



Ciencia e Innovación

Revista Científica Semestral

Investigación, Desarrollo e Innovación

Vol. 3 Núm. 2 / Julio - diciembre, 2020

ISSN-2594-150X

2020

LA SIEMBRA DE MAÍZ EN DOBLE HILERA NO MEJORA LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL FORRAJE DE LA VARIEDAD CAFIME EN ZACATECAS

Ricardo A. Sánchez Gutiérrez, Nadiezhda Y. Z. Ramírez Cabral, Esteban S. Osuna Ceja y Jorge A. Maldonado Jáquez

LA SIEMBRA DE MAÍZ EN DOBLE HILERA NO MEJORA LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL FORRAJE DE LA VARIEDAD CAFIME EN ZACATECAS.

MAIZE PLANTING IN TWIN ROW DOES NOT AFFECT THE QUALITY AND FORAGE PRODUCTION OF CAFIME VARIETY IN ZACATECAS

J. Ricardo A. Sánchez Gutiérrez^{1*}; Nardiezhda Y.Z. Ramírez Cabral¹; Esteban S. Osuna Ceja²; Jorge A. Maldonado Jáquez¹

¹Campo Experimental Zacatecas-INIFAP. Carretera Zacatecas-Fresnillo, 98500 Calera de V.R. Zacatecas, México, ²Campo experimental Pabellón-INIFAP, 3 Campo Experimental La Laguna-INIFAP.

*Autor para correspondencia:

✉ sanchez.ricardo@inifap.gob.mx.

RESUMEN

El objetivo fue evaluar la producción y calidad del forraje de Cafime con dos métodos siembra. Los experimentos se establecieron en INIFAP-Zacatecas, se sembraron el 13 y 25 de julio del 2010 y 2011 bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Los tratamientos fueron; siembra en surcos a hilo sencillo y doble hilo. Las variables fueron; rendimiento de forraje fresco (FF) y seco (FS), altura de planta (AP), porcentaje de mazorca (Maz), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN) y ácido (FDA), digestibilidad in vitro (Div) y energía neta de lactancia (Enl). El análisis estadístico fue mediante parcelas divididas, la mayor el año y la chica el método. En FF y FS se presentaron diferencias ($P < 0.05$), el 2011 supero los rendimientos con 16,425 y 5,417 kg/ha, respectivamente. AP fue mayor ($P < 0.05$) en 2011 con 188 cm. Los porcentajes de mazorca entre los años fueron similares ($P > 0.05$). En los métodos de siembra, no hubo diferencias ($P > 0.05$), los rangos en FF fueron desde 11,579 hasta 12,237 kg/ha, en FS desde 3,650 hasta 3,740 kg/ha, AP desde 141 hasta 149 cm y mazorca desde 35.9 hasta 38.3 %. En calidad del forraje no hubo diferencias ($P > 0.05$), los rangos de PC fueron desde 9.4 hasta 9.7%, FDA y FDN desde 34 hasta 36.5 % y desde 60.5 hasta 63.9%, respectivamente, en Div de 75.8 hasta 77.7% y Enl desde 1.06 hasta 1.16 Mcal/kg. Los métodos de siembra a doble hilo no son una buena opción para incrementar el forraje de Cafime.

Palabras clave: Cafime, forraje, calidad, métodos de siembra

SUMMARY

The objective was to evaluate production and quality forage of Cafime in two planting methods. Experiment was carried out on INIFAP-Zacatecas, sowing were on July 13 and 15, 2010 and 2011 under randomized block design with three replication. Treatments were sown in single and twin rows. Variables measures were; fresh (FF) and dry (FS) forage, height plant (AP), ear percentage (Maz), crude protein (PC), neutral (FDN) and acid (FDA) detergent fiber, digestibility in vitro (Div) and energy of lactation (Enl). Statistic analysis was a split plot. FF and FS presented differences ($P < 0.05$), 2011 was highest with 16,425 y 5,417 kg/ha, respectively. AP was high ($P < 0.05$) in 2011 with 188 cm. Ear percentage was similar between years ($P > 0.05$). Planting methods did not present difference ($P > 0.05$), ranges in FF were from 11,579 to 12,237 kg/ha, in FS from 3,650 to 3,740 kg/ha, AP from 141 to 149 cm and ear from 35.9 to 38.3 %. Quality forage not showed difference ($P > 0.05$), ranges of PC were from 9.4 to 9.7%, FDA y FDN from 34 to 36.5 % and from 60.5 to 63.9%, respectively, Div from 75.8 to 77.7% and Enl from 1.06 to 1.16 Mcal/kg. Planting methods in twin rows they are not a good option to increase forage of Cafime

Keywords: Cafime, forage, quality, planting methods

Recibido: 7 de julio del 2020 Aceptado: 14 de octubre del 2020

Publicado como: ARTÍCULO CIENTÍFICO en Ciencia e Innovación 3(2): 661-668

INTRODUCCIÓN

En los sistemas de producción de forrajes, los componentes tecnológicos juegan un papel importante para lograr el éxito del cultivo. Actualmente el maíz es considerado uno de los cultivos más importantes para la ganadería debido a sus altos rendimientos de materia seca por hectárea (Núñez *et al.*, 2005). El estado de Zacatecas cuenta con un inventario bovino de 982,297 cabezas, de ellas el 91.4% se dedica a la producción de carne, predominando el sistema de producción extensivo. Este sistema se practica en 5.5 millones de hectáreas, las cuales en su mayoría se encuentran degradadas por el sobrepastoreo, por lo tanto, las unidades recurren a la producción de cultivos forrajeros para contrarrestar la deficiencia de forraje, sobre todo durante el periodo de sequía. Medina *et al.* (2001) mencionan que en Zacatecas existe una superficie óptima para la producción de maíz forrajero de 168,861 hectáreas y un subóptimo de 1,471,613 has. En el ciclo agrícola 2019 en Zacatecas se sembraron bajo condiciones de temporal 96,104 hectáreas, de ellas se reportaron el 24% siniestradas, siendo el primer lugar a nivel nacional (SIAP, 2019). Lo anterior se pudiera corregir al implementar las tecnologías o buenas practicas que se adapten a la región, una de ellas la elección de la variedad (Hernández *et al.* 2007), además de complementarlas con la densidad de plantas por hectárea y su adecuada distribución en el terreno (Reta *et al.*, 2000). Investigaciones mencionan que es posible el incremento del rendimiento por unidad de superficie mediante los arreglos topológicos diferentes a la siembra con el método tradicional de surcos a 76 cm de distancia en hilo sencillo (Reta *et al.* 2003, Osuna y Martínez, 2017). Sin embargo, en Zacatecas existe poca información del efecto de la distribución de las plantas en el lomo del surco sobre el rendimiento y calidad del forraje de la variedad Cafime. El objetivo del trabajo fue evaluar la producción y calidad del forraje de la variedad Cafime en dos años con dos métodos siembra en Zacatecas, México.

MATERIALES Y METODOS

Los experimentos se establecieron en los terrenos INIFAP-Campo Experimental Zacatecas, ubicado en las coordenadas geográficas de 102° 39' Longitud Oeste y 23°36' Latitud Norte a una altitud de 2192 msnm. La temperatura media anual es de 14.6 °C y la precipitación media es de 416 mm los cuales tres cuartas partes ocurren en el verano, alrededor de los 340 mm (Medina y Ruiz 2004). Durante el periodo de evaluación 2010 y 2011 la precipitación represento el 75 y el 66%, la cual estuvieron por debajo de la media, se reportaron 256 y 225 mm, respectivamente (Figura 1). Los experimentos se sembraron a tierra venida con la variedad CAFIME el 13 de julio del 2010 y el 25 de julio del 2011, ambos establecidos bajo un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones. Los tratamientos (T) a evaluar fueron dos métodos de siembra en surcos de 0.76 m de distancia, en T1 se sembró la semilla a hilo sencillo (siembra convencional) y T2 a doble hilo con separación de 6 cm entre hilos. La densidad de población fue de 40 a 45 mil plantas por hectárea y la dosis de fertilización aplicada fue de 40-40 al momento de la siembra (Medina *et al.* 2003). En el segundo año, el 12 de agosto se dio un riego de saturación al experimento, lo anterior debido a la ausencia de lluvias. La unidad experimental consto de seis surcos de 14 m de largo y 0.76 m de ancho. Se consideraron dos surcos centrales y 5 m de largo como parcela útil. Las variables a medir fueron; rendimiento de forraje fresco (FF) y seco (FS), altura de planta (AP), porcentaje de mazorca en planta (Maz), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN) y ácido (FDA), digestibilidad *in vitro* (Dig) y energía neta de lactancia (Enl). Para determinar FF se cortaron las plantas de la parcela útil y se pesaron con bascula de reloj. Posterior a esto se seleccionaron siete plantas al azar, de ellas se tomaron dos, se picaron completas de dos a cinco centímetros y se pesaron en verde. Con las cinco restantes se separó la mazorca, se picaron las partes por separado y se pesaron en verde. Todas las muestras se sometieron a una estufa a temper-

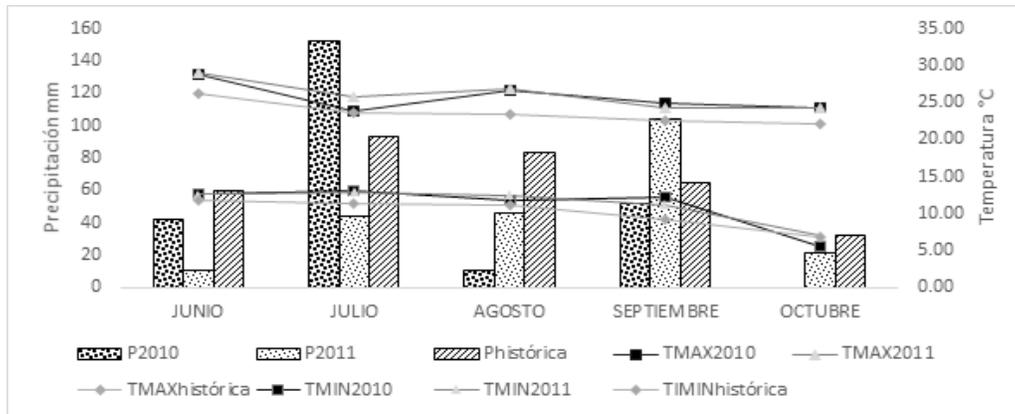


Figura 1. Precipitación mensual (mm) y temperaturas ($^{\circ}$ máximas y mínimas) acumuladas en el INIFAP-Campo Experimental Zacatecas en los años 2010 y 2012

atura de 60 $^{\circ}$ C hasta que llegaron a peso constante, al terminar se pesaron en seco. Con los pesos verdes y secos se determinó el porcentaje de materia seca. El rendimiento de forraje seco por hectárea se calculó a partir de la producción de forraje verde y el porcentaje de materia seca de las muestras. La altura de planta se obtuvo con un estadal, midiendo las plantas desde el suelo hasta la punta de la espiga. El porcentaje de mazorca se determinó con los pesos secos de las cinco plantas donde se separó el componente (Maz). Las muestras de las dos plantas que fueron picadas, se procesaron en un molino Willy con una criba de un milímetro. Después se enviaron a la compañía Fogasa en Aguascalientes, para determinar su análisis nutricional mediante el NIRS[®] (Near Infrared Reflectance Spectroscopy), las variables a utilizadas fueron, PC, FDA, FDN, Div y ENI. Con la finalidad de observar la posible interacción año*método de siembra, los análisis estadísticos se realizaron mediante parcelas divididas, considerando la parcela mayor el año de evaluación y la parcela chica el método de siembra, los procedimientos fueron con PROC MIXED del paquete estadístico SAS (SAS, 2011)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la producción del forraje fresco y seco se presentaron diferencias ($P < 0.05$), el año 2011 superó los rendimientos con 16,425 y 5,417 kilogramos por

hectárea, respectivamente. También la altura de planta fue mayor ($P < 0.05$) en el 2011, reportó un porte de 188 cm. Los porcentajes de mazorca entre los años no fue diferente ($P > 0.05$), se observaron rangos medios desde 36.5 hasta 37.6 %. En los métodos de siembra, no se diferencias ($P > 0.05$) entre las variables determinadas, se observaron rangos en FF desde 11,579 hasta 12,237 kg/ha, en FS desde 3,650 hasta 3,740 kg/ha, AP desde 141 hasta 149 cm y en acumulación de mazorca en planta desde 35.9 hasta 38.3 % (Cuadro 1).

Aunque las temperaturas durante el crecimiento y desarrollo del cultivo en los dos años estuvieron dentro del óptimo (entre 10 $^{\circ}$ y 28 $^{\circ}$), la precipitación fue inferior a los 400 mm que se mencionan en el uso consultivo de maíz y aun menor a los 300 mm que se reportan como valores extremos (Ruiz *et al.*, 2013), además que estos años fueron considerados secos debido a que no lograron asemejarse al histórico (Figura 1). Lo anterior provocó que en el 2010 las plantas no lograran su mejor desarrollo, la cual se reflejó en la altura, los resultados obtenidos fueron inferiores a los 155 cm reportados en condiciones de precipitación óptimas (Luna *et al.*, 2005). Además de la altura, la producción de forraje tendió a disminuir en este mismo año, no se lograron superar las 2 ton también el forraje seco afectó que reporta el potencial medio de maíz en Zacatecas (Medina *et al.*, 2003). Con el riego de auxilio que se dio en el 2011,

Cuadro 1. Producción de forraje verde y seco, altura de planta y porcentaje de mazorca de maíz Cafime evaluada en INIFAP- Zacatecas

	FF	FS	AP	Maz
Año	(kg/HA)	(Kg/ha)	(cm)	(%)
2010	7,390 b	1,973 b	101 b	36.5 a
2011	16,425 a	5,417 a	188 a	37.6 a
Método de siembra				
Sencillo	12,237 a	3,740 a	149 a	38.3 a
Doble	11,579 a	3,650 a	141 a	35.9 a
Año*met	0.536	0.645	0.819	0.432

FF= Forraje fresco; FS= Forraje seco; AP= Altura de planta; Maz= porcentaje de mazorca; Año*met=interacción año-metodo

se lograron rendimientos similares los reportados bajo condiciones de temporal en dos localidades del estado de San Luis Potosí (Loredo *et al.*, 2007). Los porcentajes de mazorca obtenidos en este estudio son inferiores (45 - 60%) a los materiales utilizados para lograr un forraje de buena calidad (Núñez *et al.*, 2010)

En el presente trabajo la siembra a doble hilera con distinto acomodo de plantas en el borde del surco no mostro algún efecto en las variables observadas, al igual que en un estudio bajo condiciones de temporal donde sembraron la variedad Cafime en hilo sencillo comparado con camas de 1.6 m de ancho con cuatro hileras y 90 mil plantas por hectárea (Osuna y Martínez, 2017). Sin embargo, las camas de 1.6 m con tres hilos en condiciones de temporal incrementaron superaron el rendimiento de forraje seco con la variedad VS-209 (Osuna *et al.*, 2015)

En las características nutricionales del forraje de Cafime no se observaron diferencias estadísticas ($P>0.05$), tanto entre los años de evaluación como en los métodos de siembra. Se presentaron rangos de PC desde 9.4 hasta 9.7%, acumulaciones de FDA y FDN desde 34 hasta 36.5 % y desde 60.5 hasta 63.9%, respectivamente. En la digestibilidad *in vitro* los rangos fueron desde 75.8 hasta 77.7% y en Enl

los valores oscilaron desde 1.06 hasta 1.16 Mcal/kg.

El porcentaje de proteína cruda de este estudio fue superior a los rangos (6.37 a 8.28 %) de materiales o híbridos utilizados para la producción de leche en la región lagunera, por otro lado, se encuentran en los rangos de acumulación de FDN, FDA y Div, pero son inferiores a los rangos de Enl (Núñez *et al.*, 2010). Sin embargo, nuestros resultados difieren a los observados en Cafime bajo condiciones de temporal en Sandoval, Aguascalientes, ya que Osuna y Martínez (2017) reportaron en densidades de población similares a este estudio, acumulaciones de PC de 12.9%, 51.44 de FDN y 25.68 de FDA. En ambos trabajos donde se utilizó Cafime, los rangos de PC superan a los materiales de la región lagunera.

Respecto a los métodos de siembra en condiciones de temporal, las camas de 1.6 m con 4 hileras y 96 plantas disminuyeron el contenido de PC en el forraje de Cafime (Osuna y Martínez, 2017). En condiciones de riego, la calidad del forraje aun no es mejorada por surcos sencillos a 0.6 m, surcos dobles a 0.8 y 0.9 m (Reta *et al.*, 2000). Sin embargo, Reta *et al.*, (2003) mencionaron que con surcos estrechos de 0.38 y 0.5 m, así como surcos dobles a 1 m de distancia, se incrementa hasta un 32% el rendimiento de grano en maíz. Con lo anterior, es necesario

Cuadro 2. Características nutricionales de la variedad Cafime evaluada en diferentes métodos de siembra en INIFAP-Zacatecas.

Año	PC (%)	FDA (%)	FDN (%)	Div (%)	Enl (Mcal/kg)
2010	9.4 a	34.1 a	60.5 a	77.0 a	1.16 a
2011	9.7 a	36.5 a	63.9 a	75.8 a	1.06 a
Método de siembra					
Sencillo	9.5 a	36 a	63.4 a	75.2 a	1.08 a
Doble	9.6 a	34 a	61.0 a	77.7 a	1.13 a
Año*met	0.522	0.386	0.41	0.86	0.58

PC=Proteína cruda; FDA= Fibra detergente ácido; FDN=Fibra detergente neutro; Div= Digestibilidad in vitro; Enl=Energía neta de lactancia; Año*met= interacción año-método.

continuar con la investigación de arreglos topológicos en conjunto con otras variedades de maíz bajo condiciones de temporal, ya que, de lograr un incremento de grano, se pudiera aumentar la producción de leche en vacas Peña *et al.* (2002).

Con los resultados anteriores, es recomendable continuar con la siembra convencional para la producción de forraje en verano-otoño, hasta que exista información de variedades, métodos de siembra y densidad de poblaciones que logren una mejora en el forraje de maíz en temporal.

CONCLUSIONES

La acumulación total de la precipitación en los dos años de evaluación estuvo por debajo del histórico, en el 2011 un riego suplementario a fechas tempranas logró aumentar más del 200% la producción de forraje.

En los métodos de siembra, los surcos de 0.76 m con doble hilo no son una buena opción para incrementar el forraje de la variedad Cafime, por lo tanto, para el uso de esta variedad en Zacatecas se recomienda continuar con lo convencional y no adquirir, ni modificar sembradoras para sembrar a doble hilo.

LITERATURA CITADA

Hernández, A.J.A., Rosales, N.C., Beltrán, L.S., Lore-

do, C. Loredó. (2007). Variedades de forrajes anuales para temporal en el altiplano y zona media de San Luis Potosí. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental San Luis Potosí. Folleto para productores No.44 San Luis Potosí, México.19p

Loredó, O.C., Beltrán, L.S. y Peña del Río, M.A. (2007). Uso de biofertilizantes para la producción de maíz forrajero en condiciones de temporal. Folleto científico No.2 Campo Experimental San Luis CIRNE-INIFAP. San Luis Potosí, S.L.P. México. 60 P

Luna, F.M., Gutiérrez, S.J.R., Peña, R.A., Echavarría, Ch. F.G. y Martínez, G.J. (2005). Comportamiento de variedades precoces de maíz en la región semiárida y árida del Centro-Norte de México. *Rev Fitotec Mex* 28(1), 39-45

Medina, G.G., Salinas, G.H., y Rubio, A.F. (2003). Potencial productivo de especies forrajeras en el estado de Zacatecas. 1er ed. Zacatecas México. 2001:68

Medina, G.G. y Ruiz, C.A. (2004). Estadísticas climatológicas básicas del estado de Zacatecas. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC. INIFAP. Libro técnico No. 3. 40-41p

Melchor, M.R. y Alarcón, A. (2005). Manejo de la

- densidad y la fertilización nitrogenada para mejorar la productividad del maíz dulce. *Revista Pilquen* 7, 1-6.
- Núñez, H.G., Faz, C.R., González, C.F., y Peña, R.A. (2005). Madurez de híbridos de maíz a la cosecha para mejorar la producción y calidad del forraje. *Tec Pecu Méx* 43(1), 69-78
- Núñez H.G., Payan, J.A., Peña, R.A., González, C.F., Ruiz, C.O., Arzola C. (2010). Caracterización agronómica y nutricional de forraje de variedades de especies anuales en la región norte de México. *Rev Mex Cienc Pecu* 1:85-98
- Osuna, C.E.S., Arias, Ch, L.E., Núñez, H.G. y González, C.F. (2015). Producción de forraje de temporal con estiércol bovino y captación de agua en siembra a triple hilera. *Rev Mex Cienc Agric.* 8(12), 1743-1756
- Osuna, C.E.S. y Martínez, G.M.A. (2017). Rendimiento y calidad del forraje del maíz y sorgo de temporal a cuatro y seis hileras en Aguascalientes, México. *Rev Mex Cienc Agric* 8(6), 1259-1272
- Peña, R.A., Núñez, H.G. y González, C.F. (2002). Potencial forrajero de maíz y relación entre atributos agronómicos con la calidad. *Tec Pecu Méx* 40(3),215-228
- Reta, S.D.G., Gaytán, M.A, y Carrillo, A.J.S. (2000). Respuesta del maíz para ensilaje a métodos de siembra y densidades de población. *Rev Fitotec Mex* 23, 37-48.
- Reta, S.D.G., Gaytán, M.A, y Carrillo, A.J.S. (2003). Rendimiento y componentes del rendimiento de maíz en respuesta a arreglos topológicos. *Rev Fitotec Mex* 26(2), 75-80
- Ruiz C., J.A., Medina G.G., González A.I.J., Flores L. H.E., Ramírez O. G., Ortiz T.C., Byerly M.K.F. y Martínez P.R.A. (2013). Requerimientos agroecológicos de cultivos. Libro Técnico Núm. 3. Segunda Edición INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias--CIRPAC-Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. 523 P.
- SAS. User Guide. Statistical Analysis System. Inc. Cary, NC. versión 9.1. 2011
- Servicio de Información Agroalimentario y Pesquera (SIAP). Anuario estadístico de la producción agrícola. 2019