

Efecto del estiércol y yeso agrícola sobre el rendimiento y composición química del maíz forrajero (*Zea mays*)



Colaboración

Rocío Aidé Carrasco Rubio; Manuel Ismael Mata Escobedo, Tecnológico Nacional de México / Campus Valle del Guadiana Esperanza Herrera Torres, Universidad Juárez del Estado de Durango; Darío Cisneros Arreola; Merit Cisneros González, Tecnológico Nacional de México / Campus Valle del Guadiana

Fecha de recepción: 16 de febrero de 2022

Fecha de aceptación: 28 de noviembre de 2022

RESUMEN: Se evaluó rendimiento y composición química del forraje de maíz durante dos ciclos, 2020 y 2021, con la aplicación de combinaciones de estiércol bovino y yeso agrícola. Las dosis fueron: 0, 40, 80, 120 y 160 kg•ha⁻¹ de estiércol; 0, 80 y 160 kg•ha⁻¹ de yeso. Los datos obtenidos del rendimiento, composición química y digestibilidad se analizaron con ANOVA para un diseño completamente al azar. En el Ciclo 2020, el RBMV, RBMS y la altura fueron diferentes entre los tratamientos ($p < 0.05$). Además, la DIVMS fue diferente entre tratamientos ($p < 0.05$). Durante el Ciclo 2, el mayor rendimiento se obtuvo en el T8 tanto en RBMV como en RBMS ($p < 0.05$). También se registró un aumento del 28% ($p < 0.05$) en la DIVMS con respecto a T1 cuando se aplicó solo estiércol. Las concentraciones de C, MO, PC, EE, FDN y FDA fueron diferentes entre tratamientos ($p < 0.05$) en el ciclo 2021. La precipitación pluvial observada fue mayor en 104.2 mm durante ciclo 2021, lo cual promovió un aumento en el RBMV y RBMS, y PC.

PALABRAS CLAVE:

Digestibilidad, estiércol bovino, forraje, yeso agrícola, *Zea mays*.

ABSTRACT: The yield and chemical composition of corn forage were evaluated during two cycles, 2020 and 2021, with the application of combinations of cattle manure and agricultural gypsum. The doses were: 0, 40, 80, 120; 160 kg•ha⁻¹ of manure, and 0, 80, and 160 kg•ha⁻¹ for gypsum. Data obtained for yield, chemical composition, and digestibility were analyzed with ANOVA for a completely randomized design. In Cycle 2020, RBMV, RBMS, and height were different among treatments ($p < 0.05$). In addition, IVDMD was different among treatments ($p < 0.05$). During Cycle 2, the highest yield was obtained at T8 in both RBMV and RBMS ($p < 0.05$). There was also an increase of 28% ($p < 0.05$) in IVDMD concerning T1 when manure alone was applied. The concentrations of C (ashes), OM, CP, EE, NDF, and ADF were different among treatments ($p < 0.05$) in the 2021 cycle. The rainfall was higher by 104.2 mm during the 2021 cycle, which promoted an increase in the RBMV and RBMS, and PC.

KEYWORDS: Digestibility, bovine manure, forage, agricultural gypsum, *Zea mays*.

INTRODUCCIÓN

En México el maíz (*Zea mays*) es el cultivo de mayor consideración económica social y cultural y sin duda, es uno de los cereales de mayor importancia mundial, esto debido a que se utiliza tanto para consumo humano como para la alimentación de una gran variedad de especies animales con importancia económica, los cuales lo consumen en

sus diversas formas como: forraje fresco, ensilado o rastrojo, con la finalidad de complementar sus dietas, siendo este utilizado principalmente en la época más seca del año [1], de aquí que tanto el rendimiento como la calidad del maíz son importantes en la producción de este cereal.

En el año 2020 se destinaron en México 1,209,277 ha., para la siembra de maíz con una producción de 8,307,866 toneladas, y un rendimiento de 6.912 t•ha⁻¹ de los cuales el 60% de la producción de maíz proviene de los productores de pequeña escala. Para el 2021 en todo el país, se registraron hasta la fecha 689,718 ha destinadas a la siembra de este invaluable cereal [2]. Por lo cual es inherente el encontrar alternativas en el manejo de las condiciones físicas y químicas del suelo, tanto para maximizar la producción, como para obtener una óptima calidad de tan importante recurso. En investigaciones anteriores se recomienda el uso de yeso agrícola en combinación con fuentes de materia orgánica para mejorar las condiciones del suelo [3] y para tener una buena producción [4].

Las prácticas agronómicas se evalúan con base en los datos de rendimiento ya que es muy importante a la hora de planificar las superficies y estimar los ingresos. Por otra parte, la digestibilidad tiene como finalidad incrementar la exactitud en la determinación del aporte de los nutrimentos del forraje, y por tanto hacer de la formulación de raciones para animales domésticos una metodología más eficiente. Por lo cual se ha optado por evaluar el beneficio que se puede obtener en calidad y rendimiento de producción del forraje de (*Zea mays*) con la aplicación simultánea de estiércol bovino y yeso agrícola mediante un ensayo realizado en el Ejido Felipe Ángeles en la región noreste del estado de Durango Dgo., región en la cual abunda el suelo Vertisol crómico que se caracteriza por ser arcilloso y pobres en materia orgánica [5], por lo cual con la aplicación de yeso agrícola y estiércol bovino al momento de la siembra y en la escarda se espera que los resultados proporcionen beneficios suficientes para modificar el paquete tecnológico actual, que no contempla conservar y menos mejorar, las condiciones del suelo, por lo cual es de suma importancia diseñar y evaluar técnicas que permitan mejorar las condiciones tanto físicas como químicas del suelo para incrementar la producción y la calidad del forraje de maíz.

MATERIAL Y MÉTODOS

Metodología

La presente investigación tuvo lugar en el ejido General Felipe Ángeles localizado en Durango, Dgo., México, con un clima seco semidesértico, cálido con lluvias en el verano e inviernos frescos con una temperatura media anual de 17.2 °C; una temperatura máxima de 25.8 °C y una mínima de 8.5 °C. [5]. Para la siembra se utilizó, semilla de maíz híbrido (Maíz SB-308), la cual se sembró durante el ciclo primavera-verano corres-

pondientes a los años 2020 y 2021, a una densidad de 95,000 plantas/ha según la técnica descrita por INIFAP [6, 7].

La distribución de los tratamientos en campo se realizaron bajo un diseño completamente al azar, con tres repeticiones [8]. Las dimensiones de las parcelas fueron de 20 x 110 m. Las dosis de mejoradores de suelo se aplicaron como se indican en la Tabla 1, durante dos ciclos agrícolas en dos años consecutivos (2020 y 2021).

Tabla 1. Dosis de estiércol bovino y yeso agrícola aplicadas durante los ciclos 2020 y 2021

TRATAMIENTO	Estiércol (kg•ha ⁻¹)	Yeso agrícola (kg•ha ⁻¹)
T1	0	0
T2	40	80
T3	80	160
T4	80	80
T5	120	80
T6	120	160
T7	120	0
T8	80	0

Fuente: Elaboración propia.

Los tratamientos se formularon con las combinaciones de estiércol bovino y yeso agrícola, utilizando 0, 40, 80 y 120 kg•ha⁻¹ de estiércol y 0, 80 y 160 kg•ha⁻¹ de yeso agrícola. Todos los tratamientos fueron complementados con urea y fosfato diamónico (DAP) para proporcionar la fertilización 180-80-00 recomendada por el INIFAP para la región centro - norte de México [7].

La aplicación del estiércol y del yeso agrícola se realizó de manera simultánea en dos momentos: a la siembra y a la escarda.

Preparación de suelo

El sistema de preparación del suelo fue según la metodología dictada en la guía para la asistencia técnica agrícola área de la región norte centro del país [9].

Rendimiento

El rendimiento de biomasa de materia verde (RBMV) y el rendimiento de biomasa de materia seca (RBMS) se determinaron según la técnica descrita en el Manual de Determinación de Rendimiento proporcionado por el CIMMYT y se reportan en t•ha⁻¹ [10].

Digestibilidad in vitro

La determinación de digestibilidad in vitro de materia seca (DIVMS) se realizó con la técnica de ANKOM denominada In Vitro True Digestibility Method (IVTD - Daisy) y la determinación de %MS, se realizó mediante la técnica de secado en estufa [11].

Composición química

Todos los tratamientos experimentales fueron sujetos a análisis de composición química de acuerdo con

los procedimientos estandarizados por la AOAC [12]. Además, la fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) fueron determinadas en un equipo Fiber Analyzer 200 (ANKOM Technology, USA), como lo propuso el fabricante ANKOM [13].

Análisis estadístico

Los datos obtenidos del rendimiento y las variables de composición química se analizaron con un ANOVA para un diseño completamente al azar y la comparación de medias entre tratamientos se hizo con la prueba de rango múltiple de Tukey a un nivel de significancia de 5% ($p < 0.05$). El análisis se efectuó haciendo uso del software para análisis estadístico InfoStat® [14].

RESULTADOS

En la Tabla 2 se muestran los resultados de RBMV, RBMS y la altura del forraje de maíz durante el ciclo 2020. El RBMV, RBMS y la altura fueron diferentes entre los tratamientos ($p < 0.05$). El RBMV se incrementó 56% con la aplicación de estiércol y yeso agrícola con respecto a T1 (fertilizante químico). Mientras que el RBMS fue mayor al adicionar 80:80 kg de yeso agrícola y estiércol. Sin embargo, la altura disminuyó en este mismo tratamiento.

El incremento en el RBMV registrado al adicionar 120 y 80 kg•ha⁻¹ de estiércol y yeso agrícola, respectivamente, coincide con lo reportado por Salazar et al. [15], donde se evaluó la respuesta del maíz forrajero a cinco dosis de estiércol bovino (0, 40, 80, 120 y 160 kg ha⁻¹), combinado con fertilizante químico 150-150 (N-P2 05; kg ha⁻¹), pero sin aplicación de yeso, y supera lo reportado por Pool et al. [16] donde utilizaron como mejoradores de suelo fertilizante mineral, gallinaza y cal dolomítica, en distintas dosis. Por otra parte, el RBMS fue mayor en el T4 con respecto al T1. Estos valores fueron 29% mayores a los reportados por Figueroa et al. [17]. Asimismo, la altura de la planta fue similar entre los tratamientos ($p < 0.05$), y los valores promedio, 1.80 m, coinciden con los obtenidos en otro estudio [18] en el cual se utilizaron aplicaciones iguales de estiércol bovino al de este estudio, aunque no se combinó con yeso.

Tabla 2. Rendimiento y altura de forraje de maíz durante el ciclo 2020

Tratamientos	RBMV (t-ha ⁻¹)	RBMS (t-ha ⁻¹)	ALTURA (m)
T1	45.90 ^b	16.28 ^{ab}	2.03 ^a
T2	51.10 ^{ab}	16.33 ^{ab}	1.56 ^b
T3	50.97 ^{ab}	16.11 ^{ab}	1.54 ^b
T4	69.73 ^{ab}	23.02 ^a	1.54 ^b
T5	70.67 ^a	19.94 ^{ab}	1.80 ^{ab}
T6	56.67 ^{ab}	17.20 ^{ab}	1.60 ^a
T7	66.63 ^{ab}	20.07 ^{ab}	2.40 ^a
T8	48.00 ^{ab}	15.3 ^b	1.75 ^b
E.E.	4.17	1.42	0.12

^{ab}Medias con diferente literal son distintos ($p < 0.05$). RBMV=rendimiento de biomasa de materia verde, RBMS=rendimiento de biomasa de materia seca.

Por otra parte, se detectó diferencia entre tratamientos con relación a la DIVMS ($p < 0.05$, Figura 1). Se observó que cuando se aplicaron 80 kg por hectárea de estiércol la DIVMS disminuyó 25%, comparada con el testigo, pero también se encontró una disminución de la digestibilidad del forraje del 19% entre la aplicación de 80 y 120 kg de estiércol. Los valores promedio obtenidos en este estudio coinciden con la digestibilidad reportada por Ruiz et al. [19] quienes reportan una digestibilidad aproximada al 68%.

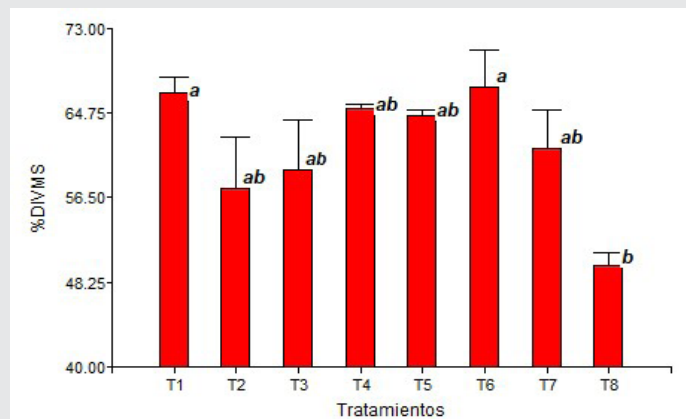


Figura 1. Efecto de la aplicación de estiércol bovino y yeso agrícola sobre la DIVMS, Ciclo 2020

Por otro lado, en el Ciclo 2021 el mayor rendimiento se obtuvo en el T8 tanto en RBMV como en RBMS ($p < 0.05$, Tabla 3). Esos valores muestran que la aplicación de estiércol bovino aun sin aplicación de yeso agrícola proporcionó mejores rendimientos que la fertilización química. Salazar et al. [13] reportaron 8 y 4 % más en RBMV y RBMS, respectivamente, que lo obtenido en este estudio, aunque esa diferencia posiblemente se debió al año atípico con relación a precipitaciones que dificultaron el corte en el tiempo óptimo durante este estudio.

Con relación a la altura de la planta en el ciclo 2021, los incrementos observados ($p < 0.05$, Tabla 3) coinciden con los reportados en otros estudios [16,18]. También se registró un aumento del 28% ($p < 0.05$, Tabla 3) en la DIVMS con respecto a T1 cuando se aplicó solo estiércol (T8), lo cual indica un buen aprovechamiento de fuentes orgánicas de nutrientes para las plantas cuando hay agua suficiente, ya que esto favorece el lavado de los suelos que elimina componentes no deseados que se pueden acumular cuando se aplica estiércol de bovino a los suelos agrícolas en cantidades considerables.

Esta aseveración se fundamenta en el reporte que emitieron en el ciclo mayo-sep 2021 de 347.5 mm de precipitación pluvial, las lluvias fueron particularmente intensas con 451.7mm [20]. Por lo anterior se considera que es necesario realizar más estudios para determinar la incidencia de la cantidad hídrica con el efecto del estiércol y yeso agrícola sobre el maíz forrajero.

Tabla 3. Rendimiento y digestibilidad del forraje verde del ciclo 2021.

	RBMV (%)	RBMS (%)	ALTURA (m)	DIVMS (%)
T1	47.23 ^{cde}	17.32 ^{abc}	2.01 ^a	58.83 ^e
T2	38.23 ^e	12.50 ^e	2.05 ^a	65.08 ^{cd}
T3	76.60 ^a	24.65 ^d	2.30 ^a	66.31 ^{cd}
T4	64.43 ^b	20.87 ^{bcd}	2.08 ^a	72.25 ^{ab}
T5	55.47 ^{bcd}	15.77 ^{cd}	2.06 ^a	63.85 ^{de}
T6	45.93 ^{cde}	14.21 ^e	1.70 ^a	66.99 ^{bcd}
T7	57.13 ^{bc}	17.60 ^{ab}	2.34 ^a	70.12 ^{abc}
T8	86.07 ^a	30.18 ^a	2.14 ^a	74.80 ^a
E.E	2.19	0.74	0.11	1.13

^{abcde}Medias con letras diferentes no son iguales ($p < 0.05$) RBMV=rendimiento de biomasa de materia verde, RBMS=rendimiento de biomasa de materia seca, DIVMS=digestibilidad in vitro de la materia seca.

En la Tabla 4 se muestran las variables de la composición química del forraje verde durante el ciclo 2020. El contenido de cenizas y materia orgánica fue diferente entre los tratamientos ($p < 0.05$). La concentración de cenizas aumentó 11 % en relación a T1, esto se puede explicar debido al contenido de cenizas del estiércol [21]; mientras que, la materia orgánica disminuyó en este mismo tratamiento. Por otro lado, el contenido de PC no fue afectado por la fertilización ($p > 0.05$). Los valores de PC registrados en este estudio son menores a los reportados en otro estudio con maíz forrajero fertilizado con estiércol con diferentes dosis [22]. Los bajos valores de PC obtenidos en el forraje de maíz durante el ciclo 2020 se deben probablemente a la escasez de lluvia que se presentó en este año y por lo tanto la calidad nutrimental del forraje fue afectada de manera negativa y tal vez por esa cantidad de agua no se haya integrado de manera correcta los fertilizantes utilizados en este experimento.

Tabla 4. Contenido nutricional del forraje verde (%) del ciclo 2020.

	C	MO	PC	E.E	FDN	FDA
T1	5.58 ^{ab}	94.42 ^{ab}	6.6 ^a	1.54 ^b	63.91 ^a	29.67 ^b
T2	4.85 ^{ab}	95.15 ^{ab}	5.51 ^a	1.38 ^b	63.20 ^a	41.46 ^{ab}
T3	5.09 ^{ab}	94.91 ^{ab}	7.13 ^a	2.29 ^a	69.79 ^a	39.12 ^{ab}
T4	6.23 ^a	93.77 ^b	6.68 ^a	0.64 ^c	62.99 ^a	31.59 ^{ab}
T5	6.16 ^a	93.84 ^b	6.48 ^a	0.31 ^d	66.00 ^a	32.42 ^{ab}
T6	5.03 ^{ab}	94.97 ^{ab}	5.48 ^a	0.60 ^c	64.32 ^a	28.93 ^b
T7	3.26 ^b	96.74 ^a	6.53 ^a	1.46 ^b	64.32 ^a	36.53 ^{ab}
T8	5.2 ^{ab}	94.81 ^{ab}	7.68 ^a	1.50 ^b	63.06 ^a	50.93 ^a
E.E.	0.51	0.51	0.53	0.05	2.29	4.06

^{abcd}Medias con letras diferentes no son iguales ($p < 0.05$).C= ceniza, MO=materia orgánica, PC=proteína cruda, EE= extracto etéreo, FDN=fibra detergente neutro, FDA=fibra detergente ácida.

El contenido de EE y FDA fueron diferentes entre los tratamientos ($p < 0.05$), no obstante, la concentración de FDN fue igual entre los tratamientos ($p > 0.05$). La concentración de FDN y FDA se encuentran por encima de los valores de un forraje de buena calidad de acuerdo con [23], los forrajes con un contenido menor a 40 % de FDN pueden considerarse como de buena calidad, mientras que aquellos que sobrepasan el 60 %, pudieran interferir con la digestión y el consumo.

La composición química del forraje verde durante el ciclo agrícola 2021 se presenta en la Tabla 5. Las concentraciones de C, MO, PC, EE, FDN y FDA fueron diferentes entre tratamientos ($p < 0.05$).

Tabla 5. Contenido nutricional (%) del forraje verde del ciclo 2021

	C	MO	PC	EE	FDN	FDA
T1	4.98 ^a	95.02 ^e	7.15 ^c	1.50 ^c	70.63 ^a	39.60 ^a
T2	4.66 ^a	95.34 ^{de}	7.23 ^c	2.53 ^b	61.50 ^b	31.67 ^{bc}
T3	5.20 ^a	94.80 ^e	7.88 ^{bc}	3.25 ^a	60.50 ^b	30.12 ^{bc}
T4	3.09 ^e	96.91 ^a	11.04 ^a	3.53 ^a	41.18 ^{ef}	22.59 ^{de}
T5	4.05 ^b	95.95 ^{cd}	8.77 ^b	2.51 ^b	55.38 ^{bc}	33.24 ^{ab}
T6	3.58 ^{cde}	96.42 ^{abc}	9.64 ^{ab}	3.25 ^a	49.89 ^{cd}	28.08 ^{bcd}
T7	3.94 ^{bcd}	96.06 ^{bcd}	8.74 ^{bc}	2.63 ^b	45.7 ^{de}	25.30 ^{cde}
T8	3.18 ^{de}	96.82 ^{ab}	9.10 ^b	3.40 ^a	35.98 ^f	19.37 ^e
E.E.	0.17	0.17	0.37	0.07	1.42	1.43

^{abcde}Medias con letras diferentes no son iguales ($p < 0.05$).C= ceniza, MO=materia orgánica, PC=proteína cruda, EE= extracto etéreo, FDN=fibra detergente neutro, FDA=fibra detergente ácida.

En los datos de las variables de composición química del forraje verde, en los tratamientos donde se combinan el estiércol y el yeso agrícola, se puede observar que el contenido de cenizas disminuye al incorporar estiércol y yeso agrícola (80-80), sin embargo, en este mismo tratamiento se observa un aumento en la concentración de PC y una disminución en los contenidos de FDN y FDA, lo cual impacta de manera positiva la calidad nutrimental del forraje verde, además con estas características este forraje puede ser considerado como óptimo para ser conservado mediante un proceso de ensilaje con el cual se puede alimentar ganado con un forraje de buena calidad. El aumento del 54% en la PC en T4 con respecto a T1 puede atribuirse a una mayor precipitación pluvial ocurrida durante este ciclo comparado con el año anterior. Cabe mencionar que durante el ciclo mayo-septiembre del 2020 se reportaron 104.2 mm menos de precipitación pluvial que en el ciclo mayo-septiembre 2021 [24].

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados, se concluye que, bajo condiciones de baja precipitación pluvial, hay un incremento en el RBMV y RBMS cuando se incluye la mis-

ma proporción de estiércol y yeso agrícola, por lo que el yeso juega un papel fundamental para incrementar o mantener un buen rendimiento. Sin embargo, bajo condiciones de mayor precipitación el efecto del yeso se diluye y se observa que el estiércol proporciona mejores resultados. De igual manera las condiciones pluviales tienen un marcado efecto sobre la composición química del forraje verde, pues mejora su calidad aplicando al suelo estiércol y yeso en la misma proporción.

Agradecimiento

Nuestro agradecimiento a la Asociación de la Unidad de Riego Santiago Bayacora del Estado de Durango, A.C., por el apoyo brindado para la realización de este estudio en parcelas agrícolas de sus socios.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Zaragoza. (2019). Rendimiento y calidad de forraje de híbridos de maíz en Valles Altos de México. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, 101-111.

[2] SIAP. (2020). *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*.

[3] Coronado, M. G. (2018). Cita recomendada: Trasviña Barriga, A., R. Bórquez Olgún, J. Leal Almanza, L. Castro Espinoza y M. Gutiérrez Coronado. 2018. *Rehabilitación de un suelo salino con yeso agrícola en un cultivo de nogal en el Valle del Yaqui*.

[4] Suclupe, M. J. (2018). *Plan de enmiendas, yeso agrícola, compost mejorado y enriquecido con EM y humus de lombriz, para mejorar el suelo*.

[5] SEDESOL. (2012). *Riesgos Naturales del Municipio de Durango 2012. Estado de Durango*.

[6] Verduzco, C. V. (2011). Densidad de siembra y crecimiento de maíces. *AGRONOMÍA MESOAMERICANA*, 281-295.

[7] INIFAP. (2014). *Paquete Tecnológico para la Producción de Maíz Forrajero en Chihuahua. Chihuahua Mex.: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias*.

[8] Martínez, M. S. (2015). *DISEÑO DE ESCENARIOS PARA LA OBTENCIÓN DE PREFERENCIAS DECLARADAS (Vol. 5). Chile: Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales*.

[9] INIFAP (2012). *Muestreo de Suelos y preparación de muestras. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, vol. 23*.

[10] CIMMYT. (2012). *Manual de determinación de rendimiento. (CIMMYT, & SAGARPA, Edits.) Mexico*.

[11] Giraldo L, G. (2007). *Comparación de dos técnicas in vitro e in situ para estimar la digestibilidad verdadera en varios forrajes tropicales. Colombiense de Cienc Pec. , 20(3), 269-279*.

[12] AOAC. 2010. *Official method of Analysis. 18th Ed 3rd Revision. Washington DC, USA. Association of Officiating Analytical Chemists. 2590 p. ISBN: 9780935584820*.

[13] ANKOM. 2018. *RF Gas production system operator's manual. ANKOM Technology, USA. https://www.ankom.com/sites/default/files/document-files/RF_Manual.pdf*.

[14] Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. *InfoStat versión. (2020). Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL http://www.infostat.com.ar*.

[15] Salazar -Sosa, E., Trejo Escareño, H. I., López Martínez, J. D., Vázquez Vázquez, C., Serrato Corona, J. S., Orona Castillo, I., y otros. (2004). *EFFECTO RESIDUAL DE ESTIÉRCOL BOVINO SOBRE EL RENDIMIENTO DE MAÍZ FORRAJERO Y PROPIEDADES DEL SUELO. Durango: FAZ-UJED*.

[16] Pool Novelo, Luciano; Trinidad Santos, Antonio; Etchevers Barra, Jorge D.; Pérez Moreno, Jesús; Martínez Garza, Ángel. (2000) *Mejoradores de la fertilidad del suelo en la agricultura de ladera de los altos de Chiapas, México Agro ciencia, vol. 34, núm. 3, mayo-junio, 2000, pp. 251-259 Colegio de Postgraduados Texcoco, México*.

[17] Figueroa Viramontes, U., Cueto Wong, J. A., Delgado, J. A., Núñez Hernández, G., Reto Sánchez, D. G., Quiroga Garza, H. M., y otros. (2010). *Estiércol de bovino lechero sobre el rendimiento y recuperación aparente de nitrógeno en maíz (Vol. 28). (A. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, Ed.) Chapingo, México, México: TERRA*.

[18] García Gonzales E., Diaz Chuquizuta P., Hidalgo Meléndez E., Aguirre Gil O., (2020). *Respuesta del cultivo de maíz a concentraciones de estiércol bovino digerido en clima tropical húmedo vol.17 ed (3): p.203-208*.

[19] Ruiz, R.O; B.F. Beltran; H. salvador; A.G. Rubio; Y. Castillo. 2006. *Valor nutritivo y rendimiento forrajero de híbridos de maíz para ensilaje. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 40(1): 91-96. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193017708013*.

[20] Maldonado, s. (1 de enero de 2022). *Recuento El Siglo. EL SIGLO DE DURANGO*.

[21] Amabelia del Pino, Carlos Repetto , Cristina Mori y Carlos Perdomo. PATRONES DEDESCOMPOSICIÓN DE ESTIÉRCOLES EN EL SUELO. 2008. Terra Latinoamericana 26: 43-52.

[22] Uriel González-Salas¹ Miguel Ángel Gallegos-Robles² Cirilo Vázquez-Vázquez² José Luis-García-Hernández² Manuel Fortis-Hernández³ Sarai Shesareli Mendoza-Retana. Productividadde genotipos de maíz forrajero bajo fertilización orgánica y propiedades físico-químicas del suelo. 2018. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas volumen especial número 20:4331-4341.

[23] Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA (1991) Methods for dietary ber, neutral detergent ver and non starch.polysaccharides in relation to animal nutrition: Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism and nutritional implications in dairy cattle. Journal Dairy Science. 74:35-83.

[24] CONAGUA. (2021). Precipitación (mm) por Entidad Federativa y Nacional. DURANGO: CONAGUA.