

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE NUTRICION ANIMAL



Composición química y energética de maíz ensilado con diferentes niveles de melaza.

Por:

JOSE HORACIO RUEDA LOPEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Abril del 2009.

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

Composición química y energética de maíz ensilado con diferentes niveles
de melaza.

Por:

JOSÉ HORACIO RUEDA LÓPEZ

Que se somete a la 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

M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez
Vocal

M.C. Ma. Cristina Vega Sánchez
Vocal

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"

Ing. José Rodolfo Peña Oranday
Coordinador de la División Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; Abril del 2009

COORDINACION DE
CIENCIA ANIMAL

AGRADECIMENTOS

A DIOS:

Por haberme permitido existir en el mundo, por guiar e iluminar mi camino y no abandonarme en los momentos más difíciles de mi vida. Sobre todo haberme permitido terminar mi carrera y poder regalarles esta satisfacción a mis Padres y a toda mi Familia.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por haberme cobijado en sus senos durante mi estancia en esta casa de estudios y darme la formación profesional así alcanzar una más de mis sueños.

En especial al **Dr. Ramón F. García Castillo**, por facilitarme los medios para realizar este trabajo, además de brindarme todo su apoyo, y su amistad invaluable. De antemano muchas gracias Doctor.

Agradezco al **M.C. Luís Rodríguez Gutiérrez**, por su apoyo en la parte estadística y por sus sugerencias durante la revisión de la misma, muchas gracias.

A la **M.C. Cristina Vega Sánchez**, por la valiosa revisión y sus acertadas sugerencias para la terminación de este trabajo.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS (AS):

A mis compañeros de la generación (CVI) 2004-2008 de la Especialidad de Ingeniero Agrónomo Zootecnista, y otras especialidades con quienes compartí momentos inolvidables durante el tiempo de mi estancia en la Universidad.

A mis Paisanos por brindarme sus amistades durante todo este tiempo ya que juntos pasamos duros momentos pero que unidos como siempre logramos sonreír hasta en los peores momentos.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

GERVACIO RUEDA SANCHEZ

GUADALUPE LOPEZ ALTUNAR

Por su amor y cariño que siempre me han brindado, sobre todo por la confianza que depositaron en mí cuando un día me aleje de ustedes, gracias por que se quitaron un pan de la boca para darnos a nosotros sus hijos. Por el sacrificio y apoyo que me han dado en toda mi vida y por darme la mejor herencia que un padre puede heredar, que mejor aun una carrera de Agronomía.

A ti Papá, por ser un ejemplo a seguir, por tus consejos y bendiciones. Sobre todo por el sacrificio que día con día haces por tu familia. Por la confianza que depositaste en mí y por enseñarme a enfrentar las cosas y nunca decir no puedo. Gracias Papá.

A ti Mamá, por que eres lo mejor de mi vida, por que con mucho sufrimiento me diste la vida, pero sobre todo con mucho amor. Gracias por tus cuidados, desvelos, consejos y sacrificios, por que siempre estas con migo en mi corazón. Te Amo Mamá.

Que si bien no existen padres perfectos, no puede haber tenido unos mejores que ustedes. Y nunca les podré pagar todo lo que han hecho por mí, no tengo palabras para expresar lo mucho que los quiero. Por eso pido a dios que me los cuide y me los bendiga.

A MIS HERMANOS

Eligio, Gabriel, Obed, Marisela, Yulisa, Erika, Guadalupe e Isabel.

En muy especial a mis hermanos Ing. Eligio, Gabriel y Obed por su apoyo moral y económico que me brindaron durante el trayecto de mi carrera y por compartir momentos de alegría y tristeza en cada instantes de nuestras vidas. De la misma manera a mis Hermanitas que los quiero mucho y que siempre han sido para mí uno de los

motivos por lo cual día con día me esfuerzo para salir adelante para que el día de mañana ellas tengan la misma oportunidad que a mi me ofrecieron mis padres. Y a mi cuñada Roselia Altunar que forma parte de la familia y con su humildad y sencillez ha sabido ganar mi confianza. Por eso y por todo los quiero mucho a todos y siempre los llevare en mi corazón. Por eso pido a dios que me los cuide y me los bendiga en cada paso que den.

A MIS ABUELITOS:

Manuel Rueda Clemente López

Enedina Sánchez Ángela Altunar

A ustedes que son el pilar de la familia, que me vieron crecer y me dieron lo mejor de mi vida, gracias por el cariño y sus bendiciones, y por los sabios consejos que siempre me brindaron.

A MIS TÍOS Y TÍAS

Que de alguna u otra manera me apoyaron y me dieron fuerzas para terminar mis estudios, sus consejos que me sirvieron para tomar el camino correcto hacia el triunfo. Y todos los momentos de alegría y tristeza que me han permitido compartir con ellos. Por todo eso y más les agradezco la confianza y el apoyo que me han brindado. No menciono nombre por miedo a omitir a uno de ustedes.

Aquellas personas que siempre me brindaron su apoyo incondicional y por todos los momentos agradables y desagradables, por alegría y tristeza que me han permitido compartir con ellos, mis Compadres; Bacilio, Ruvardo Y Rubén que son y siempre han sido mis mejores amigos desde la infancia y hasta en estos momentos a pesar de la distancia y el camino seguido por cada uno de nosotros.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
INDICE DE CONTENIDO	iv
INDICE DE CUADROS.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	vii
INTRODUCCIÓN	1
Justificación	2
Objetivos	3
Hipótesis	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Importancia del maíz forrajero	4
Definición del ensilaje	5
Fases del ensilaje	6
I.- Fase de respiración	6
II.- Fase de fermentación	7
Proceso de Preparación	10
Ensilaje de Buena Calidad	11
A. Materia prima	12
B. Estado de corte	12
C. Picado de las plantas	13
D. Forma de llenado	13
E. Rapidez del llenado.....	14

F.	Compactación y distribución uniforme.....	15
G.	Final y sellado del silo	15
	Microorganismos Indeseables	17
	Bacterias Productoras de Ácido Acético	20
	Factores que afectan la calidad del ensilaje	23
	Características de un Buen Ensilaje	24
	Ventajas Y Desventajas del Ensilaje.....	25
	Melaza	26
	Ensilaje de Maíz.....	28
	Utilización del Maíz Forrajero en la Alimentación Animal	29
	Composición Química del Maíz Forrajero	30
	La Demanda de Energía.....	32
	El aporte de energía y las expresiones energéticas	33
	MATERIALES Y MÉTODOS	35
	Ubicación del área experimental.....	35
	Tipo de suelo	35
	Área de siembra.....	36
	Material a evaluar	37
	Preparación del ensilado (micro)	38
	Tratamientos	38
	Análisis químico	39
	Análisis estadístico	40

RESULTADOS	42
Proteína Cruda (PC)	42
Extracto etéreo (EE)	44
Fibra cruda (FC).....	45
Extracto Libre de Nitrógeno (ELN).....	46
Cenizas (C).....	47
Total de Nutrientes Digestibles (% TND)	49
Energía digestible (ED Mcal/Kg MS).....	51
Energía metabolizable (EM Mcal/Kg MS)	51
Energía neta para ganancia (ENg Mcal/Kg MS)	52
Energía Neta para mantenimiento (ENm Mcal/Kg MS).....	53
Energía Neta para Lactancia (ENI Mcal/Kg MS).....	54
CONCLUSIONES	57
RESUMEN	58
LITERATURA CITADA	60
APÉNDICE	72

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Composición proximal de maíz forrajero.....	31
Cuadro 2.- Análisis físico-químico del suelo utilizado para el cultivo del maíz.....	36
Cuadro 3.- Material genético evaluado	37
Cuadro 4.- Tratamientos del ensilado de maíz forrajero adicionado con 0, 5 y 10 % de melaza	38
Cuadro 5.- Resultados de la composición química obtenidos en el análisis realizado con el maíz ensilado con diferentes niveles de melaza.....	55
Cuadro 6.- Resultados del contenido energético obtenidos en el análisis realizado con el maíz ensilado con diferentes niveles de melaza.....	56

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Distribución de la energía de los alimentos en el animal	34
---	----

INTRODUCCIÓN

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. Los forrajes son material vegetativo con el cual se alimenta el ganado. Para que los forrajes tengan valor alimenticio para el hombre es necesario que los animales lo transformen en productos como carne y leche; ya que los animales como bovinos, ovinos y caprinos, son capaces de sintetizar compuestos de alta calidad alimenticia, a partir de los compuestos simples de los forrajes (Inchausti y Tagle, 1967).

El cultivo de maíz (*Zea mays L.*) ocupa uno de los primeros lugares entre todas las cosechas que son destinadas para la alimentación humana, y como forraje es muy apreciado por los agricultores, ya que es uno de los ingredientes principales que se incluye en la alimentación del ganado (Torralba, 1999).

La producción de forraje a partir 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 (Henderson, 1950). Por lo tanto, es necesario buscar y aplicar otras alternativas de conservación por deshidratación (heno) o por fermentación (ensilado) que mantenga la calidad nutrimental de esta fuente de alimento (Morrison, 1977).

El ensilaje es el método de conservación de forraje más eficiente y económico, ya que la planta se utiliza completa con un mínimo de desperdicio y quizá al conservarse por vía húmeda, en un medio ácido que evita la proliferación de microorganismos que puedan afectar la calidad del ensilado y además puede durar por un tiempo indefinido.

Existe una gran variedad de cultivos que pueden utilizarse para la elaboración de ensilados. Pero quizá el mejor cultivo para ensilar es el maíz, esto por su gran contenido de carbohidratos solubles y por su volumen en follaje; la utilización de aditivos para mejorar la calidad del ensilado es una práctica que en la actualidad es muy común, hay una diversidad de aditivos pero uno de los más utilizados es la melaza derivada de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), tal vez por su gran disponibilidad y bajo costo.

Dada la importancia del maíz forrajero el Instituto Mexicano del Maíz (IMM) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, entre sus investigaciones, realizan estudios para la obtención de semillas mejoradas para producción de forraje, y así satisfacer la necesidad de forraje requerido para una excelente nutrición, alimentación y producción de los animales de granja.

Justificación

Es una gran necesidad proporcionar al productor agrícola y ganadero una variedad de maíz con potencial de producción, alta calidad energética y un mejor aprovechamiento de sus nutrientes.

Objetivos

Objetivo general:

Evaluar la calidad nutrimental de cuatro genotipos de maíz forrajero los comerciales AN-447 y AN-388 y una variedad experimental forrajera del IMM y el híbrido P30G54 de la compañía Pioneer, ensilados con diferentes niveles de melaza.

Objetivos específicos:

a) Determinar el contenido de proteína cruda (PC), fibra cruda (FC), extracto etéreo (EE), cenizas (C) y extracto libre de nitrógeno (ELN).

b) Estimar el contenido energético: Nutrientes digestibles totales (NDT), energía digestible (ED), energía metabolizable (EM), energía neta para mantenimiento (ENm), energía neta para ganancia (ENg), energía neta para lactancia (ENI).

Hipótesis

Ensilaje de maíz con diferentes niveles de melaza mejora la composición química y contenido energético.

REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia del maíz forrajero

La utilización del 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).

El maíz se usa como alimento pecuario de diferentes maneras; para obtención de grano, para ensilaje, alimentos de cerdos, pastoreo y forraje (Jugenheimer, 1985) 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.

El maíz es sembrado en casi todas las granja lecheras y deben incluirse en la dieta de las vacas lecheras, no solo es muy apetecible y digestible para los animales, si no que proporciona una gran cantidad de principios nutritivos (Henderson, 1950). Tiene un bajo contenido de fibra, es rico en carbohidratos y aceites; y es el más apetecible de los cereales, 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 Ahlgren, 1983).

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 más importantes en nuestro país; la producción especializada de leche y engorda de ganado en corral.

Morrison (1977) señala que en las principales regiones lecheras del país; es el maíz, la cosecha ensilada más extensamente empleada para la alimentación de las vacas. No solo proporciona el maíz ensilado una aportación uniforme de alimento succulento de alta calidad para la alimentación de los animales en invierno, sino también un excelente sustituto para los pastos escasos de verano. Debido a que su contenido de hidratos de carbono permite que la acidez alcance el grado requerido. En estados Unidos, el ensilado de maíz ocupa el primer lugar puesto que es la cosecha mas generalizado (Hiriart, 1998).

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 más porcentaje de tallo tenga menos será la calidad de forraje, es un alimento tosco que contiene mas del 18% de fibra bruta (Villalobos, 1992; Crampton y Harris, 1969).

Definición del ensilaje

El ensilaje o ensilado consiste básicamente en almacenar pasto al estado verde, proceso en el que bajo condiciones especiales de ausencia de oxígeno (aire), ocurren una serie de transformaciones químicas y bioquímicas que

definen su calidad; A esto se le conoce comúnmente como fermentación del material ensilado (Hiriart, 1984 y Pérez, 1982). Estas transformaciones por medio de la fermentación parcial, es producida por bacterias en presencia de aire, que actúan sobre los azúcares contenidos en las plantas en forma de carbohidratos (Peñagaricano *et al.* 1986).

Desde el punto de vista nutricional, los forrajes son alimentos voluminosos, de baja calidad calórica y un alto contenido de pared celular (Harris *et al.* 1968). Tradicionalmente es clasificado como forraje sí tiene más de 18% de fibra cruda, baja digestibilidad y baja energía; sin embargo, muchos forrajes escapan a esta definición.

Fases del ensilaje

I.- Fase de respiración

Cuando se ensila el forraje lleva consigo un gran número de bacterias, la mayoría son aeróbicas. La respiración aeróbica continua por cierto tiempo, produciéndose anhídrido de carbónico, agua y gran cantidad de calor, tal respiración es llevada acabo por las bacterias aeróbicas y por las células de las plantas a partir de los carbohidratos disponibles y del oxígeno presente. El aumento de temperatura dependerá de la cantidad de oxígeno disponible; si éste sigue presente en una cantidad significativa dentro del silo, la temperatura puede así sobrepasar los 50-60 °C, lo que conduce a un escurrimiento del ensilado al desdoblamiento de azúcares presentes, teniendo una gran pérdida de gran parte de los alimentos que se desean conservar, a la vez pérdidas en la digestibilidad de la proteína (Delorit y Ahlgren, 1983; Peñagaricano *et al.* 1986; Watson y Smith, 1977).

Mientras que el aire está presente en el forraje cosechado, las células de las plantas siguen respirando, utilizan el azúcar reduciendo de este modo la cantidad de hidratos de carbono disponibles para producir ácidos (Ede y Blood, 1970).

La respiración disminuirá si la consolidación impide la entrada del aire al silo, se deben detener en el menor tiempo los procesos mencionados, a la vez de provocar una muerte rápida de las células y se termina el oxígeno presente, en condiciones apropiadas es agotado en cerca de 5 horas y el desarrollo de bacterias aeróbicas se inhibe, pero continua la respiración anaeróbica (Delorit y Ahlgren, 1983; Peñagaricano *et al.* 1986; Watson y Smith, 1977).

En esta fase se deben considerar los líquidos residuales, el efluente es desagradable y a menudo difícil de eliminar, pero igualmente importante, pues significa una pérdida de nutrientes valiosa del producto ensilado (como minerales, azúcares y compuestos nitrogenados), así como el escape de parte de ácido láctico que es necesario para producir un ensilado estable. (Ede y Blood, 1970).

II.- Fase de fermentación

La fermentación se debe a la acción de las levaduras que se alimentan de los azúcares disueltos en los jugos celulares, esto requiere oxígeno del aire y provoca una elevación en la temperatura, cuando el oxígeno presente se agota, el proceso se detiene, a menos que se reciba el aire fresco. Al terminar un periodo de transición de 4 – 5 horas, prevalecen condiciones anaeróbicas y el desarrollo posterior de las bacterias anaeróbicas es inhibido, a partir del jugo de las células muertas las bacterias producen ácido láctico, acético y butírico, el ácido producido se disuelve en los jugos de la planta y la concentración de la

solución ácida es más importante que la cantidad de ácidos actual; muy importante para una cosecha más húmeda (Ede y Blood, 1970; Semple, 1974).

Las bacterias capaces de producir ácidos se multiplican en el ensilaje y pasa dos días, cada gramo de jugo de este contiene 100 millones de bacterias. Estas bacterias atacan los azúcares del forraje, produciendo ácidos orgánicos, principalmente ácido láctico, algo de acético y pequeñas cantidades de otros ácidos, así como alcohol; a pesar de que las bacterias de ácido láctico pueden estar originalmente en tan pequeño número, puede aumentar a varios cientos de millones por gramo de ensilaje en 3 ó 4 días (Hughes *et al.* 1985 y Morrison, 1977).

Proceso que se lleva a cabo por las bacterias durante la fermentación del ensilaje.

- a) Al iniciarse la fermentación existe siempre un desarrollo violento de las colibacterias (Gram-negativas), no esporuladas, iniciadoras de la acidificación; a medida que el silo se va comprimiendo y desaparece el oxígeno, se desarrollan los aerobios facultativos; las bacterias coniformes conservan los azúcares, liberan ácido acético, láctico, fórmico, butírico, alcohol y anhídrido carbónico en pequeñas cantidades, tiene corta duración su desarrollo, tanto el pH generado por la formación de ácido láctico no descienda por debajo de 4.5 (Cruz, 1989 y Groos, 1969).

- b) Barnett, (1957) señala que cuando la anaerobiosis es suficiente, se desencadena la fermentación láctica, la iniciación depende de la actividad de los fermentos del ácido láctico, lactobacilos y estreptococos, sobre los carbohidratos disponibles en el ensilaje. Para favorecer la fermentación debe lograrse un temperatura de 26.5 y 27.5 °C, con lo cual la cantidad de aire presente favorece a las bacterias butíricas (Moore, 1968). Las

bacterias lácticas atacan a los azúcares provenientes de la hidrólisis del almidón, celulosa, etc. y los transforman en ácido láctico; cuando las condiciones son propias para su desarrollo de microorganismos que provocan las fermentaciones pútridas y que viven principalmente en medios alcalinos (Frankel, 1984). Siendo la producción de ácidos la transformación más importante del proceso, la acidez impide el desarrollo de las bacterias de la putrefacción. Se producen otros ácidos orgánicos, pero el ácido láctico es el que predomina en el ensilaje de buena calidad, si se usan buenos métodos para hacer el ensilaje, se produce suficiente ácido como para reducir el pH del ensilado a 4.5 o más bajo, cuando se ha llegado a ese nivel de pH, las actividades bacterianas y enzimáticas cesan (Delorit y Ahlgren, 1983; Morrison, 1977).

- c) Estabilización. Un ensilaje correctamente realizado, el ácido láctico llega rápidamente a representar entre el 1 a 2 % de la masa, alcanzando un pH por debajo de 4.5. Este pH inhibe el desarrollo de bacterias, las acciones enzimáticas y conserva el ensilaje. Para conservarlo como tal sin modificaciones ni pérdidas, el pH de 4.5 asegura la detención de todo proceso de vida, el porcentaje de ácido presente en niveles aproximados de 1.5%, asegura la acidez y algo muy importante, se debe evitar el acceso de aire.

El éxito o fracaso depende del desarrollo y control del proceso entre las 24 y 72 horas de iniciado el trabajo, el 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.* 1986).

Proceso de Preparación

La calidad del ensilaje se ve afectado por muchos factores como: las características propias del forraje al ser cosechado, clima, estado de madurez y condiciones de crecimiento. Para la obtención de una buena calidad del ensilaje se deben seguir los siguientes pasos (Hiriart, 1998).

Forraje de buena calidad. El ensilado nunca mejora la calidad del forraje cosechado, de manera que el punto de partida es conservar praderas de excelente calidad, en estado de preespigadura o al inicio de ella.

Picado del forraje. En lo posible se debe de desechar el uso de máquinas sin dispositivos repicadores de forraje, debido a que mientras más largo esté el pasto más difícil es la compactación y con ello la eliminación del aire (salvo que sea forraje muy tierno), con lo que la actividad de los microorganismos perjudiciales es mayor y aumentan las pérdidas de calidad y cantidad de material aprovechable. Por otra parte, las cosechadoras picadoras de forrajes deben operar permanentemente provistas de la totalidad de los cuchillos repicadores. El picado ideal debe ser de 1 a 2 centímetros de largo.

Compactación del forraje. Este aspecto es ligado al picado. La compactación también tiene como objetivo eliminar el aire de la masa del forraje. La mejor compactación se logra con la pata del animal, pero lo usual es compactar con el tractor. En este caso, el trabajo debe ser permanente mientras se ensila.

Tiempo de llenado. En la medida en que el tiempo de llenado sea muy largo, se produce un mayor intercambio gaseoso en el ensilado, y se prolonga la acción de los microorganismos indeseables, lo que lleva obtener una masa irregular del ensilado y mayores pérdidas de bordes. A mayor tiempo de llenado, mayor es el riesgo de pérdidas por acción de levaduras y hongos al momento de abrir el silo. La confección de un silo no debe exceder de cinco días.

Ensilaje de Buena Calidad

Obtener ensilajes de buena calidad solo se logra si cada una de las etapas que intervienen en su elaboración se atiende con todo cuidado, y si además se dispone de un silo apropiado (Zimmer, 1980). Ensilar con éxito no es una labor que se pueda improvisar; las improvisaciones, el uso de técnicas defectuosas, equipos y medios inadecuados, conducirán inevitablemente al fracaso.

Sin embargo, no debe pensarse que la adopción del sistema de ensilaje que aquí se refiere es difícil e impracticable. Los aspectos y etapas que se describen a continuación son las más importantes, y ceñirse a ellas permitirá a los interesados lograr un forraje de calidad satisfactoria, mejor de la que se obtiene actualmente en la generalidad de los casos.

Por otra parte, no debe olvidarse que las experiencias y la observación constante de los resultados hacen posibles que los granjeros mejoren aun más las técnicas a utilizar, con consecuencias favorables en la calidad del ensilaje. Esta es una necesidad ineludible en toda empresa ganadera o lechera, pues disminuirá el uso de suplementos o de concentrados y bajarán los costos de alimentación del ganado, incrementando beneficios.

En el orden en que suceden en la práctica, los siguientes aspectos son los más destacados que tienen que ver con la calidad de un forraje.

A. Materia prima

Las plantas que se utilicen para el ensilado son de gran importancia, para asegurar su correcta transformación. Para tener la certeza de que su valor como forraje es adecuado. Si la materia prima es deficiente en más de un aspecto, también el ensilaje que se elabore con ella lo será (Watson, 1965).

B. Estado de corte

Una buena materia puede perder gran parte de su valor si se corta en un estado de crecimiento no apropiado. En general, existen mas posibilidades de obtener un forraje deficiente por cosecha tardía que por cosechar prematuramente, y cada especie sola o mezclada tiene un momento de cosecha bien definido. Así, los rendimientos, el contenido de humedad y la composición química del forraje dependen de que la cosecha se realice en el momento justo (Watson, 1965).

A medida que una planta madura se hace más leñosa y menos digestible, y en general se reduce el contenido de sus componentes químicos de mayor importancia, como las proteínas, algunas vitaminas e incluso los hidratos de carbono (azúcares). También, conforme avanza su madurez pierde humedad y como resultado su picado se hace menos efectivo y mas difícil la compactación en el silo (Watson, 1965).

C. Picado de las plantas

Es necesario picar las plantas cosechadas para conseguir los mejores resultados en el ensilado; reducir las plantas a pequeños trozos facilita enormemente la compactación y ayuda, por consiguiente, a una más completa eliminación del aire. Esto da por resultado una respiración más reducida y una temperatura moderada durante todo el proceso de fermentación con las ventajas ya mencionadas.

El tamaño de la partícula del forraje a ensilar dependerá del cultivo que se trate por ejemplo para el caso de las gramíneas (maíz de 3 a 5 cm.) y para las leguminosas (alfalfa de 2 a 3 cm.), (Rodríguez, 1983).

Pero el picado no solamente influye en ese aspecto, sino también en otro muy importante, acelera la formación de ácido láctico durante las primeras etapas del proceso, hasta el extremo de que se forma varias veces más ácido durante las primeras 100 horas, en comparación con la misma planta no trozada. La importancia de este aspecto estriba en que, como se ha señalado, la acidez es uno de los agentes más importantes de la preservación, porque a mayor acidez menor actividad microbiana dentro de la masa ensilada.

Plantas como maíz, sorgo, avena y trébol rosado, solo o en mezcla, requieren un picado tan fino como sea posible (Watson, 1965).

D. Forma de llenado

Los silos de tipo torre tienen una sola forma de llenarse, se realiza por medios de contenedores, mediante capas de forraje picado, que pueden

variar entre 20 y 30 cm de altura. En cambio, los procedimientos que se usan con frecuencia para llenar silos bajos, como la trinchera, el canadiense, son altamente defectuosos. La práctica común de llenar silos bajos es distribuir el material en una capa uniforme en toda su extensión. El resultado es que un volumen considerable de forraje queda expuesto al aire un tiempo prolongado y sujeto de una respiración activa; esta, al elevar notablemente la temperatura, afecta la calidad del ensilaje (Watson, 1965).

E. Rapidez del llenado

Para llenar el silo lo más rápido posible se recomienda utilizar transportes de volteo, para agilizar su descarga en el silo y otro punto muy importante para la rapidez del llenado, es el tiempo de traslado del forraje del campo de cosecha hasta el silo este se debe realizar en el menor tiempo posible.

Un silo debe llenarse lo más rápido posible; tanto su construcción como sus diversos implementos que se usen, deben contribuir a lograr este propósito en la más amplia medida. La carga rápida de un silo influye mucho en la calidad del ensilaje, debido a que está íntimamente relacionada con el tiempo de respiración de los trozos de la planta. Mientras más pronto se complete el silo y se procede a su sellado, más rápido termina la respiración, tan perjudicial por sus consecuencias. Toda paralización o interrupción prolongada de la labor de llenado del silo debe ser considerada nociva para la calidad del forraje en las superficies que queden expuestas al aire, y hasta donde este influya en la masa interior (Watson, 1965).

F. Compactación y distribución uniforme

La compactación puede realizarse con un tubo de concreto o con un tambo lleno de agua; para silos con capacidad superior a 20 toneladas, debe utilizarse un tractor. Para lograr una distribución uniforme se hacen capas de 20 a 30 cm de altura.

Una compactación enérgica en todos los casos es imprescindible, con el fin de eliminar la mayor cantidad posible de aire atrapado en el forraje que sé está ensilando. Es fácil compactar cuando se trabaja con forrajes que tienen cierto grado de humedad. También lo es si el silo tiene cierta o mucha altura, como el tipo torre, en comparación con la compactación en silos bajos.

La distribución uniforme del material a medida que llega al silo, también es importante para conseguir buena compactación. Con esto se evita la presencia de bolsillos de menor densidad de forraje, que posteriormente pueden originar deformaciones de masa ensilada que posibiliten la penetración de aire al interior (Rodríguez, 1983).

G. Final y sellado del silo

La parte final del ensilado es crítica sobre todo en silos de construcción baja, como los silos tipo parva, canadiense o trinchera. En éstos es conveniente que al último material colocado en el silo se le de cierta forma, con el fin de prever daños que puedan ser causados por la lluvia. Así, a la parte superior del silo bajo debe dársele una comba, de manera que el agua se deslice por los costados. De este modo, al asentarse posteriormente el material, el agua no

quedará debajo de él en ningún caso, evitándose que una gran cantidad de líquido pudiera penetrar al interior del silo, afectándolo.

Los silos trinchera deben llenarse por lo menos un metro sobre el nivel del suelo en la parte central, bajando hacia los costados. El propósito es impedir que la masa quede por abajo del terreno. Esta disposición es mucho más importante en silos ubicados en zonas de grandes precipitaciones pluviales (Rodríguez, 1983).

Tan pronto concluye el llenado del silo debe procederse a su sellado, es decir, a disponer lo necesario para que la última capa del material que se colocó quede aislada rápidamente del ambiente. Lo ideal es que se haga el mismo día en que se terminó la labor de ensilar; si se ha trabajado por secciones, cada una de ellas tiene que ser sellada el mismo día que se completó. Para este fin se utiliza el plástico que sobra cuando se aísla el suelo y las paredes del silo, o en caso necesario, con capa adicional de plástico, procurando un cierre hermético, que impida la filtración de aire y agua a la masa forrajera.

La excesiva humedad de los ensilajes se debe al agua adicional originada por la precolación de las lluvias, a la falta de drenaje en los costados o bien al agua propia del forraje en el momento de ser cosechado. Para prevenir la primera, el silo puede ser sellado con plástico, lo que no solo evita la humedad excesiva sino también impide la incorporación de aire, y favorece la fermentación anaeróbica (Goic e Hiriart, 1981).

Microorganismos Indeseables

Levaduras

Las levaduras son microorganismos eucarióticos, anaeróbicos facultativos y heterotróficos. En todo ensilaje, tanto la actividad de levaduras anaeróbicas como aeróbicas con indeseables. Bajo condiciones anaeróbicas las levaduras fermentan azúcares produciendo etanol y CO₂ (McDonald *et al.*, 1991). Bajo condiciones aeróbicas, muchas especies de levadura degradan el ácido láctico en CO₂ y H₂O. La degradación del ácido láctico eleva el valor de pH del ensilaje, lo cual a su vez permite el desarrollo de otros organismos indeseables (McDonald *et al.* 1991).

Las poblaciones de levaduras pueden alcanzar hasta un 10⁷ unidades formadoras de colonias (UFC) por gramo durante las primeras semanas del proceso de ensilaje; un periodo prolongado de almacenaje reduce gradualmente la presencia de levaduras (Jonsson y Pahlow, 1984; Middelhoven y Van Baalen, 1988; Jones *et al.* 1996). La supervivencia de las levaduras durante el almacenaje depende de la severidad de la anaerobiosis y la concentración de ácidos orgánicos. La presencia de oxígeno facilita la supervivencia y el desarrollo de las levaduras durante el almacenaje (Jonsson y Pahlow, 1984; Donald *et al.* 1995. Mientras que un contenido elevado de ácido fórmico o ácido acético reduce su supervivencia (Jones *et al.* 1996; Pauly, 1999). La actividad inicial de las levaduras parece ser incrementada en forrajes que generan niveles bajos de (pH <5), por ejemplo, cuando se trata de materiales con un alto contenido de azúcares como papas, cáscaras de naranja o remolacha azucarera, o cuando se emplean aditivos ácidos. Bajo estas condiciones el ensilaje resultante tiene concentraciones altas de etanol y bajas en ácido láctico (Henderson *et al.* 1972; Ashbell *et al.* 1987; Jones *et al.* 1996).

Enterobacterias

Los enterobacterias son organismos anaeróbicos facultativos. Se considera que la mayoría de las enterobacterias presentes en el ensilaje no son patógenas. Pese a ello su desarrollo en el ensilaje es perjudicial por que compiten con las bacterias productoras de ácido láctico por los azúcares disponibles, y por que además pueden degradar las proteínas. La degradación proteica no solo causa una reducción del valor nutritivo del ensilaje, sino que también permite la producción de compuestos tóxicos tales como aminos biogénicas y ácidos grasos de cadena múltiple. Se sabe que las aminos biogénicas tienen un efecto negativo sobre la palatabilidad del ensilaje (McDonald *et al.* 1991), especialmente en animales todavía no acostumbrados a su sabor. Un atributo particular de las enterobacterias es su habilidad, en el proceso de ensilaje, para reducir el nitrato (NO_3) a nitrito (NO_2). Las enterobacterias en el ensilaje pueden luego degradar el nitrito en amoníaco y óxido de nitrógeno (N_2O), pero este también puede ser transformado en monóxido de nitrógeno (NO) y nitrato. Para evitar el contacto de los animales con estos gases de nitrógeno se recomienda que no sean estabulados cerca de los silos cuando se llena el silo o durante su primera semana de almacenaje (O'kiely *et al.* 1999).

Las enterobacterias no proliferan en ambientes con valores bajos de pH. Las técnicas de ensilaje que aseguran un rápido y significativo descenso del pH en el ensilaje, provocarán una inhibición del desarrollo de las enterobacterias (McDonald *et al.* 1991).

Clostridios

Los clostridios son bacterias anaeróbicas que forman endosporas. Muchas de ellas pueden fermentar tanto carbohidratos como proteínas, por lo cual disminuyen el valor nutritivo del ensilaje y al igual que las endobacterias crean problemas al producir aminas biogénicas. Además, la presencia de clostridios en el ensilaje altera la calidad de la leche ya que sus esporas sobreviven después de transitar por el tracto digestivo y se encuentran en las heces; esto puede resultar en la contaminación de la leche, ya sea directamente o por ubres mal aseadas. La especie de mayor importancia en las lecherías es *Clostridium tyrobutyricum*, un organismo ácido tolerante. Además de poder fermentar carbohidratos, *C. tyrobutyricum* también puede degradar el ácido láctico en ácido butírico, H₂ y CO₂, según la reacción siguiente:



La fermentación butírico no solo interfiere con la fermentación láctica del ensilaje y de los quesos, sino que también es responsable de una abundante producción de gas, lo que causa en los quesos duros y semiduros el defecto conocido como “soplado tardío”, común en quesos Emmental, Grana, Gouda y Parmesano (Gibson, 1965; Goudkov y Sharpe, 1965; Klijn *et al.* 1995).

Serios problemas de salud pueden ser causados por ciertos tipos de clostridos. Una especie extremadamente toxica es *Clostridium botulinum* que provoca el botulismo, y puede ser fatal para el ganado bovino. Afortunadamente, *C. botulinum* tiene una baja tolerancia a medios ácidos y por ello no se desarrolla en ensilajes bien fermentados. El botulismo en los animales es causado por ingestión de ensilaje contaminado con *C. botulinum* y

corresponde casi siempre a la descomposición de un cadáver (p. ej. ratón, pájaro) dentro del ensilaje (Kehler y Scholz. 1996).

Un “ensilaje clostridial” típico muestra un alto contenido de ácido butírico (mas de 5 g/Kg. de MS), un (pH >5) en ensilajes con bajo contenido de MS, y alto contenido tanto de amoniaco como de aminos (McPherson y Violante, 1966). Las técnicas de ensilaje que permiten una caída rápida y significativa del pH evitarán el problema, puesto que tanto el desarrollo de enterobacterias como de clostridios se inhibe con valores bajos de pH. Por otro lado, los clostridios muestran mayor susceptibilidad a la falta de humedad (o sea, bajo valor a_w , baja actividad acuosa) que las bacterias productoras de ácido láctico (Kleter *et al.* 1982, 1984; Huchet *et al.* 1995).

Bacterias Productoras de Ácido Acético

La inhibición selectiva de las levaduras también puede aumentar la proliferación de bacterias que producen ácido acético en el ensilaje (Jones *et al.* 1996).

Bacilos

Los bacilos se asemejan a los clostridios: son bacterias de forma cilíndrica que forman esporas. Sin embargo. Se pueden distinguir fácilmente ya que son aeróbicos facultativos, mientras que los clostridios son todos anaeróbicos obligatorios (Sneath *et al.* 1986). Los bacilos aeróbicos facultativos fermentan un amplio rango de carbohidratos generando compuestos tales como ácidos orgánicos (p. ej.: acetatos, lactatos y butiratos) o etanol, 2,3-butanodiol y glicerol (Sneath *et al.* 1986). Algunos *Bacillus spp.*, son capaces de producir sustancias fungicidas, y se los ha usado para inhibir el proceso de deterioro aeróbico en

ensilajes (Moran *et al.* 1993). Con la excepción de estas estirpes, el desarrollo de los bacilos no solo son menos eficaces como productores de ácido láctico y acético comparado con el grupo de bacterias productoras de ácido láctico (McDonal *et al.* 1991), si no que en las etapas finales, incrementan la deterioración aeróbica (Lindgren *et al.* 1985). Altas concentraciones de esporas psicrotroficas de *B. cereus* han sido detectadas en ensilaje (Labots *et al.* 1965).

Para disminuir el desarrollo de *Bacillus* en el ensilaje, la temperatura de almacenaje no debería ser muy alta (Gibson *et al.* 1958). Además se debe reducir toda contaminación inicial del ensilaje con tierra o estiércol (McDonald *et al.* 1991).

Mohos

Los mohos son organismos eucarióticos. Es fácil identificar un ensilaje infestado por mohos debido a los filamentos de diversos colores y de gran tamaño que producen muchas especies. Los mohos se desarrollan en cualquier sitio del ensilaje donde encuentren oxígeno, inclusive solo trazas. En un buen ensilaje eso ocurre solo al inicio del almacenamiento y se restringe a la capa exterior de la masa ensilada, pero durante el deterioro aeróbico (Fase 4) todo el ensilaje puede ser invadido por mohos. Las especies que se han identificado más frecuentemente en el ensilaje pertenecen a los géneros *Penicillium*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Byssochlamys*, *Absidia*, *Arthrinium*, *Geotrichum*, *Monascus*, *Scopulariopsis* y *Trichoderma* (Frevel *et al.* 1985; Jonsson *et al.* 1990; Nout *et al.* 1993). Los mohos no solo disminuyen el valor nutritivo y la palatabilidad del ensilaje sino que también son un riesgo para la salud de los animales y las personas. Las esporas de mohos pueden asociarse a ciertas afecciones pulmonares y reacciones alérgicas (May, 1993). Otros problemas de salud asociados con los mohos se relacionan con las micotoxinas (Oldenberg, 1991; Auerbach, 1996). Algunas especies de los hongos que producen micotoxinas son: *Aspergillus fumigatus*, *Penicillium roqueforti* y *Byssochlamys*

nivea. *P. roqueforti* es una especie ácido tolerante que puede desarrollarse aun en ambientes con muy poco oxígeno y alta concentración de CO₂ y ha sido detectada como una especie predominante en diversos tipos de ensilajes (Lacey, 1989; Nout *et al.* 1993; Auerbach *et al.* 1998; Auerbach, 1996). Todavía existen muchas dudas sobre cuales son las condiciones bajo las que se producen las micotoxinas en el ensilaje. No todos los ensilajes fuertemente infestados por mohos tienen forzosamente una gran cantidad de micotoxinas, y no todos los tipos de micotoxinas que pueden producir los mohos se encuentran necesariamente en un ensilaje infestado (Nout *et al.* 1993; Auerbach, 1996).

Las técnicas de ensilaje que minimizan el ingreso de aire (p. ej. buena compactación y cierre hermético del ensilaje), y la inclusión de aditivos que inhiben el deterioro aeróbico, podrán prevenir o limitar el desarrollo de mohos.

Listeria

Los integrantes del género *Listeria* son organismos aeróbicos o anaeróbicos. Con relación a los efectos negativos sobre la calidad del ensilaje, la más importante especie es el *L. monocytogenes*, anaeróbico facultativo, que es una especie patogénica para varios animales y para el hombre. Los animales que tienen su sistema inmune temporalmente inhibido (p. ej. hembras preñadas y neonatos) son muy susceptibles a infestaciones de *L. monocytogenes* (Balows *et al.* 1992). Sin embargo, en un ámbito estrictamente anaeróbico, muere rápidamente al existir un valor de bajo (pH <5) (Donald *et al.* 1995). Los ensilajes con mayor susceptibilidad al deterioro aeróbico superficial, como es el caso de ensilajes en grandes pacas, parecen estar particularmente propensos a la contaminación con *Listeria* (Fenlon *et al.* 1989). Generalmente *L. monocytogenes* no se desarrolla en ensilajes bien fermentados que tienen un nivel bajo de pH. Hasta el momento, el mejor método para evitar el desarrollo de *L. monocytogenes* es mantener un ámbito anaeróbico (McDonald *et al.* 1991).

Factores que afectan la calidad del ensilaje

- I. Exclusión total de aire:** Si no se compacta, el aire atrapado penetra a la masa, que retarda y reduce la actividad de las bacterias lácticas, se desarrollan bacterias putrefactoras y proteolíticas, se produce ácido butírico, es común en temperaturas de 50 a 70 °C en el proceso y se pueden tener pérdidas de elementos nutritivos de hasta un 50 %. Una buena compactación se obtiene ensilando el material con el nivel correcto de humedad, picándolo y llevándolo rápido al silo (Delorit y Ahlgren, 1983).

- II. Disponibilidad de carbohidratos solubles:** Si el material vegetal no contiene carbohidratos fácilmente utilizables para producir bastante ácido láctico, es probable que el ensilaje sea de mala calidad, (Hughes *et al.* 1985), es mejor cosecharlo ya avanzado el día, ya que el contenido de azúcares aumenta durante las horas luz (Ede y Blood, 1970).

- III. Humedad:** Un alto porcentaje de agua en el ensilaje, produce una fermentación con color fuerte de ácido butírico; muy seco corre el riesgo de que se enmohezca. En plantas en crecimiento (muy ricas en proteína) no dispondremos de los azúcares necesarios para una buena fermentación, se acentúa en situaciones y humedad alta, por su propia succulencia de la planta, se agrega, la humedad externa, esta disminuye más el porcentaje de carbohidratos, (Peñagaricano *et al.* 1986; Watson y Smith, 1977).

- IV. Rápido inicio de la fermentación:** El picado de forraje contribuye al proceso de ensilaje e influye en la calidad del producto, además puede detener la respiración de los tejidos de la planta y que los constituyentes del tejido celular sean usados más rápido como sustrato para las

bacterias (Hughes *et al.* 1985), las bacterias ácido lácticas forman con rapidez un sustrato de reacción ácida inferior a un pH de 4.2 y estas generan en tan solo 2 ó 3 días entre 1 y 2 % de ácido láctico; A este pH mueren las colibacterias (Besse, 1997 y Groos, 1969).

- V. Acidez:** Si el forraje no contiene suficiente azúcar, no se forma suficiente ácido para evitar la alteración del ensilaje, el pH no desciende hasta el valor deseado, si se le une una temperatura en el silo superior a 30 °C, predominan las bacterias butíricas, desdoblan el azúcar y el ácido láctico formado, el pH se eleva arriba de 5 y mueren las bacterias acidolácticas (Groos, 1969 y Morrison, 1977).

Características de un Buen Ensilaje

Para obtener un ensilaje de buena calidad, los ganaderos deben conocer las características fácilmente perceptibles del ensilaje que indican alta palatabilidad y valor nutritivo:

1. Tiene un olor agradable ácido, que contrasta con el olor penetrante de forraje mal ensilado.
2. El sabor es agradable, ni amargo ni fuerte.
3. Carece de moho y no está rancio o viscoso.
4. Es uniforme en humedad y color. El ensilaje de color verde o ligeramente pardo es de calidad; el color atabacado o pardo oscuro indica excesivo calor, el color negro contribuye un signo de descomposición y este ensilaje no debe ser utilizado para la alimentación de los animales.

5. El ensilado de muy buena calidad es apetecido por los animales y estos se adelantan consumiéndolo sin desagrado (Ensminger, 1980).

Ventajas Y Desventajas del Ensilaje

Los aspectos del ensilaje que representan más ventajas son los siguientes:

- En muchos países existen extensas áreas donde puede ser utilizado.
- Cuando se emplean equipos apropiados las pérdidas de campo son mínimas.
- Numerosas plantas son apropiadas para ser ensiladas.
- El forraje ensilado es consumido prácticamente en su totalidad por el ganado con mínimas posibilidades de selección.
- No se requieren construcciones especiales para el almacenamiento, ya que éstas son económicas y fáciles de hacer.
- No hay peligro de combustiones espontáneas, como sucede con el heno.
- Suministra forraje succulento de calidad uniforme durante todo el año, principalmente en verano.
- Aumenta la capacidad de carga por hectárea en la finca.
- Es el método más práctico para conservar el valor nutritivo de un forraje.
- Conserva el buen sabor del forraje durante el tiempo de almacenamiento.
- Disminuye la utilización de alimentos concentrados.
- Permite utilizar variedad de equipo y maquinaria para su elaboración.
- Reduce las pérdidas de forraje en las acciones de recolección y manipuleo. (Hiriart, 1998).

Sin embargo, el ensilaje presenta también las siguientes desventajas:

- Es escasamente manejable, lo que limita su empleo al predio en que se elaboró o en sus alrededores inmediatos.
- No existe posibilidad alguna de transportarlo a grandes distancias y por consiguiente de comercializarlo, como sucede con el heno.
- Comparado con el heno, el ensilaje contiene menos forraje útil por tonelada. De cada tonelada, por lo menos 750 kilogramos son de agua.
- Cuando se emplean técnicas defectuosas, especialmente durante su elaboración, puede llegarse a una pérdida total del forraje ensilado.
- Es voluminoso para almacenar y manejar.
- Se requieren equipos para volúmenes grandes y la comercialización es costosa.
- Se requiere la selección de forrajes apropiados. (Hiriart, 1998).

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 a la miel aunque de color pardo 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 (Church, 1991).

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 butírica. 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 recomiendan 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).

La digestibilidad de los ensilados con melazas o sin ellas son pequeñas, siendo algo inferior en los últimos. 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.

Ensilaje de Maíz

Cuando el maíz se cultiva en condiciones favorables produce por hectárea una cantidad de ensilaje mucho mayor que cualquier otra cosecha cultivable. La cosecha se corta cuando el grano se encuentra en estado pastoso; para ensilar no es necesaria la adición de melaza porque el maíz es esencialmente un alimento rico en carbohidratos. Debido al grosor de los tallos, el troceado es esencial para lograr colocarlo convenientemente en el silo. El ensilaje de maíz debe considerarse fundamentalmente como alimento de mantenimiento (Moore, 1968).

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

Según Ensminger (1980) generalmente se obtienen más principios digestibles de la producción de una hectárea de maíz que se le ensila lo cual produce entre 5 y 25 toneladas de forraje por hectárea, con un promedio de 7 toneladas por hectárea aproximadamente que de cualquier otro cultivo, además se ensila fácilmente sin necesidad de utilizar conservadores.

Posiblemente la planta de maíz sea más popular que ningún otro cultivo para hacer ensilaje. Para obtener buenos rendimientos por hectárea, la planta se debe cortar después de la formación de espigas, en cuya época la proporción de carbohidratos fermentables es alta y la cantidad de proteína es relativamente baja. Quiere decir que, en este momento, las condiciones son favorables para obtener una rápida producción de ácido láctico que asegure una adecuada preservación (Watson y Smith, 1977).

Utilización del Maíz Forrajero en la Alimentación Animal

Jugenheimer (1985) menciona que el maíz como cultivo forrajero comprende el forraje verde, rastrojo y ensilaje. El forraje verde está constituido por la planta completa fresca o cruda; el rastrojo comprende planta seca del maíz sin mazorca.

En muchas regiones se corta la planta cuando está verde y se le da a los animales o se seca previamente en harcinas. Cuando la planta de maíz se corta adecuadamente, se pica y se almacena, es ideal para el ensilaje.

Reaves y Pegram (1974) mencionan que el uso del ensilado 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 se dispone de facilidad de pastoreo.

Juscafresa (1983) cita que el maíz híbrido forrajero se cultiva para el consumo de forraje en verde, por ser muy apetecible y digestible para el ganado. De existir una incapacidad de consumo en este estado, se ensila por dificultad de henificarlo, dado al grosor del tallo y la cantidad de agua que este

contiene, siendo más apetecible y digestible en estado fresco y ensilado que henificado.

Morrison (1977) señala que en las principales regiones lecheras del país; es el maíz, la cosecha ensilada más extensamente empleada para la alimentación de las vacas. No solo proporciona el maíz ensilado una aportación uniforme de alimento succulento de alta calidad para la alimentación de los animales en invierno, sino también un excelente sustituto para los pastos escasos de verano.

Composición Química del Maíz Forrajero

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 succulentas. El agua trae en solución los elementos nutritivos, participa en las reacciones químicas que se produce en el organismo animal, regula la temperatura corporal y ayuda a formar las células de los tejidos.

La materia orgánica está representada por numerosos compuestos complejos de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, algunos contienen también azufre y fósforo. Estos elementos se unen para formar proteínas, carbohidratos, grasas y vitaminas. La materia inorgánica esta constituida por las cenizas, esto 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.

Flores (1990) y Church (1982) realizaron estudios para determinar la composición proximal del forraje verde del maíz, planta más fruto, cuando se

cosechan en estado lechoso-masoso. Por otra parte, Reyes (1990) analizó la composición proximal de tres órganos de la planta del maíz forrajero en estado verde, ideal para ensilar (Cuadro 1).

Cuadro 1.- Composición proximal de maíz forrajero.

Determinaciones (%)	Planta entera ^a	Planta entera ^b	Tallo ^c	Hoja ^c	Elote ^c
Planta	-	-	44	26	30
Proteína cruda PC	6.37	6.80	5.8	11.5	9.4
Grasa	3.75	2.10	.47	1.1	1.1
Fibra cruda	23.23	21.80	36	25.4	18.1
Extracto libre de nitrógeno	50.15	-	41.9	18.1	59.0
Cenizas	-	5.20	-	-	-

^a Flores (1990); ^b Church (1982) y ^c Reyes (1990).

Contenido Energético de los Alimentos y su distribución de Energía en el Animal

Los animales precisan los principales nutrientes orgánicos para emplearlos en la formación de los tejidos corporales, así como para la síntesis de productos como la leche, carne y huevo; además, resultan necesarios como fuente de energía para los trabajos que realizan. Una característica unificadora de estas funciones tan diferentes, consiste en que todas suponen la transferencia de energía; dicha transferencia tiene lugar, tanto en los casos en que la energía química se convierte en energía mecánica ó calórica, como ocurre al oxidarse los nutrientes, como en los que la energía química se convierte de una forma en otra, como al sintetizarse grasa corporal a través de carbohidratos. Por lo tanto, la facultad de aportar energía es de gran

importancia al determinar el valor nutritivo de los alimentos (McDonald *et al.* 1995).

La Demanda de Energía

Los animales privados de alimentos siguen precisando energía para las funciones vitales del organismo: el trabajo mecánico de la actividad muscular esencial, y el trabajo químico relacionado con el movimiento de sustancias disueltas contra gradientes de concentración, así como para la síntesis de componentes orgánicos que se gastan como enzimas y hormonas. En los animales sometidos a ayuno, la energía necesaria para dichos fines, se obtiene catabolizando las reservas orgánicas, en primer lugar el glucógeno, después las grasas, por último, las proteínas. En los animales que reciben alimento, la demanda primaria sobre la energía de los alimentos, es para cubrir las necesidades de mantenimiento del organismo y evitar el catabolismo de sus propios tejidos (Castillo, 2005).

La energía aportada por los alimentos por encima de la necesaria para el mantenimiento, se utiliza para las distintas producciones. Los animales jóvenes en crecimiento retienen energía, principalmente, en la proteína de sus nuevos tejidos, en tanto que los adultos acumulan, relativamente, mayor cantidad en forma de grasa; los animales en lactancia transfieren la energía de los alimentos a la energía contenida en los componentes de la leche. Otras formas de producción son el trabajo muscular y en la formación de lana y huevo. Ninguna función, ni la de mantenimiento del organismo, tiene prioridad absoluta sobre la energía de los alimentos (Castillo, 2005).

El aporte de energía y las expresiones energéticas

Los animales obtienen energía de los alimentos. La cantidad de energía química existente en los alimentos, se determina convirtiéndola en energía calórica y midiendo el calor producido. La conversión se realiza oxidando el alimento, sometiéndolo a combustión; la cantidad de calor producido en la combustión completa de una unidad de peso del alimento, se denomina energía bruta o calor de combustión de dicho alimento (McDonald *et al.*, 1995); forraje, tejido corporal, la leche y otras sustancias (Church *et al.* 2002).

De la energía bruta de los alimentos, no toda es utilizable y aprovechable por los animales. Parte de la energía se pierde en el animal en forma de excreciones sólidas, líquidas y gaseosas; otra fracción se pierde como calor. (Figura 1).

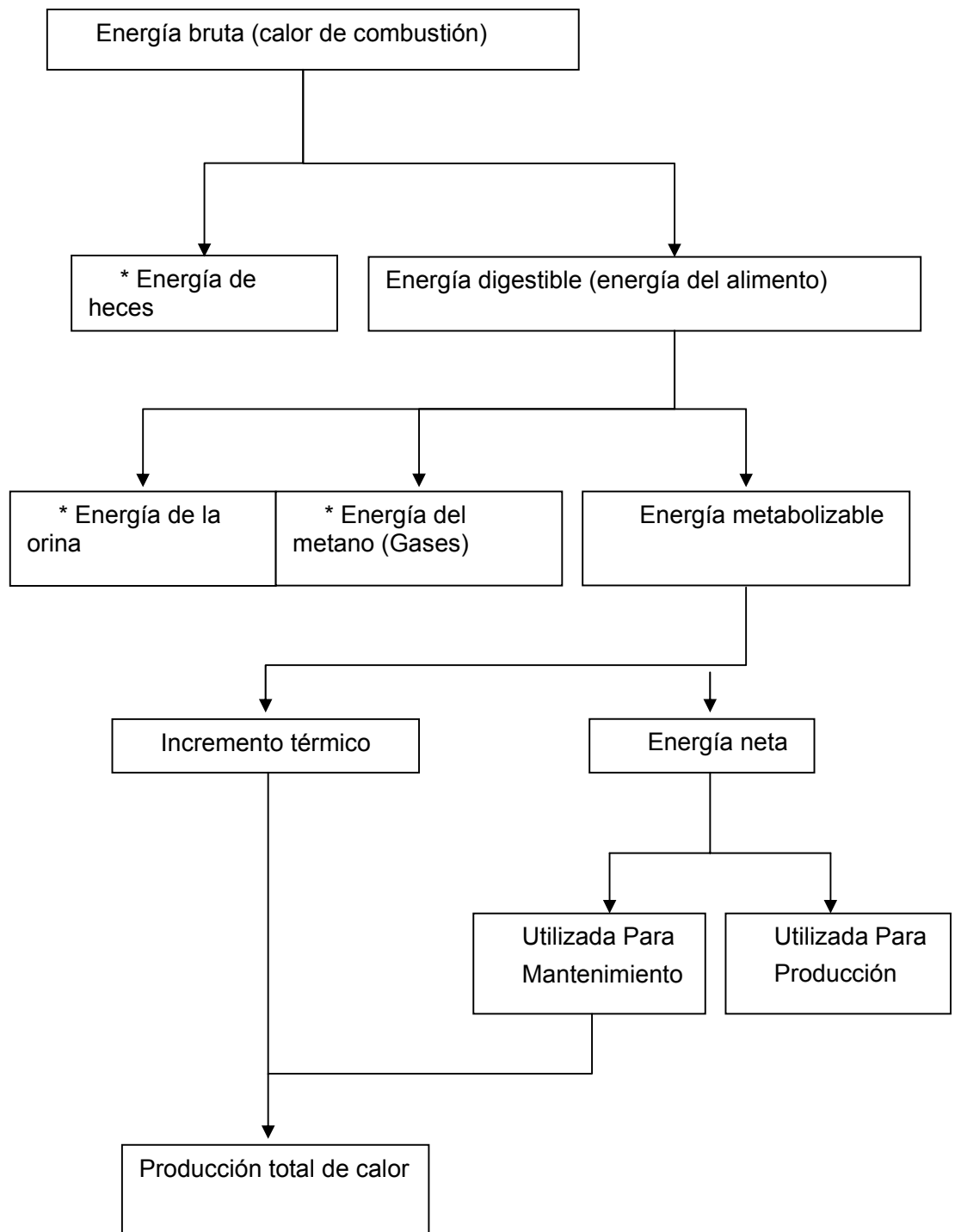


Figura 1. Distribución de la energía de los alimentos en el animal. (McDonald *et al.* 1995).

* Pérdidas de energía.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área experimental

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 2). Basándose en los resultados de este análisis de suelo se clasifica desde migajón arenoso, migajón arcilloso, migajón arcillo-arenoso y arcilloso.

Cuadro 2.- Análisis físico-químico del suelo utilizado para el cultivo del maíz

Parámetros	Muestra 1 0 – 20 cm.	Muestra 2 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	Migajón-Arcillo-limoso

¹ pH = Potencial hidrógeno

²C.E. dS/m = Capacidad eléctrica (desiemes/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° presembrado, 2° auxilio 3° al 5° hasta cosecha cada 20 días) y se realizaron las labores de cultivo requeridas (Castillo, 2005).

Material a evaluar

Se escogieron al azar 20 plantas de cada híbrido y de la variedad experimental de maíz forrajero a evaluar (Castillo, 2005). 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).

Cuadro 3.- Material Genético Evaluado.

Material	Genealogía	Peso promedio por planta (Kg.)
AN-447 (híbrido)	(SSE 255 x MLS 4-1) AN7	1.617
AN-388 (híbrido)	(SSE 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
P30G54 ** (híbrido)	Híbrido comercial de la compañía Pioneer	.895

* Forrajero

** Comercial

Preparación del ensilado (micro)

La preparación del ensilado (micro). Se utilizaron 36 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 1 % de melaza de los 3 híbridos de maíz forrajero y la variedad experimental forrajera (Cuadro 4), se prepararon de manera independiente, 3 repeticiones de 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.

Tratamientos

Cuadro 4.- Tratamientos del ensilado de maíz forrajero adicionado con 0, 5 y 10 % de melaza.

Forraje Melaza	AN-388	AN-447	P30G54	Forrajero
0 %	AN-388, 0%	AN-447, 0%	P30G54, 0%	Forrajero, 0%
5%	AN-388, 5%	AN-447 , 5%	P30G54, 5%	Forrajero, 5%
10%	AN-388, 10%	AN-447,10%	P30G54, 10%	Forrajero,10%

Los tratamientos consistieron en 4 genotipos del maíz, tres del Instituto Mexicano del Maíz (los híbridos AN-447 y AN-388, y la variedad forrajera experimental) y el híbrido P30G54 de la compañía Pioneer. Los materiales se evaluaron en dos fracciones que fueron: Composición Química y Contenido Energético. De cada uno de los materiales a evaluar.

Para determinación de la Composición química y Contenido energético se realizaron tres repeticiones por cada material a evaluar.

Análisis químico

Esta fase fue realizada en el laboratorio del Departamento de Nutrición Animal de la UAAAN., Ubicado en Buenavista, Saltillo, Coahuila., cuya situación geográfica es la siguiente: 25° 21' Latitud Norte y 101° 02' Latitud Oeste, a una altura de 1,743 msnm, con una temperatura media anual 18.18°C. El clima esta clasificado como seco o árido BSo Kx` (w) (e) el más seco de los Bs (García, 1987).

A las muestras de los tres híbridos y de la variedad experimental de maíz forrajero cosechados se les determinó su composición química. Para su análisis, las muestras se secaron en una estufa a 60 ± 5^0 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), fibra cruda (FC), 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).

Extracto libre de nitrógeno (ELN); se determinó por diferencia de la siguiente manera, $ELN = 100 - (\% \text{ Ceniza} + \% \text{ PC} + \% \text{ FC} + \% \text{ EE})$, (AOAC, 1997).

Para la determinación del contenido (%) del total de nutrientes digestibles (TND) se aplicó la ecuación siguiente:

$PC (.75) + FC (.50) + ELN (.90) + EE (2.25) (.90)$. Energía digestible (ED) considerando cada kilogramo de TND contiene 4.409 Mcal ED/Kg. MS y la

energía metabolizable (EM) se considera el 82/100 de ED (Harris *et al.* 1968 y Crampton y Harris, 1969). La energía neta para mantenimiento (ENm), energía neta para ganancia (ENg), de acuerdo a Lofgreen and Garret, (1968). Con la siguiente ecuación:

$$\text{Log } F = 2.2577 - 0.2213 (EM)$$

$$\text{ENm} = 77/F$$

$$\text{ENg} = 2.54 - .0314 F$$

La energía neta para lactancia ENl se estimó en base a la ecuación reportada por Moe y Flatt, (1969).

$$\text{ENl (Mcal / Kg MS)} = .84 \text{ ED (Mcal / Kg MS)} - .77$$

Análisis estadístico

Las características señaladas se analizaron de acuerdo a un diseño completamente al azar, con un arreglo factoría 4x3 con igual número de repeticiones por tratamiento. En donde el primer factor (A) es las variedades de maíz y el segundo factor (B) los niveles de melaza adicional. Con 12 tratamientos y 3 repeticiones para la Composición química y Contenido energético.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \xi_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Respuesta Media

μ = Media General

α_i = Efecto del Nivel i-ésimo del Factor A (Forraje)

β_j = Efecto del Nivel j-ésimo del Factor B (Melaza)

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto Conjunto de los Factores A y B

ξ_{ijk} = Error Experimental

$i = 1, 2, 3, 4$ (Niveles de A)

$j = 1, 2, 3$ (Niveles de B)

$k = 1, 2, 3$ (No de repeticiones)

Este análisis de varianza fue realizado con el fin de observarse la existencia de las diferencias significativas entre los diferentes híbridos y la variedad forrajera experimental en estudio para composición química y contenido nutricional.

Posteriormente se realizó la prueba de Tukey para comparación de medias para cada variable en composición química y contenido nutricional Steel y Torrie, (1986).

En el análisis estadístico se utilizó el paquete de FAUANL (versión 2.5. Facultad de Agronomía UANL. Marin, N. L.).

RESULTADOS

Evaluación química

Los resultados de la composición química de los tres híbridos de maíz forrajero y de la variedad forrajera experimental en estudio se presentan en el Cuadro 5.

Proteína Cruda (PC).

Los contenidos de proteína (%) que se obtuvieron de los cuatro genotipos de maíz forrajeros ensilados son ordenados de mayor a menor: Forrajero (7.43%), AN388 (6.6%), AN447 (6.37%) y el Híbrido P30G54 de la compañía Pioneer (6.22%). El NRC, (1982 y 1989) y Macgregor, (2000) respectivamente reportan valores más altos (7.8 a 8.9% PC) y (8.1 a 8.4%), a los encontrados en esta investigación.

Al interpretar los datos anteriores se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre las variedades de maíz forrajeros ensilados. Al realizar la comparación de medias se observa que la variedad Forrajero es el mejor (7.43 %) con el mayor contenido de PC y no habiendo diferencia con la variedad AN-388 (6.6 %), de la misma manera no se encontró diferencia entre las variedades AN388 (6.6%), AN-447 (6.37 %) y el híbrido P30G54 (6.22 %). Sin embargo, se encontraron diferencias entre la variedad Forrajero (7.43%) y las variedades AN447 (6.37%) y el Híbrido P30G54 (6.22%).

No encontrando diferencia significativa ($P > 0.05$) entre los niveles de melaza adicionadas. También, se encontró que no existe efecto conjunto

($P < 0.05$) (no actúan de forma independiente) entre los factores estudiados (Forraje-melaza).

En un estudio sobre la calidad bromatológica del maíz híbrido 3002 W blanco (Pionner) realizado por Boschini y Elizondo, (2004) se determinó el contenido de proteína cruda desde 70 hasta los 154 días de crecimiento. El contenido de PC fue alto hasta los 84 días ($> 12\%$ PC). Valores medios de PC hasta los 112 días ($> 9\%$ PC). A los 126 días con valor de 7.9% de proteína cruda. La PC encontrada a 126 días de crecimiento son ligeramente mayores a resultados obtenidos con maíz cosechado a 100 días de crecimiento, utilizados en esta investigación. Esta disminución en contenido de proteína, pudiera haber sido ocasionada por efecto del ensilado. Ya que Barnett (1957) considera que el ensilado no provee una perfecta preservación de la calidad cultivada. El cultivo forrajero muy húmedo o demasiado seco es susceptible a pérdidas afluentes y por respiración. Por lo tanto, es importante y recomendable conocer el estado de la planta en crecimiento inmaduro para la calidad del forraje y el ensilaje. Probablemente pudo haber una pérdida adicional debido a la respiración de la planta y microbial, las cuales pueden ser significativas y la causa de la mayoría de las pérdidas de MS. La actividad respiratoria es especialmente dañina porque esta resulta en la oxidación de la porción más digestible del cultivo. Darby y Lauer, (2002). El silo conteniendo tallo y hojas sin grano disminuye la calidad como las fechas del cultivo avanzaban en la estación. Presentando rango de PC de 6.7 a 10 % entre la primera y última fecha de cultivo. La concentración de proteína cruda estuvo en un rango de 7.2 a 13.8 % en todas las fecha del cultivo. Diversos reportes indican incremento en la concentración de proteína cruda (McAllan y Phipps, 1977). Sin embargo, se ha demostrado (Johnson and McClure, 1968: Sheperd and Kung, 1996) que la PC tiende a declinar al incrementarse la madurez de la planta.

Extracto etéreo (EE).

En este análisis se intentó aislar la fracción de los alimentos con alto valor calórico, lo cual se aplica a las grasas y aceites, pero las ceras y las resinas son de menor valor para los animales.

El contenido de extracto etéreo de los cuatro genotipos de maíz forrajero ensilados se obtuvo los siguientes porcentajes: AN-447 (1.76%), AN-388 (1.66%), Forrajero (1.62%) y el Híbrido P30G54 de la compañía Pioneer (1.45%). Valor de 3.0% en EE reporta (Macgregor, 2000) en ensilajes conteniendo poca y mucha mazorca; valores considerados mayor a los encontrados en esta investigación.

Al interpretar los datos anteriores se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre las variedades de maíz forrajeros ensilados. Al realizar la comparación de medias se observa que la variedad AN-447 es el mejor (1.76 %) con el mayor contenido de EE y no habiendo diferencia con la variedad AN-388 (1.66 %) y la variedad Forrajero (1.62%); también no se encontró diferencia entre las variedades Forrajero (1.62 %) y el Híbrido P30G54 (1.45 %). Sin embargo, se encontraron diferencias entre la variedad AN-447 (1.76%) y el híbrido P30G54 (1.45%); de la misma manera entre el AN-388 (1.66%) y el híbrido P30G54 (1.45%).

Al analizar el efecto del nivel de melaza sobre los diferentes ensilajes en estudio, (Cuadro 5) se observa una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$), la comparación de media indica que el nivel de melaza disminuye el contenido de EE. Encontrando un mayor contenido de EE cuando se agregó 0.0 % de melaza (1.82% PC), siendo esta diferente cuando se agregó 5.0% de melaza (1.54% PC) y cuando se agrega 10.0% de melaza (1.52% PC); no encontrando

diferencia cuando se agregó 5.0% y 10.0% de melaza. También se encontró que existe una diferencia efecto conjunto ($P \leq 0.01$) (no actúan de forma independiente) entre los factores estudiados (Forraje-melaza). El extracto etéreo es subestimado en alimentos como los ensilajes en los cuales los ácidos grasos volátiles con facilidad logran escapar y no ser cuantificados (Salinas *et al.* 1997).

Fibra cruda (FC).

La fibra cruda está formada principalmente por carbohidratos estructurales vegetales, como la celulosa y hemicelulosa, pero también contiene algo de lignina, que es una sustancia muy poco digerible presente en la porción fibrosa de los tejidos vegetales. Para el animal no rumiante, la fibra cruda contiene un valor variable pero bajo; en el caso de los rumiantes, también tiene un valor variable, pero la utilizan mucho más que los no rumiantes (Church *et al.* 2002).

La fibra cruda representa la proporción de los carbohidratos totales de los alimentos que resiste al tratamiento con álcalis y ácidos y en principio se creyó que constituía una porción indigestible de los alimentos. (Crampton y Harris, 1969). Los rumiantes utilizan la fibra cruda como fuente energética en proporciones variables, así mismo en la fibra cruda no se distingue entre celulosa y lignina, las cuales en rumiantes es digestible e indigestible, respectivamente (Salinas *et al.* 1997).

El contenido de fibra cruda de los cuatro genotipos de maíz forrajero ensilados con melaza ordenada de mayor a menor son las siguientes: Híbrido P30G54 (23.63%), AN-447 (22.88%), Forrajero (22.23%) y AN-388 (21.94%). Estos valores están relacionados con los reportados por Macgregor, (2000) para un ensilaje de maíz con mucha mazorca.

En cuanto al contenido de fibra cruda no se observaron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) entre las medias de las variedades de forrajes. No siendo este el caso en los niveles de melaza ya que se observó una diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$). De tal manera que al realizar la comparación de medias se observa que la adición de melaza no mejora el contenido de FC; ya que el tratamiento con 0.0% de melaza (23.85%) muestra el mayor contenido de FC. La inclusión de melaza 5 y 10 % en el silo de maíz disminuyó el contenido de FC (22.72 y 21.44%) respectivamente. Encontrando diferencia entre el 0.0% melaza (23.85) y el 10.0% de melaza (21.44%). Sin embargo, entre el 0.0% melaza (23.85%) y el 5.0% melaza (22.72%) no hay diferencia. Conforme se incrementa el nivel de inclusión de melaza de 0.0 a 10.0% disminuye el contenido de FC. En la interacción forraje-melaza, no hay efecto conjunto ($P \geq 0.05$) de tal manera que actúan de manera independiente los factores estudiados.

Las mediciones de la calidad del forraje de maíz frecuentemente son reportadas en base fresco. Sin embargo, diversos reportes indican un incremento en la concentración de fibra cuando forraje de maíz se somete al proceso de ensilar McAllan y Phipps, (1977).

Extracto Libre de Nitrógeno (ELN).

El contenido de extracto libre de nitrógeno de los cuatro genotipos de maíz forrajero ensilados según las medias de los tratamientos es: AN-388 (61.47%), Híbrido P30G54 (60.09%), AN-447 (61.29%) y Forrajero (61.31%).

En cuanto al contenido de extracto libre de nitrógeno no se observaron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) entre las medias de las variedades de forrajes. No siendo este el caso en los niveles de melaza ya que se observó una diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$). Al realizar la comparación de medias

se observa que la adición de melaza aumenta el contenido de ELN. Ya que el 10.0% de melaza (62.58 %) muestra el mayor contenido de ELN. Encontrando una diferencia entre el 10.0% melaza (62.58%) y el 0.0% de melaza (60.21%) como el menor contenido de ELN. No encontrando efecto conjunto ($P \geq 0.05$) de forraje-melaza. De tal manera que actúan de manera independiente éstos factores. La inclusión de melaza en el ensilado, mejoró el contenido de los carbohidratos solubles. De acuerdo al incremento de inclusión de melaza en el silo, se mejora el contenido de ELN. Caso contrario ocurrió se presentó en el contenido del componente fibroso.

El ELN está formado de manera principal por carbohidratos fácilmente aprovechables, como azúcares y almidones, pero también puede contener algo de hemicelulosa y lignina, sobre todo en el caso de los alimentos como el heno y la paja Church *et al.* (2002). Por otro lado, la fracción del ELN de los granos se utiliza en un alto grado por casi todas las especies, pero el ELN del heno y la paja se utiliza mucho menos. Salinas *et al.* (1997). Además, la clasificación de los carbohidratos en dos grupos se basa en el supuesto de su solubilidad y su utilización nutritiva. Los animales no rumiantes utilizan el ELN como principal fuente energética.

Cenizas (C).

El contenido de cenizas de los cuatro genotipos de maíz forrajero ensilados según las medias de los tratamientos es: AN-388 (8.34%), Forrajero (7.42%), AN-447 (7.70%) y Híbrido P30G54 (7.79%).

En cuanto al contenido de ceniza, diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) se encontraron entre los forrajes evaluados. Al realizar la comparación de medias, la variedad AN-388 resultó con el valor más alto (8.34%), siendo

este diferente al híbrido P30G54 (7.79 %) y AN-447 (7.70 %) y la variedad Forrajero (7.42%).

Los niveles de melaza presentan diferencia significativa ($P \leq 0.05$). La adición de melaza incrementa el contenido de C, donde el 5.0% de melaza (7.98%) es el mayor, no siendo diferente con el 10.0% de melaza (7.80%); sin embargo hubo diferencia con el 0.0% de melaza (7.66%). No se presentó efecto conjunto ($P \geq 0.05$) de tal manera que actúan de manera independiente los factores estudiados (Forraje-melaza).

Las cenizas son el residuo que queda después que todo el material combustible se ha quemado (oxidado completamente). Desde el punto de vista de la nutrición, los valores de las cenizas tienen poca importancia, aunque valores muy elevados podrían indicar que existe contaminación con suelo o dilución de alimentos con sustancias, como sal y roca caliza. Quizás estos altos contenidos de cenizas en los ensilajes puedan ser la respuesta al contenido de carbonatos totales (15.25%) presentes en el suelo donde se realizó el cultivo. Además, la melaza es abundante en minerales, entre los que destacan el hierro, cobre y magnesio (Church, 1991). En el caso de esta investigación la inclusión de melaza incrementó el contenido de cenizas en el ensilaje. Aunque, algunos elementos minerales, como el yodo y selenio, podrían ser volatilizados y perderse al convertir la sustancia en ceniza (Church *et al.* 2002).

La melaza es un ingrediente producto obtenido principalmente de la caña de azúcar. Se considera un aditivo muy apetecible y su contenido energético es apreciable por todas las especies. Su perfil de hidratos de carbono la hace fácilmente aprovechable en el rumen dando lugar a una fermentación típicamente butírica. Añadidas en dosis limitadas a la dieta se aprovecha para incrementar la aceptación del alimento y reduce 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 recomiendan 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).

El contenido de las cenizas disminuye con los días de crecimiento de la planta. Como también su contenido difiere según la parte de la planta analizada Boschini y Elizondo (2004). Además, estos investigadores encuentran que la concentración de cenizas en las hojas se mantuvo uniforme ($P>0.05$) a través del periodo de crecimiento de la planta, mientras que en el tallo y en la mazorca mostró disminución ($P<0.01$) conforme aumentó la edad. En la planta entera se encontró un 14.5% a los 70 días y 7.8 % a los 154 días de crecimiento.

Darby y Lauer (2002) Consideran que el proceso de ensilado afecta la composición química de la planta forrajera, ya que su calidad es más baja comparada con el forraje fresco. Además indican que la producción, calidad e índice de comportamiento puede reducir a 95% de lo óptimo si el forraje de maíz es cultivado conteniendo entre 60 y 70% de humedad.

Contenido Energético

Total de Nutrientes Digestibles (% TND).

Esta determinación es una medida aproximada de la digestibilidad del mismo, por lo que un valor mayor de TND, teóricamente indicará un mayor valor nutritivo para dicho alimento Mora, (2002). La variable TND se basa en el análisis proximal. Además, en general, las cifras de digestibilidad que se emplean son tabuladas y dan por resultado un dato cuestionable. Sin embargo, en la actualidad los valores energéticos de la mayoría de los ingredientes

utilizados en alimentación animal aún se expresan como TND (NRC, 1984 y NRC, 1989).

El contenido de nutrientes digestibles totales (%) de los ensilados de maíz ordenados de mayor a menor: Forrajero (75.15%), AN-447 (74.94%), AN-388 (74.61%) y híbrido P30G54 (74.23%). Los valores aquí encontrados son altos comparados con los reportados por Macgregor, (2000). Este investigador menciona un rango de 62 a 70% de TND para ensilaje con poca mazorca y con mucha mazorca, respectivamente. Otros reportan valores en el mismo rango 65 a 69% para ensilajes realizados con el grano en estado lechoso y masoso, respectivamente NRC, (1982 y 1989). Los valores encontrados en los diferentes ensilajes en este estudio, se consideran excelentes.

De acuerdo a los resultados, se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las medias observadas de las variedades de maíz forrajeros ensilados. Al realizar la comparación de medias se encontró que la variedad Forrajero es el mejor (75.15%), pero igual al AN-447 (74.94%) y AN-388 (74.61%) y siendo estos diferente al Híbrido P30G54 (74.23%).

El efecto del nivel de melaza (Cuadro 6) sobre los diferentes ensilajes en estudio, presentaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$). La comparación de media indica que el nivel de melaza aumenta el contenido de TND. Encontrando un mayor contenido de TND cuando se agregó 10.0 % de melaza (75.11 % TND), siendo esta idéntica cuando se agregó 0.0% de melaza (74.64 % TND) y diferente cuando se agregó 5.0% de melaza (74.44 % TND) y esta es idéntica cuando se agregó 0.0% de melaza.

Al evaluar la adición de los diferentes niveles de melaza aplicados al ensilaje y su interacción forraje-melaza en las siguientes variables: ED, EM, ENm, ENI y ENg; no se encontró diferencias significativas ($P \geq 0.05$) entre los niveles de

melaza adicionadas. De igual manera, la conjunción forraje-melaza, no se encontró efecto de interacción. Lo que indica, que estos dos factores actúan de manera independiente.

Energía digestible (ED Mcal/Kg MS).

Una vez que el alimento es consumido y sufre los procesos de degradación gastrointestinal, se elimina el residuo en las heces. Si al valor de EB se le resta la energía contenida en las heces, se obtiene el valor de energía digestible (ED), que es un mejor indicador de la energía disponible por el animal Mora (2002). Se considera que la ED y el TND de un alimento son equivalentes. Y la conversión de TND a ED se hace considerando 4.409 Kcal de ED por gramo de TND (Crampton y Harris, 1969).

Los resultados de los tratamientos del contenido de ED ordenados de mayor a menor fueron: Forrajero (3.31 Mcal/Kg MS), AN-447 (3.3 Mcal/Kg MS), AN-388 (3.29 Mcal/Kg MS) y Híbrido P30G54 (3.27 Mcal/Kg MS).

La interpretación estadística de los datos muestra diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las variedades de maíz forrajeros ensilados. Al realizar la comparación de medias se observa que la variedad Forrajero es el mejor (3.31 Mcal/Kg MS), pero igual al AN-447 (3.3 Mcal/Kg MS) y AN-388 (3.29 Mcal/Kg MS) y diferentes al de menor valor el Híbrido P30G54 (3.27 Mcal/Kg MS).

Energía metabolizable (EM Mcal/Kg MS).

Una parte de la energía digerida y absorbida en el tubo gastrointestinal, no es aprovechada y se elimina por la orina en forma de compuestos nitrogenados.

Además, también se elimina energía a través de gases como principalmente el metano, expulsado por los rumiantes por medio del eructo. La pérdida en forma de gases es de importancia solamente en el caso de los rumiantes. Sin embargo, su cuantificación es difícil y en general se estima como el 8% de la energía bruta consumida por el animal. Se ha observado que para rumiantes, el valor de energía metabolizable representa alrededor del 82% de el valor de la energía digestible (Mora, 2002).

Los resultados de los tratamientos del contenido de EM ordenados de mayor a menor fueron: Forrajero (2.72 Mcal/Kg MS), AN-447 (2.71 Mcal/Kg MS), AN-388 (2.7 Mcal/Kg MS) y Híbrido P30G54 (2.68 Mcal/Kg MS).

Al interpretar los datos anteriores se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las variedades de maíz forrajeros ensilados. Al realizar la comparación de medias se observa que la variedad Forrajero es el mejor (2.72 Mcal/Kg MS), pero igual al AN-447 (2.71 Mcal/Kg MS) y AN-388 (2.7 Mcal/Kg MS) y diferentes al de menor valor al Híbrido P30G54 (2.68 Mcal/Kg MS).

Energía neta para ganancia (ENg Mcal/Kg MS).

Los resultados de los tratamientos del contenido de ENg ordenados de mayor a menor fueron: Forrajero (1.12 Mcal/Kg MS), AN-447 (1.11 Mcal/Kg MS), AN-388 (1.1 Mcal/Kg MS) y el híbrido P30G54 (1.09 Mcal/Kg MS).

Al interpretar los datos anteriores se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las variedades de maíz forrajeros ensilados. Al realizar la comparación de medias se observa que la variedad Forrajero es el

mejor (1.12 Mcal/Kg MS), pero igual al AN-447 (1.11 Mcal/Kg MS) y AN-388 (1.1 Mcal/Kg MS) y diferentes al de menor valor el híbrido P30G54 (1.09 Mcal/Kg MS).

Los valores reportados por NRC, (1982) van en un rango de 0.72 a 0.97 Mcal ENg/Kg. MS para ensilajes de grano lechoso o masoso o con poca y mucha mazorca. Los cuales son valores menores a los encontrados en este trabajo.

Energía Neta para mantenimiento (ENm Mcal/Kg MS).

Los resultados de los tratamientos del contenido de ENm ordenados de mayor a menor fueron: Forrajero (1.7 Mcal/Kg MS), AN-447 (1.69 Mcal/Kg MS), AN-388 (1.68 Mcal/Kg MS) y el híbrido P30G54 (1.67 Mcal/Kg MS).

Al interpretar los datos anteriores se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las variedades de maíz forrajeros ensilados. Al realizar la comparación de medias se observa que la variedad Forrajero es el mejor (1.7 Mcal/Kg MS), pero igual al AN-447 (1.69 Mcal/Kg MS) y AN-388 (1.68 Mcal/Kg MS) y diferentes al de menor valor el híbrido P30G54 (1.67 Mcal/Kg MS).

Los valores encontrados en este trabajo son más altos que los reportados por NRC, (1982 y 1989). La ventaja de obtener valores altos en ENm (Mcal/kg MS) es que el sobrante después de cumplir sus necesidades metabólicas puede ser utilizado para producción.

Energía Neta para Lactancia (ENI Mcal/Kg MS).

Los resultados de los tratamientos del contenido de ENI ordenados de mayor a menor fueron: Forrajero (2.01 Mcal/Kg MS), AN-447 (2.0 Mcal/Kg MS), AN388 (1.99 Mcal/Kg MS) y el híbrido P30G54 (1.98 Mcal/Kg MS). Estos valores se consideran al ser comparados con los reportados por NRC, (1989). Este Consejo Nacional de Investigación (NRC) por sus siglas en inglés. Reporta rango de valores de 1.40 a 1.60 Mcal ENI/kg MS para MS para ensilajes de grano lechoso o masoso o con poca y mucha mazorca. Los valores (1.98 a 2.01) de ENI Mcal/kg MS, resultados de esta investigación se consideran excelentes para un ensilaje.

Al interpretar los datos anteriores se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las variedades de maíz forrajeros ensilados. Al realizar la comparación de medias se observa que la variedad Forrajero es el mejor (2.01 Mcal/Kg MS), pero igual al AN-447 (2.0 Mcal/Kg MS) y AN-388 (1.99 Mcal/Kg MS) y diferentes al de menor valor el híbrido P30G54 (1.98 Mcal/Kg MS).

Cuadro 5. Resultados de la composición química obtenidos en el análisis realizado con el maíz ensilado con diferentes niveles de melaza.

%	AN-388				AN-447				COMERCIAL (P30G54)			
	S/M	5%M	10%M	MEDIA	S/M	5%M	10%M	MEDIA	S/M	5%M	10%M	MEDIA
PC	6.04	7.03	6.74	6.6	5.88	6.49	6.74	6.37	6.13	6.29	6.25	6.22
FC	22.23	22.66	20.92	21.94	24.86	22.3	21.49	22.88	25.33	23.76	21.81	23.63
EE	1.93	1.62	1.44	1.66	1.79	1.69	1.8	1.76	1.57	1.26	1.52	1.45
ELN	61.81	60.11	62.49	8.34	59.8	61.51	62.56	7.7	59.4	60.85	62.54	7.79
C	8	8.58	8.43	61.47	7.67	8.01	7.42	61.29	7.57	7.83	7.98	60.9

FORRAJERO EN EXPERIMENTACION

P<0.05

S/M	5%M	10%M	MEDIA	EEM	F	M	FM
7.83	7.44	7.01	7.43	0.04	0.006	0.509	0.421
22.97	22.16	21.55	22.23	0.79	0.063	0.001	0.513
1.98	1.57	1.32	1.62	0.09	0.004	0	0.01
59.84	61.33	62.75	7.42	0.98	0.912	0.008	0.631
7.39	7.5	7.37	61.31	0.17	0	0.041	0.256

PC: Proteína Cruda, FC: Fibra Cruda, EE: Extracto Etéreo, ELN: Extracto Libre de Nitrógeno, C: Ceniza.

EEM: Error Estándar de la Media, F: Forraje, M: Melaza, FM: Interacción.

S/M: Sin Melaza, 5%M: 5% de Melaza, 10%M: 10% de Melaza.

Cuadro 6. Resultados del Contenido Energético obtenidos en el análisis realizado con el maíz ensilado con diferentes niveles de melaza.

	AN-388				AN-447				COMERCIAL (P30G54)			
	S/M	5%M	10%M	MEDIA	S/M	5%M	10%M	MEDIA	S/M	5%M	10%M	MEDIA
NDT	75.17	74.01	74.66	74.61	74.28	74.8	75.74	74.94	73.91	73.29	74.87	74.23
ED Mcal/Kg MS	3.31	3.26	3.29	3.29	3.28	3.3	3.34	3.3	3.26	3.26	3.3	3.27
EM Mcal/Kg MS	2.72	2.68	2.7	2.7	2.69	2.7	2.74	2.71	2.67	2.67	2.71	2.68
EnmMcal/KgMS	1.7	1.66	1.68	1.68	1.67	1.69	1.72	1.69	1.66	1.66	1.69	1.67
EngMcal/Kg MS	1.12	1.09	1.1	1.1	1.09	1.11	1.13	1.11	1.08	1.08	1.11	1.09
Enl Mcal/Kg MS	2.01	1.97	1.99	1.99	1.98	2	2.03	2	1.97	1.97	2	1.98

FORRAJERO EN EXPERIMENTACION				P<0.05			
S/M	5%M	10%M	MEDIA	EEM	F	M	FM
75.22	75.04	75.18	75.15	0.37	0.032	0.05	0.154
3.32	3.31	3.31	3.31	0.02	0.038	0.062	0.171
2.72	2.71	2.72	2.72	0.01	0.039	0.063	0.178
1.7	1.7	1.7	1.7	0.01	0.04	0.064	0.185
1.12	1.11	1.12	1.12	0.01	0.036	0.055	0.186
2.02	2.01	2.01	2.01	0.01	0.035	0.058	0.174

NDT: Nutrientes Totales Digestibles, ED: Energía Digestible, EM: Energía Metabolizable, ENm: Energía Neta para Mantenimiento, ENG: Energía Neta para Ganancia, ENl: Energía Neta para Lactancia.

EEM: Error Estándar de la Media, F: Forraje, M: Melaza, FM: Interacción.

S/M: Sin Melaza, 5%M: 5% de Melaza, 10%M: 10% de Melaza.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación realizada en los diferentes ensilados de maíz con diferentes niveles de melaza, se concluye lo siguiente:

En general, los resultados de la presente investigación muestran la capacidad potencial de los materiales utilizados, tanto en su calidad bromatológica como en su contenido energético.

- ❖ Aunque hubo diferencias al analizar algunas variables, los valores fueron muy similares entre los materiales vegetativos en estudio.
- ❖ Valores muy diferentes en contenido de cenizas en los materiales ensilados, pero todos considerados altos, quizás debido al contenido de carbonatos totales observados en el análisis de suelo. Además la adición de melaza al ensilaje aumento el valor de cenizas, puede ser debido al contenido de minerales de este ingrediente.
- ❖ La adición de melaza 5 y 10% al ensilar el material, disminuyó el contenido de FC y mejoró el contenido de ELN.
- ❖ Los valores energéticos para TND, ED, EM, ENm, ENg y ENI, obtenidos en los diferentes materiales ensilados tienen concentración energética apropiada para la alimentación básica para mantenimiento y para ganancia en ganado productor de carne y ganado productor de leche.
- ❖ La adición de 0, 5, 10% de melaza y la interacción forraje-melaza no mejora sustancialmente el contenido energético de los ensilados. Quizás pueda influir en su aceptación por el animal en base a su olor y sabor característico.
- ❖ Se recomienda realizar pruebas biológicas para una mejor y más completa evaluación.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el ensilaje de cuatro genotipos de maíz forrajero, dos híbridos obtenidos del Instituto mexicano del Maíz los comerciales AN-447 y AN-388 y una variedad forrajera en experimentación y el híbrido P30G54 de la compañía Pioneer adicionados con diferentes niveles de melaza, por medio del calidad bromatológica y contenido energético. El cultivo de cuatro genotipos de maíz se realizó en Villa Hidalgo, municipio de Santiago Ixcuintla; zona norte del Estado de Nayarit, México.

Para la preparación del ensilado (micro) se utilizaron 36 frascos de vidrio transparente con tapa de lámina de cierre con rosca con capacidad aproximada de 1 Kg. de material a ensilar. La planta se partió en trozos de 1 cm y se introdujo en los frascos. Muestras del tratamiento sin melaza, 5% de melaza y 10% de melaza de los tres híbridos de maíz forrajero y una variedad experimental forrajera, se prepararon de manera independiente, con tres repeticiones cada uno y se procedió a introducir y compactar en cada frasco que se cerró herméticamente por 35 días. Al completar los 35 días, se procedió a determinar el pH al material ensilado utilizando el potenciómetro.

El análisis químico se llevó a cabo en el Laboratorio del Departamento de Nutrición Animal de la UAAAN. Las muestras se analizaron para determinar materia seca (MS) a 105° C, humedad y extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC), 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). Extracto libre de nitrógeno (ELN) se determinó por diferencia (AOAC, 1997). El contenido (%) del total de nutrientes digestibles (TND), energía digestible (ED) y la energía metabolizable (EM) se determinaron de acuerdo a las fórmulas reportadas por (Harris et al. 1968 y Crampton y Harris,

1969). La energía neta para mantenimiento (ENm), energía neta para ganancia (ENg), de acuerdo a las formulas establecidas por Lofgreen and Garret, (1968). La energía neta para lactancia ENI se estimó en base a la ecuación reportada por Moe y Flatt, (1969).

Las características señaladas se analizaron de acuerdo a un diseño completamente al azar, con un arreglo factorial 4x3 con igual número de repeticiones por tratamiento. En donde el primer factor (A) son las variedades de maíz y el segundo factor (B) los niveles de melaza adicional. Con 4 tratamientos y 3 repeticiones para la Composición química y Contenido energético. Posteriormente se realizó la prueba de Tukey para comparación de medias para cada variable en Composición química y Contenido nutricional.

Se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) en el caso de PC, EE y Ceniza. Para PC es mejor la variedad forrajera en experimentación (7.43%). Mejor con 5% de melaza. Para EE es mejor el híbrido AN-447 (1.76%), esto es mejor ensilado sin melaza y en caso de Ceniza el híbrido AN-388 (61.47%) es el mejor con 5% de melaza. En cuanto al contenido de FC y ELN no se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$), para el caso de FC el híbrido P30G54 con mejor contenido (23.63%), es mejor sin melaza. En cuanto al contenido de ELN el híbrido AN-388 presenta un alto contenido de ELN (8.34%), es mejor con 5% de melaza adicionada al ensilaje.

Se encontró una diferencia significativa ($P < 0.05$) en cuanto a las variables %TND, ED, EM, ENm, ENg, ENI, la variedad forrajera en experimentación del IMM, es la que presenta mayor contenido energético, esto es mejor cuando se adiciona 10% de melaza al ensilado.

PALABRAS CLAVES: Maíz forrajero, Ensilado, Melaza, Análisis químico y Contenido energético.

LITERATURA CITADA

- AOAC. 1997. Official methods of analysis (16th Ed.) Association Official Analytical Chemists. Arlington, VA, USA.
- Ashbell, G., G. Pahlow., B. Dintel and Z. G. Weinberg. 1987. Dynamics of orange peel fermentation during ensilage. *J. Appl. Bacteriol.* (63): 275-279.
- Auerbach, H. 1996. Verfahrensgrundlagen zur Senkung des Risikos eines befalls von Silagen mit *Penicillium roqueforti* und einer Kontamination mit Mykotoxinen dieses Schimmelpilzes. *Landbauforschung Volkerode*, Sonderheft. (1): 167-168.
- Auerbach, H., E. Oldenburg and F. Weissbach. 1998. Incidence of *Penicillium roqueforti* and roquefortin C in silages. *J. Sci. Food Agr.* (76): 565-572.
- Balows, A., H. G. Truper., M. Dworkin., W. Harder., and K. H. Schleifer. 1992. *The Prokaryotes*. 2nd ed. New York, NY: Springer Verlag. Pp. 1595-1616.
- Barnett, A. J. G. 1957. Fermentación del ensilado. Editorial Aguilar. Madrid, España. Pág. 8.
- Besse, J. 1997. La alimentación del Ganado. Segunda Edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. Pp. 215-231.

- Boschini C., y J. Elizondo. 2004. Desarrollo productivo y cualitativo de maíz híbrido para ensilaje. *Agronomía Mesoamericana* 15(1):31-37
- Castillo, S. Z. Y. 2005. Evaluación Química, Nutrientes Digestibles y Digestibilidad de la Materia Seca de Tres Híbridos y una Variedad de Maíz Forrajero. Tesis Licenciatura, UAAAN, Saltillo, Coahuila, México.
- Centro Nacional de Desarrollo Municipal (CNDM). 1999. Enciclopedia de los Municipios de México. Santiago Ixcuintla. Nayarit. Gobierno del Estado de Nayarit, México.
- Church, J. 1982. Influence of population density and hybrid maturity on productivity and quality of forage maize. *Can. Journal. Plant Sci.* (62): 427-430.
- Church, D. C. 1991. *Livestock feeds and feeding*. Third edition. Prentice-Hall, Inc. A Simon & Schuster Company. Englewood Cliffs, New Jersey, USA. Pp. 13-17, 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.13,17, 29, 160-163 y 165,166.
- Crampton, E. W., L. E. Harris. 1969. *Applied animal nutrition*. Second edition. Editorial W. H. Freeman and Company. Pp. 28-50 y 72-76

- Cruz, C. A. 1989. Análisis Químico y Digestibilidad "in Vitro" de 16 Variedades de Maíz (*Zea mays* L.) cultivados para forraje y ensilado. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pp.25-26.
- Darby, H.M. and J.G. Lauer. 2002. Harvest date and hybrid on corn forage yield, quality, and preservation. *Agron. J.* 94:559-566.
- 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, 646, 653, 659, 660.
- Donald, A. S., D. R. Fenlon and B. Seddon. 1995. The relationships between ecophysiology, indigenous microflora and growth of *Listeria monocytogenes* in grass silages. *J. Appl. Bacteriol.* (79): 141-148.
- Ede, R. Y T. F. Blood. 1970. Ensilado. Editorial Acribial. Zaragoza, España. Pp. 18-20.
- Ensminger, M. E. 1980. Manual del Ganadero. Editorial Librería el Ateneo, Buenos Aires. Argentina. Pp. 346, 350, 393.
- Fenlon, D. R., J. Wilson and J. R. Weddell. 1989. The relationship between spoilage and *Listeria monocytogenes* contamination in bagged and wrapped big bale silage. *Grass For. Sci.* (44): 97-100.
- Frankel, M. A. 1984. Conservación de forrajes. Editorial albatros. Buenos Aires, Argentina. Pág. 61.

- Frevel, H. J., G. Engel, and M. Teuber. 1985. Schimmelpilze in silage and Rohmilch. *Milchwissenschaft*. (40): 129-132.
- Flores, M. J. A. 1990. Bromatología animal. Tercera edición. Quinta reimpresión. Editorial Limusa, S.A. México. D.F. pp. 41, 42, 598, 599, 691.
- García, E. 1987. Modificación al sistema de clasificación climatológico de Köppen. 4ta. Ed. Instituto de Geografía, UNAM. México. PP. 87-88.
- Gibson, T., A. C. Stiling., R. M. Keddie and R. F. Rosenberger. 1958. Bacteriological changes in silage made at controlled temperatures. *J. Gen. Microbiol.*, (19): 112-129.
- Gibson, J. 1965. Clostridia in silages. *J. Appl. Bacteriol.*, (28): 56-62
- Goic, M. I. E; L. M. Hiriart. 1981. Estimación de la calidad nutritiva de los ensilajes en la región de los lagos, Boletín técnico número, 48, INIA, Estación Experimental Remehue, Osorno, Chile. Pág. 115.
- Goudkov, A. V., and M. E. Sharpe. 1965. Clostridia in dairying. *J. Appl. Bacteriol.* (28): 63-73.
- Gross, F. 1969. Silos y ensilados. Trad. Del alemán por Dr. Jaime Saín. Escobar Editorial. Acribia. España. Pp. 11-13.

- Harris, L. E., J. M. Asplund Y E. W. Crampton. 1968. An international feed nomenclature and methods for summarizing and using feed data to calculate diets. Bulletin 479. Agricultural Experimental Station. USA. Pp. 26-28.
- Henderson, H. O. 1950. La Vaca lechera. Alimentación y Crianza. Unión Tipográfica. Editorial Hispanoamericana. Pág. 62.
- Henderson, A. R., P. McDonald and M. K. Woolford. 1972. Chemical changes and losses during the ensilage of wilted grass treated with formic acid. J. Sci. Food. Agr. (23): 1079-1087.
- Hiriart, L. M. 1984. Ensilaje, composición química-calidad fermentativa-valor nutritivo. Investigación y Proceso Agropecuario Carillanca. 3 (2), Chile. Pp. 28-30
- Hiriart, L. M. 1998. Ensilados, procesamiento y calidad. Ed. Trillas. México. Pág. 98.
- Huchet, V., D. Thuault and C. M. Bourgeois. 1995. Modelisation des effets du pH, de l'acide lactique, du glycerol et du NaCl sur la croissance des cellules vegetatives de *Clostridium tyrobutyricum* en milieu de culture. *Lait*, (75): 585-593.
- Hughes, H. D; M. E. Heath Y D. S. Metcalfe. 1985. Forrajes. 10a Ed. Editorial C.E.S.A. México, pp. 59, 65, 66, 583, 584, 586, 678, 740-741.

- Inchausti, D. L., Y E. L. Tagle. 1967. Bovinotecnia. Tomo II. Editorial El Ateneo. Buenos Aires, Argentina. Pág. 559
- Johnson, R.R. and K.E. McClure. 1968. Corn plant maturity: IV. Effects on digestibility of corn silage in sheep. J. Anim. Sci. 27:535-539.
- Jones, D.I.H., R. Jones., R. Dewhurst., R. Merry., and P. M. Haigh. 1996. Effects of addition of formic, acetic or propionic acid to maize silage and low dry matter grass silages on the microbial flora and aerobic stability. Proc. 11th Int. Silage Conf. IGER, Aberystwyth, UK. Pp. 256-257.
- Jonsson, A., H. Lindberg., S. Sundas., P. Lingvall., and S. Lindgren. 1990. Effect of additives on quality of big-bale. Anim. Feed Sci. Technol. (31):139-155.
- Jonsson, A., and G. Pahlow. 1984. Systematic classification and biochemical characterization of yeasts growing in grass silage inoculated with *Lactobacillus* cultures. Anim. Res. Develop. (20): 7-22.
- Jugenheimer, R. W. 1985. Maíz: variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. 1a Ed. Editorial Limusa, S. A. México, D.F. pp. 39-41, 68, 297.
- Juscafresa, B. 1983. Forrajes: Fertilización y valor nutritivo. Segunda edición. Editorial AEDOS. Barcelona, España. Pp. 9, 85, 86, 169.
- Kehler, W., and H. Scholz. 1996. Botulismus des rindes. Übersichten zur Tierernährung. (24): 83-91

- Kleter, G., W. L. Lammers., and A. E. Vos. 1982. The influence of pH and concentration of lactic acid and NaCl on the growth of *Clostridium tyrobutyricum* in whey and cheese 1. Experiments in whey. Neth. Milk Dairy J., (36): 79-87.
- Kleter, G., W. L. Lammers., and A. E. Vos. 1984. The influence of pH and concentration of lactic acid and NaCl on the growth of *Clostridium tyrobutyricum* in whey and cheese 2. Experiments in cheese. Neth. Milk Dairy J., (38): 31-41.
- Klijn, N., F. F. J. Nieuwenhof., J. D. Hoolwerf., C. B. Van Der Waals., and A. H. Weerkamp. 1995. Identification of *Clostridium tyrobutyricum* as the causative agent of late blowing in cheese by species-specific PCR amplification. Appl. Environ. Microbiol. (61) Pp. 2919-2924.
- Labots, H., G. Hup., and TH. E. Galesloot. E. 1965. *Bacillus cereus* in raw and pasteurized milk. III. The contamination of raw milk with *B. cereus* spores during its production. Neth. Milk Dairy J., (19): 191-221.
- Lacey, J. 1989. Pre-and post-harvest ecology of fungi causing spoilage of foods and other store products. J. Appl. Bacterial. (67): 11-25.
- Lindgren, S., K. Petterson., A. Kasperson., A. Jonsson., and P. Lingvall. 1985. Microbial dynamics during aerobic deterioration of silages. J. Sci. Food. Agr. (2): 765-774.

- Lofgreen, G. P. and W. N. Garrett. 1968. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. *J. Animal Sci.* (27): 793-806.
- 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.
- Macgregor, CH. A. 2000. Directory of feeds & feed ingredients. Third ed. Hoard's Dairyman. USA. 27 pag.
- May, J.J. 1993. Respiratory problems associated with work in silos. *in: Proc. NRAES National Silage Production Conference*. Syracuse, USA. Pp. 283-290,
- Maynard, L. A., J. K. Loosli., H. F. Hintz and R. G. Warner. 1981. Nutricion animal. Cuarta Edición en Español. Ed. McGraw Hill. cap. 2, Pág. 17.
- McAllan, A.B., and R.H. Phipps. 1977. The effect of samples date and plant density on the carbohydrate content of forage maize and the changes that occur on ensiling. *J Agric. Sci. (Cambridge)*89:589-597.
- McDonald, P., A. R. Henderson., and S. J. E. Heron. 1991. The Biochemistry of silage. 2nd ed. Marlon, UK: Chalcombe Publications. Pp. 208-210.
- McDonald, E., R.A. Edwards, J.F.D. Greenhalgh and C.A. Morgan. 1995. Nutricion animal.. 5ta. Ed. Acribia. Pp. 205-263.
- McPherson, H. T., and P. Violante. 1966. Ornithine, Putrescine and Cadaverine in farm silages. *J. Sci. Food Agr.*, (17):124-127.

- 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
- Middelhoven, W. J., and A. H. M. Van Baalen. 1988. Development of the yeast flora of whole-crop maize during ensiling and subsequent aerobiosis. J. Sci. Food Agr. (42): 199-207.
- Moe, P. W. and W. P. Flatt. 1969. Net energy value of feedstuffs for lactation. J. Dairy Sci. (52):928-929 (abstract)
- Moore, I. 1968. Ensilado y henificado. Editorial Librería General. Zaragoza España. Pp. 9-11.
- Mora, B. I. 2002. Nutrición animal. Segunda reimpresión. Editorial EUNED. San José Costa Rica. Pp. 22-24.
- Moran, J. P., D. Pullar and T. R. Owen. 1993. The development of a novel bacterial inoculant to reduce mould spoilage and improve the silage fermentation in big silage. *in*: P. O'Kiely, M. O'Connell & J. Murphy (eds) *Silage Research 1993, Proc. 10th Int. Conf. Silage Res.* Dublin City University, Dublin. Pp. 85-86.
- Morrison, F. B. 1977. Compendio de alimentación del ganado. Editorial U. T. E. H. A. México, D. F. pp. 220- 223, 232.
- National Research Council (NRC). 1989. Nutrient Requirements of dairy cattle. 6th ed. National Academy Press. Washington D. C. USA.

- National Research Council (NRC). 1984. Nutrient Requirements of beef cattle. 6th ed. National Academy Press. Washington D. C. USA.
- National Research Council (NRC). 1982. United States-Canadian tables of feed composition: Nutritional data for United States”, en Canadian feeds. National Academy Press. Washington D. C. USA.
- Nout, M.J.R., H. M. Bouwmeester., J. Haaksma., and H. Van Dijk. 1993. Fungal growth in silages of sugar beet press pulp and maize. J. Agri. Sci., (121): 323-326.
- O’Kiely, P., T. Turley., and P. A. M. Rogers. 1999. Exposure of calves to nitrogen dioxide in silages gas. Vet. Rec., (144):352-353.
- Oldenberg, E. 1991. Mycotoxins in conserved forage. *In: forage conservation towards 2000*. Proc. European Grassland Federation Conference. Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Volkenrode. *Lanbauforschung Volkenrode Sonderheft*, No. 123. Pp. 191-205.
- Pauly, T. 1999. *Lactobacillus buchneri* can improve the aerobic stability of silage via a novel fermentation pathway, the anaerobic degradation of lactic acid to acetic acid and 1,2-propanediol. Proc. 12th Int. Silage Conference. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden, pp. 266-267.

- Peñagaricano, A. J., W. Arias Y J. N. Llana. 1986. El ensilaje: Manejo y utilización de las reservas forrajeras. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. Pp. 44, 84, 88, 89,91.
- Pérez, M. D. 1982. Manual sobre ganado productor de leche. Primera edición. Editorial Diana. México. Pp. 85,87.
- Reaves, M. P. Y C. W. Pegram. 1974. El Ganado Lechero y las industrias Lácteas en la Granja. Traducido del inglés por A. Sánchez. 1era Edición. Ed. Limusa, S. A. México pp. 222-223
- Reyes, C. P. 1990. El maíz y su cultivo. A.G.T. Editor. México, D.F. pp. 27-28.
- Rodríguez, S. 1983. (En línea). Ensilaje, En: <http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/fdivul/fd12/texto/ensilaje.htm>.
- Salinas, C. J., R. P. Yado., D. E. C. Lerma. 1997. Nutricion animal básica. 1a Ed. Editorial de la UAT. México. Pp. 17-23.
- Semple, T. A. 1974. Avances de pastas cultivados y naturales. Primera edición. Editorial hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. Pág. 90.
- Sheperd, A.C. and L. kung Jr. 1996. Effects of an enzyme additive on composition of corn silage ensiled at various stages of maturity. J. Dairy Sci. 79:1767-1773.

- Sneath, P.H.A., Mair, N.S., Sharpe, M.E., and Holt, J.G. 1986. The Genus Clostridium. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Pp. 25-29, 1141 –1200.
- Steel, R.G.D.; Torrie, J.H. 1986. Bioestadística: principios y procedimientos. 2da. Ed. McGraw-Hill, New York, USA. Pp 132-165, 442-465.
- Torralba, E. J. 1999. 2° Taller Nacional de Especialidades de Maíz. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México. Pág. 253
- Villalobos, J. V. 1992. La importancia forrajera del maíz. III Simposium Nacional sobre Maíz. Guadalajara, Jalisco. México. Pp. 25-30
- Watson, S. J. 1965. El ensilaje, Ed. Continental, México, Pág. 183
- Watson, J. S. Y Smith, A. M. 1977. El ensilaje. Primera edición. Sexta reimpresión. Editorial continental. México. S. A. pp. 25, 26, 48-49, 129, 133, 143.
- Zimmer, E. 1980. Efficient silage systems. En: Thomas, C. (Ed.), Forrage conservation in the 80s. Occasional Symposium num. 11, British Grass Society, Inglaterra. Pág. 197.

APÉNDICE

TABLA DE DATOS

VARIABLE: PROTEINA CRUDA

		REPETICIONES		
A	B	1	2	3
1	1	5.8600	5.7980	6.4750
1	2	7.8350	6.3500	6.8900
1	3	6.2900	6.5350	7.3800
2	1	6.9250	5.9000	4.8100
2	2	6.0850	7.3550	6.0150
2	3	7.3350	6.1650	6.7250
3	1	6.2450	5.5050	6.6400
3	2	5.6900	7.4800	5.7100
3	3	5.6500	6.2650	6.8250
4	1	7.1550	7.8300	8.4900
4	2	7.6850	7.9350	6.5950
4	3	7.2950	7.0650	6.6800

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	3	7.786255	2.595418	5.3999	0.006
FACTOR B	2	0.713257	0.356628	0.7420	0.509
INTERACCION	6	3.020386	0.503398	1.0473	0.421
ERROR	24	11.535400	0.480642		
TOTAL	35	23.055298			

C.V.= 10.42%

EEM = 0.04

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR A

FACTOR A	MEDIA
1	6.601444
2	6.368333
3	6.223333
4	7.425555

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR B

FACTOR B	MEDIAS
1	6.469416
2	6.810417
3	6.684166

TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB FACTOR B

FACTOR A	1	2	3	MEDIA
1	6.0443	7.0250	6.7350	6.6014
2	5.8783	6.4850	6.7417	6.3683
3	6.1300	6.2933	6.2467	6.2233
4	7.8250	7.4383	7.0133	7.4256
MEDIA	6.4694	6.8104	6.6842	6.6547

COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR A

TRATAMIENTO	MEDIA
4	7.4256 A
1	6.6014 AB
2	6.3683 B
3	6.2233 B

Nivel de significancia = 0.05

Tukey = 0.9013

Valores de tablas:

$$q(0.05) = 3.90 \quad q(0.01) = 4.91$$

VARIABLE: EXTRACTO ETereo

		REPETICIONES		
A	B	1	2	3
1	1	1.9600	2.0800	1.7350
1	2	1.6850	1.5300	1.6550
1	3	1.8100	1.0100	1.4900
2	1	1.8900	1.6850	1.7850
2	2	1.7700	1.7200	1.5800
2	3	1.9750	1.6150	1.7950
3	1	1.6700	1.6550	1.3900
3	2	1.2750	1.2600	1.2400
3	3	1.6000	1.3900	1.5600
4	1	1.9200	1.1000	1.9300
4	2	1.5500	1.6000	1.5700
4	3	1.2950	1.2950	1.3600

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	3	0.448486	0.149495	5.9404	0.004
FACTOR B	2	0.677170	0.338585	13.4541	0.000
INTERACCION	6	0.553947	0.092325	3.6686	0.010
ERROR	24	0.603981	0.025166		
TOTAL	35	0.283585			

C.V. = 9.77%

EEM = 0.09

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR A

FACTOR A	MEDIA
1	1.661667
2	1.757222
3	1.448889
4	1.624444

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR B

FACTOR B	MEDIA
1	1.816667
2	1.536250
3	1.516250

TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB
FACTOR B

FACTOR A	1	2	3	MEDIA
1	1.9250	1.6233	1.4367	1.6617
2	1.7867	1.6900	1.7950	1.7572
3	1.5717	1.2583	1.5167	1.4489
4	1.9833	1.5733	1.3167	1.6244
MEDIA	1.8167	1.5363	1.5163	1.6231

COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR A

TRATAMIENTO	MEDIA
2	1.7572 A
1	1.6617 A
4	1.6244 AB
3	1.4489 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.2062

VALORES DE TABLAS:

q (0.05) = 3.90 q (0.01) = 4.91

COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR B

TRATAMIENTO	MEDIA
1	1.8167 A
2	1.5363 B
3	1.5163 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.1617

VALORES DE TABLAS:

q (0.05) = 3.53 q (0.01) = 4.54

COMPRACION DE MEDIAS DEL FACTOR B DENTRO DEL NIVEL 1 DEL FACTOR A

TRTAMIENTO	MEDIA
1	1.9250 A
2	1.6233 AB
3	1.4367 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.3233

VALORES DE TABLAS:

q (0.05) = 3.53 q (0.01) = 4.54

COMPRACION DE MEDIAS DEL FACTOR B DENTRO DEL NIVEL 2 DEL FACTOR A

TRTAMIENTO	MEDIA
3	1.7950 A
1	1.7867 A
2	1.6900 A

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.3233

VALORES DE TABLAS:

q (0.05) = 3.53 q (0.01) = 4.54

COMPRACION DE MEDIAS DEL FACTOR B DENTRO DEL NIVEL 3 DEL FACTOR A

TRTAMIENTO	MEDIA
1	1.5717 A
3	1.5167 A
2	1.2583 A

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.3233

VALORES DE TABLAS:

$q(0.05) = 3.53$ $q(0.01) = 4.54$

COMPRACION DE MEDIAS DEL FACTOR B DENTRO DEL NIVEL 4 DEL FACTOR A

TRTAMIENTO	MEDIA
1	1.9833 A
2	1.5733 B
3	1.3167 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.3233

VALORES DE TABLAS:

$q(0.05) = 3.53$ $q(0.01) = 4.54$

COMPRACION DE MEDIAS DEL FACTOR A DENTRO DEL NIVEL 1 DEL FACTOR B

TRTAMIENTO	MEDIA
4	1.9833 A
1	1.9250 AB
2	1.7867 AB
3	1.5717 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.3572

VALORES DE TABLAS:

$q(0.05) = 3.90$ $q(0.01) = 4.91$

COMPRACION DE MEDIAS DEL FACTOR A DENTRO DEL NIVEL 2 DEL FACTOR B

TRTAMIENTO	MEDIA
2	1.6900 A
1	1.6233 A
4	1.5733 AB
3	1.2583 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.3572

VALORES DE TABLAS:

$q(0.05) = 3.90$ $q(0.01) = 4.91$

COMPRACION DE MEDIAS DEL FACTOR A DENTRO DEL NIVEL 3 DEL FACTOR B

TRTAMIENTO	MEDIA
2	1.7950 A
3	1.5167 AB
1	1.4367 B
4	1.3167 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.3572

VALORES DE TABLAS:

$q(0.05) = 3.90$ $q(0.01) = 4.91$

VARIABLE: FIBRA CRUDA

		REPETICIONES		
A	B	1	2	3
1	1	18.8500	24.7450	23.0850
1	2	23.5650	22.0700	22.3550
1	3	21.5000	21.5250	19.7250
2	1	24.3100	23.7250	26.5450
2	2	23.7750	21.1800	21.9500
2	3	22.2150	21.1850	21.0650
3	1	25.3100	25.3250	25.3500
3	2	22.5300	25.7750	22.9800
3	3	23.3750	21.5500	20.5100
4	1	23.0000	22.6300	23.2650
4	2	23.1600	22.5900	20.7350
4	3	21.6350	21.7900	21.2300

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	3	15.400391	5.133463	2.7609	0.063
FACTOR B	2	34.695313	17.347656	9.3298	0.001
INTERACCION	6	10.476563	1.746094	0.9391	0.513
ERROR	24	44.625000	1.859375		
TOTAL	35	105.197266			

C.V.= 6.02%

EEM = 0.79

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR A

FACTOR A	MEDIA
1	21.935555
2	22.883333
3	23.633888
4	22.226110

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR B

FACTOR B	MEDIAS
1	23.845001
2	22.722084
3	21.442083

**TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB
FACTOR B**

FACTOR A	1	2	3	MEDIA
1	22.2267	22.6633	20.9167	21.9356
2	24.8600	22.3017	21.4883	22.8833
3	25.3283	23.7617	21.8117	23.6339
4	22.9650	22.1617	21.5517	22.2261
MEDIA	23.8450	22.7221	21.4421	22.6697

COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR B

TRATAMIENTO	MEDIA
1	23.8450 A
2	22.7221 AB
3	21.4421 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 1.3895

VALORES DE TABLAS:

$$q(0.05) = 3.53 \quad q(0.01) = 4.54$$

VARIABLE: EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO

		REPETICIONES		
A	B	1	2	3
1	1	65.5300	59.0270	60.8650
1	2	57.9450	61.8100	62.9100
1	3	61.7400	62.9100	62.8050
2	1	59.3950	61.1300	58.8800
2	2	60.4700	61.6450	62.4150
2	3	60.7850	63.9050	62.9750
3	1	58.5750	60.2350	59.4000
3	2	62.6450	57.4950	62.4200
3	3	61.7950	62.8050	62.7450
4	1	60.5350	59.9200	59.0550
4	2	59.9850	60.4350	63.5700
4	3	62.2450	62.4800	63.5300

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	3	1.515625	0.505208	0.1743	0.912
FACTOR B	2	34.562500	17.281250	5.9623	0.008
INTERACCION	6	12.718750	2.119792	0.7314	0.631
ERROR	24	69.562500	2.898438		
TOTAL	35	118.359375			

C.V.= 2.78 %

EEM = 0.98

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR A

FACTOR A	MEDIA
1	61.465778
2	61.288887
3	60.901665
4	61.306110

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR B

FACTOR B	MEDIAS
1	60.212250
2	60.949585
3	62.559998

TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB

FACTOR B

FACTOR A	1	2	3	MEDIA
1	61.8073	60.1050	62.4850	61.4658
2	59.8017	61.5100	62.5550	61.2889
3	59.4033	60.8533	62.4483	60.9017
4	59.8367	61.3300	62.7517	61.3061
MEDIA	60.2122	60.9496	62.5600	61.2406

COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR B

TRATAMIENTO	MEDIA
3	62.5600 A
2	60.9496 AB
1	60.2122 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 1.7349

VALORES DE TABLAS:

$$q(0.05) = 3.53 \quad q(0.01) = 4.54$$

VARIABLE: CENIZA

		REPETICIONES		
A	B	1	2	3
1	1	7.8000	8.3500	7.8400
1	2	8.9700	8.2400	8.5400
1	3	8.6600	8.0200	8.6000
2	1	7.4800	7.5600	7.9800
2	2	7.9000	8.1000	8.0400
2	3	7.6900	7.1300	7.4400
3	1	8.2000	7.2800	7.2200
3	2	7.8600	7.9900	7.6500
3	3	7.5800	7.9900	8.3600
4	1	7.3900	7.5200	7.2600
4	2	7.6200	7.4400	7.4300
4	3	7.5300	7.3700	7.2000

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	3	3.977295	1.325765	15.0912	0.000
FACTOR B	2	0.637207	0.318604	3.6267	0.041
INTERACCION	6	0.736816	0.122803	1.3979	0.256
ERROR	24	2.108398	0.087850		
TOTAL	35	7.459717			

C.V. = 3.79 %

EEM = 0.17

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR A

FACTOR A	MEDIA
1	8.335556
2	7.702222
3	7.792222
4	7.417777

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR B

FACTOR B	MEDIAS
1	7.656666
2	7.981667
3	7.797500

**TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB
FACTOR B**

FACTOR A	1	2	3	MEDIA
1	7.9967	8.5833	8.4267	8.3356
2	7.6733	8.0133	7.4200	7.7022
3	7.5667	7.8333	7.9767	7.7922
4	7.3900	7.4967	7.3667	7.4178
MEDIA	7.6567	7.9817	7.7975	7.8119

COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR A

TRATAMIENTO	MEDIA
1	8.3356 A
3	7.7922 B
2	7.7022 B
4	7.4178 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.3853

VALORES DE TABLAS:

$$q(0.05) = 3.90 \quad q(0.01) = 4.91$$

COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR B

TRATAMIENTO	MEDIA
2	7.9817 A
3	7.7975 AB
1	7.6567 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.3020

VALORES DE TABLAS:

$$q(0.05) = 3.53 \quad q(0.01) = 4.54$$

VARIABLE: TOTAL DE NUTRIENTES DIGESTIBLES

		REPETICIONES		
A	B	1	2	3
1	1	76.7660	74.0570	74.6900
1	2	73.2210	74.5240	74.2900
1	3	74.6990	74.3280	74.9390
2	1	74.6320	74.7170	73.4870
2	2	74.4590	75.0700	74.8590
2	3	75.3150	76.0010	75.8890
3	1	73.4380	74.3540	73.9300
3	2	74.4950	72.7950	74.4620
3	3	74.7810	74.8130	75.0030
4	1	75.2360	75.3680	75.0580
4	2	74.4690	74.8780	75.7810
4	3	74.9320	75.0450	75.5560

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	3	4.328125	1.442708	3.4463	0.032
FACTOR B	2	2.828125	1.414063	3.3779	0.050
INTERACCION	6	4.375000	0.729167	1.7418	0.154
ERROR	24	10.044875	0.418620		
TOTAL	35	21.578125			

C.V.= 0.87%

EEM = 0.37

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR A

FACTOR A	MEDIA
1	74.612671
2	74.936554
3	74.230103
4	75.147003

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR B

FACTOR B	MEDIAS
1	74.644417
2	74.441917
3	75.108421

TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB
FACTOR B

FACTOR A	1	2	3	MEDIA
1	75.1710	74.0117	74.6553	74.6127
2	74.2787	74.7960	75.7350	74.9366
3	73.9073	73.9173	74.8657	74.2301
4	75.2207	75.0427	75.1777	75.1470
MEDIA	74.6444	74.4419	75.1084	74.7316

COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR A

TRATAMIENTO	MEDIA
4	75.1470 A
2	74.9366 AB
1	74.6127 AB
3	74.2301 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.8411

VALORES DE TABLAS:

q (0.05) = 3.90 q (0.01) = 4.91

COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR B

TRATAMIENTO	MEDIA
3	75.1084 A
1	74.6444 AB
2	74.4419 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.6593

VALORES DE TABLAS:

q (0.05) = 3.53 q (0.01) = 4.54

VARIABLE: ENERGIA DIGESTIBLE

		REPETICIONES		
A	B	1	2	3
1	1	3.3850	3.2650	3.2930
1	2	3.2280	3.2860	3.2750
1	3	3.2930	3.2770	3.3040
2	1	3.2910	3.2940	3.2400
2	2	3.2830	3.3100	3.3010
2	3	3.3130	3.3510	3.3460
3	1	3.2380	3.2780	3.2600
3	2	3.2840	3.2100	3.2830
3	3	3.2970	3.2990	3.3070
4	1	3.3170	3.3230	3.3090
4	2	3.2830	3.3010	3.3410
4	3	3.3040	3.3090	3.3310

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	3	0.008179	0.002726	3.2783	0.038
FACTOR B	2	0.005157	0.002579	3.1009	0.062
INTERACCION	6	0.008331	0.001389	1.6697	0.171
ERROR	24	0.019958	0.000832		
TOTAL	35	0.041626			

C.V.= 0.88%

EEM = 0.02

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR A

FACTOR A	MEDIA
1	3.289556
2	3.303222
3	3.272889
4	3.313111

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR B

FACTOR B	MEDIAS
1	3.291083
2	3.282083
3	3.310917

TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB

FACTOR B

FACTOR A	1	2	3	MEDIA
1	3.3143	3.2630	3.2913	3.2896
2	3.2750	3.2980	3.3367	3.3032
3	3.2587	3.2590	3.3010	3.2729
4	3.3163	3.3083	3.3147	3.3131
MEDIA	3.2911	3.2821	3.3109	3.2947

COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR A

TRATAMIENTO	MEDIA
4	3.3131 A
2	3.3032 AB
1	3.2896 AB
3	3.2729 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.0375

VALORES DE TABLAS:

q (0.05) = 3.90 q (0.01) = 4.91

VARIABLE: ENERGIA METABOLIZABLE

		REPETICIONES		
A	B	1	2	3
1	1	2.7760	2.6770	2.7000
1	2	2.6470	2.6950	2.6860
1	3	2.7000	2.6870	2.7090
2	1	2.6990	2.7010	2.6570
2	2	2.6920	2.7140	2.7070
2	3	2.7170	2.7480	2.7440
3	1	2.6550	2.6880	2.6730
3	2	2.6930	2.6320	2.6920
3	3	2.7040	2.7050	2.7120
4	1	2.7200	2.7250	2.7130
4	2	2.6920	2.7070	2.7400
4	3	2.7090	2.7130	2.7310

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	3	0.005493	0.001831	3.2360	0.039
FACTOR B	2	0.003479	0.001740	300742	0.063
INTERACCION	6	0.005585	0.000931	1.6449	0.178
ERROR	24	0.013580	0.000566		
TOTAL	35	0.028137			

C.V. = 0.88%

EEM = 0.01

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR A

FACTOR A	MEDIA
1	2.697444
2	2.708777
3	2.683778
4	2.716667

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR B

FACTOR B	MEDIAS
1	2.698667
2	2.691417
3	2.714917

**TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB
FACTOR B**

FACTOR A	1	2	3	MEDIA
1	2.7177	2.6760	2.6987	2.6974
2	2.6857	2.7043	2.7363	2.7088
3	2.6720	2.6723	2.7070	2.6838
4	2.7193	2.7130	2.7177	2.7167
MEDIA	2.6987	2.6914	2.7149	2.7017

COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR A

TRATAMIENTO	MEDIA
4	2.7167 A
2	2.7088 AB
1	2.6974 AB
3	2.6838 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.0309

VALORES DE TABLAS:

q (0.05) = 3.90 q (0.01) = 4.91

VARIABLE: ENERGIA NETA PARA GANANCIA

		REPETICIONES		
A	B	1	2	3
1	1	1.1590	1.0870	1.1040
1	2	1.0650	1.1000	1.0940
1	3	1.1040	1.0950	1.1110
2	1	1.1030	1.1050	1.0720
2	2	1.0980	1.1140	1.1090
2	3	1.1170	1.1390	1.1360
3	1	1.0710	1.0950	1.0840
3	2	1.0990	1.0530	1.0980
3	3	1.1070	1.1080	1.1130
4	1	1.1190	1.1220	1.1140
4	2	1.0980	1.1090	1.1330
4	3	1.1110	1.1140	1.1270

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	3	0.003021	0.001007	3.3190	0.036
FACTOR B	2	0.001980	0.000990	3.2624	0.055
INTERACCION	6	0.002937	0.000490	1.6134	0.186
ERROR	24	0.007282	0.000303		
TOTAL	35	0.015221			

C.V.=1.58%

EEM = 0.01

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR A

FACTOR A	MEDIA
1	1.102111
2	1.110333
3	1.092000
4	1.116333

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR B

FACTOR B	MEDIAS
1	1.102917
2	1.097500
3	1.115167

TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB

FACTOR B

FACTOR A	1	2	3	MEDIA
1	1.1167	1.0863	1.1033	1.1021
2	1.0933	1.1070	1.1307	1.1103
3	1.0833	1.0833	1.1093	1.0920
4	1.1183	1.1133	1.1173	1.1163
MEDIA	1.1029	1.0975	1.1152	1.1052

COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR A

TRATAMIENTO	MEDIA
4	1.1163 A
2	1.1103 A B
1	1.1021 A B
3	1.0920 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.0226

VALORES DE TABLAS:

$$q(0.05) = 3.90 \quad q(0.01) = 4.91$$

VARIABLE: ENERGIA NETA PARA MANTENIMIENTO

		REPETICIONES		
A	B	1	2	3
1	1	1.7500	1.6640	1.6840
1	2	1.6390	1.6800	1.6720
1	3	1.6840	1.6730	1.6920
2	1	1.6830	1.6850	1.6470
2	2	1.6770	1.6960	1.6900
2	3	1.6990	1.7260	1.7220
3	1	1.6460	1.6740	1.6610
3	2	1.6780	1.6260	1.6770
3	3	1.6870	1.6880	1.6940
4	1	1.7010	1.7050	1.6950
4	2	1.6770	1.6900	1.7190
4	3	1.6920	1.6950	1.7110

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	3	0.004074	0.001358	3.2290	0.040
FACTOR B	2	0.002571	0.001286	3.0567	0.064
INTERACCION	6	0.004082	0.000680	1.6175	0.185
ERROR	24	0.010094	0.000421		
TOTAL	35	0.020821			

C.V.= 1.22%

EEM = 0.01

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR A

FACTOR A	MEDIA
1	1.682000
2	1.691667
3	1.670111
4	1.698333

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR B

FACTOR B	MEDIAS
1	1.682917
2	1.676750
3	1.696917

TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB
FACTOR B

FACTOR A	1	2	3	MEDIA
1	1.6993	1.6637	1.6830	1.6820
2	1.6717	1.6877	1.7157	1.6917
3	1.6603	1.6603	1.6897	1.6701
4	1.7003	1.6953	1.6993	1.6983
MEDIA	1.6829	1.6768	1.6969	1.6855

COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR A

TRATAMIENTO	MEDIA
4	1.6983 A
2	1.6917 AB
1	1.6820 AB
3	1.6701 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.0267

VALORES DE TABLAS:

$$q(0.05) = 3.90 \quad q(0.01) = 4.91$$

VARIABLE: ENERGIA NETA PARA LACTANCIA

		REPETICIONES		
A	B	1	2	3
1	1	2.0730	1.9730	1.9960
1	2	1.9420	1.9900	1.9810
1	3	1.9960	1.9830	2.0050
2	1	1.9940	1.9970	1.9520
2	2	1.9880	2.0100	2.0030
2	3	2.0130	2.0450	2.0410
3	1	1.9500	1.9840	1.9680
3	2	1.9890	1.9260	1.9880
3	3	1.9990	2.0010	2.0080
4	1	2.0160	2.0210	2.0100
4	2	1.9880	2.0030	2.0360
4	3	2.0050	2.0100	2.0280

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	3	0.005829	0.001943	3.3472	0.035
FACTOR B	2	0.003693	0.001846	3.1807	0.058
INTERACCION	6	0.005783	0.000964	1.6605	0.174
ERROR	24	0.013931	0.000580		
TOTAL	35	0.029236			

C.V.= 1.21%

EEM = 0.01

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR A

FACTOR A	MEDIA
1	1.993222
2	2.004778
3	1.979222
4	2.013000

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR B

FACTOR B	MEDIAS
1	1.994500
2	1.987000
3	2.011167

TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB

FACTOR B

FACTOR A	1	2	3	MEDIA
1	2.0140	1.9710	1.9947	1.9932
2	1.9810	2.0003	2.0330	2.0048
3	1.9673	1.9677	2.0027	1.9792
4	2.0157	2.0090	2.0143	2.0130
MEDIA	1.9945	1.9870	2.0112	1.9976

COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR A

TRATAMIENTO	MEDIA
4	2.0130 A
2	2.0048 AB
1	1.9932 AB
3	1.9792 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.0313

VALORES DE TABLAS:

$$q(0.05) = 3.90 \quad q(0.01) = 4.91$$