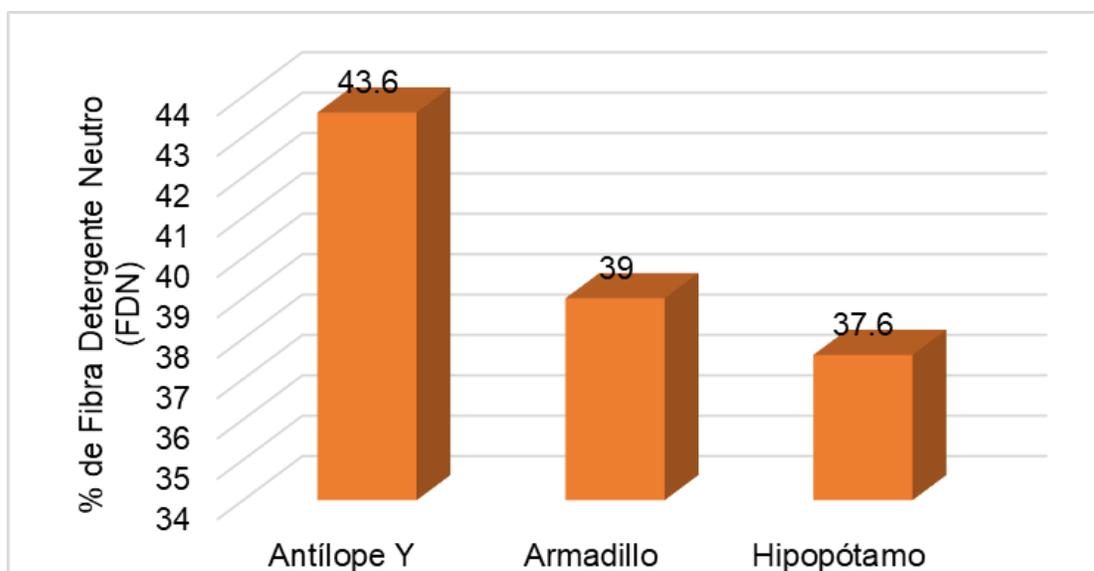


Figura 4.3. Porcentaje de la Fibra Detergente Neutro de tres híbridos comerciales de maíz.

4.2.4 Energía Neta de Lactancia (Mcal/kgMS)

En la Figura 4.4 se presenta los datos de la Energía Neta de Lactancia (ENL). En este parámetro de calidad, el híbrido Hipopótamo destaca con un valor de 1.63 Mcal/kgMS, mientras que el híbrido Armadillo registró 1.57 Mcal/kgMS. Según la clasificación (Núñez *et al.*, 2013), ambos valores se sitúan en el rango de Muy Bueno o Excelente, ya que superan el 1.5 Mcal/kgMS. El AntilopeY híbrido mostró el valor menor con 1.49 Mcal/kgMS, sin embargo, aún se ubica como de buena calidad.

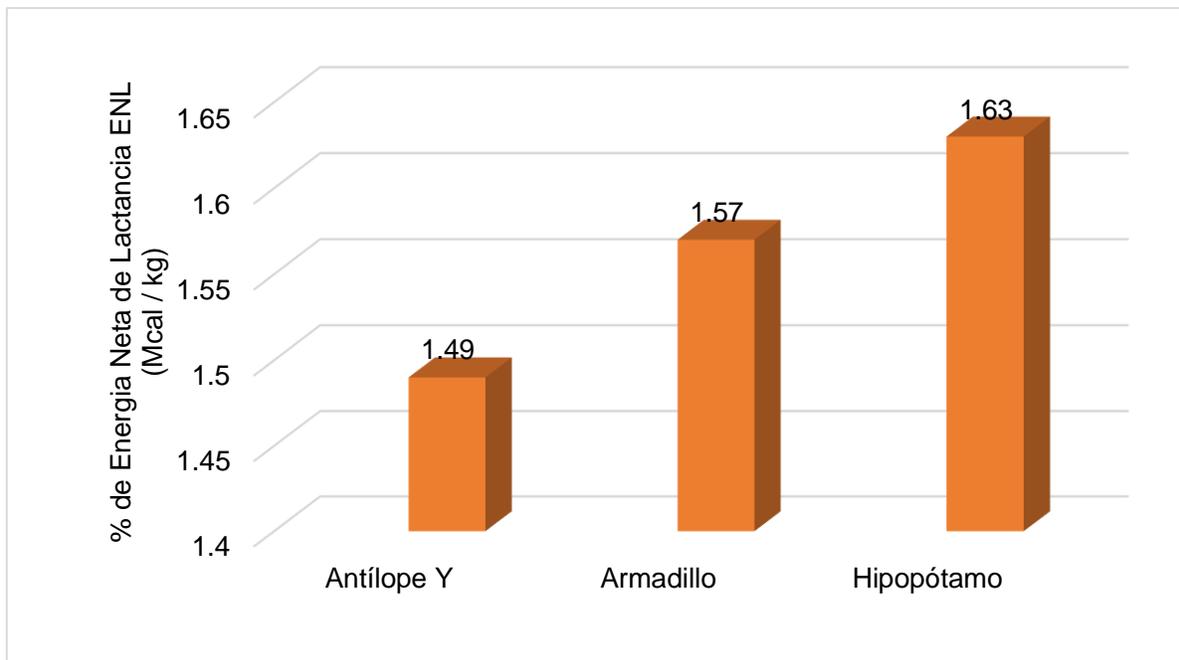


Figura 4.4. Porcentaje de la Energía Neta de Lactancia de tres híbridos comerciales de maíz.

Los valores de calidad que se obtuvieron, coinciden con los valores reportados por Núñez et al. (2022), lo que indica que son valores aceptables.

V. CONCLUSIONES

El ANOVA detectó diferencia significativa entre los tratamientos en RFV.

- El tratamiento AntílopeY fue significativamente superior entre los tratamientos.
- Parámetros de calidad de acuerdo a Núñez (2013).
- En RFV el mejor fue el tratamiento AntílopeY.
- El tratamiento Hipopótamo presentó el mejor porcentaje de materia seca, con 26.6%.
- AntílopeY fue el que obtuvo el mejor porcentaje de PC, con 9.3%.
- El tratamiento Hipopótamo presentó el mejor porcentaje de FDN, con 37.6%.
- El tratamiento Hipopótamo presentó el mejor valor de ENL, con 1.63 Mcal/kg.
- En parámetros de calidad, el mejor tratamiento fue el Hipopótamo por sus valores de proteína cruda, fibra detergente neutro y energía neta de lactancia.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Alberto Analuisa, I., Jimber del Río, J., Antonio Fernández-Gallardo, J., y Vergara-Romero, A. (2023). La cadena de valor del maíz amarillo duro ecuatoriano. Retos y oportunidades. *Lecturas de Economía*. 98, 221–253.
- Angulo-Arizala, J., Nemocón-Cobos, A. M., Posada-Ochoa, S. L., y Mahecha-Ledesma, L. (2022). Producción, calidad de leche y análisis económico de vacas holstein suplementadas con ensilaje de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) o ensilaje de maíz. *Biotechnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 20(1), 27–40.
- Borroel-García, V.J., Salas-Pérez, L., Ramírez-Aragón, M. G., López-Martínez, J. D., y Luna-Anguiano, J. (2018). Rendimiento y componentes de producción de híbridos de maíz en la Comarca Lagunera. *Terra Latinoamericana*. 36(4), 423-429.
- Carballo-Carballo, A., Alcázar-Andrade, J., Estrada-Gómez, J., Aguilera-Peña, M., García-García, A. M., Benítez-Riquelme, I & Guerrero-Ortiz, J. L. (2013). Regla para la calificación de semilla de maíz (*Zea mays* L.). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 7-33.
- Canteros, F. H., & Caro, R. F. (2022). Avance genético y estabilidad de cultivares de maíz (*Zea mays* L.) obtenidos por el método de los híbridos crípticos. *Agriscientia*. 39(1), 49–58.
- Castillo-González, F., Kato, Y. A., Mapes, S. C., Mera, O. L. M & Serratos-Hernández, J. A (2009). Reseña de nuevo libro: Origen y diversificación del maíz. Una revisión analítica. *Revista fitotecnia mexicana*, 32(4), 1-2.
- Crespo-Amaya, R. M., Valdés-Hernández, C. P. A., Paneque-Rondón, C. P., Alexander Miranda-Caballero, C., & Victoria Gómez-Águila, M. (2019). Costo energético y de explotación para la producción de forraje fresco, triturado y molinado. *Ingeniería Agrícola*. 9(4), 56–62.
- Cuervo-Vivas, W. A., & Gutiérrez-Rincón, E. M. (2018). Fracciones químicas del maíz (*zea maíz*) sometido a procesos sucesivos de ensilaje y amonificación utilizado en la alimentación de bovinos en tame arauca. *Agricolae & Habitat*. 1(1), 1-26.
- De la Cruz, M. A. Á., Figueroa Viramontes, U., García Hernández, J. L., Vázquez Vázquez, C., Gallegos Robles, M. A., & Orona Castillo, I. (2018). Bioinoculantes y Abonos Orgánicos en la Producción de Maíz Forrajero. *Nova Scientia*. 10(20), 170–189.
- Delgado-Ramírez, G., Bolaños-González, M. A., Quevedo-Nolasco, A., López-Pérez, A., & Estrada-Ávalos, J. (2023). Estimating the crop coefficient of forage maize using remote sensing. *Ingeniería Agrícola y Biosistemas*. 15(1), 17–35.

- Demagnet F, R. (2013). Cultivo de Maíz para Ensilaje. *Universidad de La Frontera*. 166-169.
- Demagnet, F. R. (2017). ENSILAJE DE MAÍZ, “TIEMPO ENTRE SELLADO Y APERTURA”. Sitio Argentino de Producción Animal. 1-2.
- Díaz, R. F. (2017). Importancia de la calidad en los forrajes en dietas de alta producción. *Revista Frisona Española*. 218.
- Fassio, A., Ibáñez, W., Fernández, E., Cozzolino, D., Pérez, O., Restaino, E., Pascal, A., Rabaza, C., Vergara, G. (2018). EL CULTIVO DE MAÍZ PARA LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y GRANO Y LA INFLUENCIA DEL AGUA. *INIA*. 6-16.
- Fernando Espinoza-Guerra, Í., Oliver Sánchez-Ganchozo, C., Elizabeth Barrera-Álvarez, A., Gustavo Quintana-Zamora, J., Geovanny Muñoz-Rodríguez, J., & Antonio Coello-Vera, A. (2019). Degradabilidad Ruminal in Situ De Ensilajes De Cuatro Híbridos De Maíz Forrajero en Dos Edades De Cosecha. *Journal of Alternative Perspectives in the Social Sciences*. 10(1), 13–23.
- Fernando Espinoza-Guerra, Í., Oliver Sánchez-Ganchozo, C., Elizabeth Barrera-Álvarez, A., Gustavo Quintana-Zamora, J., Geovanny Muñoz-Rodríguez, J., y Antonio Coello-Vera, A. (2019). *In Situ Ruminal Degradability of Four-Hybrid Fodder Maize Silages at Two Harvest Ages*. *Journal of Alternative Perspectives in the Social Sciences*. 10(2), 13–23.
- Ferro Valdés, E. M., Chirino González, E., Márquez Serrano, M., Ríos Labrada, H., Mirabal Báez, E., Guevara Hernández, F., y Alfaro Hernández, F. (2013). EXPERIENCIAS OBTENIDAS EN EL DESARROLLO PARTICIPATIVO DE HÍBRIDOS LINEALES SIMPLES DE MAÍZ (*Zea mays*, L.) EN CONDICIONES DE BAJOS INSUMOS AGRÍCOLAS. *Cultivos Tropicales*. 34(2), 61–69.
- Flores-Ancira, E., Diaz-Romo., Haubi-Segura, C y López-Gutiérrez, M. A. (2018). Producción y calidad nutritiva de maíz bajo condiciones de secano en Aguascalientes, México. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 9(8), 1615-1625.
- Gallegos-Robles, M. A., Luna-Ortega, J. G., Galindo-Guzmán, M., Cervantes-Vázquez, M. G., Sánchez-Pérez, D. M & González-Salas, U. (2022). Calidad de forraje orgánico e inorgánico de maíz y frijol Yorimón. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*. 13(28), 91–100.
- Garay-Martínez, J., R. (2022). Mezcla de forraje de maíz y soya para incrementar el contenido de proteína del ensilado. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- García M, P. J., Pérez C, A. A., Silva D, R. J., Álvarez P, R. M., Pedro P, M. P., y Taramona R, L. A. (2020). Evaluación Del Potencial Agronómico De Híbridos De Maíz Amarillo Basado en El Análisis Gge Biplot Y El Modelo Ammi. *BIOAGRO*. 32(2), 95–106.

- García M., P. J., Pérez C., A. A., Silva D., R. J., Álvarez P., R. M., Pedro P., M. P., & Taramona R., L. A. (2020). EVALUACIÓN DEL POTENCIAL AGRONÓMICO DE HÍBRIDOS DE MAÍZ AMARILLO BASADO EN EL ANÁLISIS GGE BIPLLOT Y EL MODELO AMMI. (Spanish). *BIOAGRO*. 32(2), 95–106.
- García-Vásquez, G. E., Álvarez-Sánchez, A. R., y Yáñez-Cajo, D. J. (2023). Efecto agronómico y productivo de la biofertilización a base de microalgas *Chaetoceros gracilis* y *Chlorella vulgaris* en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en Pueblo Viejo, Ecuador. *Ciencia y Tecnología*. 16(1), 43–51.
- Godina-Rodríguez, J. E., Garay-Martínez, J. J. R., Mendoza-Pedroza, S. I., Cancino-Santiago, J., Rocandio-Rodríguez, M & Ruiz, F. L. (2020). Rendimiento de forraje y composición morfológica de maíces nativos en condiciones semiáridas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 11(24), 59-68.
- González, M & Díaz, F. (2020). Prácticas de manejo que afectan al rendimiento productivo y a la calidad del maíz forrajero. *Animal Feed Science and Technology*. 1(9),268.
- Gordón-Mendoza, R y Camargo-Buitrago, I. (2015). SELECCIÓN DE ESTADÍSTICOS PARA LA ESTIMACIÓN DE LA PRECISIÓN EXPERIMENTAL EN ENSAYOS DE MAÍZ. *Agronomía Mesoamericana*. 26(1) 55-63.
- Granados-Niño, J. A., Sánchez-Duarte, J. I., Ochoa-Martínez, E., Rodríguez-Hernández, K., Reta-Sánchez, D. G., & López-Calderón, M. J. (2022). Efecto del ciclo de producción sobre el potencial de rendimiento y calidad nutricional del maíz forrajero en la Comarca Lagunera. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 13(28), 207-217.
- Guevara-Hernández, F., Hernández-Ramos, M. A., Basterrechea-Bermejo, J. L., Pinto-Ruiz, R., Venegas-Venegas, J. A., Rodríguez-Larramendi, L. A., y Cadena-Iñiguez, P. (2019). Maíces locales; una contextualización de identidad tradicional. *Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias*. 51(1), 369–381.
- Hernández, P. A. V., Rondón, P. P., Crespo Torres, P. D., y Gómez Águila, M. V. (2022). Costos energéticos y de explotación del conjunto Tractor MF-275-Cosechadora KUHN MC 90S TWIN de maíz forrajero. (Spanish). *Ingeniería Agrícola*. 12(3), 5–12.
- INTAGRI. (2018). Valor Nutritivo De Los Forrajes Y Su Relación Con La Nutrición Proteica De Rumiantes. *Serie Ganadera*. (5), 5p.
- Jaramillo-Albuja, J. G., Peña-Olvera, B. V., Hernández-Salgado, J. H., Díaz-Ruiz, R., y Espinosa-Calderón, A. 2018. Caracterización de productores de maíz de temporal en Tierra Blanca, Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 9(5): 911-913.

- Jiménez Ortiz, M. M., Gómez Álvarez, R., Oliva Hernández, J., Granados Zurita, L., Pat Fernández, J. M., & Aranda Ibáñez, E. M. (2019). Influencia del estiércol composteado y micorriza arbuscular sobre la composición química del suelo y el rendimiento productivo de maíz forrajero (*Zea mays* L.). *Nova Scientia*. 11(23), 165–197.
- Joaquín Cancino, S., Rocandio Rodríguez, M., Álvarez Vázquez, P., Hernández Guzmán, F.J., Limas Martínez, A. G., y Garay Martínez, J. R. 2022. Rendimiento y valor nutritivo del forraje y ensilado de maíces nativos en condiciones subtropicales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 13 (5):873-874.
- MacRobert, J.F., Setimela, P., Geth, J., y Worku, M. R., 2014. Manual de producción de semilla de maíz híbrido. México. CIMMYT. 6(6) 2-22.
- Mancipe-Muñoz, E. A., Castillo-Sierra, J., Vargas-Martínez, J. J & Avellaneda-Avellaneda, Y. (2022). Calidad composicional del ensilaje de tres cultivares de maíz (*Zea mays*) del trópico alto colombiano. *Redalyc*. 3(2), 46412.
- María Ayala-Torres, A., Aranda-Ocampo, S., De León-García de Alba, C., Nava-Díaz, C., y Ricardo Sánchez-Pale, J. (2023). Antagonistic bacteria against *Fusarium* spp. isolated from sclerotia of *Claviceps gigantea* in maize (*Zea mays*). *Revista Mexicana de Fitopatología*. 41(2), 143–164.
- Coahuila (2024). Matamoros, su perfil. Gobierno Municipal de Matamoros Coahuila. [https://www.matamoroscoahuila.gob.mx/matamoros-su-identidad/#:~:text=El%20clima%20en%20el%20municipio,lluvias%20en%20los%20meses%20de](https://www.matamoroscoahuila.gob.mx/matamoros-su-identidad/#:~:text=El%20clima%20en%20el%20municipio,lluvias%20en%20los%20meses%20de.). 13, febrero, 2025).
- Moguel-Ordóñez, Y., Chan-Chan, M., Gallegos-Tintoré, S., Chel-Guerrero, L y Betancur-Ancona, D. (2021). Caracterización química y nutrimental de variedades de maíz (*Zea mays* L.) de alta calidad de proteína (QPM) desarrolladas en Yucatán, México. *Biotecnía*. 23(2), 11-21.
- Muñoz-González, J.C., Huerta-Bravo, M., Lara-Bueno, A., Rangel-Santos, R & Rosa-Arana, J. L. (2016). Producción de materia seca de forrajes en condiciones de Trópico Húmedo en México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 7(16), 3329-3341.
- Núñez Hernández, G., Figueroa, U., Faz, R., Reta, D., Nava, U., Castro, E. (2013). PRODUCCION DE MAIZ FORRAJERO. *Inifap*. 112-149.
- Núñez-Hernández, G., Gutiérrez-Guzmán, U. N., Ríos-Vega, M. E., Esquivel-Romo, A., Vázquez-Navarro, J. M & Anaya-Salgado, A. (2022). Producción de maíz forrajero con dos sistemas de riego y tres niveles de la evaporación aplicada. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 13 (28), 263-73.
- Ospina, R. O., Anzola V., H. Ayala D, O., Baracaldo M, A., C., Juan, & Lozada W, P. (2021). Comparación de la fibra detergente neutra en gramíneas, calculada mediante algoritmo de análisis de imágenes rojo, verde y azul Vs

- espectroscopia del infrarrojo cercano. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 32(1), 17498.
- Paredes G, J., San Martín H, F., Olazábal L, J., & Ara G, Miguel. (2014). Efecto del nivel de fibra detergente neutra sobre el consumo en la alpaca (Vicugna pacos). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 25(2), 205-212.
- Perales-García, M. V., Alvarado-Martínez, L. F., Hermosillo-Salazar, L. J., Márquez-Mendoza, J. I & Vega-Sotelo, F. (2019). ANALISIS DE RENTABILIDAD ECONÓMICA DEL USO DE ZINC EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE MAÍZ FORRAJERO EN LA COMARCA LAGUNERA. *REVISTA MEXICANA DE AGRONEGOCIOS*. 45, 370-382
- Ramírez-Díaz, J. L., Ledesma-Miramontes, a., Vidal-Martínez, V. A., Gómez-Montiel, N. O., Ruiz-Corral, J. A., Velázquez-Cardelas, G. A., Ron-Parra, J., Salinas-Moreno, Y & Nájera-Calvo, L. A. (2015). SELECCIÓN DE MAÍCES NATIVOS COMO DONADORES DE CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS ÚTILES EN HÍBRIDOS COMERCIALES. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 38(2), 119 – 131.
- Ramírez-Gutiérrez, D. E., Olmos-Colmenero, J. J., Peña-Ramos, A., Sánchez-Duarte, J. I., Medina-Núñez, E., Gallardo-Ramírez, S., & Santana, O. I. (2024). Acumulación de materia seca, rendimiento y calidad nutricional del forraje de híbridos de maíz cosechados a diferentes días después de la siembra. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*. 15(2), 287–301.
- Rebora, C., Iburguren, L., Barros, A., Bertona, A., Antonini, C., Sands, F., Calderón, M., & Guerrero, D. (2018). Producción de ensilaje de maíz en el Oasis Norte de Mendoza, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrícolas*. 50 (2), 369–375.
- Reyes-González, A., Reta-Sánchez, D. G., Sánchez-Duarte, J. I., Preciado-Rangel, P., Rodríguez-Moreno, V. M., y Ruiz-Álvarez, O. (2023). Uso del atmómetro y coeficiente de cultivo en la programación del riego en maíz forrajero. (Spanish). *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 10(1), 1–14.
- Rivas-Jacobo, M. A., Carballo-Carballo, A., Quero-Carrillo, A. R., Hernández-Garay, A., Rojas-García, A. R., & Mendoza-Pedroza, S. I. (2018). COMPORTAMIENTO DE COMPONENTES AGRONÓMICOS Y SU PRODUCTIVIDAD EN HÍBRIDOS TRILINEALES DE MAÍZ FORRAJERO (*Zea mays* L.). *Agro Productividad*. 11(5), 93–99.
- Rivas-Jacobo, M. A., Carballo-Carballo, A., Quero-Carrillo, A. R., Mendoza-Pedroza, S. I., Vaquera-Huerta, H., Rivas-Zarco, M. A., & Sánchez-Hernández, M. A. (2019). Productivity and morphological traits of forage corn hybrids. *Agro Productividad*. 12(8), 59–65.
- Rodríguez-Montalvo, F. A., Sierra-Macías, M., Espinosa-Calderón, A., Vázquez-Hernández, M. V., Barrón-Freyre, S., Andrés-Meza, P., y Rosario-Arellano, J. I. D. R. (2021). Productividad de forraje en maíces híbridos bajo diferentes

- densidades de población y dosis de fertilización. *Terra Latinoamericana*. 39(): 676.
- Santiago López, U., Rosales Nieto, C. A., Santiago López, E., Santiago López, N., Preciado Rangel, P., Palmo Gila, A., y Real, D. (2018). Yield of forage, grain and biomass in eight hybrids of maize with different sowing dates and environmental conditions. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 9(1), 86–104.
- Schmalz, H. J., Pereyra, R., & Ortiz, M. E. (2015). PF5-Utilización de tecnologías como riego y densidad de plantas en producción de forraje de maíz para silaje en Río Cuarto, Argentina. *Latin American Archives of Animal Production / Archivos Latinoamericanos de Producción Animal / Arquivos Latino-Americanos de Produção Animal*. 23(5), 229–230.
- Sobalvarro-Mena, J. L., Elizondo-Salazar, J. A y Rojas-Bourillón, A. (2020). La producción de gas in vitro para estimar la energía neta de lactancia. *Agronomía Mesoamericana*. 31(2)
- Velasco, M, S., Tadeo, R. M., Espinosa C. A., Zaragoza, E. J., Canales, I. E & Coutiño, E. B. (2022). Rendimiento de grano, forraje y calidad forrajera de nuevos híbridos de maíz de Valles Altos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 13(1), 77-87.
- Zaragoza-Esparza, J., Medina-Fernández, M. F., Tadeo-Robledo, M., Espinosa-Calderón, A., López-López, C., Canales-Islas, E., Chávez-Gordillo, A y Alonso-Sánchez, H. (2021). PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE FORRAJE DE HÍBRIDOS TRILINEALES DE MAÍZ PARA VALLES ALTOS DE MÉXICO. *Revista Fitotec México*. 44(4), 537 - 544
- Zaragoza-Esparza, J., Tadeo-Robledo, M., Espinosa-Calderón, A., López-López, C., García-Espinosa, J. C., Zamudio-González, B., Turrent-Fernández, A & Rosado-Núñez, F. (2019). Rendimiento y calidad de forraje de híbridos de maíz en Valles Altos de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 10(1), 101-111.