

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y ALIMENTOS**



**Efecto del ensilado con melaza sobre carbohidratos
estructurales y lignina en tres híbridos
y una variedad de maíz forrajero**

Por:

FRANCIS ACOSTA HERNANDEZ

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial Para Obtener el Título
de:**

Ingeniero Agrónomo Zootecnista.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Marzo de 2007.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
División de Ciencia Animal
Departamento de Nutrición y Alimentos

**Efecto del ensilado con melaza sobre carbohidratos
estructurales y lignina en tres híbridos
y una variedad de maíz forrajero**

Por:

FRANCIS ACOSTA HERNANDEZ

T E S I S

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

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Comité particular

DR. RAMÓN F. GARCÍA CASTILLO
PRESIDENTE DEL JURADO

MC. MA. CRISTINA VEGA SÁNCHEZ
SINODAL

LIC. LAURA O. FUENTES TORRES
SINODAL

ING. JOSÉ RODOLFO PEÑA ORANDAY
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Marzo del 2007

DEDICATORIAS

Primeramente a mi madre que gracias a su esfuerzo, apoyo y comprensión logre la meta que me propuse.
“gracias mama por darme la vida y tu infinito amor y este y todos los logros que he tenido y que tendré en mi vida son para ti”.
A mi hija que me ha dado la fuerza para salir adelante y el tiempo que hemos estado separadas por fin tiene su recompensa.

Dedico también este trabajo a toda mi familia por la confianza y el amor que nos rodea y que ha sido una inspiración para superarme.
A mis abuelos Maria de Jesús Mérida (q.p.d), a mi papa chano (q.p.d), a mi papa chencho (q.p.d) y a mi mama Rosa que dios me la guarde por muchos años mas.

A mis tías Teresa, Beatriz, Josefina, Teresa, Rutila, mis tíos Crescencio, Librado, Miguel, Hemetereo, Honofre; a mis primos: Antonio, Nayeli, Mildreth, Abisai, Jesús, Reyna, Danely, Librado, Rigoberto, Arturo, Daniel, Hugo que quiero como unos hermanos y que hicieron de mi infancia una etapa de mi vida llena de felicidad y amor; a mis sobrinos Alejandra y Anthony.

A Viviana por haberme apoyado cuidando a mi hija mientras yo terminaba mis estudios y por quererla y cuidarla como una madre. A todas las personas que tuvieron confianza en mí.

También a todas las personas que conocí en el tiempo que estuve fuera de mi casa y me hicieron parte de su familia.

A todas aquellas personas que de una u otra manera formaron parte de mi formación, mas que profesional personal gracias por todos sus consejos.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por la familia que me dio, por haberme permitido y darme la bendición de ser madre, por lo bueno que me ha puesto en el camino, también por lo malo que me ha dado fuerzas para salir adelante y no dejarme vencer. Por la vida.

A mi madre le agradezco su amor, paciencia, comprensión, apoyo y que a pesar todo su esfuerzo por fin la recompensó. Te dedico este triunfo mamá y todos los que vendrán en mi vida. Te amo.

Agradezco a mi hija Mara Betel Acosta Hernández por ser mi inspiración y darme la fuerza para salir adelante. Te amo hija.

A toda mi familia por los ánimos que me dieron cuando sentía que no podía más, les agradezco la confianza y el apoyo moral que siempre recibí de ustedes.

A mis amigos que la estancia en la universidad fue hermosa con ustedes y a pesar de que cada uno ha tomado rumbos diferentes siempre estarán en mi corazón y en mis recuerdos.

Ing. Eduardo Moreno Bandala (el somitos)

Ing. Víctor Manuel Moreno Bandala (el somos)

Ing. Luís Eder Hernández Vázquez

Ing. Ana Lilia Salazar

Ing. Zoila Yanette Castillo Sánchez

Maria Hernández Celestino

Cesar Gonzáles (el chicles)

Ing. Oscar Cárdenas Castillo (el six)

Rogelio Cepeda Garza

Ing. Camilo

J. Daniel Solorio Estrada (el chingón)

A la Lic. Sanjuana

Francisco Casas Navarro

Ing. Agustín Díaz Acosta

Ing. Víctor Sandoval (el bomber)

Alberto Hiracheta (el júnior)

Rafael Valdez (el payo)

Ing. Orlando Malacara

A aquellos amigos que descubri por desgracia cuando ya casi culminaba mis estudios: Carmen, Nallely, Cesi, Fatima, Manolo, Pancho, Roman, Jose Luis, Hugo, el guini, el Parras, garanón, la cabra, Chuy Figueroa, el cocono, Piter, Paco, Rijel,

Al Doctor Ramón García Castillo por su gran paciencia, apoyo, consejos, amistad y los conocimientos que compartió conmigo para la realización de este trabajo.

Al Doctor Ramiro López Trujillo por que al acudir para pedirle su ayuda sin ninguna obligación me brindo su tiempo. Gracias

Al T.L.Q. Carlos Alberto Arévalo Sanmiguel. A la Lic. Laura Olivia Fuentes Lara por el apoyo en la realización de esta tesis en el laboratorio de la UAAAN a su cargo.

A la familia Díaz Acosta por el apoyo en todos los sentidos que recibí de ella y haberme abierto las puertas, muchas gracias.

A mis maestros por aportar las herramientas necesarias para forjar mi vida.

A mi **“ALMA TERRA MATER”** por cobijarme y hacerme uno mas de los frutos de esta universidad.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Indice de contenido	iii
Indice de cuadros	vi
Indice de gráficas	vii
Indice de figuras	ix
I.- INTRODUCCIÓN	1
Objetivo general	2
Objetivo específico	2
Hipótesis	2
Meta	2
II.- ANTECEDENTES	3
Carbohidratos	3
Fibra en detergente en neutro (FDN)	3
Carbohidratos no estructurales (CNE)	4
Fibra en detergente en ácido (FDA)	4
Hemicelulosa	4
Celulosa	5
Lignina	6
Melaza	6
Adición de melaza	7
Maíz (Zea mays)	7
Maíz forrajero	8
Cosecha de maíz	8

Calidad y valor nutritivo del maíz forrajero	8
Composición química de la planta y sus partes	9
Utilización de híbridos	10
Métodos de conservación del forraje	10
Ensilado del maíz	10
Fases del ensilado	11
Respiración	11
Fermentación	11
Características de un buen ensilaje	12
III.- Materiales y métodos	13
Área de experimentación	13
Tipo de suelo	13
Área de siembra	14
Maíz forrajero evaluados	15
Preparación del ensilado (micro)	15
Análisis estadístico	17
IV.- Resultados y discusión	18
Fibra en detergente en neutro (FDN)	18
Fibra en detergente en ácido (FDA)	20
Hemicelulosa	22
Celulosa	25
Lignina	26
Carbohidratos no estructurales (CNE)	29
Otras investigaciones	33
Diagrama (Análisis estadístico)	34

Conclusiones	36
Literatura citada	37
Anexos	41

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 2.1 – Contenido nutrimental de la planta de maíz, rastrojo y grano	10
Cuadro 3.1 Análisis físico-químico del suelo utilizado para el cultivo del maíz	14
Cuadro 3.2 Maíz forrajero preparado en micro silos adicionado cada uno con 0, 5 y 10 % de melaza	15
Cuadro 3.3 Tratamientos del ensilado de maíz forrajero ensilado adicionado con 0, 5 y 10 % de melaza	16
Cuadro 4.1 Contenido de fibra en detergente neutro (FDN), ácido FDA, lignina y carbohidratos no estructurales (CNE) de tres híbridos y una variedad maíz forrajero ensilados con diferentes niveles de melaza	35

INDICE DE GRÁFICAS

	Paginas
Gráfica 4.1 Contenido de FDN en el ensilado de maíz con diferentes niveles de melaza	19
Gráfica 4.1a Valores observados y estimados del contenido de FDN del ensilado de maíz con 0, 5.0 y 10.0 % de melaza	20
Gráfica 4.2 Contenido de FDA en el ensilado de maíz con diferentes niveles de melaza	21
Gráfica 4.2a Valores observados y estimados del contenido de FDA del ensilado de maíz con 0, 5.0 y 10.0 % de melaza	21
Gráfica 4.3 Contenido de hemicelulosa en el ensilado de maíz con diferentes niveles de melaza	22
Gráfica 4.3a Valores observados y estimados del contenido de hemicelulosa del ensilado de maíz con 0, 5.0 y 10.0 % de melaza	23
Gráfica 4.3.1 Valores de hemicelulosa de acuerdo a niveles de adición de melaza	23
Gráfica 4.3.2 Hemicelulosa en maíz comercial P30G54 de Pioneer con diferentes niveles de melaza	24
Gráfica 4.3.3 Hemicelulosa en maíz forrajero en experimentación con diferentes niveles de melaza	24
Gráfica 4.3.4 Hemicelulosa en maíz AN-388 con diferentes niveles de melaza	24
Gráfica 4.3.5 Hemicelulosa en maíz AN-447 con diferentes niveles de melaza	24
Gráfica 4.4 Contenido de celulosa en el ensilado de maíz con diferentes niveles de melaza	25

Gráfica 4.4a Valores observados y estimados del contenido de celulosa en el ensilado de maíz con 0, 5.0 y 10.0 % de melaza.	26
Gráfica 4.5 Contenido de lignina en el ensilado de maíz con diferentes niveles de melaza	27
Gráfica 4.5a Valores observados y estimados del contenido de lignina en el ensilado de maíz con 0, 5.0 y 10.0 % de melaza	27
Gráfica 4.3.6 Valores de lignina de acuerdo a niveles de adición de melaza	28
Gráfica 4.3.7 Comportamiento de la lignina en maíz comercial P30G54 de Pioneer con diferentes niveles de melaza	28
Gráfica 4.3.8 Comportamiento de la lignina en maíz forrajero en experimentación con diferentes niveles de melaza	28
Gráfica 4.3.9 Comportamiento de la lignina en maíz AN-388 con diferentes niveles de melaza	29
Gráfica 4.3.10 Comportamiento de la lignina en maíz AN-447 con diferentes niveles de melaza	29
Gráfica 4.6 Contenido de CNE en el ensilado de maíz con diferentes niveles de melaza	30
Gráfica 4.6a Valores observados y estimados del contenido de CNE en el ensilado de maíz con 0, 5.0 y 10.0 % de melaza	30
Gráfica 4.3.11 Valores CNE de acuerdo a niveles de adición de melaza	31
Gráfica 4.3.12 Comportamiento de los CNE en el maíz comercial P30G54 de Pioneer con diferentes niveles de melaza	32
Gráfica 4.3.13 Comportamiento de los CNE en el maíz forrajero en experimentación con diferentes niveles de melaza.	32
Gráfica 4.3.14 Comportamiento de los CNE en el maíz AN-388 con diferentes niveles de melaza	32

Grafica 4.3.15 Comportamiento de los CNE en el maíz AN-447 con diferentes niveles de melaza	32
--	-----------

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1.- Diagrama (Análisis estadístico)	34

I. INTRODUCCION

Los forrajes son el material vegetativo con el cual se alimenta al ganado, incluye pasturas, heno, ensilaje y especies de raíces forrajeras, que no pueden ser utilizadas en esta forma para la alimentación humana (SEP, 1991) coincidiendo con Huss y Aguirre, (1979) que lo define como cualquier parte comestible no dañina, de una planta que tiene valor nutritivo y que es disponible para los animales en pastoreo, heno, ensilaje y alimentos verdes. Este puede suministrarse por el pastoreo directo o cosechado por el hombre y puesto en el pesebre. Además, los forrajes tienen gran cantidad de fibra y su valor nutritivo es bajo. Como representantes de este grupo se pueden mencionar el ensilado, henificado, pastos y rastrojos (Williams, 1976).

El maíz es uno de los mejores cultivos para ensilar ya que reúne las condiciones nutrimentales, con un alto contenido de azúcares y alto rendimiento por hectárea, además su riqueza en carbohidratos y materia seca, constituye un conjunto de condiciones favorables que permite obtener excelentes ensilados (Watson y Smith, 1963). El ensilaje del cultivo de maíz es un alimento estratégico en los sistemas de producción, pues permiten incrementar la carga y proveer forraje en épocas de escasez Guaita y Fernández, (2005). Su valor forrajero es inigualable para la engorda de cerdos, de vacunos de carne, corderos; se usa ampliamente en raciones para ganado lechero, formando con gran frecuencia una parte sustancial de la mezcla de concentrado (Delorit y Ahlgreen, 1983).

El forraje de maíz es una gran alternativa para la alimentación del ganado lechero. Pero es un cultivo que se realiza en una época del año. Su producción es de 55.0 a 105.0 toneladas de materia verde por hectárea. De esta producción aproximadamente el 33.0 % es materia seca. Sin embargo, cuando hay esta producción es necesario conservarlo, y una de las formas es hacerlo ensilaje, el cual puede conservarse durante años Hughes *et al.* (1976). Este puede ser con o sin aditivos. Entre los aditivos más comunes y de usos y costumbres tenemos la melaza. Ingrediente alto en azúcares que ayuda a la fermentación del ensilaje.

Este es un método de conservación por medio de la extracción del oxígeno y provocar la fermentación anaeróbica. El forraje no es afectado en su condición como tal y es apetecible por el ganado.

Objetivo general: Realizar el ensilaje de tres híbridos y una variedad maíz forrajero con la finalidad de preservarlo como fuente de alimento para la alimentación del ganado lechero.

Objetivo específico: Preparar ensilaje de tres híbridos y una variedad maíz forrajero con la adición de diferentes niveles de melaza, para evaluar: Contenido de carbohidratos estructurales, lignina y carbohidratos no estructurales (CNE).

HIPÓTESIS:

Ho: El ensilado de tres híbridos y una variedad de maíz forrajero no mejora los constituyentes (FDN, FDA, lignina) de la estructura celular y CNE.

Ha: El ensilado de tres híbridos y una variedad de maíz forrajero si mejora los constituyentes (FDN, FDA, lignina) de la estructura celular y CNE.

Meta: Obtener información sobre el efecto del ensilado del maíz forrajero con adición de melaza y presentar alternativas al productor pecuario; con la finalidad de mejorar la alimentación y producción.

II.- ANTECEDENTES

La pared celular ha sido motivo de estudio en diferentes campos del conocimiento y con el advenimiento de nuevas tecnologías que se han utilizado para ampliar la caracterización de las regiones subcelulares y de sus interacciones, la importancia y estudio de la pared celular se ha incrementado.

CARBOHIDRATOS

La utilización de los carbohidratos como fuente energética para el ganado lechero está caracterizada por dos tipos:

- .- Carbohidratos estructurales
- .- Carbohidratos no estructurales

El concepto de fibra en la alimentación de los rumiantes se refiere a la fracción física que estimule una rumia apropiada en el animal. Si una rumia apropiada no se lleva a cabo, es seguro el surgimiento de enfermedades metabólicas provocadas por disturbios en el rumen (Church *et al.* 2002). Sin embargo, la aportación energética de este tipo de carbohidratos es marcadamente insuficiente para los requerimientos nutricionales de un animal en producción; por lo que es necesaria la presencia de carbohidratos no estructurales, para que el animal pueda ajustar su balance energético Arzola *et al.* (2004)

FIBRA DETERGENTE NEUTRO (FDN)

Van Soest, (1982) En la búsqueda de una mejor caracterización química de los forrajes, consideró más conveniente, dividir la materia seca en: Contenido celular y pared celular. La FDN es la fracción o porción de la muestra de alimento que no es soluble en detergente neutro (método de los detergentes de Van Soest). Esta básicamente compuesta por celulosa, hemicelulosa, lignina y sílice, y se le denomina pared celular. La misma se correlaciona inversamente con el consumo voluntario de MS; ocupan espacio en el rumen, se digieren lentamente y en diferente porcentaje (Ensminger *et al.* 1990; Schofield *et al.* 1994). La parte o diferencia que es soluble en detergente neutro se considera como contenido celular y es totalmente digerible.

CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES (CNE)

El grupo de los compuestos nutritivos llamados hidratos de carbono o carbohidratos, comprende los azúcares, almidones, celulosas, gomas y otras sustancias afines; estos constituyen tres cuartas partes del peso en materia seca de los vegetales en que se basa la nutrición animal y se forman en las plantas mediante la fotosíntesis.

Los hidratos de carbono de la planta son utilizados por el animal como fuente de energía en los procesos vitales, así resulta que toda la vida animal depende en realidad de la fotosíntesis.

Además, el extracto no nitrogenado contiene pentosas y pequeñas cantidades de otros polisacáridos complejos, los cuales no son completamente digeribles.

FIBRA DETERGENTE ACIDO (FDA)

Es la porción de la muestra de alimento que es insoluble en un detergente ácido (método de los detergentes de Van Soest). Esta básicamente compuesta por celulosa, lignina y sílice. La importancia de la misma radica en que esta inversamente correlacionada con la digestibilidad del forraje.

HEMICELULOSA

Se usa este término para designar un grupo de sustancias, entre las cuales se incluyen las pentosas y ciertas hexosas, que son mucho menos resistentes a los agentes químicos que la celulosa. Se definen comúnmente como carbohidratos insolubles en el agua en ebullición, pero solubles en un álcali diluido, que se hidroliza por la acción de los ácidos diluidos para transformarse en azúcar sencillo y, muy frecuentemente, en ácidos urónicos, principalmente el glucurónico y el galactourónico; en este caso se les da el nombre de poliurónidos.

La hemicelulosa existe en abundancia en los forrajes y otros productos alimenticios. Es muy importante considerarlos como grupo independiente para el estudio de la digestibilidad de los carbohidratos superiores. Esta se puede estimar por la diferencia entre los valores de FDN y FDA.

CELULOSA

La estructura de este polisacárido esta formada por una cadena lineal de unidades de glucosa. Es más resistente a los reactivos químicos que el almidón. Los álcalis débiles producen poco efecto sobre la celulosa, pero esta es hidrolizada por los ácidos fuertes y se convierte en glucosa.

No actúan sobre la celulosa las enzimas secretadas por los tejidos de los mamíferos, pero es desdoblada por las bacterias. Estas propiedades tienen gran importancia en cuanto a la utilidad de la celulosa en la nutrición.

La celulosa casi se presenta pura en el algodón. En el aparato de sostén de las plantas y en los tegumentos de las semillas aparece combinada con varios compuestos aromáticos, especialmente la lignina.

La capa exterior de la semilla también contiene celulosa, como materia protectora y de estructura. Como la celulosa y sustancias afines, clasificadas por la química bromatológica como fibra bruta, son mucho menos digeribles que el almidón, las diferentes partes de la planta son notablemente distintas desde el punto de vista de su valor nutritivo, según su digestibilidad. Los alimentos de alto contenido de celulosa y sustancias afines, por consiguiente, de baja digestibilidad, como son el heno, la paja y los forrajes ensilados, tienen clasificación 3 de acuerdo a Harris *et al.* (1968). Es un compuesto que al igual que la hemicelulosa son parcialmente digeridos por el rumiante. Se puede estimar el contenido de la celulosa por la diferencia entre el valor FDA y LDA.

LIGNINA.

Las partes leñosas de las plantas como los zuros, las cascarillas y las porciones fibrosas de la raíz, el tallo y las hojas, contienen una sustancia compleja y no digerible que se llama lignina, cuya estructura química no ha sido determinada con precisión. Contiene carbono, hidrogeno y oxigeno, pero la proporción del carbono es mucho mayor que en los carbohidratos. Los grupos metóxilos forman el 15 por ciento de la molécula, y contiene un núcleo oxidrilo aromático que se presenta en diferentes grados de condensación, de acuerdo con la edad del tejido y otros factores. Por otra parte la lignina, que prácticamente no es digestible en ninguna de las especies animales. Se presenta en estrecha relación con la celulosa y se incluye con los carbohidratos en los métodos convencionales para analizar los alimentos. Su reconocimiento como grupo independiente tiene gran importancia debido a la influencia que ejerce sobre el grado de digestibilidad de muchos alimentos.

MELAZA

Es un producto líquido espeso derivado de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y en menor medida de la remolacha azucarera (*Beta vulgaris*), obtenido del residuo restante en las cubas de extracción de los azúcares. Su aspecto es similar al de la miel aunque de color parduzco muy oscuro, prácticamente negro.

Presenta un alto contenido en azúcares e hidratos de carbono, además de vitaminas del grupo B y abundantes minerales, entre los que destacan el hierro, cobre y magnesio. Su contenido de agua es bajo.

Para la elaboración de la melaza de caña, se comprimen mediante rodillos las cañas cortadas, extrayendo el líquido dulce que contienen en su interior. Este jugo se cuece lentamente logrando su reducción por medio de la evaporación del agua, hasta alcanzar la densidad y concentración deseada. En este proceso, se concentra en la superficie un gran número de impurezas que reciben el nombre de cachaza y que es preciso retirar.

Se trata de un producto muy apetecible y su contenido energético es apreciable en todas las especies. Su perfil de hidratos de carbono la hace fácilmente degradable en el rumen dando lugar a una fermentación típicamente

butílica. Añadidas en dosis limitadas a la dieta incrementan su palatabilidad y reducen las pérdidas por polvo y mejoran el rendimiento de la granuladora.

Ensilajes de gramíneas o gramíneas-leguminosas con la adición de melaza o granos se recomienda porque provee una fuente de carbohidratos fermentables, particularmente cuando el producto es ensilado deshidratado. La melaza es la fuente de carbohidratos no fibrosos más económicos del mercado (Church, 1991).

Adición de melaza

Históricamente, los aditivos fueron utilizados para mejorar la calidad de fermentación del ensilaje, principalmente bajo condiciones difíciles del ensilado, donde el no utilizar los aditivos podría resultar en una pobre fermentación y pobre calidad del ensilaje Merry *et al.* (1993). Agregan que se debe evitar el uso de aditivos como: Ácidos y sus sales, o aldehídos y estimular la adición de agentes biológicos incluyendo inoculantes, enzimas y fuentes de energía.

El hidrato de carbono de uso más popular y de aplicación más sencilla es el constituido por las melazas. Se agregan en la proporción de 10-20 Kg de melazas por tonelada de forraje fresco (3 a 6 % base seca). La melaza provee carbohidratos que serán utilizados para la producción de ácido láctico. La utilidad de la melaza como aditivo al ensilado es innegable (Llamas, 1990 y Maynard *et al.* 1981)

Brown y Heaney (1951) han señalado en sus experimentos que las diferencias en la digestibilidad de los ensilados con melazas o sin ellas son pequeñas, siendo algo inferior en los últimos. Phillips *et al.* (1945) asegura que el ensilado preparado con sal es tan bueno como el ensilado equivalente con melaza. Sin embargo, es evidente que la adición de melazas es el camino más sencillo para conseguir la fermentación láctica.

Maíz (*Zea mays*) L.

El maíz se usa como alimento pecuario de diferentes maneras; para obtención de grano, para ensilaje, alimentos para cerdos, pastoreo y forraje. Es probablemente el material orgánico más barato y puro de la agricultura. Además de ser un cultivo de bajo costo, (Inchausti y Tagle, 1967) es un alimento que proporciona un gran rendimiento energético, pero debido a que es

pobre en proteínas no es muy recomendable para acelerar el desarrollo del ganado, es una buena fuente de carbohidratos y ayuda a formar las reservas de grasa del animal. Sin embargo, Jugenheimer, (1985) menciona que una buena parte del grano del maíz se usa para consumo humano.

MAIZ FORRAJERO

El maíz como cultivo forrajero comprende el forraje verde, el rastrojo y el ensilaje. El forraje verde esta constituido por la planta completamente fresca o curada. El rastrojo comprende la planta seca del maíz sin mazorca. Por lo cual, Rodríguez, (1985) determinó que los caracteres mas estrechamente relacionados con el rendimiento final del forraje son: altura de la planta, altura de la mazorca y número de hojas; en menor escala días a floración masculina y femenina y mazorcas por 100 planta.

COSECHA DEL MAÍZ

Menciona Flores, (1990) que la digestibilidad, calidad y el valor nutritivo de un forraje son mas altos cuando las plantas son jóvenes; y se considera así, antes de la floración. La disminución del valor nutritivo del forraje verde es debido a la edad, y se debe en gran parte a la menor proporción de hojas y al aumento en proporción de tallos menos nutritivos. Robles, (1985) señala que el maíz debe cortarse cuando el grano presente una madurez lechoso-masoso, estado que se presenta de los 80 a 85 días después de la siembra y en este momento obtener un forraje de alta calidad nutritiva.

Calidad y valor nutritivo del maíz forrajero

Robles, (1983) marca que el valor nutritivo de cualquier alimento depende de su contenido de proteínas, grasa, fibra, carbohidratos fácilmente solubles, sales minerales y vitaminas. Y las causas que intervienen en la determinación de la composición química y del valor nutritivo de los forrajes son: Estado vegetativo, factores ambientales, condición del suelo, época de cosecha, almacenaje y manejo de forraje, métodos de ensilaje, región donde se produce y método de análisis a usar (Spragre y Leparulo, 1965). De los cuales, la edad de la planta es el factor mas importante, ya que a menor edad el

contenido de proteína es mucho mayor. Así mismo menciona que el valor nutritivo del forraje varía según la parte de la planta que se trate, ya que las hojas poseen mas proteína y grasa que los tallos (Hernández, 1957).

De Alba, (1968) explica que los compuestos químicos de los forrajes, pueden clasificarse en tres grupos: agua, materia orgánica y materia inorgánica. El agua es el principal componente de las plantas, su proporción varía desde un 10% en las semillas secas, hasta 90% en las plantas forrajeras más suculentas. El agua trae en solución los elementos nutritivos, participa en las reacciones químicas que se producen en el organismo animal, regula la temperatura corporal y ayuda a formar las células de los tejidos.

La materia orgánica esta representada por numerosos compuestos complejos de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, algunos contiene también azufre y fósforo. Estos elementos se unen para formar proteínas, carbohidratos, grasas y vitaminas.

La materia inorgánica esta constituida por las cenizas, eso es los residuos resultantes de una muestra de forraje sometida a ignición. Las cenizas son los compuestos minerales de las plantas, tales como el calcio, fósforo, potasio, magnesio y otros.

Composición química de la planta y sus partes

En muchas regiones se corta la planta completa cuando está verde y se da a los animales, o se seca previamente en hacinas. Cuando la planta de maíz se cosecha adecuadamente, se corta en trozos pequeños (1 ó 2 cm) y se almacena, es ideal para el ensilaje (Jugenheimer, 1981).

Las cifras relativas a la planta, rastrojo de maíz y al grano de este cereal permiten establecer una comparación entre una parte vegetativa de la planta y su semilla (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1 – Contenido nutrimental de la planta de maíz, rastrojo y grano*

Maíz	MS	Proteínas	Grasas	CHO's	Cenizas	Calcio	Fósforo
Planta	33.6	2.6	0.9	28.7	1.4	0.09	0.08
Rastrojo	84.4	5.7	1.1	77.3	6.2	0.50	0.08
Grano	85.4	8.9	2.3	71.3	1.3	0.02	0.27

*Maynard *et al.* (1981)

MS = Materia seca

CHO's = Carbohidratos

UTILIZACIÓN DE HÍBRIDOS.

Juscafresca, (1983) menciona que desde que se logró obtener maíces híbridos forrajeros, han quedado un tanto relegados los tradicionales, por ofrecer estos una menor cantidad de forraje, de inferior calidad biológica. El maíz híbrido forrajero se cultiva para el consumo de forraje verde, por ser muy apetecible y digestible para el ganado, además posee gran potencial genético, productivo y nutrimental.

MÉTODOS DE CONSERVACIÓN DEL FORRAJE

Existen dos métodos principalmente para la conservación de los forrajes:

- El ensilado
- El henificado

Ensilado de maíz

Por tratarse esta investigación sobre el tema de ensilado, al respecto solo se tocará este tema. Siendo este el que nos ocupa.

Hodgson y Reed, (1964); Mathods, (1947) lo definen como la conservación de los forrajes en estado succulento por medio de fermentaciones parciales. Esto se logra a través de la compactación tanto de forrajes como de tubérculos, raíces de residuos industriales destinados a la alimentación del ganado, que estén fuera del contacto del aire. Para provocar en la masa acuosa una fermentación anaerobia que asegure su conservación (Mathods, 1947; Harvard, 1969). El ensilaje revaloriza la materia seca del producto

ensilado ya que aumenta la digestibilidad del mismo mejor que el conservado por desecación (heno). Además, el ensilaje aumenta el contenido de caroteno de lo que proviene el incremento de vitamina A en la leche de los animales que reciben dicho producto.

El ensilado de maíz ha sido utilizado en programas de alimentación para ganado productor de leche o de carne por todas las ventajas que posee, y se utiliza cada vez mas en la alimentación de otros animales, (Watson y Smith, 1977).

FASES DEL ENSILADO

Respiración

Cuando se ensila el forraje lleva un gran número de bacterias, la mayoría aeróbicas. La respiración aeróbica continúa por cierto tiempo, produciéndose anhídrido carbónico, agua y gran cantidad de calor, también participan las células de la planta a partir de los carbohidratos disponibles y del oxígeno presente. El aumento de la temperatura depende del oxígeno disponible; pudiendo sobrepasar los 50-60 ° C, lo cual produce pérdidas en la proteína y escurrimiento del ensilado.

La respiración disminuirá si la consolidación impide la entrada del aire al silo, se deben detener en menor tiempo los procesos mencionados, a la vez provocar una muerte rápida de la célula y se termine el oxígeno presente, en condiciones apropiadas esto sucede en 5 horas y continúa la respiración anaeróbica. (Delorit y Ahlgren, 1983; Peñagaricano *et al.* SF; Watson y Smith, 1977).

Fermentación

Esta se debe a la acción de levaduras que se alimentan de los azúcares disueltos en los jugos celulares, esto requiere oxígeno y provoca una elevación en la temperatura, cuando este se agota el proceso se detiene. Al terminar un periodo de 4-5 horas, prevalecen condiciones anaeróbicas y el desarrollo posterior de estas bacterias es inhibido. A partir del jugo de las células muertas las bacterias producen ácido láctico, acético y butírico, estos se disuelven en los jugos de las plantas y la concentración de la solución ácida es mas

importante que la cantidad de ácidos actual y esto es benéfico para una cosecha mas húmeda. (Ede y Blood, 1970; Semple, 1974).

Las bacterias que participan en este proceso se multiplican y cada gramo de jugo de este contiene 100 mil millones, también producen algo de alcohol, el pH que se produce por estas fermentaciones no debe descender de un 4.5.

Para favorecer la fermentación debe lograrse una temperatura de 26.5 y 27.5° C. Para la iniciación de la fermentación láctica depende la actividad de los lactobacilos y estreptococos sobre los carbohidratos disponibles en el ensilaje provenientes de la hidrólisis del almidón, celulosa, etc. Cuando las condiciones son propicias provocan una rápida acidificación y esto evita el desarrollo de microorganismos que pueden provocar una putrefacción. La producción de ácidos es la transformación más importante.

El éxito o fracaso de este proceso depende del desarrollo y control entre las primeras 24 a 72 horas de iniciado el trabajo, ese proceso de formación del ensilaje se completa pasado 10 días a dos semanas, puede conservarse durante años si las condiciones antes mencionadas están presentes. (Hughes *et al.* 1985; Peñagaricano *et al.* SF).

Es por esto que el maíz es muy utilizado para ensilar ya que es uno de los forrajes que contiene buenos y óptimos niveles de azúcar para este proceso. Reaves y Pegram (1974) mencionan que el uso de ensilados como alimento invernal para el ganado lechero es una práctica común en muchas regiones del país. Los ensilados son alimentos muy económicos para las vacas, especialmente cuando no disponen de facilidad de pastoreo.

Características de un buen ensilaje:

- Tiene un olor agradable
- El sabor debe ser agradable, ni amargo ni fuerte.
- Carece de moho y no está rancio o viscoso
- Es uniforme en humedad y color
- Es apetecible por los animales.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de experimentación.

La semilla de dos híbridos del instituto mexicano del maíz (IMM), (AN-447 Y AN-388), y una variedad forrajera en experimentación y el híbrido P3OG54 de la compañía Pioneer. Se sembraron 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 1,430.6 mm. El clima es cálido seco. La temperatura media anual es de 26.5° C (CNDM, 1999).

TIPO DE SUELO

Antes de realizar la siembra de los materiales genéticos de maíz, se procedió a realizar un análisis físico-químico del suelo. De acuerdo a la técnica de "zic-zac" se tomaron muestras de suelo a 0-20 cm y 20-40 cm de profundidad, obteniendo la siguiente evaluación (Cuadro 3.1). En base a los resultados de este análisis de suelo se clasifica desde migajon arenoso, migajón arcilloso, migajón arcillo-arenoso y arcilloso.

Cuadro 3.1 Análisis físico-químico del suelo utilizado para el cultivo del maíz

Parámetros	Muestra 1	Muestra 2
	0-20 cm	20-40 cm
pH ¹	8.27	8.37
C.E. dS/m ²	.702	.438
Materia Orgánica	1.56	1.03
Nitrógeno Total %	.0765	.0515
Fósforo Kg/Ha	3.375	.9
Potasio Kg/Ha	+ de 900	+ de 900
Carbonatos totales %	16.72	13.78
Arcilla %	46.6	42.6
Limo %	48.6	49.6
Arena %	4.8	7.8
Textura	Arcilla-limoso	Migaron-Arcillo-limoso

¹ pH = Potencial hidrógeno

² C.E. dS/m = Capacidad eléctrica (desisemes/metro)

Área de siembra

Se utilizaron parcelas de 100 X 8 m considerando un área total de 800 m² (62,500 plantas / hectárea). La fecha de siembra correspondió al 19 de diciembre del 2003 y la toma de datos fue el 28 de marzo del 2004. Se cosecharon a los 100 días de edad, cuando el grano de maíz se encontraba en estado lechoso-masoso.

A todas las parcelas se les aplicó fertilizante, siendo un total de 3 dosis correspondiendo de la siguiente manera: la primera 32-46-40 y 22-22 de Sulfato doble de Potasio + Magnesio (formula DAP) y las otras dos con Urea al suelo y finalmente foliar (200 kg N). Se aplicaron agroquímicos para controlar insectos, malezas y enfermedades. Además, 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 requeridas.

Maíz forrajero evaluados (Castillo, 2005)

Se escogieron al azar un promedio de 20 plantas de cada híbrido y de la variedad experimental de maíz forrajero a evaluar. Esta práctica (corte) se realizó con machete a una altura de 15 cm de la base. A cada planta completa (tallo, hoja y mazorca) se le tomó el peso en verde. El material genético de maíz empleado y los pesos promedio por planta a los 100 días utilizados en el presente estudio se reportan en el (Cuadro 3.2)

Cuadro 3.2 Maíz forrajero preparado en micro silos adicionado cada uno con 0, 5 y 10 % de melaza

Material	Genealogía	Peso promedio por planta (Kg)
AN-447 (híbrido)	(255 x MLS ₄₋₁) AN7	1.617
AN-388 (híbrido)	(255 x Zap) ML S ₄₋₁	1.692
Forrajero Amarillo* (Variedad en experimentación)	Variedad donde participan 5 líneas se encuentra a nivel experimental	1.514
P 30G54 ** (híbrido)	Híbrido comercial de la compañía Pioneer	.895

Preparación del ensilado (micro)

Se utilizaron 24 frascos de vidrio transparente con tapa de lámina de cierre con rosca con capacidad aproximada de 1 Kg de material ha ensilar. La planta entera se partió en trozos de aproximadamente 1 cm. y se introdujo en los frascos. Muestras del tratamiento con 0, 5 y 10 % de melaza de los 3 híbridos de maíz forrajero y la variedad experimental forrajera (Cuadro 3.3), se prepararon de manera independiente, mezclado cada uno y se procedió a introducir y compactar en cada frasco que se cerró herméticamente por 35 días. Al complementar los 35 días, se procedió a determinar el pH del material ensilado utilizando el potenciómetro.

Cuadro 3.3 Tratamientos del ensilado de maíz forrajero ensilado adicionado con 0, 5 y 10 % de melaza

tratamiento	AN-388	AN-447	P 30G54	Forrajero
1	Sin melaza	Sin melaza	Sin melaza	Sin melaza
2	5% melaza	5% melaza	5% melaza	5% melaza
3	10% melaza	10% melaza	10% melaza	10% melaza

Todos los análisis se realizaron en el laboratorio del Departamento de Nutrición y Alimentos de la UAAAN. A las muestras de los tres híbridos y de la variedad experimental de maíz forrajero ensilados se les determinó su composición química. Para su análisis, las muestras se secaron en una estufa a 60 ± 5 C y se molieron a través de una malla de 1 mm en un molino marca Wiley.

Las muestras se analizaron para determinar materia seca (MS) a 105°C, humedad y extracto etéreo (EE), materia orgánica (MO), cenizas, según procedimientos reportados por el AOAC (1997). El contenido de proteína cruda (PC) se analizó según el procedimiento Kjeldahl, como $N \times 6.25$ (AOAC, 1997). La fibra en detergente neutro (FDN) se determinó según procedimientos publicados por Goering y Van Soest, (1970). Los carbohidratos no-estructurales (CNE) se calcularon con la siguiente ecuación (Harris, 1970): $CNE (\%) = 100 - [FDN + EE + PC + cenizas]$. La fibra detergente ácido (FDA) se determinó por los procedimientos de Van Soest y Robertson, (1985). Se determinó el contenido de Lignina, celulosa y hemicelulosa respectivamente según los procedimientos de Van Soest y Wine, (1968).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos se analizaron con un diseño experimental completamente al azar y un arreglo factorial 4 x 3; con 2 repeticiones. En donde el primer factor (A) son las variedades del maíz y el segundo factor (B) los niveles de melaza adicional. Para la comparación de medias se aplicó regresión lineal para así obtener la ecuación de tendencia a respuesta. Stell y Torrie, (1980)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fibra en detergente neutro (FDN)

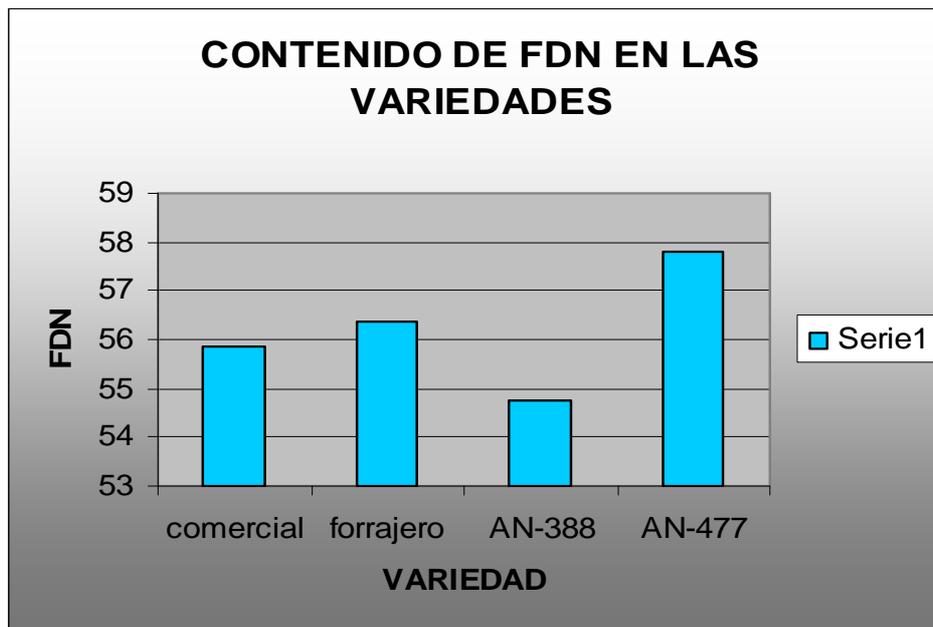
Los valores de fibra en detergente neutro (FDN) encontrados en esta investigación están en el rango de 52.0 a 62.0 % (Cuadro 4.1). En los cuatro forrajes, el contenido de (FDN) no fue diferente ($P \geq 0.05$). Tanto los híbridos, la variedad forrajera en experimentación del IMM de la UAAAN y el forrajero comercial P3OG54 de Pioneer tuvieron un comportamiento similar (Gráfica 4.1). Macgregor, (2000) reporta valores de 51.0 y 53.0 % de FDN, respectivamente para ensilado de maíz con mazorcas y con pocas mazorcas. Valores estos inferiores a los encontrados en esta investigación.

Conforme se incrementó el nivel de adición de melaza (0, 5.0 y 10.0 %) en el proceso de ensilado del forraje estudiado, disminuyó el contenido de FDN ($P \leq 0.01$). Al comparar las medias para efecto de los niveles de melaza, se encuentra ecuación de tendencia lineal para los cuatro tipos de maíz estudiados (Gráfica 1a). La interacción maíz forrajero-melaza no fue significativa ($P \geq 0.05$).

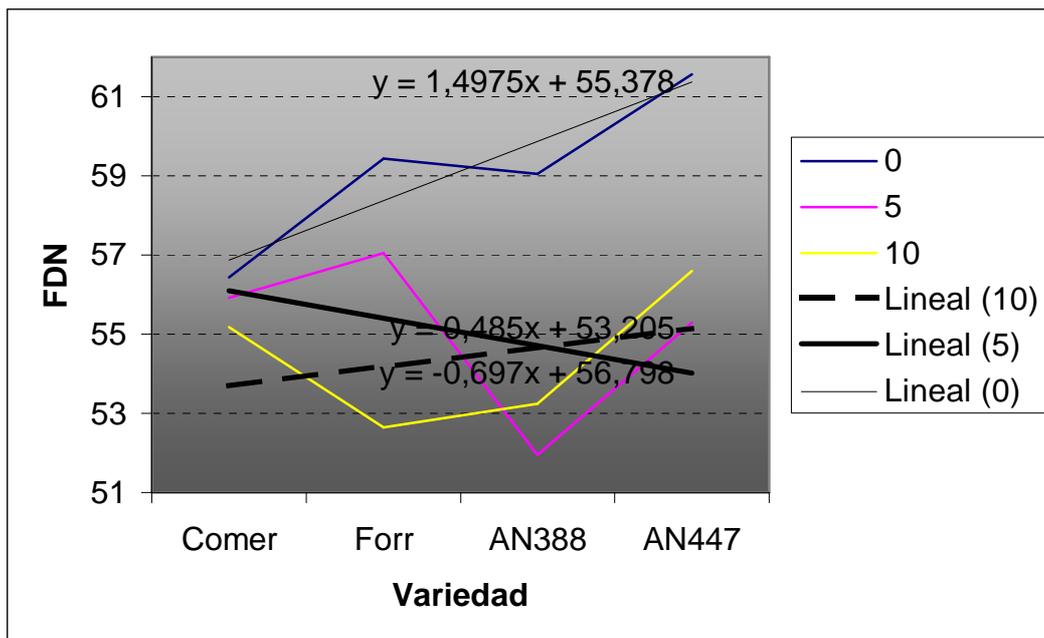
Guaita y Fernández, (2005), realizaron un trabajo para comparar la calidad nutricional de los ensilajes de maíz y de sorgo, procesando información de muestras analizadas en el Laboratorio de Nutrición y Evaluación de Calidad de Forrajes de la Estación Experimental del INTA Balcarce (Argentina), ingresadas por los usuarios en el período 1996-2002. Se compararon los promedios de variables vinculadas a características nutricionales: materia seca, materia orgánica, almidón, carbohidratos no estructurales solubles, fibras en detergente neutro y ácido. El ensilaje de maíz difirió significativamente del sorgo en la mayoría de las variables. Siendo el ensilaje de maíz más energético pero de similar aporte proteico que el ensilaje de sorgo. Además presentaron similares y buenas características fermentativas. El valor de FDN (47.4 %) reportado por estos investigadores es mucho menor al encontrado en esta investigación.

El contenido de FDN de los alimentos se considera mas frecuentemente como indicador del potencial de consumo entre o en una especie forrajera. El procedimiento para determinar FDN separa los componentes del forraje

solubles y totalmente digestibles (>98 %) (Componentes celulares) de los que no resultan totalmente disponibles sino que dependen de la fermentación microbiana en el rumen para que se conviertan en parcialmente disponibles para el animal (Fahey y Berger, 1993). Por otro lado, alimentos que contienen cantidades significativas de FDN o carbohidratos estructurales influye tanto en la digestibilidad como sobre el consumo de materia seca.



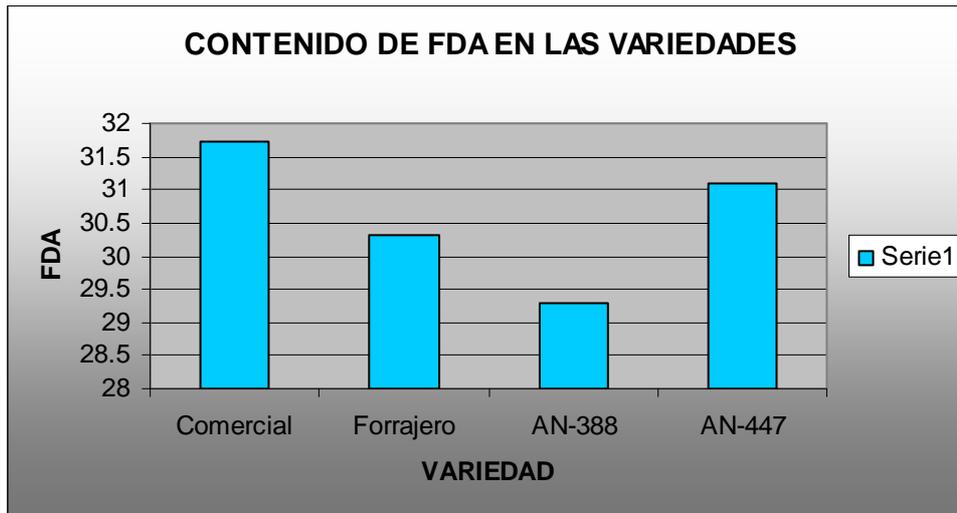
Gráfica 4.1 Contenido de FDN en el ensilado de maíz con diferentes niveles de melaza



Gráfica 4.1a Valores observados y estimados del contenido de FDN del ensilado de maíz con 0, 5.0 y 10.0 % de melaza.

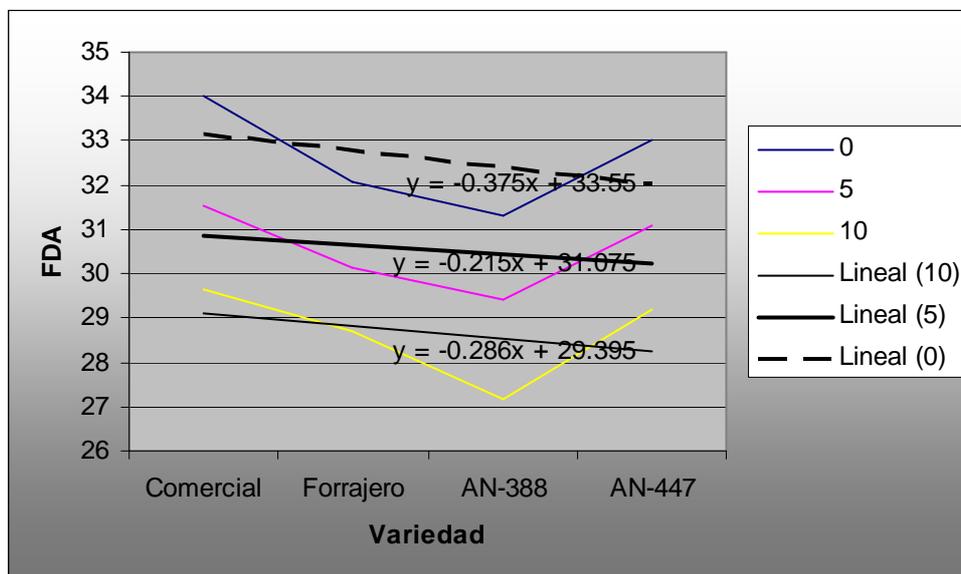
Fibra detergente ácido (FDA)

Los contenidos en FDA y lignina de los alimentos, se consideran como indicadores de la digestibilidad relativa. Es preferible mas FDA y un menor contenido de lignina, ya que esta es indigestible (Fahey y Berger, 1993). Con respecto a la (FDA), se puede observar diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en la variedad del forraje (Cuadro 4.1). Siendo mejor el comercial (31.73 %), pero igual al AN-447 (31.09 %) y forrajero (30.31 %) y diferentes al de menor valor AN-388 (29.30 %) de FDA (Gráfica 4.2). Valores de 28.0 % en FDA promedio son reportados por Guaita y Fernández, (2005), para ensilado de maíz. Macgregor, (2000) reporta 28.0 y 30.0 % de FDA, respectivamente para ensilado de maíz con mazorcas y con pocas mazorcas. Los valores que reportan estos investigadores, son muy similares a los encontrados en este trabajo.



Gráfica 4.2 Contenido de FDA en el ensilado de maíz con diferentes niveles de melaza

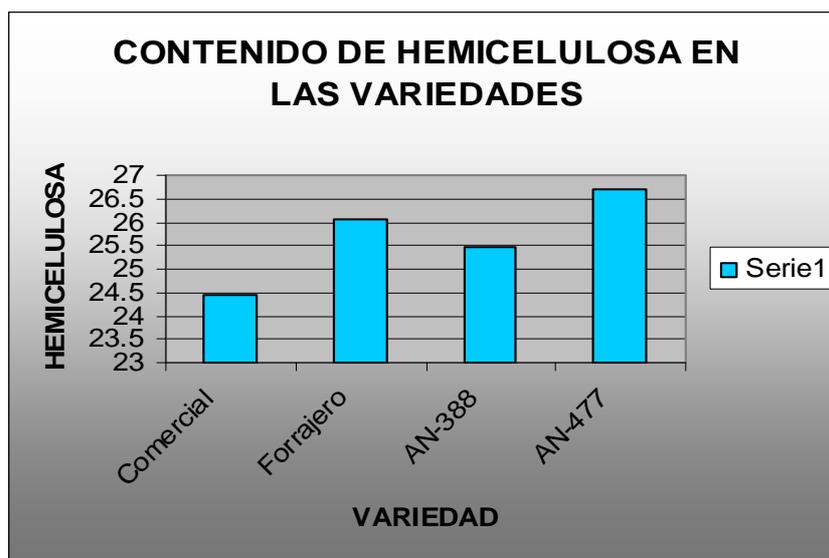
La adición de melaza afectó ($P \leq 0.01$) el contenido de FDA de los diferentes ensilados. Al realizar la comparación de medias, el nivel de inclusión de melaza disminuye el contenido de FDA en el ensilado de maíz de las variedades en estudio. Encontrándose una ecuación de tendencia lineal para cada nivel de melaza (Figura 4.2a). No hubo diferencia significativa en la interacción.



Gráfica 4.2a Valores observados y estimados del contenido de FDA del ensilado de maíz con 0, 5.0 y 10.0 % de melaza.

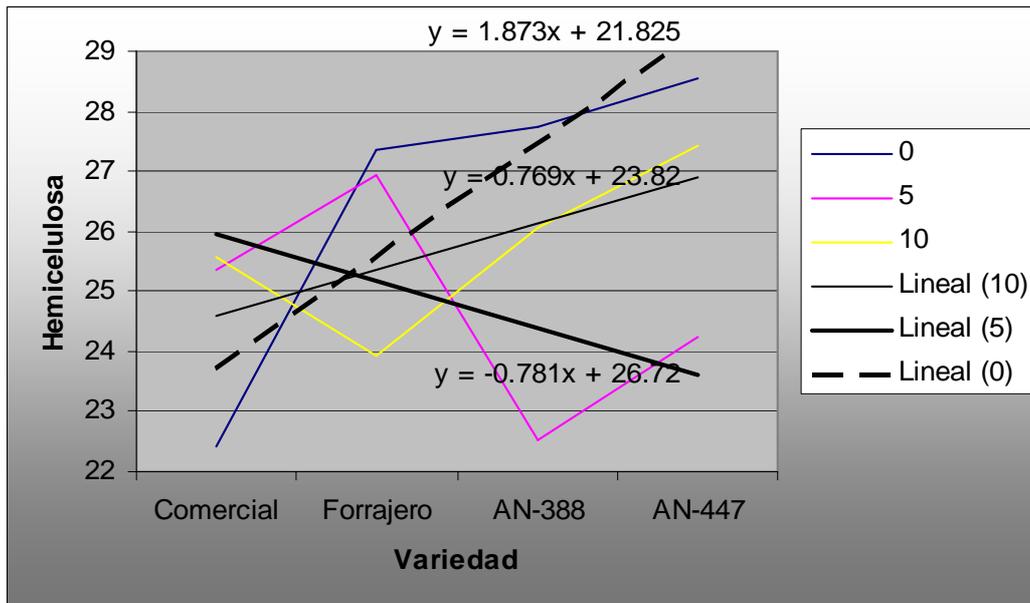
Hemicelulosa

Como se puede observar en la (Cuadro 4.1) el forraje con menor porcentaje de hemicelulosa fue el comercial P30G54 de Pioneer, siendo igual a AN-388 y variedad forrajera; pero estos son iguales al AN-447 (Gráfica 4.3). Presentando una interacción con diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) entre las variedades de maíz y el nivel adición de melaza.

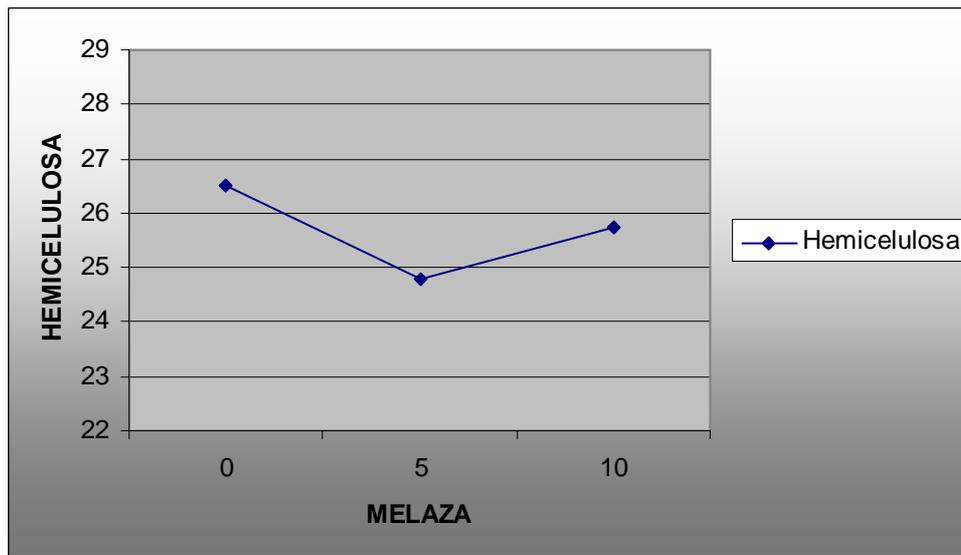


Gráfica 4.3 Contenido de hemicelulosa en el ensilado de maíz con diferentes niveles de melaza

De acuerdo a los valores observados y estimados por la ecuación de respuesta, se presenta tendencia lineal para cada nivel de melaza (Gráfica 4.3.1). Por lo tanto, se procedió a analizar cada forraje ensilado por separado (Gráfica 4.3.2; 4.3.3; 4.3.4 y 4.3.5). El contenido de hemicelulosa (Gráfica 4.3.1) de las diferentes variedades de maíz estudiados; se observa un mayor valor de hemicelulosa en el ensilado sin melaza. Y valores menores con la adición del nivel 5 y 10.0 %. Quizás durante el ensilado con melaza, tuvo una mayor fermentación de hemicelulosa (Fahey y Berger, 1993)

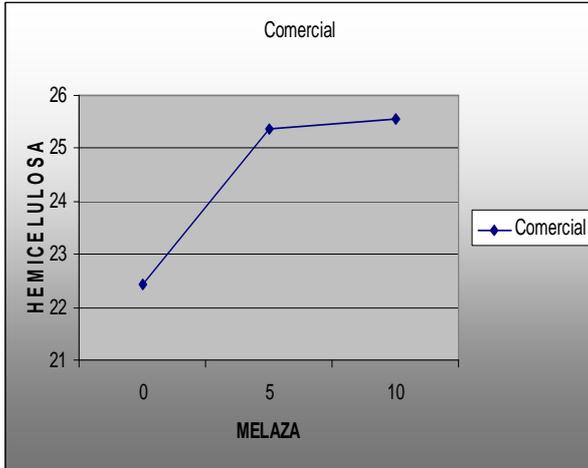


Gráfica 4.3a Valores observados y estimados del contenido de hemicelulosa del ensilado de maíz con 0, 5.0 y 10.0 % de melaza.

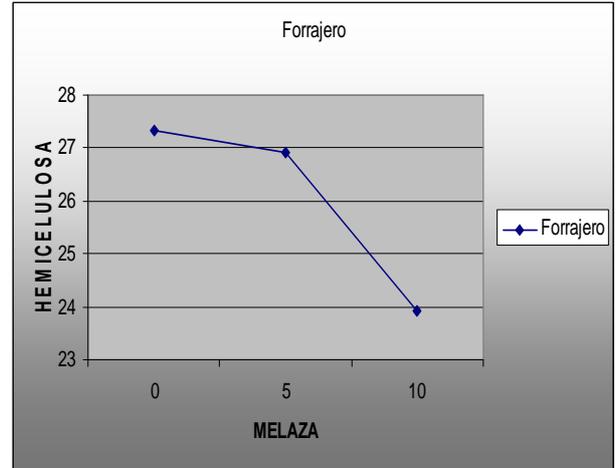


Gráfica 4.3.1 Valores de hemicelulosa de acuerdo a niveles de adición de melaza

Al analizar el efecto del nivel de melaza sobre los diferentes ensilajes en estudio, la gráfica 4.3.2 indica que el nivel de melaza aumenta el contenido de hemicelulosa en el híbrido comercial P30G54 de Pioneer; a mayor contenido de hemicelulosa menor contenido de FDA. En la gráfica 4.3.3., el contenido de hemicelulosa del maíz forrajero en experimentación se ve disminuido por el efecto del nivel de 10.0 % de melaza en el proceso de ensilado.

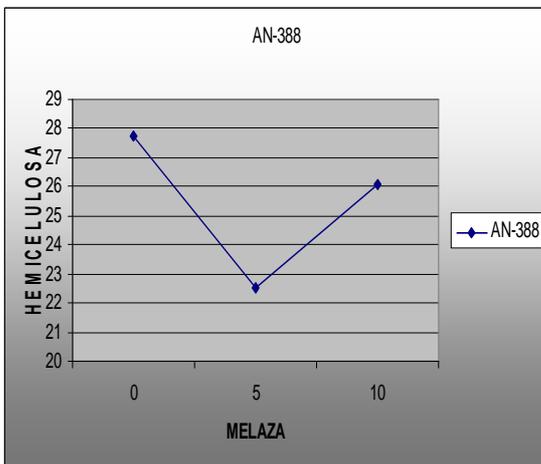


Gráfica 4.3.2 Hemicelulosa en maíz comercial P30G54 de Pioneer con diferentes niveles de melaza

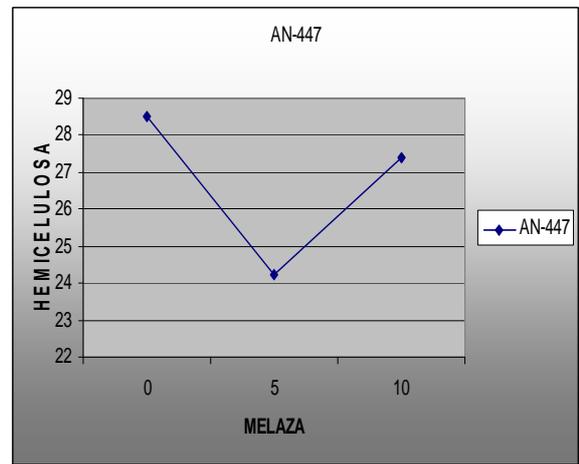


Gráfica 4.3.3 Hemicelulosa en maíz forrajero en experimentación con diferentes niveles de melaza

En los híbridos AN-388 y AN-447, presentaron similar tendencia. El menor contenido de hemicelulosa se observó cuando se agregó 5.0 % de melaza en el ensilado. Valor intermedio se obtuvo al agregar 10.0 % de melaza y el mayor valor se presentó en el ensilado sin melaza (Gráfica 4.3.4 y 4.3.5).



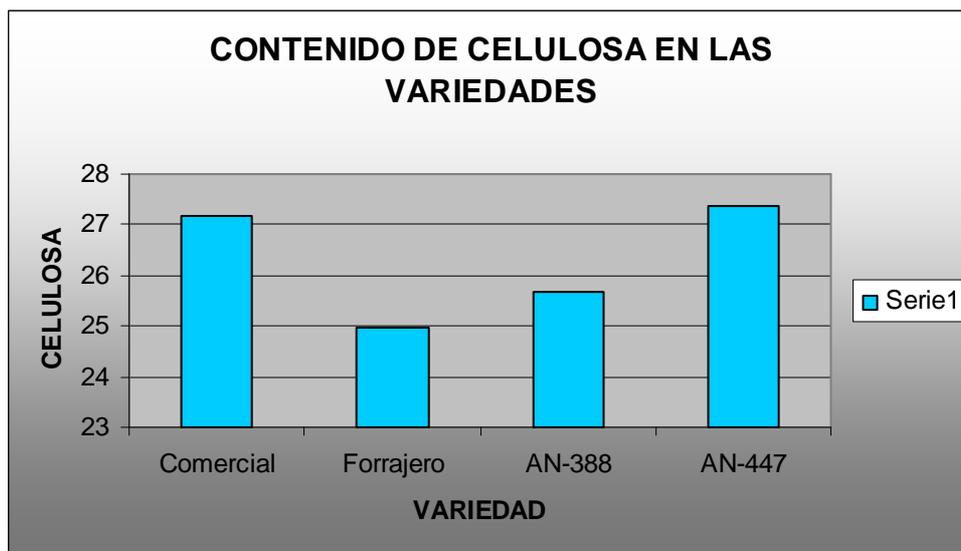
Gráfica 4.3.4 Hemicelulosa en maíz AN-388 con diferentes niveles de melaza



Gráfica 4.3.5 Hemicelulosa en maíz AN-447 con diferentes niveles de melaza

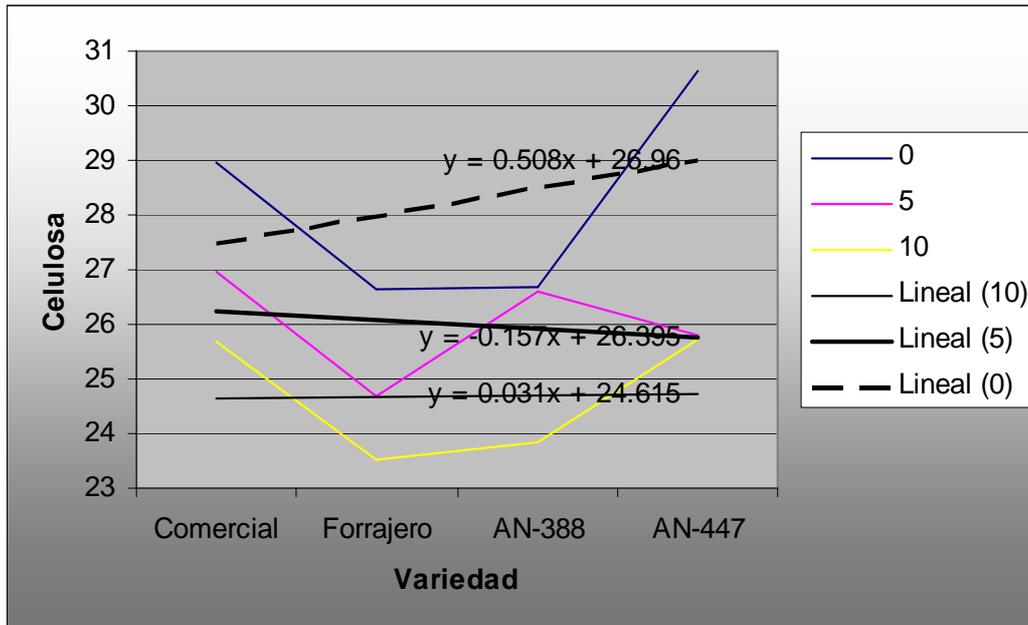
Celulosa

El menor porcentaje de celulosa se encuentra en la variedad forrajera en experimentación; los demás ensilajes tienen entre 2 y 3 % más celulosa; encontrando diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$); (Cuadro 4.1). En la (Gráfica 4.4) se observa por medio de las barras, los valores de celulosa obtenidos para cada uno de los forrajes analizados.



Gráfica 4.4 Contenido de celulosa en el ensilado de maíz con diferentes niveles de melaza

La adición de melaza causó efecto ($P \leq 0.01$) en el contenido de celulosa de los forrajes en estudio. De acuerdo al nivel de inclusión de melaza en el ensilado, se disminuye el contenido de celulosa (Gráfica 4.4a). Encontrándose una ecuación de tendencia lineal.

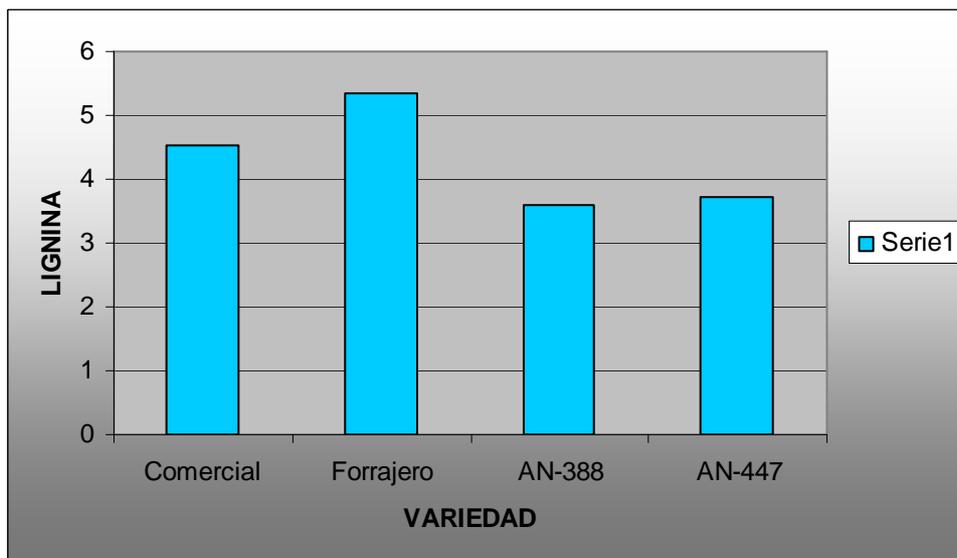


Gráfica 4.4a Valores observados y estimados del contenido de celulosa en el ensilado de maíz con 0, 5.0 y 10.0 % de melaza.

Lignina

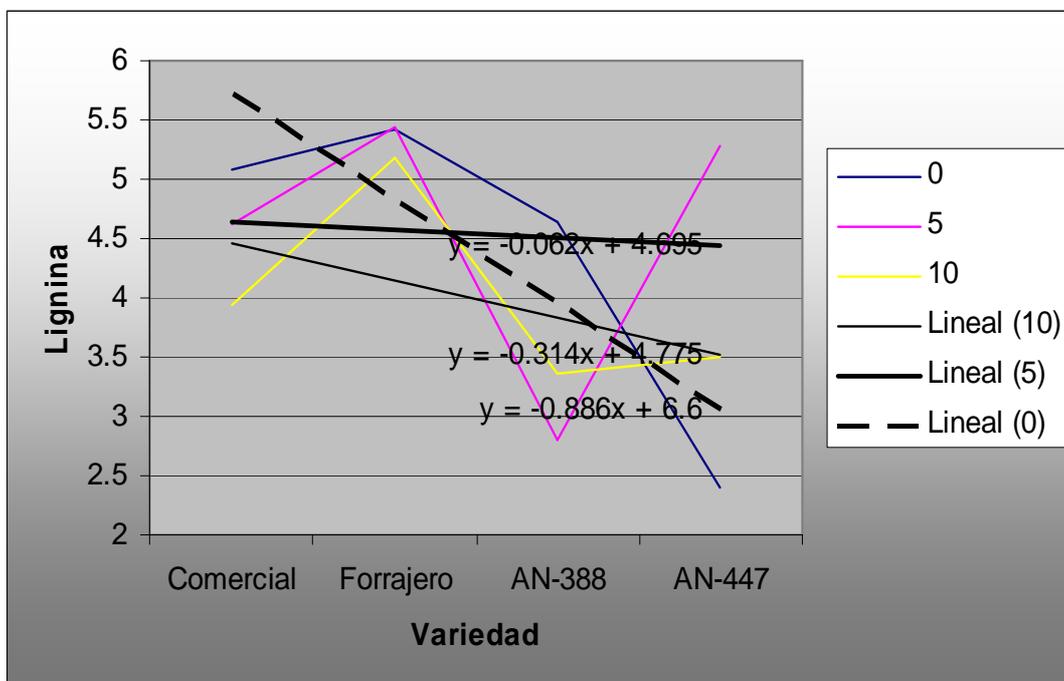
De los componentes de la pared celular, la lignina es resistente a la acción de los microorganismos y, por lo tanto, no es digestible (Van Soest, 1994); la celulosa se desdobla con mayor facilidad, y la hemicelulosa, como grupo, es la más digestibles de las tres (Fahey y Berger, 193).

Con respecto a la variable lignina (Cuadro 4.1), se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.01$). Se observa que las variedades con menor porcentaje de lignina fueron AN-388 y AN-447, lo cual puede hacer que estos dos híbridos pudieran tener una mayor digestibilidad de celulosa. Los otros dos forrajes, Comercial P30G54 de Pioneer y forrajero en experimentación presentan el más alto contenido de lignina (Gráfica 4.5).



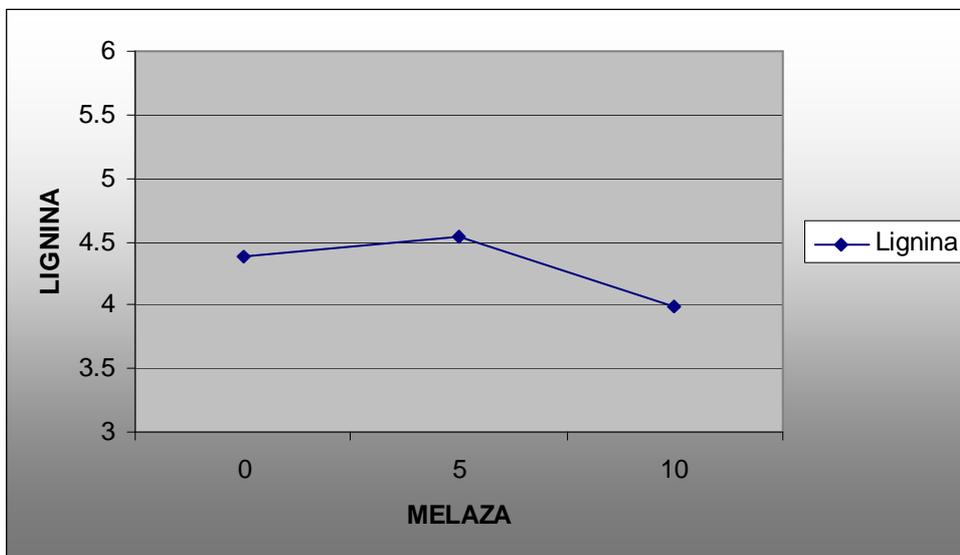
Gráfica 4.5 Contenido de lignina en el ensilado de maíz con diferentes niveles de melaza

El nivel de melaza no afectó ($P \geq 0.05$) el contenido de lignina. La interacción presenta una diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$). Se procede a interpretar la interacción con cada forraje ensilado (Gráfica 4.3.6; 4.3.7; 4.3.8 4.3.9 4.3.10)

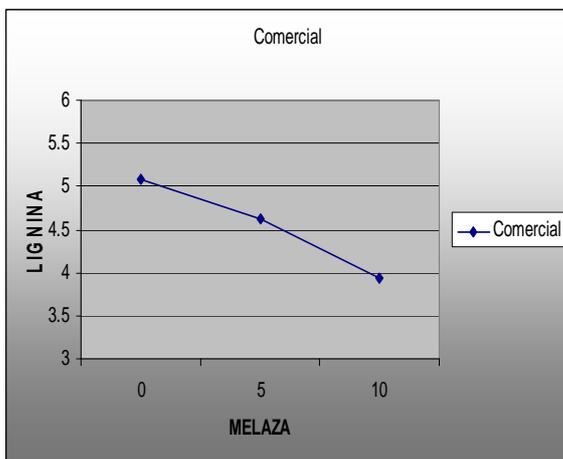


Gráfica 4.5a Valores observados y estimados del contenido de lignina en el ensilado de maíz con 0, 5.0 y 10.0 % de melaza.

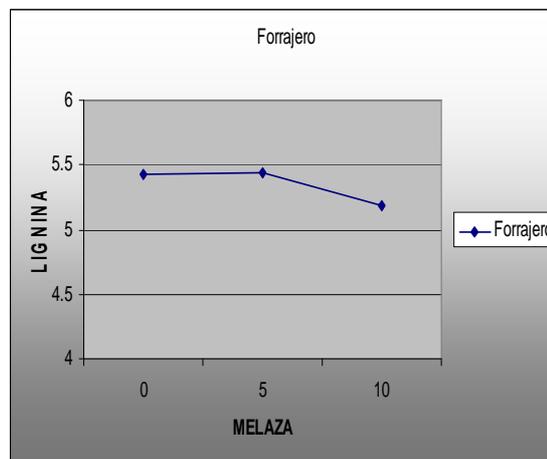
El contenido de lignina disminuyó con la adición de 10.0 % de melaza en todos los forrajes ensilados. Sin embargo, al analizarlos por separado se encuentra que el forraje comercial P30G54 de Pioneer el contenido de lignina disminuye con el nivel de melaza (Gráfica 4.3.7)



Gráfica 4.3.6 Valores de lignina de acuerdo a niveles de adición de melaza



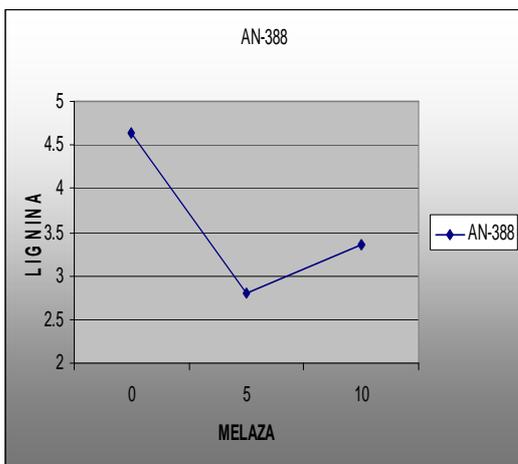
Gráfica 4.3.7 Comportamiento de la lignina en maíz comercial P30G54 de Pioneer con diferentes niveles de melaza



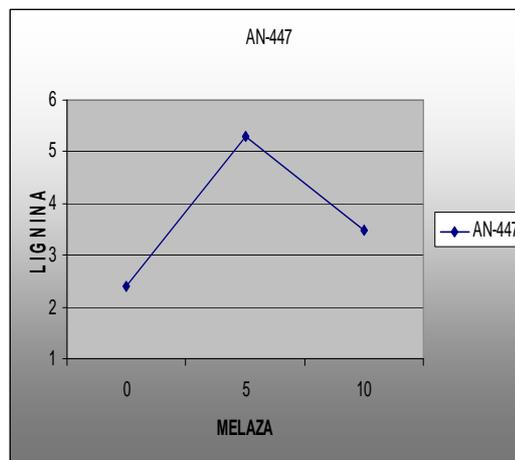
Gráfica 4.3.8 Comportamiento de la lignina en maíz forrajero en experimentación con diferentes niveles de melaza

El ensilaje del forraje AN-388 tuvo su menor contenido de lignina al adicionarle 5.0 % de melaza (Gráfica 4.3.9). Sin embargo, el no aplicar melaza

en el ensilaje de AN-447, favorece un menor contenido de lignina (Gráfica 4.3.10)



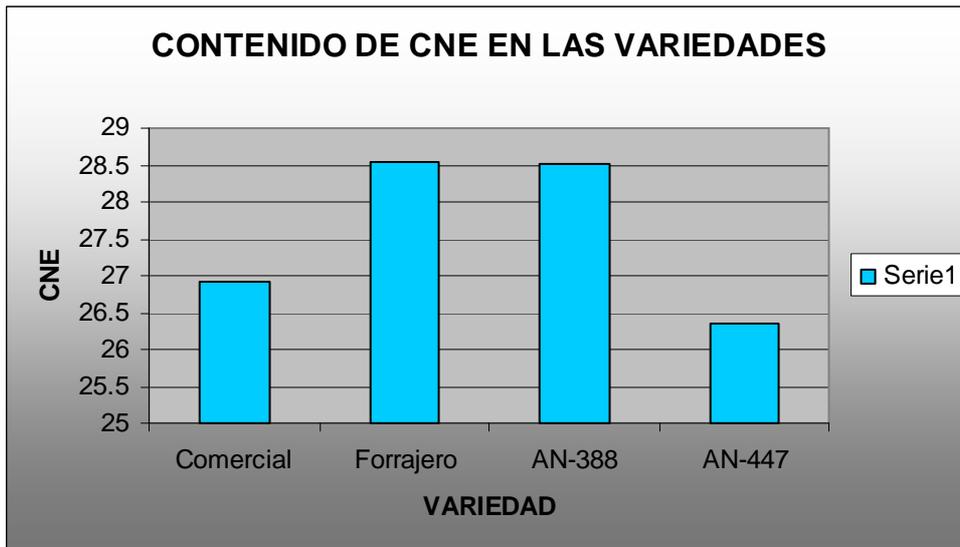
Gráfica 4.3.9 Comportamiento de la lignina en maíz AN-388 con diferentes niveles de melaza



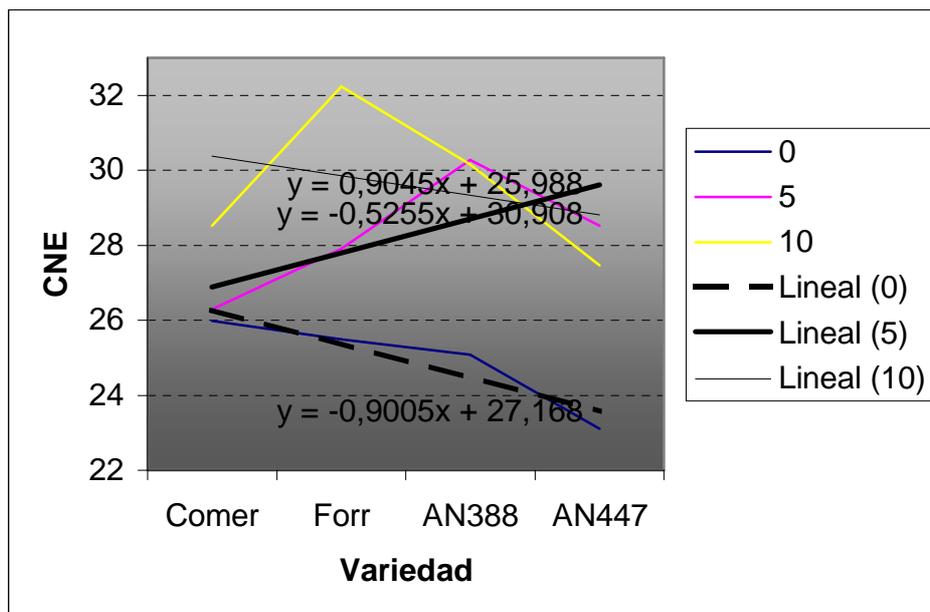
Gráfica 4.3.10 Comportamiento de la lignina en maíz AN-388 con diferentes niveles de melaza

Carbohidratos no estructurales (CNE)

El contenido (%) de CNE de los diferentes forrajes evaluados (Cuadro 4.1 y gráfica 4.6), la adición de melaza y la interacción forraje-melaza fueron altamente significativos ($P \leq 0.01$). Valores menores (9.9 %) en CNE reportan (Guaita y Fernández, 2005), al evaluar ensilaje de maíz y sorgo a los encontrados en esta investigación. Además, concluyen que el ensilaje de maíz es más energético y la energía es aportada en parte por la mayor concentración de almidón y de CNE.

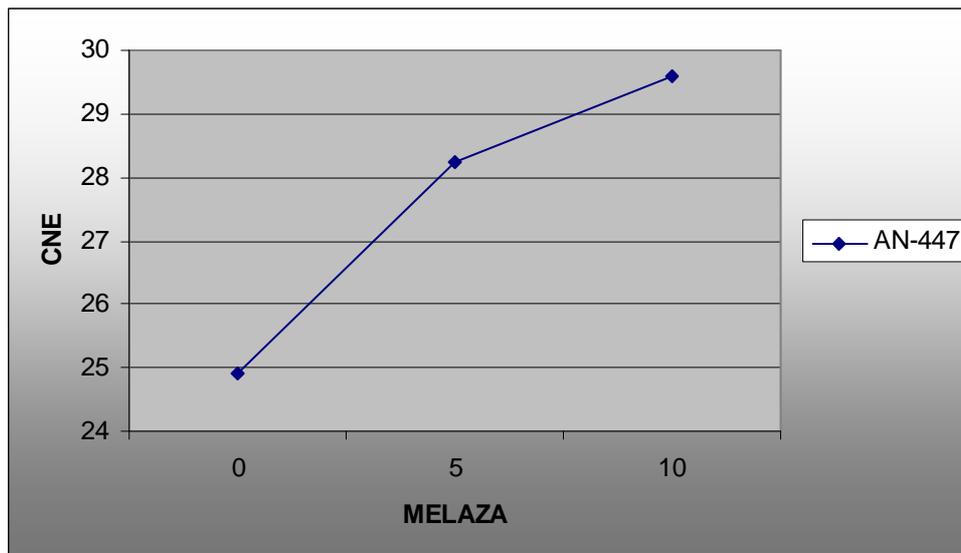


Gráfica 4.6 Contenido de CNE en el ensilado de maíz con diferentes niveles de melaza



Gráfica 4.6a Valores observados y estimados del contenido de CNE en el ensilado de maíz con 0, 5.0 y 10.0 % de melaza.

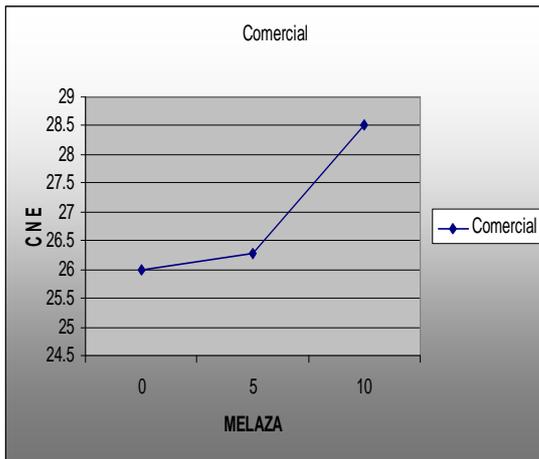
La adición de melaza mejora sustancialmente el contenido de CNE (Gráfica 4.3.11)



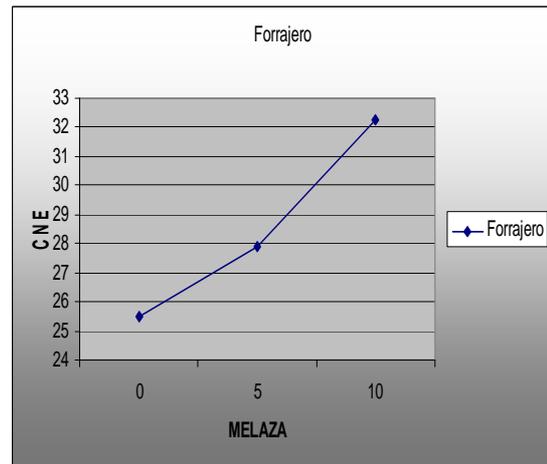
Gráfica 4.3.11 Valores CNE de acuerdo a niveles de adición de melaza

El contenido de CNE (%) en el maíz comercial P30G54 de Pioneer, forrajero en experimentación, AN-388 y AN-447, se incrementa con el nivel de melaza (Gráfica 4.3.12; 4.3.13; 4.3.14 y 4.3.15).

En vista que la interacción fue significativa ($P \leq 0.01$) se procedió a evaluar el comportamiento de cada forraje al nivel de inclusión de melaza. Al analizar el efecto del nivel de melaza sobre los diferentes ensilajes en estudio. La gráfica 4.3.12 indica que el nivel de melaza aumenta el contenido de CNE en el híbrido comercial P30G54 de Pioneer. En la gráfica 4.3.13, el contenido de CNE del maíz forrajero en experimentación se incrementa por el efecto del nivel de melaza en el ensilado.

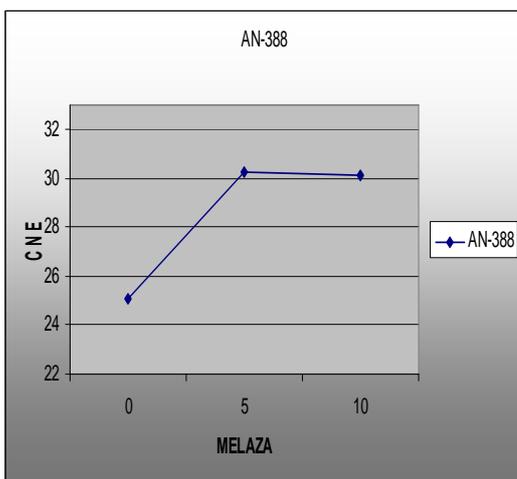


Grafica 4.3.12 Comportamiento de los CNE en el maíz comercial P30G54 de Pioneer con diferentes niveles de melaza

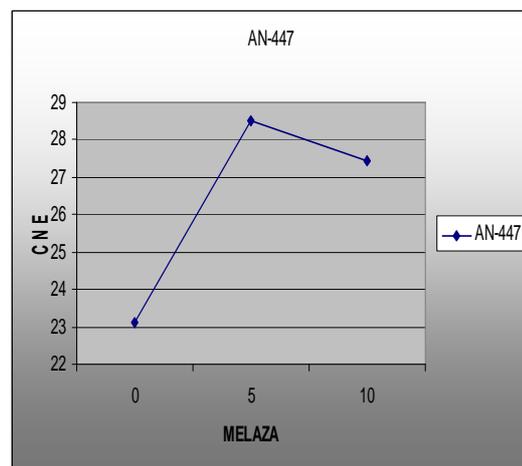


Grafica 4.3.13 Comportamiento de los CNE en el maíz forrajero experimental con diferentes niveles de melaza

En el híbrido AN-388, el contenido de CNE es mayor y muy similar con la adición del 5.0 y 10.0 % de melaza. Y AN-447, presenta un mayor valor (%) con la adición del 5.0 % de melaza. El menor contenido de CNE se observó cuando no se agregó la melaza en el ensilado (Gráfica 4.3.14 y 4.3.15).



Grafica 4.3.14 Comportamiento de los CNE en el maíz AN-388 con diferentes niveles de melaza



Grafica 4.3.15 Comportamiento de los CNE en el maíz AN-447 con diferentes niveles de melaza

Otras investigaciones

Valinotti y Richard, (1993) prepararon micro ensilaje de alfalfa fresca inoculado con bacterias (Bal) productoras de ácido láctico *L. plantarum* y *S. faecium* utilizando como sustrato alfalfa en estado vegetativo, fresca y picada. La alfalfa fue enriquecida con una mezcla de CNE, glucosa y fructosa en dosis equivalentes a 0, 4 y 8 % de la materia seca. Al final del periodo de incubación (día 64) solamente los ensilajes con la máxima adición de carbohidratos solubles presentaron una buena fermentación. La concentración de CNE residuales no mostró al término del periodo grandes diferencias entre tratamientos estando todos entre 2.1 y 2.9 %. La concentración de FDN y de hemicelulosa disminuyeron mientras que la fracción de lignocelulosa (FDA) aumentó en los ensilajes con respecto al forraje original. Riveros *et al.* (1993) hicieron un estudio sobre la adición de microelementos metabólicos de bacterias fermentativas como el manganeso y azúcares fermentables como la melaza sobre la calidad nutricional y fermentativa de ensilajes de praderas templadas. Los resultados mostraron un significativo efecto de la melaza sobre la FDN. El Mn influyó en FDN cuando se mezcló con melaza.

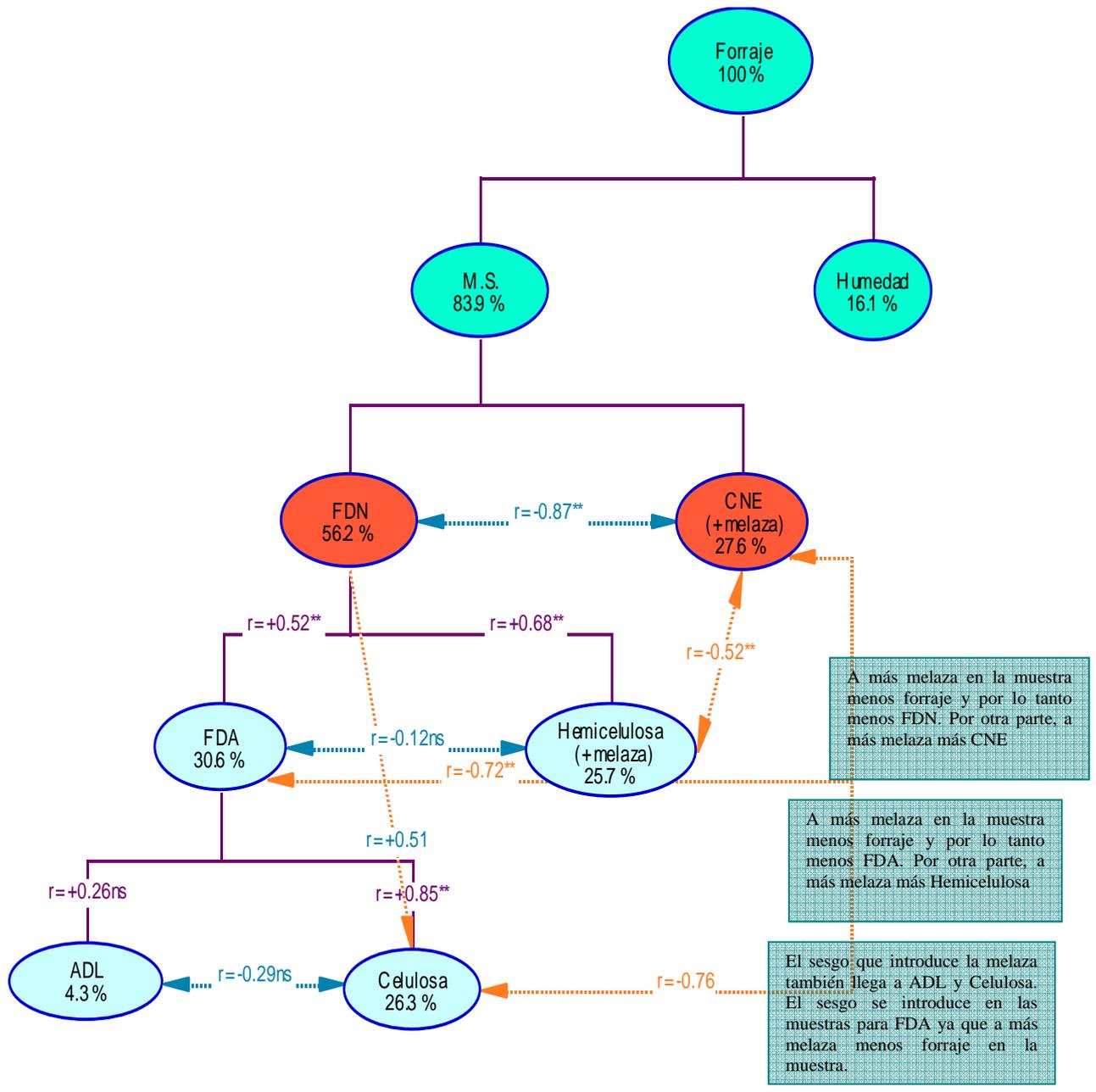


Figura 1.- Diagrama del análisis estadístico

Cuadro 4.1 Contenido de fibra en detergente neutro (FDN), ácido FDA, lignina y carbohidratos no estructurales (CNE) de tres híbridos y una variedad maíz forrajero ensilados con diferentes niveles de melaza

Forraje		AN-388			AN-447			Comercial*			Forrajero**				P≤0.05	
Melaza (%)	0	5	10	0	5	10	0	5	10	0	5	10	EE	V	M	VM
Variables (%)																
FDN	59,05	51,96	53,25	61,56	55,29	56,59	56,44	55,92	55,18	59,44	57,05	52,65	1,24	0,0634	0,0003	0,0845
FDA	31,31	29,41	27,18	33,03	31,07	29,19	34,02	31,55	29,63	32,09	30,12	28,72	0,81	0,0173	<.0001	0,9955
Hemicelulosa	27,74	22,54	26,07	28,53	24,23	27,41	22,42	25,37	25,56	27,34	26,93	23,92	0,81	0,0285	0,0319	0,0013
Lignina	4,64	2,81	3,36	2,39	5,29	3,49	5,08	4,62	3,93	5,43	5,44	5,18	0,45	0,0014	0,2385	0,0079
Celulosa	26,67	26,6	23,82	30,64	25,78	25,71	28,95	26,94	25,7	26,66	24,69	23,54	0,72	0,0034	<.0001	0,1515
CNE	25,09	30,27	30,16	23,11	28,52	27,46	25,98	26,29	28,52	25,49	27,92	32,24	0,39	<.0001	<.0001	<.0001

*Comercial forrajera P30G54 de Pioneer
la media

** Forrajero en experimentación V = Variedad

M = Melaza

EE = Error estándar de

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación se concluye lo siguiente:

1. La adición de melaza 5 y 10 % en el ensilaje menos forraje en la muestra.
2. A mayor inclusión de melaza en el ensilaje menor contenido de FDN.
3. El incremento de los niveles de melaza en el ensilaje se obtiene menos FDA y se incrementa la hemicelulosa.
4. A más melaza menos ADL y celulosa.
5. A mayor contenido de melaza mayor contenido de CNE

Como la adición de melaza disminuye la FDN, mejora la calidad del forraje al incrementar el contenido celular. Esta es una fracción totalmente digerible. Pudiera ser que la adición de melaza a los forrajes aumenta los niveles de contenido celular. El mayor contenido de CNE, y por lo tanto menos FDN o pared celular y sus partes. El efecto de la melaza quizás se deba por estar compuesta por carbohidratos y azúcares.

Esta condición de la melaza como aditivo favorecería la aceptación por el animal, por su olor y sabor. Es fuente de energía y económica.

LITERATURA CITADA

- Arzola, A. C.; H. Bernal; J. D. Hernández; E. Álvarez. 2004. Sistemas de alimentación para ganado productor de leche. Conferencia Magistral, XXXII Reunión Anual, Asociación Mexicana de Producción Animal. Monterrey, N.L. Pp.16-17.
- AOAC. 1997. Official methods of analysis (16th Ed.) Association Official Analytical Chemists. Arlington, VA, USA.
- Barnett, A. J. G. 1957. Fermentación del ensilado. Departamento de Química, Biológica de la Universidad de Aberdeen (Inglaterra). Aguilar S. A. de Ediciones. Impreso en España. Pp. 15, 16, 31.
- Castillo. S.Z.J. 2005. Evaluación química, nutrientes digestibles totales y digestibilidad de la materia seca de tres híbridos y una variedad de maíz forrajero. Tesis de licenciatura, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pag. 21
- Centro Nacional de Desarrollo Municipal (CNDM) 1999. Enciclopedia de los municipios de México. Santiago Ixcuintla, Nayarit. Gobierno del Estado de Nayarit, México.
- Church, D. C. 1991. Livestock feeds and feeding. Third edition. Prentice-Hall, Inc. A Simon & Schuster Company. Englewood Cliffs, New Jersey, USA. Pp. 94
- Church, D.C., W.G. Pond., and K.R. Pond. 2002. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. Editorial Limusa, S.A. de C.V. México D.F. Pp.
- De Alba. J. 1968. Alimentación del ganado en América Latina. Primera Reimpresión. La prensa mexicana, México. pp. 60-67.
- Delorit, R.J. y H.L. Ahlgren. 1983. Producción agrícola. Editorial C.E.C.S.A. México, Pp. 52, 645, 653, 659, 660.
- Ede, R. Y Blood, T.F. 1970. Ensilado. Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp. 18, 19, 20.
- Ensminger, M. E.; J. E. Oldfield and W. W. Heinerman. 1990. Feeds and nutrition. 2ª Edition. Ed. The Ensminger Publishing Company. Pp.

- Fahey, Jr. G. C. and L. I. Berger. 1993. Los carbohidratos en la nutrición de los rumiantes. En: El rumiante, fisiología digestiva y nutrición. Editorial Limusa S. A. Zaragoza, España. Cap. 14:305-337.
- Flores, M. J.A. 1990. Bromatología Animal. Tercera edición. Quinta Reimpresión. Editorial Limusa, S.A. México, DF. pp, 41, 42,
- Goering, H. K., and P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications). Agric. Handbook N° 379. ARS, USDA, Washington, D. C.
- Guaita, M. S. y H. H. Fernández. 2004. Calidad nutricional de los silajes de planta entera de maíz y de sorgo analizados en balcarce (Argentina). XIX Reunión Bianual de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Tampico, Tamaulipas, México.
- Harris, L. E. 1970. Nutrition research techniques for domestic and wild animals. An international record system and procedures for analyzing samples. Ed. Lorin E. Harris. Utah State University. Logan, UTA. Pag. 3517
- Harvard, B. D. 1969. Las plantas forrajeras tropicales. 1ª Edición. Editorial Blume. Barcelona, España.
- Hernández, X.E. 1957. Los pastizales mexicanos. Mesa redonda sobre los Problemas de la industria agropecuaria de México. Instituto De Recursos Naturales Renovales. A.C. México.
- Hodgson, R. E. and O. E. Reed. 1964. La industria lechera en América. Ed. Pax. México.
- Harris L. E.; J. M. Asplund and E. W. Crampton. 1968. An international feed nomenclature and methods for summarizing and using feed data to calculate diets. Bulletin 479. Agricultural Experiment Station, USDA. USA. Pp. 26-28.
- Hughes, H. D.; M. E. Heat and D. S. Metcalfe. 1976. Forrajes. Segunda traducción al español por el Ing. José Luis de la Loma. Ed. C.E.C.S.A. México. Pp. 678, 740-741.
- Huss, D.L. y E.L. Aguirre. 1979. Fundamentos de manejo de pastizales. I.T.E.S.M. Monterrey, Nuevo León, México. Pag.. 34
- Inchausti, D. Y E.C. Tagle. 1967. Bovinotecnia. Tomo II. Editorial El Ateneo. Buenos Aires, Argentina.
- Jugenheimer, R.W. 1981. Maíz: variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Primera edición. Editorial Limusa, S.A. México, DF. Pp. 39-41; 297.

- Jugenheimer, R.W. 1985. Maíz: variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Primera reimpresión. Editorial Limusa, S.A. México, DF.
- Llamas, L. G. 1990. Mejoradores de forrajes. En: Anabólicos y aditivos en la producción pecuaria. Sistema de Educación Continua en Producción Animal en México A. C. México D. F. Pp.49-72
- Mathews, A. 1947. Diccionario de agricultura, zootecnia y veterinaria. Tomo I, segunda edición. Ed. Salvat, Zaragoza, España.
- Maynard, L. A.; J. K. Loosli; H. F. Hintz and R. G. Warner. 1981. Nutrición animal. Cuarta Edición en Español. Ed. McGraw Hill. Cap. 2:17
- Merry, R. J.; R. F. Cussen-Mackenna, and R. Jones. 1993. Biological silage additives.. XIII Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal y XVIII Reunión Sociedad Chilena de Producción Animal A. G. Ciencia e Investigación Agraria. Vol 20:2:372-401
- Peñagaricano, A.J., W. Arias y J.N. Llana. (sin fecha). El ensilaje. Ed. Hemisferio sur. Montevideo Uruguay pp, 44, 84, 88, 89, 91.
- Reaves, M. P. y C. W. Pegram. 1974. El ganado lechero y las industrias lácteas en la granja. Primera edición. Ed. Limusa, S. A. México. Pp. 222-223.
- Riveros, E.; F. Sáenz-Laguna y E. Agosin. Efecto de la adición de manganeso y melaza sobre las características cualitativas de ensilaje de pradera templada permanente. XIII Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal y XVIII Reunión Sociedad Chilena de Producción Animal A. G. Ciencia e Investigación Agraria. Vol 20:2:39-40
- Robles, S.R. 1985. Producción de granos y forrajes. Cuarta edición. Primera reimpresión. Editorial Limusa, S.A. México, DF. p 417.
- Robles, S.R. 1983. Producción de granos y forrajes. Segunda edición. Editorial Limusa, S.A. México, DF. pp. 73-76.
- 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. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Schofield, P.; R. E. Pitt and A. N. Pell. 1994. Kinetics of fiber digestion from in vitro gas production. J. Anim. Sci. 7:2980-299.
- S.E.P. 1991. Cultivos Forrajeros. Segunda edición. Primera reimpresión. Editorial Trilla. México, DF. pp. 9

- Sprage, M. A. and L. Leparulo. 1965. Losing during storage and digestibility of different crops of silage. *Agronomy Journal*. 57:18-104.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach* (2nd Ed.) McGraw-Hill Publishing Co., New York.
- Valinotti, P. y G. Pichard. 1993. Efecto de la inoculación bacteriana sobre la fermentación del ensilaje de alfalfa fresca suplementada con carbohidratos solubles. XIII Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal y XVIII Reunión Sociedad Chilena de Producción Animal A. G. Ciencia e Investigación Agraria. Vol 20:2:38-39
- Van Soest, P. J. 1982. *Nutricional ecology of the ruminant*. O & Books. Oregon, USA.
- Van Soest, P. J. 1994. *Nutricional ecology of the ruminant*. Second edition. Comstock Publishing Associates-Cornell University Press. USA. Pp. 177-195.
- Van Soest, P. J. and R. H. Wine. 1968. Determination of lignin and cellulose in A. D. F. with permanganate. *Journal of the Association of Official Analytical Chemist*. 51:780
- Van Soest, P. J. and J. B. Robertson. 1985. *Analysis of forages and fibrous foods. A Laboratory Manual for Animal Science 613*. Cornell University, Ithaca, New York , USA. Pag. 165.
- Watson, J.S, y Smith, A.M. 1977. *El ensilaje*. Primera edición. Sexta Reimpresión. Editorial Continental. México. S.A. pp 25,26, 129, 133, 143.

V. ANEXO

Fibra detergente ácida (FDA).

REPETICIONES

A	B	1	2
1	1	31.33	31.29
1	2	29.64	29.18
1	3	26.66	27.7
2	1	31.3	34.76
2	2	30.7	31.43
2	3	29.11	29.26
3	1	34.41	33.63
3	2	31.91	31.19
3	3	29.84	29.41
4	1	31.98	32.2
4	2	29.36	30.88
4	3	30.58	26.85

ANALISIS DE VARIANZA

F.V	G.L	S.C	CM	F	P>F
Factor A	3	19.792969	6.597656	5.0418	0.017
Factor B	2	62.037109	31.018555	23.7037	0.000
Interacción	6	0.753906	0.125651	0.0960	0.994
Error	12	15.703125	1.308594		
total	23	98.287109			

C.V = 3.74 % E.E = 0.81

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR A.

F.A	Media
1	29.300001
2	31.093332
3	31.731667
4	30.308334

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR B.

F.B	Media
1	32.612499
2	30.536247
3	28.676250

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR AB.

F.A	1	2	3	Media
1	31.3100	29.4100	27.1800	29.3000
2	33.0300	31.0650	29.1850	31.0933
3	34.0200	31.5500	29.6250	31.7317
4	32.0900	30.1200	28.7150	30.3083
Media	32.6125	30.5362	28.6763	30.6083

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR A.

Tratamientos	Medias
3	31.7317 A
2	31.0933 A
4	30.3083 A
1	29.3000 A

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: .5686

Valores tabla: $q<0.05> = 4.20$ $q<0.01> = 5.50$

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR B.

Tratamientos	Media
1	32.6125 A
2	30.5362 B
3	28.6763 B

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: 2.0384

Valores tabla: $q<0.05> = 3.77$ $q<0.01> = 5.04$

Lignina

REPETICIONES

A	B	1	2
1	1	5.09	4.19
1	2	2.73	2.89
1	3	3.28	3.44
2	1	2.23	2.55
2	2	5.67	4.9
2	3	3.54	3.44
3	1	5.57	4.58
3	2	5.41	3.82
3	3	3.88	3.97
4	1	5.97	4.89
4	2	5.66	5.21
4	3	6.05	4.3

ANALISIS DE VARIANZA

F.V	G.L	S.C	CM	F	P>F
Factor A	3	11.832581	3.944194	9.9494	0.002
Factor B	2	1.283722	0.641861	1.6191	0.238
Interacción	6	12.213440	2.035573	5.1348	0.008
Error	12	4.757111	0.396426		
total	23	30.086853			

C.V = 14.63 % E.E = 0.45

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR A.

F.A	Media
1	3.603333
2	3.721667
3	4.538333
4	5.346666

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR B.

F.B	Media
1	4.383750
2	4.536250
3	3.987500

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR AB.

F.A	1	2	3	Media
1	4.6400	2.8100	3.3600	3.6033
2	2.3900	5.2850	3.4900	3.7217
3	5.0750	4.6150	3.9250	4.5383
4	5.4300	5.4350	5.1750	5.3467
Media	4.3837	4.5362	3.9875	4.3025

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR A.

Tratamientos	Medias
4	5.3467 A
3	4.5383 AB
2	3.7217 B
1	3.6033 B

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: 1.4137

Valores tabla: $q_{<0.05>} = 4.20$ $q_{<0.01>} = 5.50$

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR B, DENTRO DEL NIVEL 1 DEL FACTOR A.

Tratamientos	Media
1	4.6400 A
3	3.3600 A
2	2.8100 A

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: 2.2439

Valores tabla: $q_{<0.05>} = 3.77$ $q_{<0.01>} = 5.04$

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR B, DENTRO DEL NIVEL 2 DEL FACTOR A.

Tratamientos	Media
2	5.2850 A
3	3.4900 AB
1	2.3900 B

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: 2.2439

Valores tabla: $q<0.05> = 3.77$ $q<0.01> = 5.04$

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR B, DENTRO DEL NIVEL 3 DEL FACTOR A.

Tratamientos	Media
1	5.0750 A
2	4.6150 A
3	3.9250 A

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: 2.2439

Valores tabla: $q<0.05> = 3.77$ $q<0.01> = 5.04$

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR B, DENTRO DEL NIVEL 4 DEL FACTOR A.

Tratamientos	Media
2	5.4350 A
1	5.4300 A
3	5.1750 A

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: 2.2439

Valores tabla: $q<0.05> = 3.77$ $q<0.01> = 5.04$

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR A, DENTRO DEL NIVEL 1 DEL FACTOR B.

Tratamientos	Media
4	5.4300 A
3	5.0750 A
1	4.6400 A
2	2.3900 B

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: 2.4487

Valores tabla: $q<0.05> = 4.20$ $q<0.01> = 5.50$

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR A, DENTRO DEL NIVEL 2 DEL FACTOR B.

Tratamientos	Media
4	5.4350 A
2	5.2850 A
3	4.6150 AB
1	2.8100 B

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: 2.4487

Valores tabla: $q<0.05> = 4.20$ $q<0.01> = 5.50$

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR A, DENTRO DEL NIVEL 3 DEL FACTOR B.

Tratamientos	Media
4	5.1750 A
3	3.9250 A
2	3.4900 A
1	3.3600 A

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: 2.4487

Valores tabla: $q<0.05> = 4.20$ $q<0.01> = 5.50$

Celulosa

REPETICIONES

A	B	1	2
1	1	26.24	27.1
1	2	26.91	26.29
1	3	23.38	24.26
2	1	29.07	32.21
2	2	25.03	26.53
2	3	25.57	25.84
3	1	28.84	29.05
3	2	26.5	27.37
3	3	25.96	25.44
4	1	26.01	27.31
4	2	23.7	25.67
4	3	24.53	22.55

ANALISIS DE VARIANZA

F.V	G.L	S.C	CM	F	P>F
Factor A	3	24.652344	8.217448	8.0013	0.004
Factor B	2	51.185547	25.592773	24.9195	0.000
Interacción	6	12.064453	2.010742	1.9578	0.152
Error	12	12.324219	1.027018		
total	23	100.226563			

C.V = 3.85 % E.E = 0.72

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR A.

F.A	Media
1	25.696665
2	27.375000
3	27.193335
4	24.961668

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR B.

F.B	Media
1	28.228748
2	26.000000
3	24.691252

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR AB.

F.A	1	2	3	Media
1	26.6700	26.6000	23.8200	25.6967
2	30.6400	25.7800	25.7050	27.3750
3	28.9450	26.9350	25.7000	27.1933
4	26.6600	24.6850	23.5400	24.9617
Media	28.2287	26.0000	24.6913	26.3067

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR A.

Tratamientos	Medias	
2	27.3750	A
3	27.1933	AB
1	25.6967	AB
4	24.9617	B

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: 2.2755

Valores tabla: $q<0.05> = 4.20$ $q<0.01> = 5.50$

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR B.

Tratamientos	Media
1	28.2287 A
2	26.0000 B
3	24.6913 B

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: 1.8058

Valores tabla: $q<0.05> = 3.77$ $q<0.01> = 5.04$

Hemicelulosa

REPETICIONES

A	B	1	2
1	1	27.72	27.76
1	2	22.31	22.77
1	3	26.59	25.55
2	1	30.26	26.8
2	2	24.59	23.86
2	3	27.48	27.33
3	1	22.03	22.81
3	2	25.01	25.73
3	3	25.34	25.77
4	1	27.45	27.23
4	2	27.69	26.17
4	3	22.06	25.79

ANALISIS DE VARIANZA

F.V	G.L	S.C	CM	F	P>F
Factor A	3	16.797852	5.599284	4.2791	0.028
Factor B	2	12.184570	6.092285	4.6559	0.031
Interacción	6	62.233398	10.372233	7.9267	0.002
Error	12	15.702148	1.308512		
total	23	106.917969			

C.V = 4.46 % E.E = 0.81

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR A.

F.A	Media
1	25.449999
2	26.719999
3	24.448334
4	26.065002

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR B.

F.B	Media
1	26.507500
2	24.766249
3	25.738750

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR AB.

F.A	1	2	3	Media
1	27.7400	22.5400	26.0700	25.4500
2	28.5300	24.2250	27.4050	26.7200
3	22.4200	25.3700	25.5550	24.4483
4	27.3400	26.9300	23.9250	26.0650
Media	26.5075	24.7662	25.7388	25.6708

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR A.

Tratamientos	Medias	
2	26.7200	A
4	26.0650	A
1	25.4500	A
3	24.4483	A

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: 2.5685

Valores tabla: $q<0.05> = 4.20$ $q<0.01> = 5.50$

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR B.

Tratamientos	Media	
1	26.5075	A
3	25.7388	A
2	24.7662	A

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: 2.0383

Valores tabla: $q<0.05> = 3.77$ $q<0.01> = 5.04$

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR B, DENTRO DEL NIVEL 1 DEL FACTOR A.

Tratamientos	Media
1	27.7400 A
3	26.0700 AB
2	22.5400 B

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: 4.0767

Valores tabla: $q<0.05> = 3.77$ $q<0.01> = 5.04$

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR B, DENTRO DEL NIVEL 2 DEL FACTOR A.

Tratamientos	Media
1	28.5300 A
3	27.4050 AB
2	24.2250 B

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: 4.0767

Valores tabla: $q<0.05> = 3.77$ $q<0.01> = 5.04$

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR B, DENTRO DEL NIVEL 3 DEL FACTOR A.

Tratamientos	Media
3	25.5550 A
2	25.3700 A
1	22.4200 A

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: 4.0767

Valores tabla: $q<0.05> = 3.77$ $q<0.01> = 5.04$

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR B, DENTRO DEL NIVEL 4 DEL FACTOR A.

Tratamientos	Media
1	27.3400 A
2	26.9300 A
3	23.9250 A

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: 4.0767

Valores tabla: $q<0.05> = 3.77$ $q<0.01> = 5.04$

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR A, DENTRO DEL NIVEL 1 DEL FACTOR B.

Tratamientos	Media
2	28.5300 A
1	27.7400 A
4	27.3400 A
3	22.4200 B

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: 4.4487

Valores tabla: $q<0.05> = 4.20$ $q<0.01> = 5.50$

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR A, DENTRO DEL NIVEL 2 DEL FACTOR B.

Tratamientos	Media
4	26.9300 A
3	25.3700 A
2	24.2250 A
1	22.5400 A

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: 4.4487

Valores tabla: $q<0.05> = 4.20$ $q<0.01> = 5.50$

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR A, DENTRO DEL NIVEL 3 DEL FACTOR B.

Tratamientos	Media
2	27.4050 A
1	26.0700 A
3	25.5550 A
4	23.9250 A

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: 4.4487

Valores tabla: $q<0.05> = 4.20$ $q<0.01> =$

Variable: carbohidratos no estructurales (CNE)

REPETICIONES

A	B	1	2
1	1	25.63	24.55
1	2	29.76	30.78
1	3	30.04	30.28
2	1	22.55	23.67
2	2	28.38	28.66
2	3	27.95	26.97
3	1	26.48	25.48
3	2	26.31	26.27
3	3	28.59	28.45
4	1	25.73	25.24
4	2	27.73	28.1
4	3	31.7	32.77

ANALISIS DE VARIANZA

F.V	G.L	S.C	CM	F	P>F
Factor A	3	22.154297	7.384766	24.9571	0.000
Factor B	2	92.783203	46.391602	156.7822	0.000
Interacción	6	29.560547	4.926758	16.6502	0.000
Error	12	3.550781	0.295898		
total	23	148.048828			

C.V = 1.97 % E.E = 0.39

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR A.

F.A	Media
1	28.506668
2	26.363333
3	26.929998
4	28.545000

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR B.

F.B	Media
1	24.916250
2	28.248751
3	29.593750

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR AB.

F.A	1	2	3	Media
1	25.0900	30.2700	30.1600	28.5067
2	23.1100	28.5200	27.4600	26.3633
3	25.9800	26.2900	28.5200	26.9300
4	25.4850	27.9150	32.2350	28.5450
Media	24.9163	28.2488	29.5938	27.5863

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR A.

Tratamientos	Medias	
4	28.5450	A
1	28.5067	A
3	26.9300	B
2	26.3633	B

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: 1.2214

Valores tabla: $q<0.05> = 4.20$ $q<0.01> = 5.50$

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR B.

Tratamientos	Media	
3	29.5938	A
2	28.2488	B
1	24.9163	C

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: 0.9693

Valores tabla: $q<0.05> = 3.77$ $q<0.01> = 5.04$

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR B, DENTRO DEL NIVEL 1 DEL FACTOR A.

Tratamientos	Media	
2	30.2700	A
3	30.1600	A
1	25.0900	B

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: 1.9386

Valores tabla: $q<0.05> = 3.77$ $q<0.01> = 5.04$

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR B, DENTRO DEL NIVEL 2 DEL FACTOR A.

Tratamientos	Media
2	28.5200 A
3	27.4600 A
1	23.1100 B

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: 1.9386

Valores tabla: $q<0.05> = 3.77$ $q<0.01> = 5.04$

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR B, DENTRO DEL NIVEL 3 DEL FACTOR A.

Tratamientos	Media
3	28.5200 A
2	26.2900 B
1	25.9800 B

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: 1.9386

Valores tabla: $q<0.05> = 3.77$ $q<0.01> = 5.04$

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR B, DENTRO DEL NIVEL 4 DEL FACTOR A.

Tratamientos	Media
3	32.2350 A
2	27.9150 B
1	25.4850 C

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: 1.9386

Valores tabla: $q<0.05> = 3.77$ $q<0.01> = 5.04$

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR A, DENTRO DEL NIVEL 1 DEL FACTOR B.

Tratamientos	Media
3	25.9800 A
4	25.4850 A
1	25.0900 AB
2	23.1100 B

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: 2.1155

Valores tabla: $q<0.05> = 4.20$ $q<0.01> = 5.50$

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR A, DENTRO DEL NIVEL 2 DEL FACTOR B.

Tratamientos	Media
1	30.2700 A
2	28.5200 AB
4	27.9150 BC
3	26.2900 C

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: 2.1155

Valores tabla: $q_{<0.05>} = 4.20$ $q_{<0.01>} = 5.50$

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR A, DENTRO DEL NIVEL 3 DEL FACTOR B.

Tratamientos	Media
4	32.2350 A
1	30.1600 AB
3	28.5200 BC
2	27.4600 C

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: 2.1155

Valores tabla: $q_{<0.05>} = 4.20$ $q_{<0.01>} =$

Fibra detergente neutra (FDN)

REPETICIONES

A	B	1	2
1	1	59.24	58.86
1	2	51.35	52.56
1	3	53.16	53.34
2	1	63.44	59.68
2	2	57.21	53.38
2	3	57.43	55.76
3	1	55.14	57.74
3	2	55.04	56.80
3	3	54.60	55.76
4	1	57.86	61.01
4	2	58.94	55.16
4	3	53.75	51.54

ANALISIS DE VARIANZA

F.V	G.L	S.C	CM	F	P>F
Factor A	3	29.203125	9.734375	3.1779	0.063
Factor B	2	104.179688	52.089844	17.0053	0.001
Interacción	6	45.726563	7.621094	2.4880	0.084
Error	12	36.757813	3.063151		
Total	23	215.867188			

C.V = 3.11 % E.E = 1.24

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR A.

F.A	Media
1	54.751667
2	57.816666
3	55.846668
4	56.376667

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR B.

F.B	Media
1	59.121250
2	55.055000
3	54.417500

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR AB.

F.A	1	2	3	Media
1	59.0500	51.9550	53.2500	54.7517
2	61.5600	55.2950	56.5950	57.8167
3	56.4400	55.9200	55.1800	55.8467
4	59.4350	57.0500	52.6450	56.3767
Media	59.1213	55.0550	54.4175	56.1979

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL FACTOR B.

Tratamientos	Media
1	59.1213 A
2	55.0550 B
3	54.4175 B

Nivel de significancia: 0.01

Tukey: 3.1187

Valores tabla: $q_{<0.05>} = 3.77$

$q_{<0.01>} = 5.04$