

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



“Calidad Forrajera en Híbridos Élite de Maíz”

POR

VICTOR HUGO NAVARRO ARRIAGA

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA

NOVIEMBRE DE 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Calidad Forrajera en Híbridos Élite de Maíz

POR

VICTOR HUGO NAVARRO ARRIAGA

TESIS

QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR

PRESIDENTE:



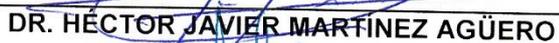
DRA. ORALIA ANTUNA GRIJALVA

VOCAL:



DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

VOCAL:



DR. HÉCTOR JAVIER MARTÍNEZ AGÜERO

VOCAL SUPLENTE:



ING. AIDÉ HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA

NOVIEMBRE DE 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Calidad Forrajera en Híbridos Élite de Maíz

POR

VICTOR HUGO NAVARRO ARRIAGA

TESIS

QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

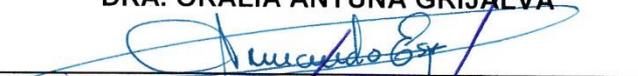
APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:



DRA. ORALIA ANTUNA GRIJALVA

ASESOR:



DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

ASESOR:



DR. HÉCTOR JAVIER MARTÍNEZ AGÜERO

ASESOR:



ING. AIDÉ HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA

NOVIEMBRE DE 2016

DEDICATORIA

A DIOS PADRE: por haberme regalado la vida y permitirme llegar a este momento tan importante en mi vida, ser mi amparo y fortaleza en todas las etapas de mis estudios y por estar siempre conmigo. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorar cada día más, gracias señor por todo lo que me has dado.

A MIS PADRES: Sr José Víctor Manuel Navarro Morales y Sra. Delia Arriaga Hernández. Por haberme dado la oportunidad de vivir. Gracias madre y a ti padre por todo lo que me han dado. Yo sé que tal vez he sido un mal hijo, porque les pido y les exijo cosas que no me pueden dar, Gracias por todo el amor que me han tenido, el cual me demostraron con su apoyo y esfuerzo para sacarme adelante en la formación profesional, mil gracias.

A mis hermanas: *Wendolyn, Raquel y Eunice. Que siempre juntos vamos a caminar en el camino que nos queda por recorrer, siempre estaremos juntos y unidos.*

**AGRADECIMIENTO
A DIOS**

Por darme la oportunidad de vivir y prepararme en una etapa más de mi vida.
Por darme la fuerza necesaria para salir adelante ante toda situación que se me presente tanto en mi carrera como en vida y por regalarme un maravillosa familia que me apoyo en todo momento.

A MI ALMA TERRA MATER

Que me abrigo con sabiduría y conocimiento durante mi estancia en esta institución, permitiendo la oportunidad de realizarme profesionista y persona.

A MIS ASESORES

Dr. Arturo Palomo Gilt, Dra. Oralia Antuna Grijalva y al Dr. Armando Espinoza Banda, por brindarme su apoyo y contribuir a mi formación profesional.

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el campo experimental y en el Laboratorio de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. En el ciclo de primavera- verano de 2010. Con el objetivo de evaluar seis híbridos. Se utilizó un diseño en bloque al azar con tres repeticiones. La parcela experimental consistió de 4 surcos de 75 cm de ancho y 4 m de largo. La distancia entre plantas es de 0.15 m, para una densidad de plantas aproximada a las 88 mil plantas ha⁻¹.

Las variables evaluadas en campo fueron de días a floración masculina, altura planta y mazorca, peso de mazorca, rendimiento de grano, numero de hileras por mazorca, numero de granos por hilera, longitud de mazorca, peso volumétrico, diámetro de olote. Producción de biomasa mediante tres muestreos de destructivos; a inicio de floración, a un tercio de la línea de leche y a madurez fisiológica, Fibra Neutra Detergente y Fibra neutra Detergente Acida por el método de Van Soest (1967).

El análisis bromatológico se determinó bajo el principio de Van Soest (1967), utilizando un analizador de fibras ANKOM 220. El ensayo consistió en tomar 0.500g± 0.01 g de la muestra de materia seca de las plantas de cada uno de los híbridos, previamente molidos y colocados en una bolsa de papel filtro (ANKOM #F57). Se colocaron las muestras en el analizador de fibras y se agregó

2 L de solución en el vaso de digestión, para el análisis de FAD y para la FDN a la solución se le agrego 20 g de sulfato de sodio (Na_2SO_4) y 4 ml de alfa amilasa.

Posteriormente las muestras para FAD y FDN fueron digeridas en el analizador de fibras por un espacio de 60 minutos a una temperatura de 100 ± 1 °c. Cuando el tiempo de digestión fue alcanzado, se retiraron y se lavaron con agua destilada caliente (100°c), efectuándose tres veces este proceso.

Para análisis de FND se agregaron 4 ml de alfa amilasa a cada uno de los dos primeros enjuagues. Subsiguientemente se retiraron las muestras y colocadas en un vaso de precipitado de 500 ml, se les añadieron 200 ml de acetona por un tiempo de tres minutos, con la finalidad de eliminar probables residuos de las soluciones utilizadas.

Palabras claves: Fibra Detergente Neutra, Fibra Detergente Acida, Calidad Forrajera, Rendimiento de Forraje Verde y Rendimiento de Forraje Seco

| | |
|---|------------|
| RESUMEN | iii |
| ÍNDICE DE CUADROS | vii |
| INDICE DE FIGURAS | vii |
| I.-INTRODUCCION | 1 |
| Objetivo: | 2 |
| Hipótesis: | 2 |
| II.-REVISIÓN DE LITERATURA | 3 |
| 2.1 Humedad-materia seca (MS). | 4 |
| 2.2 Proteína cruda (pc). | 4 |
| 2.3 Fibra detergente ácido (AFD) | 5 |
| 2.4 Fibra detergente neutro (NDF) | 5 |
| 2.5 NDF digestible en 48 (dNDF48) | 6 |
| 2.6 Lignina | 6 |
| 2.8 Digestibilidad del NDF (NDFD). | 7 |
| 2.9 Cenizas | 7 |
| 2.10 Minerales | 8 |
| 2.11 Energía neta de lactación (NE1) | 8 |
| 2.12 Forraje | 10 |
| 2.13 Ideotipo del maíz forrajero | 12 |
| 2.14 Calidad forrajera | 12 |
| 2.15 Materia seca | 15 |
| 2.16 Forraje húmedo | 16 |
| 2.18 Proteína | 17 |
| III.- MATERIALES Y MÉTODOS | 18 |
| 3.1 Ubicación geográfica del campo experimental | 18 |
| 3.2 Material genético | 19 |
| 3.3 Diseño y parcela experimental | 19 |
| 3.4 Manejo agronómico del lote experimental | 19 |
| 3.4.1 Preparación del terreno: | 19 |
| 3.4.2 Rastreo | 20 |
| 3.4.3 Surcado | 20 |
| 3.4.4 Siembra | 20 |
| 3.4.5 Sistema de riegos | 21 |

| | |
|---|----|
| 3.4.6 Aclareo de plantas | 21 |
| 3.4.7 Fertilización | 21 |
| 3.4.8 Control de maleza | 21 |
| 3.4.9 Control de plagas | 22 |
| 3.5 Variables evaluadas | 22 |
| 3.5.1 Floración Masculina (FM) | 22 |
| 3.5.2 Altura de mazorca (AM) | 22 |
| 3.5.3 Altura de planta (AP) | 23 |
| 3.5.4 Peso total de materia verde (PTMV) | 23 |
| 3.5.5 Peso de materia seca (PMS) | 23 |
| 3.6 Variables de calidad de forraje | 23 |
| 3.6.1 Determinación de Fibra Detergente Neutra (FDN) y Fibra Detergente | 23 |
| 3.6.2 Porcentaje de Materia seca (% MS) | 24 |
| 3.6.3 Materia seca digestible | 25 |
| 3.7 Análisis estadístico | 25 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSION | 25 |
| 4.1 Análisis de varianza | 25 |
| 4.3 Comportamiento promedio de variables de calidad de forraje | 31 |
| V. CONCLUSIONES | 36 |
| VI.-REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 37 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|-----------|
| CUADRO 1 HÍBRIDOS DE MAÍZ EVALUADOS EN EL CICLO PV 2010. TORREÓN, COAH. | 19 |
| CUADRO 2 ANÁLISIS DE VARIANZA DE SEIS VARIABLES AGRONÓMICAS DE SEIS HÍBRIDOS DE MAÍZ. | 25 |
| CUADRO 3 PROMEDIO DE FM (DÍAS) DE SEIS HÍBRIDOS DE MAÍZ. | 27 |
| CUADRO 4 PROMEDIO DE FF (DÍAS) DE SEIS HÍBRIDOS DE MAÍZ. | 27 |
| CUADRO 5 PROMEDIO DE AM (M) DE SEIS HÍBRIDOS DE MAÍZ. | 28 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|-----------|
| FIGURA 1 PROMEDIO DE AP (M) DE SEIS HÍBRIDOS DE MAÍZ. | 29 |
| FIGURA 2 PROMEDIO DE PMV (T HA⁻¹) DE SEIS HÍBRIDOS DE MAÍZ. | 30 |
| FIGURA 3 PROMEDIO DE PMS (T HA⁻¹) DE SEIS HÍBRIDOS DE MAÍZ. | 31 |
| FIGURA 4 PROMEDIO DE FIBRA DETERGENTE ÁCIDA DE SEIS HÍBRIDOS DE MAÍZ. | 32 |
| FIGURA 5 PROMEDIO DE FIBRA NEUTRO DETERGENTE DE SEIS HÍBRIDOS DE MAÍZ. | 33 |
| FIGURA 6 PROMEDIO DE % MS DE SEIS HÍBRIDOS DE MAÍZ. | 34 |
| FIGURA 7 PROMEDIO DE MSDG DE SEIS HÍBRIDOS DE MAÍZ. | 35 |

I.-INTRODUCCION

La Comarca Lagunera es una de las principales cuencas lecheras a nivel nacional y su ganado es alimentado fundamentalmente con alfalfa, ensilaje y concentrados; siendo el ensilaje de maíz el más popular entre éstos, lo anterior ha provocado que en los últimos años se incrementen las áreas para este cultivo, debido a que es uno de los forrajes que requieren menos agua. En la actualidad se siembran alrededor de 75,685.69 hectáreas, de las cuales 14,440.95 son de maíz para forraje. (SIAP-SAGARPA, Región Laguna 2014)

Para satisfacer las necesidades de alimentación del ganado se requiere de grandes cantidades de alimento y es donde el maíz forrajero juega un papel de gran importancia por los volúmenes de producción y el valor nutricional de este forraje, sobre todo en proteína y energía. En la región se siembran más de 30 mil hectáreas año tras año, de echo en el ciclo 2011, se produjo, maíz forrajero en una superficie de 14,440.95 ha, donde se obtuvieron 684,714.60 toneladas (SIAP-SAGARPA, Región laguna 2014)

Por lo anterior es fundamental evaluar la calidad del forraje, para contar con fuentes de germoplasma adecuadas para lograr avances importantes en el mejoramiento de la calidad del forraje. Estudios recientes indican que, en progenitores e híbridos, existen diferencias en contenidos de proteínas, fibra y digestibilidad de la materia seca entre los híbridos de maíz para forraje (Allen *et al.*, 1995).

Objetivo:

Determinar el rendimiento de forraje verde, materia seca y calidad de forraje en seis híbridos de maíz de origen comercial.

Hipótesis:

Ho: Todos los híbridos de maíz presentan la misma producción de forraje y la calidad nutricional

Ha: Al menos uno de los híbridos de maíz es diferente en producción de forraje y calidad nutricional

II.-REVISIÓN DE LITERATURA

Los resultados del análisis del ensilaje de maíz son de poco valor si no se los comprende y se los usa. Estos resultados pueden usarse para: balancear las dietas y mejorar el futuro manejo de la cosecha si el forraje actual es de calidad cuestionable. [En línea] Disponible en <http://articles.extension.org/pages/11760/interpretacion-del-analisis-del-ensilaje-de-maiz> (revisado el 6 de enero de 2016)

Los resultados del análisis se expresan en "tal como recibido" y en 100% base materia seca (MS). "tal como recibido" o "fresco." el material en base "tal como recibido" incluye el agua o la humedad contenida en el alimento. Los nutrientes expresados en esta base representan el contenido en nutrientes del alimento en el momento de ser recibido en el laboratorio. [En línea] Disponible en <http://articles.extension.org/pages/11760/interpretacion-del-analisis-del-ensilaje-de-maiz> (revisado el 6 de enero de 2016)

En base a materia seca significa que toda la humedad ha sido removida. La concentración en nutrientes es aquella contenida en la MS del alimento. Los valores que se reportan en base seca van a ser siempre mayores que aquellos reportados en "tal como recibidos." para convertir de tal como recibido a base MS, se debe usar la siguiente fórmula:

$$\text{Nutriente (tal como se recibe)} \times 100 = \text{Nutriente (base MS)}$$

Por ejemplo, si una muestra de ensilaje de maíz (30%MS) contiene 2.7% proteína cruda (pc) en base MS:

$$2.7\%pc \times 100 = 9\%pc$$

2.1 Humedad-materia seca (MS).

Humedad es la cantidad de agua contenida en el alimento. Porcentaje de humedad = $100 - \%MS$. La materia seca (MS) es el porcentaje del alimento que no es agua. Porcentaje de MS = $100 - \% \text{ humedad}$. Una muestra de ensilaje de maíz con 30% de MS contiene 70% de agua. Conocer el contenido de humedad del ensilaje de maíz es crítico para poder balancear las dietas en forma adecuada.

Contenidos de humedad más bajos están asociados por lo general con plantas más maduras, las cuales pueden alterar la digestibilidad y el contenido energético de este forraje de forma significativa. Una fermentación adecuada es también altamente dependiente de un adecuado contenido de humedad, que para el ensilaje de maíz debe estar entre 60 y 70 %. Cuando se lo ensila en un silo torre, la humedad deseable para minimizar el efluente es de 60-65%. [En línea] Disponible en <http://articles.extension.org/pages/11760/interpretacion-del-analisis-del-ensilaje-de-maiz> consultado (revisado el 6 de enero de 2016)

2.2 Proteína cruda (pc).

La proteína cruda es denominada "cruda" ya que no es una medición directa de la proteína sino una estimación de la proteína total basada en el contenido en nitrógeno del alimento ($\text{nitrógeno} \times 6.25 = \text{proteína cruda}$). La proteína cruda incluye la proteína verdadera y el nitrógeno no proteico (NPN) tales como el nitrógeno ureico y el amoniacal. El valor de proteína cruda no suministra información acerca de la composición en aminoácidos, la digestibilidad intestinal de la proteína o cuán aprovechable es en el rumen. [En

línea] Disponible en <http://articles.extension.org/pages/11760/interpretacion-del-analisis-del-ensilaje-de-maiz> (revisado el 6 de enero de 2016)

2.3 Fibra detergente ácido (ADF)

El ADF consiste primeramente de celulosa, lignina, y CP contenido en el ADF. Está estrechamente relacionado con la fracción no digestible del forraje y es un factor muy importante en el cálculo del contenido energético del alimento. Cuanto mayor es el contenido en ADF menor es la digestibilidad del alimento y la energía que contendrá. [En línea] Disponible en <http://articles.extension.org/pages/11760/interpretacion-del-analisis-del-ensilaje-de-maiz> (revisado el 6 de enero de 2016)

2.4 Fibra detergente neutro (NDF)

El total de la fibra de un forraje está contenido en el NDF o ``paredes celulares.'' Esta fracción contiene celulosa, hemicelulosa, y lignina. El NDF suministra la mejor la mejor estimación del contenido total en fibra del alimento y esta estrechamente relacionado con el consumo de alimento. Al aumentar los valores del NDF, el consumo total de alimento disminuye. Por lo general se asume que los rumiantes van a consumir un máximo de NDF cercano al 1.2 por ciento de su peso corporal. Las gramíneas contienen mas NDF que las leguminosas comparadas a un estado similar de madurez. [En línea] Disponible en <http://articles.extension.org/pages/11760/interpretacion-del-analisis-del-ensilaje-de-maiz> consultado (revisado el 6 de enero de 2016)

2.5 NDF digestible en 48 (dNDF48)

La importancia de medir la dNDF 48 ha sido reconocida recientemente. La digestibilidad de la fibra varía entre leguminosas y gramíneas cosechadas a un estado de madurez similar, incluso para una misma especie cuando crece bajo diferentes condiciones climáticas. Al digerir el NDF más rápidamente, los rumiantes pueden pasar el elemento más rápidamente por el rumen, lo que permite un mayor consumo de materia seca y una mejora en el desempeño del animal. Disminuciones en la dNDF 48 son por lo general un reflejo de un mayor contenido en la lignina en la fracción de NDF. La dNDF se mide como la digestión del NDF in vitro durante 48 horas. [En línea] Disponible en <http://articles.extension.org/pages/11760/interpretacion-del-analisis-del-ensilaje-de-maiz> (revisado el 06 de enero de 2016)

2.6 Lignina

La lignina es un polímero componente de las paredes celulares que suministra rigidez y soporte estructural a las plantas, y que no puede ser digerido por las enzimas del animal. Aumenta al madurar las plantas, y es más alta para la misma especie vegetal cuando crece bajo clima cálido. Cuando mayor es el contenido en lignina de un forraje, menor es la dNDF. [En línea] Disponible en <http://articles.extension.org/pages/11760/interpretacion-del-analisis-del-ensilaje-de-maiz> (revisado el 06 de enero de 2016)

2.7 Lípidos totales

También conocidos como extracción con éter (EE). Este término incluye todas las sustancias que son solubles en éter (de ahí el término EE). Si bien contiene principalmente lípidos, también incluye otras sustancias solubles en grasas tales como la clorofila y las vitaminas liposolubles, y es de un alto contenido energético cuando la fracción representa principalmente lípidos. [En línea] Disponible en http://articles.extension.org/pages/11760/interpretacin-del-analisis-del-ensilaje-de-maz_consultado (revisado el 6 de enero de 2016)

2.8 Digestibilidad del NDF (NDFD).

NDFD es la dNDF expresada como porcentaje del NDF por lo tanto

$$\text{NDFD} = \text{dNDF} / \text{NDF} * 100.$$

2.9 Cenizas

Las cenizas es el residuo remanente luego que toda la materia orgánica presente en una muestra es completamente incinerada, por lo tanto 100 – cenizas = materia orgánica. Consiste de toda la materia inorgánica (o minerales) del alimento, así como los contaminantes inorgánicos, tales como la tierra y la arena. [En línea] Disponible en <http://articles.extension.org/pages/11760/interpretacin-del-analisis-del-ensilaje-de-maiz> (revisado el 6 de enero de 2016)

2.10 Minerales

Los valores de calcio (Ca), fósforo (P), magnesio (Mg), y potasio (K) se expresan como porcentaje de cada uno en el alimento.

Nutrientes digestibles totales (TDN). Los TDN representan la suma de la PC digestible, los carbohidratos digestibles y los lípidos digestibles (los lípidos se multiplican por 2.25 para compensar por su alto contenido energético). Como los alimentos se usan de forma diferente en las diferentes especies animales, el porcentaje de los TDN de un alimento es diferente para cada especie. En general los TDN están altamente correlacionados con el contenido energético del alimento. Los TDN son estimados a partir del valor de la NEL, la cual es calculada a su vez a partir del contenido en ADF del ensilaje. La ecuación para calcular TDN es:

$$TDN = 31.5 + (53.1 \times NE1)$$

2.11 Energía neta de lactación (NE1)

La energía neta de lactación es el término usado por el NRC (National Research Council) para estimar los requerimientos energéticos y los valores energéticos de los alimentos para vacas lecheras. Por lo general se la expresa como mega-calorías por libra (Mcal/lb) o mega-calorías por kilogramo (Mcal/kg). La NEL del ensilaje de maíz es calculada a partir de ADF con la siguiente ecuación. [En línea] Disponible en <http://articles.extension.org/pages/11760/interpretacion-del-analisis-del-ensilaje-de-maiz> (revisado el 6 de enero de 2016)

$$NE1 = 1.044 - (0.0124 \times ADF)$$

2.11.1 Energía neta para mantenimiento (NEm) y energía neta para ganancia (NEg)

El sistema de energía neta usado por el NRC para el ganado de carne asigna valores de energía para cada alimento y de forma similar subdivide los requerimientos energéticos de los animales. La energía del alimento es utilizada con menor eficiencia para depositar nuevo tejido corporal que para mantener el tejido corporal existente. La NEm es el valor de energía neta del alimento para mantenimiento. La NEg es el valor de energía neta de los alimentos para la deposición de tejido corporal, crecimiento o ganancia de peso. Tanto la NEm como la NEg son necesarias para expresar los requerimientos energéticos totales del ganado en crecimiento. Por lo general se las expresa como megacalorías por libra (Mcal/lb) en los informes de laboratorio de SDSU, pero también pueden expresarse como mega-calorías por kilogramo (Mcal/kg). [En línea] Disponible en <http://articles.extension.org/pages/11760/interpretacion-del-analisis-del-ensilaje-de-maiz> (revisado el 6 de enero de 2016)

$$NEm = -0.508 + (1.37 * ME) - (0.3042 * ME * ME) + (0.051 * ME * ME * ME)$$

$$NEg = -0.7484 + (1.42 * ME) - (0.3836 * ME + ME) + (0.0593 * ME * ME)$$

donde= ME (energía metabolizable) = 0.01642 * TDN.

La adopción de semilla mejorada es un proceso de cambio, por lo que conviene que los asesores técnicos e investigadores agrícolas se familiaricen con los factores agroecológicos y sociales que intervienen en el proceso, para poder apoyar y orientar con eficiencia a los productores. Además, es conveniente que los agricultores reciban capacitación específica sobre las formas organizacionales más efectivas de tomar decisiones individuales y de grupo, ya que todo proceso de transferencia de tecnología involucra cargas afectivas y reflexivas precisamente en las etapas en que los individuos deben tomar decisiones (Guillén–Pérez *et al.*, 2002).

2.12 Forraje

Núñez *et al.* (2003) define al forraje como aquellos alimentos voluminosos lo contrario de los cocentrados, los forrjes tienen gran cantidad de fibra y su valor nutritivo es bajo, pero proporciona un alto valor energético al ganado. Como representante de este grupo están el ensilado, henificado, pastos y rastrojos.

La investigación en maíz forrajero se ha enfocado a incrementar la producción y el valor energético, además de eficientar la producción de materia seca por m³ de agua. Para lograr lo anterior es fundamental la selección del mejor híbrido (Núñez *et al.*, 1999).

Estudios y/o investigaciones realizadas en la comarca Lagunera, indican que el maíz recomendable económicamente, cuando se usan variedades o híbridos que rinden un promedio de 5 ton/ha grano y superior a 45 ton/ha de forraje verde, usando un manejo óptimo, con alta densidad y una fertilización equilibrada, aunando a un control de plagas y malezas (Anónimo 2007), sin

embargo, de acuerdo a Reta *et al.* (2001), el maíz tiene un alto potencial de producción.

Los maíces que actualmente se utilizan, son seleccionados por su capacidad de producción de materia seca, y poco interés e alta calidad nutritiva (Núñez *et al.*, 1999, Peña *et al.*, 2003).

Ramírez (1997) menciona que la utilización de forraje en maíz, tiene dos variantes: la primera es el ensilado en verde, la cual se ha venido utilizando con mayor frecuencia debido a la comercialización de híbridos y variedades de maíz en la zona. En cuanto a la segunda variedad, este se utiliza como forraje molido, en donde se muele toda la planta una vez adquiere toda su madurez fisiológica.

El maíz para forraje provee un alto rendimiento de biomasa por unidad de área, desde 40-90 t ha⁻¹ de forraje verde en un corto tiempo y el valor nutritivo va de bueno a excelente, dependiendo de la etapa de crecimiento que encuentre en el cultivo al momento de la cosecha (Amador y Boschini, 2000, García 2004).

Reta *et al.* (2001) comenta que debido a la alta disponibilidad de radiación solar en la Región Lagunera durante el periodo libre de heladas, la productividad del maíz es alta. Resultados de investigación indican que es posible obtener un potencial de hasta 80 t ha⁻¹ de forraje fresco y 24 t ha⁻¹ de forraje seco (30 por ciento de materia seca), con un contenido de grano de 45 a 50 por ciento.

Por lo general se considera que los híbridos altamente productores de grano son también los mejores en calidad de forraje (Geiger *et al.*, 1992).

2.13 Ideotipo del maíz forrajero

El ideotipo de maíz forrajero debería generar altos rendimientos de materia seca de excelente calidad, que podrían alcanzarse mediante el empleo de genotipos de mayor tamaño, utilizando densidades de siembra similares o menores que las usadas en los híbridos para grano (rendimiento vertical) o bien, mediante el empleo de genotipos de arquitectura más baja y compacta, capaces de tolerar altas densidades sin resignar rendimiento ni calidad (rendimiento horizontal) (Bertoia, 2000).

El maíz perfecto para forraje deberá producir una cantidad máxima y estable de materia seca digestible, ser fácil de cosechar y conservar, apetecible, con un consumo elevado y una utilización eficiente para el animal. También, debe ser específico de un ambiente dado (Struik y Deinum, 1990).

Un atributo del maíz forrajero es su eficiencia en uso de agua, haciéndolo un importante del patrón de forraje en la Comarca Lagunera. Además este cultivo sembrado temprano en primavera y cosechado oportunamente, permite una segunda siembra en el mismo terreno, deseable en explotaciones que requieren hacer uso intensivo del suelo.

2.14 Calidad forrajera

La calidad o valor nutricional de un forraje, es la habilidad para sostener un cierto nivel de desempeño animal, determinado por su composición química.

Van (1967) propuso un método químico para evaluar el contenido de la pared celular de los forrajes. En este método se determina la Fibra Detergente Neutra y la Fibra Detergente Ácida, como una estimación total de constituyentes de la pared celular de forrajes, que incluyen, celulosa, hemicelulosa y lignina; su clasificación depende de los porcentajes de fibra contenidos en los genotipos (Gonzalez, 1995).

Por lo general se considera que los híbridos altamente productores de grano son los mejores en calidad forrajera (Geiger *et al.*, 1992 y Peña, 2003). Ya que un alto porcentaje de mazorcas o un alto índice de cosecha favorecen incrementos en la calidad nutritiva del forraje (Cox *et al.* , 1994 y Peña, 2003). Con algunas excepciones, la proporción de la mazorca se correlaciona de manera alta y significativa con la digestibilidad de la planta total, esto significa que la selección de materiales con alta proporción de mazorcas, podrían favorecer una mayor calidad del forraje (Peña *et al.* , 2002). Las características relacionadas con el incremento en la producción de grano pueden integrarse en un programa de mejoramiento genético con el fin de avanzar en el diseño de la planta de maíz forrajero que desea obtener (Rodriguez *et al.* , 1999).

El valor nutritivo del forraje de calidad con su digestibilidad y el efecto que provoca el animal que lo consume se mide en la producción de leche crecimiento a ganancia de peso (Herrera, 1999).

Desde el punto de vista de nutrición, la relación que existe entre el valor nutritivo de un ingrediente y la capacidad de los alimentos para convertirlos en

productos como: carne y grasa, al estar en función el grado de digestibilidad del mismo, la calidad de forraje se determina por la capacidad de proveer los requerimientos nutricionales a los animales al incluir su aceptabilidad, composición química y su digestibilidad del mismo. Entre los parámetros considerados para la calidad del forraje esta la materia seca, contenido de minerales, la concentración de proteínas tanto como cruda, con bruta y extracto etereo; contenido de grasa, grado de concentración (Cantu, 2003).

La disminución en la calidad forrajera conforme la planta madura se ve acelerada por las condiciones calidas y húmedas. No obstante el rendimiento del cultivo (kg ha^{-1}) se acumula con el tiempo y calidad disminuye ocasionando que el rendimiendo máximo del forraje utilizable y digerible, es decir, la materia seca, se presenta antes del rendimiendo total (Van, 1996).

La variabilidad genética en características agronómicas y calidad nutricional entre los híbridos de maíz para forraje, estan la altura de planta, días a cosecha, porcentaje de grano (contenido de grano) y rendimimiento de materia seca por ha. En calidad nutricional existen variaciones en concentraciones de proteína cruda, Fibra Detergente Neutra, Fibra Detergente Ácido y lignina. Además, también existen diferencias notables en digestibilidad de la fibra, materia seca y energÍA neta de lactancia (Nuñez *et al.* , 2003).

Desde el punto de vista nutricional, la calidad del forraje es la relación que existe entre el valor nutritivo de un ingrediente y la habilidad de los animales para convertirlos en leche, carne y grasa. Es el producto de la concentración de nutrientes, consumo, digestibilidad y metabolismo de los productos digeridos por los animales (Buxton *et al.*, 1996). Los nutrientes de los forrajes que proporcionan energía son los carbohidratos, proteína, lípidos, donde los primeros son los más importantes, por que generan más de 80 % de la energía (Buxton *et al.*, 1996).

2.15 Materia seca

Aturias (2004) define a la materia seca (MS) como la parte que resta de un material tras extraer toda el agua posible a través de un calentamiento hecho en condiciones de laboratorio. El porcentaje en los alimentos es uno de los parámetro que presentan mayor variabilidad.

Algunos alimentos, como la leche bovina, tiene muy bajos porcentajes de materia seca (12.5%), mientras que otros llegan a casi el 100 %. Dentro de los alimentos que habitualmente se utilizan para animales de producción, las variaciones son altas.

Los verdeos de invierno y las pasturas pueden tener porcentajes de materia seca, sumamente bajos, de hasta 12%, mientras que en el otro extremo, granos y henos tienen porcentajes cercanos al 90% (Stritzler *et al.*, 1985; Castillo *et al.*, 1992).

La estimación del porcentaje de materia seca es de suma importancia para establecer las cantidades de nutrientes que los animales consumiran. Los calculos de raciones deben hacerse en materia seca, de la misma manera que la comparacion entre nutrientes ofrecidos y requerimientos de los animales (Stritzler *et al.*, 2004).

Por otro lado, en animales en pastoreo, la estimacion de biomasa y porcentaje de materia seca en pastizales naturales o Pasturas cultivadas, son variables importantes en la determinación de carga animal.

2.16 Forraje húmedo

El forraje verde hidropónico brinda proteínas, minerales, todas las vitaminas libres y solubles, haciéndolas más asimilables lo que no ocurre con el grano seco. Lo anterior elimina en gran parte el uso de vitaminas sintéticas. La Vitamina A, tiene una gran importancia en fertilidad de los animales y el forraje verde hidropónico la contiene en una proporción elevada. Al suministrar forraje hidropónico durante toda la dieta alimenticia, se evitan trastornos digestivos causados por los cambios de composición y procedencia de los alimentos para uso animal.

2.17 Recomendaciones para la alimentación animal.

Con el uso de forraje verde hidropónico se podrán obtener excelentes resultados en la alimentación de vacunos y otros animales. La relación de producción es de 1 a 9, o sea que con cada kilogramo de semilla utilizado se obtienen 9 kilogramos de forraje verde hidropónico. No es difícil el llegar a relaciones de 1 a 12 y de 1 a 15. Su aspecto, color, sabor y textura, le confieren gran palatabilidad, a la vez que aumentan la asimilación de otros alimentos. Para la alimentación de vacunos se suelen suministrar al día de 12 a 18 kilogramos de forraje en cuestión, para ganado de leche se deben de repartir en dos raciones, generalmente a las horas de los ordeños, suprimiendo otros complementos, como los concentrados, la anterior ración es suficiente para complementar en forma adecuado la dieta de una vaca lechera al aportar hasta 1800 kilogramos de proteína por día.

2.18 Proteína

Las proteínas son compuestos orgánicos conformados por aminoácidos unidos por enlaces peptídicos estos que intervienen en diversas funciones vitales esenciales, como el metabolismo, la contracción muscular o la respuesta inmunológica. El metabolismo proteico en el rumen es bastante complejo; los microorganismos degradan los alimentos, destruyendo inicialmente la pared de las células e iniciando el proceso hidrolítico continuo de las proteínas. La destrucción proteica por desaminación fermentativa produce dióxido de carbono, amoníaco y ácidos grasos de cadena corta. Los aminoácidos, urea y nitratos, son convertidos en amoníaco, usado por los microorganismos para sintetizar sus proteínas; una parte de él se absorbe en el rumen, pasa a la sangre y se excreta en la orina en forma de urea. El sistema de predicción desarrollado por la Universidad de Cornell Net Carbohydrate and Protein System, (**CNCPS**);

descrito y validado por Russell *et al.*, 1992), define esta fracción como **A**, y está compuesta principalmente por nitrógeno no proteico (**NNP**) que en el rumen se transforma en amoníaco; además, el reciclamiento por la saliva y las paredes ruminales se estima como el 15% del nitrógeno ingerido, esta fracción está incluida dentro la proteína soluble y se la cuantifica dentro de la proteína soluble. El amoníaco liberado por esta fracción en el rumen es absorbido a la sangre, conducido al hígado en donde se forma urea (ciclo de la urea), la cual se puede reciclar en la saliva, o por las paredes del rumen o eliminarse a través de la orina, el proceso de reciclaje es más eficiente cuando la dieta tiene niveles bajos de proteína, permitiendo tener niveles de nitrógeno amoniacal para crecimiento microbiano.

III.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación geográfica del campo experimental

El estudio se realizó en el ciclo primavera-verano 2010 (P-V 2010), en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad

Laguna, la cual se localiza en la Región Agrícola de la Comarca Lagunera de Coahuila entre los paralelos 25° 33' 12.59" Latitud Norte y los 103° 22' 29.95" Longitud Oeste, a una altura de 1100 a 1400 msnm (Atlas nacional del medio físico, 1982).

3.2 Material genético

El material genético consistió en la evaluación de seis híbridos de maíz de origen comercial. (Cuadro 3.1).

Cuadro 1 Híbridos de maíz evaluados en el ciclo PV 2010. Torreón, Coah.

| Número | Híbrido | Ciclo vegetativo |
|--------|-------------|------------------|
| 1 | Ares | Intermedio |
| 2 | Arrayán | Intermedio |
| 3 | HT9150W | Precoz |
| 4 | Genex778 | Intermedio |
| 5 | Advance2203 | Precoz |
| 6 | P4082W | Precoz |

3.3 Diseño y parcela experimental

Se utilizó un diseño de bloques al azar con seis tratamientos y tres repeticiones. La parcela útil fue de dos surcos de 75 cm de ancho y tres metros de largo. La parcela experimental consistió de 4 surcos de 75 cm de ancho y 4 m de largo. La distancia entre plantas y planta fue de 0.15 m, para obtener una densidad aproximada de 80 mil plantas ha⁻¹.

3.4 Manejo agronómico del lote experimental

3.4.1 Preparación del terreno:

La preparación del terreno se hizo con el fin de propiciar un medio favorable para el buen desarrollo del cultivo.

Se realizó un barbecho a una profundidad de 30 cm para romper la capa arable y así exponer las plagas para que se eliminen con el efecto de las condiciones del clima, posteriormente un rastreo para eliminar el exceso de terrones también se realizó el empareje para tener las condiciones del terreo planas.

3.4.2 Rastreo

Se realizó con el fin de desintegrar los terrones que quedaron en el barbecho y desmenuzar los tallos, tanto de malezas como de las plantas que se cultivaron en el ciclo anterior, esta labor se efectuó por medio de un arado de rastreo compuesto por dos hileras de discos.

3.4.3 Surcado

Con el objeto de eficientar el uso del agua y facilitar las labores correspondientes, los surcos se trazaron con un arado de cinceles suspendidos en una barra de soporte, a una distancia de 0.75 y 0.1 m de ancho y profundidad respectivamente.

3.4.4 Siembra

La siembra se realizó manualmente colocando la semilla a una profundidad de 3 cm aproximadamente en surcos de 75 cm de ancho y 4 m de largo, se llevó acabo el día 4 de mayo del 2010

Las siembras se hicieron en seco, posteriormente se aplicó un riego ligero. Con el fin de lograr una población aproximada de 88 mil plantas por hectárea, En el 2010 se efectuó a los 23 días después de la siembra (DDS) para primavera y 21 DDS para verano.

Se realizó un aporque al cultivo con el objeto de darle mayor resistencia a la planta, asegurando así su buen desarrollo. se efectuó a los 28 DDS para primavera y 20 DDS para verano,

3.4.5 Sistema de riegos

El riego fue por gravedad, aplicándose uno de pre siembra y cuatro de auxilio.

3.4.6 Aclareo de plantas

El aclareo de plantas se realizó a los 25 días después de la siembra dejando una planta separada de otra a una distancia de 20 cm, para obtener una población aproximada de 88, 000 plantas por hectárea.

3.4.7 Fertilización

Referente a la fertilización del cultivo, todos los tratamientos en el ciclo, recibieron la misma dosis de fertilización: 150-80-00 (N, P, K), utilizando Urea $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ como fuente de nitrógeno (N) y Fosfato Monoamónico ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) MAP como fuente de fosforo (P_2O_5). La fertilización se llevó a cabo aplicando el 50 % de N y el total de P_2O_5 durante la siembra, completando la dosis de N antes del segundo riego de auxilio.

3.4.8 Control de maleza

El control de maleza se realizó previo al primer riego de auxilio, esta labor fue en forma manualmente, 60 después se aplicó el herbicida 2-4 D amina (Sal

dimetilamina del ácido 2,4-Diclorofenoxiacético) a una dosis recomendada de 1.5 L ha⁻¹

3.4.9 Control de plagas

Durante el desarrollo del cultivo las plagas que se presentaron fue el gusano cogollero (*Spodoptera Frugiperda*), y para el control se aplicó CLORVER 480 CE (Clorpirifos Etil) con una dosis de 1 L ha⁻¹ y CYTRIN 200 (Cipermetrina) con una dosis de 0.25 L ha⁻¹.

Para el control de la diabrotica (*Diabrotica virgifera Zea*) y la pulga saltona (*Epitrix spp*). Se aplico CYTRIN 200 y MALATION 100 (Malation) 0.5 L ha⁻¹.

3.5 Variables evaluadas

Las variables evaluadas en campo fueron días a floración masculina (FM), días a floración femenina (FF), altura planta (AP) altura de mazorca (AM), peso de mazorca (PM), rendimiento de forraje verde (RFV) y materia seca total (MST).

3.5.1 Floración Masculina (FM)

Se determinó como el total de días transcurridos, desde la siembra hasta que el 75 % de las planta por parcela se encuentra liberando polen.

3.5.2 Altura de mazorca (AM)

Se seleccionaron tres plantas al azar y se midieron desde la base del tallo a la base de la mazorca principal y el dato se expreso en m.

3.5.3 Altura de planta (AP)

En tres plantas seleccionadas al azar de cada híbrido se midió desde la base del tallo a la base de inserción de la última hoja, y el resultado se expresando en m.

3.5.4 Peso total de materia verde (PTMV)

Se tomó el peso de las plantas de la parcela cosechada. El peso total se determinó con la siguiente fórmula:

$$PTMV = \frac{(10,000)(RP)}{SC}$$

donde: PTMV= peso total por parcela y SC= superficie cosechada

3.5.5 Peso de materia seca (PMS)

Se recolecto una submuestra de 500 g de forraje verde y se llevó a una estufa marca FELISA Modelo A217, por un espacio de 72 horas a una temperatura de $65^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ hasta alcanzar peso constante para estimar el peso de materia seca en t ha⁻¹. Se determinó con la fórmula:

$$PMS = \frac{(\%MS)(PTMV)}{100}$$

donde: %MS = por ciento de materia seca y PMS= peso de materia seca

3.6 Variables de calidad de forraje

3.6.1 Determinación de Fibra Detergente Neutra (FDN) y Fibra Detergente Acida (FAD)

El análisis bromatológico se determinó bajo el principio de Van Soest (1967), utilizando un analizador de fibras ANKOM 220. El ensayo consistió en

tomar $0.500\text{g} \pm 0.01$ g de la muestra de materia seca de las plantas de cada uno de los híbridos, previamente molidos y colocados en una bolsa de papel filtro (ANKOM #F57). Se colocaron las muestras en el analizador de fibras y se agregó 2 L de solución en el vaso de digestión, para el análisis de FAD y para la FDN a la solución se le agregó 20 g de sulfato de sodio (Na_2SO_4) y 4 ml de alfa amilasa.

Posteriormente las muestras para FAD y FDN fueron digeridas en el analizador de fibras por un espacio de 60 minutos a una temperatura de $100\text{ }^\circ\text{C} \pm 1\text{ }^\circ\text{C}$. Cuando el tiempo de digestión fue alcanzado, se retiraron y se lavaron con agua destilada caliente (100°C), efectuándose 3 veces este proceso.

Para análisis de FND se agregaron 4 ml de alfa amilasa a cada uno de los dos primeros enjuagues. Subsiguientemente se retiraron las muestras y colocadas en un vaso de precipitado de 500 ml, se les añadieron 200 ml de acetona por un tiempo de tres minutos, con la finalidad de eliminar probables residuos de las soluciones utilizadas. A continuación, las muestras fueron expuestas al medio ambiente por un lapso de 45 minutos para que se evaporara la acetona, posteriormente, las muestras fueron colocadas en una estufa a $105^\circ\text{C} \pm 1\text{ }^\circ\text{C}$ de temperatura por 24 horas. Finalmente, se pesaron las muestras en una balanza analítica.

3.6.2 Porcentaje de Materia seca (% MS)

El contenido de materia seca se obtuvo a partir del peso fresco de forraje verde de las muestras y su peso seco a partir de la fórmula siguiente:

$$\%MS = \frac{\text{peso seco de forraje verde}}{\text{peso fresco de forraje verde}} * 100$$

3.6.3 Materia seca digestible

Se estimó a partir de la fibra detergente ácida.

$$MSDG = 88.9 - (\%FDA \times 0.779)$$

donde: MSDG= materia seca digestible y FDA= Fibra detergente ácida

3.7 Análisis estadístico

El análisis estadístico para las variables evaluadas, se realizó con el paquete SAS (SAS V 6.1 Institute, Inc.; SAS. B. 1988), mediante un modelo de bloques completos al azar.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + E_{ij}$$

i=1,2,...,t
j=1,2,...,r

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Análisis de varianza

En el análisis de varianza de las variables agronómicas se detectaron diferencias estadísticas en la variable floración masculina (FM), floración femenina (FF), altura de mazorca (AM) y peso de materia verde (PMV) (Cuadro 4.1).

Cuadro 2 Análisis de varianza de seis variables agronómicas de seis híbridos de maíz.

| FV | gl | FM | FF | AM | AP | PMV | PMS |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| Trat | 5 | 175.28** | 224.98** | 207.60** | 95.55ns | 249.74** | 4.481ns |
| Rep | 2 | 2.38ns | 3.72ns | 148.16** | 131.72ns | 36.26** | 0.362ns |
| Error | 10 | 10.55 | 1.18 | 133.36 | 34.85 | 6.58 | 22.26 |
| Total | 17 | | . | | | | |
| Cv(%) | | 1.38 | 1.42 | 3.76 | 3.04 | 5.23 | 11.61 |

FM: floración masculina, AM: altura de mazorca, AP: altura de planta, PTMV: peso total de materia verde y PMS: peso de materia seca.

En las variables de calidad de forraje solo la variable %MS fue estadísticamente diferente. (Cuadro 4.1.2). Los coeficientes de variación oscilaron de 1.38% hasta 15.15%.

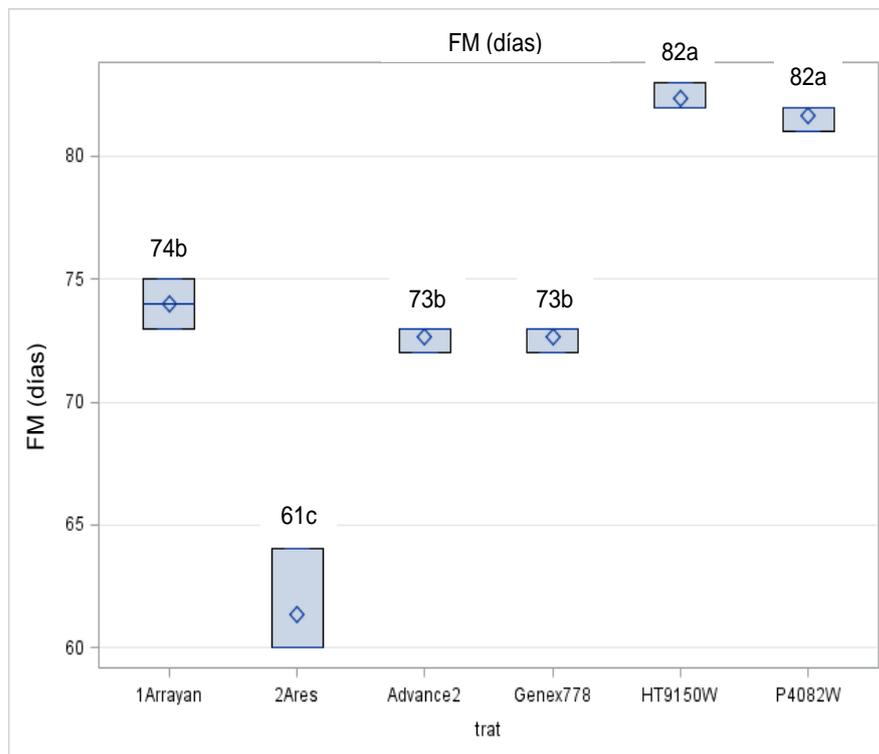
Cuadro 4.1.2 Análisis de varianza de Calidad de forraje de seis híbridos de maíz.

| FV | gl | FND | FAD | %MS | MS DG |
|-----------|-----------|------------|------------|------------|--------------|
| Trat | 5 | 45.48ns | 23.40ns | 29.30** | 14.20ns |
| Rep | 2 | 8.98ns | 9.24ns | 8.78ns | 5.60ns |
| Error | 10 | 20.54 | 13.68 | 4.60 | 8.30 |
| Total | 17 | | | | |
| Cv(%) | | 9.72 | 15.15 | 8.05 | 4.12 |

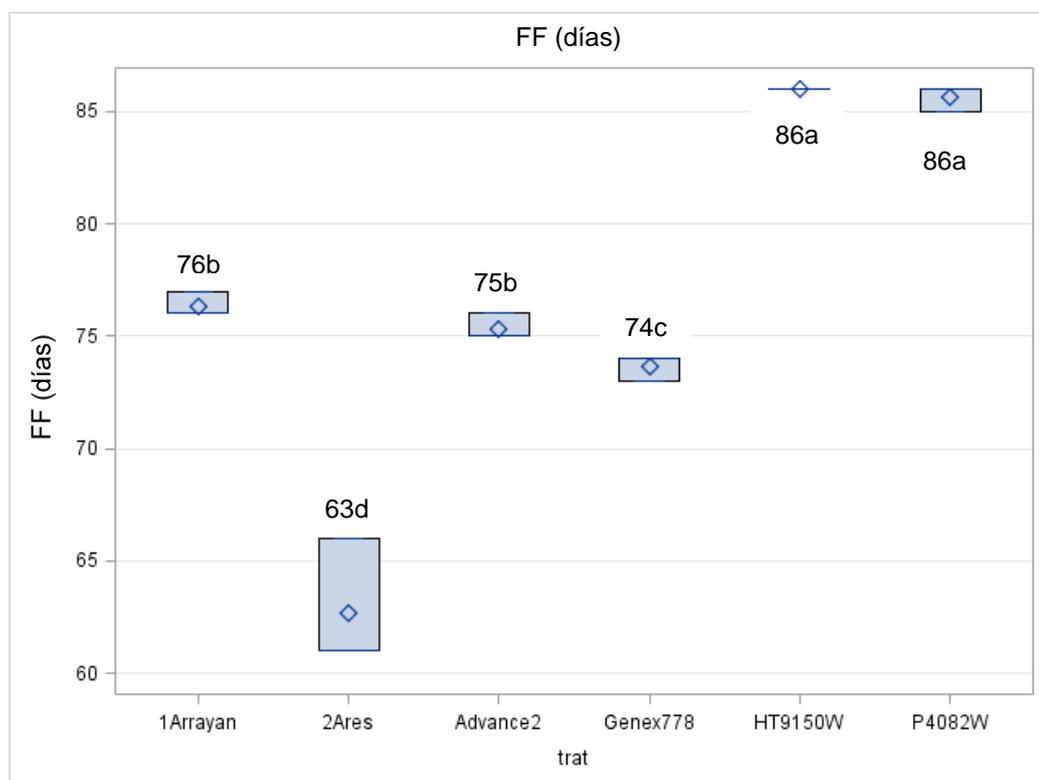
FND: fibra neutro detergente, FAD: fibra ácido detergente, %MS: porciento de materia seca y MSDG: materia seca digestible

4.2 Comportamiento promedio de variables agronómicas

En cuanto a los días a floración masculina (FM) los híbridos más precoces fueron el Ares con 61 días, seguido de los híbridos Genex 778 y Advance con 73 días. Los más tardíos fueron HT9150W y P4082W con 83 y 82 días respectivamente. Los híbridos tuvieron el mismo comportamiento en floración femenina (Figura 4.2.1 y Figura 4.2.2).

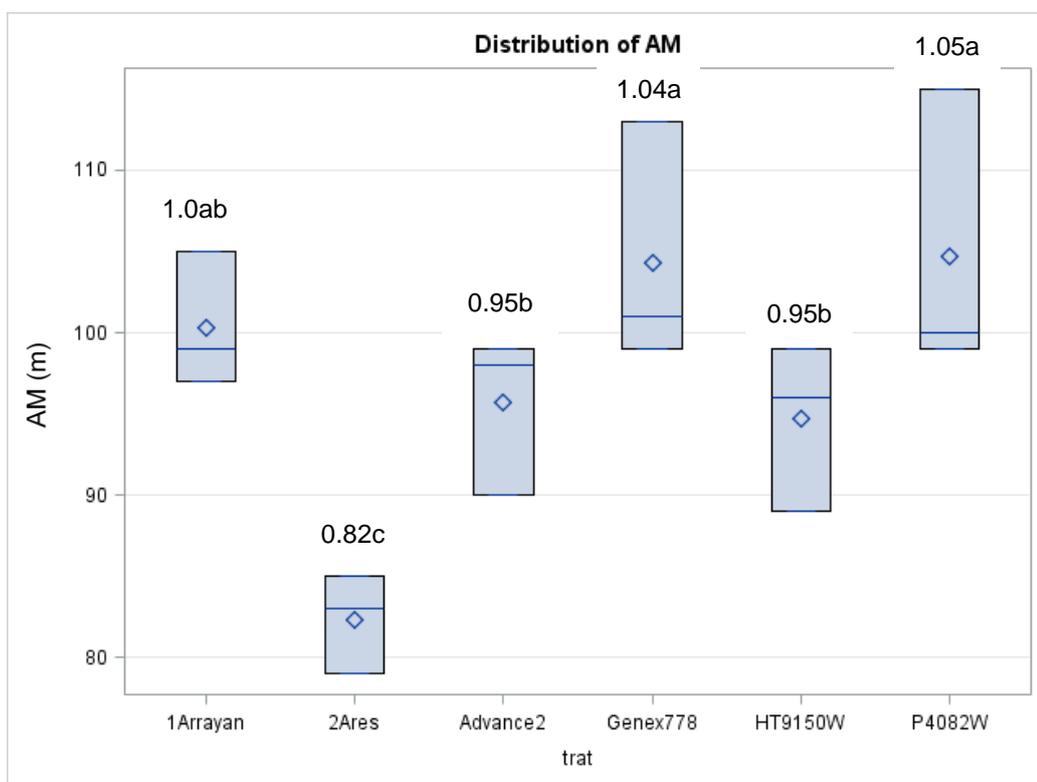


Cuadro 3 **Promedio de FM (días) de seis híbridos de maíz.**



Cuadro 4 **Promedio de FF (días) de seis híbridos de maíz.**

La altura de mazorca (AM) oscilo 0.82 m hasta 1.05 m (Figura 4.2.3) donde los mayores valores registrados fueron en el híbrido P40282W y Genex 778 con 1.05 m y 1.04m, respectivamente, los valores menores de altura de mazorca fueron el híbrido HT9150W y Ares (0.95 m y 0.82 m).



Cuadro 5 **Promedio de AM (m) de seis híbridos de maíz.**

Los híbridos HT9150W, P4082W y Advance exhibieron la mayor altura de planta (AP) con 2.03 m y 1.95 m (Figura 4.2.4). Ares presento el menor valor con 1.86 m (Figura 4.2.4).

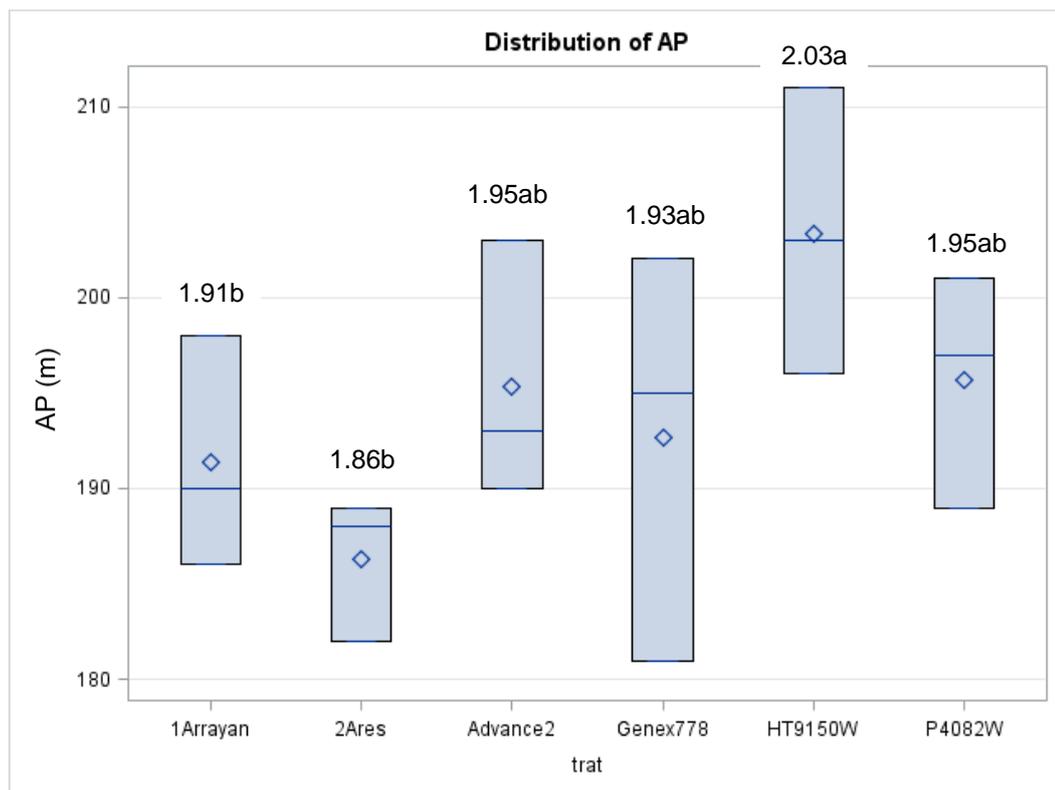


Figura 1 **Promedio de AP (m) de seis híbridos de maíz.**

La producción de materia verde (PMV) por hectárea varió de 60 a 34 t ha⁻¹. El híbrido Ares y P4082W tuvieron el mayor rendimiento, dichos valores se encuentra dentro de los rendimientos encontrados en la región (INIFAP, 2006). La menor acumulación de materia verde fue en el híbrido Ares y Advance (Figura 4.2.5).

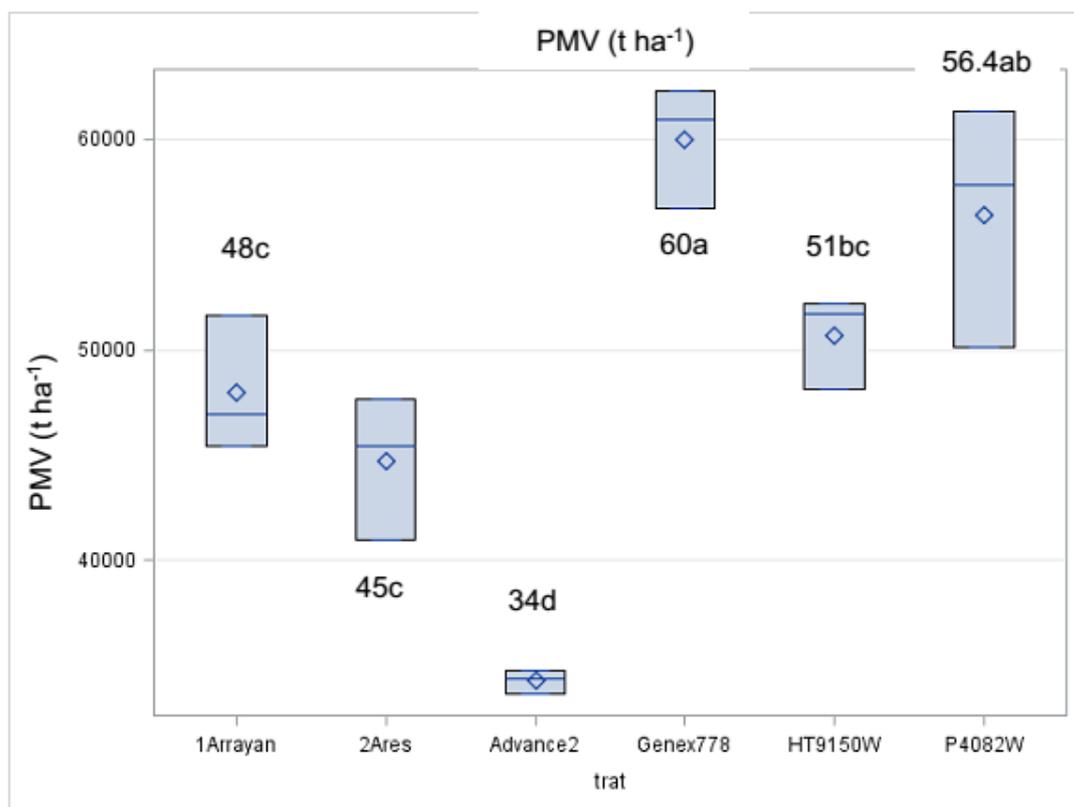


Figura 2 **Promedio de PMV (t ha⁻¹) de seis híbridos de maíz.**

Genex 778 y P4082W presentaron la mayor acumulación de materia seca (PMS) con 14.60 y 14.0 t ha⁻¹. Arrayán y Ares fueron los de menor peso con 12.21 y 11.13 t ha⁻¹ respectivamente.

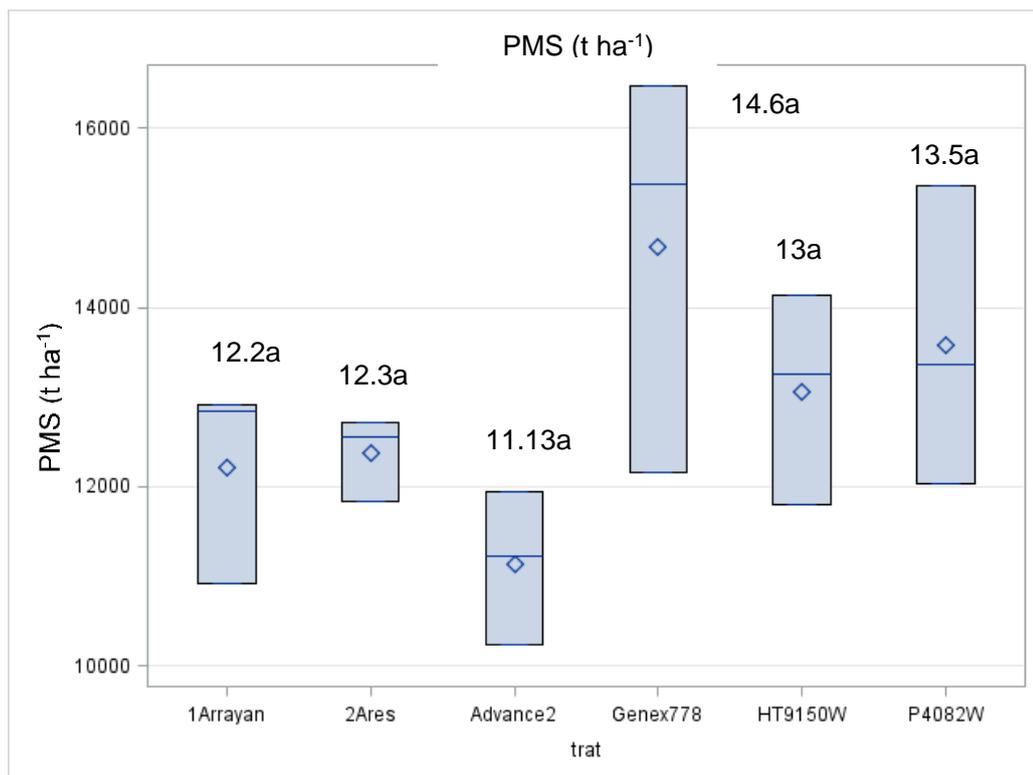


Figura 3 Promedio de PMS (t ha⁻¹) de seis híbridos de maíz.

Se observó que el híbrido P4082W se ubica en el grupo de los más tardíos, pero también se encuentran en el grupo de los de mayor producción de materia seca, estos resultados coinciden con Núñez *et al.*, (1994) quienes encontraron en un estudio realizado de producción y calidad forrajera de híbridos de maíz, que la mayor producción de materia seca se presentó en los materiales tardíos en comparación que en los híbridos intermedios.

4.3 Comportamiento promedio de variables de calidad de forraje

La mayor calidad nutritiva en fibra ácido detergente fue en los híbridos Genex778 y P4082W con valores de 28.75% y 25.72.5%, y los de menores porcentaje fueron de Advance y HT9150W Estos valores encontrados

concuerdan con los reportados por Peña *et al.*, 2002 donde señala que valores de fibra ácida detergente de 26.4% son de excelente calidad forrajera (Figura 4.3.1).

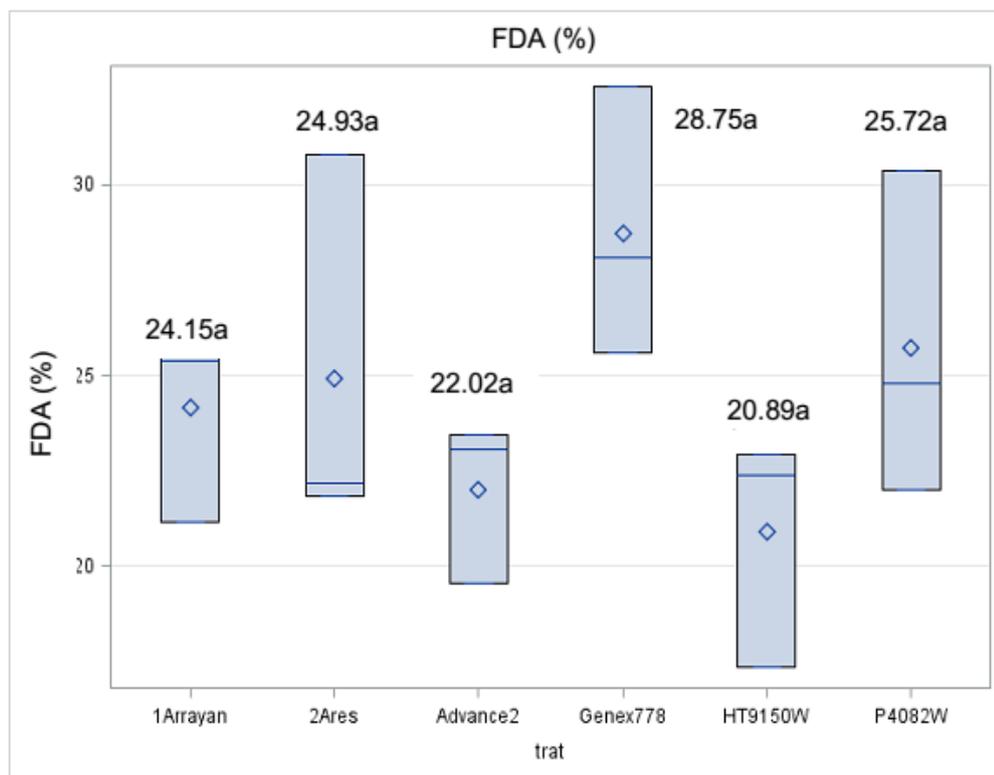


Figura 4 **Promedio de Fibra detergente Ácida de seis híbridos de maíz.**

El contenido de fibra neutra detergente (FND) los contenidos oscilaron de 51% a 42 % (Figura 4.3.2), los híbridos Genex 778, P4082W y Arrayán presentaron los porcentajes más altos. Los de menor contenido fueron Advance y HT9150W. Los contenidos de fibra neutra se clasifican como de buena calidad de acuerdo con González (1995) y Peña *et al.* (2002).

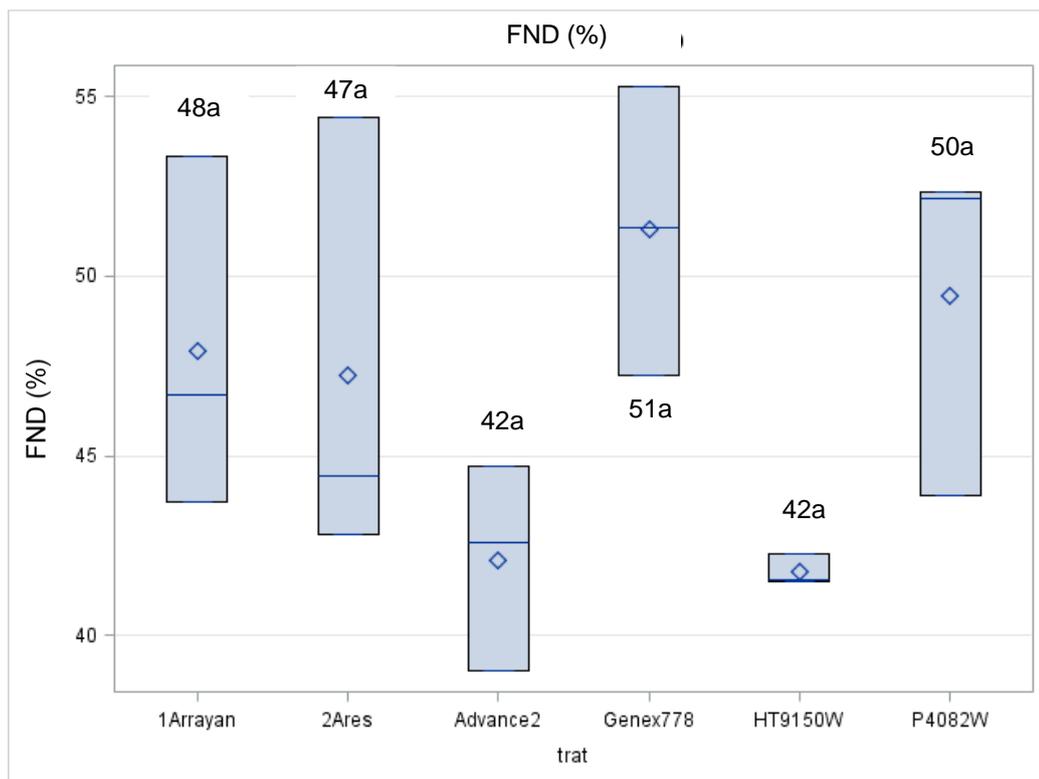


Figura 5 **Promedio de Fibra Neutro Detergente de seis híbridos de maíz.**

Los porcentajes de materia seca (%MS), de los tratamientos fueron estadísticamente iguales (Figura 4.3.3). Con valores de 32.48% para el genotipo Advance y 27.73 para Ares. Lo que señala que los tratamientos se cosecharon con un porcentaje de materia seca similar. En se observa que los valores obtenidos se encuentran dentro del rango presentando en la Comarca Lagunera (INIFAP, 2006).

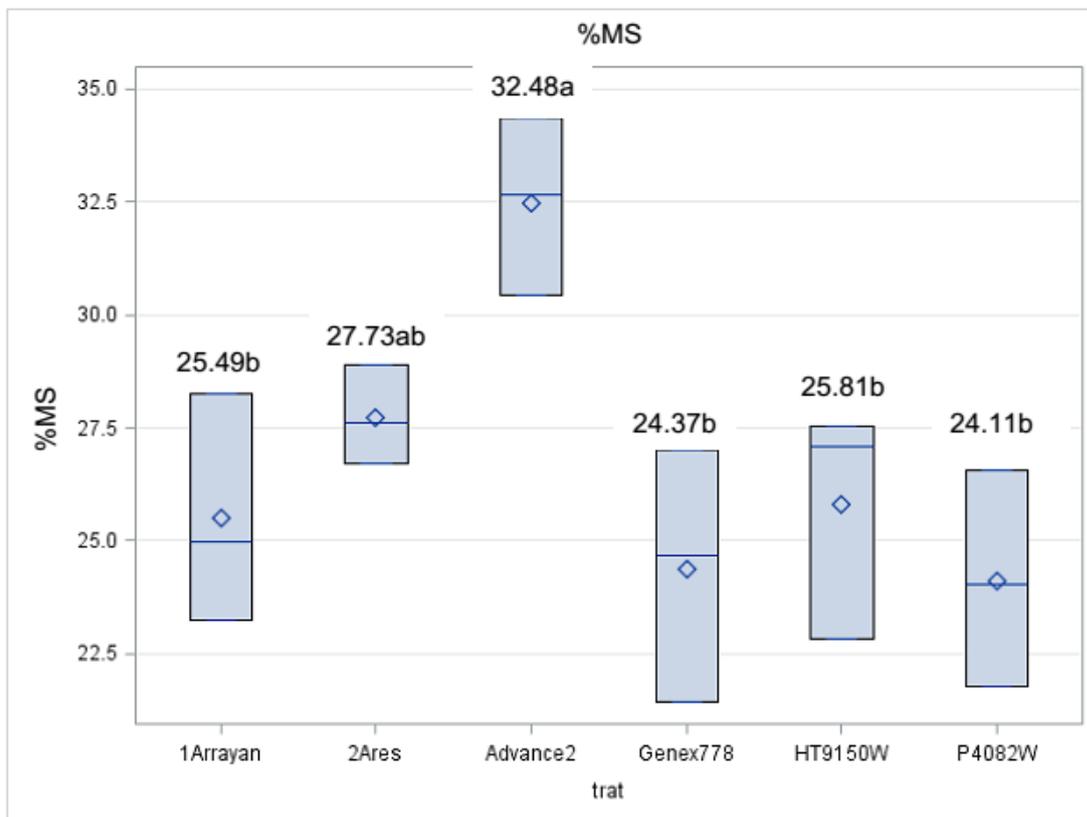


Figura 6 **Promedio de % MS de seis híbridos de maíz.**

La materia seca digestible (MSDG) no presentó diferencias estadísticas, los híbridos (Figura 4.3.4) que se ubicaron con la mayor MSDG fueron HT9150W (73%), Advance y Arrayán (70%). Se observa también que los híbridos obtuvieron valores menores de 50% de FDN, lo cual indica que estos materiales son de alta calidad de acuerdo con Di Marco (2011) quien señala que un forraje de alta calidad es cuando tiene aproximadamente 70% de digestibilidad in Vitro de la materia seca (DIVMS), menos de 50% de fibra detergente neutra (FDN) y más de 15% de proteína bruta (PB).

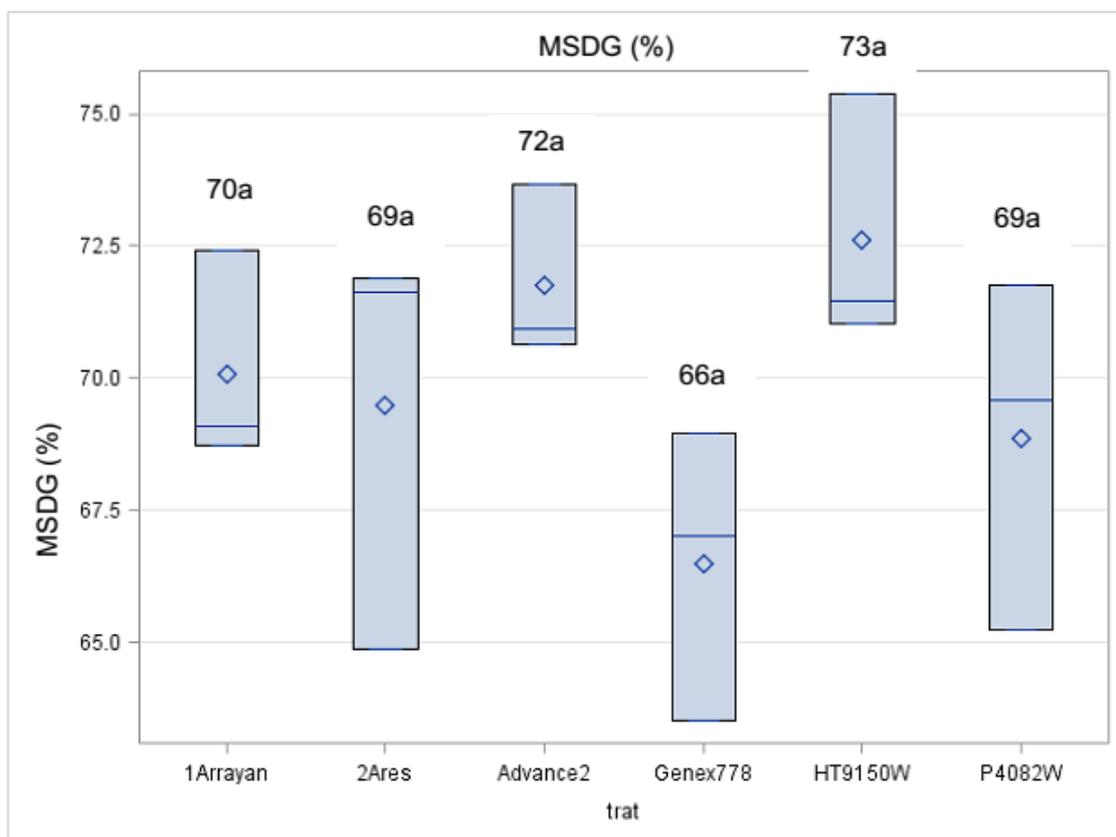


Figura 7 Promedio de MSDG de seis híbridos de maíz.

V. CONCLUSIONES

En general se observó que los híbridos evaluados tuvieron un buen comportamiento en producción de materia seca y forraje verde comparados con los rendimientos reportados en la región.

Los valores encontrados de calidad nutritiva en base a la fibra neutro detergente y fibra ácida detergente se consideraron aceptables.

Los híbridos obtuvieron valores menores de 50% de FDN, lo cual indica que estos materiales son de alta calidad.

VI.-REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Allen M, K A O'Neil, D G Main, J Beck (1991) Relationship among yield and quality traits of corn hybrids silage for silage. J. Dairy Sci. 74 (Suplemento 1):221.
- Allen M, S Ford, J Harrison, C Hunt, J Lauer, R Muck, S Soderlund (1995) Corn silage production, management and feeding. American Society of Agronomy. 1-41.
- Amador RAL, y Boschini FC, (2000). Fenología productiva y nutricional de maíz para la producción de forraje. *Agronomía Mesoamericana* 11(1) 171- 177.
- Anónimo (2007) Sistema integral de información Agroalimentaria y pesquera. Fichas por Estado. SAGARPA. Avances reportados de siembras y cosechas, superficie sembrada y cosechada, rendimientos y producción. http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comfichedos.html. 14 de noviembre de 2005.
- Bertoia, L. M. 2000. Evaluación de la aptitud forrajera de probadores graníferos mediante compuestos de maíz (*Zea mays* L.) con distintos niveles de selección. Facultad de Ciencias Agrarias. UNLZ. Tesis de Magister Scientiae. Área Producción Vegetal. UBA.
- BUXTON, D.; MERTENS, D.; FISHER, D. 1996. Forage quality and Ruminant Utilization. American Society of Agronomy, Madison Wisconsin.
- Cantú B J E (2003) Principios de bromatología animal. Quinta Edición. Pp 224-242
- Cox W.J.H, Cherney D.J. y W.D. Parde. 1994. Forage quality and harvest index of corn hybrids under different growing conditions, *Agron. Journal* 86:277-282
- Di Marco O 2011. Estimación de Forrajes (disponible http://wwwproducción-animal.com.ar/tablas_composición-alimentos/45-calidad.pdf.)
- Geiger H H G, Seitz A E, Melchinger, G A schmidt, (1922). Genotypic correlations in farage maize I. Relationships among yield and quality traits in hybrids. *Maydica* 37:95-99
- Gonzalez ,A. 1995. Ensilaje de Grano de Sorgo. Ciclo Internacional de Conferencias sobre Nutrición y manejo. La importancia de los Forrajes en la optimización económica. Envases especializados de L.A.L.A. Gómez Palacio, Dgo.
- Guillén-Pérez L A, C Sánchez-Quintanar, S Mercado-Domenech, H Navarro-Garza (2002) Análisis de atribución causal en el uso de semilla criolla y semilla mejorada de maíz. *Agrociencia* 36: 377-387.

- Herrera S R (1999) La importancia de los maíces y sorgos mejorados para la producción de ensilaje. En 2 Taller nacional de especialidades de maíz. UAAAN. 9 y 10 de septiembre de 1999. Saltillo. Coahuila. México. P 133-137.
- INIFAP (2006) Maíz Forrajero de Alto Rendimiento y Calidad Nutricional. Libro científico No.3
- Núñez H G, E Contreras G, R Faz C (2003) Características agronómicas y químicas importantes en híbrido de maíz para forraje con alto valor energético. Tec. Pecu. Méx. 41:47- 48 p.
- Núñez H G, G F E Contreras, C R Faz S R Herrera (1999) Selección de híbrido para obtener mayor rendimiento y alto valor energético en maíz para ensilaje. INIFAP-CIAN- CAELALA, 52 p.
- Núñez H G, G Faz, R Faz (2003) Características agronómicas y químicas importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. Técnica Pecuaria en México. Vol. 41 Núm. 1: 37-48.
- Peña R A, C González, HG Núñez (2003) Importancia de la planta y el elote en población de maíz para el mejoramiento genético de la calidad forrajera. Tec. Pecu. México. 40:215-228.
- Peña R A, G Núñez H, F González C (2002) Potencial forrajera de poblaciones de maíz y relación entre atributos agronómicos con la calidad. Tec. Méx. 40: 215-228
- Ramírez, R G, Quintanilla González J B, Aranda J, (1997) White-tailed deer food habits in northeastern México. *smoll Rumin. Res.*, 25:142-148.
- Reta S D G, Carrillo AJS, Gaytán M A, Cueto W J A, (2001). Sistemas de productividad para incrementar la productividad y sustentabilidad de maíz en la Comarca Lagunera. CELLALA- CCIRCO-INIFAP. P 21
- Rodriguez HAS, J Santa R,A .J Lozano R,LG Bolaños S J, M, E Vásquez B (1999) Fitomejoramiento del maíz para ensilaje .In: segundo Taller nacional de especialidades de maíz. UAAAN, 9 y 10 de septiembre de 1999. Saltillo, Coahuila, México. Pp, 181-186
- Stritzler, N. P., Gingins, M. A., Gallardo, M., & Santucho, G. (1985). Algunos factores que afectan el volumen ruminal en bovinos. *Revista Argentina de Producción Animal*, 5, 145-148.
- Stritzler, N.P., Rabotnikof, C.M. y Pagella, J.H. 2004. Guía de Trabajos Prácticos, Cátedra de Nutrición Animal, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa. 129 p.
- Struik, P.C. and B. Deinum. 1990. The ideotype for forage maize (whit special reference to nutritive value). Department of Field Crops and Grassland Science, Wageningen Agricultural University. Wageningen, The Netherlands. J. Hinterholzer (ed). Proc. 15th Congress of the maize and

sorghum. Section, Eucarpia 4-8 June. Baden Near Vienna. Austria. Page: 223-242.

Van Soes P, J. 1997 Development of a Comprehensive Systems of feed analysis and ist aplication to farage. J. animal Sci. 26:Pp. 119-128.

Van Soest PJ (1996) Environmental and forage quality. Proa Cornell Nutrition conference for feed manufacturer. Bufalo. NY. PP. 1-6.

VAN SOEST, P. J. y R. H. WINE. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. J. Ass. Official Agric. Chem. 50: 50-55.