

Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”

División de Ciencia Animal



*Digestibilidad de la Materia
Seca y Materia Orgánica de
Cuatro Genotipos de Maíz Forrajero Ensilado*

Por :

HERIBERTO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título
de:

Ingeniero Agrónomo Zootecnista

**Buenvista, Saltillo, Coahuila, México
Marzo del 2006.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y ALIMENTOS
Digestibilidad de la Materia Seca y Materia Orgánica de
Cuatro Genotipos de Maíz Forrajero Ensilado

POR:

HERIBERTO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

TESIS

**Que se somete a la consideración del H. Jurado examinador como requisito
Parcial para obtener el título de :**

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADA

DR. RAMÓN F. GARCÍA CASTILLO
PRESIDENTE DEL JURADO

DR. OZIEL DANTE MONTAÑÉZ VALDEZ
SINODAL

ING. RAÚL GANDARA HUITRON
SINODAL

DR. RAMÓN F. GARCÍA CASTILLO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Abril de 2006.

AGRADECIMIENTOS

A dios por darme la oportunidad de vivir, dándome la fortaleza, la confianza y seguridad, manteniendo siempre la fe y el espíritu en cada tropiezo de mi vida.

Gracias Señor.....

Al Dr. Ramón F. García Castillo, por su gran desempeño como asesor, por su apoyo, conocimientos y tiempo que me brindo durante la realización de este trabajo. Le doy mis mas sinceros agradecimientos.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, por brindarme la oportunidad de formarme como profesionista, adquiriendo de ella grandes conocimiento, que serán la base en mi vida profesional... Gracias “ALMA TERRA MATER”.

A mis maestros que en forma desinteresada me transmitieron sus conocimientos para mi formación

T. L. Q. Carlos por el apoyo material y colaboración para llevar a cabo es trabajo.

A mis Amigos:

Margarita Vera U., Victoria Padilla. Por haberme brindado su amistad incondicional durante la estancia en la universidad, siempre las tendré presente.

Guadalupe García F., por darme la oportunidad de ser tu amigo y haber confiado en mi, siempre estarás presente en mi vida.

A mis amigos Ingenieros Agrónomos: Eduardo Hernández H., Luis Ángel López M., Adalberto Hernández F., que de alguna u otro manera han contribuido en el presente.

A mis maestros de Karate-Do, Eduardo Landeros y Toshiaki N. que me dieron la oportunidad de formar parte en su equipo representativo de la universidad.

Gracias a todos.....

DEDICATORIAS

Con todo cariño : A mis queridos padres Adelaido Hernández H. y Julia Hernández H. Este trabajo es dedicado a ustedes principalmente, por haberme dado la oportunidad de formarme como profesional, sin importar los sacrificios que tuvieron que hacer para lograr de mi lo que ahora soy.

Depositando toda su confianza en mi, brindándome su apoyo, sus consejos y guiarme por el camino correcto en la vida..... Gracias mis queridos padres.

A mis hermanos : Erika, Emmanuel y Heidi por el apoyo que me brindaron, por sus palabras de aliento que me impulsaron para seguir adelante.

A mis abuelos:

Quien con sus consejos, sabiduría, pero sobre todo su cariño me enseñaron a ser responsable, compartiendo lo poco o mucho que tenían sin esperar nada a cambio.

A todos mis tíos:

Que de alguna u otra manera me enseñaron a tomar decisiones y ser responsable en cada acción o paso que daba en la vida.

A mis padrinos el Prof. Román M. y Natalia O., por ser dos grandes personas y por brindarme una muestra de afecto y consideración durante mi formación profesional.
Gracias por todo.....

También este trabajo es dedicado para dos personas que siempre estuvieron en cada momento de mi vida.

Para ti Mary, por ser la mejor amiga que he tenido en la vida y por todas tus palabras de aliento, sonrisas que me has brindado.

De igual manera para ti Angélica por ser la mejor amiga que he conocido y el compartir tus sonrisas , alegrías y por ser la persona mas linda y sincera.

Siempre estarán presentes en mi corazón.....

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Material genético utilizado en la investigación

Cuadro 2.- Tablas de datos de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca y materia orgánica de los 4 genotipos de maíz y sus resultados.

Cuadro 3.- Las medias con los tres niveles de melaza y la media general para los 4 genotipos de maíz

Cuadro 4.- Regresión lineal simple de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca del híbrido AN-388.

Cuadro 5.- Regresión lineal simple de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca del híbrido AN-447.

Cuadro 6.- Regresión lineal simple de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca del P30G54 (Comercial)

Cuadro 7.- Regresión lineal simple de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca del forrajero en experimentación.

Cuadro 8.- Regresión lineal simple de la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica del híbrido AN-388.

Cuadro 9.- Regresión lineal simple de la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica del híbrido AN-447.

Cuadro 10.- Regresión lineal simple de la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica del P30G54 (Comercial).

Cuadro 11.- Regresión lineal simple de la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica del forrajero en experimentación.

INDICE DE FIGURA

Figura 1.- Digestibilidad *in vitro* de la materia seca del híbrido AN-338 con tres niveles de melaza.

Figura 2.- Digestibilidad *in vitro* de la materia seca del híbrido AN-447 con tres niveles de melaza.

Figura 3.- Digestibilidad *in vitro* de la materia seca del híbrido P30G54 (comercial) con tres niveles de melaza.

Figura 4.- Digestibilidad *in vitro* de la materia seca de la variedad experimental forrajera con tres niveles de melaza.

Figura 5.- Digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica del híbrido AN-388 con tres niveles de melaza.

Figura 6.- Digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica del híbrido AN-447 con tres niveles de melaza.

Figura 7.- Digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica del híbrido P30G54 (comercial) con tres niveles de melaza.

Figura 8.- Digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica de la variedad experimental forrajera con tres niveles de melaza.

I.- INTRODUCCION

En México, la producción de maíz como forraje cobra gran importancia por ser una fuente básica de alimentación de la especie pecuaria; en la producción de leche y carne en la cual la demanda de forraje se ha incrementado día con día. Por lo que el hombre se ve precisado a incrementar la cantidad y calidad de los alimentos producidos; siendo el forraje uno de los ingredientes principales en las raciones del ganado (Villalobos, 1992).

Para conseguir una alta eficiencia en los sistemas de alimentación con maíz forrajero, es necesario conocer los requerimientos nutricionales de las especies que estamos explotando, así como el contenido de nutrientes del forraje que vamos a proporcionar. Tomando en consideración una buena digestibilidad de materia seca (MS) y materia orgánica (MO), aceptabilidad, entre otros. De igual manera, es necesario e imprescindible el utilizar semillas de buena calidad, que estén adaptadas a las condiciones de la región y promisorias para el establecimiento del cultivo (Rodríguez 2000).

La producción de forraje a base de maíz tiene un periodo relativamente corto de aprovechamiento, lo que hace necesario buscar alternativas que permitan su utilización posterior al corte. Además, la alta producción y su corto periodo de cosecha (corte) del maíz forrajero, no toda puede utilizarse en verde. Por lo tanto, es necesario buscar y aplicar otras alternativas de conservación que mantengan la calidad nutrimental de esta fuente de alimento.

La conservación del forraje es una excelente alternativa ya sea realizada por deshidratación (heno) o por fermentación (ensilado).

El proceso de ensilar mantiene el contenido nutrimental del forraje así como su calidad y aceptación para la alimentación animal, principalmente por su olor característico. El Instituto Mexicano del Maíz (IMM) de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN), Institución dedicada al mejoramiento genético del maíz con la finalidad de obtener plantas con mejores características forrajeras. Líneas de maíz forrajero que pueden ser una alternativa de solución en la alimentación animal como una planta con potencial forrajero. Que además tenga aceptabilidad, buen contenido nutrimental y una buena digestibilidad (Galván 1994).

Objetivos:

- 1) Evaluar el ensilaje de 4 genotipos de maíz forrajero; dos híbridos y una variedad forrajera experimental del IMM y un híbrido comercial de la compañía Pioneer adicionados con diferentes niveles de melaza, por medio de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (MS) y la materia orgánica (MO).

Hipótesis

Ho: Los dos híbridos de maíz forrajero y la variedad forrajera experimental del IMM y el híbrido comercial de la compañía Pioneer ensilados, adicionados con diferentes niveles de melaza, no difieren en su coeficiente de digestibilidad de materia seca y materia orgánica.

Ha: Los dos híbridos de maíz forrajero y la variedad forrajera experimental del IMM y el híbrido comercial de la compañía Pioneer ensilados, adicionados con diferentes

niveles de melaza difieren en su coeficiente de digestibilidad de materia seca y materia orgánica.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia del maíz forrajero

El ensilaje del maíz juega un papel muy importante en la dieta diaria de los rumiantes como una excelente fuente de energía y fibra necesaria para un funcionamiento normal del rumen. Es una de las alternativas en dos de las actividades ganaderas mas importantes en nuestro país; la producción especializada de leche y engorda de ganado en corrales.

La utilización de maíz forrajero para la alimentación del ganado ha sido y sigue siendo una de las prácticas que mejores resultados han dado, debido a su alto rendimiento, valor nutritivo y la posibilidad de almacenarse como ensilaje para épocas de escasez (Torralba, 1999).

Este forraje se proyecta como una opción muy importante para el cambio de patrón de cultivos forrajeros, substituyendo parcialmente otras especies altamente demandantes de agua como la alfalfa. El maíz forrajero presenta varias ventajas que determinan su utilización entre las que destacan la versatilidad de su empleo ya que el ganado, lo consume en verde, seco y ensilado. El forraje es simplemente la materia verde de la planta que comprende el tallo y las hojas, es la parte vegetativa con o sin fruto y flores; cuando mas porcentaje de tallo tenga menos será la calidad de forraje, es una alimento

tosco que contiene más del 18% de fibra bruta (Villalobos, 1992; Crampton y Harris, 1968).

Tiene un alto valor energético debido a su alta concentración de glúcidos en la planta y almidones en el grano, su contenido de proteína es aceptable y tiene buena cantidad de caroteno. Comparándolo con otros forrajes, el maíz aporta mas nutrientes digestibles totales y una mayor disponibilidad de energía para el animal; así mismo presenta un bajo contenido de carbohidratos estructurales (40 % de hemicelulosa) y lignina y un contenido relativamente alto de carbohidratos no estructurales (46 % azúcares hidrosolubles y almidón), mientras que el nivel de proteína es de 9 % (Villalobos, 1992).

Producción de forraje verde

El forraje verde de maíz, aunque pertenezca a una variedad de maíz blanco tiene un valor de vitamina "A", se debe esto a que los tallos y las hojas por ser verdes contienen una cantidad de caroteno mayor que el grano. El valor de la vitamina "A" de un forraje seco de maíz es muy variable y depende de que las hojas y tallos estuvieran verdes cuando se recolecten en la cosecha y de la forma de que se haya hecho la desecación.

El forraje verde de maíz puede proporcionar una cantidad considerable de vitamina "D" si no se corta antes de la fase en que los granos se hacen dentados. Casi toda la vitamina "D" se encuentra en las partes secas. El rastrojo contiene aproximadamente la cuarta

parte de las proteínas digeribles y una cuarta parte de la Energía Neta de la cosecha de maíz para grano (Flores, 1983).

Producción de materia seca

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 puede ser cosechado a lo largo de un periodo mucho más prolongado que la mayoría de los forrajes, y en esta decisión debe tenerse en cuenta la materia seca total, la calidad de la hoja y la pérdida de materia seca por deterioro en el campo (Gross, 1969).

Rutger y Crowder (1967) trabajando con maíz para ensilaje de diferente maduración, con 35 – 40 % de materia seca, obtuvo que el rendimiento de ensilado fresco en los híbridos tardíos era considerablemente mayor que el rendimiento de los híbridos tempranamente cosechados.

En un estudio hecho por Risse, (1970) sobre la composición de diversos ensilados, cuando el maíz se encontraba en la fase lechosa, encontró un 22.5 % de materia seca.

Son'ko *et al.*, (1986) investigando sobre el ensilaje de maíz de diferente estado de madurez, reporta para maíz ensilado en estado lechoso 21.1 % de materia seca, en estado masoso-lechoso, 26.8 % de materia seca, en estado masoso 31.2 % de materia seca y en la fase de maduración completa 36 % de materia seca.

Ensilaje

A la materia procedente de la fermentación controlada con un gran contenido en humedad se le conoce con el nombre de ensilaje. El ensilaje es una práctica de conservación de forrajes verdes, tubérculos, raíces de residuos industriales destinados a la alimentación del ganado, y consiste en ponerlos en grandes masas comprimidas fuera del contacto del aire, para provocar en la masa acuosa una fermentación anaerobia que asegure su conservación (Mathods, 1947).

La conservación de una cosecha por medio del ensilaje comienza por el empacado del producto verde, en un depósito de cierta forma, pero es de suma importancia manifestar que el procedimiento deberá ser de tal naturaleza que los cambios puedan ser regulados y que el alimento no llegue hasta las condiciones de putrefacción Rutger, (1967).

El ensilaje es un proceso sencillo, pero en algunas ocasiones puede haber fallas. La más común es la falta de compactación, que da origen a un exceso de oxígeno dentro del forraje y una fermentación inicial muy fuerte, con elevación de temperatura (cualquier elevación más de 40° C se considera excesiva), que resulta un mal sabor del ensilaje y pérdida de proteína.

Un ensilado de buena calidad, el aire debe ser excluido completa y rápidamente del forraje ensilado, la buena compactación es esencial; si el forraje no se compacta bien, queda atrapado en el una gran cantidad de aire, y esto ocasiona que la actividad sea incrementada y prolongada de las bacterias aeróbicas. Esto conduce al desarrollo de un gran numero de bacterias putrefactoras y proteolíticas y la producción de ácido butírico que es indeseable.

Todo forraje que ha quedado suelto, sin apretar lo suficiente llega alcanzar temperatura de 50° a 70° C durante el proceso de ensilaje. A esta temperatura y como resultado del calentamiento se puede tener perdidas de elementos nutritivos hasta un 50 %.

Una buena compactación puede obtenerse ensilando el material con el nivel correcta de humedad, picándolo fino y llenando el silo con rapidez, pero una preservación apropiada el material forrajero debe contener suficiente carbohidratos disponibles para que pueda efectuarse la fermentación y la producción de ácido láctico.

Un contenido bajo de calcio y de proteínas en el forraje también favorece la fermentación y la preservación adecuada (Flores, 1986).

El objetivo perseguido cuando se realiza el ensilado es conseguir dentro del forraje ensilado una concentración suficiente de ácido láctico, producido como resultado de la presencia de microorganismos en la cosecha segada, para inhibir otras formas de actividad microbiana y conservar de este modo el producto hasta el momento en que sea necesario su uso (Barnett, 1957).

Barnett (1957), Hadgson y Reed (1964) y Besse (1977) en diferentes años coinciden con las ventajas y desventajas del ensilado y son las siguientes:

Ventajas del ensilaje

- Los cultivos pueden ser cosechados en el momento en que los valores nutritivos son más altos.
- El forraje ensilado, bien realizado, durará indefinidamente, con la condición de que esté protegido del aire y lluvia.
- Proporciona un alimento voluminoso y nutritivo, esencial en épocas de crisis forrajera.
- El ensilado es un alimento muy apetecible y suavemente laxante.
- Ocasiona menos desperdicio.
- Los ensilados presentan mejor eficiencia energética que los heno en producción de leche.
- Buena fuente de caroteno para los animales en la estación seca.
- El ensilaje aumenta el número de animales que pueden ser alimentados con el producto de un área determinada.
- Las pérdidas de realización del ensilado son menores a las que tiene lugar al preparar el heno.

Desventajas del ensilaje

- Siempre hay pérdidas de elementos nutritivos por la fermentación.

- Si esta mal hecho puede perderse casi la totalidad del forraje verde utilizado.

Ensilaje de maíz

El ensilaje de maíz proporciona el mejor sistema de aprovechamiento de la totalidad de la planta. En condiciones de suelo adecuadas para el maíz, solamente el sorgo tiene posibilidad de competir con éxito en rendimiento y calidad de forraje. El maíz sin embargo puede aventajar a los sorgos en digestibilidad (Peñagarano *et al.*, 1975).

Sin embargo, hay información de ensilajes de cultivares de sorgo que presentan calidad nutricional similar e inclusive superior que la del ensilaje de maíz, con mayor digestibilidad y menor concentración de lignina, que han permitido obtener mayores ganancias de peso en novillos (De León *et al.*, 2004).

El ensilaje de maíz ha sido el suplemento predilecto en establecimientos lecheros o de carne por todas las ventajas que posee. Entre las cualidades del ensilaje de maíz destacan:

1. Elevado rendimiento potencial. En suelos apropiados se logran 17,000 Kg. de materia seca/Ha., lo que representa obtener en solo 6 meses, un 20 % más de lo que produce una pradera en un ciclo completo.
2. Versatilidad del cultivo de maíz. Según las necesidades del momento, se puede suministrar directamente al ganado, puede ser cosechado para ensilar o si se ha plantado adecuadamente, permitir el desarrollo del grano.

3. Valor nutritivo. Es un alimento de elevado contenido energético. Es un buen suplemento cuando hay escasez de pasturas, con la ayuda del ensilaje se puede mantener una producción constante durante todo el año.
4. Facilidad de manejo. Se adapta bien al manipuleo mecánico, ya sea en la cosecha o al racionar (The New Zealand Farmer, 1978).

Desde el punto de vista del rendimiento total en elementos nutritivos, el maíz debe segarse para ensilarlo cuando un 75% de los granos de la mazorca ya se han endurecido. Si se corta menos en sazón, su contenido de proteína es mayor, pero el ensilaje no tiene tan buen sabor ni es menor el rendimiento por hectárea (Hodgson y Reed 1964).

Las variedades precoces o de ciclo vegetativo corto, presentan un mayor porcentaje de humedad y son más difíciles de ensilar que otras que han almacenado almidones, por lo que se prefiere sembrar una variedad que alcance esta etapa de maduración a mediados de la estación. Una variedad tardía puede dar rendimientos mayores de materia verde, pero no necesariamente mayor cantidad de materia seca; contiene menor proporción de elementos digestibles y es más difícil de ensilar (Watson y Smith 1984).

Melaza

La melaza es utilizada con mayor frecuencia en los EE. UU para mejorar el ensilaje de las cosechas de los forrajes. Esta aumenta en tal grado el contenido de azúcar de la masa que se produce durante la fermentación, una cantidad suficiente de ácido para conservar debidamente el ensilaje.

La cantidad de melaza necesaria por cada tonelada de forraje verde varía desde 20 Kg. (14.6 litros) para las gramíneas forrajeras o los cereales verdes y hasta 40 Kg. (29.2 Litros), para las leguminosas al iniciarse la floración o antes

La adición de melaza, mejora sensiblemente la calidad del ensilaje de las leguminosas o gramíneas demasiados pobres en Materia Seca para que pueda obtenerse con ellas un ensilaje de calidad satisfactoria.

La riqueza en carotenos es mayor cuando se añade melaza al forraje, la mayor parte del valor nutritivo de la melaza que se añade permanece en el ensilaje, pues el azúcar de la melaza se convierte casi totalmente en ácido láctico y acético, que poseen valor alimenticio. Se estima que el 75 %, por lo menos, del valor nutritivo de la melaza queda en el ensilaje (Morrison, 1956).

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 hojas 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.

Investigaciones realizadas en Ontario por Daynard y Hunter (1975) demuestran que el máximo rendimiento de materia seca en toda la planta de maíz normalmente se alcanza días antes de que se alcance el máximo de peso seco en el grano. Durante el periodo intermedio los carbohidratos se traslocan del tallo al grano, pero el peso global de la materia seca en la planta no se incrementa. Si solamente se va a cosechar el grano, la cosecha se retrasa hasta que el grano alcanza el máximo de peso seco, pero si se ha de usar toda la planta la cosecha se puede realizar en fecha más temprana. En este estudio realizado por Daynard con el objetivo de determinar que tan temprano, en términos de humedad de toda la planta se puede cosechar el maíz para ensilar toda la planta sin pérdidas de la productividad de materia seca. Encontró que los máximos rendimientos de materia seca de toda la planta se alcanzaron cuando toda la planta ha madurado a un contenido de humedad del 66 %, los resultados demuestran que la digestibilidad de materia seca es relativamente constante en un rango de humedad de 56 % al 76 % por lo que el estado de madurez de la planta no tiene un efecto marcado en la digestibilidad del forraje.

Fairey, (1982). Trabajando con localidades y madurez de la planta y la importancia del grano y el rastrojo para calidad forrajera, reportó que el rendimiento en grano no es un buen parámetro para predecir rendimientos en producción de forraje; sugiere la

selección de híbridos para la producción de grano y evaluar independientemente las características para valorar la propiedad de una variedad para forraje.

Algunos estudios indican que la utilización de híbridos de maíz para la producción de forraje, de maduración posterior a aquellos considerados normalmente para producción de grano, puede ser benéficos desde el punto de vista de rendimiento de materia seca, pero la selección de genotipos de maíz mas apropiados para la producción de forraje debe basarse en los resultados de digestibilidad *in vitro* de toda la planta y el rendimiento de materia seca.

También los resultados obtenidos por Fairey, (1982), indican que los híbridos de maduración temprana producen rendimientos bajos de materia seca digestible a comparación de los híbridos de maduración mediana y tardía; y a una mayor densidad (100,000 plantas/Ha.), se obtiene mayores rendimientos en materia seca digestible que a una menor densidad (75,000 plantas/Ha.). Un incremento exagerado en la densidad de siembra puede dar una baja en el valor nutritivo del maíz forrajero.

Flores, (1980) determinó que el maíz se corta cuando sus granos pasan del estado lechoso al vidrioso. En un estado mas 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 demasiado mala.

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 mas exactitud como la proporción del alimento que no es excretado con las heces y que se supone, por lo tanto ha sido absorbido.

Cantú, (1984) menciona que un alimento cualquiera, una parte es digestible y aprovechable y la otra es eliminada a través de las heces, y concluye que todos los alimentos tienen diferentes digestibilidad.

Características de la planta, rendimiento y calidad del maíz como forraje

Roth et al., (1970) consideran que existe variabilidad genética factible de explotarse en los caracteres, peso total de la planta, relación mazorca–follaje, digestibilidad de materia seca in vitro, proteína cruda, constituyentes de la pared celular, fibra y lignina; estos caracteres son los más importantes para determinar la calidad de forraje de maíz.

Rodríguez, (1985) concluye que los caracteres agronómicos mas estrechamente relacionados con el rendimiento de maíz fueron; altura de la planta, altura de la mazorca, número de hojas. En menor escala días de floración masculina y días de

floración femenina. Rodríguez, (2000) considera que la altura de la planta de maíz influye en la producción de materia seca, también afirma que el tamaño de la mazorca esta dado por el número de hilera por mazorca y el número de granos por hilera.

Van Soest, (1998) señala que las hojas contienen la mayor parte de las proteínas y partes más digeribles. También afirma que las prácticas de cosecha causan grandes perdidas de hojas, estando estrechamente relacionadas con la madurez de la planta, además dice que el valor nutritivo de los granos en maíz se centra en el contenido del mismo.

Reta *et al.*, (2001) concluye que es imposible incrementar el rendimiento de forraje seco en maíz forrajero sin disminuir la calidad del forraje realizando algunos cambios en el sistema de producción tradicional, dirigidos a incrementar la eficiencia en el aprovechamiento de la energía solar y los insumos aplicados al cultivo.

Digestibilidad de la materia seca (D. M. S) y materia orgánica (D. M. O) del ensilaje de maíz

El ensilaje de maíz, la digestibilidad de la materia seca está influenciada por el contenido de la misma, y la longitud del corte de la planta; investigaciones hechas por Jorgensen y Crowley (1976) demostraron que el óptimo de la digestibilidad se encuentra cuando el ensilaje tiene el 34.3 % de materia seca y con una longitud de corte de 63 cm., (Mc Dowell, 1975; Van Soest, 1967).

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 %.

Church y Pond, (1982) reportan en maíz ensilado con menos del 30 % de materia seca, presenta una digestibilidad del 70 %. Morrison, (1965) analizando un ensilaje de maíz de variedad tardía, reporta una digestibilidad de la materia seca de 75 %.

Por otra parte Cruz, (1989). Analizando diferentes variedades de ensilaje de maíz, reportó una digestibilidad *in vitro* de la materia seca de 58.71 % y una digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica de 60.60 %.

III.- MATERIALES Y METODOS

El cultivo de maíz, se realizó en el poblado de Villa Hidalgo, municipio de Santiago Ixcuintla; que se localiza en la zona norte del estado de Nayarit dentro de las coordenadas 21° 37'' al 22° 16'' de latitud norte y 104° 53'' al 105° 39'' longitud oeste a

una altura de 10 msnm, con una precipitación pluvial de 1430.6 mm. El clima es calido seco, con una temperatura media anual de 26° C (CNDM, 1999).

Área de siembra

Se utilizaron parcelas de 100 x 8 m., considerando una área total de 800 m. (62,500 plantas /hectárea). La fecha de siembra se efectuó el 19 de diciembre del 2003 y la toma de datos fue el 28 de Marzo del 2004. La cosecha se realizo cuando la planta tenía 100 días de edad, cuando el grano de maíz se encontraba en estado lechoso-masoso (Castillo, 2005).

A todas las parcelas se les aplicó fertilizante, siendo un total de 3 dosis que consistió de la siguiente manera; la primera 32-46-40 y 22-22 de Sulfato doble de Potasio + Magnesio (formula DAP) y las otras 2 con Urea al suelo y finalmente foliar (200 kg. N). Se aplicaron agroquímicos para controlar insectos, malezas y enfermedades. También, se aplicaron 5 riegos de agua (1° presiembra, 2° auxilio, 3° al 5° hasta cosecha cada 20 días) y se realizaron las labores de cultivo necesarios (Castillo, 2005).

Material a evaluar

Se escogieron al azar un promedio de 20 plantas de cada hibrido y de la variedad experimental de maíz forrajero a evaluar. Esta practica (corte) se realizo con machete a una altura de 15 cm. de la base (Castillo, 2005).

Material genético evaluado

El presente estudio se realizó principalmente en el laboratorio donde se llevó a cabo lo siguiente;

- La determinación de la digestibilidad *in vitro* de materia seca (D.M.S) y materia orgánica (D.M.O) del maíz forrajero.

Cuadro 1. Material genético utilizado en la investigación (Castillo, 2005).

| Cuatro Genotipos de maíz | Peso promedio de la planta (Kg.) |
|--------------------------|----------------------------------|
| 1.- AN-338 (Híbrido) | 1.692 |
| 2.- AN-447 (Híbrido) | 1.617 |
| 3.- P30G54 (Híbrido)* | 0.895 |
| 4.- Forrajero Amarillo** | 1.514 |

* Comercial

** Variedad en Experimentación

La preparación del (micro) ensilaje. Se utilizó 36 frascos de vidrio transparente con tapa de lámina de cierre con rosca con capacidad aproximado de 1 Kg. de material ha ensilar. La planta entera se partió en trozos de 1 cm. y se introdujo en los frascos. Muestra del tratamiento testigo (sin melaza), 5 % de melaza y 10 % de melaza de los 4 híbridos de maíz forrajero, se prepararon de manera independiente, mezclado cada uno y se procedió a introducir y compactar en cada frasco que se cerro herméticamente por 35 días. Al completar los 35 días, se procedió a determinar el pH al material ensilado utilizando el potenciómetro, Corning pH meter 3D.

Fase de laboratorio

Una vez obtenido las muestras (ya molidas) se procedió a su análisis:

El análisis se realizó en el laboratorio de Nutrición Animal en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado en Buenavista, Municipio de 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, y una temperatura media anual de 18.18° C. El clima esta clasificado como seco ó árido (Mendoza, 1983).

En esta etapa comprende la determinación de la digestibilidad de los materiales en evaluación con 3 repeticiones de cada muestra de forraje.

Material utilizado

| | | |
|----------------------|--------|--------------|
| Na HCO ₃ | 9.8 g | |
| Agua destilada a 40° | 100 ml | |
| Na CL | 4.7 g | (solución 2) |
| KCL | 5.7 g | |
| Ca Cl ₂ | 0.4 g | |
| Mg Cl | 0.6 g | |
| Agua destilada | 100 ml | |

Procedimiento experimental

En el presente estudio se utilizó el método de Tilley y Terry, (1963), para determinar la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (MS) y materia orgánica (MO).

El líquido ruminal se obtuvo de un animal fistulado de un peso aproximado de 800 Kg.; el cual fue preparado y recibió dieta a base de forraje.

La muestra de forraje se sometió a una fermentación anaerobia con líquido ruminal, saliva artificial y posteriormente a una digestión con pepsina ácida.

El material se evaluó en dos fracciones que fueron: Digestibilidad *in vitro* de la Materia Seca y Materia Orgánica. Para determinar la Materia Seca, se hicieron tres repeticiones por cada material a evaluar, y de igual forma para la Materia Orgánica, considerando a cada una como unidad experimental.

Se utilizaron cuatro tubos que sirvieron de blancos (el blanco se procesó exactamente igual excepto que no lleva muestra)

Cálculos

Harris, et al., (1968)

A.- Peso secado al aire de la muestra = 0.5 g

B.- % materia seca total (MST)

C.- % materia orgánica (MO), muestra base seca

D.- Peso crisol vacío o peso del papel

E.- Peso del crisol + residuo o papel + residuo

F.- Peso crisol + cenizas

G.- % M.S. inicial $A \times B / 100$

H.- Materia seca residuos de la muestra E – D g

I.- Materia seca residual del blanco x de los 3 tubos E – D g

Digestibilidad *in vitro* de la materia seca % (MS)

$$G - (H - I) \times 100 / G$$

J.- Materia seca inicial g

$$G (C) / 100$$

K.- M.O. residual de la muestra E – F g

L.- M.O. residual del blanco. Media de los tres tubos E – F g

Digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica % (MO)

$$J - (K - L) \times 100 / J$$

% M. O.

% M. O base seca = % M.S.T – ceniza base seca

Análisis estadístico

Se utilizó un análisis de varianza para los 4 genotipos de maíz, bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial (4 x 3). 4 forrajes diferentes; 3 para nivel

de melaza. Para la comparación de medias se aplicó regresión lineal y así obtener una ecuación de tendencia a respuesta (Steel y Torrie, 1980)

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta apartado se presentan los resultados obtenidos de las variables evaluadas:

- Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (D.I.V.M.S).
- Digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (D.I.V.M.O).

Análisis de laboratorio

Se realizó el cálculo de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca y la materia orgánica de los 4 genotipos en evaluación; AN-388, AN-447, P30G54 de la compañía Pioneer y la variedad experimental Forrajera (con sus tres niveles de melaza)

La finalidad es determinar si existe diferencia de digestibilidad entre los 4 genotipos de maíz forrajero y con los diferentes niveles de melaza; y para brindar una mayor confiabilidad en los resultados obtenidos en el laboratorio, se analizaron tres muestras para cada nivel de melaza y se obtuvo una media mediante las cuales fueron evaluadas.

En el (cuadro 2) se muestra el análisis de la digestibilidad in vitro de la materia seca (D.I.V.M.S) donde se observa que las fuentes de variación del: factor A (forraje) no presenta significancia; mientras que el factor B (melaza) es significativo ($P \leq 0.05$) y la interacción A x B no muestra diferencia significativa.

Cuadro 2. Tabla de datos de la Digestibilidad in vitro de la materia seca y materia orgánica de los 4 genotipos de maíz y sus resultados.

| | | AN 388 | | | AN 447 | | | P30G54 | | | FORRAJERO | | | EE | F | M | FM |
|----------|------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|-----------|-------|-------|------|----|---|----|
| | N. M | 0% | 5% | 10% | 0% | 5% | 10% | 0% | 5% | 10% | 0% | 5% | 10% | | | | |
| DIG. M.S | | 61.98 | 66.64 | 68.48 | 62.11 | 65.23 | 68.34 | 63.52 | 67.34 | 69.19 | 64.80 | 69.20 | 69.98 | 2.87 | NS | * | NS |
| DIG.M. O | | 47.3 | 51.89 | 54.41 | 48.47 | 51.6 | 55 | 52.45 | 55.40 | 57.50 | 51.82 | 56.83 | 57.5 | 3.59 | * | * | NS |

Cuadro 3. Las medias con los tres niveles de melaza y la media general para los 4 genotipos de maíz.

| FORRAJE | D.I.V.M.S (%) | D.I.V.M.O (%) |
|---------|---------------|---------------|
| | | |

| | | |
|----------------------|--------------|--------------|
| AN- 338 | 65.7 | 51.2 |
| AN-447 | 65.23 | 51.69 |
| P 30G54 | 66.68 | 55.12 |
| FORRAJERO AMARILLO | 67.99 | 55.38 |
| MEDIA GENERAL | 66.40 | 53.35 |

Por lo tanto al realizar una comparación de medias por regresión lineal simple encontramos una ecuación de respuesta para la digestibilidad *in vitro* de la materia seca para cada uno de los 4 genotipos de maíz (Figura 1, 2, 3, 4).

En este caso para AN-388 (Figura 1) se encontró una ecuación de tendencia a respuesta $Y = 62.4595 + 0.64898x$, con una $R^2 = 0.9409$; esto nos indica que conforme aumenta el contenido de melaza en el ensilaje de maíz forrajero, la digestibilidad de la materia seca aumenta ($0 \leq x \leq 10$)

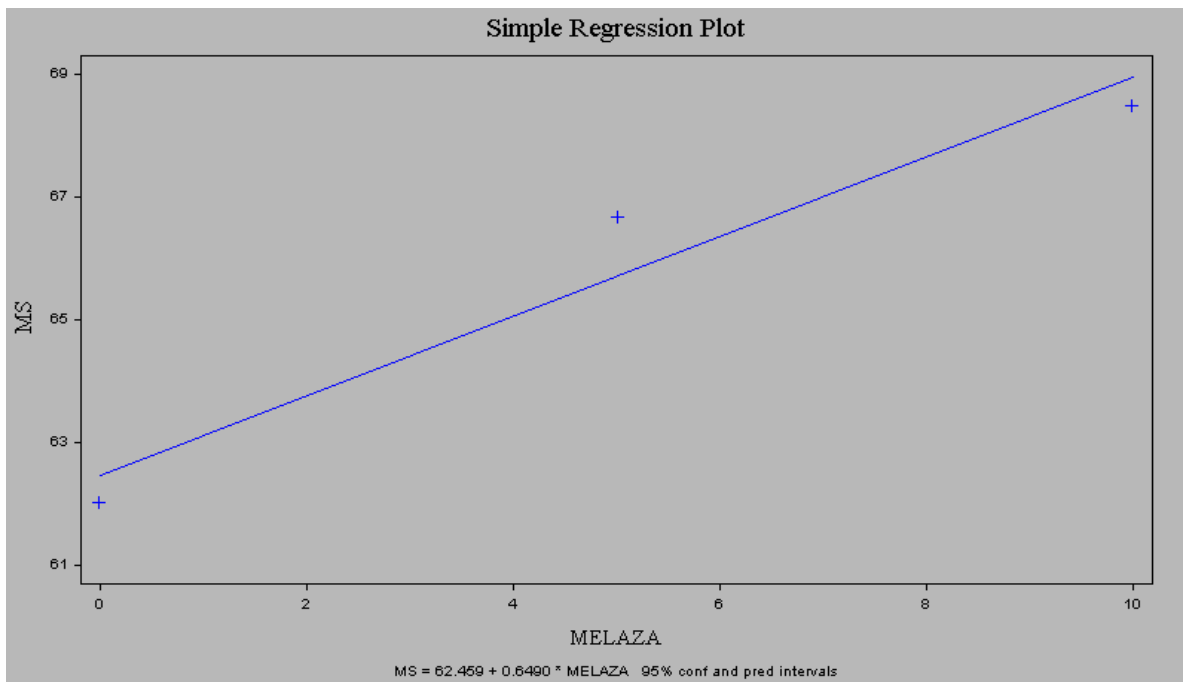


Figura 1 Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (D.I.V.M.S) del híbrido AN-388 con tres niveles de melaza.

Para AN-447 (Figura 2) se encontró una ecuación de tendencia a respuesta $Y = 62.1117 + 0.62300x$, con una $R^2 = 1$, para la digestibilidad de la materia seca ($0 \leq x \leq 10$). El nivel de melaza ($0 \geq x \leq 10$) mejora la digestibilidad del ensilado.

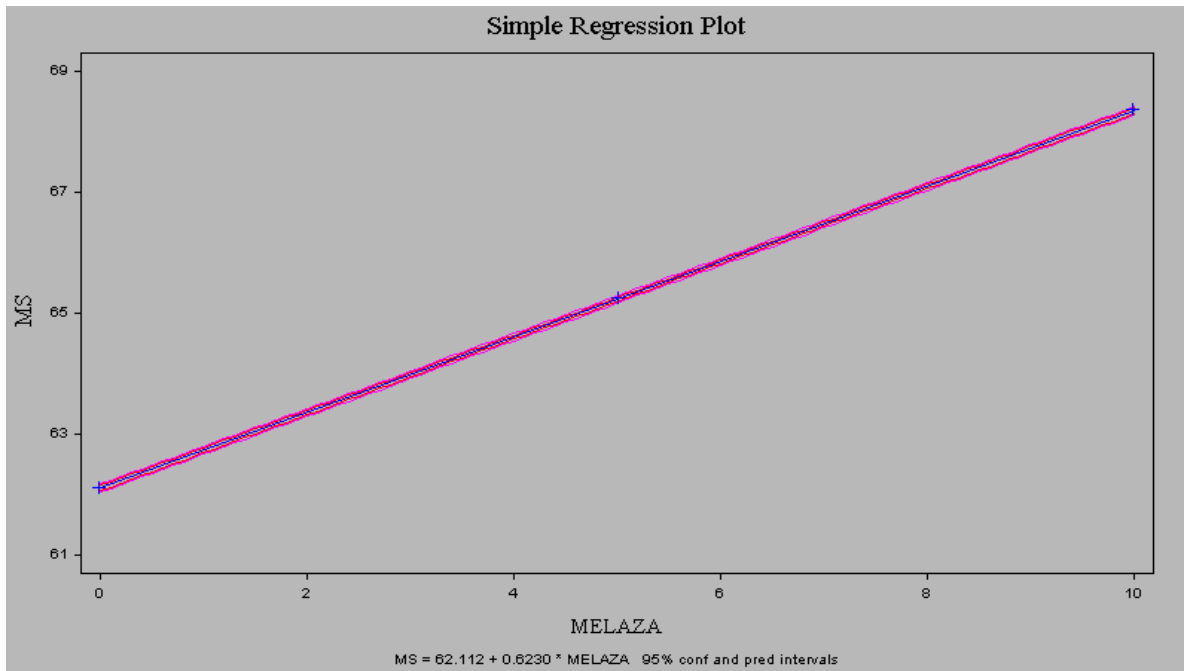


Figura 2. Digestibilidad *in vitro* de la material seca (D.I.V.M.S) del híbrido AN-447 con tres niveles de melaza.

En el P30G54 (Figura 3) se encontró una ecuación de tendencia a respuesta $Y = 63.8483 + 0.56700x$, con una $R^2 = 0.961$, de digestibilidad de materia seca ($0 \leq x \leq 10$). De igual manera que los otros ensilajes el nivel de melaza incrementa en coeficientes de digestibilidad.

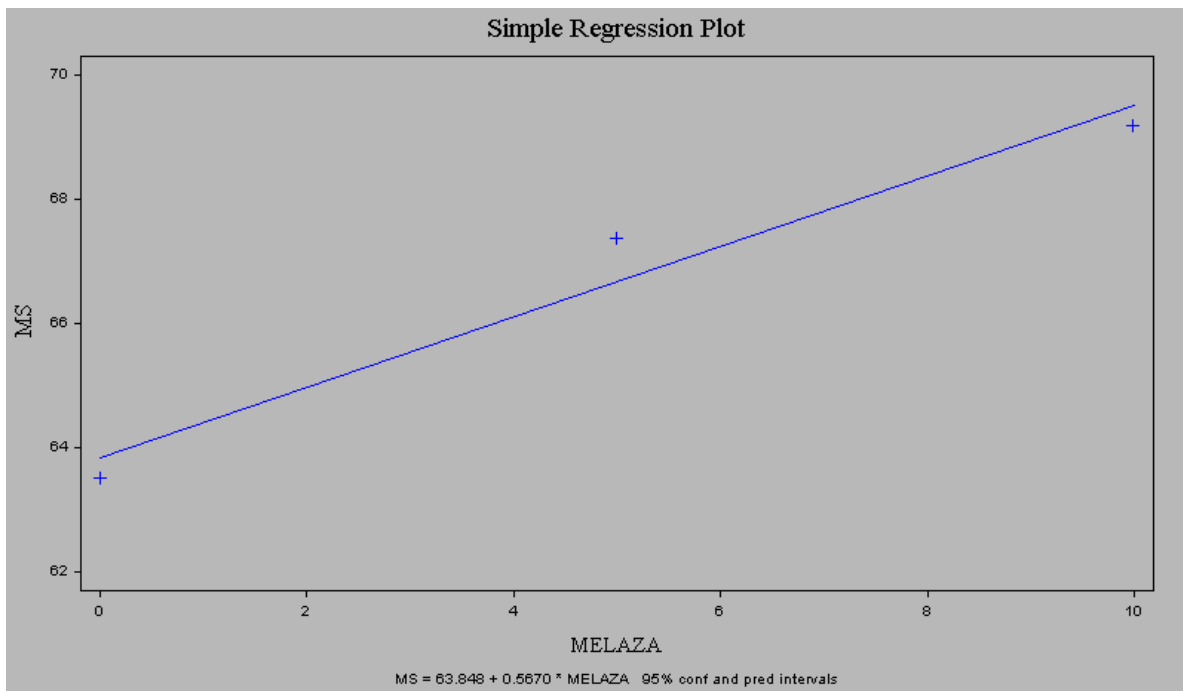


Figura 3. Digestibilidad *in vitro* de la material seca (D.I.V.M.S) del híbrido P30G54 (comercial) con tres niveles de melaza.

Para la variedad experimental forrajera (Figura 4) mostró una ecuación de tendencia a respuesta $Y = 65.4033 + 0.51800x$, dando una $R^2 = 0.8600$, para la digestibilidad de la materia seca ($0 \leq x \leq 10$).

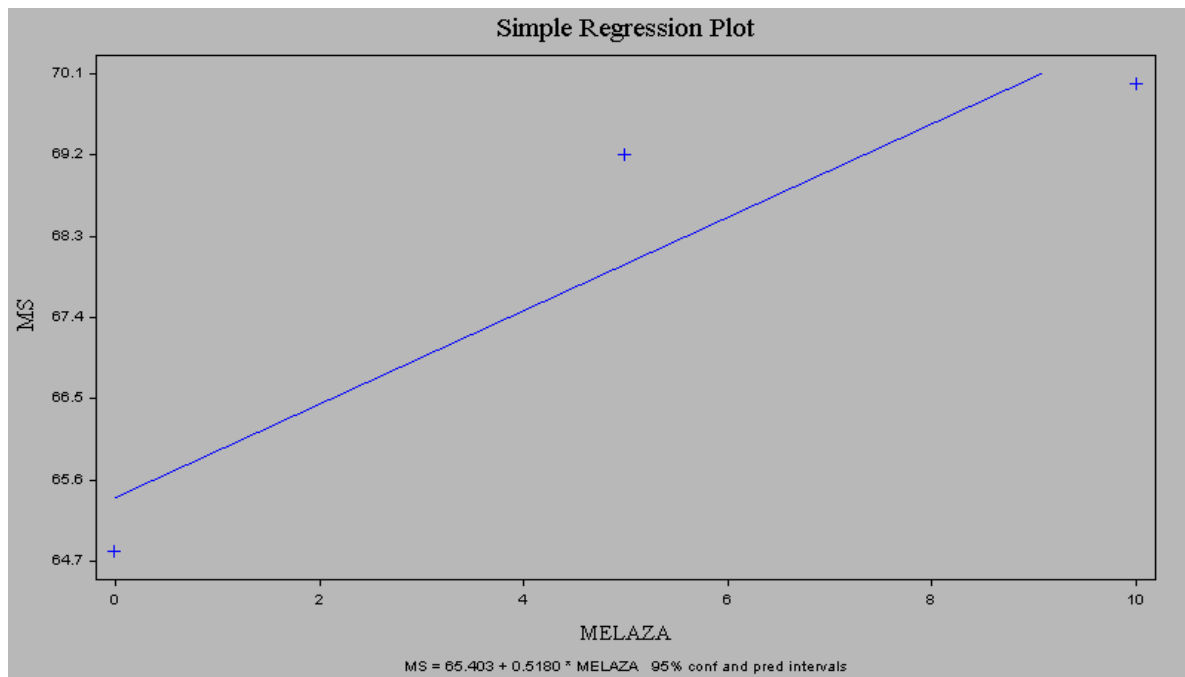


Figura 4. Digestibilidad *in vitro* de la material seca de la variedad experimental forrajera con sus tres niveles de melaza.

Esto indica que con la incorporación de melaza en el ensilaje de maíz, muestra un efecto positivo al tener un mejor digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

Mientras tanto la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (cuadro 2), se observa que las fuentes de variación: para el factor A (forraje) y el factor B (melaza) son altamente significativos ($P \leq 0.05$) y para la interacción A x B no presentaron significancia.

Al realizar una comparación de medias por regresión lineal simple se encuentra una ecuación de respuesta para la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica para cada uno de los 4 genotipos de maíz evaluados (Figura 5, 6, 7, 8).

Para AN-388 (Figura 5) se encuentra una ecuación de respuesta de $Y = 47.6450 + 0.71100x$ con una $R^2 = 0.9725$, lo que indica que conforme aumenta el contenido de melaza en el ensilaje de maíz forrajero de digestibilidad de la materia orgánica se aumenta ($0 \leq x \leq 10$).

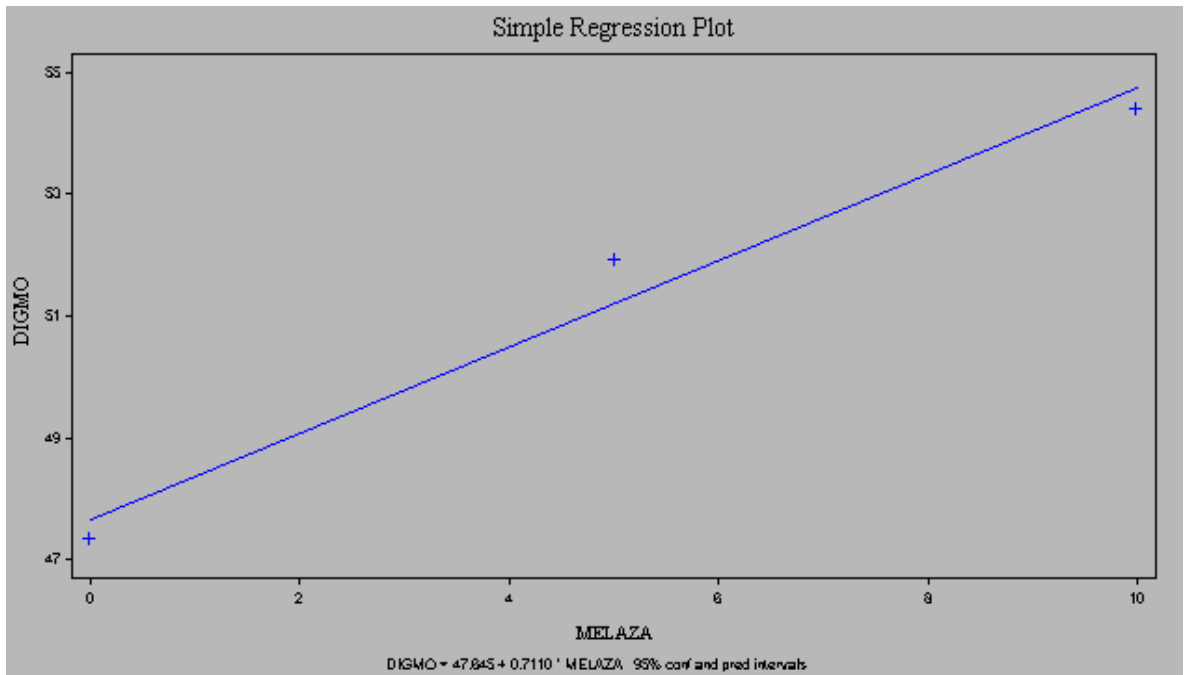


Figura 5. Digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (D.I.V.M.O) del híbrido AN-388 con tres niveles de melaza.

Respecto al AN-447 (figura 6) se encontró una ecuación de respuesta de $Y = 48.4250 + 0.65300x$, presentando una $R^2 = 0.9994$, del ($0 \leq x \leq 10$).

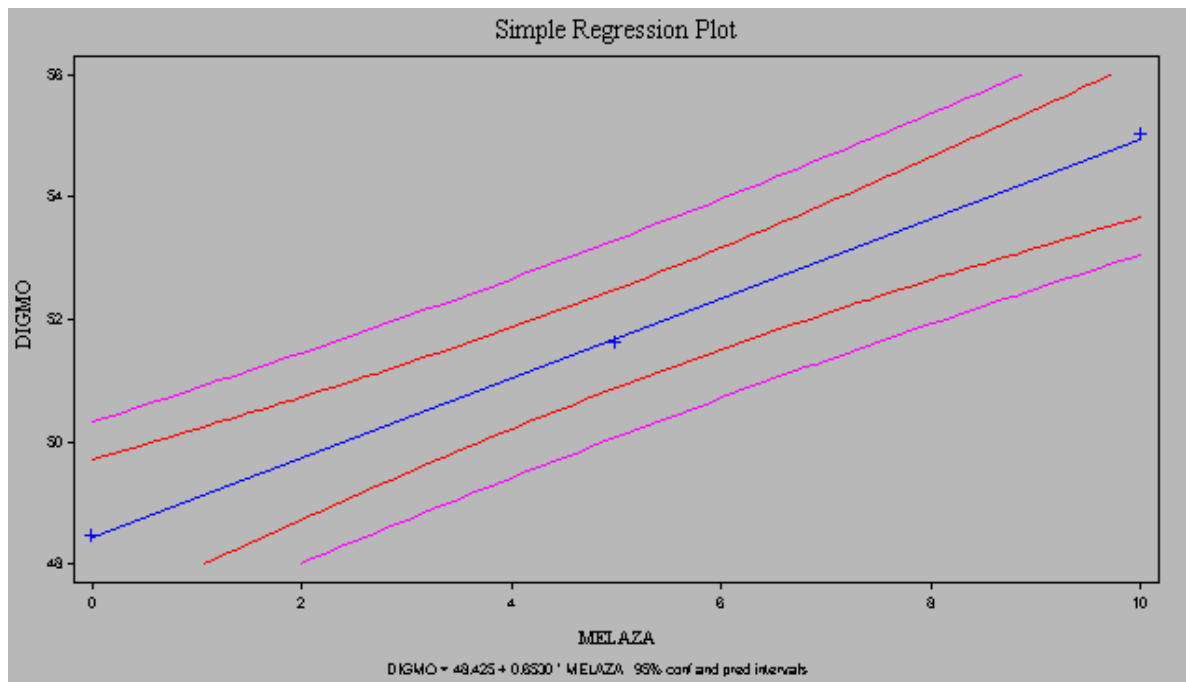


Figura 6. Digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (D.I.V.M.O) del híbrido AN-447 con tres niveles de melaza.

Con el P30G54 (figura 7) se obtuvo una ecuación de respuesta de $Y = 52.5917 + 0.505000x$, con una $R^2 = 0.9906$, de $(0 \leq x \leq 10)$.

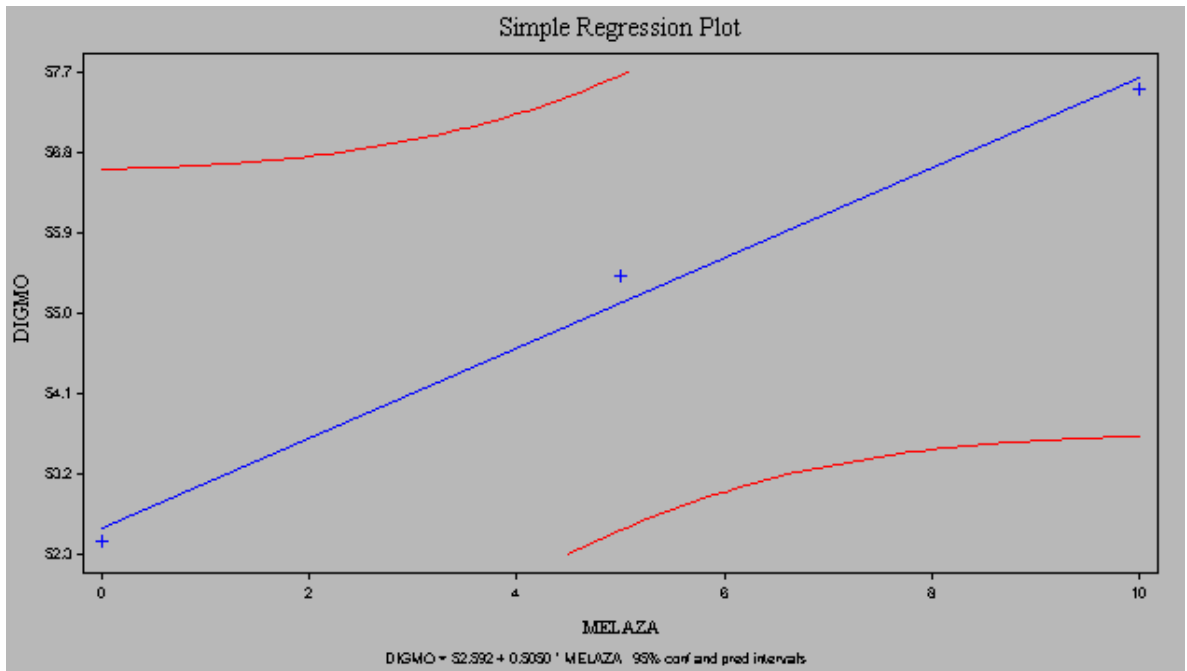


Figura 7. Digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (D.I.V.M.O) del híbrido P30G54 (comercial) con tres niveles de melaza.

Para la variedad experimental forrajera (figura 8) presentó una ecuación de respuesta

de $Y = 52.5433 + 0.56800x$, con una $R^2 = 0.8371$ con $(0 \leq x \leq 10)$.

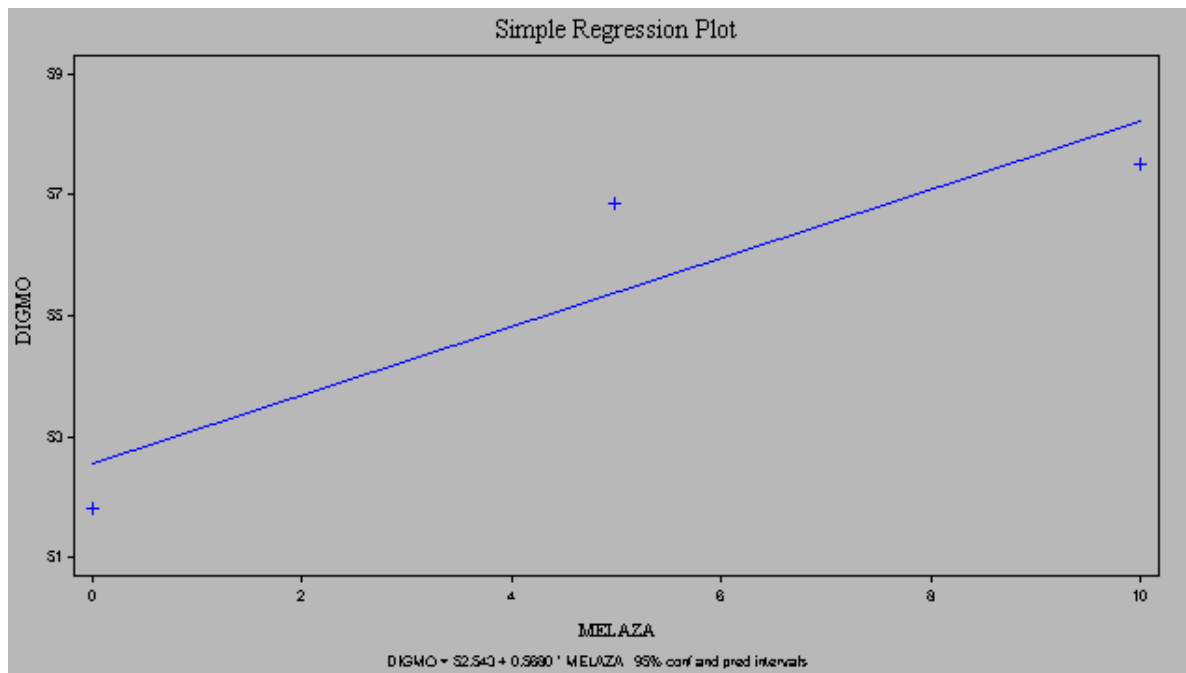


Figura 8. Digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (D.I.V.M.O) de la variedad experimental con tres niveles de melaza.

Esto quiere decir que conforme aumenta el contenido de melaza en el ensilaje de maíz , la materia orgánica será mejor digerida por el animal.

La presentación de resultados y discusión de las variables evaluadas se realizaron en dos partes:

- 1) Digestibilidad *in vitro* de la materia seca
- 2) Digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica

1) Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (D.I.V.M.S)

De acuerdo a los resultados obtenidos para esta variable, no fue estadísticamente significativo para los 4 genotipos de maíz forrajero, por lo tanto no se realiza ninguna discusión para la digestibilidad *in vitro* de la materia seca. Mientras tanto investigadores trabajando con ensilaje de maíz forrajero han obtenido diferentes resultados para la materia seca;

Romero *et al.*, (2000) determinaron la calidad de la planta de sorgo para silaje varió entre genotipos y momento de corte del cultivo, encontrando para todos los genotipos analizados y diferentes fechas de corte, ensilajes con un promedio de $(60.8 \pm 2.9 \%)$.

Urrutia (1980) encontró que la digestibilidad *in vitro* de la materia seca fue de 59.95 % para ensilaje de maíz, lo cual es inferior a los resultados encontrados en esta investigación.

Cruz (1989) encontró un valor de 58.71% de digestibilidad *in vitro* de materia seca, esto es bajo en relación con lo obtenido en los 4 genotipos de maíz en la investigación. Por otro lado, Gómez (1989) reportó una digestibilidad *in vitro* para materia seca de 56.14 % trabajando con ensilaje de maíz.

Guaita y Fernández, (2005) realizando una investigación en la calidad nutricional de los silajes de la planta entera de maíz y de sorgo analizado en Balcarce (Argentina) encontraron una digestibilidad de materia seca de 61.4 % para maíz y 52.4 para el sorgo, resultado que fue un poco bajo a lo obtenido en esta investigación con 66.40 % de digestibilidad de materia seca, probablemente esta diferencia se deba a que las

condiciones edafoclimáticas en Argentina no son las óptimas para el cultivo de maíz, en relación a nuestro país.

Cobos *et al.*, (1997) trabajando con estiércol de bovino con melaza o subproductos de galletería y panadería para borregos obtuvieron una digestibilidad *in vivo* para materia seca de 66.41 %, resultado que es similar a lo encontrado en esta investigación.

Esto indica que con la incorporación de melaza en el ensilaje de maíz, muestra un efecto positivo al tener un mejor digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

2) Digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (D.I.V.M.O)

Con los resultados obtenidos a esta variable, se encontró que estadísticamente no es significativo para la materia orgánica de los 4 genotipos de maíz forrajero, es por eso que no se realiza ninguna discusión para la digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

Investigadores trabajando con ensilaje de maíz forrajero han encontrado los siguientes resultados:

En una investigación Gross (1969) analizando el coeficiente de digestibilidad de la materia orgánica de maíz forrajero con grano en cerdo, encontró que fresco era de 88% y ensilado de 87%, mientras que desecado se reducía aun 85%.

Mientras tanto Gómez (1989) reporto valores de 58.06% de materia orgánica para el maíz ensilado.

Urrutia (1980) señalo que la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica fue de 58.57% para el ensilaje de maíz, lo cual es superior a los valores obtenidos en los genotipos evaluados.

Galván (1994) reporto valores de digestibilidad *in vitro* para materia orgánica de 50.32%, resultado que esta por debajo a lo obtenido en esta evaluación.

V.- CONCLUSIONES

De acuerdo a las hipótesis inicialmente planteados y los resultados obtenidos en la investigación, en donde se somete a evaluación en cuanto a la digestibilidad *in vitro* de la materia seca y materia orgánica de los 4 genotipos de maíz (Dos híbridos y una variedad forrajera experimental del IMM y un híbrido comercial de la compañía

Pioneer) ensilado, considerando sus tres niveles de melaza (0 %, 5 %, 10 %), se llegó a las conclusiones siguientes:

- La digestibilidad de la materia seca del ensilaje de los cuatro híbridos de maíz estudiado no fue diferente.
- La adición de melaza mejora el coeficiente de digestibilidad de la materia seca de los híbridos estudiados.
- La digestibilidad de la materia orgánica del ensilaje de los cuatro híbridos estudiados fue diferente y mejor en el P30G54 (Pioneer) y forrajero experimental con un promedio de 55.25 %.
- El utilizar melaza (0, 5, 10 %) como aditivo al maíz forrajero mejoró la digestibilidad de la materia orgánica.

VI.- RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el ensilaje de 4 genotipos de maíz forrajero; dos híbridos y una variedad forrajera experimental del IMM y un híbrido comercial de la compañía Pioneer adicionados con diferentes niveles de melaza, por medio de digestibilidad in vitro de la materia seca y materia orgánica.

El análisis fue realizado en el laboratorio de Nutrición Animal de la U. A. A. N., para llevar a cabo el objetivo ya mencionados, se utilizó el método de (Tilley y Terry, 1968), para determinar la digestibilidad in vitro de los 4 genotipos de maíz forrajero.

El líquido ruminal se obtuvo de un novillo fistulado, el cual fue preparado y recibió una dieta a base de forraje. La muestra de forraje se somete a una fermentación anaerobia con líquido ruminal obtenido, saliva artificial y posteriormente a una digestión con pepsina ácida.

Se utilizó un análisis de varianza para los 4 genotipos de maíz, bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial (4 x 3); 4 diferentes; 3 para el nivel de melaza.

Para la comparación de medias se aplicó regresión lineal y así obtener una ecuación de tendencia a respuesta (Steel y Terry, 1980).

Primeramente se obtuvo la digestibilidad in vitro de la materia seca de los 4 genotipos de maíz forrajero con los tres niveles de melaza (0, 5, 10 %).

En cuanto a la evaluación de esta variable, el resultado obtenido estadísticamente no fue significativo para la materia seca.

Y al igual que la variable anterior se determinó la digestibilidad in vitro de la materia orgánica, resultado que estadísticamente no fue significativo, por lo tanto no se realiza ninguna discusión para ambas variables.

De acuerdo a las hipótesis inicialmente planteados y los resultados obtenidos en al investigación, considerando sus tres niveles de melaza, se llevo a las siguientes conclusiones;

La digestibilidad de la materia seca del ensilaje de los cuatro genotipos de maíz no fue diferente y con la adición de melaza, mejora el coeficiente de digestibilidad.

Y para la materia orgánica fue diferente y mejor en el P30G54 (Pioneer) y forrajero experimental, con un promedio de 55.25 %. Al utilizar la melaza como aditivo al maíz mejora la digestibilidad de la materia orgánica.

VII.- LITERATURA CITADA

Abrams, J. T., Davidson, J., Woodham A. A., Duncan, D. L., Raymond, W. F., Levis, D., Bringe, P. S., Spratling, F. R. 1968. Avances de la Nutrición Animal. Edit. Acriba Zaragoza España. pp. 102-104.

Barnett, A. J. G. 1957. Fermentación del ensilado. Ed. Aguilar Madrid España. p. 7.

Besse, J. 1977. Alimentación del ganado 2a. Ed. Edit. Mundi prensa. Madrid, España. pp. 42-43.

- 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.
- Cantú, B. J. E.** 1984. Apuntes de bromatología. Primera Edición. U.A.A.A.N, Coahuila
- Centro Nacional de Desarrollo Municipal (CNDM).** 1999. Enciclopedia de los municipios de México. Santiago Ixcuintla. Nayarit. Gobierno del Estado de Nayarit, México.
- Cobos, P. M.,** González, S. M., Mendoza, G. D. .M., García, C. B. and Bárcena, R. G. 1997. Nutritional evaluation of cattle manure molasses and corn stover silage for lambs. Small Ruminant Research. pp. 25-33-38.
- 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.
- Church, D. C. W. G. Pond.** 1982. Basic Animal Nutrition and feeding. 2a. Ed. John W. S. p. 35.
- Crampton, W y Harris L. E.** 1968. Applied animal nutrition. Second edition. Editorial W. H. Freeman and Company. pp. 72-76.
- Cruz, C. A.** 1989. Análisis Químico y Digestibilidad *in vitro* de 16 variedades de maíz (*Zea mays* L.). Cultivado para forraje y ensilado. Tesis. Ingeniería UAAAN. México. p. 60.
- Daynard, T. B and Hunter, R. B.** 1975. Relationships among whole-plant moisture, grain moisture, dry matter yield and quality of whole-plant corn silage. Can J. plant Sci. 55: 77-81.

- De León, M., Jiménez, R. y Brunetti, M. A.** 2004. Consumo y ganancia de peso de novillos alimentados con dietas basadas en silajes de sorgo y maíz. *Rev. Arg. Prod. Anim.* pp 16-17.
- Fairey, N. A.** 1982. Influence of population density and hybrid maturity on productivity and quality of forrage maize. *Can. J. Plant Sci.* 62; 427-434.
- Flores, M. J. A.** 1986. *Bromatología animal.* Editorial LIMUSA. México.
- 1983. *Bromatología animal.* Editorial LIMUSA. México. pp. 382-383.
- 1980. *Bromatología animal.* Editorial LIMUSA. México. p. 320.
- Galván, R. J. A.** 1994. Digestibilidad in vitro de materia seca y materia orgánica de 25 Híbridos de maíz (*Zea mays L.*) Tesis de Lic. U.A.A.A.N. Saltillo, Coahuila. p. 49.
- Gómez, L. A.** 1989. Evaluación de 17 variedades de maíz (*Zea mays L.*) Ensilado, mediante análisis proximal y digestibilidad in vitro. Tesis de Lic. U.A.A.A.N. Saltillo, Coahuila. p. 44.
- Guaita, M. S. y Fernández, H. H.** 2005. Tablas de composición química de alimentos para rumiantes. Publicación Regional INTA. p. 60.
- Gross, F.** 1969. *Silos y Ensilados.* Trad. del Alemán por Dr. Jaime Esain. Edit. Acribia. España. pp. 63-66.
- Hadgson, R. E. y Reed, O. E.** 1964. *La industria lechera en América.* 3a. Ed. Edit. Pax. México. pp.155.
- Harris, L. E., Asplund, J. M. y Crampton, E. W.** (1968). An international feed nomenclature and methods for summarizing and using feed data to calculate diets. *Bulletin 479. Agricultural experimental station.* pp. 26-28.

- Jorgensen, N. A y Crowley, J. M.** 1976. Ensilaje de maíz para el ganado. Edit. Hemisferio Sur.
- New Zealand Farmer.** 1978. The manual para la conservación de forraje. Edit. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay.
- Methods, A.** 1947. Diccionario de Agricultura, Zootecnia y Veterinaria. Tomo I. 2a. Ed. España, Salvat.
- Mendoza, H. J. M.** 1983. Diagnóstico climatológico para la zona de influencia inmediata de la U.A.A.A.N. Departamento de Agro-Meteorología, U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. pp. 1-5.
- Morrison, F. B.** 1956. Compendio de alimentación del ganado. Edit. Hispano Americana. de México, D. F. p. 223.
- Morrison, F. B.** 1965. Alimentos y Alimentación del Ganado. Trad. de J.L de la Loma Edit. U.T.E.H.A. México.
- Mc Donald, R. A. Edwards, J. F. D. Greenhalgh.** (1969). Nutrición Animal. Edit. Acriba. Zaragoza España. p. 136.
- Mc Dowell, R. E.** 1974. Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales. Edit. Acribia. Zaragoza, España. p. 502.
- Peñagarano, J. A., Arias W. y Llanea, N. J.** 1975. Ensilaje manejo y utilización de las reservas forrajeras. Edit. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. p. 44.
- Reta, S. D., Carrillo, A. J. J., Gaytan, M. A y Cueto, W. J. A.** 2001. Sistemas de producción para incrementar la productividad y sustentabilidad del maíz en la Comarca Lagunera. SAGAR. INIFAP. Torreón, Coahuila.
- Risse, J.** 1970. La alimentación del ganado. Edit. Blume. Barcelona, España.. p. 42.

- Rodríguez, H. S.** 2000. Caracteres de Importancia para el Fitomejoramiento del Maíz para Ensilaje. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética. Irapuato Gto. p. 6.
- Rodríguez, H. S. A.** 1985. Estimación de parámetros genéticos de caracteres relacionados con la producción de forraje de maíz (*Zea mays* L.). Tesis de Maestría. U.A.A.A.N. Saltillo, Coahuila.
- Romero, L. A., Bruno, O. A., Comerón, E. A. y Gaggiotti.** 2000. Producción y calidad de distintos sorgos forrajeros para silaje. INTAEEA Rafaela. Publicación curso internacional de producción lechera. Tomo 1. p. 4.
- Roth, L. S., Marten, G. C., Campton, W. A and Stuthman, D. D.** 1970. Genetic variation of quality traits in maize (*Zea mays* L.) forage. *Crop Sci.* 10 (4), 365-367.
- Rutger, J. N and Crowder, L. U.** 1967. Effect of population and Row Width on corn silaje yield. *Agron. J.* 59: 475-476.
- Schneider. B. H. y Flatt. W. P.** 1975. The Evaluation of feeds through Digestibility Experiments. The University of Georgia press Athens.
- Steel, R. G. D. and Torrie, J. H** (1980). Principles and procedures of statistics: A biometrical approach (2nd Ed.) McGraw-Hill publishing Co., New York.
- Struik, P. C., Einum, B. D., Hoefsloot, J. M. P.** 1986. Efects of temperature during different stages of development on growth and digestibility of forraje maize. *Netherlands J. of Agric.* pp. 405-420.
- Son'Ko, M. P, Bakau, A. F., Telyathikoy, N.** 1986. Increasing the quality of feeds. *Zhivotnovodstvo.* pp. 46-47.
- Torralba, E. J.** 1999. 2° Taller Nacional de Especialidades de Maíz. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 253.

- Tilley, J. M. and Terry, R. A. (1963).** A 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.
- Villalobos, J. V. 1992.** La importancia Forrajera del Maíz. Presentada en el III Simposio Nacional sobre Maíz en Guadalajara, Jalisco. UAAAN. Buenavista, Saltillo México. pp. 25-30.
- Van Soest., and Wire, R.H. 1967.** Use of detergents in the analysis of fibrous feeds in determination of plant. Cell. Wall constituents. *J. Ass. Off agric. Chem. So* (1).
- Van Soest. 1998.** Calidad de forraje de maíz y Alfalfa 4° Ciclo de conferencia sobre Nutrición y Manejo. Torreón Coahuila. pp. 67-69.
- Watson, S. J. y Smith, A. M. 1984.** El ensilaje. 9a. Ed. Edit. C. E. C. S.A. pp. 48-49.

APENDICE

Regresión lineal simple de la digestibilidad de la material seca de los 4 genotipos de maíz forrajero.

Cuadro 4.- Regresión lineal simple de la digestibilidad del híbrido AN-388

| VARIABLES | COEFICIENTE | ERROR STD | STUDENT'S T | P | |
|------------------------|-------------|-------------------------|-------------|---------|--------|
| CONSTANTE | 62.4595 | 1.04976 | 59.50 | 0.0107 | |
| MELAZA | 0.64898 | 0.16263 | 3.99 | 0.1563 | |
| R-CUADRA | 0.9409 | CUADRADO MEDIO RESIDUAL | | 1.32239 | |
| R ² -AJUSTA | 0.8818 | DESVIACION STANDAR | | 1.14995 | |
| FUENTE | DF | SS | MS | F | P |
| REGRESSION | 1 | 21.0588 | 21.0588 | 15.92 | 0.1563 |
| RESIDUAL | 1 | 1.32239 | 1.32239 | | |
| TOTAL | 2 | 22.3811 | | | |

Cuadro 5.- Regresión lineal simple de la digestibilidad del híbrido AN-447

| VARIABLES | COEFICIENTE | ERROR STD | STUDENT'S T | P |
|-----------|-------------|-----------|-------------|--------|
| CONSTANTE | 62.1117 | 0.00373 | 16666.31 | 0.0000 |
| MELAZA | 0.62300 | 5.774E-04 | 1079.07 | 0.0006 |

| | | | |
|--------------------------|---|-------------------------|-----------|
| R-CUADRADA | 1 | CUADRADO MEDIO RESIDUAL | 1.667E-05 |
| R ² -AJUSTADA | 1 | DESVIACION STANDAR | 0.00408 |

| FUENTE | DF | SS | MS | F | P |
|-----------|----|-----------|-----------|----------|--------|
| REGRESION | 1 | 19.4065 | 19.406511 | 64387.00 | 0.0006 |
| RESIDUAL | 1 | 1.667E-05 | 1.667E-05 | | |
| TOTAL | 2 | 19.4065 | | | |

Cuadro 6.-Regresión lineal simple de la digestibilidad del P30G54 (comercial)

| VARIABLES | COEFICIENTE | ERROR STD | STUDENT'S T | P |
|--------------------------|-------------|-------------------------|-------------|---------|
| CONSTANTE | 63.8483 | 0.73418 | 86.97 | 0.0073 |
| MELAZA | 0.56700 | 0.11374 | 4.99 | 0.1260 |
| R-CUADRADA | 0.9613 | CUADRADO MEDIO RESIDUAL | | 0.64682 |
| R ² -AJUSTADA | 0.9226 | STANDARD DEVIATION | | 0.80425 |

| FUENTE | DF | SS | MS | F | P |
|-----------|----|---------|---------|-------|--------|
| REGRESION | 1 | 16.0744 | 16.0744 | 24.85 | 0.1260 |
| RESIDUAL | 1 | 0.64682 | 0.64682 | | |
| TOTAL | 2 | 16.7213 | | | |

Cuadro 7.-Regresión lineal simple de la digestibilidad de la variedad experimental forrajera

| VARIABLES | COEFICIENTE | ERROR STD | STUDENT'S T | P |
|--------------------------|-------------|-------------------------|-------------|---------|
| CONSTANTE | 65.4033 | 1.34909 | 48.48 | 0.0131 |
| MELAZA | 0.51800 | 0.20900 | 2.48 | 0.2441 |
| R-CUADRADA | 0.8600 | CUADRADO MEDIO RESIDUAL | | 2.18407 |
| R ² -AJUSTADA | 0.7200 | DESVISION STANDAR | | 1.47786 |

| FUENTE | DF | SS | MS | F | P |
|-----------|----|---------|---------|------|--------|
| REGRESION | 1 | 13.4162 | 13.4162 | 6.14 | 0.2441 |
| RESIDUAL | 1 | 2.18407 | 2.18407 | | |
| TOTAL | 2 | 15.6003 | | | |

II.-Regresión lineal simple de la digestibilidad de la material orgánica de los 4 genotipos.

Cuadro 8.-Regresión lineal simple de la digestibilidad del híbrido AN-388.

| VARIABLES | COEFICIENTE | ERROR STD | STUDENT'S T | P |
|--------------------------|-------------|-------------------------|-------------|---------|
| CONSTANTE | 47.6450 | 0.77144 | 61.76 | 0.0103 |
| MELAZA | 0.71100 | 0.11951 | 5.95 | 0.1060 |
| R-CUADRADA | 0.9725 | CUADRADO MEDIO RESIDUAL | | 0.71415 |
| R ² -AJUSTADA | 0.9450 | DESVIACION STANDAR | | 0.84507 |

| FUENTE | DF | SS | MS | F | P |
|-----------|----|---------|---------|-------|--------|
| REGRESION | 1 | 25.2760 | 25.2760 | 35.39 | 0.1060 |
| RESIDUAL | 1 | 0.71415 | 0.71415 | | |
| TOTAL | 2 | 25.9902 | | | |

Cuadro 9.-Regresión lineal simple de la digestibilidad del híbrido AN-447

| VARIABLES | COEFICIENTE | ERROR STD | STUDENT'S T | P |
|-----------|-------------|-----------|-------------|---|
|-----------|-------------|-----------|-------------|---|

| | | | | |
|-----------|---------|---------|--------|--------|
| CONSTANTE | 48.4250 | 0.10062 | 481.25 | 0.0013 |
| MELAZA | 0.65300 | 0.01559 | 41.89 | 0.0152 |

| | | | |
|--------------------------|--------|-------------------------|---------|
| R-CUADRADA | 0.9994 | CUADRADO MEDIO RESIDUAL | 0.01215 |
| R ² -AJUSTADA | 0.9989 | DESVIACION ESTÁNDAR | 0.11023 |

| FUENTE | DF | SS | MS | F | P |
|-----------|----|---------|---------|---------|--------|
| REGRESION | 1 | 21.3205 | 21.3205 | 1754.77 | 0.0152 |
| RESIDUAL | 1 | 0.01215 | 0.01215 | | |
| TOTAL | 2 | 21.3326 | | | |

Cuadro 10. Regresión lineal simple de la digestibilidad del P30G54 (comercial)

| VARIABLES | COEFICIENTE | ERROR STD | STUDENT'S T | P |
|-----------|-------------|-----------|-------------|--------|
| CONSTANTE | 52.5917 | 0.31678 | 166.02 | 0.0038 |
| MELAZA | 0.50500 | 0.04907 | 10.29 | 0.0617 |

| | | | |
|--------------------------|--------|-------------------------|---------|
| R-CUADRADA | 0.9906 | CUADRADO MEDIO RESIDUAL | 0.12042 |
| R ² -AJUSTADA | 0.9813 | DESVIACION ESTÁNDAR | |
| 0.34701 | | | |

| FUENTE | DF | SS | MS | F | P |
|-----------|----|---------|---------|--------|--------|
| REGRESION | 1 | 12.7513 | 12.7513 | 105.89 | 0.0617 |
| RESIDUAL | 1 | 0.12042 | 0.12042 | | |
| TOTAL | 2 | 12.8717 | | | |

Cuadro 11.- Regresión lineal simple de la digestibilidad del forrajero en experimentación

| VARIABLES | COEFICIENTE | ERROR STD | STUDENT'S T | P |
|-----------|-------------|-----------|-------------|--------|
| CONSTANTE | 52.5433 | 1.61742 | 32.49 | 0.0196 |
| MELAZA | 0.56800 | 0.25057 | 2.27 | 0.2645 |

| | | | |
|--------------------------|--------|-------------------------|---------|
| R-CUADRADA | 0.8371 | CUADRADO MEDIO RESIDUAL | 3.13927 |
| R ² -AJUSTADA | 0.6742 | DESVIACION ESTÁNDAR | 1.77180 |

| FUENTE | DF | SS | MS | F | P |
|-----------|-----|---------|---------|------|--------|
| ----- | --- | ----- | ----- | ---- | ----- |
| REGRESION | 1 | 16.1312 | 16.1312 | 5.14 | 0.2645 |
| RESIDUAL | 1 | 3.13927 | 3.13927 | | |
| TOTAL | 2 | 19.2705 | | | |

Cuadro 12.-Análisis de varianza de la digestibilidad de la materia seca de los 4 genotipos de maíz forrajero.

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------------|----|------------|------------|--------|---------------------|
| FACTOR A | 3 | 40.359375 | 13.453125 | 0.5434 | 0.661 ^{NS} |
| FACTOR B | 2 | 217.296875 | 108.648438 | 4.3888 | 0.023 [*] |
| INTERACCIÓN | 6 | 5.109375 | 0.851563 | 0.0344 | 0.999 ^{NS} |
| ERROR | 24 | 594.140625 | 24.75585 | | |
| TOTAL | 35 | 856.906250 | | | |

C. V = 7.49 %

E. E = 2.87 %

(^{NS}) No significativo

(^{*}) Significativo ($P \leq 0.05$)

Cuadro 13.-Análisis de varianza de la digestibilidad de la materia orgánica de los 4 genotipos de maíz forrajero.

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------------|----|-------------|------------|--------|---------------------|
| — | | | | | |
| FACTOR A | 3 | 131.742188 | 43.914063 | 1.1376 | 0.354 * |
| FACTOR B | 2 | 229.046875 | 114.523438 | 2.9666 | 0.069 * |
| INTERACCION | 6 | 9.617188 | 1.602865 | 0.0415 | 0.999 ^{NS} |
| ERROR | 24 | 926.492188 | 38.603840 | | |
| TOTAL | 35 | 1296.898438 | | | |

C. V = 11.65 %

E. E = 3.59 %