

# **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**



**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL**

**Digestibilidad de materia seca, materia orgánica *In vitro* (DMS-DMO IV) y energía digestible de mezcla de maíz-girasol silvestre**

**Por**

**Deonicio Pérez Hernández**

**Tesis**

**Requisito parcial para obtener el título de:**

**Ingeniero Agrónomo Zootecnista**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, diciembre 2011**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL

Digestibilidad de materia seca, materia orgánica *In vitro*  
(DMS-DMO IV) y energía digestible de mezcla de maíz-  
girasol silvestre

Por

Deonicio Pérez Hernández

Tesis

TESIS QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DE LOS ASESORES  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADO POR:



Dr. Ramón F. García castillo

ASESOR PRINCIPAL



Ing. José Amando Rodríguez G.

COASESOR



M.C. Antonio Valdés Oyervides

COASESOR



Dr. Ramiro López Trujillo  
Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Diciembre del 2011

## **DEDICATORIAS**

El presente trabajo está dedicado a todos aquellos que confiaron en mí desde unas palabras de aliento, hasta un comentario constructivo, a todos ellos solo les digo gracias por el apoyo; hoy es un logro más de mi vida.

### **A Dios**

Con todo mi amor y cariño por brindarme la oportunidad de terminar una carrera profesional y por haberme dado salud para lograr mis objetivos.

### **A mis padres:**

Manuel Pérez Hernández

Antonia Hernández Pérez

Con mucho cariño y respeto por haberme enseñado en buen camino de mi vida y han estado conmigo en todo momento. Gracias por todo papa mama por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome todo su apoyo, por esto les agradezco de todo corazón.

### **A mis hermanos:**

María, Carlos, Juan, rosa y juanita gracias por sus apoyos y confianza, los quiero mucho.

### **A mis amigos**

Que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos: Rubén Herminio, Gilberto, Ángel, Bernabé, Guadalupe.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi “Alma Terra Mater,” por la oportunidad de formarme en sus aulas durante más de 4 años y llevarme de ella la etapa más importante de mi vida profesional.

Al Dr. Ramón F. García castillo, por la confianza depositada, y el apoyo brindado incondicional, para la realización de este trabajo.

Al Ing. José Amando Rodríguez G. por la revisión de este trabajo

Al M.C. Antonio Valdez Oyervides. Por la contribución en la revisión de este trabajo.

Al Dr. Juan David Hernández B. por su colaboración como suplente en la presentación de este trabajo.

A mis maestros, a cada uno de ellos que formaron parte de mi formación profesional siempre presente con sus conocimientos constructivos y formativos, en especial a la cátedra de maestros del Departamento de producción animal y nutrición animal, por todos los conocimientos transmitidos.

A mi amigo: Guadalupe, Herminio, Bernabé, Ángel por el apoyo incondicional, para la realización de este trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
RECONOCIMIENTO.....	ii
INDICE DE CUADROS.....	vi
RESUMEN.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo.....	3
1.2. Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Girasol Silvestre, Alternativa Forrajero.....	4
2.1. Antecedentes históricas.....	4
2.1.1. Origen y distribución.....	4
2.1.2 Etiología.....	5
2.2. Clasificación Botánica.....	5
2.3 Descripción de la planta.....	6
2.3.1 Tamaño: De hasta 4 m de alto.....	6
2.3.2 Raíz.....	6
2.3.3. Tallo.....	7
2.3.4. Hojas.....	7
2.3.5 Inflorescencia.....	7
2.3.6 Frutos y semillas.....	8
2.3.7 Plántulas.....	8
2.4. Adaptación.....	8
2.5. Maíz Criollo.....	9

2.5.1 Nombre científico .....	9
2.5.2 Origen y domesticación del maíz. ....	9
2.5.3 Adaptación .....	10
2.6. Descripción de la planta de Maíz .....	11
2.6.1 Tallo .....	11
2.6.2. Hoja.....	11
2.6.3. Inflorescencia.....	12
2.6.4. Mazorca.....	12
2.7. Clima.....	12
2.8. Usos.....	13
2.9. Valor nutritivo del maíz .....	13
2.10. Digestibilidad .....	14
2.11. Digestibilidad de MS de maíz .....	15
2.12. Valor nutricional del girasol y digestibilidad de materia orgánica....	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1 Ubicación de la investigación .....	19
3.2 Material a evaluar y tratamientos.....	19
3.3 Análisis de muestras .....	19
3.4 Análisis de laboratorio .....	20
3.5 Análisis estadístico .....	20
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	21
4.1 Digestibilidad de MS y MO In vitro .....	21
4.2 Energía digestible (Mcal/kg).....	22
V. CONCLUSIONES.....	24
VI. LITERATURA CITADA.....	25
VII. ANEXOS.....	31

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
<b><i>Tabla 1.- Clasificación taxonómica del Girasol.....</i></b>	<b>5</b>
<b><i>Tabla 2. 2 Clasificación Taxonómica de la planta de Maíz.....</i></b>	<b>9</b>
<b><i>Tabla 2.3. Valor nutricional de la planta entera de Girasol en tres estadios de crecimiento en porcentaje en base a materia seca.....</i></b>	<b>18</b>
<b><i>Tabla 4.1 Digestibilidad (%) de materia seca (DMSIV) y materia orgánica In vitro (DMOIV) y energía digestible (ED Mcal) de plantas del maíz (Zea mayz) y girasol silvestre (Helianthus annus).....</i></b>	<b>23</b>

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar la digestibilidad de materia seca (DMS) en la planta de maíz y girasol silvestre, solo y mezclado. El maíz (*Zea mays*) y girasol silvestre (*Helianthus annuus*) a evaluar se obtuvieron de un productor particular ubicado en San Juan de la Vaquería, Municipio de Saltillo. Se obtuvo plantas de maíz criollo enteras conteniendo grano lechoso-masoso y girasol silvestre en estado tierno. Se formaron 5 tratamientos; T1, 100:0 maíz: girasol silvestre; T2, 75:25 Maíz: girasol silvestre; T3, 50:50 maíz: girasol silvestre; T4, 25:75 maíz: girasol silvestre y T5, 0:100 maíz: girasol silvestre. El experimento fue un diseño completamente al azar con igual número de repeticiones de cada tratamiento. El líquido ruminal se obtuvo de un novillo fistulado. Se determinó el coeficiente de digestibilidad de materia seca digestible *In vitro* (DMSIV) y energía digestible (ED Mcal). Los resultados del maíz y girasol silvestre solos y la mezcla de estos no mostraron diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) en DMSIV y ED, entre los tratamientos evaluados.

**Palabra Clave: maíz, girasol silvestre, digestibilidad, energía digestible, forraje**

## ASBTRACT

The objective of this research was to evaluate the dry matter digestibility (DMD) in the maize plant and wild sunflower, alone and mixed. Maize (*Zea mays*) and wild sunflower (*Helianthus annuus*) were obtained to evaluate a particular producer located in San Juan de la Vaquería, Municipality of Saltillo. We obtained whole criollo corn plants containing milky-masoso and tender wild sunflower state. 5 treatments were formed, T1, 100:0 corn: wild sunflower, T2, 75:25 Corn: wild sunflower, T3, 50:50 corn: wild sunflower, T4, 25:75 corn: T5 wild sunflower, 0:100 corn: wild sunflower.

The experiment was a completely randomized design with an equal number of repetitions of each treatment. The ruminal fluid was obtained from a fistulated steer.

We determined the ratio of digestible dry matter digestibility *in vitro* (DMSIV) and digestible energy (Mcal ED). The results of corn and wild sunflowers alone and the mixture of these showed no significant difference ( $P \leq 0.05$ ) and ED DMSIV among treatments.

**Keyword: corn, wild sunflower, digestibility, digestible energy, fodder.**

## I. INTRODUCCIÓN.

El maíz es un cultivo adaptado a una gran diversidad de ecosistemas; es una especie cuya fotosíntesis se realiza mediante el ciclo de carbono C4 y se caracteriza por tener una alta capacidad de producción de materia seca, que lo hace atractivo como forraje para la producción de leche (Ruggero y Bertola, 2000).

El maíz como alimento forrajero tiene algunas ventajas, como son bajos costos de producción, el cultivo establecido ocupa el terreno durante corta temporada y el forraje obtenido, por lo general, es ensilado para utilizarse en épocas críticas en los cuales escasea el alimento. Además, cuando se utiliza la planta completa de maíz como forraje, supera a todas las especies forrajeras por su rendimiento en materia seca (MS) y principios nutritivos digeribles por hectárea (Morrison, 1969).

Al respecto, Núñez, (1993) establece que en áreas con problemas de disponibilidad de agua para riego, el maíz es un forraje muy eficiente en la producción de materia seca (PMS) por metro cúbico de agua aplicada (2,3 kg de MS por metro cúbico de agua). Pero el problema del norte es la dificultad de disponibilidad de agua por lo que se busca una especie que su requerimiento sea mucho menor.

El creciente aumento en la demanda forrajera en las cuencas lecheras del norte del país, cada vez es mayor. Sin embargo la producción de maíz forrajero ya es insuficiente para abastecer esta actividad. Lo cual exige, buscar alternativas que puedan sustituir el maíz forrajero.

Por lo tanto, es necesario buscar especie como alternativa que demuestren resistencia, viabilidad y factibilidad económica y de fácil aceptación por el animal. Principalmente orientada a especies con potencial forrajero en épocas de sequia (Alemán, 1992).

El girasol silvestre (*Helianthus annuus*) podría ser una de las estrategias para la alimentación del ganado, ya que demuestra buena producción a menor costo. Actualmente este tipo de forraje está subutilizado en la alimentación de ganado lechero. En las cuencas lecheras, de zonas áridas y semi-áridas podría ser una alternativa utilizar el girasol silvestre. Tiene crecimiento en forma espontánea, se presenta en zonas de los cultivos, orillas de carreteras y su adaptación supera otros forrajes como el caso de sorgo, maíz (Mazzani, 1963)

Además, Mazzani, (1963) menciona que el girasol se adapta bien a suelos de textura y composición muy diferentes, desde los arcillosos hasta los que contiene elevado porcentaje de arena y que es cultivado en algunos países para la producción de forraje y que su gran ventaja es producir grandes cantidades de materia verde. El girasol es un importante cultivo por su alto valor como planta oleaginosa y forrajera (Carter, 1978).

### **1.1. Objetivo**

El objetivo de esta investigación fue evaluar las plantas del maíz y girasol silvestre, por medio de digestibilidad de materia seca (DMS/V) y materia orgánica (DMO/V) y energía digestible (ED).

### **1.2. Hipótesis**

H<sub>0</sub>: La digestibilidad *in vitro* de la materia seca y materia orgánica y energía digestible de la planta de maíz y girasol silvestre, solos o en diferentes proporciones no afecta los contenidos.

H<sub>α</sub>: La digestibilidad *In vitro* de la materia seca y materia orgánica y energía digestible de la planta de maíz y girasol silvestre, solos o en diferentes proporciones afecta los contenidos.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA.

### Girasol Silvestre, Alternativa Forrajero.

#### 2.1. Antecedentes históricas.

##### 2.1.1. Origen y distribución.

El nombre común de girasol y el nombre técnico *helianthus* tiene su origen de una leyenda mitológica griega; en ella señala que la ninfa clytia se enamoró del rey helios y al no ser correspondida por este decidió seguirlo en su mirada fija y suplicante a lo largo de su trayectoria celestial. Terminando casi por echar raíces y transformarse en planta, cuyas flores tratan de mirar al sol en su paso diario por el cielo (Alba, 1990).

Parece que unos 3000 años A. C., el girasol era cultivado por las tribus indígenas habitantes del actual territorio de Arizona y Nuevo México. El girasol se utilizaba como alimento, en medicina y en ceremonias de tipo religioso (Alba, 1990).

El girasol silvestre es originario de América del norte y se difundió como cultivo cuando llegó al Viejo Mundo y luego los rusos lo seleccionaron. Los indígenas norteamericanos lo utilizaban como alimento y tintura desde hacía cinco mil años. Se presume que fueron ellos quienes domesticaron la especie, reservando semillas de mutantes que aparecieron espontáneamente, claramente diferenciadas por poseer un capítulo único. (Rieseberg L.H., Kim M.J., Seiler G.J. 1999).

Seiles y Rieseberg, (1997) mencionan que el *helianthus annuus* se distribuye en la mayor parte de los Estados Unidos, Sur de Canadá y Norte de México. En México está distribuido en Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Nuevo león, Tamaulipas, Durango y Veracruz (Gómez-Sánchez y González-Elizondo, 1994).

### 2.1.2 Etiología.

En el nombre latino del género (*Helianthus*) así como los que dan su nombre de la planta en otros idiomas, aluden generalmente a la forma y a aspectos de la inflorescencia o capítulos donde nacen las flores y que corona de la planta por su parecido a un sol. En latín helios = sol, y anthos = flor, (Alba y Llanos, 1990).

### 2.2. Clasificación Botánica

La clasificación botánica del girasol según (Robles, 1985), es la siguiente, (**Cuadro 2.1**):

**Tabla 1.- Clasificación taxonómica del Girasol**

Reino	Vegetal
División	Traccheophyta
Sub-división	Pteropsida
Clase	Angiosperma
Sub-clase	Dicotiledóneas
Orden	Synandrae
Familia	Asteraceae
Sub-familia	Tubiflorae
Tribu	Heliantheae
Género	<i>Helianthus</i>
Especie	<i>Annuus</i>
Nombre científicos	<i>Helianthus annuus</i>

Robles, (1985)

## **2.3 Descripción de la planta.**

La morfología y fisiología del girasol se relacionan con el comportamiento productivo de la planta, en cual se manifiesta en forma diferente según el medio ambiente y las técnicas del cultivo.

Robles, (1980) indica que el girasol se adapta en condiciones térmicas variadas, puesto que se desarrolla normalmente tanto en temperatura de 25 a 28 °C, como temperaturas menores de 13 a 17 °C. Esto implica su gran rango de adaptabilidad a las diferentes condiciones climáticas.

La descripción botánica del girasol Alba y llanos (1990).

### **2.3.1 Tamaño: De hasta 4 m de alto.**

### **2.3.2 Raíz.**

Está formada por una raíz pivotante y un sistema de raíces secundarias de las que nacen las terciarias que exploran el suelo en sentido horizontal y vertical, este poderoso sistema radical puede alcanzar hasta los 3 metros de profundidad en suelos sueltos o arenosos, normalmente la longitud de la raíz principal sobrepasa la altura del tallo, lo que le permite a la planta obtener agua y minerales de donde no muchas plantas de cultivo lo hacen y así resistir más las sequías, soportando pluviosidades de hasta 250 mm anuales, las raíces laterales se extienden paralelamente a la superficie del suelo hasta unos 60-150 cm, para descender después a profundidades no mayores de 90 a 120 cm. Consiguiendo de esta forma colonizar con numerosas raicillas un volumen de suelo considerable; sobre todo, los primeros 60 cm superficiales de suelo. No obstante existen evidencias experimentales de una aparente baja densidad radicular del girasol para todos los niveles en relación con otros cultivos.

### **2.3.3. Tallo.**

Cilíndrico, finamente estriado, velloso-hirsuto en toda su extensión aunque el indumento es más denso en los tallos jóvenes y en los pedúnculos de las cabezuelas, de tal modo que se ven blanquecinos, cuando no es así, son rojizos o verdosos, más o menos ramificado.

### **2.3.4. Hojas.**

Alternas con pecíolos de 1.5 a 11 cm de largo, láminas ovadas a triangular-ovadas (las superiores a menudo lanceoladas), hasta de 15 cm de largo y 17 cm de ancho, ápice acuminado, margen crenado-aserrado, base a menudo truncada o subcordada, pero decurrente sobre el pecíolo, híspido-pilosas y verdes oscuras en el haz, mucho más densamente pubescentes y más pálidas en el envés, sobre todo en la juventud. Suaves al tacto, no ásperas, como en *Simsia* o *Helianthus*.

### **2.3.5 Inflorescencia.**

**Cabezuelas** solitarias o agrupadas por varias en el extremo de las ramas, sobre pedúnculos fistulosos, ensanchados y cubiertos por pubescencia larga y densa hacia su extremo, hasta de 45 cm de largo; **involucro** anchamente campanulado, sus brácteas 15 a 25, de largo subigual o algo desigual, oblongas a lanceoladas, de 1.5 a 3.5 cm de largo, híspido-pilosas; receptáculo convexo a hemisférico, paleas ovadas, de 10 a 18 mm de largo, cuspidadas o aristadas y a menudo oscuras en el ápice.

### **2.3.6 Frutos y semillas.**

**Aquenio** oblongo-cuneado, grueso, de 4 a 6 mm de largo, pálido, velutino, **vilano** de 2 aristas anchas, desiguales, hasta de 3.5 mm de largo, 12 a 14 escamas desiguales, lacerado-fimbriadas, de 0.3 a 1.2 mm de largo, a veces las aristas faltan. (Basada en Rzedowski, 2001).

### **2.3.7 Plántulas.**

Hipocótilo alargado de hasta 100 mm, sin pelos; cotiledones de lámina oblonga, de 8 a 15 mm de longitud, sin pelos; epicótilo de hasta 30 mm; hojas opuestas, lámina aovada de 12 a 25 mm de largo y 5 a 10 mm de ancho, ápice agudo, borde crenado, pecíolo de 2 a 8 mm de largo (Espinosa y Sarukhán, 1997).

## **2.4. Adaptación**

El girasol es una planta que se puede adaptar a cualquier tipo de suelo. Putt, (1962), Mazzani, (1963) mencionan que el girasol se adapta bien a suelos de textura y composición muy diferentes, desde los arcillosos hasta los que contienen elevados porcentajes de arena y que es cultivado en algunos países para la producción de forrajes y que es de gran ventaja por que produce grandes cantidades de materia verde.

## 2.5. Maíz Criollo

### 2.5.1 Nombre científico

*Zea mays* L. (Cuadro 2.2)

**Tabla 2. 2 Clasificación Taxonómica de la planta de Maíz**

Reino	Plantae
Filo:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Género	<i>Zea</i>
Especie:	<i>Zea mays</i>

Doebley & Iltis, (1980)

### 2.5.2 Origen y domesticación del maíz.

El maíz se originó y domesticó en México, su diversificación en numerosas razas es testimonio de su distribución (Vavilov, 1951), posee una amplia variabilidad genética expresada en una gran cantidad de poblaciones (Sánchez *et al.* 2000), de las cuales algunas muestran una alta capacidad de rendimiento *per se* o en combinación con otras (Morales *et al.* 2007), por lo que son consideradas un valioso recurso filogenético.

Existen muchos esfuerzos por parte de arqueólogos, botánicos, lingüistas, antropólogos, entre otros, por descifrar su origen, evolución y dispersión. Los restos arqueobotánicos de maíz que se han descubierto en cuevas del Valle de Tehuacán, se calcula que tienen una antigüedad de entre 4500 a 7000 años.

Asimismo, se han encontrado en la cueva de Guilá Naquitz en los valles centrales de Oaxaca restos con una antigüedad de 6200 años aproximadamente (Benz, 2001; Piperno y Flannery, 2001). Por otra parte en el Noroeste de México, norte de Sinaloa y Suroeste de Estados Unidos, los restos arqueológicos denotan una antigüedad aproximada de 4500 años (Carpenter *et al.* 2005).

El lugar de origen que sugiere la evidencia científica como más razonable identifica a México como el lugar más probable de origen o a Guatemala como segunda opción (Galinat, 1995; Wilkes, 1989).

### **2.5.3 Adaptación**

Como la generalidad de las plantas cultivadas, el maíz requiere de condiciones óptimas de suelos y clima para que se logren los más altos rendimientos. Elizondo y Boschini, (2001) reportan rendimientos de 10,2 toneladas de materia seca por hectárea en maíz criollo a una edad de 112 días y con una densidad de siembra de 96000 plantas/ha. Mientras Soto y Hahn (1983), reporta una producción con maíz híbrido de 17.7 toneladas de materia seca/ha, cosechado a los 171 días y con una densidad de siembra de 77000 plantas/ha.

Los rendimientos que se puedan obtener varían según la variedad, la fertilidad del suelo, la edad de corte y la densidad de siembra entre otros factores (Aldrich y Leng, 1974). De allí, Castillo, (2005) reporta producción estimada de materia verde (MV) de 94.0 tn/ha en AN-388, AN447 y el híbrido P30G54 Pioneer. Y producción de materia seca en AN-388 de 42.797 y el híbrido P30G54 Pioneer, 35.409 ton/ha con menor valor para AN447.

En cultivo, para la producción de forraje, el maíz ha mostrado excelentes características de palatabilidad y en consecuencia un alto consumo por el ganado. Es uno de los mejores cultivos para ensilar, ya que reúne muy buenas condiciones de valor nutritivo, alto contenido en azúcares y alto rendimiento por unidad de área (Peñagaricano *et al.* 1986).

## **2.6. Descripción de la planta de Maíz**

### **2.6.1 Tallo**

La planta del maíz es de porte robusto de fácil desarrollo y producción anual; el tallo es simple, erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 m de altura, es robusto y sin ramificaciones, por su aspecto recuerda al de una caña, no presenta entrenudos y si una médula esponjosa, -si se realiza un corte transversal. (INFOAGRO 2008).

### **2.6.2. Hoja**

La colección océano (1999), señala que, las hojas se disponen alternadamente en dos filas a lo largo del tallo. En cada una de ellas pueden distinguirse dos partes: la vaina y la lámina o limbo. La vaina es la parte inferior de la hoja; va insertada en el nudo y envuelve al entrenudo como un cilindro. La lámina corresponde a lo que se entiende por hojas. Puede llegar a los 1.5 m de largo por 0.1 m de ancho y tiene la nerviación paralela.

### **2.6.3. Inflorescencia**

La planta de maíz presenta inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta; la inflorescencia masculina presenta una panícula (vulgarmente denominada espigón o penacho) de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos, en cada florecilla que compone la panícula se presentan 3 estambres donde se desarrolla el polen; la inflorescencia femenina marca un menor contenido en granos de polen, alrededor de los 800 ó 1000 granos y se forman en unas estructuras vegetativas denominadas espádices que se disponen de forma lateral (INFOAGRO 2008).

### **2.6.4. Mazorca**

Terranova (1995), indica que al contrario de la mayor parte de las gramíneas, en el maíz la espiga es compacta y está protegida por las hojas transformadas, que en la mayoría de los casos la cubren por completo. El eje de inflorescencia o corozo tusa en América central y México. La zona de inserción de los granos está formada principalmente por las cúpulas.

### **2.7. Clima**

El Maíz requiere una temperatura de 25 a 30°C, así como bastante incidencia de luz solar, para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20°C, llega a soportar temperaturas mínimas de 8°C y a partir de los 30°C, pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua, para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 32°C (INFOAGRO 2008).

Calero (2006), señala que para un desarrollo normal de la planta (en el litoral), se necesita una temperatura promedio de 24 °C, pudiendo oscilar está entre 20 y 30 °C. Con temperatura superior a 30 ° C, la planta puede marchitarse; y con temperaturas inferiores a 13 °C el crecimiento se detiene o es lento.

Es un cultivo exigente en agua en el orden de unos 5 mm al día, las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a nacer se requiere menos cantidad de agua manteniendo una humedad constante; en la fase del crecimiento vegetativo es cuando más cantidad de agua se requiere. Se adapta muy bien a todos tipos de suelo, pero suelos con PH de 6 a 7 son a los que mejor se adapta, también requiere suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular (INFOAGRO 2008).

## **2.8. Usos**

Su uso es para consumo animal, ya que la planta del maíz es un excelente forraje para el ganado, especialmente para vacas lecheras y los animales de tiro. Se utiliza como forraje en varias etapas del crecimiento de la planta, especialmente en el momento de la emisión de la panoja o más adelante (INFOAGRO 2008).

## **2.9. Valor nutritivo del maíz**

En cuanto a composición nutricional del ensilaje de maíz, se reportan valores de proteína cruda desde 8 hasta 12% en base a materia seca (MS) y de energía digestible de 2,2 a 2,8 Mcal ED/kg de MS (Boschini y Elizondo 2004). Por otra parte Capriles *et al.* (1970) reportan contenidos de proteína de 9,28%, de fibra cruda de 32,8%, de extracto etéreo de 0,46%.El promedio de PC obtenido es superior (9,7%) al informado por Jiménez *et al.* (2005) y Chaverra y Bernal (2000), para

una asociación de maíz carnavalea (8,7%) y de maíz-forraje (6,9%), respectivamente; aunque con relación a los pastos tropicales su contenido es menor (Sánchez y Soto 1996), situación que podría comprometer la síntesis microbial. Han realizado estudios en la Universidad de Costa Rica sobre valor nutricional de planta de maíz de diferentes etapas fenológicas de la planta.

Los contenidos de proteína cruda y energía digestible fueron altos hasta los 84 días (>12% PC y > 2,8 Mcal/kg ED) y medios hasta los 112 días (> 9% PC y > 2,3 Mcal/kg ED), con contenidos de materia seca inferiores a 15%, aún no recomendado para ensilaje. A los 126 días alcanzó un rendimiento de 17,9 t/ha, con 20% de materia seca, 7,9% de proteína cruda, 2,2 Mcal ED/kg, 76% de fibra neutro detergente y 4,8% de lignina (Elizondo y Boschini 2002).

A cuatro meses de crecimiento, el contenido de proteína fue de 9,2% y la energía digestible disminuyó a 2,3 Mcal/kg de materia seca. Un mes antes la calidad fue excelente (12% de proteína cruda y 2,8 Mcal/kg de energía digestible el rendimiento fue bajo (45%) y la humedad cercana al 90% (Wilkerson *et al.* 1997).

## **2.10. Digestibilidad**

Un alimento ingerido y que por lo tanto penetra en el tubo digestivo, no es retenido totalmente por el organismo. Parte del mismo que no ha sufrido la acción de los jugos digestivos o ataques microbianos no fue absorbido aparece en el excremento. En consecuencia, el rendimiento de las acciones digestivas se caracteriza por el llamado coeficiente de digestibilidad (Besse, 1977).

McDonald, (1969) define la digestibilidad de un alimento con más exactitud como la proporción del alimento que no es excretado con las heces y que se supone, por lo tanto ha sido absorbido.

## 2.11. Digestibilidad de MS de maíz

Se ha observado que en el caso del maíz, cuando la planta tiene un 35 % de materia seca, se obtiene la mayor producción de la misma, y esto corresponde en el momento en que el grado de madurez se encuentra en estado masoso-lechoso. Este nivel de producción decrece al aumentar o disminuir el por ciento de materia seca contenida en la planta (Jorgensen y Crowley, 1976).

El maíz criollo presenta menos digestibilidad que los maíces forrajeras que actualmente han creado los genetistas para la alimentación animal. Ya que los maíces híbridos presentan mayor porcentaje de tallo que hojas y en las hojas es donde existe el mayor porcentaje de nutrientes acumulado por ser más digestible.

En años recientes se han desarrollado híbridos forrajeros con mayor digestibilidad de la fibra, bajo el supuesto de que así se incrementa el consumo de materia seca y se logra una mayor producción de leche. Otros híbridos han sido desarrollados para una mayor área foliar y mayor digestibilidad con resultados positivos (Thomas *et al.* 2001).

Flores, (1980) determinó que el maíz se corta cuando sus granos pasan del estado lechoso al vidrioso. En un estado más avanzado de maduración, el ensilaje resulta menos apetitoso para los animales y su rendimiento nutritivo es proporcionalmente menos por haber aumentado la cantidad de celulosa o fibra, con lo que se rebaja la digestibilidad total y si se corta antes del estado lechoso los principios nutritivos disminuyen y la calidad del ensilaje es proporcionalmente baja.

En México, la etapa de corte para ensilaje tradicionalmente se realiza en estado lechoso-masoso o masoso, por lo que los ensilaje presentan una baja producción de elote que se refleja en menor producción y calidad de forraje. Wiersma *et al.* (1993) sugirieron el uso de la línea de la leche durante la maduración del grano como criterio para determinar el momento oportuno del corte de maíz para ensilar.

En etapa temprana de cosecha las concentraciones de fibra son mayores (Hunt *et al.* 1989), y se ha determinado que el máximo rendimiento de materia seca, mayor digestibilidad y menor contenido de fibra se obtiene cuando se cosecha a  $\frac{1}{2}$  de la línea de leche (Wiersma *et al.* 1993) o a  $\frac{1}{3}$  línea de leche (Xu *et al.* 1995), debido principalmente a que incrementa la proporción de grano.

Cummins, (1970) en 7 cosechas realizadas en maíz para forraje a intervalos de una semana, desde el estado lechoso tardío a estado de madurez del grano observó que la digestibilidad *in vitro* de la materia seca y el contenido total de los carbohidratos en la mazorca se incrementa con la madurez y después baja. El contenido total de los carbohidratos disponibles y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca en las hoja generalmente decrece con la maduración. Los cambios observados en la calidad de tallo y mazorca se reflejan en la calidad total en la planta, el rendimiento de forraje verde generalmente decreció con la madurez.

## **2.12. Valor nutricional del girasol y digestibilidad de materia orgánica**

El girasol es una planta oleaginosa debido a su alto contenido de aceite, que se destaca por su alto valor energético. Han realizado estudios donde evaluaron el valor nutritivo del girasol como cultivo forrajero alternativo (pastoreo y silo) para rumiantes en tres momentos fisiológicos. R3: estado de botón; R5, 5: Floración 50 por ciento y R9: madurez fisiológica. Donde evaluaron proteína cruda (PC), cenizas (C), aceite, fibra detergente neutro (FDN) y ácido (FDA) y digestibilidad de la materia orgánica (DMO).

La calidad de la planta entera de girasol promedio de los distintos cultivares se presentan en el (**Cuadro 2.3**). Es de destacar, la excelente calidad forrajera de esta especie en términos de DMO y contenido de PC, tanto en forraje como en silo. Los rendimientos de MS por hectárea tanto en planta entera se sitúan en el rango de las 8 a 12 t/ha características se ven afectadas en los estadios más avanzados de madurez tanto por el alto contenido de aceite como por la disminución de la MS (pH > 5).

Los rendimientos de MS y calidad Obtenidos para girasol determinan su alto potencial para ser incorporado como cultivo forrajero (planta o silo) en sistemas agrícolas - ganaderos en Uruguay.

La planta de girasol, cosechada antes del inicio de floración, es una alternativa como forraje ya que es bien aceptada por el ganado. Al realizarle el análisis bromatológico se encontró que tiene un promedio de 2,4% de extracto etéreo (grasa cruda), 29,3% de fibra cruda, 10,6% de proteína cruda, 18,1% de ceniza y un 40,8% de extracto libre de nitrógeno (carbohidratos), y que estos valores pueden variar ligeramente debido a las condiciones climáticas a las cuales está expuesta la planta (Martínez 2003).

**Tabla 2.3. Valor nutricional de la planta entera de Girasol en tres estadios de crecimiento en porcentaje en base a materia seca**

Determinación (%)	R3	R5,5	R9
Materia seca	16.8	20.3	32.9
Proteína cruda	14.4	12.1	9.7
Cenizas	12.8	11.4	11.9
Fibra detergente neutro	53.9	51.4	49.4
Fibra detergente ácido	33.2	31.3	43.2
Digestibilidad de Materia orgánica	77	72.6	63.9

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. (INIA.1999 – 2000).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Ubicación de la investigación**

El análisis se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Esta se localiza en las coordenadas 25° 21' latitud Norte y 101° 02' Latitud Oeste a una altura de 1,743 m.s.n.m, precipitación media anual de 298.5 mm y una temperatura media anual de 18.18° C. El clima está clasificado como seco o árido (García, 1987).

#### **3.2 Material a evaluar y tratamientos**

Plantas de maíz entera (*Zea maíz*) y girasol silvestre (*Helianthus annus*) obtenidas de un productor particular ubicado en San Juan de la Vaquería, Municipio de Saltillo, Coahuila. Las plantas de maíz criollo enteras estaban en etapa de grano lechoso-masoso y girasol silvestre en estado tierno. Se utilizaron para formar 5 tratamientos conteniendo diferentes proporciones de maíz: girasol silvestre: T1, 100:0; T2, 75:25; T3, 50:50; T4, 25:75 y T5, 0:100 maíz: girasol silvestre.

#### **3.3 Análisis de muestras**

Muestras de los diferentes tratamientos T1, 100:0; T2, 75:25; T3, 50:50; T4, 25:75 y T5, 0:100 maíz: girasol silvestre fueron obtenidas para su posterior análisis. Las muestras fueron secadas en una estufa a 60° C y molidas a través de una malla de 1 mm en un molino Wiley. Las muestras fueron analizadas para determinar materia seca (MS) a 105° C, humedad (AOAC, 1997). Para determinar la digestibilidad *In Vitro* de materia seca y materia orgánica se aplicó la técnica descrita por (Tilley y Terry, 1963). La determinación de energía digestible se obtuvo al multiplicar el coeficiente de digestibilidad de materia seca *In vitro* por 4.409 Mcal.

### **3.4 Análisis de laboratorio**

Las plantas de maíz y el girasol silvestre se llevaron al Laboratorio de Nutrición Animal para determinar materia seca 105° C (AOAC, 1997). Muestras representativas de cada tratamiento fueron utilizadas para determinar la digestibilidad de materia seca *In vitro* (DMS/IV) aplicando la metodología establecida por (Tilley y Terry, 1963). La energía digestible (ED) se calculó de multiplicar el coeficiente de digestibilidad de materia seca por 4.409 Mcal ED/kg.

### **3.5 Análisis estadístico**

Los resultados de la DMS/IV, DMO/IV y ED obtenidos fueron evaluados de acuerdo a un diseño completamente al azar con igual número de repeticiones. Para la comparación de medias se utilizó Tukey (Stell y Torrie, 1980). Se aplicó el programa de UANL (Olivares, 1993).

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Digestibilidad de MS y MO In vitro

La digestibilidad es una forma de medir el aprovechamiento de un alimento, es decir, la facilidad con que es convertido en el aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición. Comprende dos procesos, la digestión que corresponde a la hidrólisis de las moléculas complejas de los alimentos, y la absorción de pequeñas moléculas (aminoácidos, ácidos grasos) en el intestino (Harris, 1970).

En otras palabras, la muestra de forraje se somete a una fermentación anaeróbica con líquido ruminal y posteriormente a una digestión con pepsina acida. La primera digestión equivale a la digestión en el rumen – retículo y la segunda digestión a la que se efectúa en el abomaso. Después de estas dos etapas de 48 h cada una. La pérdida de la materia seca y de la materia orgánica se considera respectivamente digerida (Tejada, 1992).

Los análisis estadísticos para DMS/IV y DMO/IV, no mostraron diferencia significativa ( $P \geq 0.05$ ) entre los tratamientos evaluados (Cuadro 1). Estos resultados son diferentes a los encontrados por Velasco (2007) que reporta valor menor de digestibilidad de materia seca del girasol silvestre natural con un 39.23 %.

Mayor contenido de DMS reporta Robles, (1980) al encontrar mayor porcentaje de materia seca digestible (68.7 %) en la planta de girasol cuando está en un 50 % de floración. Siendo estos resultados mucho menor a los encontrados en el trabajo que se discute.

Núñez y Cantú, (2000), señalan que ambientes con temperaturas más altas pueden causar disminución en la calidad forrajera, debido al aumento en la concentración de fibras y de lignina.

La digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica de maíz fue diferente a los que han encontrado otros autores como en este caso que muestran un 68% a lo encontrado por estos autores (Argillier *et al.* 2000; Monteagudo *et al.* 2010).

Urrutia, (1980) evaluando la digestibilidad *in vitro* de ensilaje de maíz, encontró que la digestibilidad de la materia seca era de 59.95 %, mientras que la digestibilidad de la materia orgánica era de 58.57 %.

#### **4.2 Energía digestible (Mcal/kg)**

La energía es considerada como el primer nutriente limitante en todo sistema de Alimentación, de allí la importancia de la valoración energética de los alimentos consumidos por los animales. La determinación del valor energético de los forrajes se puede estimar indirectamente mediante digestibilidades estimadas con técnicas *in situ* e *in vitro* y, recientemente, mediante técnicas que emplean enzimas celulolíticas (Arce *et al.* 2003).

Desarrollo productivo y cualitativo de maíz híbrido para ensilaje. El experimento se llevó a cabo en la Universidad de Costa Rica, en agosto del 2002. Se estudió el crecimiento y la calidad bromatológica del maíz híbrido 3002 Wblanco (Pionner), 90% de germinación, recomendado para la zona alta de la provincia de Cartago. Se determinó la producción y contenido de materia seca por hectárea, proteína cruda, las cenizas, la fibra neutro detergente y las fracciones que la componen y la energía digestible, desde 70 hasta los 154 días de crecimiento. Los contenidos de proteína cruda y energía digestible fueron altos hasta los 84 días (>12% PC y > 2,8 mcal/kg ED) y medios hasta los 112 días (> 9% PC y > 2,3 Mcal/kg ED), con contenidos de materia seca inferiores a 15%, aún no recomendado para ensilaje. A los 126 días alcanzó un rendimiento de 17,9 t/ha, con 20% de materia seca, 7,9% de proteína cruda, 2,2 mcal ED/kg, 76% de fibra neutro detergente y 4,8% de lignina (Boschini, 2002).

El contenido de ED Mcal de los tratamientos no fue diferente ( $P \geq 0.05$ ). Las proporciones de maíz: girasoles silvestres preparados no afectaron el contenido de energía digestible (**Cuadro 4.1**).

**Tabla 4.1 Digestibilidad (%) de materia seca (DMSIV) y materia orgánica *In vitro* (DMOIV) y energía digestible (ED Mcal) de plantas del maíz (*Zea mays*) y girasol silvestre (*Helianthus annuus*)**

Variables (%)	Maíz: Girasol silvestre					EE	P>F
	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100		
DMSIV	79.58	78.87	78.32	77.14	79.30	1.06	0.629
DMOIV	98.73	98.28	90.84	92.86	98.10	3.137	0.401
ED Mcal/kg	3.51	3.47	3.45	3.40	3.50	0.046	0.628

DMSIV = Digestibilidad de materia seca *In vitro*

DMOIV = Digestibilidad de materia orgánica *In vitro*

ED Mcal/kg = Energía digestible, Mega calorías/kilogramo

## V. CONCLUSIONES

La digestibilidad de *in vitro* de la materia seca y materia orgánica de las especies; maíz, (*zea mays*) y girasol silvestre (*helianthus annuus*) no mostraron diferencia significativo. La ED/ Mcal maíz y girasol silvestre tampoco mostraron diferencia significativos.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo se concluye que el maíz y el girasol silvestre y la mezcla de ambos puede ser una alternativa para la alimentación Animal. Cualquier relación de las aquí utilizadas maíz: girasol silvestre podría ser una alternativa en la alimentación de rumiantes.

## VI. LITERATURA CITADA

- Alba A., Llanos M., 1990. El Cultivo de Girasol. Agronomías Mundi-Prensa Ed., Mundi-Prensa, Madrid, 158 Pp.
- Aldrich, S.; E. Leng.1974. Producción moderna de maíz. Editorial Hemisferio Sur. Argentina. 308 pp.
- Arce C, Arbaiza T, Carcelén F, Lucas O. 2003. Estudio comparativo de la digestibilidad en forrajes mediante dos métodos de laboratorio. Rev Inv Vet, Perú 14(1): 7-12.
- Alemán, R. Utilización del Girasol en la alimentación animal. / R. Alemán, et al. 1992.
- AOAC. 1997. Official methods of analysis (16 th Ed.). Association of Official Annalitycal Chemists, Arlinton, VA., USA.
- Argillier, O.; Y. Barrière; P. Dardenne; J.C. Emile; Y. Hébert. 1998. Genotypic variability for in vitro criteria and relationships with in vitro digestibility in forage maize hybrids. Plant Breeding. 117:437-441Pp.
- Benz, B. F. 2001. Archaeological evidence of teosinte domestication from Guilá Naquitz. PNAS 98 (4): 2104-2106
- Besse, J. 1977. Alimentación del ganado 2a. Ed. Edit. Mundi prensa. Madrid, España. pp. 42-43.
- Boschini, C. 2002. VII Curso teórico y práctico de ensilaje. Agosto 2002. Estación Experimental "Alfredo Volio Mata", Universidad de Costa Rica. 165 p.

- Carpenter, J.; G. Sánchez; E. Villalpando. 2005. The Late Archaic/Early Agricultural Period in Sonora, Mexico. New Perspective on the Late Archaic Across the Borderlands. University of Texas Press, Austin. pp. 3-40
- Calero, E. 2006. El cultivo del maíz en el Ecuador. Guayaquil. Ecuador.
- Carter, J. F. (ed.), 1978: Sunflower Science and Technology. ASA/CSSA. Agronomy Series, núm. 19. Madison, Wisconsin, Estados Unidos.
- Cummins, D. S. 1970. Quality and yield of corn plants and component parts when harvested for silage at different maturity stages. Agron J. 62: 781-784.
- Castillo, S. Z. J. 2005. Evaluación química, nutrientes digestibles y digestibilidad de la materia seca de tres híbridos y una variedad de maíz forrajero. Tesis de Lic. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. pp. 22, 23, 24.
- Inía La Estanzuela - Colonia (1999 – 2000) Cozzolino, D. Fassio, A. Gimenez, A. y Fernandez.
- Doebley, J.; H. H. Iltis. 1980. Taxonomy of *Zea* (Gramineae). I. A subgeneric classification with key to taxa. Amer. J. Bot. 67(6): 982-993.
- Elizondo, J.; Boschini, C. 2001. Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y la calidad del forraje de maíz. Agronomía Mesoamericana 12(2):181-187.
- Espinosa G., F. J.; J. Sarukhán, 1997. Manual de malezas del Valle de México. Claves, descripciones e ilustraciones. Universidad

Nacional Autónoma de México. Fondo de Cultura Económica.  
México, D.F.

Flores, M. J. A. 1986. Bromatología animal. Editorial LIMUSA. México.  
Pp. 382-383.

García E. 1987 Datos meteorológicos de las estaciones empleadas en el  
presente trabajo actualizadas a 1880. Segunda parte 4ta. Ed.  
Instituto de geografía. Modificaciones al sistema de clasificación  
climatológica de Koppen. UNAM. México. Pp.87-88.

Galinat, W. C. 1995. The origin of corn. Economic Botany, 49 (1): 3-12.

Gómez-Sánchez, D.; S. González-Elizondo. 1994. Localization of  
helianthus, Viguera and Tithonia genera in México, In: FAO  
working group: Evaluation of Helianthus species. Seiler G.J (Ed).  
Pp. 126-133.

Harris, L. E. 1970. Nutrition Research Techniques for domestic and Wild  
Animals. Vol. I. An International Record System and Procedures  
for Analyzing Samples. Lorin E. Harris, Editor. Logan, Utah, U.S.A.

Infoagro, 2008. El cultivo de Maíz. Disponible en web:  
[www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.asp](http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.asp).

Mazzani, B. 1963. Plantas oleaginosas. Barcelona-Madrid. Salvat editore  
433p.

Mc Dowell, R. E. 1974. Bases biológicas de la producción animal en  
zonas tropicales. Edit. Acribia. Zaragoza, España. p. 502.

Morales R., M. M., J. Ron P., J. J. Sánchez G., J. L. Ramírez D, L. Cruz  
L, S. Mena M, S. A Hurtado De La P y M chuela B (2007).

Relaciones fenotípicas y heterosis entre híbridos comerciales y germoplasma exótico de maíz en Jalisco, México. Rev. Fitotec. Mex. 30: 285–294.

Morrison, F.B. 1969. Alimentos y alimentación del ganado. (Trad. J. L. de La Loma) UTHEA, México. Tomo 1. Pp. 418-430.

MARTINEZ Z.S. 2003. Efecto de la densidad de población sobre el rendimiento de girasol (*Helianthus annuus* L.) para consumo de ganado. Tesis de licenciatura. Centro de Estudios Profesionales. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Cocula Guerrero, México. 53 p.

Núñez, H. G. 1993. Producción, ensilaje y valor nutricional del maíz para forraje. In: El maíz en la década de los 90. Primer Simposium Internacional. Memorias. Zapopan, Jalisco. Pp. 305-309.

Núñez, H.G., B.J.E. Cantú. 2000. Producción, composición química y digestibilidad de forraje de sorgo x Sudán de nevadura café en la región norte centro de México. Téc. Pec. Méx. 3:177-188.

Olivares, S.E. 1993. Paquete de diseños experimentales, FEUANL. Versión 2.4 facultad de agronomía de la UANL. Marín. Nuevo león, México.

Océano. 1999. Enciclopedia practica de agricultura y la ganadería Editorial grupo océano. España. 997 p.

Peñagaricano, j.; w. arias; n. llaneza. 1986. Ensilaje: manejo y utilización de las reservas forrajeras. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. 345 p.

Jorgensen, N. A y Crowley, J. M. 1976. Ensilaje de maíz para el ganado. Edit. Hemisferio Sur.

- Robles, S.R. 1985, Producción de cultivos oleaginosas y textiles. Editorial limusa S.A. De C.V. México, D.F. PP. 432, 435,436.
- Ruggero B.; L.M. Bertola. 2000. Selección de probadores para aptitud forrajera en maíz (*Zea Mays*.) [Resumen]. Memoria XVIII Congreso Nacional de fitogenética.
- Rzedowski, G.C. de, J. y colaboradores. 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. 2a. ed., Instituto de Ecología, A. C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán). 1406 Pp.
- Rieseberg L.H., Kim M.J., Seiler G.J. 1999 *Int. J. of Plant Science* 160: 102-108.
- Sánchez G., J. M. Goodman, and C. W. Stuber. 2000. Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of Mexico. *Econ. Bot.* 54: 43–59.
- Seiler G.J.; L.H. Rieseberg. 1997. Systematics, origin and germplasm resources of the wild and domesticated sunflower technology and production.
- Soto, P; Jahn, E. 1983. Época de cosecha y acumulación de material seca en maíz para ensilaje. *Agricultura técnica.* 43(2): 133-138.
- Steel, R.G.D; JD. Torrie. 1980. *Bioestadística. Principios y procedimientos.* Editor Graf America Mexico 622 p.
- Thomas E D, P Mandebvu, C S Ballard, C J Sniffen, M P. Carter, J Beck (2001) comparison, in vitro digestibility, and milk yield by dairy COWS. *J. Dairy Sci.* 84:2217-2226.

- Tejada, I. de H. 1992. Control de calidad y análisis de alimentos para animales. Secretaría de Educación Pública. Dirección General de Derechos de Autor. Número de Registró 17222. México D.F: 397.
- Terranova 1995. Enciclopedia Agropecuaria. Producción Agrícola 1.panamericana Formas e impresos. Colombia 277 p.
- Tilley, J. M.; R .A. Terry. 1963. Two-stage techniques for the in vitro digestion of forage crops. J. British Grassland Soc. 18-104.
- Urrutia, M. J. 1980. Valor Nutritivo del Ensilaje de Maíz con o sin mazorca y rastrojo de maíz adicionados de NaOH (0 y 4% b. s). Tesis. Ingeniería UNAM. México. p. 47.
- Vavilov, N.I. 1951. The origin, variation, inmunity and breeding of cultivated plants. K. Starr Chester (trans). The Ronald Press Co. New York. 94 p.
- Wilkerson, v.a.; Glenn, b.p.; Mcleod, k.r. 1997. Energy and nitrogen balance in lactating cows fed diets containing dry or high moisture corn in either rolled and ground form. Journal of Dairy Science 80:2487-2496.
- Wiersma D A, Carter P R, Albrecht K A, Coors J G .1993. kernel milkline stage and corn forage yield, quality, and dry matter content. J. prod Agric. 6:94-99.
- Xu S, J H Harrison, W kesar, N Entrikin, K A Loney, R E Riley. 1995. Evaluation of yiel, quality, and plant composition of early-maturing hybrids harvested at three stages of maturity. Prof. Anim. Sci.11:157-165.

## VII. ANEXOS

### DIGESTIBILIDAD DE MATERIA SECA *IN VITRO*

#### ANALISIS DE VARIANZA

---

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	14.976563	3.744141	0.6645	0.629
ERROR	15	84.523438	5.634896		
TOTAL	19	99.500000			

---

C.V. = 3.02 %    EE= 1.06

### DIGESTIBILIDAD DE MATERIA ORGÁNICA *IN VITRO*

#### ANALISIS DE VARIANZA

---

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	207.406250	51.851563	1.0538	0.414
ERROR	15	738.062500	49.204166		
TOTAL	19	945.468750			

---

C.V. = 7.33 %    EE= 3.137

**ENERGIA DIGESTIBLE**  
**ANALISIS DE VARIANZA**

---

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.029129	0.007282	0.6651	0.628
ERROR	15	0.164230	0.010949		
TOTAL	19	0.193359			

---

C.V. = 3.02 % EE= 0.046