

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**RENDIMIENTO Y CALIDAD FORRAJERA DE HÍBRIDOS
COMERCIALES DE MAÍZ**

POR

FIDAELFIA LÓPEZ ALTUNAR

TESIS

PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL

TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

MAYO DE 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. FIDAELEFIA LÓPEZ ALTUNAR ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ EXAMINADOR:

ASESOR PRINCIPAL


DR. ARTURO PALOMO GIL

ASESOR


DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

ASESOR:


DRA. ORALIA ANTUNA GRIJALVA

ASESOR:


DR. ANSELMO GONZÁLEZ TORRES

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS


DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS



Coordinación de la División de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

MAYO 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA


DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. FIDAFELFIA LÓPEZ ALTUNAR QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ PARTICULAR:

PRESIDENTE


DR. ARTURO PALOMO GIL

VOCAL


DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

VOCAL


DR. ANSELMO GONZÁLEZ TORRES

VOCAL SUPLENTE


DR. HECTOR JAVIER MARTÍNEZ AGÜERO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS


DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS



Coordinación de la División de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

MAYO 2011

DEDICATORIA

A DIOS PADRE: Por haberme regalado la vida, y me ha guiado en cada paso de ella, gracias señor por todo lo que me has dado.

A MIS PADRES: Sr. Genaro López Hernández y Sra. Minerva Altunar Pérez (q.e.p.d.). Por haberme dado la oportunidad de vivir. Gracias mamita, no sabes la falta que me haces en esta vida te extraño mucho. Papá mil gracias por el amor, la confianza y por todo lo que me has brindado,

A MI FAMILIA: A mi esposo Aurelio y a mi hijo Aurelio Jr. Con mucho cariño les dedico este trabajo, por haber estado en todo momento conmigo, gracias por haberme motivado, ustedes son tan grandes tan grandes como es mi deseo de vivir para amarlos y disfrutarlos, son mi fortaleza, gracias amor por todo lo que me han brindado.

AMIS ABUELOS: PTERNOS: Sr. Sabino y Sra. Margarita (q.e.p.d.), MATERNOS. Sr. Basilio y Sra. Nicolasa (q.e.p.d.). Gracias por todo, por darme la oportunidad de seguirlos disfrutando y ojala sea por mucho tiempo más, los quiero mucho. Gracias a mis dos abuelitas que en el cielo estén, que de alguna y otra forma fueron mi inspiración a seguir adelante, y ojalá que las semillas plantadas den muchos frutos, y ese amor jamás tenga fin.

A MIS HERMANOS: Joel, Salvador, Jeremías, Amalia, Manolo, Marbella, Josefina, Genaro y Yesenia Ruth. Gracias por su confianza, apoyo, cariño y comprensión, por formar parte de mi y de este logro; siempre los llevo presente, muchas gracias.

A MIS SOBRINOS: Joel, Heidi, Yeison, Everson, Karla, Zaidel, Misheli, Mayda, Raymundo, Esther, Jocabet y estrellita, por ser la alegría y el futuro de la familia.

A MIS CUÑADAS: Eucelia Cruz y Elisea pablo, a estas mujeres a quienes los quiero mucho les agradezco por todo, mi viejita linda, gracias por representar a mi madre en su ausencia.

A MIS CUÑADOS: Gracias por formar parte de la familia.

A MIS TIOS Y TIAS: A pesar de estar tan lejos ustedes son mi inspiración y modelo a seguir, gracias por todo el apoyo que en algún momento me brindaron, y por haberme animado a seguir adelante.

A MIS PRIMOS Y PRIMAS: Gracias por su gran amistad, en especial a Jeremías que fue para mí de gran ayuda en la realización de este trabajo, y espero que algún día los que aun están en camino puedan culminar sus estudios.

A UNA AMIGA MUY ESPECIAL: Sra. maría castellanos, mil gracias.

A LA FAMILIA TORRES FELÍCITA: Gracias por haberme ayudado en todo momento, por su gran apoyo me hicieron sentir en familia, si no fuera por

esos grandes obstáculos que viví durante mi estancia con esta familia no estaría sentada aquí y escribiéndoles hasta donde he logrado llegar, pasé por una etapa muy difícil pero gracias a ello aprendí muchas cosas, Sr. Simón y Sra. Ana María me resta decirles mil gracias y siempre los tengo presente.

A LA FAMILIA ÁLVAREZ CASTELLANOS: Con cariño, les dedico estas líneas porque gracias a una familia más he logrado esta meta, antes de partir alguien mencionó que me olvidaría de esta hermosa familia y han pasado muchos años y sigue siendo mi familia a pesar de la distancia, gracias.

A MIS SUEGROS Y A SUS HIJOS: Gracias por aceptarme en su familia, por toda la ayuda posible que me brindaron, en especial por haberme cuidado a mi hijo les agradezco a todos infinitamente.

AGRADECIMIENTO

A mi “**ALMA TERRA MATER**” la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por haberme dado mas que un hogar una familia, que gracias a ello he logrado mi sueño, terminar una carrera profesional.

Al Dr. Arturo Palomo Gil, Dr. Armando Espinoza Banda, Dra. Oralia Antuna Grijalva, M.C. Ariel Camacho Inzunza, M.C. Edson Francisco Navarro Orona y al Dr. Anselmo González Torres. A todos ellos gracias por la confianza, amistad y el apoyo incondicional durante la realización de este trabajo.

Un especial agradecimiento a la **Dra. Oralia Antuna Grijalva, y el Dr. Ariel Camacho Inzunza,** muchas gracias por su amistad y su apoyo incondicional en la revisión del presente trabajo.

A la secretaria del Departamento de Fitomejoramiento, la Sra. **Rosalba Tejeda Correa,** por todas las molestias muchas gracias.

A todos los profesores de la Antonio Narro, Unidad Laguna, que me impartieron materias para mi formación profesional gracias a todos por haberme transmitido sus conocimientos.

A todos mis compañeros de la carrera, gracias por su amistad y por los momentos que compartimos juntos, en especial a: **Abelina, Anayeli, Bernabé, Manuel y Martha Natividad,** les deseo a todos éxito en esta nueva etapa.

Un agradecimiento especial a la Empresa **PUERTO CHICO, S.A DE C.V.** que me permitió realizar mi Practica Profesional. Gracias al **MVZ. Mario Héctor Zavala Anaya.**

A **María Reyna, Rufina y Rodrigo**, gracias por toda la ayuda posible que me brindaron para que yo pudiera escribir estas últimas líneas dándoles las gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	IV
ÍNDICE DE CUADROS	VIII
RESUMEN	IX
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Origen del Maíz.....	4
2.2. Descripción Morfológica del Maíz	5
2.3. Desarrollo Vegetativo del Maíz	6
2.4. Generalidades del Cultivo	6
2.5. Forraje.....	8
2.6. Ideotipo del Maíz Forrajero	9
2.8. Selección de Híbridos	10
2.9. Calidad Forrajera	11
III. MATERIALES Y METODOS.....	14
3.1. Ubicación geográfica del experimento	14
3.2. Aspectos Climatológicos de la Comarca Lagunera.....	14
3.3. Material Genético.....	15
3.4. Diseño Experimental y Parcela Experimental	15
3.5. Manejo Agronómico	15
3.5.1. Preparación del terreno	15
3.5.2. Fecha de siembra	16
3.5.3. Riegos.....	16
3.5.4. Fertilización.....	16
3.5.5. Control de malezas	16
3.5.6. Control de plagas.....	17
3.5.7. Cosecha.....	17
3.6. Variables Agronómicas Evaluadas.....	17

3.6.1. Peso Verde de la Planta (PVP).....	17
3.6.2. Rendimiento de Forraje Verde (RFV)	18
3.6.3. Porcentaje de Materia Seca (PMS)	18
3.6.4. Rendimiento de Materia Seca Total (RMS)	18
3.7. Variables de Calidad Forrajera.....	19
3.7.1. Determinación de Fibra Detergente Ácida (FAD) y Fibra Detergente Neutra (FND)	19
3.8. Modelo Estadístico.....	22
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
V. CONCLUSIONES	27
VI. BIBLIOGRAFÍA	28

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1. Parámetros de Calidad de Forraje.	10
Cuadro 2.2. Clasificación de los forrajes dependiendo de los porcentajes de Fibra Detergente Neutra y Fibra Detergente Ácida.	12
Cuadro 3.1. Solución para determinación de Fibra Detergente Ácida.	20
Cuadro 3.2. Solución para análisis de Fibra Detergente Neutra.	21
Cuadro 4.1. Cuadrados medios de rendimiento y calidad forrajera en tres híbridos comerciales de maíz, evaluados en la Comarca Lagunera, 2009.	23
Cuadro 4.2. Cuadrados medios de Fibra Detergente Ácida y Fibra Detergente Neutra en la calidad forrajera en siete híbridos comerciales de maíz, evaluados en la Comarca Lagunera, 2009.	24
Cuadro 4.3. Promedio de características agronómicas de tres híbridos comerciales de maíz, evaluados en la Comarca Lagunera, 2009.	25
Cuadro 4.4. Promedio de Fibra Detergente Ácida y Fibra Detergente Neutra en siete híbridos comerciales de maíz, evaluados en la Comarca Lagunera, 2009.	26

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 primavera-verano de 2009. Con el objetivo de evaluar siete genotipos de híbridos comerciales de maíz: Arrayán, AN-423, SB-302, PAN-6723, PAN-6777, TG-727W, y TG-711W. La parcela experimental fue de 6 surcos de 75 cm de ancho y 5 m de largo, con una distancia entre plantas de 0.15 m. Las variables agronómicas evaluadas fueron: Rendimiento de Forraje Verde (RFV), Rendimiento de Materia Seca (RMS) y Porcentaje de Materia Seca (PMS); Análisis de calidad forrajera: determinación de Fibra Detergente Ácida (FAD) y Fibra Detergente Neutra (FND) por el método de Van Soest (1967). Para su análisis estadístico, se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. El análisis estadístico no mostró diferencias significativas en tratamientos para las variables evaluadas. Solo tres híbridos fueron evaluados para porcentaje de materia seca (PMS), donde los resultados no son aceptables con los reportados por el INIFAP (2006), quienes señalan que porcentajes de 32.53 % a 37.26 % en evaluaciones de híbridos de maíz en la Comarca Lagunera, son los adecuados para la cosecha de este forraje y lograr con ello una buena fermentación durante el proceso de ensilaje. Ya que el híbrido superior fue el SB-302 con 27.25 % de PMS, en el RFV con 39.94 t ha⁻¹; los RMS, el híbrido SB-302 fue el de mayor producción también con un 10.85 t ha⁻¹.

En el análisis bromatológico se incluyeron los siete híbridos de maíz, las concentraciones de Fibra Detergente Ácida (FAD) presentaron valores de 34.52 % para el híbrido SB-302 y 34.46 % para el AN-423; para la Fibra Detergente Neutra (FND) los híbridos más sobresalientes fueron el SB-302 y AN-423 con valores de 59.96 % y 57.62 %, respectivamente. Las concentraciones de FAD los híbridos SB-302 y AN-423 se clasificaron con una calidad regular y en la FND el contenido fue de mala calidad, para todos los híbridos en cuanto a calidad se refiere, según González (1995). Lo más recomendable es seleccionar híbridos de maíz con menos de 50 % de Fibra Detergente Neutra para obtener ensilados de alto valor energético. La producción de MST fue baja en todos los híbridos en comparación a los contenidos recomendados en la Comarca Lagunera, la recomendación es más de 17 t ha⁻¹, de materia seca (Núñez *et al.*, 2003).

Palabras clave: *Fibra Detergente Neutra, Fibra Detergente Ácida, calidad forrajera, Rendimiento de Forraje Verde y Rendimiento de Forraje Seco*

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) ocupa el tercer lugar mundial alimentario, alcanzando una producción anual que sobre pasa los 500 millones de toneladas, EEUU encabeza la lista de los países productores, con un 38 % de la producción y México solo alcanzó el 2.5 % durante el 2005 (FAO, 2005). Su importancia mundial radica en que es un cereal que suministra elementos nutritivos importantes a los seres humanos, animales y por ser la materia prima básica de la industria de la transformación (FAO, 1993).

En México, es considerado como un grano básico, ya que su mayor producción se destina al consumo humano, tiene una importancia de tipo ancestral y social, debido a que es un cultivo de origen mexicano, y por ende el 80 % de sus pobladores basan su dieta alimenticia en este cereal. Es un cultivo que se adapta a cualquier condición ecológica y edáfica, que se ha extendido en todo el mundo. En nuestro país representa la base de la agricultura nacional. Sin embargo, no se ha sido capaz de alcanzar la autosuficiencia en la producción, por lo tanto, se debe de producir grandes cantidades de dicho grano para poder satisfacer la demanda alimenticia.

La Comarca Lagunera es una de las regiones agropecuarias de mayor importancia de México, debido principalmente a la participación que tiene en la alimentación del ganado bovino para la producción de leche, donde, el grano es

utilizado en la elaboración de dietas balanceadas, o bien, como ensilaje de la planta de maíz, ya que este último, destaca por su valor energético tanto en proteínas como en sales minerales.

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 siembra más de 30 mil hectáreas año tras año, de hecho en el ciclo 2007, se produjo, maíz forrajero en una superficie de 34,770 ha, donde se obtuvieron 1 550,212 toneladas (SAGARPA, Región Lagunera, 2008).

Por lo anterior, es importante evaluar la calidad del forraje, por ser fundamental en la selección de progenitores e híbridos, ya que existen diferencias en contenidos de proteína, fibra y digestibilidad de la materia seca entre los híbridos de maíz para forraje (Allen *et al*, 1995). A sí mismo, se ha encontrado diferencias en proteína cruda (PC) con valores que oscilan de 6 a 17 %, Fibra Detergente Neutra (FDN) de 40 a 68 %, fibra detergente ácida (FDA) de 23 a 43 % y digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVM) de 54 a 86 % (Lauer *et al.*,2001). Esto indica la variabilidad existente en características de calidad en maíces forrajeros.

La demanda de grandes volúmenes de este alimento en las cuencas lecheras de México, principalmente en la Comarca Lagunera, deben de definir estrategias de trabajo, que permitan identificar genotipos y aprovechar su

potencial genético existente, a través de programas de Fitomejoramiento, ya que es importante evaluar materiales con cualidades forrajeras.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen del Maíz

El maíz es la planta más domesticada y evolucionada del reino vegetal. Procede de un antepasado silvestre, un cereal de grano duro, contenido en una vaina, en el que cada semilla está protegida por una cubierta formada por dos valvas, (teosintle), también se cree de otro antecesor podría ser el *Tripsacum*. El maíz que actualmente se conoce es el *Zea mays* L. no tiene dicha cubierta y los granos están unidos en una mazorca, que a su vez se encuentra contenida en una envoltura de hojas. Este cereal es el resultado de un continuo proceso de selección humana. Es un cereal nativo de América, cuyo centro original de domesticación fue Mesoamérica, data entre 5,000 y 10,000 años A.C., Los hallazgos más antiguos han sido encontrados en la zona central de México. Desde donde se difundió hacia todo el continente, hace diez mil años, Hoy en día, se ha difundido por todo el mundo (Riveiro, 2004 y Bernal, 2008).

2.2. Descripción Morfológica del Maíz

Las raíces fibrosas, localizadas en la corona, ramificándose en raíces secundarias y terciarias, y estas a su vez en cada uno de los pelos radicales, y es donde se presenta la mayor absorción del agua (Robles, 1994); El tallo es fibroso y cilíndrico, formado por nudos y entrenudos, varían entre los 8 a 25, la altura varía de 0.8 a 4 m; posee de 12 a 18 hojas, con forma lanceolada con una venación paralelinervia, constituida por la vaina, lígula y limbo; tiene dos tipos de flores: estaminadas (espiguillas, constituyen la inflorescencia masculina, cada flor está integrada por dos brácteas, la glumilla inferior y la glumilla superior, éstas se insertan de dos en dos y contienen cada una tres estambres) y las flores pistiladas (raquis olote), se encuentran de dos en dos, lo cual explica que el número de hileras por mazorca, siempre sea par. Cada flor está formada por un ovario, un estilo y una gran cantidad de estigmas distribuidos a lo largo del estilo; El fruto en cariósipide conocido comúnmente como semilla o grano, constituida por 1) pericarpio es la pared del ovario desarrollado y maduro, 2) capa de células de aleurona sustancia proteica en forma de pequeños granos, que se encuentran en la capa externa del endospermo, 3) Endospermo tejido nutritivo que se produce en el saco embrionario, 4) Capa de células epiteliales tejido que cubre la superficie externa del embrión formando una delgada membrana protectora, 5) Escutelo, 6) Coleóptilo, 7) Plúmula, 8) Nudo cotiledonar, 9) Radícula y 10) Coleorriza (Raúl, 1983).

2.3. Desarrollo Vegetativo del Maíz

El maíz es un cultivo que requiere un período mínimo de crecimiento de 120 días (Reyes, 1990). La planta de maíz pasa por ocho diferentes etapas tanto vegetativas como reproductivas: 0), emergencia de la plántula a los cuatro o cinco días después de la Siembra; 1), cuatro hojas totalmente emergidas, dos semanas después de la emergencia de la plántula; 2) ocho hojas totalmente emergidas, cuatro semanas después de la emergencia de la planta. Este es un período de rápida formación de hojas, existe una alta demanda del nitrógeno; 3) doce hojas totalmente emergidas, seis semanas después de la emergencia de la planta; 4) comienzo de la floración, ocho semanas después de emergencia de la plántula 5) polinización, nueve semanas después de la emergencia de la plántula; 6) fecundación y fructificación del grano, 12 semanas después de la emergencia de la plántula; 7) maduración y secado del grano, hacia el final de la octava semana después de la polinización, el grano alcanza su máximo grado de materia seca, ha llegado a su madurez fisiológica, con 35 % de humedad.

2.4. Generalidades del Cultivo

El maíz exige un clima relativamente cálido, y agua en cantidades adecuadas. La mayoría de los genotipos y variedades de maíz se cultivan en regiones de clima caliente, y de clima subtropical húmedo adaptados también a regiones semiáridas. Para una buena producción de maíz, la temperatura debe

oscilar entre 20 y 30 °C. La óptima, depende del estado de desarrollo de la planta. Dichas temperatura son: germinación 20 a 25 °C, crecimiento vegetativo 20 a 30 °C y floración 21 a 30 °C. Durante la época de formación del grano, las temperaturas altas tienden a inducir una maduración más temprana. Los mayores rendimientos se obtienen con 11 y 14 horas luz por día. Es decir, cuando el maíz florece tardíamente.

La problemática del maíz, en base a los factores que afectan al rendimiento, que provocan una reducción en su potencial, en la formación de grano y desarrollo del follaje, observándose las disminuciones del producto; entre estos factores están la escasez de agua, plaga y enfermedades, variedades de ciclo largo y la falta de variedades y/o híbridos con alto potencial de rendimiento, viéndose incrementados de esta manera los costos de producción (Castro, 1980).

Entre los principales componentes de la tecnología, utilizada en los actuales sistemas de producción, se encuentra el uso de los híbridos de alto potencial de rendimiento adaptados a las condiciones de la región, la mayoría de estos materiales manifiestan altos potenciales de rendimiento de grano, materia seca total y alta calidad energética, estos genotipos han sido identificados, por su capacidad de adaptación y potencial de rendimiento (Carrillo, 1998).

2.5. Forraje

Los forrajes representan un recurso alimenticio importante en la Economía Mundial, particularmente como alimento para animales rumiantes que pueden convertir eficientemente carbohidratos fibrosos y fuentes de nitrógeno de baja calidad en carne, leche y lana. El término forraje se refiere a las plantas o parte de las plantas dadas como alimento al ganado como pastoreo o cortados para animales estabulados (Van, 1985).

La composición de los forrajes puede ser dividida en dos clases, 1) contenido celular, que incluye proteínas, azúcares, almidón y ácidos orgánicos, la cual es altamente digestible; y 2) la fracción que constituye la mayor parte del forraje, es la pared celular o parte fibrosa (Van, 1985).

Investigaciones realizadas en la Comarca Lagunera, indican que el maíz es recomendable económicamente cuando se utilizan variedades y/o híbridos que rinden en promedio de 6 t ha⁻¹ de grano y superiores de 45 t ha⁻¹ de forraje verde, con un manejo óptimo, alta densidad y fertilización equilibrada, aunado a un control de plagas y malezas (FIRA, 1993 y Reta *et al.*, 1999).

Debido a la alta disponibilidad de la radiación solar durante el periodo libre de heladas, la productividad del maíz en la Región Lagunera es alta. Resultados de investigaciones 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 % de MS), con un contenido de grano de 45 a 50 % (Reta *et al.*, 2001).

Los maíces forrajeros que actualmente se usan, son seleccionados por capacidad de producción de materia seca, y poco interés en alta calidad nutritiva (Núñez *et al.*, 1999 y Peña *et al.*, 2002).

2.6. Ideotipo del Maíz Forrajero

Una planta forrajera ideal según Ulyatt (1981), debe de tener una fácil ruptura de la epidermis y de los tejidos vasculares frágiles, concentraciones elevadas de carbohidratos no estructurales, un contenido mineral óptimo y una concentración elevada de proteína total con suficientes cantidades de metionina y nitrógeno no degradable en el rumen.

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 componente del patrón de forrajes 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. El maíz representa una buena opción para utilizarse como cultivo de rotación en terrenos con problemas

de enfermedades radiculares como pudrición texana y *Verticillium* (Reta, *et al.*, 2002).

2.8. Selección de Híbridos

Las características a considerar en la selección de híbridos de maíz para forraje; alto rendimiento de materia seca más de 17 t ha⁻¹, alto porcentaje de mazorca por arriba del 50 %, concentración baja de fibra detergente neutro debajo del 55 %, alta digestibilidad in vitro más del 70 % y alta energía neta de lactancia de 1.5 a 1.6 Mcalkg⁻¹ de MS (Núñez *et al.*, 2003). Se deben de seleccionar los híbridos con mayor rendimiento y alto valor energético en maíz para ensilaje (Núñez.*et al.*, 1999). Los parámetros para determinar la calidad de forraje lo indica Lozano (2000) en el Cuadro 2.1.

Cuadro 2.1. Parámetros de Calidad de Forraje.

Concepto	Baja calidad	Alta calidad
FAD	>35%	25-35%
FND	>60%	40-52%
ENL	<1.40 Mcal Kg ⁻¹	>1.45 Mcal Kg ⁻¹
DMS	<60%	>65%

2.9. Calidad Forrajera

La calidad o valor nutricional de un forraje, es la habilidad para sostener un cierto nivel de desempeño animal, determinada por su composición química. Para su evaluación, 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 (González, 1995), observándose en el Cuadro 2. 2.

Por lo general se considera que los híbridos altamente productores de grano son los mejores en calidad forrajera (Geiger *et al.*, 1992 y Peña *et al.*, 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, podría 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 se desea obtener (Rodríguez *et al.*, 1999).

Cuadro 2.2. Clasificación de los forrajes dependiendo de los porcentajes de Fibra Detergente Neutra y Fibra Detergente Ácida.

Clasificación	Fibra Detergente Ácida (%)	Fibra Detergente Neutra (%)
Excelente	≤ 31	≤ 40
Bueno	31-35	40-46
Regular	36-40	47-53
Malo	41-42	45-60
Pésimo	43-45	61-65

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

Desde el punto de vista en 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 digestibilidad del mismo. Entre los parámetros considerados para la calidad del forraje está la materia seca, contenido de minerales, la concentración de proteínas tanto como cruda, como bruta y extracto etéreo; contenido de grasa, grado de concentración (Cantú, 2003).

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

La variabilidad genética en características agronómicas y calidad nutricional entre los híbridos de maíz para forraje, están la altura de planta, días a cosecha, porcentaje de grano (contenido de grano) y rendimiento 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 (Núñez *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.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación geográfica del experimento

El trabajo de investigación se realizó en el campo experimental y en el Laboratorio de análisis de forrajes de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, en la Ciudad de Torreón Coahuila, Localizada geográficamente entre los paralelos 25°30' de latitud norte y los meridianos 103°32' de longitud Oeste a una altura sobre el nivel del mar de 1120 msnm (PROGRESA, 1995). Realizado en dos etapas: 1) evaluación agronómica de los materiales, y la 2) consistió en el análisis de la calidad forrajera en el Laboratorio de Fitomejoramiento. Durante el ciclo primavera-verano de 2009.

3.2. Aspectos Climatológicos de la Comarca Lagunera

Las características agroclimáticas regionales son temperatura media de 21 °C anuales. Su clima es clasificado como muy seco con deficiencia de precipitación durante todas las estaciones del año. La temperatura promedio es de 27 °C para el mes más caluroso y la precipitación pluvial anual promedio de 150 a 250 mm anuales y con una evaporación potencial de 2473 mm (Aguirre, 1981).

3.3. Material Genético

Se evaluaron siete híbridos comerciales de maíz: Arrayán, AN-423, SB-302, PAN- 6723, PAN- 6777, TG-727W, y TG-711W.

3.4. Diseño Experimental y Parcela Experimental

Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con tres repeticiones, la parcela experimental fue de 6 surcos de 75 cm de ancho y 5 m de largo. La distancia entre plantas fue de 0.15 m, con una densidad 88 mil plantas por ha. La parcela útil fue de tres metros lineales con siete tratamientos y tres repeticiones.

3.5. Manejo Agronómico

3.5.1. Preparación del terreno

Se realizó un barbecho a 30 cm para romper la capa arable e incorporar la materia orgánica, se pasó la rastra para deshacer el exceso de terrones, trazo de surcos, agregado de fertilizante y finalmente se realizaron melgas, con el fin de distribuir eficientemente el agua.

3.5.2. Fecha de siembra

La siembra se realizó el primero de abril del 2009, en surcos de 75 cm de ancho y de 5 m de largo, se depositaron 2 semillas por cada 0.15 m de distancia entre plantas.

3.5.3. Riegos

El riego se aplicó por gravedad, se dieron cuatro riegos de auxilio, de acuerdo con el calendario agrícola de la región.

3.5.4. Fertilización

Se aplicó una dosis de 46-0-0 (UREA) antes de la siembra y MAP (11-52-0) antes del período de la floración.

3.5.5. Control de malezas

El control de malezas se realizó previo a los riegos efectuados, esta labor fue manualmente durante todo el ciclo del cultivo.

3.5.6. Control de plagas

Para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se aplicó Cipermetrina y Clorpirifos Etil a dosis de 0.5 y 1.0 L ha⁻¹, respectivamente.

3.5.7. Cosecha

Se realizó en forma manual cuando el cultivo presentó uniformidad de follaje seco, y el grano se encontraba con un 14 % de humedad, a los 90 y 105 días después de la siembra.

3.6. Variables Agronómicas Evaluadas

3.6.1. Peso Verde de la Planta (PVP)

A cada material se le determinó el peso total con una balanza digital Transcell Technology inc. Modelo ESW. Se seleccionaron las plantas aquellas que presentaban competencia completa, el peso resultante se expresó en t ha⁻¹.

3.6.2. Rendimiento de Forraje Verde (RFV)

Se tomó el peso de las plantas de la parcela útil, con competencia completa de cada material (excluyendo las orilleras) y se expresó en ton ha⁻¹. Evaluado el rendimiento con la fórmula siguiente:

$$RFV = \frac{10,000 \times RP}{SC}$$

donde: RP= Rendimiento por parcela y SC = Superficie cosechada.

3.6.3. Porcentaje de Materia Seca (PMS)

Para medir esta variable se cosecharon 3 m de la parcela de cada híbrido, se pesaron las plantas completas, se llevaron a un molino-picadora de martillos con navajas y se tomó una submuestra de 500 g, la cual se llevó a una estufa de secado de aire forzado marca FELISA a una temperatura de 70 °C por un espacio 72 horas y se determinó la materia seca, expresando el resultado en porcentaje.

3.6.4. Rendimiento de Materia Seca Total (RMS)

Se expresó en t ha⁻¹ y se determinó con la fórmula:

$$MST = \frac{\% MS \times RFV}{100}$$

donde: %MS = Porcentaje de materia seca y RFV = Rendimiento de forraje verde.

3.7. Variables de Calidad Forrajera

La calidad de forraje se determinó a partir de una muestra de materia seca (MS) de cada repetición de todos los híbridos.

3.7.1. Determinación de Fibra Detergente Ácida (FAD) y Fibra Detergente Neutra (FND)

El análisis bromatológico se determinó bajo el principio de Van Soest (1967), utilizando un analizador de fibras ANKOM 220. El ensayo consistió en tomar $0.500 \text{ g} \pm 0.01 \text{ g}$ 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 (Cuadro 3.1) y para la FND (Cuadro 3.2) 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 FND 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 ($100 \text{ }^\circ\text{C}$), efectuándose 3 veces este proceso.

Para el 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 3 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 $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ de temperatura por 24 horas. Finalmente, se pesaron las muestras en una balanza analítica.

Con los resultados obtenidos, se determinó el porcentaje de FAD y FND con la formula:

$$\% \text{ FAD y FND} = \frac{\text{Peso final de la muestra} - \text{Peso de la bolsa}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

Cuadro 3.1. Solución para determinación de Fibra Detergente Ácida.

Reactivo	Cantidad
Bromuro de cetyl Trimetilamonio (CH ₃ (CH ₂) ₁₅ N(CH ₃) ₃ Br	20 g
Acido sulfúrico. (H ₂ SO ₄)	1 L

Cuadro 3.2. Solución para análisis de Fibra Detergente Neutra.

Reactivo	Cantidad
Lauril sulfato de sodio ($C_{12}H_{25}O_4SNa$)	150g
Sal disódica (EDTA)	93.05g
Tetraborato de sodio decahidratado	34.05g
Fosfatoácidodisódico (Na_2HPO_4)	22.80g
Agua destilada	5L
Etilenglicol	50 ml

3.8. Modelo Estadístico

Para el análisis de datos se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones, usando para el análisis estadístico el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$
$$i = 1, 2, \dots, t; j = 1, 2, \dots, r.$$

donde: μ = media general; τ_i y β_j , los efectos de tratamientos y repeticiones; ε_{ij} , error experimental para cada observación (ij) .

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se evaluaron tres híbridos para las variables de porcentaje de materia seca (PMS), rendimiento de forraje verde (RFV) y rendimiento de materia seca (RMS) debido a que se contó con muy poca población de plantas. Sin embargo, para el análisis bromatológico se incluyeron los siete híbridos de maíz.

El análisis estadístico no mostró diferencias significativas en tratamientos para las variables evaluadas (Cuadro 4.1 y 4.2).

Los coeficientes de variación oscilan de 7.71 % a 15.21 %. Por otro lado, aunque no se presentaron diferencias entre tratamientos, el híbrido SB-302 fue mejor en PMS con 27.25 %, seguido del AN-423 con 25.77 % y finalmente Arrayán con 24.79 %.

Cuadro 4.1. Cuadrados medios de rendimiento y calidad forrajera en tres híbridos comerciales de maíz, evaluados en la Comarca Lagunera, 2009.

FV	gl	PMS (t ha ⁻¹)	RFV (t ha ⁻¹)	RMS (t ha ⁻¹)
TRAT	2	9.25 ns	43.72 ns	2.13 ns
REP	2	18.72 ns	24.08 ns	4.16 ns
EE	13	6.83	26.45	2.39
C.V (%)		10.07	13.75	15.21

ns= no significativo., FV= fuente de variación, REP= repetición., EE= error experimental, C.V.= coeficiente de variación, gl= grados de libertad, PMS= porcentaje de materia seca por ha, RFV= rendimiento de forraje verde por ha, RMS= rendimiento de materia seca por ha.

Cuadro 4.2. Cuadrados medios de Fibra Detergente Ácida y Fibra Detergente Neutra en la calidad forrajera en siete híbridos comerciales de maíz, evaluados en la Comarca Lagunera, 2009.

FV	gl	FAD (%)	FND (%)
TRAT	6	11.54 ns	24.07 ns
REP	2	4.96 ns	3.82 ns
EE	12	20.79	23.13
C.V (%)		12.33	7.71

ns= no significativo, FV= fuente de variación, REP= repetición, EE= error experimental, C.V= coeficiente de variación, gl= grados de libertad, FAD= fibra ácido detergente, FND= Fibra Neutro Detergente.

Los porcentajes de materia seca (PMS), no son aceptables con los reportados por el INIFAP (2006), quienes señalan que porcentajes de 32.53 % a 37.26 % en evaluaciones de híbridos de maíz en la Comarca Lagunera, son los adecuados para la cosecha de este forraje y lograr con ello una buena fermentación durante el proceso de ensilaje.

En el RFV, el genotipo SB-302 fue el que presentó mayor producción con 39.94 t ha⁻¹, el de menor rendimiento fue de 34.56 t ha⁻¹. Los RMS variaron de 9.73 a 10.85 t ha⁻¹. Donde, el híbrido SB-302 fue el de mayor producción. (Cuadro 4.3). Estos resultados no se consideran aceptables para forraje ya que en las regiones productoras de forraje los rendimientos son superiores a 20 t ha⁻¹.

Cuadro 4.3. Promedio de características agronómicas de tres híbridos comerciales de maíz, evaluados en la Comarca Lagunera, 2009.

Híbrido	PMS (t ha ⁻¹)	Híbrido	RFV (t ha ⁻¹)	Híbrido	RMS (t ha ⁻¹)
SB-302	27.25 ^a	Arrayán	39.94 ^a	SB-302	10.85 ^a
AN-423	25.77 ^a	AN-423	37.64 ^a	Arrayán	9.92 ^a
Arrayán	24.79 ^a	SB-302	34.56 ^a	AN-423	9.73 ^a
DMS	3.26	DMS	6.41	DMS	1.93
MEDIA	25.93	MEDIA	37.38	MEDIA	10.17

DMS: Diferencia mínima significativo al 0.05 de probabilidad, PMS= porcentajes de materia seca, RFV= rendimiento de forraje verde y RMS= rendimiento de materia seca.

Las concentraciones de Fibra Detergente Ácida variaron de 34,46 a 39.54 % sobre saliendo los materiales SB-302 y AN-423 con valores de 34.52 y 34.46 %, respectivamente. Sin embargo, estos valores se rechazan para la selección de híbridos de maíz para forraje de alta calidad nutricional en la Región Lagunera, ya que el INIFAP (2006) recomienda concentración menor de 28 % de Fibra Detergente Ácida. Sin embargo, estos resultados se consideran aún como regulares, de acuerdo con González (1995) quien menciona que porcentajes de 36 a 40 % son de calidad regular en fibra detergente ácida (Cuadro 4.4).

En el caso de la fibra detergente neutra los híbridos más sobresalientes fueron el SB-302 y AN-423 con valores de 59.96 y 57.62 %, considerados como malos en cuanto a calidad se refiere, según González (1995). Lo más recomendable es seleccionar híbridos de maíz con menos de 50 % de Fibra Detergente Neutra para obtener ensilados de alto valor energético (Cuadro 4.4).

Cuadro 4.4. Promedio de Fibra Detergente Acida y Fibra Detergente Neutra en siete híbridos comerciales de maíz, evaluados en la Comarca Lagunera, 2009.

Híbrido	FAD (%)	Híbrido	FND (%)
TG-711W	39.54 ^a	Arrayán	66.25 ^a
Arrayán	38.87 ^a	PAN-6723	64.26ab
PAN-6777	37.55 ^a	TG-711W	63.22ab
PAN-6723	37.27 ^a	TG-727W	62.99ab
TG-727W	36.60 ^a	PAN-6777	62.18ab
SB-302	34.52 ^a	SB-302	59.96ab
AN-423	34.46 ^a	AN-423	57.62b
DMS	8.11	DMS	8.55
MEDIA	36.97	MEDIA	62.35

DMS: Diferencia mínima significativo al 0.05 de probabilidad, FAD= Fibra

Detergente Acida y FND= Fibra Detergente Neutra.

V. CONCLUSIONES

- La producción de materia seca fue baja en los híbridos en comparación a los contenidos recomendados en la Comarca Lagunera.
- En cuanto a las concentraciones de Fibra Detergente Ácida los híbridos SB-302 y AN-423 se clasificaron con una calidad regular, comparados con el resto de los materiales.
- En Fibra Detergente Neutra el contenido fue de mala calidad, para todos los híbridos.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Allen M., S. Ford. J. Harrison, C. Hunt., J. Lauer., R. Muck and S. Souderland.1995. Corn silage production, management and feeding. American Society of Agronomy.1:41 p.
- Aguirre S. O. 1981. Guía climática de la Comarca Lagunera, publicación especial, CIAN-CELALA-INIA-SAHR. Núm. 3. 12 p.
- Bernal M.L. 2008. Híbridos experimentales del CIMMYT para la Comarca Lagunera. Tesis profesional UAAAN UL. Torreón, Coahuila, México. 21 p.
- Buxton D. R. D. R. Martens'. and D. S. Fisher. 1996. Forage quality and ruminant utilization. In: Cool season grasses. Agronomy of monograph. American Society of Agronomy. Crop Science Society of American. Madison. WI.229-266 pp.
- Cantú B. J. E. 2003. Principios de bromatología animal. Quinta Edición. 224-247 pp.
- Carrillo A. J. 1998. Evaluación de nuevos híbridos de maíz grano *Zea Mayz* L. En la Región lagunera. Informe Técnico CELALA-INIFAP. 25 p.
- Castro G. M. 1980. Información de avances de investigación en el mejoramiento genético del maíz. Boletín tec. Buenavista Saltillo, Coah. 3: 1-14 pp.
- Cox W. J., J. Cherney D., J. Cherney and W. D. Pardee. 1994. Forage quality and harvest index of com hybrids under different growing conditions. Agro. J. 86: 277-282 pp.

De Loma J. L. 1954. Genética general aplicada. Segunda edición. Editorial UTEHA. México. 427pp.

Eastmond A. y M. L. Robert. 1992. Biotecnología y Agroecología: paradigmas opuestos. Agrociencia 3:7-22 pp.

González A. 1995. Determinación de la calidad de los forrajes. Ciclo Internacional de conferencias sobre nutrición y manejo. La importancia de los forrajes en la optimización económica. Envases especializados de las Laguna. S.A de C.V. Gómez Palacio, Dgo. 69-73 pp.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2006. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo experimental la Laguna. Maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional. Libro Científico No.3. Torreón, Coah. México. 242 p.

Jugenheimer W. R. 1981. Maíz. Elsa. Cuarta Impresión. México. 87-138 pp.

Lauer J. G, Coors J. G. and Flannery P. J. (2001). Forage yield and quality of corn cultivars developed in different eras. Crop Sci. 41: 1449-1455 pp.

Núñez H. G., F. Contreras G. E. y R. Faz C. 1999. Selección de híbridos para obtener mayor rendimiento y alto valor energético para ensilaje. INIFAP-CIAN-CELALA. 37:52 pp.

- Núñez H. G., F. Contreras G. y R. Faz C. 2003. Características agronómicas y químicas importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. *Técnica Pecuaria*. 41:47-48 p.
- Núñez H. G. y R. Faz C. 2003. Selección de híbridos de maíz para forraje con alto potencial para producción de leche con ganado bovino. *Memoria XV Semana Internacional de Agronomía*. FAZ-UJED: 477-482 pp.
- Peña R. A, G. Núñez H. y F. González C. 2002. Potencial forrajero de poblaciones de maíz y la relación entre atributos agronómicos con la calidad. *Técnica Pecuaria*. México. 40: 215-228.
- Peña R. A., G. Núñez H. y F. González C. 2003. Importancia de la planta y elote en poblaciones de maíz para el mejoramiento genético para la calidad forrajera. *Técnica Pecuaria*. México. 41:63-74.
- PROGRESA. 1955. Gobierno de la República. México, D. F. 12 p.
- Rodríguez H. S. A., R. J. Lozano, J.G. Bolaños y M. E. Vázquez B. 1999. Fitomejoramiento del maíz para ensilaje. In: *memorias del 2º taller nacional de especialidades de maíz*. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 181-186 pp.
- Reta S. D. G., Carrillo A. J. S., Gaytan M. A. y Cueto W. J. 2001. Sistemas de productividad para incrementar la productividad y sustentabilidad del maíz en la Comarca Lagunera. CELALA-CIRNOC-INIFAP; CENID-RASPA-INIFAP. Núm.4. 20-21 pp.

- Reta S., D.G., Carrillo A. J. S., Gaytan M. A. y Cueto W. J.2002. Guía para cultivar maíz forrajero en surcos estrechos. CELALA-INIFAP, Matamoros, Coah. Núm.5.24 p.
- Reyes C.P. 1990. El Maíz y su cultivo. A.G.T. Editorial S.A. DE C.V. México.11p.
- Riveiro S. 2004. El día en que se muera el sol: contaminación y resistencia en México. GRAIN. 17 p.
- Robles S.R. 1994. Producción de granos y forrajes. Quinta Edición. Limusa. México. 426 p.
- Struik P. C. y Denium B. 1990. The ideotype for forage maize. Proc. XVth. Eucarpiumaize and sorghum section congress; June 4-8. Baden near Vienna. Austria. 223-234 pp.
- SAGARPA. 2008. Región Lagunera. Resumen económico de la Comarca Lagunera. Suplemento especial. El Siglo de Torreón. 32 pp.
- Ulyatt M. J., 1981. The feeding value of forage can it be improved. N. Z. J. Agric. Sci. 15: 200-205 pp.
- Van Soest P J. 1996. Environmental and forage quality. Pros Cornell Nutrition conferences for feed manufacturer. Buffalo. NY. 1-6 pp.
- Van Soest P. J. 1967. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forage. J. Animal Sci. 26: 119-128 pp.

Van Soest P. J. 1985. Composition fiber quality and nutritive value of forages. in:
forages. The science of grassland agriculture. M.E. Heath, R.F. Barnes, D.
S. Metcalfe (Eds). Fourth Edition. Iowa State University Press. Ames,
Iowa, U.S.A. 412-421 pp.