

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**

**“EVALUACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE SIETE GENOTIPOS DE
MAÍZ (Zea mayz) CON FINES DE ENSILAJE EN LAS LOCALIDADES
DE CUYUTA Y LA MAQUINA”**



RAMÓN BARILLAS RECINOS

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2008

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**

**“EVALUACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE SIETE GENOTIPOS DE
MAÍZ (Zea mayz) CON FINES DE ENSILAJE EN LAS LOCALIDADES
DE CUYUTA Y LA MAQUINA”**

TESIS

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

RAMÓN BARILLAS RECINOS

AL CONFERÍRSELE EL GRADO ACADÉMICO DE

**LICENCIADO EN ZOOTECNIA
GUATEMALA SEPTIEMBRE, 2008**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERIARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Lic. Marco Vinicio de la Rosa Montepeque
SECRETARIO:	Med. Vet. Marco Vinicio García Urbina
VOCAL PRIMERO:	Med. Vet. Yeri Edgardo Véliz Porras
VOCAL SEGUNDO:	Mag. Sc. M.V. Fredy Rolando Gonzáles Guerrero
VOCAL TERCERO:	Med. Vet. Mario Antonio Motta Gonzáles
VOCAL CUARTO:	Br. David Granados Dieseldorff
VOCAL QUINTO:	Br. Luis Guillermo Guerra Bone

ASESORES

Lic. Zoot. Carlos Enrique Saavedra
Ing. Mario Fuentes
Mag. Sc. Lic. Zoot. Karen Hernández

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento a lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes el trabajo de tesis titulado

**“EVALUACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE SIETE GENOTIPOS DE
MAÍZ (Zea mays) CON FINES DE ENSILAJE EN LAS LOCALIDADES
DE CUYUTA Y LA MÁQUINA”**

Como requisito previo a optar el título profesional de

LICENCIADO EN ZOOTECNIA

ACTO QUE DEDICO A

A DIOS

A MIS PADRES

Ramón Barillas Morán (+)
Lucrecia Recinos de Barillas

A MIS HERMANOS

Ana Lucrecia Recinos de Flores
Rodrigo Barillas Recinos

A MI PROMETIDA

Laura María Salguero Alvarez

A TODA MI FAMILIA Y AMIGOS

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de San Carlos de Guatemala

A la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

A mi familia

A mis asesores

Al personal del Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y
Zootecnia

AGRADECIMIENTO ESPECIAL

Al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) por su colaboración en la realización de éste trabajo, en especial al Ing. Mario Fuentes por su valiosa asesoría.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. HIPÓTESIS	3
III. OBJETIVOS	4
3.1 General	
3.2 Específicos	
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1. Morfología del maíz	5
4.2. Clasificación taxonómica	5
4.3. Maíz para forraje	6
4.4. Valor nutritivo	8
V. MATERIALES Y MÉTODOS	10
5.1. Localización	10
5.2. Materiales	10
5.3. Manejo del experimento	11
5.3.1. Trabajo de campo	11
5.3.2. Muestreo	12
5.3.3. Trabajo de laboratorio	12
5.3.4. Variables medidas	13
5.3.5. Análisis estadístico	14
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
6.1. Rendimiento de forraje	15
6.1.1. Materia verde	15
6.1.2. Materia seca	16
6.2. Características agronómicas	18
6.2.1. Días de floración femenina	19
6.2.2. Altura de la planta	20
6.2.3. Altura de la mazorca	20

6.2.4. Por ciento de acame de raíz	21
6.3. Análisis bromatológico	21
6.3.1. Calidad de los genotipos	21
6.3.1.1. Por ciento de Materia seca	22
6.3.1.2. Proteína cruda	24
6.3.1.3. Alta calidad de proteína	25
6.3.1.4. Extracto libre de nitrógeno	26
6.3.1.5. Fibra cruda	27
6.3.1.6. Extracto etéreo, fibra ácido detergente, fibra neutro detergente y cenizas	28
6.3.2. Contenidos energéticos	30
6.3.2.1. Total de nutrientes digestibles	31
6.3.2.1.1. Total de nutrientes digestibles por unidad de área	32
6.3.2.2. Energía digestible, energía metabolizable y energía neta	32
6.3.2.2.1. Energía metabolizable por unidad de área	35
6.4. Análisis económico	35
VII. CONCLUSIONES	38
VIII. RECOMENDACIONES	40
IX. RESUMEN	41
X. BIBLIOGRAFÍA	43

I. INTRODUCCIÓN

Las zonas tropicales se han caracterizado por tener períodos secos que van desde seis meses hasta nueve meses, lo cual provoca escasez de alimento y limita el crecimiento y la eficiencia de la empresa bovina.

Los daños causados por las sequías varían en cada una de las regiones del país, debido a las diferentes condiciones ambientales y a la disponibilidad de recursos de cada una, los cuales son más serios en las regiones donde no hay humedad en el suelo, dificultad de riego o falta de infraestructura para la conservación de forrajes. El clima es uno de los factores que más influye sobre las características físicas de la planta como por ejemplo en la composición bromatológica del maíz. El valor nutritivo del mismo para fines de ensilado se verá afectado por la etapa de crecimiento en el momento del corte como también por la fertilidad del suelo, siendo este último un punto importante ya que nos obliga a utilizar fertilizantes para cubrir las necesidades de la planta y así obtener una óptima calidad. Estudios realizados reportan que otros factores que interfieren el crecimiento de la planta son el riego, preparación de suelo y control de malezas; alterando solamente un factor puede interferir en su crecimiento y desarrollo. (22)

La demanda progresiva por alimentos para la alimentación animal, ha forzado no solo a aumentar la productividad sino también al aumento de áreas cultivadas. El estudio realizado por Del Valle en 1999 en Guatemala, reporta que un 92.32% de productores tenían unidades productivas menores de 7 Ha. y generan el 60.67% de los volúmenes de maíz. La producción de maíz amarillo a nivel nacional fue de 103,000 Tm/año, la superficie cultivada de 58,000 Ha y el rendimiento era de 1,735 Kg/Ha. (5) Por ello en la actualidad es necesario conocer las distintas variedades de Maíz que se tienen, como también su calidad nutricional, en diferentes regiones del país. Además, se hace necesario el plantear alternativas prácticas y económicas para resolver los problemas de cada lugar de acuerdo a los medios existentes de los mismos.

En la ganadería guatemalteca, actualmente se cuenta con animales que genéticamente necesitan mayores requerimientos alimenticios en la dieta, para que de esta manera puedan expresar todo su potencial productivo, por eso es de suma importancia saber cuáles son las variedades de maíz que tienen mayor valor nutricional en la zona de la Costa Sur.

El estudio del maíz es muy importante ya que genéticamente se están creando distintos genotipos, que son mejor adaptados a cada una de las zonas del país. Al analizar estas variedades se puede saber cuales son las que tienen mejores rendimientos en la localidad que se encuentra. Esta es una de las razones por la cuál se realizó el estudio, en el cuál se evaluó siete distintas variedades de maíz, en la zona de Cuyuta, Escuintla y en La Máquina, Suchitepequez.

II. HIPÓTESIS

No existe diferencia significativa entre los siete genotipos de maíz evaluados al comparar sus rendimientos de materia seca para fines de ensilado en dos localidades de la costa sur de Guatemala.

III. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

- Evaluar materiales forrajeros para la alimentación animal, adaptados a las condiciones de Guatemala.

3.2 ESPECÍFICOS

- Evaluar siete genotipos de maíz con fines de ensilado, en términos de: producción en base fresca, materia seca, días de floración femenina, altura de la planta y de la mazorca y por ciento de acame de raíz.
- Determinar la composición bromatológica de los materiales evaluados, en términos de materia seca (%), proteína cruda (%), fibra ácido detergente (%), fibra neutro detergente (%), extracto etéreo (%), extracto libre de nitrógeno (%), fibra cruda (%), cenizas (%), total de nutrientes digestibles (%), energía digestible (Mcal/kg), energía metabolizable (Mcal/kg) y energía neta (Mcal/kg).
- Estimar el costo por nutriente de cada genotipo.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. MORFOLOGÍA DEL MAÍZ

La planta de maíz es alta, con abundantes hojas y un sistema radical fibroso, normalmente con un solo tallo que tiene hasta 30 hojas. Algunas veces se desarrollan una o dos yemas laterales en la axila de las hojas en la mitad superior de la planta; estas terminan en una inflorescencia femenina la cual se desarrolla en una mazorca cubierta por hojas que la envuelven; esta es la parte de la planta que almacena reservas. La parte superior de la planta termina en una inflorescencia masculina o panoja; esta tiene una espiga central prominente y varias ramificaciones laterales con flores masculinas, todas las que producen abundantes granos de polen. (21)

4.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Subdivisión	Pteropsidae
Clase	Angiospermae
Subclase	Monocotiledoneae
Grupo	Glumiflora
Orden	Graminales
Familia	Graminae
Tribu	Maydeae
Género	Zea
Especie	Mays
Variedades	Diversas

(23)

4.3. MAÍZ PARA FORRAJE

Cerca del 40% del maíz producido en los países tropicales es usado para la alimentación animal; el maíz proporciona la mas alta tasa de conversión a carne, leche y huevos comparado con otros granos que se usan con el mismo propósito. Se utiliza como forraje en varias etapas del crecimiento de la planta, especialmente en el momento de la emisión de la panoja o mas adelante. El maíz con los granos en estado pastoso es el mas adecuado para usar como forraje y contiene mas materia seca y elementos digeribles por hectárea que cualquier otro cultivo; este es también el mejor estado para preparar ensilaje. (22)

Dentro de los distintos en ensayos realizados por el ICTA, se manifestó que el híbrido HEB0102 superó en un 13 % el rendimiento del HB83 siendo 4865 kg/ha y 4287 kg/ha respectivamente. También se obtuvo que el híbrido HEQ0002 rindió 3959 kg/ha y no superó en rendimiento a los híbridos HBPROTICTA (4244 kg/ha) y HB83 (4287 kg/ha).

Rodríguez en 1995 reportó que hubo mayor consumo de ensilado y mayor incremento de peso cuando se suministró urea por separado en una evaluación donde una dieta contenía 5 kilogramos de urea cada 1000 kilogramos de forraje de maíz, y la segunda consistió en ensilado de maíz sin ninguna adición de urea. (26)

El valor nutritivo del ensilaje depende del valor nutritivo del material que se ensile, y siempre será menor que el de este último debido a las pérdidas por respiración y el consumo de las bacterias durante el proceso. Una planta en condiciones óptimas para ensilarse debe tener un grado de madurez tal, que tenga una concentración abundante de carbohidratos solubles y su contenido de materia seca esté entre 30 y 40 %. El grado de madurez ideal se consigue en maíz cuando el grano se encuentra en estado de lechoso a masoso. (12)

Dentro de los distintos genotipos a evaluar en este trabajo, están los siguientes:

1. HEBQ0002:

Híbrido triple de grano blanco de alta calidad de proteína. Altura de la planta y de la mazorca de 2.20 y 1.25 m, respectivamente. Ciclo de cultivo de 110-120 días. Adaptación 0-1450 m.s.n.m.

2. HBPROTICTA:

Híbrido desarrollado en 2000 de alta calidad de proteína (MPC). Adaptación 0-1200 m.s.n.m. Planta de porte bajo con buen potencial de rendimiento y características agronómicas deseables, tales como: tolerancia a enfermedades foliares y de la mazorca.

3. HEAQ0002:

Híbrido triple de alta calidad de proteínas de grano amarillo. Altura de la planta y de mazorca de 2.20 y 1.34 m, respectivamente. Ciclo de cultivo de 110-120 días. Adaptación 0-1450 m.s.n.m.

4. HB83:

Híbrido doble de grano blanco normal. Es un genotipo muy difundido en el país. Altura de planta y de mazorca de 2.22 y 1.18m, respectivamente. Ciclo de cultivo de 110-120 días. Adaptación 0-1450 m.s.n.m

5. HA48:

Híbrido triple de grano amarillo normal. Altura de la planta y de mazorca de 2.21 y 1.24 m, respectivamente. Ciclo de cultivo de 110-120 días. Adaptación 0-1200 m.s.n.m.

6. HIB0102:

Híbrido intervarietal de grano blanco normal. Altura de planta y de mazorca de 2.37 y 1.32m, respectivamente. Ciclo de vida de 110-120 días. Adaptación 0-1200 m.s.n.m.

7. HIA0104:

Híbrido intervarietal de grano amarillo normal. Altura de planta y de mazorca de 2.20 y 1.34 m, respectivamente. Ciclo de vida de 110-120 días. Adaptación 0-1200 m.s.n.m.

4.4. VALOR NUTRITIVO DEL MAÍZ

Uno de los puntos más importantes a tomar en cuenta en la alimentación de vacas lactantes a base de forrajes, es que generalmente son la fuente de energía más barata que está disponible para los rumiantes. Estos deben ser de buena calidad para que se tenga un alto consumo de nutrimentos digestibles y así el productor tenga mayores ganancias. (14)

El total de la materia seca en el maíz aumenta hasta el momento en que la acumulación de almidón en el grano es completa. En éste grado de madurez se obtienen los mayores rendimientos de nutrientes y es cuando el porcentaje de materia seca varía entre 34 y 38. Si la cosecha se retrasa existe un descenso en el rendimiento de la misma. (8)

La Dra. Evangelina Villegas y el Dr. Surinder Vasal desarrollaron por más de 30 años investigaciones en el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y el Trigo (CIMMYT), con maíces llamados Opaco 2. Este tipo de maíz tiene un gen mutante recesivo *o2* que contiene cerca del doble de dos aminoácidos esenciales, lisina y triptófano, en su endospermo. Esto mejora sensiblemente la calidad de las proteínas del maíz, el cual normalmente es uno de los cereales con más bajo contenido proteico. En los MPC es afectada la calidad de las proteínas y no su cantidad. El grano típico de *opaco-2* tiene un endosperma muy blando con una apariencia yesosa y opaca. El gen *o2* también causa algunos efectos indeseables tales como susceptibilidad a la pudrición de la mazorca, a los insectos de los granos almacenados y presenta un menor rendimiento. Estos defectos han sido eliminados por medio de cruzamientos y por la acumulación de genes modificadores adecuados los cuales han resultado en un grano con un aspecto muy similar a los maíces duros o dentados, con buen rendimiento y que

retienen el gen *o2* y sus efectos positivos sobre la calidad de la proteína. Como este maíz no tenía apariencia opaca ni yesosa fue denominado maíz con proteínas de calidad - MPC. (20)

La calidad de las proteínas de estos maíces es muy superior a la de otros tipos. El contenido de zeína ha sido reducido a 10-13%, comparado con 39% en los maíces comunes. Por otro lado, la glutelina y otras fracciones afines han sido incrementadas. En estos granos, el contenido de triptófano es de alrededor de 1%, el doble de los otros maíces y la lisina está cerca de 4%. (19)

El trabajo ininterrumpido y complementario permitió que se obtuviera lo que ahora se conoce mundialmente como Maíz de Calidad Proteínica, del cual se desarrollaron más de 60 líneas progenitoras, en 1990. Así, países como Guatemala, México, El Salvador, Nicaragua, Honduras, Brasil, China, India, Sudáfrica, Zimbabwe, etcétera, cuentan ahora con variedades e híbridos de maíz con gran ventaja en calidad nutrimental.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. LOCALIZACIÓN

El presente trabajo se realizó en dos localidades:

1. Cuyuta: se encuentra localizado en el departamento de Escuintla a una altura de 53 m.s.n.m. y cuenta con una temperatura media de 26° C, con una precipitación pluvial anual de 1320 mm promedio, ubicado a 14°6'13" latitud norte y una longitud oeste de 90°54'13". (2)
2. Parcelamiento La Maquina: se encuentra localizado en el municipio de Cuyotenango del departamento de Suchitepequez a una altura de 48 m.s.n.m. , con una temperatura media de 33.2° C, una precipitación pluvial anual de 1822 mm promedio, ubicado a 14°24'05" latitud norte y a una longitud oeste de 91°34'50". (1)

5.2. MATERIALES

En el Cuadro 1 se presentan los genotipos evaluados, tipo de híbrido y características agronómicas en relación al color del grano y características de calidad donde se dispone de tres genotipos con alta calidad de proteína y cuatro genotipos normales.

CUADRO 1. Descripción de genotipos de maíz utilizados en esta evaluación.

No.	Nombre	Tipo híbrido*	Color	Característica de calidad
1	HEBQ002	Cruce triple	Blanco	ACP**
2	HBPROTICTA	Cruce triple	Blanco	ACP**
3	HEAQ002	Cruce triple	Amarillo	ACP**
4	HB83	Cruce doble	Blanco	Normal
5	HA48	Cruce doble	Amarillo	Normal
6	HIB0102	Cruce simple	Blanco	Normal
7	HIA0104	Cruce simple	Amarillo	Normal

* cruce doble conformado por 4 progenitores, cruce triple conformado por 3 progenitores y cruce simple conformado por 2 progenitores.

** alta calidad de proteína.

- Se utilizó para la evaluación varias herramientas y equipo como lo son machete, bascula de reloj, hielera, además de distintos insumos como lo son fertilizante 20-20-0 y urea.

5.3. MANEJO DEL EXPERIMENTO

5.3.1. TRABAJO DE CAMPO

Los siete genotipos se sembraron en las localidades de Cuyuta y La Máquina de la siguiente manera:

- a) Se utilizó un área total de 624.75 metros cuadrados de tierra la cual se dividió en unidades experimentales. Estas tuvieron un tamaño de 16.5 metros cuadrados la parcela bruta, y la parcela útil tuvo un tamaño de 3.37 metros cuadrados; en donde se sembraron 4 surcos de 5 metros de longitud, con un distanciamiento de 0.40 metros entre postura, con 2 plantas por postura, lo que dió una densidad de siembra de 66,667 plantas/ha. La siembra se realizó utilizando una relación de 18.18 Kg de semilla comercial por hectárea.
- b) La fertilización se realizó utilizando un nivel de 100-40-0(NPK)/ha equivalente al fertilizante comercial 20-20-0 en una relación de 227.27 Kg por hectárea y urea en una relación de 97.27 Kg por hectárea. Esta fertilización se realizó en dos fases, 10 y 35 días después de la floración.
- c) El corte de las plantas se realizó en un período aproximado de 85 días después de la siembra, que es cuando se encuentra en estado masoso-lechoso.
- d) Para la variable “días de floración femenina”, se tomaron los datos a partir de la siembra hasta cuando el 50% de los estigmas están fértiles.

- e) La “altura de la planta” y la “altura de la mazorca” se expresa en centímetros. Es la altura desde la base de la planta hasta la hoja bandera para el caso de la altura de planta, y para el caso de la “altura de la mazorca”, de la base del tallo a la base de la mazorca principal.
- f) La variable “por ciento de acame de raíz” indica la cantidad de plantas que se cayeron por efecto del viento. El acame de raíz se expresa en función de todas aquellas plantas que presentan arriba de 30° de inclinación con respecto a la vertical.

5.3.2. MUESTREO

Las muestras evaluadas se tomaron al azar de dos de los cuatro surcos de la unidad experimental dentro de la parcela útil. En cada uno de los surcos se abarcó 1.20 metros, los cuales tenían 3 posturas, y cada postura dos plantas, obteniendo un área de muestreo por genotipo de 1.8 metros cuadrados. Se realizaron muestras compuestas para cada uno de los genotipos, llevando posteriormente las siete muestras al laboratorio.

5.3.3. TRABAJO DE LABORATORIO

Los resultados del análisis bromatológico se obtuvieron de la siguiente manera:

- Materia seca: por desecación
- Proteína cruda: por medio del aparato Macro Kjeldahl
- Fibra ácido detergente: por medio del método de van Soest
- Fibra neutro detergente: por medio del método de van Soest
- Grasa: por medio del aparato de Goldfish
- Extracto libre de nitrógeno: se determina por diferencia de datos
- Fibra Cruda: por medio del aparato digestor de fibra
- Cenizas: por incineración al final del método de van Soest
- Total de nutrientes digestibles: por regresión matemática
- Energía digestible: por regresión matemática

- Energía metabolizable: por cálculo matemático
- Energía neta: por cálculo matemático

Se calculó la energía digestible, energía metabolizable, energía neta y total de nutrientes digestibles por medio de estimaciones matemáticas según la metodología propuesta por Mc. Dowell, L.R. en 1974.

5.3.4. VARIABLES MEDIDAS

Rendimiento de forraje en términos de:

- Producción en base fresca (Kg/ha)
- Materia seca (%)
- Días de floración femenina (número de días)
- Altura de la planta (centímetros)
- Altura de la mazorca (centímetros)
- Por ciento de acame de raíz (%)

Composición bromatológica en términos de:

- Materia seca (%)
- Proteína cruda (%)
- Fibra ácido detergente (%)
- Fibra neutro detergente (%)
- Extracto etéreo (%)
- Extracto libre de nitrógeno (%)
- Fibra cruda (%)
- Cenizas (%)
- Total de nutrientes digestibles (%)
- Energía digestible (Mcal/kg)
- Energía metabolizable (Mcal/kg)
- Energía neta (Mcal/kg)

5.3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

5.3.5.1.

Para el presente estudio, en lo que respecta a las variables materia verde, materia seca, días de floración femenina, altura de la planta, altura de la mazorca y por ciento de acame de raíz se utilizó un diseño experimental de bloqueo completamente al azar, con siete tratamientos y tres repeticiones.

5.3.5.2.

Para las variables proteína cruda, fibra ácido detergente, fibra neutro detergente, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno, fibra cruda cenizas, total de nutrientes digestibles, energía digestible, energía metabolizable y energía neta se utilizó estadística descriptiva en función de medias. Este análisis fue efectuado por localidad, no efectuándose una comparación estadística entre las dos localidades en estudio.

5.3.5.3.

Debido a que las muestras de maíz fueron compuestas, se procedió a realizar un análisis de varianza donde las localidades fueron las repeticiones. Luego se procedió a realizar el análisis de contrastes ortogonales.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A pesar de que no hay información específica para las variedades de éste estudio para componentes bromatológicos, los datos que se reportan a continuación serán comparados con trabajos similares dentro y fuera del país. El presente estudio es exploratorio para los fines de uso en producción pecuaria.

6.1. RENDIMIENTO DE FORRAJE

En el cuadro 2 se presentan los rendimientos de forraje de los distintos genotipos de maíz en las localidades de Cuyuta y La Máquina, en términos de materia verde (M.V.) y materia seca (M.S.).

CUADRO 2. Efecto sobre los distintos genotipos de maíz en las localidades de Cuyuta y La Máquina sobre materia verde (M.V. Ton/ha) y materia seca (M.S. Ton/ha).

VARIABLES	LOCALIDADES					
	CUYUTA			LA MAQUINA		
	MEDIA	C.V. **	Pr > F ***	MEDIA	C.V. **	Pr > F ***
M.V. (Ton/ha)	67.229	11.78	1.82	47.432	10.65	0.50
M.S. (Ton/ha)	49.407	11.87	2.26	33.142	10.54	1.34

Donde: ** coeficiente de variación (C.V.), *** significancia = (Pr > 0.01).

6.1.1. MATERIA VERDE

En el cuadro 2 se presentan los resultados del promedio de los genotipos evaluados en términos de materia verde para cada localidad. La media de materia verde para Cuyuta fue 67.229 Ton/ha. Para La Máquina 47.432 Ton/ha. En ambas localidades el comportamiento de las medias de los genotipos no fue significativo (Pr > 0.01), lo

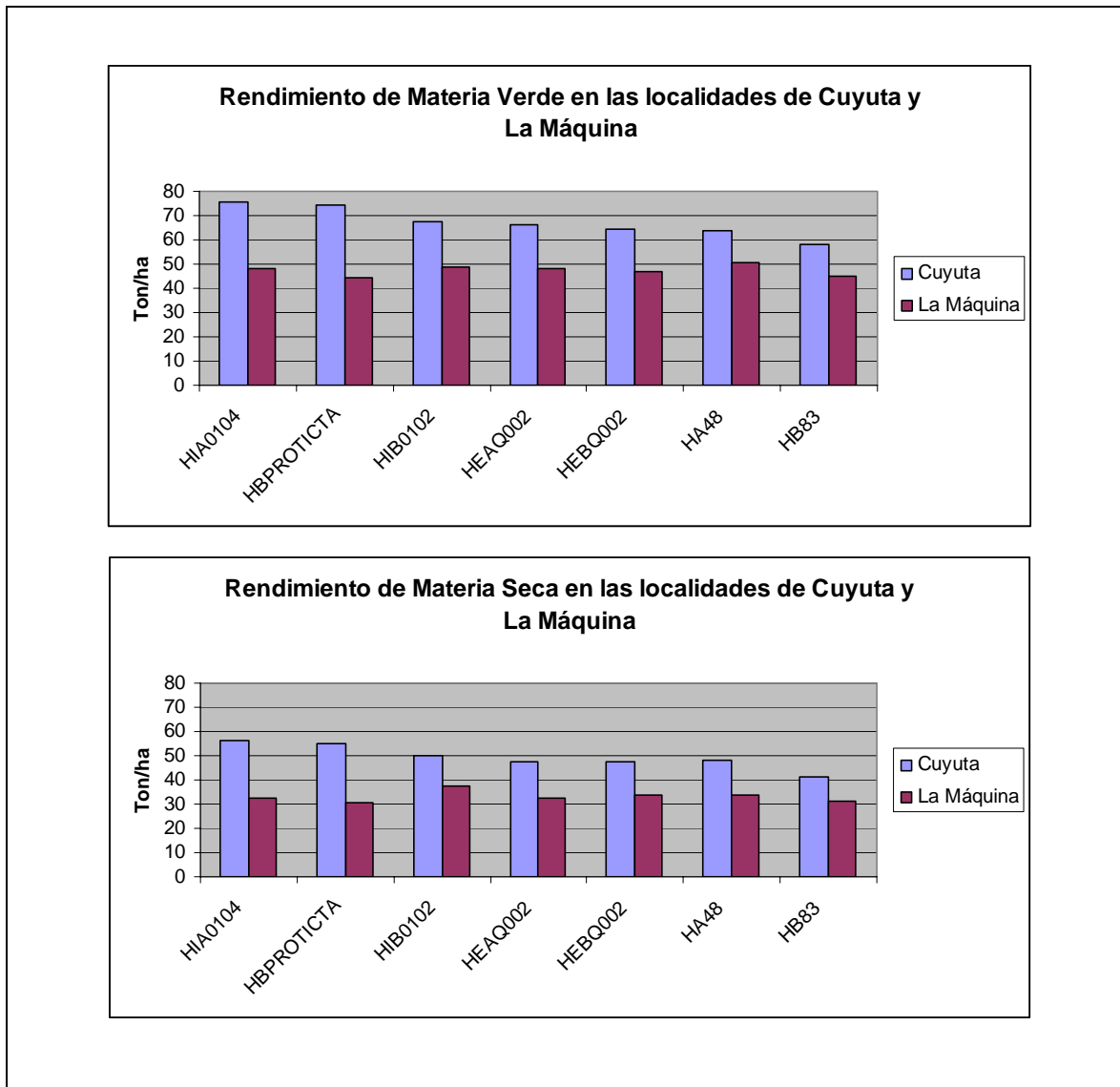
cuál indica que todos los genotipos tienen la misma respuesta. El coeficiente de variación en Cuyuta y La Máquina fue 11.78 y 10.65 %, respectivamente. Estos valores proporcionan confiabilidad en el análisis de la información de los datos de campo.

6.1.2. MATERIA SECA (M.S.)

En el mismo cuadro 2, se observa la variable materia seca (M.S.) ésta presentó una media de rendimiento de 49.40 Ton/ha para la localidad de Cuyuta y 33.14 Ton/ha para la localidad de La Máquina. El coeficiente de variación para Cuyuta fue de 11.87 % y para La Máquina 10.54 %. Estos resultados indican que no existe diferencia significativa ($Pr > 0.01$) entre los genotipo ya que tuvieron un comportamiento similar.

En la grafica 1 se presenta la media de rendimiento de M.V. y M.S. en Ton/ha de los diferentes genotipos no habiendo diferencias estadísticas significativas al ($Pr > 0.01$). No obstante, el genotipo HIA0104 presentó el mayor rendimiento (75.75 Ton/ha) de materia verde en la localidad de Cuyuta. En relación a La Máquina el genotipo HA48 fue el que presentó mayor rendimiento de materia verde (50.50 Ton/ha). Los menores rendimientos los obtuvieron los genotipos HB83 con 58.08 Ton/ha para Cuyuta y HBPROTICA con 44.6 Ton/ha para La Máquina. En lo que respecta a la M.S. los mayores rendimientos los obtuvieron el genotipo HIA0104 con 56.36 Ton/ha para Cuyuta y 34.02 Ton/ha para el genotipo HA48 en la localidad de La Máquina. Los menores rendimientos de M.S. los obtuvieron el genotipo HB83 con 41.15 Ton/ha para Cuyuta y 30.38 Ton/ha el genotipo HBPROTICTA para La Máquina.

GRAFICA 1. Rendimiento de materia verde (M.V. Ton/ha) y materia seca (M.S. Ton/ha) para los distintos genotipos de maíz en las localidades de Cuyuta y La Máquina.



Pineda en 1994 y Gutiérrez en 1996, indican que dependiendo de la fertilidad de los suelos y el manejo que recibe el cultivo, los rendimientos en materia verde a nivel nacional, oscilan entre 40 y 60 M.V. Ton/ha cuando se trata de planta entera. Al compararlos con los valores de medias de Cuyuta (67.22 M.V. Ton/ha,) se reportan

rendimientos mayores, y cuando se comparan con las medias de la localidad de La Máquina son similares a los de los autores (47.43 M.V. Ton/ha). Entre los elementos agronómicos que están favoreciendo un mayor rendimiento en materia verde y materia seca se considera la arquitectura de la planta la cual permite un mayor número de plantas por unidad de área y mayor eficiencia fotosintética, aumentando así su rendimiento en toneladas por hectárea. (12,23)

6.2. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS

En el cuadro 3 se presentan las medias de las características agronómicas referidas a días de floración femenina (D.F.F. días), altura de la planta (Alt.pl cm), altura de la mazorca (Alt.mz cm) y por ciento de acame de raíz (% ac.raíz %), observadas en los genotipos evaluados en las localidades de Cuyuta y La Máquina.

CUADRO 3. Medias sobre los distintos genotipos de maíz en las localidades de Cuyuta y La Máquina sobre días de floración femenina (D.F.F. días), altura de la planta (Alt.pl cm), altura de la mazorca (Alt.mz cm) y por ciento de acame de raíz (% ac.raíz %).

GENOTIPO	MEDIAS							
	D.F.F. (días)		Alt.pl (cm)		Alt.mz (cm)		%ac.raíz (%)	
	CU	LM	CU	LM	CU	LM	CU	LM
HEBQ002	52.00	52.67	230.00	225.00	113.33	100.33	6.67	4.00
HBPROTICTA	52.33	52.67	231.67	226.67	118.33	108.33	8.33	2.67
HEAQ002	52.00	52.67	230.00	211.67	121.67	116.67	1.67	6.00
HB83	52.33	52.33	225.00	226.67	118.33	120.00	4.67	5.00
HA48	52.33	53.33	230.00	228.33	125.00	110.00	1.00	4.67
HIB0102	51.67	52.67	215.00	233.33	108.33	115.00	3.00	15.33
HIA0104	52.67	53.67	226.67	221.67	120.00	113.33	9.67	9.33

Donde: CU = Cuyuta, LM = La Máquina

En el cuadro 4, se presentan las características agronómicas de los distintos genotipos de maíz en las localidades de Cuyuta y La Máquina, en términos de días de floración femenina (D.F.F.), altura de la planta (Alt.pl), altura de la mazorca (Alt.mz) y por ciento de acame de raíz (%ac.raíz).

CUADRO 4. Efecto sobre los distintos genotipos de maíz en las localidades de Cuyuta y La Máquina sobre días de floración femenina (D.F.F. días), altura de la planta (Alt.pl cm), altura de la mazorca (Alt.mz cm) y por ciento de acame de raíz (% ac.raíz %).

VARIABLES	LOCALIDADES					
	CUYUTA			LA MAQUINA		
	MEDIA	C.V. **	Pr > F ***	MEDIA	C.V. **	Pr > F ***
D.F.F. (días)	52.1904	1.7069	0.8652	52.8571	1.6077	0.5242
Alt.pl (cm)	226.9047	4.7032	0.5474	224.7619	5.4885	0.5242
Alt.mz (cm)	117.8571	9.2268	0.6089	113.0952	8.7362	0.7188
%ac.raíz (%)	9.9047	80.1004	0.1351	13.4285	51.3535	0.0107

Donde: ** coeficiente de variación, *** significancia = (Pr > 0.01).

6.2.1. DÍAS DE FLORACIÓN FEMENINA

La variable días de floración femenina (D.F.F.) es un indicador de la madurez ó ciclo de cultivo del genotipo en evaluación. Como se observa en el cuadro 4, la media de DFF fue 52.19 días para Cuyuta y 52.85 días en La Máquina. En ambos casos esta variable no presentó diferencia significativa. Lo cuál indica que todos los genotipos tienen comportamiento igual para la floración. Los coeficientes de variación fueron de 1.7 y 1.6%, esto indica el alto grado de confianza en los resultados obtenidos.

En un estudio realizado por Guerra en 2003, al trabajar con 15 híbridos de maíz en 14 localidades de Centroamérica (incluidas Cuyuta y La Máquina); éste reporta para los días de floración femenina de plantas, un rango de 51 a 59 días, y al compararlos con los de éste estudio son similares. (11)

6.2.2. ALTURA DE LA PLANTA

Se puede observar en el cuadro 4 que para la variable altura de la planta (Alt.pl) no existe una diferencia significativa ($Pr > 0.01$) para las localidades de Cuyuta y La Máquina, ya que las medias fueron 226.90 y 224.76 centímetros para cada una respectivamente. El coeficiente de variación para Cuyuta fue de 4.70% y para La Máquina de 5.48%. Sin embargo estos son valores similares a los reportados al estudio realizado por Guerra en el 2003, donde se reporta una altura de planta de 224 centímetros promedio para ambas localidades. Cabe hacer notar que tanto los valores reportados por Guerra y los encontrados en esta investigación están dentro de los datos promedio publicados por el ICTA en 2008 para los genotipos de maíz que esta institución comercializa (11,17)

6.2.3. ALTURA DE LA MAZORCA

Como se puede apreciar para la variable altura de la mazorca (Alt.mz) en el cuadro 4, las medias fueron 117.85 centímetros para Cuyuta y 113.09 centímetros para La Máquina. También se observa que los valores de coeficiente de variación, 9.22% para Cuyuta y 8.73% para La Máquina, son similares, no encontrando diferencia significativa ($Pr > 0.01$) entre los tratamientos ya que presentaron igual comportamiento.

Los valores encontrados de altura de la mazorca en los distintos genotipos de maíz son similares a los valores reportados en los estudios realizados por el ICTA HBPROTICTA con 115 y Guerra en el 2003 con 112 centímetros. El Estudio realizado por el ICTA HB83 reporta un dato de 125 centímetros, el cual refleja un mayor valor que los reportados para la localidad de Cuyuta con 117.85 y La Máquina con 113.09 centímetros. Al existir menor altura de la mazorca corresponde a una mayor presión de selección para identificar plantas con menor altura y menor susceptibilidad al acame. (11,16,17)

6.2.4. POR CIENTO DE ACAME DE RAÍZ

En el cuadro 4 se observa una media de 9.90% para la localidad de Cuyuta y para La Máquina un valor de 13.42%. El coeficiente de variación para la localidad de Cuyuta fue de 80.10% y para La Máquina de 51.35%. El análisis de varianza indica que no existe diferencia significativa ($Pr > 0.01$) entre los distintos tratamientos y que tuvieron similar comportamiento. En relación a esta variable se puede observar que el coeficiente de variación fue alto, esto es debido a que los vientos no afectan de manera uniforme, por consiguiente la distribución no es normal y los tratamientos se ven afectados en diferente proporción. En la localidad de La Máquina se asume que hubo mayor cantidad de viento ya que el valor de la media fue mayor (13.42%).

Así mismo una adecuada altura de la planta y una altura de la mazorca afecta de menor manera a la planta por fuertes vientos que causan el acame de la raíz. En estudios realizados por Guerra en 2003, se tienen valores reportados de 16%, siendo los del presente estudio inferiores con valores medios de 9.90% para Cuyuta y de 13.42% para La Máquina. En conjunto con la altura de la mazorca, estas variables son una fortaleza para elegir la variedad más apropiada para las localidades con características parecidas, ya que muestra el grado de enraizamiento de las mismas.
(11)

6.3. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

En el análisis bromatológico se evaluó tanto la calidad de los genotipos como también el contenido energético de los distintos tratamientos.

6.3.1. CALIDAD DE LOS GENOTIPOS

En el cuadro 5 se presenta la composición nutricional de los distintos genotipos de maíz en las localidades de Cuyuta y La Máquina, en términos de materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto libre de nitrógeno (ELN) y fibra cruda (FC), basado en medias obtenidas en cada tratamiento.

CUADRO 5. Contenido de materia seca (MS%), proteína cruda (PC%), extracto libre de nitrógeno (ELN%) y fibra cruda (FC%) de los distintos genotipos de maíz en las localidades de Cuyuta y La Máquina.

Genotipo	MS %		PC %		ELN %		FC %	
	CU	LM	CU	LM	CU	LM	CU	LM
HEBQ002	26.66	28.02	10.51	8.24	60.65	50.91	19.97	31.07
HBPROTICTA	26.40	31.87	9.83	8.87	52.47	49.94	28.76	30.62
HEAQ002	28.18	31.27	8.55	8.37	64.55	51.62	19.10	29.41
HB83	29.14	31.25	10.07	8.98	61.50	52.17	20.21	27.91
HA48	24.54	32.62	10.20	8.38	52.95	53.40	26.90	27.85
HIB0102	25.47	23.28	10.99	8.36	59.26	57.76	18.17	23.52
HIA0104	25.59	32.13	10.25	10.24	60.38	60.21	18.52	18.50
PROMEDIO	26.57	30.06	10.06	8.78	58.82	53.72	21.66	26.98
MÁXIMO	29.14	32.62	10.99	10.24	64.55	60.21	28.76	31.07
MÍNIMO	24.54	23.28	8.55	8.24	52.47	49.94	18.17	18.50
S	1.60	3.34	0.75	0.70	4.48	3.81	4.30	4.49

Donde: S = desviación estándar, CU = Cuyuta, LM = La Máquina

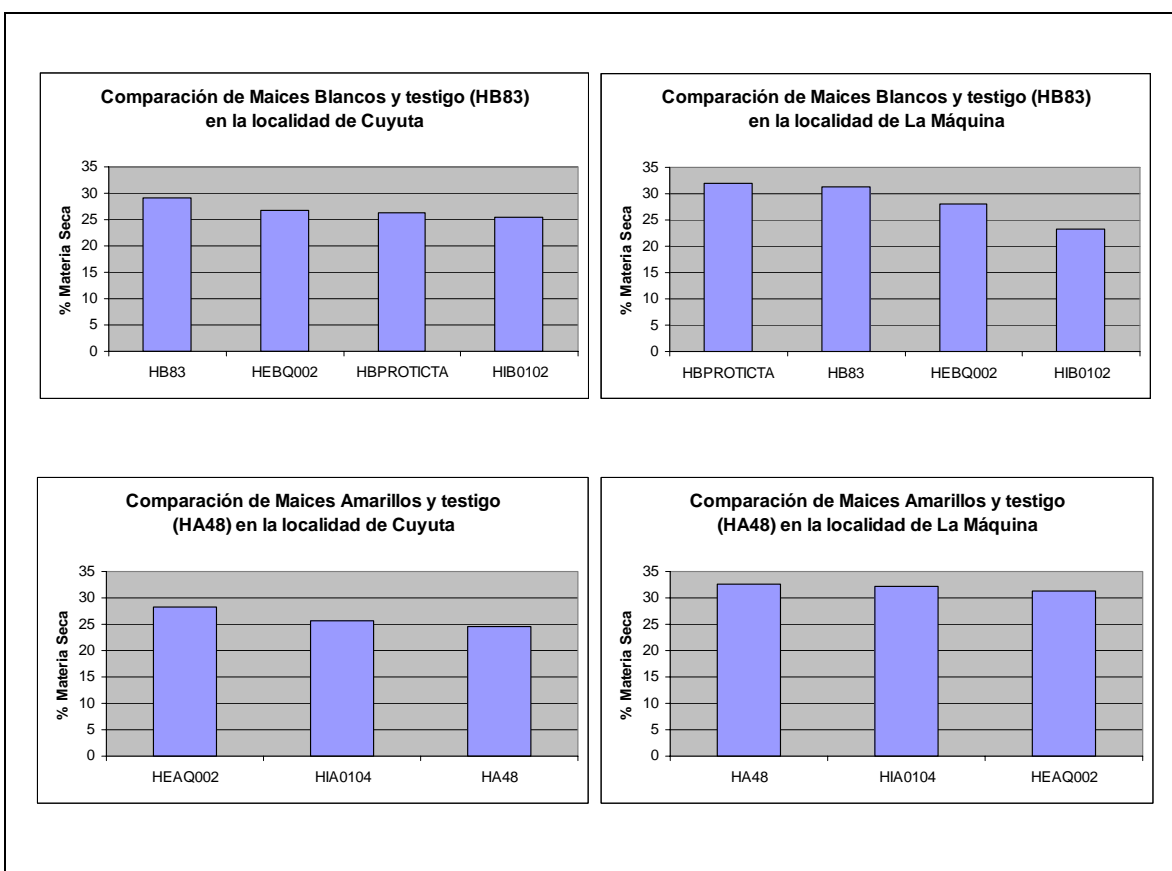
6.3.1.1. POR CIENTO DE MATERIA SECA

En el cuadro 5 se presentan los resultados del análisis de varianza donde se puede observar que el por ciento de materia seca (MS %) obtuvo un rango de 24.54 a 29.14 % con un promedio general de 26.57 % y una desviación estándar de 1.60 para la localidad de Cuyuta; en lo que respecta a la localidad de La Máquina se obtuvo un rango de 23.28 a 32.62 % con un promedio general 30.06 % y una desviación estándar de 3.34.

En la gráfica 2 se presentan las comparaciones de los distintos maíces, donde se puede observar que en términos de materia seca (%) el genotipo HB83 (maíz blanco) con 29.14% y el genotipo HEAQ002 (maíz amarillo) con 28.18% para la localidad de

Cuyuta obtuvieron los mejores resultados. En La Máquina el genotipo HBPROTICA (maíz blanco) con 31.87% y el genotipo HA48 (maíz amarillo) con 32.62% presentaron los mejores contenidos de materia seca.

GRAFICA 2. Comparación de maíces blancos y amarillos en las localidades de de Cuyuta y La Máquina en términos de materia seca (%).



En evaluaciones realizadas por INTA en 2002 y Damaris en 2008 con distintos genotipos pero con características genéticas, situaciones y condiciones similares, en Cuyuta (23% MS) y La Máquina (25.7% MS) se reportan valores inferiores a los promedios de esta evaluación. De igual manera, al comparar con la evaluación realizada por Rodenas en 1999, los resultados también fueron diferentes, ya que el valor de 31.41% es superior a los valores promedios en el presente estudio. (4,18,25)

6.3.1.2. PROTEÍNA CRUDA

Las características bromatológicas de los distintos genotipos evaluados se resumen en el cuadro 5, siendo para Cuyuta los valores de proteína cruda (PC%) un promedio de 10.06 %, un máximo valor de 10.99% (HIB0102), un mínimo de 8.55% (HEAQ002) y una desviación estándar de 0.57.

Según Solares en 2003, la proteína constituye un componente de gran importancia en la composición química del maíz, este contenido puede oscilar entre 8 – 11%. El estudio realizado por Inta en 2002 reporta un valor de 7% de proteína para distintos genotipos de maíz pero con situaciones y condiciones similares, dicho valor es menor que el valor reportado en el presente estudio, lo cual indica que sobresalieron los maíces con características modificadas genéticamente. (18,27)

6.3.1.2.1. PROTEÍNA CRUDA POR UNIDAD DE ÁREA

CUADRO 6. Rendimiento de proteína cruda por hectárea (PC Ton/ha).

Genotipo	PC Ton/ha	
	CU	LM
HBPROTICTA	5.40	2.69
HEAQ002	4.08	2.74
HEBQ002	4.96	2.80
HA48	4.92	2.85
HB83	4.14	2.78
HIA0104	5.78	3.33
HIB0102	5.51	3.13
PROMEDIO	4.97	2.90
MAXIMO	5.78	3.33
MINIMO	4.08	2.69
S	0.66	0.24

Donde: S= desviación estándar, CU = Cuyuta, LM = La Máquina

En el cuadro 6 se presentan los rendimientos de proteína cruda por hectárea de los distintos genotipos evaluados en las distintas localidades, derivado de la conversión entre proteína cruda disponible por genotipo en función de materia seca por hectárea. El mayor resultado en ambas localidades fue el genotipo HIA0104 con un valor de 5.78 PC Ton/ha para Cuyuta, y 3.33 PC Ton/ha para La Máquina. Los menores resultado obtenidos en la evaluación fueron de 4.08 PC Ton/ha para el genotipo HEAQ002 en la localidad de Cuyuta y 2.69 PC Ton/ha para el genotipo HBPROTICTA en La Máquina. Los genotipos definidos como “alta calidad de proteína” no obtuvieron las mayores cantidades de proteína cruda, sin embargo poseen una ventaja que se basa en el mejoramiento de la calidad de la proteína, debido al mayor contenido de los aminoácidos lisina y triptófano. (18)

6.3.1.3. ALTA CALIDAD DE PROTEÍNA

Según Bressani en 1972 en estudios nutricionales realizados en Guatemala indica que el valor de la calidad de la proteína proveniente de maíces con alta calidad de proteína equivale al 0.8 de la eficiencia de la proteína de la leche. Los maíces comunes o normales presentan 0.3 de relación de eficiencia en función de la proteína de la leche.

CUADRO 7. Contrastes ortogonales para evaluar el efecto de la alta calidad de proteína en los genotipos de maíz a través de la calidad.

DESCRIPCIÓN CONTRASTE	CONTRASTE ORTOGONAL	EFEECTO	SIGNIFICANCIA
ACP Blancos vrs. ACP Amarillos	1, 1, -2, 0, 0, 0, 0	0.241	NS
ACP Amarillo vrs. Normal Amarillo	0, 0, 1, 0, -1, 0, 0	2.004	**
ACP Blancos y Amarillos vrs. Normales Blancos y Amarillos	4, 4, 4, -3, -3, -3, -3	0.033	**
ACP Blancos vrs. Normal blanco	1, 1, 0, -2, 0, 0, 0	1.544	**

Donde: ACP = maíz con alta calidad de proteína, NS = no significativa, ** = significativa

En el cuadro 7 se presentan los resultados de los efectos de los contrastes ortogonales que se realizaron a los distintos grupos de maíz en base a su calidad y color. En el contraste que se realizó entre los maíces de alta calidad de proteína con grano de color blanco versus maíces con alta calidad de proteína con grano de color amarillo, se observó un efecto de 0.241 y no existe diferencia significativa, lo cual indica que los niveles de calidad de proteína son similares en granos de diferente color. El contraste entre los maíces de alta calidad de proteína con grano de color amarillo versus maíces normales con grano de color amarillo, se observa que hay un efecto de 2.004 y altamente significativo, lo que indica que maíces con alta calidad de proteína con grano de color amarillo son superiores a la observada en maíces normales con grano de color amarillo.

Para el contraste entre maíces de alta calidad de proteína con granos de colores blanco y amarillo versus maíces normales con granos de ambos colores, se puede observar que el efecto es de 0.033 lo que indica que existe una diferencia significativa entre las diferentes calidades de maíz.

El contraste entre los maíces de alta calidad de proteína con grano de color blanco versus maíces normales con grano de color blanco, obtuvo un efecto de 1.544 y fue significativa entre los dos grupos de maíz, esto indica que la calidad de proteína derivada de maíces con “alta calidad de proteína” es superior a maíz normal con grano de color blanco.

6.3.1.4. EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO

Para la variable extracto libre de nitrógeno (ELN%) en el cuadro 5, se presentan datos en un rango que va desde 52.47 a 64.55 % siendo el promedio general de 58.82% y la desviación estándar de 4.48% en la localidad de Cuyuta. Para la localidad de La Máquina se obtuvieron valores en un rango que va de 49.94 a 60.21% teniendo un promedio general de 53.72% y su desviación estándar de 3.81. Rodenas en 1999 reporta un rango que oscila entre 49.43 y 56.90%, en éste trabajo se obtuvieron resultados promedios superiores en la localidad de Cuyuta y para La Máquina los valores promedios se encuentran dentro del rango.

6.3.1.5. FIBRA CRUDA

En el cuadro 5 se presentan los resultados del análisis descriptivo para la variable fibra cruda (FC%), en donde se puede observar que los genotipos HIB0102 con 18.17% y HIA0104 con 18.50% obtuvieron los menores resultados para Cuyuta y La Máquina respectivamente. En la evaluación se observó un promedio de 21.66% y una desviación estándar de 4.30 para Cuyuta; para La Máquina 26.98% como promedio y una desviación estándar de 4.49.

La planta entera de maíz utilizada con fines de ensilaje, según Pineda en 1994, es sobresaliente porque supera a todas las especies por los volúmenes de producción de materia seca y principios nutritivos, entre los cuales podemos mencionar al extracto libre de nitrógeno y fibra cruda. En comparación con estudios realizados por Rodenas en 1999 (con genotipos diferentes pero bajo situaciones y condiciones similares), donde el rango de fibra cruda fue de 28.88 a 32.48%, el comportamiento de los promedios de los genotipos del presente estudio fue similar. (23,25)

En el cuadro 8 se presenta la composición nutricional de los distintos genotipos de maíz en las localidades de Cuyuta y La Máquina, en términos de extracto etéreo (EE), fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FND) y cenizas (Cenizas).

CUADRO 8. Contenido de extracto etéreo (EE%), fibra ácido detergente (FAD%), fibra neutro detergente (FND%) y cenizas (Cenizas %) de los distintos genotipos de maíz en las localidades de Cuyuta y La Máquina.

Genotipo	EE %		FAD %		FND%		Cenizas %	
	CU	LM	CU	LM	CU	LM	CU	LM
HEBQ002	1.15	2.88	38.08	34.52	72.91	74.26	7.71	6.89
HBPROTICTA	1.27	3.07	32.18	33.56	51.30	67.54	7.67	7.50
HEAQ002	1.10	3.85	34.95	29.56	54.47	60.35	6.69	6.75
HB83	1.19	3.55	29.70	28.68	63.29	63.08	7.03	7.39
HA48	2.49	4.17	38.77	32.45	62.86	63.32	7.46	6.20
HIB0102	3.20	2.55	31.03	39.36	62.86	76.53	8.37	7.81
HIA0104	3.94	3.94	31.97	35.30	72.67	68.91	6.90	7.11
PROMEDIO	2.05	3.43	33.81	33.35	62.91	67.71	7.40	7.09
MÁXIMO	3.94	4.17	38.77	39.36	72.91	76.53	8.37	7.81
MÍNIMO	1.10	2.55	29.70	28.68	51.30	60.35	6.69	6.20
S	1.16	0.60	3.53	3.61	8.17	6.01	0.57	0.53

Donde: S = desviación estándar, CU = Cuyuta, LM = La Máquina

6.3.1.6. EXTRACTO ETEREO, FIBRA ACIDO DETERGENTE, FIBRA NEUTRO DETERGENTE Y CENIZAS

El extracto etéreo en el cuadro 8 obtuvo un rango de 1.10 a 3.94 % con un promedio general de 2.05 % y una desviación estándar de 1.16 para la localidad de Cuyuta; en lo que respecta a la localidad de La Máquina se obtuvo un rango de 2.55 a 4.17 % con un promedio general de 3.43 % y una desviación estándar de 0.60.

En la variable fibra ácido detergente se observa en el cuadro 8 que se obtuvo un promedio de 33.81% y una desviación estándar de 3.53 donde el genotipo HB83 obtuvo los valores más bajos con el 29.70% y el valor más alto fue para el genotipo HA48 con 38.77% para la localidad de Cuyuta, mientras que en la localidad de La Máquina con un

promedio de 33.35% y una desviación estándar de 3.61 presentaron valores de 28.68% como mínimo para el genotipo HB83 y el máximo de 39.36% para el genotipo HIB0102.

Como se puede observar en el cuadro 8, la fibra neutro detergente (FND%) presentó un valor mínimo de 51.30% para el genotipo HBPROTICTA y máximo de 72.91% para el genotipo HEBQ002 con un promedio de 62.91% y una desviación estándar 8.17 para la localidad de Cuyuta. La Máquina presentó un valor mínimo de 60.35 % para el genotipo HEAQ002, un máximo de 76.53% para el genotipo HIB0102, un promedio de 67.71% con una desviación estándar de 6.01.

En el cuadro 8, para la variable cenizas (Cenizas %) se observa que existe un rango que oscila entre 6.69 y 8.37 % con un promedio general de 7.40 % y una desviación estándar de 0.57 para la localidad de Cuyuta, teniendo un rango de 6.20 a 7.81 % con un promedio general de 7.09 % y una desviación estándar de 0.53 para la localidad de La Máquina.

Es importante mencionar que, al comparar los datos EE, FAD y cenizas con los datos de maíz publicados en las tablas de valor nutricional de alimentos para Guatemala, se observa que los valores de los promedios para ésta evaluación fueron superiores, teniendo que el genotipo HIA0104 obtuvo el mayor resultado (3.94 EE% comparado con 1.14-1.36 EE% en las tablas) para la localidad de Cuyuta y el genotipo HA48 (4.17 EE%) para La Máquina. En lo que respecta a la fibra ácido detergente, se obtuvieron promedios menores al compararlos con las tablas de valores nutricionales, siendo el genotipo HB83 el que obtuvo el menor resultado en ambas localidades (29.70 y 28.68 FAD% para Cuyuta y La Máquina respectivamente). En el momento de comparar la variable cenizas con los de las tablas de valores nutricionales de alimentos, se observa que el promedio de los genotipos se encuentra dentro del rango establecido por las tablas (7.10-9.20 % de cenizas), teniendo con valores máximos el genotipo HIB0102 para ambas localidades (8.37% para Cuyuta y 7.81% para La Máquina). (25)

También es importante mencionar que al comparar la FND con estudios realizados por el Inta en 2002, con similares características, el valor promedio para los genotipos de ésta evaluación, para ambas localidades, estuvieron arriba de lo reportado

(54 FND%) teniendo los genotipos con valores mas altos al HEBQ002 (72.91 FND%) para Cuyuta y al HIB0102 (76.53 FND%) para La Máquina. (18)

6.3.2. CONTENIDOS ENERGÉTICOS

En el cuadro 9 se presentan los contenidos energéticos de los distintos genotipos de maíz en las localidades de Cuyuta y La Máquina, en términos de total de nutrientes digestibles (TND), energía digestible (ED), energía metabolizable (EM) y energía neta (EN).

CUADRO 9. Contenido de total de nutrientes digestibles (TND%), energía digestible (ED Mcal/Kg), energía metabolizable (EM Mcal/Kg) y energía neta (EN Mcal/Kg) de los distintos genotipos de maíz en las localidades de Cuyuta y La Máquina.

Genotipo	TND %		ED Mcal/Kg		EM Mcal/Kg		EN Mcal/Kg	
	CU	LM	CU	LM	CU	LM	CU	LM
HEBQ002	61.35	58.47	2.70	2.57	2.21	2.11	1.50	1.39
HBPROTICTA	57.90	58.47	2.55	2.57	2.09	2.11	1.37	1.39
HEAQ002	63.64	59.98	2.80	2.64	2.30	2.16	1.58	1.45
HB83	62.18	60.50	2.74	2.66	2.24	2.18	1.53	1.47
HA48	60.19	61.61	2.65	2.71	2.17	2.22	1.45	1.51
HIB0102	64.01	62.29	2.82	2.74	2.31	2.25	1.60	1.53
HIA0104	66.79	66.56	2.94	2.93	2.41	2.40	1.70	1.69
PROMEDIO	62.29	61.13	2.74	2.69	2.25	2.20	1.53	1.49
MÁXIMO	66.79	66.56	2.94	2.93	2.41	2.40	1.70	1.69
MÍNIMO	57.90	58.47	2.55	2.57	2.09	2.11	1.37	1.39
S	2.88	2.80	0.13	0.12	0.10	0.10	0.11	0.10

Donde: S = desviación estándar, CU = Cuyuta, LM = La Máquina

6.3.2.1. TOTAL DE NUTRIENTES DIGESTIBLES

En el cuadro 9 se presentan los resultados del contenido de total de nutrientes digestibles (TND%) evaluados en los distintos genotipos de maíz. Los valores máximos reportados fueron de 66.79% para Cuyuta y 66.56% para La Máquina, como los valores mínimos de 57.90% y 58.47% respectivamente para cada localidad. El promedio y desviación estándar fueron de 62.29% y 2.88 para la localidad de Cuyuta. La localidad de La Máquina reportó datos de 61.13% en promedio, como una desviación estándar de 2.80.

Se puede observar en Cuyuta, los genotipos HEBQ002, HBPROTICTA, HB83 Y HA48 (61.35%, 57.9%, 62.18% y 60.19% respectivamente); y en La Máquina los genotipos HEBQ002, HBPROTICTA, HEAQ003 Y HB83 (58.47%, 58.47%, 59.98% y 60.50% respectivamente) presentaron valores de TND inferiores a los promedios de cada localidad en este estudio (mencionados en el párrafo anterior).

Los genotipos que presentaron resultados mayores al promedio de la localidad de Cuyuta fueron HEAQ002, HIB0102 Y HIA0104 (63.64%, 64.01% y 66.79% respectivamente), y para la localidad de La Máquina los genotipos superiores al promedio fueron HA48, HIB0102 Y HIA0104 (61.61%, 62.29% y 66.56% respectivamente). Al comparar los datos anteriormente descritos con los presentados por Rodenas en 1999 (65.52% hasta 75.5% TND) para maíz sembrado con fines de guatera, se observa que el comportamiento de los genotipos bajo estudio es similar a los presentados por éste. (25)

6.3.2.1.1. TOTAL DE NUTRIENTES DIGESTIBLES POR UNIDAD DE ÁREA

Como se puede observar en el cuadro 10, el rendimiento, derivado de la conversión entre total de nutrientes digestibles disponibles por genotipo en función de materia seca por hectárea, con mayor resultado de TND por hectárea fue el genotipo HIA0104 para la localidad de Cuyuta con un valor de 37.64 y el genotipo HIB0102 para la localidad de La Máquina con un valor de 23.33 TND Ton/ha. En lo que respecta con

valores mínimos tenemos el HB83 con 25.59 TND Ton/ha para la Cuyuta, como el genotipo HBPROTICTA con 17.76 TND Ton/ha para la localidad de La Máquina.

CUADRO 10. Rendimiento de total de nutrientes digestibles por hectárea (TND Ton/ha).

Genotipo	TND Ton/ha	
	CU	LM
HBPROTICTA	31.78	17.76
HEAQ002	30.39	19.60
HEBQ002	28.97	19.83
HA48	29.05	20.96
HB83	25.59	18.72
HIA0104	37.64	21.67
HIB0102	32.12	23.33
PROMEDIO	30.79	20.27
MAXIMO	37.64	23.33
MINIMO	25.59	17.76
S	3.72	1.88

Donde: S= desviación estándar, CU = Cuyuta, LM = La Máquina

6.3.2.2. ENERGÍA DIGESTIBLE, ENERGIA METABOLIZABLE Y ENERGIA NETA

Para calcular los diferentes tipos de energías se utilizaron las siguientes fórmulas:

- $ED = TND(\%) * 0.04409$
- $EM = ED (Mcal/Kg) * 0.82$
- $EN = (0.84 * ED (Mcal/Kg)) - 0.77$

En lo que respecta a la variable energía digestible (ED Mcal/Kg), se puede observar en el cuadro 9 que para la localidad de Cuyuta reportaron un promedio de 2.74 Mcal/kg, con valor máximo de 2.94 Mcal/kg, un valor mínimo de 2.55 Mcal/kg y una

desviación estándar de 0.13. Para la localidad de La Máquina se reportó un valor promedio de 2.69 Mcal/kg, teniendo un máximo de 2.93 Mcal/kg, un mínimo de 2.57 Mcal/kg y una desviación estándar de 0.12.

Se observa en el cuadro 9 que en Cuyuta, los genotipos HEBQ002, HBPROTICTA Y HA48 (2.70, 2.55 y 2.65 Mcal/Kg respectivamente); y en La Máquina los genotipos HEBQ002, HBPROTICTA, HEAQ002 Y HB83 (2.57, 2.57, 2.64 y 2.66 Mcal/Kg respectivamente) fueron las que presentaron valores de ED inferiores a los promedios de cada localidad en este estudio.

Los genotipos en el cuadro 9 que presentaron resultados mayores al promedio de la localidad de Cuyuta fueron HEAQ002, HB83, HIB0102 Y HIA0104 (2.80, 2.74, 2.82 y 2.94 Mcal/Kg respectivamente), y para la localidad de La Máquina los genotipos superiores al promedio fueron HA48, HIB0102 y HIA0104 (2.71, 2.74 y 2.93 Mcal/Kg respectivamente. Rodenas en 1999, presentó resultados de ED en el rango de 2.89 a 3.32 Mcal/Kg, lo que muestra que el comportamiento de los genotipos en este estudio es muy parecido. (25)

En el cuadro 9 se aprecia que la energía metabolizable (EM Mcal/Kg) obtuvo un promedio de 2.25 Mcal/kg y de 2.20 Mcal/kg para las localidades de Cuyuta y La Máquina, como la desviación estándar de 0.10 para ambas localidades. En Cuyuta se presentó un valor máximo de 2.41 Mcal/kg y un mínimo de 2.09 Mcal/kg, como para la localidad de La Máquina valores de 2.40 Mcal/kg como máximo y 2.11 Mcal/kg como mínimo.

Los resultados de EM para los genotipos con valores inferiores al promedio en la localidad de Cuyuta, fueron los siguientes HEBQ002 (2.21 Mcal/Kg), HBPROTICTA (2.09 Mcal/Kg), HB83 (2.24 Mcal/Kg) y HA48 (2.17 Mcal/Kg). En la localidad de La Máquina los genotipos que presentaron los valores inferiores al promedio fueron HEBQ002, HBPROTICTA, HEAQ002 Y HB83 (2.11, 2.11, 2.16 y 2.18 Mcal/Kg respectivamente).

Así mismo, los genotipos que presentaron resultados de EM superiores al promedio en la localidad de Cuyuta fueron HEAQ002, HIB0102 y HIA0104 (2.30, 2.31 y

2.41 Mcal/Kg respectivamente). En la localidad de La Máquina los genotipos superiores al promedio fueron HA48, HIB0102 y HIA0104 (2.22, 2.25 y 2.40 Mcal/Kg respectivamente). Resultados de EM en estudios realizados por el INTA de Argentina en 2002 indican un valor de 2.30 Mcal/Kg, y los presentados por Espinosa en 2004 de 2.35 Mcal/Kg, muestran que el comportamiento de los datos de los genotipos en este estudio están dentro de ese rango. (6,18)

La variable energía neta (EN Mcal/Kg) reporta en el cuadro 9 datos con un rango de 1.37 a 1.70 Mcal/Kg con un promedio general de 1.53 Mcal/Kg y una desviación estándar de 0.11 para la localidad de Cuyuta, como también presentando un rango de 1.39 a 1.69 Mcal/Kg con un promedio general de 1.49 Mcal/Kg y una desviación estándar de 0.10 para la localidad de La Máquina.

Los resultados de EN para los genotipos con valores inferiores al promedio en la localidad de Cuyuta, fueron los siguientes HEBQ002 (1.50 Mcal/Kg), HBPROTICTA (1.37 Mcal/Kg) y HA48 (1.45 Mcal/Kg). En la localidad de La Máquina los genotipos que presentaron los valores inferiores al promedio fueron HEBQ002, HBPROTICTA, HEAQ002 y HB83 (1.39,1.39, 1.45 y 1.47 Mcal/Kg respectivamente).

Así mismo, los genotipos en el cuadro 9 que presentaron resultados de EN superiores al promedio en la localidad de Cuyuta fueron HEAQ002, HB83, HIB0102 y HIA0104 (1.58, 1.53, 1.60 y 1.70 Mcal/Kg respectivamente). En la localidad de La Máquina los genotipos superiores al promedio fueron HA48, HIB0102 y HIA0104 (1.51, 1.53 y 1.69 Mcal/Kg respectivamente). Al comparar los resultados de EN de este estudio con el trabajo realizado por García en 2007 (1.39 Mcal EN /Kg), puede observarse que dichos valores son similares. (10)

6.3.2.2.1. ENERGÍA METABOLIZABLE POR UNIDAD DE ÁREA

CUADRO 11. Rendimiento de energía metabolizable por hectárea (EM Ton/ha).

Genotipo	EM Ton/ha	
	CU	LM
HBPROTICTA	1.15	0.64
HEAQ002	1.10	0.71
HEBQ002	1.04	0.72
HA48	1.05	0.76
HB83	0.92	0.67
HIA0104	1.36	0.78
HIB0102	1.16	0.84

Como se puede observar en el cuadro 11, el rendimiento, derivado de la conversión entre energía metabolizable disponible por genotipo en función de materia seca por hectárea, con mayor resultado fue el genotipo HIA0104 para la localidad de Cuyuta con un valor de 1.36 y el genotipo HIB0102 para la localidad de La Máquina con un valor de 0.84 EM Ton/ha. En lo que respecta con valores mínimos tenemos el HB83 con 0.92 EM Ton/ha para Cuyuta, como el genotipo HBPROTICTA con 0.64 EM Ton/ha para la localidad de La Máquina.

6.4 ANÁLISIS ECONÓMICO

En el cuadro 12 se muestran los distintos costos variables utilizados para el manejo agronómico del cultivo. Los costos de los insumos y de los jornales van a variar en relación a las distintas zonas de país. En ésta evaluación los costos de insumos y mano de obra fueron los mismos en las dos localidades.

CUADRO 12. Costo de los insumos utilizados y costo de mano de obra de los diferentes trabajos a realizar para el cultivo de los distintos genotipos a evaluar. Los precios están actualizados al mes de Julio 2008.

COSTO INSUMOS			
Producto	Por Quintal	Quintales por hectárea	Costo por hectárea
Semilla	Q400.00	0.4	Q160.00
20-20-0	Q290.00	5	Q1,450.00
Urea	Q290.00	2.14	Q620.60
COSTO MANO DE OBRA			
Trabajo	Jornales	Costo por Jornal	Costo por Hectárea
Siembra	10	Q50.00	Q500.00
Labor Cultural	6	Q50.00	Q300.00
Corte	12	Q50.00	Q600.00
TOTAL			Q3,630.60

En el cuadro 13 se presentan los costos de una unidad de proteína cruda y una unidad de energía metabolizable. En lo que respecta al contenido proteína cruda podemos observar que para la localidad de Cuyuta el genotipo que obtuvo el costo mas bajo por unidad fue HIA0104 con Q628.47, y el que genotipo que obtuvo el costo más alto fue HEAQ002 conQ889.28. Para la localidad de La Máquina el genotipo HBPROTICTA obtuvo el costo mas alto con Q1,347.31 y el genotipo HIA0104 obtuvo el costo mas bajo con Q1,088.92 en lo que respecta a producción de unidad de proteína cruda.

CUADRO 13. Costo de unidad de proteína cruda y costo de unidad de energía metabolizable, de los distintos genotipos a evaluar. Los precios están actualizados al mes de Julio 2008.

Genotipo	Costos Variables y Mano de obra/ha	PC Ton/ha		Costo unidad Proteína Cruda	
		CU	LM	CU	LM
HBPROTICTA	Q3,630.60	5.40	2.69	Q672.87	Q1,347.31
HEAQ002	Q3,630.60	4.08	2.74	Q889.28	Q1,327.31
HEBQ002	Q3,630.60	4.96	2.80	Q731.56	Q1,298.96
HA48	Q3,630.60	4.92	2.85	Q737.40	Q1,273.50
HB83	Q3,630.60	4.14	2.78	Q876.15	Q1,306.30
HIA0104	Q3,630.60	5.78	3.33	Q628.47	Q1,088.92
HIB0102	Q3,630.60	5.51	3.13	Q658.34	Q1,159.63

Genotipo	Costos Variables/ha	EM Ton/ha		Costo unidad EM	
		CU	LM	CU	LM
HBPROTICTA	Q3,630.60	1.15	0.64	Q3,164.75	Q5,663.80
HEAQ002	Q3,630.60	1.10	0.71	Q3,305.80	Q5,143.31
HEBQ002	Q3,630.60	1.04	0.72	Q3,479.05	Q5,072.71
HA48	Q3,630.60	1.05	0.76	Q3,466.10	Q4,807.19
HB83	Q3,630.60	0.92	0.67	Q3,938.77	Q5,380.98
HIA0104	Q3,630.60	1.36	0.78	Q2,672.95	Q4,646.04
HIB0102	Q3,630.60	1.16	0.84	Q3,132.10	Q4,308.68

Donde: CU = Cuyuta, LM = La Máquina

En lo que respecta al costo de una unidad de energía metabolizable, tenemos en el cuadro 13 que el genotipo HIA0104 presentó el menor costo de Q2,672.95. Mientras que el HEBQ002 presentó el mayor costo con Q.3479.05 para la localidad de Cuyuta. Para la localidad de La Máquina obtuvo el costo más bajo el genotipo HIB0102 con Q4,308.68 y el costo más alto el genotipo HBPROTICTA con Q5,663.80.

VII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se efectuó la presente investigación, se concluye que:

1. Para las variables producción en base fresca, materia seca, días de floración femenina, altura de la planta y de la mazorca y por ciento de acame de raíz, no se encontraron diferencias significativas ($Pr > 0.01$).
2. En cuanto al contenido de materia seca, el valor mínimo encontrado fue de 24.54 y un máximo de 29.14 % para la localidad de Cuyuta, mientras que para la localidad de La Máquina se encontraron valores entre 23.28 y 32.62 % respectivamente.
3. En cuanto a los valores de proteína cruda se encontraron valores similares en las dos localidades entre 8 y 10 %.
4. Los contrastes ortogonales para la variable calidad de proteína indican: maíces ACP tanto blancos como amarillos presentaron similar comportamiento. Los maíces ACP con grano de color amarillo obtuvieron mejor calidad que los maíces normales con grano de color amarillo. Los maíces ACP con grano de color blanco y amarillo obtuvieron mejor comportamiento en calidad de proteína que los maíces normales con grano de color blancos y amarillos.
5. En relación al contenido de extracto libre de nitrógeno y fibra cruda no se observaron variaciones marcadas entre las distintas variedades como en las localidades estudiadas.
6. Para el contenido de extracto etéreo, fibra ácido detergente, fibra neutro detergente y cenizas no se encontraron variaciones que permitan concluir superioridad de algún genotipo en el estudio.

7. Al estimar el contenido energético del forraje de maíz en términos de TND %, ED Mcal/Kg, EM Mcal/Kg y EN Mcal/Kg se pudo observar que los genotipos HIB0102 y HIA0104 fueron superiores en las dos localidades estudiadas. Al evaluar por localidad, en Cuyuta además de los genotipos anteriores puede ser utilizado el genotipo HEAQ002 y para la localidad de La Máquina puede ser utilizado además de los antes mencionados el genotipo HA48.
8. Los mayores rendimientos en términos de toneladas de proteína cruda por hectárea fueron los genotipos HIA0104 y HIB0102 para ambas localidades.
9. Según el análisis económico el genotipo HIA0104 fue el que presentó menor costo por unidad de proteína cruda en las dos localidades. En lo que respecta al menor costo por unidad de energía metabolizable para la localidad de Cuyuta se encuentra el genotipo HIA0104 y el genotipo HIB0102 para la localidad de La Máquina.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda para las localidades de Cuyuta y La Máquina utilizar el genotipo HIA0104 para fines de ensilado ya que presentó mejores características nutricionales y rendimientos por unidad de área.
2. Ampliar las investigaciones en otras localidades con éstos genotipos especialmente con consumo animal y producción M.S. Kg/ha.

IX. RESUMEN

Barillas R., R. 2008. "Evaluación en el rendimiento de siete genotipos de maíz (*Zea Mayz*) con fines de ensilaje en las localidades de Cuyuta y La Máquina". Tesis Lic. Zoot. Guatemala, GT, USAC / FMVZ.

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el rendimiento de siete genotipos de maíz (*Zea mayz*) con fines de ensilaje en las localidades de Cuyuta y La Máquina, el cual se realizó la parte de campo en parcelas experimentales del ICTA en ambas localidades, y en el Laboratorio de Bromatología localizado en el edificio M6 en la Universidad de San Carlos de Guatemala, zona 12 de la ciudad capital de Guatemala, Centro América.

En el estudio se utilizaron siete variedades de maíz entre las cuales existían variedades con la característica de alta calidad de proteína (ACP), como también maíces normales.

La investigación se realizó en dos fases, en donde la primera fase fue el trabajo de campo, teniendo siete tratamientos correspondientes a las variedades de maíz, con tres repeticiones. La segunda fase, fue el análisis bromatológico de las muestras obtenidas.

Los resultados muestran que para las variables producción en base fresca, materia seca, días de floración femenina, altura de la planta y de la mazorca, por ciento de acame de raíz, extracto libre de nitrógeno, fibra cruda, extracto etéreo, fibra ácido detergente, fibra neutro detergente, cenizas no se encontraron diferencias significativas ($P>0.01$).

Los contrastes ortogonales para la variable calidad de proteína indican: maíces ACP tanto blancos como amarillos presentaron similar comportamiento. Los maíces ACP con grano de color amarillo obtuvieron mejor calidad que los maíces normales con grano de color amarillo. Los maíces ACP con grano de color blanco y amarillo obtuvieron mejor comportamiento en calidad de proteína que los maíces normales con grano de color blancos y amarillos.

Al estimar el contenido energético del forraje de maíz en términos de TND %, ED Mcal/Kg, EM Mcal/Kg y EN Mcal/Kg se pudo observar que los genotipos HIB0102 y HIA0104 fueron superiores en las dos localidades estudiadas. Al evaluar por localidad, en Cuyuta además de los genotipos anteriores, puede ser utilizado el genotipo HEAQ002 y para la localidad de La Máquina puede ser utilizado además de los antes mencionados el genotipo HA48.

Según el análisis económico el genotipo HIA0104 fue el que presentó menor costo por unidad de proteína cruda en las dos localidades. En lo que respecta al menor costo por unidad de energía metabolizable para la localidad de Cuyuta se encuentra el genotipo HIA0104 y el genotipo HIB0102 para la localidad de La Máquina.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. Alvarez, MT. 1969. Estudio Agrológico semi detallado de los suelos para riego del proyecto Parcelamiento La Máquina. Ministerio de Agricultura, Dirección General de Recursos Naturales Renovables, División de suelos, Departamento de estudios de suelos.
2. Cruz, JR de la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento; según el sistema de Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. p. 42.
3. Chávez, E. 2007. Efecto de la inclusión de cinco niveles de gallinaza sobre la elaboración de ensilajes de maíz (*Zea Mays*). Tesis Lic. Zoot. Guatemala, GT, USAC/FMVZ. p. 26.
4. Damaris, L. 2008. Composición nutricional del maíz (planta entera). Tomado de Internet: http://www.mundo-pecuario.com/tema62/ensilajes/maiz_planta_entera-555.html
5. Del Valle, L. 1999. Marco cuantitativo de la agricultura de Guatemala 1950-1999. Guatemala, Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura. p. 387.
6. Espinosa, A. Premio mundial de alimentación, El maíz de calidad proteica. <http://www.inifapconacyt.mx/>
7. Espinosa, F et al 2004. Uso del forraje de maíz (*Zea mays*) hidropónico en la alimentación de toretes mestizos. Tomado de Internet: http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/ZootecniaTropical/zt2204/arti/espinoza_f.htm
8. Fiez, EA. 1988. Tecnología en la producción de ensilado de calidad de maíz y sorgo. In. Memorias del seminario Internacional sobre producción de leche. (1987, Comarca Lacunera). México, banco de México, p. 79-88.
9. Fuentes, M. R., et al. 2001. Proyecto de maíz, resumen, presentación de resultados 2001. Guatemala. 28 p.
10. García, V. 2007. Valor nutricional de la mata de maíz. Tomado de Internet: http://www.engormix.com/valor_nutricional_mata_maiz_forumview12195.htm
11. Guerra, F et al 2003. Evaluación de híbridos experimentales de maíz de PRM en Centroamérica. Tomado de Internet: [http://www.fao-sict.un.hn/revistas/Vol%2014\(1\)%202003/Articulos%20Vol.14\(1\)/%234.%20Guerra-%20hibridos%20maiz.pdf](http://www.fao-sict.un.hn/revistas/Vol%2014(1)%202003/Articulos%20Vol.14(1)/%234.%20Guerra-%20hibridos%20maiz.pdf)
12. Gutierrez, M. A. 1996. Pastos y forrajes en Guatemala, su manejo y utilización, base de la producción animal. Guatemala. Editorial E y G. 318 p.

13. Hernández, W. 2002. Comparación entre dos métodos de determinación de contenido energético (calorimetría y estimación matemática) utilizados en harinas de maíz HB-PROTICTA y HB-83 para la alimentación de cerdos en desarrollo. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, GT, USAC/FMVZ. p. 35.
14. Huber, J. T. 1988. La relación entre forraje de calidad y producción de leche. In. Memorias del seminario Internacional sobre producción de leche. (1987, Comarca Lacunera). México, banco de México. P. 63-72.
15. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. 2008. Ficha Técnica: HB-PROTICTA contra el hambre y desnutrición. Tomado de Internet: <http://www.icta.gob.gt>
16. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. 2008. Ficha Técnica: ICTA HB83. Tomado de Internet: http://www.icta.gob.gt/ftec_hb83.htm
17. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. 2008. Ficha Técnica: ICTA HBPROTICTA. Tomado de Internet: http://www.icta.gob.gt/ftec_hbproticta.htm
18. Inta, EB. 2002. Tabla de composición de alimentos para rumiantes. Tomado de Internet: <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/bovinos/nutricion/tcalimentos.htm>
19. Paliwal, P. L. et al. El maíz en los trópicos: Mejoramiento del maíz con objetivos especiales. Grupo de cultivos alimentarios extensivos, Servicio de los cultivos y pastos, Dirección de producción y protección vegetal de la FAO. http://www.fao.org/DOCREP/003X7650S/x7650s20.htm#PO_O
20. Paliwal, P. L. et al. El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción. Grupo de cultivos alimentarios extensivos, Servicio de los cultivos y pastos, Dirección de producción y protección vegetal de la FAO. <http://www.fao.org/DOCREP/003/X7650S00.HTM>
21. Paliwal, P. L. et al. El maíz en los trópicos: Morfología del maíz tropical. Grupo de cultivos alimentarios extensivos, Servicio de los cultivos y pastos, Dirección de producción y protección vegetal de la FAO. http://www.fao.org/DOCREP/003X7650S/x7650s04.htm#PO_O
22. Paliwal, P. L. et al. El maíz en los trópicos: Tipos de maíz. Grupo de cultivos alimentarios extensivos, Servicio de los cultivos y pastos, Dirección de producción y protección vegetal de la FAO. http://www.fao.org/DOCREP/003X7650S/x7650s07.htm#PO_O
23. Pineda, O. 1994. Plantas forrajeras más importantes distribuidas en la República de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario del Norte. p. 60.

24. Portillo, J. 1995. Evaluación de cuatro variedades de maíz (*Zea Mays*, L) para guatera con diferentes niveles de fertilización nitrogenada. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, GT, USAC/FMVZ. p. 38.
25. Rodenas Argueta, MA et al 1999. Tablas de valor nutricional de alimentos para animales en Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación. p. 158.
26. Rodriguez, C.A., et al. 1995 Programa bovinos Cuyuta, Región V. Informe anual. I.C.T.A. Consumo voluntario e incremento de peso en novillos doble propósito alimentados en ensilaje de maíz y suplementados con urea bajo dos formas.
27. Solares, V. 2003. Determinación del perfil vitamínico de cuatro materiales de maíz amarillo (*Zea mays* L.) con fines de alimentación animal. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, GT, USAC/FMVZ. p. 35.