

Evaluación de híbridos y variedades de maíz con potencial forrajero en la Región Tropical del Estado de Guerrero

PÉREZ-MENDOZA, Claudia*†, TOVAR-GÓMEZ, Ma. del Rosario, GÓMEZ-MONTIEL, Noel, MONTERO-LAGUNES, Maribel

^Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Iguala, hasta junio del 2011. Tel./Fax. 01 (595) 9212738. Ext. 177.

^^INIFAP. Campo Experimental Valle de México,

^^^INIFAP. Campo Experimental Iguala,

^^^^INIFAP. Campo Experimental La Posta.

Recibido Mayo 27, 2014; Aceptado Noviembre 24, 2014

Resumen

Para poder disminuir los costos de producción de leche y carne se necesitan plantas forrajeras que se puedan adaptar a las regiones Subtropical semiárida (1000 a 2000 msnm), Subtropical Templada de Valles Altos (2000 a 2250 msnm) y Tropical (900 a 1200 msnm) y que tengan rendimientos que generen excedentes económicos y satisfactorios aunado a que se puedan almacenar y/o conservar en aquellas épocas críticas en que los forrajes tienden a ser escasos.

Entre las especies forrajeras que ofrecen estas características se encuentra el maíz ya que tiene un amplio uso como forraje verde o ensilado, principalmente por el ganado productor de leche; en seco (rastrojo), para la ganadería extensiva de ejidatarios y pequeños propietarios de áreas rurales y de subsistencia; grano para la alimentación de aves, porcinos y otras especies (Tovar et al., 2002) y de manera integral, (grano, olote y totomoxtle) en la alimentación de bovinos y caprinos en el Trópico Seco.

Si bien es cierto, que Guerrero se sitúa en el lugar 21 a nivel nacional con 400 hectáreas en el año 2013 (SIAP, 2014), el cultivo del maíz para forraje está poco extendida debido principalmente, al desconocimiento de variedades e híbridos de maíz que pueden ser utilizados para forraje en sus distintas modalidades (ensilado, rastrojo y grano) y de la utilización de la mazorca con totomoxtle molido o bien en asociaciones con leguminosas. En este Estado, se presenta una ganadería extensiva y de traspatio que requiere de atención para mejorar la alimentación del ganado y el maíz es uno de los cultivos más importantes que se utilizan en estos sistemas (Pérez et al., 2009). En ese contexto y tomando en cuenta la disponibilidad de híbridos y variedades de maíz comerciales cuya elección, en base a su potencial forrajero y valor nutricional, pueden constituir una importante alternativa para incrementar la producción de carne y leche en los diferentes Sistemas de Producción Animal del Estado de Guerrero.

Evaluación, Híbridos, Variedades, Maíz, Guerrero.

Citación PÉREZ-MENDOZA, Claudia, TOVAR-GÓMEZ, Ma. del Rosario, GÓMEZ-MONTIEL, Noel, MONTERO-LAGUNES, Maribel. Evaluación de híbridos y variedades de maíz con potencial forrajero en la Región Tropical del Estado de Guerrero. Foro de Estudios sobre Guerrero. Mayo 2014 – Abril 2015, 1-2:357-362

Abstract

In order to reduce production costs of milk and meat forage plants that can be adapted to semi-arid subtropical regions (1000-2000 m) are needed, Temperate Subtropical High Valleys (2000-2250 m) and Tropical (900-1200 m) and having that income and satisfactory economic surplus that can be combined to store and / or retain those critical times when forages tend to be scarce.

Among the forage species that offer these features is corn, which is widely used as green forage or silage, mainly for dairy cattle; Dry (stubble), for extensive grazing of ejidatarios and smallholders in rural areas and livelihood; grain for feeding poultry, pigs and other species (Tovar et al., 2002) and holistically, (grain, cob and totomoxtle) in feeding cattle and goats in the Dry Tropics.

While it is true that Guerrero was ranked at 21 nationally with 400 hectares in 2013 (SIAP, 2014), growing corn for fodder is not widespread due mainly to lack of varieties and hybrids of maize can be used for fodder in its various forms (silage and grain stubble) and the use of ear with ground or totomoxtle associations with legumes. In this state, an extensive and backyard livestock that requires attention to improve livestock feed and corn is one of the most important crops used in these systems is presented (Pérez et al., 2009). In this context and taking into account the availability of hybrids and varieties of commercial maize whose election, based on their forage potential and nutritional value, can be an important alternative to increase the production of meat and milk in different systems of Animal Production State of Guerrero.

Evaluation, Hybrid, Variety, Corn, Guerrero.

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: claudiatlaxcala@yahoo.com.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Para poder disminuir los costos de producción de leche y carne se necesitan plantas forrajeras que se puedan adaptar a las regiones Subtropical semiárida (1000 a 2000 msnm), Subtropical Templada de Valles Altos (2000 a 2250 msnm) y Tropical (900 a 1200 msnm) y que tengan rendimientos que generen excedentes económicos y satisfactorios aunado a que se puedan almacenar y/o conservar en aquellas épocas críticas en que los forrajes tienden a ser escasos.

Entre las especies forrajeras que ofrecen estas características se encuentra el maíz ya que tiene un amplio uso como forraje verde o ensilado, principalmente por el ganado productor de leche; en seco (rastroy), para la ganadería extensiva de ejidatarios y pequeños propietarios de áreas rurales y de subsistencia; grano para la alimentación de aves, porcinos y otras especies (Tovar *et al.*, 2002) y de manera integral, (grano, olote y totomoxtle) en la alimentación de bovinos y caprinos en el Trópico Seco.

A nivel nacional la producción de maíz forrajero se ha incrementado significativamente en los últimos años, tanto solo en el año 2008, se sembraron alrededor de 499,396.68 mil hectáreas comparadas con las 566,304.53 ha para el 2013 mostrando un incremento importante, el cual se ha mantenido constante estos años. La producción para esos años ha permanecido constante con 12.6 millones de toneladas, donde la mayor producción se ha concentrado en los estados de Jalisco, Zacatecas, Aguascalientes, Chihuahua, Durango y Estado de México (SIAP, 2014).

Si bien es cierto, que Guerrero se sitúa en el lugar 21 a nivel nacional con 400 hectáreas en el año 2013 (SIAP, 2014), el cultivo del maíz para forraje está poco extendida debido principalmente, al desconocimiento de variedades e híbridos de maíz que pueden ser utilizados para forraje en sus distintas modalidades (ensilado, rastroy y grano) y de la utilización de la mazorca con totomoxtle molido o bien en asociaciones con leguminosas. En este Estado, se presenta una ganadería extensiva y de traspatio que requiere de atención para mejorar la alimentación del ganado y el maíz es uno de los cultivos más importantes que se utilizan en estos sistemas (Pérez *et al.*, 2009). En ese contexto y tomando en cuenta la disponibilidad de híbridos y variedades de maíz comerciales cuya elección, en base a su potencial forrajero y valor nutricional, pueden constituir una importante alternativa para incrementar la producción de carne y leche en los diferentes Sistemas de Producción Animal del Estado de Guerrero.

Objetivos

- 1) Identificar las variedades e híbridos de maíz para forraje con mayor potencial de producción y valor nutritivo en cada etapa de corte evaluada.
- 2) Identificar las variables agronómicas, de productividad y de valor nutritivo en las dos etapas de corte evaluadas que puedan ser útiles para los mejoradores en la selección de variedades de maíz con características forrajeras.

Metodología

El experimento se estableció en el Campo Experimental Iguala (CEIGUA-INIFAP), Guerrero en el verano del 2008 bajo condiciones de temporal. Se evaluaron seis cultivares de maíz (H-516, VS-535, H-565) generados por el INIFAP con adaptabilidad a la región tropical. El diseño experimental empleado fue bloques completos al azar con tres repeticiones. Se realizaron dos fertilizaciones, la primera antes de la siembra (presiembrada) con la fórmula N-P-K 60-60-00 para la cual, se emplearon 130 kilogramos de urea y 130 kilogramos de superfosfato de calcio triple y que posteriormente, se complementó en la segunda escarda utilizando la fórmula 60-00-00 que equivale a 130 kilogramos de urea. Cuando las plantas alcanzaron una altura de 30 cm, se realizó un aclareo con el propósito de ajustar a la densidad de 70,000 plantas por hectárea. Asimismo, se realizó la aplicación de herbicidas pre-emergentes Gesaprim C90 y Primagram, aplicándolos con una aspersora de mochila. Se realizaron dos etapas de corte: ensilado (30-35% MS de la planta) y madurez fisiológica del grano. Los parámetros registrados fueron: días a floración (FF), altura de planta (AP), acame (ACA), rendimiento de forraje verde (RFV), rendimiento de materia seca (RMS), proteína total (PC), digestibilidad *in vitro* de materia seca (DIVMS), rendimiento de rastrojo (RR), proteína del rastrojo, digestibilidad *in vitro* del rastrojo (DIVMSR) y rendimiento de grano (RG). El análisis de la información se llevó a cabo, utilizando el paquete estadístico SAS (SAS, 2000).

Resultados

En el Cuadro 1 se presentan los resultados del análisis de varianza realizado para variables agronómicas y de rendimiento de los tres cultivares de maíz evaluados.

Se presentaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para variedad en los parámetros FF, RMS y DIVMSR mientras que AP, ACA, PC, DIVMS, RR, PCR y RG, no fueron diferentes ($P \geq 0.05$).

FV	FF (d)	AP (cm)	ACA (%)	RMS (t ha ⁻¹)	PC (%)	DIVMS (%)	RR (t ha ⁻¹)	PCR (%)	DIVMSR (%)	RG (t ha ⁻¹)
Bloque	0.72 ns	484.7 ns	31.2 ns	0.80 ns	2.23 ns	2.76 ns	0.60 ns	0.21 ns	7.82 ns	0.30 ns
Cultivar	357.0 *	458.9 ns	46.7 ns	18.7 *	2.72 ns	18.9 ns	17.7 ns	0.57 ns	19.9 *	12.4 ns
C.V.	0.79	6.01	7.6	5.32	21.7	5.51	23.1	10.0	4.30	25.1
R ²	0.99	0.58	0.36	0.90	0.43	0.44	0.60	0.66	0.66	0.67

† FF = días a floración femenina; AP = altura de planta; ACA = porcentaje de acame; RMS = rendimiento de materia seca; PC = proteína total; DIVMS = digestibilidad *in vitro* de la materia seca; RR = rendimiento de rastrojo; PCR = proteína del rastrojo, DIVMSR = digestibilidad *in vitro* del rastrojo; RG = rendimiento de grano. *, ns = 0.05; no significativo.

Tabla 1 Cuadrados medios y valor de probabilidad para las variables agronómicas y de productividad en cultivares de maíz para forraje. PV-2008

En cuanto a la precocidad de los materiales, la floración (FF) varió de 52 a 74 días siendo las variedades VS-535 (56 días), VS-558 y V-559 las más precoces. La AP varió de 241.7 a 273.3 cm, los materiales V-559 (273.3 cm) y VS-535 (266.7 cm), H-565 (261.7 cm) fueron los de porte más alto comparado con VS-558 (241.7 cm) que presentó menor AP. El porcentaje de ACA fue de 5.1 a 14.2% siendo menor para H-516 (5.1%) y el mayor para VS-558 (14.2%).

Cultivares	FF (d)	AP (cm)	ACA (%)	RMS (t ha ⁻¹)	PC (%)	DIVMS (%)	RR (t ha ⁻¹)	PCR (%)	DIVMSR (%)	RG (t ha ⁻¹)
VS-535	56	266.7	12.0	18.7	8.1	67.4	10.9	4.6	56.3	7.0
VS-558	52	241.7	14.2	20.5	7.1	66.3	6.8	4.7	61.3	5.3
V-559	55	273.3	12.9	18.4	8.3	60.4	8.4	4.3	55.5	4.1
H-516	75	245.0	5.1	20.5	5.7	64.8	12.4	3.8	55.9	9.7
H-563	74	255.0	5.8	23.0	7.0	65.2	11.6	4.2	55.0	7.4
H-565	73	261.7	7.4	15.6	6.7	66.3	13.0	5.0	53.9	8.4
Media	64.2	257.2	9.6	19.5	7.1	65.1	10.5	4.4	56.3	7.0
DMSH	1.43	43.9	20.5	2.94	4.4	10.2	6.9	1.26	6.87	4.9

† FF = días a floración femenina; AP = altura de planta; ACA = porcentaje de acame; RMS = rendimiento de materia seca; PC = proteína total; DIVMS = digestibilidad *in vitro* de la materia seca; RR = rendimiento de rastrojo; PCR = proteína del rastrojo, DIVMSR = digestibilidad *in vitro* del rastrojo; RG = rendimiento de grano. Diferencia mínima significativa honesta = DMSH (Tukey, $\alpha = 0.05$).

Tabla 2 Comparación de medias para las variables agronómicas y de productividad en cultivares de maíz para forraje. PV-2008

Los materiales que tuvieron mejor producción de materia seca, tomando como criterio la media general de RMS que fue de 19.5 t ha⁻¹, fueron: H-563 (23 t ha⁻¹), H-516 (20.5 t ha⁻¹) y V-558 (20.5 t ha⁻¹). Cabe señalar, que el resto de los cultivares registraron rendimientos menores por debajo de la media. En cuanto al valor nutricional del ensilado, el contenido de PC varió de 5.7 a 8.3% y la DIVMS tuvo valores entre 60.4 a 67.4% siendo los cultivares VS-535 (67.4%), VS-558 (66.3%) y H-565 (66.3%) los más sobresalientes por su DIVMS mientras, que la variedad V-559 (8.3%) registró la mayor concentración de PC.

Por otra parte, los rendimientos de rastrojo (que es el rendimiento de la parte vegetativa seca y descontado la mazorca) oscilaron entre 6.8 a 13 t ha⁻¹ con una media de 10.5 t ha⁻¹. Los materiales que superaron esta media fueron H-565 (13.0 t ha⁻¹), H-516 (12.4 t ha⁻¹), H-563 (11.6 t ha⁻¹) y VS-535 (10.9 t ha⁻¹). Tomando en cuenta el valor nutricional del rastrojo, el PCR varió de 3.8 a 5.0% mientras que la DIVMSR osciló de 55.0 a 61.3%. Los materiales que presentaron mejores contenidos de proteína del rastrojo fueron: H-565 (5.0%), VS-558 (4.7%) y VS-535 (4.6%); el resto de los cultivares se encuentran por debajo de la media general de contenido de proteína cruda del rastrojo (PCR) que es de 4.4%. es necesario resaltar que el cultivar con mayor DIVMSR fue la variedad VS-558 (61.3%).

Referente al rendimiento de grano la media entre los maíces fue de 7.0 t ha⁻¹ con una variación de 4.1 a 9.7 t ha⁻¹ siendo los cultivares H-516 (9.7 t ha⁻¹) y H-565 (8.4 t ha⁻¹) los que registraron los mayores RG (Cuadro 2).

Por otra parte, se observaron correlaciones importantes para el estudio entre caracteres agronómicos, con los de rendimiento de rastrojo y grano de maíz. Se encontraron correlaciones positivas entre FF y RR ($r= 0.67$; $P<0.001$), FF y RG ($r = 0.69$; $P<0.002$). Esto indica, que los cultivares de maíz de ciclo tardío tendrán mayores rendimientos de rastrojo y de grano. Finalmente, se observó correlaciones negativas entre FF y ACA ($r= -0.54$; $P<0.002$) y FF y DIVMSR ($r= -0.49$; $P<0.04$) esto indica que los cultivares con menor días a floración tendrán mayor porcentaje de acame pero con menor digestibilidad del rastrojo.

Con el propósito de identificar las variables de relevancia en esta investigación y que puedan ser útiles para los mejoradores en la selección de variedades de maíz con características forrajeras, se utilizó la técnica de Análisis de Componentes principales (COMPRIN).

El Cuadro 3 se muestra la contribución de las variables a los ejes del análisis de componentes principales. Como se puede observar, los cuatro primeros componentes explican el 33.0%, 17.0%, 16.0% y 12.0% de la variación total dando un porcentaje de variación acumulado en estos ejes del 78%. El primer componente esta positivamente correlacionado con FF y RR y negativamente con RG. En el segundo componente esta negativamente correlacionado con AP y positivamente con DIVMS. En el tercer cuadrante el que destacó negativamente fue RMS y PCR. Para el cuarto componente las variables que sobresalieron fueron PC y DIVMSR.

Concepto	Ejes			
	1	2	3	4
% de la variación	33.0	17.0	16.0	12.0
% acumulado de la variación	33.0	50.0	66.0	78.0
FF	0.50	-0.02	-0.13	0.09
AP	-0.04	-0.62	0.19	0.05
ACA	0.28	-0.35	0.24	0.35
RMS	-0.03	0.26	-0.59	0.05
PC	-0.33	0.03	0.13	0.48
DIVMS	0.06	0.57	0.21	0.13
RR	0.48	0.002	0.27	0.07
PCR	-0.07	0.10	0.60	-0.40
DIVMSR	-0.28	0.20	-0.13	-0.66
RG	-0.49	0.22	0.13	-0.08

Tabla 3 Contribución de las variables a los ejes del análisis en los cultivares de maíz para forraje usando la técnica multivariada de componentes principales.

La distribución de los cultivares en los dos componentes principales se muestra cuatro grupos distintos (Figura 1).

Grupo I. Se encuentra formado por el híbrido H-516 que presentó valores de 75 días a la FF, 12.4 t ha⁻¹ de RR y 9.7 t ha⁻¹ de RG.

Grupo II. Estuvo constituido por los materiales H-565 y H-563. Los genotipos de este grupo presentaron AP de 253 y 261.7 cm, un RMS de 15.6 y 23.0 t ha⁻¹, RR de 11.6 y 13 t ha⁻¹, RG de 7.4 y 8.4 t ha⁻¹ y DIVMS de 65.2 y 66.3%.

Grupo III. Está integrado por la variedad VS-535. La variedad VS-535 registró AP de 266.7 cm, 18.7 t ha⁻¹ de RMS, 67.4% DIVMS y 4.4% de PCR.

Grupo IV. Presentó un PC de 7.1 y 8.3%, de 4.3 y 4.7 para PCRR, 55.5 y 61.3% en DIVMSR. Está integrado por las variedades VS-558 y V-559.

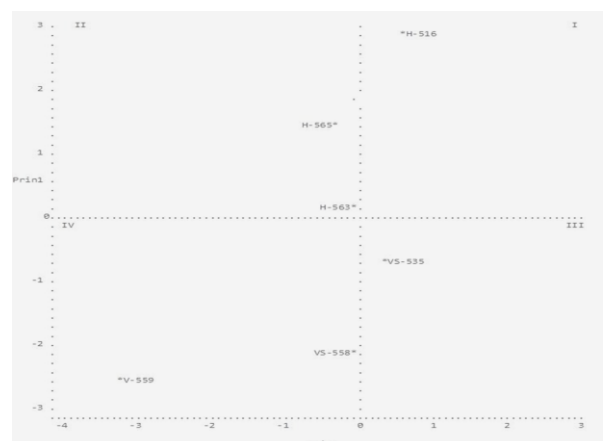


Figura 1 Dispersión de los cultivares de maíz en función de la productividad y el valor nutricional del forraje y ponderada por las dos primeras variables canónicas del análisis de componente principales.

Discusión

Los resultados obtenidos en el rendimiento de materia seca, son ligeramente superiores a los reportados por Pérez *et al.*, (2009), quienes reportan para la Región Pacífico Sur (Iguala, Guerrero) rendimientos de 18.2 a 20.4 t ha⁻¹ mientras que los valores de rendimiento de grano son similares a los reportados por Gómez *et al.*, (2009) en el estado de Guerrero, quienes reportan rendimientos de 4236 a 8669 kg ha⁻¹. En cuanto a los resultados obtenidos a través de la técnica de componentes principales, estos coinciden con lo reportado por Vera y Vásquez (2001) quienes utilizaron esta técnica estadística para caracterizar 30 materiales de maíz para ensilado y reportaron que las variables de floración femenina (FF), floración masculina (FM), altura de planta (AP), rendimiento de materia seca digestible (RMSD) y proteína cruda (PC) fueron los parámetros de mayor peso en los dos ejes de los componentes principales.

Conclusión

En este estudio se concluye que los maíces H-516, H-565, H-563 y VS-535 son una alternativa para la alimentación animal en la Región Tropical de Guerrero, esto por sus características agronómicas, por su buena productividad forrajera y calidad nutricional. Las variables que caracterizaron en forma más precisa a los cultivares de maíz son floración femenina, altura de planta, rendimiento de materia seca, rendimiento de rastrojo, proteína cruda total y digestibilidad *in vitro*.

Referencias

Gómez, M.N.O., M.G. Vázquez C., A. Espinosa C., P. Alberto V., y F. Palemón A. 2009. Híbridos de Maíz de Alta Proteína No Convencionales, como Alternativa Comercial. [Resumen]. Memoria de la 55 Reunión Anual de la Sociedad del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales.

Pérez, M.C., N.O. Gómez M., M. Sierra M., M.R. Tovar G. 2009. Variedades de Maíz con potencial forrajero para la Región Tropical. Resumen de la IV Reunión Nacional de Innovación Agrícola. pp: 230.

S.A.S. SAS/STAT. 2000. Guide for personal computers. Statical Analysis System Institute. Inc. Cary, NC.USA.

Tovar, G. M. R., A. D. Terrón I, G. Núñez H. y J. L. Arellano V. 2002. Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de maíz de alta calidad Proteinica (MCP) en la Región de Valles Altos. [Resumen]. XIX Congreso Nacional de Fitogenética, Memoria Científica. p: 480.

Vera, U.M. y J.I. Vázquez L. 2001. Productividad y valor nutritivo de 30 genotipos de maíz (*Zea mays* L.) para forraje en la Región de Valles Altos. Tesis Profesional UACH. Chapingo, México. 105 p.