

Efecto de fertilizante orgánico en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la Región Altos Sur de Jalisco

Efeito do fertilizante orgânico no cultivo de milho (*Zea mays* L.) na Região Altos Sur de Jalisco

Effect of organic fertilizer on the cultivation of maize (*Zea mays* L.) in the Altos Sur Region of Jalisco

DOI: 10.34188/bjaerv9n2-126

Submitted: Mar 20th, 2026

Approved: Apr 2nd, 2026

Santiago Ruiz-Ramírez*

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro de Investigación Regional Pacífico Centro, Campo Experimental Jalisco, México

Correo electrónico: ruiz.santiago@inifap.gob.mx

Alberto Ramírez-González

Investigador independiente, Licenciado en Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México

Correo electrónico: betoramirezg@gmail.com

RESUMEN

El objetivo fue evaluar diferentes manejos agronómicos, mediante combinaciones de fertilizaciones e impactando en los rendimientos y fenología en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). La investigación se realizó en la Región Altos Sur de Jalisco, en condiciones de campo durante el ciclo primavera/verano 2025/2025. Se utilizó semilla de grano blanco Var. P3164W. Los tratamientos utilizados fueron: tratamiento 1 fertilización tradicional (test), tratamiento 2. V-Forte + urea (VF+Q) y tratamiento 3. V-Forte (Vforte). El estudio se manejó mediante un diseño completamente al azar con dos repeticiones. Las variables utilizadas corresponden a variable a característica fenotípica altura de la planta (AP), rendimiento en materia verde (RMV) y rendimiento en materia seca (RMS). Se obtuvo análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). Se observó diferencias estadísticas altamente significativas ($P \leq 0.01$) en las variables AP y RMV, respecto a los tratamientos. Se concluye que los productos a base de componentes de origen marino, orgánicos y de manera foliar tienen un efecto positivo fenotípicamente y en el rendimiento (materia verde y seca) del cultivo de maíz.

Palabras clave: *Zea mays* L., manejo agronómico, rendimiento

RESUMO

O objetivo foi avaliar diferentes manejo agrônômicos, por meio de combinações de fertilização, e seu impacto nos rendimentos e na fenologia do cultivo de milho (*Zea mays* L.). A pesquisa foi realizada na Região Altos Sur de Jalisco, em condições de campo, durante o ciclo primavera/verão de 2025/2025. Utilizou-se semente de grão branco da variedade P3164W. Os tratamentos utilizados foram: tratamento 1 – fertilização tradicional (test), tratamento 2 – V-Forte + ureia (VF+Q) e

* Autor de correspondencia

tratamento 3 – V-Forte (Vforte). O estudo foi conduzido mediante um delineamento completamente aleatório com duas repetições. As variáveis utilizadas correspondem às características fenotípicas altura da planta (AP), rendimento em matéria verde (RMV) e rendimento em matéria seca (RMS). Realizou-se análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Observaram-se diferenças estatísticas altamente significativas ($P \leq 0,01$) nas variáveis AP e RMV, em relação aos tratamentos. Conclui-se que os produtos à base de componentes de origem marinha, orgânicos e de aplicação foliar têm um efeito positivo fenotipicamente e no rendimento (matéria verde e seca) do cultivo de milho.

Palavras-chave: *Zea mays* L., manejo agrônômico, rendimento

ABSTRACT

The objective was to evaluate different agronomic management practices, through combinations of fertilization, and their impact on yield and phenology in maize (*Zea mays* L.). The research was conducted in the Altos Sur region of Jalisco, Mexico, under field conditions during the 2025/2025 spring/summer growing season. White corn seed, variety P3164W, was used. The treatments were: treatment 1, traditional fertilization (test); treatment 2, V-Forte + urea (VF+Q); and treatment 3, V-Forte (Vforte). The study employed a completely randomized design with two replications. The variables analyzed were phenotypic characteristics: plant height (PH), green matter yield (GML), and dry matter yield (DML). Analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test ($P \leq 0.05$) were performed. Highly significant statistical differences ($P \leq 0.01$) were observed in the AP and RMV variables with respect to the treatments. It is concluded that products based on marine-derived, organic components, applied as a foliar spray, have a positive phenotypic effect and improve the yield (green and dry matter) of the maize crop.

Keywords: *Zea mays* L., Agronomic management, yield

1 INTRODUCCIÓN

A fin de minimizar los riesgos respectó a nutrición de cultivo y obtener adecuados rendimientos, una de las opciones a considerar es la utilización de fertilizantes orgânicos, siendo, mas amigables con el ambiente y suelos, que los productos convencionales, siendo una tendencia la práctica de la agricultura orgânica, aumentando los rendimientos del cultivo de maíz (Puscan & Oliva, 2017).

Existen diferentes condiciones productivas, en las distintas regiones del país que producen par producción de grano y forraje, esto se refleja en la tecnología utilizada (material genético, riego, maquinaria e implementos), impactando en los rendimientos superando la media nacional (4.28 t ha⁻¹) (SIAP, 2024) en comparación con productores que usan sistemas tradicionales.

A nível nacional, mas de 6.7 millones de hectareas sembradas en el año 2025, con una producción de mas de 18.9 millones de toneladas de grano, y con rendimiento promedio de 3.52 t ha⁻¹ como media nacional. Respecto a la producción de forraje em verde en el estado de Jalisco para el 2025, se sembraron, mas de 121 mil hectraeas, obteniendo 2.8 millones de toneladas y 25.61 t ha⁻¹

¹ como media nacional de producción de forraje en verde, para el distrito lagos de moreno que incluye altos norte y altos sur de Jalisco (SIAP, 2026).

La región Altos Norte y sur de Jalisco se caracteriza por el desarrollo de sistemas de ganadería en leche, carne (pollo, cerdo y ovino) y huevo, siendo una zona de importancia en proteína de origen animal, esto nos conlleva a aumentar los rendimientos en grano y forraje en verde y seco o tipos de forraje (Gutiérrez *et al.*, 2023), es por ello que, en el presente trabajo se incluyen practicas de manejo agronómico amigables con el ambiente vs los productos tradicionales urea (46-00-00), fosfato diamónico o DAP (18-46-00), así como combinaciones, específicamente en nutrición del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), uno de los productos usados fue el V Forte esta enriquecido con componentes de origen marino, aporta minerales y aminoácidos poseen macromoléculas y grupos amino, proporciona microelementos como nitrógeno, además favorecen el control de patógenos y nematodos que parasitan los cultivos, con ventajas competitivas en incremento de rendimiento, reducción en la contaminación ambiental y producir alimentos más inocuos con menos riesgo para el consumo humano, a lo anterior se suma la disminución de costos de producción, adicionando bacterias fijadoras de nitrógeno contribuyendo así en el mejor desarrollo del cultivo y aprovechando en mayor medida el nitrógeno adicionado o presente en la tierra donde se cultiva. Es por ello que el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar diferentes manejos agronómicos, mediante combinaciones de fertilizaciones e impactando en los rendimientos y fenología en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.).

2 MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. el presente trabajo de investigación se realizó en la Región Altos Sur de Jalisco, en condiciones de campo durante el ciclo primavera-verano 2025/2025. Material genético. Se utilizó semilla de maíz (*Zea mays* L.) grano blanco Var. Pioneer P3164W. Los tratamientos utilizados fueron los siguientes: se utilizarán un total de tres tratamientos, siendo el T1 el testigo, ya que se aplicó la fertilización química tradicional (fosfato diamónico DAP + Urea), en el T2 se utilizó V-Forte + urea, V Forte es un fertilizante líquido con alto contenido de Nitrógeno amoniacal, nitrógeno nítrico y nitrógeno procedente de aminoácidos libres, Fosforo, Potasio (K₂O), Azufre, y microelementos quelatados a base moléculas orgánicas y microelementos altamente solubles para aplicación foliar. Y finalmente el T3 se aplicó V-Forte (cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos utilizados y su respectivo identificador (ID).

Tratamientos	ID
T1. Fertilización tradicional	Test
T2. V-Forte + urea	VF+Q
T3. V-Forte	Vforte

VF: V-Forte, Q: fertilizante químico, test: testigo, ID: identificador para el paquete estadístico.

Manejo agrônômico. T1 se aplicó una fertilización base a la siembra de 200 Kg de DAP (fosfato di amónico, 18-46-00), 30 días después de la siembra (DDS) 200 Kg de urea (46-00-00), y segunda aplicación de urea a los 45 DDS 200 Kg de urea, aplicación mecánica. Para el T2 se utilizó fertilizante V-Forte + urea se aplicó a los 30 DDS 200 Kg de urea, una segunda aplicación de 200 Kg de urea a los 45 DDS, el fertilizante V-Forte consto de tres aplicaciones en diferentes etapas fenológicas del cultivo, la etapa 1, en 36 DDS, etapa 2 a los 58 DDS y la etapa 3 se realizó a los 79 días DDS, la dosis fue un litro de V-Forte en 30 litros de agua y la aplicación foliar con uso de dron. T3 la aplicación de V-Forte se realizó en las mismas etapas y dosis que el T2. Sin embargo en las diferentes etapas del cultivo se presentaron y controlaron plagas y malezas, utilizando productos preemergentes, selectivos y de contacto en el caso de malezas y el control de plagas acorde a el tipo y a una densidad de siembra de 85 mil Semillas por hectarea.

Variables a evaluar. Característica fenotípica altura de planta (AP) esta se tomo desde las base del tallo hasta la ramificación de la espiga, se reporto en centímetros (cm), así mismo se reportaron variables de rendimiento en materia verde (RMV) en $t\ ha^{-1}$ para estimar el rendimiento de forraje de maíz en las parcelas se ubicaron 5 puntos de muestreo con distribución en “cinco de oros”, para evitar efecto de orilla, cada punto de muestreo se localizó por lo menos 15 m dentro de la parcela. En cada uno de los cinco puntos de muestreo se cosecharán y pesarán el total de plantas de 10 metros lineales por surco, se realizó en etapa grano dentado entre $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ de avance en la línea de leche en grano, con un promedio de 34% de materia seca con una altura de corte será a 20 cm del suelo (Flores et al., 2011). y rendimiento en materia seca (RMS) en $t\ ha^{-1}$. Se tomó una muestra al azar de cinco plantas, las cuales se pesarán, picarán y mezclarán, para una sub-muestra de 1 kg que se sometió a una estufa de aire forzado a 60°C hasta alcanzar peso constante, el rendimiento de materia seca por hectárea se determinará a partir de la producción de forraje en verde y el porcentaje de materia seca a la cosecha.

Análisis estadístico. La información obtenida de cada una de las variables estudiadas, se analizó con el programa estadístico R-Studio (R, 2025), se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con dos repeticiones, se realizó análisis de varianza (ANOVA) y en las variables respuesta, donde se observó diferencia estadística significativa se hizo una comparación de medias (Tukey $P \leq 0.05$).

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 CARACTERÍSTICA FENOTÍPICA Y DE RENDIMIENTO

En el cuadro 2, se observa el análisis de varianza (ANOVA) de las variables en estudio con respecto a los tratamientos, se demuestra en el ANOVA que existen diferencias estadísticas altamente significativas ($P \leq 0,01$), para las variables altura de planta (AP) y rendimiento en materia verde (RMV), mientras que la variable rendimiento en materia seca (RMS), no muestra significancia es decir todos los tratamientos son estadísticamente iguales, además, los coeficientes de variación muestran valores confiables 1.25 % para AP, RMV con 5.01 % y 14.51 % en RMS, mostrando relación con los resultados de significancia.

Cuadro 2. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza para cada una de las variables en maíz.

FV	GL	AP cm	RMV t	RMS t
Tratamientos	2	2.33**	0.08**	6.56 ^{ns}
C.V. (%)		1.25	5.01	14.51

** : altamente significativa ($P \leq 0,01$), FV: fuente de variación, GL: grados de libertad, ns: no significativo, AP cm: altura de la planta en centímetros, RMV t: rendimiento en materia verde en toneladas, RMS t: rendimiento en materia seca en toneladas.

3.2 COMPARACIÓN DE MEDIAS VARIABLE FENOTÍPICA Y DE RENDIMIENTO

Los resultados anteriores de análisis de varianza, mostraron diferencias estadísticas, lo que nos permite realizar las pruebas de comparación de medias por el método Tuckey, lo anterior en el cuadro 3 observamos los resultados de la comparación de medias de las variables evaluadas respecto a los tratamientos utilizados, siendo mejor el tratamiento Vforte en las variables AP cm y RMV t, respecto al testigo (test) y mientras que la Variable RMS t no existe diferencia entre los tratamientos, lo que nos indica que todos pertenecen a un grupo, sin embargo, es una diferencia mínima significativa con un rango aceptable, lo que implica que numericamente si tenemos diferencias, siendo el mejor el tratamiento Vforte con 29.76 t ha⁻¹, seguido de VF+Q y test con rendimientos de materia seca de 25.03 t ha⁻¹ y 21.16 t ha⁻¹ respectivamente.

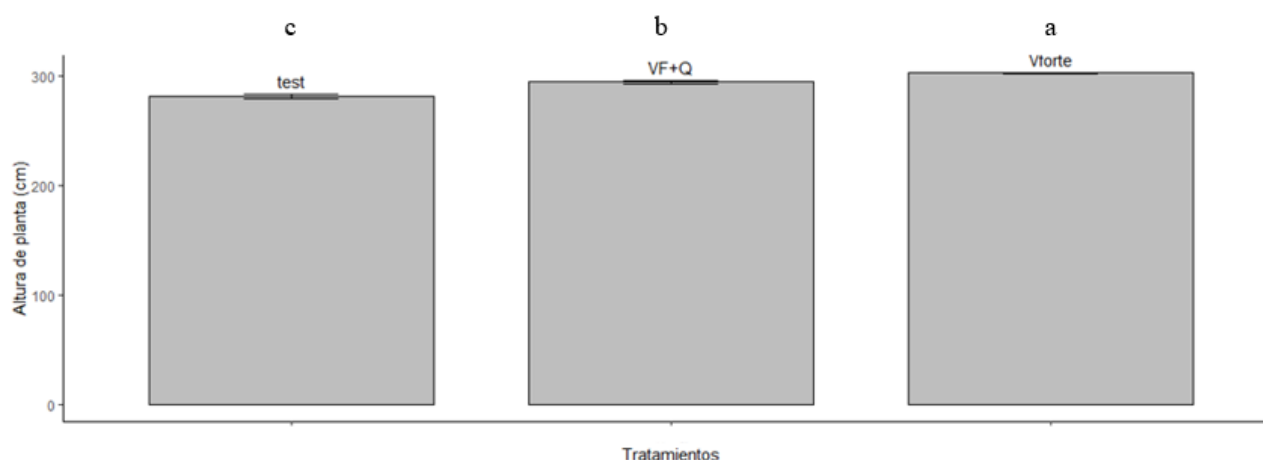
Cuadro 3. Comparación de medias de las variables, respecto a los tratamientos.

Tratamientos	Variables		
	AP cm	RMV t	RMS t
Vforte	302.50 a	80.90 a	29.76 a
VF+Q	294.00 b	77.16 b	25.03 a
test	281.50 c	61.70 c	21.16 a
DMS	6.38	1.20	10.70

VF: V-Forte, Q: fertilizante químico, test: testigo, DMS: diferencia mínima significativa, AP cm: altura de la planta en centímetros, RMV t: rendimiento en materia verde en toneladas, RMS t: rendimiento en materia seca en toneladas. Valores en la misma hilera para cada fuente de variación, seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes (Tukey, $P \leq 0,05$).

En las figuras observamos que el tratamiento 3 (Vforte) supera los rendimientos de maíz en materia verde (figura 2) y numericamente en materia seca (figura 3), lo que nos indica que dicho tratamiento influye en la variable fenotípica (AP) (figura 1) y rendimiento, como lo menciona Puscan & Oliva (2017) en su trabajo de investigación. Así mismo, los resultados positivos obtenidos por Rodríguez-Perez *et al.* (2025), en forraje verde, forraje seco y altura de la planta en un trabajo realizado en la region semirarida en el sur del estado de Sonora, utilizando maíz amarillo, obteniendo, mas cantidad de biomasa.

Figura 1. Comparación de medias en altura de planta, respecto a los tratamientos.



Tanto la altura de planta (figura 1) como la producción de biomasa figura 2 y 3 (Thapa *et al.*, 2018), representada en forma de peso de materia seca, pueden ser indicadores utilizados en la evaluación de la eficacia de tratamientos (Serna *et al.*, 2011; Ospina *et al.*, 2011). Además del punto óptimo para el ensilado, representado por la materia seca a la cosecha (Guyader *et al.*, 2018).

Figura 2. Comparación de medias en rendimiento de materia verde, respecto a los tratamientos.

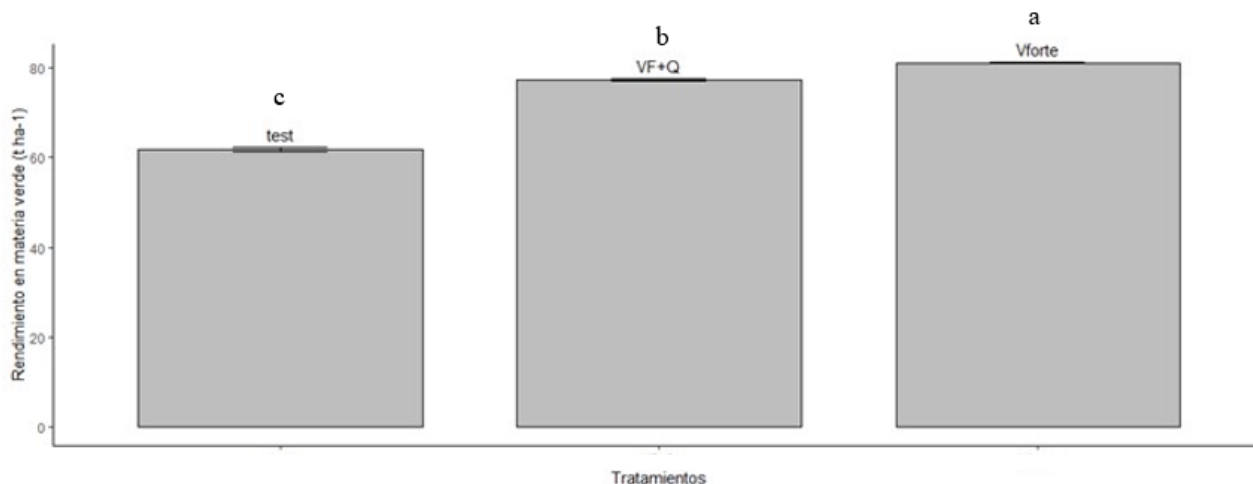
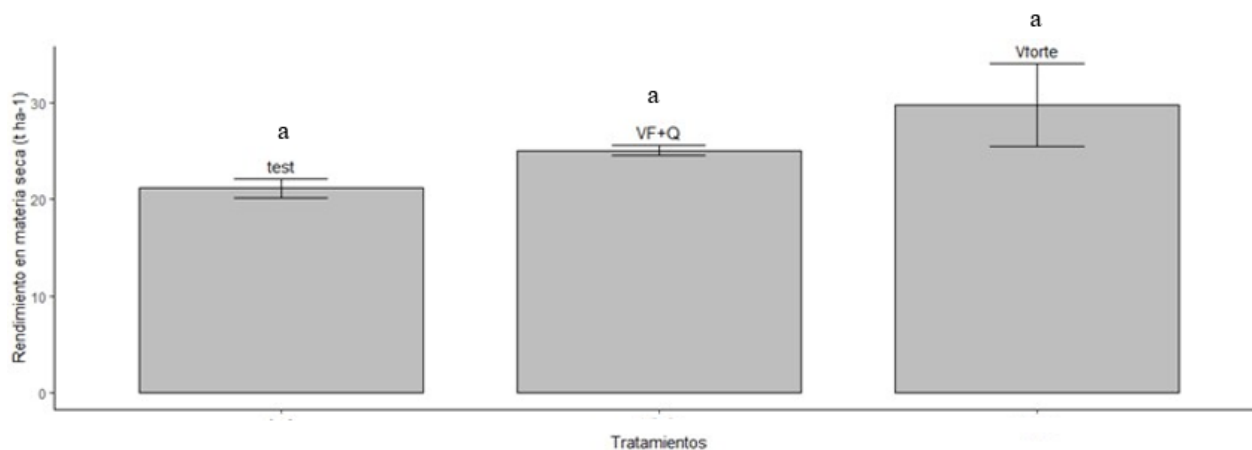


Figura 3. Comparación de medias en rendimiento de materia seca, respecto a los tratamientos.



En estado lechoso-masoso, la planta concentra el nivel, mas alto de reservas para el llenado del grano, es decir, que la cantidad de materia seca es mayor en el forraje en esta etapa, comparada con la etapa de madurez fisiológica (Wang *et al.*, 2021). La etapa fenológica para la cosecha de forraje es un factor determinante (González et al., 2006). La producción de grano, forraje en verde y seco, depende de las condiciones climáticas (Cervantes, 2018a; Below, 2020), zonas de producción, genotipo seleccionado (MacRobert *et al.*, 2015), manejo agronómico (Cervantes, 2018b) incluyendo la densidad (Delgado, 2016), coincidiendo con López-Jara *et al.* (2025), refiriéndose que la producción de forraje en las especies varías con respecto a la temperatura durante el desarrollo del ciclo vegetativo. Sin embargo, las tecnologías generadas deben ser acorde a las condiciones ambientales de cada región, esto puede contribuir a incrementar la producción sostenida y rentable, como es el caso de estudio de maíz en La Frailesca, Chiapas (Gómez et al., 2021).

Finalmente dichos resultados coinciden con lo obtenido y mencionado en sus conclusiones por los autores Lopez *et al.* (2025), mostrando buen desempeño en diferentes sistemas de cultivo donde, uno de ellos es la combinación de la fertilización química con la fertilización orgánica, trabajo realizado en la region Altos de Jalisco.

4 CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos, nos muestran una respuesta favorable en productos a base de componentes de origen marino, orgánicos y mediante aplicaciones foliares, de las combinaciones de manejo agronómico respecto a fertilización, se obtuvo un efecto positivo fenotípicamente y en el rendimiento de materia verde, sin embargo en la característica de materia seca no hubo diferencias significativas, en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.).

Se lograron los mejores resultados con el tratamiento 3 V-Forte sin combinación alguna, sin embargo se puede reducir el uso de químicos, al combinarlo con macronutrientes en este caso urea y dap (tratamiento 2).

La limitación del presente es que se reporto un ciclo de cultivo y se recomienda para futuros trabajos expandir los ensayos en los Altos de Jalisco que comprende (Altos Norte y Altos Sur), así como agregar variables organolépticas.

REFERENCIAS

Below, F. L. (7). Maravillas del Alto Rendimiento en Maíz. Parte II: Cultivo Anterior, Densidad de Población, Labranza y Reguladores de Crecimiento. | Intagri SC [Internet]. México: Foro INTAGRI de alta productividad del maíz; 2020 [cited 20/04/2026] p. 6.

Cervantes, M. J. E. (2018) a. Los 10 Componentes Tecnológicos Más Importantes en la Producción de Maíz de Alto Rendimiento. Serie Cereales, Núm. 43. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p.

Cervantes, M. J. (2018) b. Manejo Agronómico para la Producción de Maíz de Alto Rendimiento. *intagri*, 14-17.

Delgado, R. J. 2016. Fundamentos del sistema de siembra en surco angosto en el cultivo de maíz. Serie Cereales, Núm. 16. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p.

Flores L. H. E., Paredes M. R., Ruvalcaba G. J. M., De la Mora O.C., Pérez D. J.F., Ireta M. J. 2011. Metodología para la evaluación del valor agregado del programa de maíz de alto rendimiento (PROEMAR) 2010 en Jalisco y Guanajuato. Libro Técnico Núm. 2. Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos Jalisco, México. 162 p.

González-Castañeda, F., Peña-Ramos, A., & Núñez-Hernández, G. (2006). Etapas de corte, producción y calidad forrajera de híbridos de maíz de diferente ciclo biológico. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 29(Especial_2), 103-103.

Gómez, R. C., Íñiguez, P. C., Zambrano, J. P. T., Hernández, F. G., Pinto Ruíz, R., Roblero, J. U. A., & Pereyra, R. C. (2021). Generación de tecnología para la producción de maíz de riego en la frailesca, Chiapas, México. I. Análisis agronómico. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 4(3), 4208-4228.

Gutiérrez-León, F. A., Artos-García, R. B., & Portilla-Narvaez, A. R. (2023). Influencia del método de secado (horno con convección vs horno microondas), sobre la composición nutricional de diferentes forrajes. *Revista Politécnica*, 19(37), 111-118.

Guyader, J., Baron, V. S., & Beauchemin, K. A. (2018). Corn forage yield and quality for silage in short growing season areas of the Canadian prairies. *Agronomy*, 8(9), 164.

López-Jara, A. G., Reta-Sánchez, D. G., Santana, O. I., Reyes-González, A., Rodríguez Hernández, K., Granados-Niño, J. A., ... & Sánchez-Duarte, J. I. (2025). Rendimiento de forraje y valor nutritivo del ensilado de forrajes alternativos y tradicionales de otoño-invierno. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 16(1), 208-223.

López, H., Acuña, I., Ramírez, S., & Vega, H. (2025). Efecto del clima y manejo agronómico sobre el rendimiento de forraje de maíz de temporal en los Altos de Jalisco, México. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research* y *υπεδუმελι: South Florida publishing llc*, 8(1), e78428.

MacRobert, J. F., Setimela, P., Gethi, J., & Worku, M. (2015). Manual de producción de semilla de maíz híbrido. *Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México*.

Ospina, J., Vanegas, H., & Polanía, F. (2011). Evaluación de la producción de biomasa de maíz en condiciones del trópico colombiano. *Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y leguminosas-FENALCE*.

Puscan, A. K. C., & Oliva, M. (2017). Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento de variedades de maíz amiláceo (*Zea mays* L.) en Quipachacha, distrito Levanto, Chachapoyas–Amazonas. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 1(3), 44-52.

R Core Team (2025). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. R version 4.5.1 (2025-06-13 ucrt) <<https://www.R-project.org/>>.

Rodríguez-Perez, G., Avila-Perches, M. A., Flores-Reyes, M. I., Mayek-Pérez, N., Quintana-Camargo, M., & Gámez-Vázquez, A. J. (2025). Alternativas de cultivo para la producción de forraje en el sur de Sonora. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 16(8).

Serna López, C., Trujillo Cárdenas, L. A., & Urrea Gómez, R. (2011). Respuesta del maíz (*Zea mays* L.) a la aplicación edáfica de NPK en un andisol de la región centro-occidente de Caldas.

SIAP. 2024. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Servicio de Información Agrícola y Pecuaria. Recuperado de: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> Fecha de consulta: 28/11/25.

SIAP. 2026. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Servicio de Información Agrícola y Pecuaria. Recuperado de: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> Fecha de consulta: 20/04/26.

Thapa, R., Poffenbarger, H., Tully, K. L., Ackroyd, V. J., Kramer, M., & Mirsky, S. B. (2018). Biomass production and nitrogen accumulation by hairy vetch–cereal rye mixtures: A meta-analysis. *Agronomy Journal*, 110(4), 1197-1208.

Wang, F., Xie, R., Ming, B., Wang, K., Hou, P., Chen, J., & Li, S. (2021). Dry matter accumulation after silking and kernel weight are the key factors for increasing maize yield and water use efficiency. *Agricultural Water Management*, 254, 106938.