

## **Abonos obtenidos del compostado de heces de ganado bovino de leche vs. fertilizante en la producción de triticale (*X Triticum secale* Wittmack)**

### **Compost obtained from feces of dairy cattle vs. fertilizer on triticale production (*X Triticum secale* Wittmack)**

Miguel Ángel Beltrán Santoyo <sup>1</sup>, Gregorio Álvarez Fuentes <sup>1\*</sup>,  
Juan Manuel Pinos Rodríguez <sup>2</sup>, Juan Carlos García Lopez <sup>1</sup>, Rigoberto Castro Rivera <sup>3</sup>

Originales: Recepción: 20/04/2016 - Aceptación: 30/11/2016

Nota científica

#### **RESUMEN**

El uso de abono es cada vez más frecuente en la agricultura por su efecto positivo sobre la fertilidad del suelo. El objetivo del presente estudio fue determinar la altura de planta, número de tallos por m<sup>2</sup>, longitud foliar, número de hojas por tallo y rendimiento de materia seca de triticale (*X Triticum secale* Wittmack), fertilizado con abono (humus de lombriz y ácidos húmicos) y urea. Los tratamientos fueron: humus de lombriz, ácidos húmicos, urea, humus de lombriz + urea, ácidos húmicos + urea y testigo. Se utilizó un diseño completo al azar, con 6 tratamientos y 3 repeticiones, en unidades experimentales de 60 m<sup>2</sup> y densidad de siembra de 100 kg de semilla por ha. Los mayores resultados de producción indican que la combinación de la fertilización orgánica e inorgánica fue mejor que los demás tratamientos ( $p < 0,05$ ), sin embargo, no hubo diferencias en las propiedades bromatológicas ( $p > 0,05$ ). La producción de triticale en los tratamientos con urea fue hasta un 70% superior al testigo y a los tratamientos únicamente con abonos.

#### **Palabras clave**

humus de lombriz • ácidos húmicos • producción de triticale

- 
- 1 Instituto de Investigaciones de Zonas Desérticas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Calle Altaír No. 200, Colonia del Llano, C. P. 78377, San Luis Potosí, S.L.P., México. \* gregorio.alvarez@uaslp.mx.
  - 2 Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana, Miguel Ángel de Quevedo s/n esq. Yáñez Col. Unidad Veracruzana. C.P. 91710. Veracruz, México.
  - 3 Instituto Politécnico Nacional CIBA Tlaxcala, Ex-Hacienda San Juan Molino, Carretera Estatal Tecuexcomac-Tepetitla Km. 1.5, C. P. 90700, Tlaxcala. México.

## ABSTRACT

The use of compost obtained from feces is increasingly common in agriculture for soil fertility, the objective of this study was to determine the plant height, number of stems per m<sup>2</sup>, leaf length, number of leaves per stem and dry matter yield of triticale (*X Triticum secale* Wittmack), fertilized with compost (humus and humic acids) and urea. A complete randomized design was used with 6 treatments and 3 replications in experimental units of 60 m<sup>2</sup> and seeding density of 100 kg of seed per ha. The treatments were: humus, humic acids, urea, humus + urea, humic acids + urea and control. The higher production indicate that the combination of organic and inorganic fertilization was better than the other treatments ( $p < 0.05$ ), however, there were no differences in the bromatological properties ( $p > 0.05$ ). The production of triticale in treatments with urea was up to 70% higher than the control and another treatments evaluated.

### Keywords

Earthworm humus • humic acids • triticale yield

## INTRODUCCIÓN

El estiércol de ganado bovino es una fuente importante de nutrientes y si no es tratado de manera adecuada pueden convertirse en una fuente de contaminantes para los mantos freáticos y suelo. Las vacas lecheras excretan al ambiente entre el 70 y 85% de Nitrógeno (N) y entre el 58 y 75% de Fosforo (P) en heces y orina (2, 22).

Una alternativa viable para el tratamiento de las heces, es el compostaje que se define como la descomposición biológica de los residuos orgánicos en un ambiente aeróbico y vermicompost cuando participan durante el proceso diversas especies de lombrices (4, 10). La aplicación de vermicompost influye en las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, que mejoran la capacidad de retención de agua, además de contener vitaminas y hormonas de crecimiento para el cultivo (14, 21, 24).

La fertilización orgánica puede satisfacer la demanda de nutrientes de los cultivos reduciendo de manera signifi-

cativa el uso de fertilizantes, mejorando las características del suelo y los vegetales (11, 15, 18). Los cultivos forrajeros de invierno se identifican por producir un alimento con un alto contenido de proteínas e hidratos de carbono solubles con un bajo contenido de fibra, entre los que se destaca el triticale de invierno (*X Triticum secale* Wittmack) por tener un mayor rendimiento y calidad de forraje (17).

El triticale es un cereal sintético resultado de la hibridación del trigo y centeno. El grano de triticale cuenta con un valor nutritivo entre el trigo y centeno, con un contenido de proteína del 11% y de almidón 58%, su contenido de calcio es bajo y es relativamente alto en fósforo, potasio, hierro, zinc y manganeso (8).

### Objetivo

Evaluar si la fertilización orgánica puede satisfacer la demanda de nutrientes de los cultivos reduciendo de manera significativa el uso de fertilizantes, al

determinar la altura de planta, número de tallos por m<sup>2</sup>, longitud foliar, número de hojas por tallo, rendimiento de materia seca y propiedades bromatológicas de triticale, fertilizado con abonos (humus de lombriz y ácidos húmicos) y urea.

**MATERIALES Y MÉTODOS**

El estudio se realizó en la unidad de producción de leche "Rancho el Bordatxo" ubicado en San Felipe, Guanajuato, México, 21°40" N 100°56" O a una altura de 1885 m s. n. m., de donde se obtuvo el humus de lombriz y ácidos húmicos a partir de las heces de ganado lechero de la raza Holstein, alimentado a base de maíz hojuelado, pasta de soya, alfalfa, ensilado de maíz y ensilado de triticale. Los tratamientos T1 = humus de lombriz; T2 = ácidos húmicos; T3 = urea; T4 = humus de lombriz + urea; T5 = ácidos húmicos + urea; T6 = testigo, la dosis de fertilización se presentan en la tabla 1 y se distribuyeron con base a la pendiente del terreno, bajo un diseño completamente al azar con 3 repeticiones, cada unidad experimental estuvo constituida de una parcela de 60 m<sup>2</sup> (5 × 12 m) y una densidad de siembra equivalente a 100 kg ha<sup>-1</sup> de semillas de triticale. La siembra se realizó con una sembradora

mecánica (Marca John Deere, modelo BD11, U.S.A.), efectuada el 8 de diciembre de 2014, con cinco riegos y fertilización que se llevaron a cabo el 15 diciembre, 24 de diciembre de 2014, 21 de enero, 18 de febrero, y 8 de abril de 2015.

Las variables medidas fueron: densidad de plantas/m<sup>2</sup> y número de tallos planta<sup>-1</sup>, las cuales se determinaron por medio de 3 cuadros fijos de 0,25 m<sup>2</sup> (0,5 m × 0,5 m) para cada tratamiento. La altura de planta (cm) mediante regla graduada con 1mm de precisión desde suelo al tejido vegetal superior de la planta. Para ello se seleccionaron al azar 20 tallos por tratamiento y repetición.

La tasa de elongación foliar (TEF) por tallo, se calculó como la sumatoria de las longitudes de las láminas foliares (cm) por la adición de la longitud total de cada hoja (ecuación 1).

$$TEF = Lf_1 + Lf_2 + Lf_3 + ..... + Lfn \quad (1)$$

donde:

TEF = Tasa de Elongación Foliar.  
Lf = Longitud foliar

Se midió el tamaño de espiga (cm) desde el último entrenudo que inicia la espiga hasta el final de la misma, el diámetro de tallos (mm) con un calibre Vernier al centro de cada tallo y el número de hojas por tallo.

**Tabla 1.** Dosis de fertilización por tratamiento.

**Table 1.** Doses of fertilization by treatment.

Dosis	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Humus de lombriz t ha <sup>-1</sup>	1,5	-	-	1,5	-	-
Ácidos húmicos L ha <sup>-1</sup>	-	20	-	-	20	-
Urea (46,0,0) kg ha <sup>-1</sup>	-	-	50	50	50	-

La cantidad de ácidos húmicos se diluyó en 200 L de agua. T1 = humus de lombriz; T2 = ácidos húmicos; T3 = urea; T4 = humus de lombriz + urea; T5 = ácidos húmicos + urea; T6 = testigo.

The humic acids were diluted in 200 L of water. T1 = Earthworm humus; T2 = humic acids; T3 = urea; T4 = earthworm humus + urea; T5 = humic acids + urea; T6 = control.

Para ello se seleccionaron 10 tallos con espigas al azar por tratamiento y repetición.

El rendimiento de grano se obtuvo al llegar a su madurez fisiológica a los 110 y 135 días de emergencia para lo cual se realizó el corte de 10 tallos, para posteriormente secarlos en estufa de aire forzado (Marca Shel lab, modelo SMO34HP-2, E.U.A.) por 48 horas a 55°C y la trilla se realizó manualmente; el grano se colocó en bolsas de papel, se pesó y calculó rendimiento.

La determinación de cenizas se realizó mediante mufla (Marca LINDBERG, modelo 51894, E.U.A.) a 600°C por 3 horas.

Para obtener el porcentaje de cenizas se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Cenizas \%} = \frac{\text{Pérdida de peso en gramos}}{\text{Peso de la muestra en gramos}} \times 100$$

AOAC, 1990

Los análisis de fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida se realizaron con la técnica de filtro de bolsa para determinación de fibra con un analizador de fibras marca ANKOM modelo A200.

Para cada análisis se pesaron  $0,5 \pm 0,05$  g de materia seca (MS) por separado de la muestra de cada uno de los tratamientos y se introdujeron en bolsas de filtro marca ANKOM modelo F-57. Posteriormente se colocaron en el digestor 1 hora con las respectivas soluciones (detergente ácida y detergente neutra) y luego se secaron en una estufa de aire forzado durante 3 horas a una temperatura de 105°C.

El porcentaje de fibra se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$\%FDN = \frac{(W3 - (W1 \times C1))}{W2} \times 100$$

$$\%FDA = \frac{(W3 - (W1 \times C1))}{W2} \times 100$$

donde:

W1 = Peso de la bolsa

W2 = Peso de la muestra

W3 = Peso seco de la bolsa después del proceso de extracción

C1 = Factor de corrección de la bolsa "blanco"

Van Soest, 1991

Para determinar proteína cruda (PC) se utilizó digestor, scrubber (lavador de gases) y destilador (Marca Büchi, modelo K-355, Suiza) y mediante el método Macro Kjeldahl se determinó el contenido de nitrógeno (1).

Para calcular el porcentaje de proteína se multiplicó por un factor de conversión, para el triticale fue 5,83.

### Análisis Estadístico

El diseño para el análisis de la información obtenida fue completamente al azar, con tres repeticiones por tratamiento, mediante el PROC GLM de SAS 9,2 (SAS, 1999), y una prueba de medias de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) (20).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características químicas del suelo se muestran en la tabla 2 (pág. 99).

La composición química del humus de lombriz utilizado en este estudio se muestra en la tabla 3 (pág. 99), el análisis de ácidos húmicos totales resultó en 0,047 g/100 mL de los cuales corresponden el 70% a ácidos fúlvicos y 30% de ácidos húmicos.

Las características del suelo posterior a la adición del humus de lombriz y antes de la siembra en los tratamientos T1 y T4, se pueden observar en la tabla 4 (pág. 99) y como lo menciona Vennila (2012) incrementa el contenido de materia orgánica lo que podría mejorar la capacidad de retención de agua en suelo y promueve un mejor desarrollo de la raíz y absorción de nutrientes.

**Tabla 2.** Características químicas del suelo.

**Table 2.** Chemical characteristics of soil.

Suelo	pH	C.E.	M.O.	N total	Textura		
		mS	%		Arena %	Limo %	Arcilla %
	6,90	0,420	1,22	0,061	52,20	20,00	27,80

C. E. = Conductividad Eléctrica; M. O. = Materia Orgánica; N = Nitrógeno.

E. C. = Electrical Conductivity; O. M. = Organic Matter; N = Nitrogen.

**Tabla 3.** Características químicas del vermicompost utilizado para evaluar la producción de triticale.

**Table 3.** Chemical characteristics of vermicompost.

H %	61,2
M.O. %	64,5
pH	6,2
C.E. dS m <sup>-1</sup>	3
N total %	0,48
P (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) %	0,17
K (K <sub>2</sub> O) %	0,59
Ca %	1,58
Mg %	0,15
S %	0,4
Fe %	1,33
Cu ppm	46,3
Mn ppm	6,51
Zn ppm	29,9
Bo ppm	6,7

H = Humedad; ; M. O. = Materia Orgánica; C. E. = Conductividad Eléctrica.

H = Humidity; O. M. = Organic Matter; E. C. = Electrical Conductivity

**Tabla 4.** Características químicas del suelo posterior a la aplicación del vermicompost.

**Table 4.** Soil chemical characteristics after application of vermicompost.

Suelo	pH	C.E. mS	M.O. %	N total	Textura		
					Arena %	Limo %	Arcilla %
	6,90	0,420	2,92	0,146	54,20	17,64	28,16

C. E. = Conductividad eléctrica; M. O. = Materia orgánica; N = Nitrógeno.

E. C. = Electrical Conductivity; O. M. = Organic Matter; N = Nitrogen.

La emergencia ocurrió a los 15 días posteriores al primer riego, hubo diferencias ( $p \leq 0,05$ ) en todas las variables para los tratamientos con fertilizante químico (urea), a los 45 días de

emergencia; sin embargo, en la fertilización mixta (orgánico-inorgánico) los resultados fueron superiores destacando el tratamiento T4, excepto por la longitud foliar donde resultó mayor el tratamiento T3.

El tratamiento de menor desarrollo fue T2, en cuanto al número de plantas no existe diferencias significativas entre tratamientos lo que indica que la densidad de siembra fue precisa en todos los tratamientos y el uso de abonos no tiene efectos negativos en la germinación (tabla 5).

El mayor desarrollo en los tratamientos con urea se debe a la mayor disponibilidad de Nitrógeno el cual ayuda que el cultivo se desarrolle con mayor rapidez, además de que se encuentra de forma inorgánica que es como lo absorbe más fácilmente

la planta, además de que la fertilización orgánica no fue suficiente para cubrir los requerimientos nutricionales para la producción del triticale (16).

A los 80 días de emergencia los tratamientos con urea, resultaron superiores ( $p \leq 0,05$ ) al resto de los tratamientos en altura, número de tallos, número de hojas por tallo y materia seca, el contraste se presentó en la longitud foliar en donde T3 resultó sin diferencias ( $p > 0,05$ ) al T1, el tratamiento de menor rendimiento fue T2 (tabla 6).

**Tabla 5.** Características agronómicas a los 45 días de emergencia.

**Table 5.** Agronomic characters after 45 days of emergency.

Variables	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Altura cm	30,78 c	20,76 e	33,05 bc	39,55 a	35,51 b	25,83 d
N° de plantas	18,55 a	19,22 a	21,55 a	21,66 a	19,44 a	21,55 a
N° de tallos	43,22 c	44,00 c	84,22 a	91,88 a	80,11 ab	53,33 bc
H/T	3,73 abc	3,26 c	3,93 ab	4,10 a	3,93 ab	3,46 bc
Longitud foliar cm	50,28 b	38,15 c	63,40 a	50,28 b	62,70 a	47,90 bc
M.S. g tallo <sup>-1</sup>	0,63 bc	0,52 c	0,95 a	1,05 a	0,84 ab	0,66 bc

H/T = número de Hojas en Tallo; M. S. = Materia Seca; T1 = humus de lombriz; T2 = ácidos húmicos; T3 = urea; T4 = humus de lombriz + urea; T5 = ácidos húmicos + urea; T6 = testigo. Medias con la misma letra dentro de filas no difieren estadísticamente ( $p > 0,05$ ).

H/T = number of leaves in stem; D. M. = Dry matter; T1 = Earthworm humus; T2 = humic acids; T3 = urea; T4 = Earthworm humus + urea; T5 = humic acids + urea; T6 = control.  
Means with the same literal within rows do not differ statistically ( $p > 0.05$ ).

**Tabla 6.** Características agronómicas a los 80 días de emergencia.

**Table 6.** Agronomic characters after 80 days of emergency.

Variables	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Altura cm	74,81 b	61,78 c	87,03 a	88,40 a	84,85 a	65,95 c
N° de plantas	18,88 a	18,00 a	21,33 a	20,55 a	19,44 a	21,44 a
N° de tallos	41,44 c	43,11 c	81,33 a	73,44 ab	82,77 a	49,88 bc
H/T	3,80 ab	3,46 b	3,76 ab	4,06 a	4,06 a	3,53 b
Longitud foliar cm	51,30 bc	38,84 d	52,12 bc	62,09 a	58,25 ab	43,58 dc
M.S. g t <sup>-1</sup>	1,93 ab	1,14 c	2,31 a	2,45 a	2,15 a	1,44 bc

H/T = número de hojas en tallo; M.S. = materia seca; T1 = humus de lombriz; T2 = ácidos húmicos; T3 = urea; T4 = humus de lombriz + urea; T5 = ácidos húmicos + urea; T6 = testigo.  
Medias con la misma literal dentro de filas no difieren estadísticamente ( $p > 0,05$ ).

H/T = number of leaves in stem; DM = Dry matter; T1 = Earthworm humus; T2 = humic acids; T3 = urea; T4 = Earthworm humus + urea; T5 = humic acids + urea; T6 = control.  
Means with the same literal within rows do not differ statistically ( $p > 0.05$ ).

A los 110 días de emergencia los tratamientos con urea, resultaron superiores ( $p \leq 0,05$ ) al resto de los tratamientos en altura y número de tallos. Los tratamientos no difieren en cuanto al número de plantas y número de hojas por tallo ( $p > 0,05$ ). En lo que se refiere a la producción de materia seca el T1 iguala a los tratamientos con fertilización inorgánica, lo cual se puede deber a que el humus de lombriz constituye una fuente de nutrientes de liberación lenta (5, 6), donde el aporte más importante de N y P de los abonos se da a través del tiempo por mineralización de las formas orgánicas (tabla 7).

A los 132 días de emergencia el tratamiento T4, resultó superior ( $p \leq 0,05$ ) al resto de los tratamientos en todas las variables. Los tratamientos con fertilización orgánica e inorgánica resultaron superiores en el número de tallos. Las diferencias se presentan en la altura y producción de materia seca donde el tratamiento T2 resultó el menor (tabla 8).

En cuanto a altura, el tratamiento T4, resultó el de mejor desarrollo ( $p < 0,05$ ) durante todo el ciclo del cultivo seguido de los tratamientos T3, T5 y T1 resultando menor el tratamiento T2 por debajo del testigo.

**Tabla 7.** Caracteres agronómicos a los 110 días de emergencia.

**Table 7.** Agronomic characters after 110 days of emergency.

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Altura cm	77,23 b	68,25 c	87,08 a	89,40 a	85,32 a	72,67 bc
Nº de plantas	16,89 a	18,22 a	20,11 a	20,56 a	19,22 a	20,78 a
Nº de tallos	41,78 b	44,78 b	73,22 a	69,33 a	75,33 a	44,89 b
H/T	3,57 a	3,33 a	3,63 a	3,50 a	3,43 a	3,47 a
Longitud foliar cm	45,40 ab	38,43 b	44,38 ab	48,60 a	44,78 ab	42,05 ab
M.S. g t <sup>-1</sup>	3,31 ab	2,12 c	2,93 abc	3,76 a	2,95 abc	2,37 bc

H/T = número de hojas en tallo; M.S. = materia seca; T1 = humus de lombriz; T2 = ácidos húmicos; T3 = urea; T4 = humus de lombriz + urea; T5 = ácidos húmicos + urea; T6 = testigo. Medias con la misma letra dentro de filas no difieren estadísticamente ( $p > 0,05$ ).

H/T = number of leaves in stem; DM = Dry matter; T1 = Earthworm humus; T2 = humic acids; T3 = urea; T4 = Earthworm humus + urea; T5 = humic acids + urea; T6 = control.  
Means with the same literal within rows do not differ statistically ( $p > 0.05$ ).

**Tabla 8.** Características agronómicas a los 132 días de emergencia.

**Table 8.** Agronomic characters after 132 days of emergency.

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Altura cm	81,45 b	68,37 d	86,03 b	93,43 a	85,97 b	75,27 c
Nº de plantas	17,11 a	19,00 a	20,22 a	20,89 a	20,11 a	20,33 a
Nº de tallos	39,11 c	42,33 c	69,56 a	68,11 a	64,78 ab	44,22 bc
H/T	2,07 a	1,67 a	2,45 a	2,27 a	1,93 a	1,63 a
Longitud foliar cm	23,33 a	18,77 a	25,93 a	24,65 a	21,47 a	18,68 a
M.S. g tallo <sup>-1</sup>	3,39 a	2,43 b	3,33 ab	3,38 a	3,05 ab	3,00 ab

H/T = número de hojas en tallo; M.S. = materia seca; T1 = humus de Lombriz; T2 = ácidos húmicos; T3 = urea; T4 = humus de lombriz + urea; T5 = ácidos húmicos + urea; T6 = testigo. Medias con la misma letra dentro de filas no difieren estadísticamente ( $p > 0,05$ ).

H/T = number of leaves in stem; DM = Dry matter; T1 = Earthworm humus; T2 = humic acids; T3 = urea; T4 = Earthworm humus + urea; T5 = humic acids + urea; T6 = control.  
Means with the same literal within rows do not differ statistically ( $p > 0.05$ ).

En el diámetro de tallo el tratamiento de T4, resultó con el mayor valor ( $p \leq 0,05$ ) durante todo el ciclo del cultivo seguido de los tratamientos T3, T5 y T1 resultando menor el tratamiento T2 por debajo del testigo.

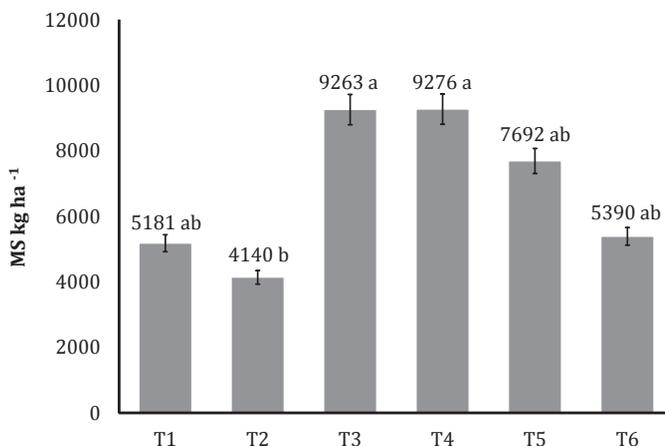
Para la longitud de espiga el tratamiento de T4, resultó el mayor valor ( $p \leq 0,05$ ) durante todo el ciclo del cultivo junto a los tratamientos con T3 y T5. La longitud de espiga a cosecha el T1 resultó sin diferencias con los tratamientos T3, T4 y T5, los menores tratamientos fueron T2 y T6.

En la producción de grano la mayor ( $p \leq 0,05$ ) fue alcanzada con T3 = 4,2 t ha<sup>-1</sup> y la menor en el tratamiento T2 = 2,1 t ha<sup>-1</sup>, el resto de los tratamientos resultó sin diferencias significativas.

El peso de 100 semillas resultó ( $p > 0,05$ ) sin diferencias en la totalidad de los tratamientos, lo cual difiere de los estudios de Li, *et al.* (2015) lo cual se puede deber a las condiciones ambientales y a la calidad del suelo en la cantidad de nutrientes disponibles para el cultivo.

Las variables agronómicas que aportan a la mayor producción de materia seca son: el número de tallos, altura, longitud de espiga y diámetro de tallos, donde los tratamientos con fertilización orgánica e inorgánica durante todo el ciclo del cultivo presentaron diferencias ( $p < 0,05$ ) con respecto a los tratamientos con fertilización orgánica y el testigo, logrando con ello alcanzar los mejores rendimientos por hectárea 9,27; 9,26 y 7,69 t ha<sup>-1</sup> (figura 1).

Respecto de las propiedades bromatológicas, no hubo diferencias ( $p \leq 0,05$ ), para cenizas resultó en 4,7%; el contenido de FDN 27,5%; FDA 15,7% y 9,8% PC., esto se debe a que la fertilización inorgánica influye en la densidad, diámetro y peso de tallos, altura y longitud de espiga, variables agronómicas que intervienen en la producción del cultivo (figura 1) sin afectar las propiedades bromatológicas.



M. S. = materia seca; T1 = humus de lombriz; T2 = ácidos húmicos; T3 = urea; T4 = humus de lombriz + urea; T5 = ácidos húmicos + urea; T6 = testigo.

DM = Dry matter; T1 = Earthworm humus; T2 = humic acids; T3 = urea; T4 = Earthworm humus + urea; T5 = humic acids + urea; T6 = control.

**Figura 1.** Producción total promedio de M.S. (kg ha<sup>-1</sup>) por tratamiento.

**Figure 1.** Total D. M. yield (kg ha<sup>-1</sup>) by treatment.

Los resultados obtenidos difieren de los estudios de Fortis *et al.* (2009) y Saucedo Castillo *et al.* (2015), quienes concluyen que se alcanzan rendimientos sin diferencias significativas entre la fertilización orgánica e inorgánica.

Sin embargo, coincide con los trabajos de Thirunavukkarasu y Vinoth (2013); Sharma y Banik (2014), donde alcanzan la mayor producción con fertilización orgánica e inorgánica (7).

Los resultados del presente estudio promueven el aprovechamiento y tratamiento de los residuos sólidos orgánicos pecuarios a través del proceso del vermicompost, minimizando el impacto actual por la excreción de nutrientes al ambiente.

## CONCLUSIONES

Los mayores resultados de producción indican que la combinación de la fertilización orgánica e inorgánica fue mejor que los demás tratamientos.

La producción de triticale en los tratamientos con urea alcanzaron una producción hasta un 70% superior al testigo y a los tratamientos únicamente con abonos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Alanis-Ruiz, J.; Crosby-Galvan, M.; Figueroa-Velasco, J.; Garcia-Bojalil, C.; Lee-Hernandez, J.; Mendoza-Martinez, G. 2000. Manual de laboratorio de nutrición animal. Colegio de Postgraduados, México. 8 p.
2. Alvarez-Fuentes, G.; Appuhamy, J. A. D. R. N.; Kebreab, E. 2016. Prediction of phosphorus output in manure and milk by lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 99: 771-782. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030215007973>.
3. AOAC (Association of Official Analytical Chemists): 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 13th Edition. Published by the Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. 20044, USA. 1018 p.
4. Atiyeh, R. M.; Dominguez, J.; Subler, S.; Edwards, C. A. 2000. Changes in biochemical properties of cow manure during processing by earthworms (*Eisenia andrei*, Bouché) and the effects on seedling growth. *Pedobiologia.* 709-724.
5. Atiyeh, R. M.; Lee, S., Edwards, C. A., Arancon, N. Q., & Metzger, J. D. 2002. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. *Bioresource technology*, 7-14.
6. Bernal, M. P.; Albuquerque, J. A.; Moral, R. 2009. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assesment. A review. *Bioresource Technology.* 5444-5453.
7. Dominguez, J.; Lazcano, C.; Gómez Brandon, M. 2010. Influencia del vermicompost en el crecimiento de las plantas. aportes para la elaboración de un concepto objetivo. *Parasitology.* 359-371.
8. Fedna. (Fundación española para el desarrollo de la nutrición animal). Disponible en: <http://www.fundacionfedna.org>. Recuperado el 15 de septiembre de 2014.
9. Fortis-Hernández, M.; Leos-Rodríguez, J. A.; Preciado-Rangel, P.; Castillo, I. O.; García-Salazar, J. A.; García-Hernández, J. L. 2009. Forrajero con riego por goteo. Application of Organic Fertilizers in the Production of Forage Corn with Drip Irrigation. 329-336.
10. Gutiérrez Miceli, F. A.; Garcia Gomez, R. C.; Rincón, R. R.; Abud, A. M.; Oliva Llaven, M. A.; Guillen Cruz, M. J. 2008. Formulation of a liquid fertilizer for sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) using vermicompost leachate. *Bioresource Technology.* 6174-6180.

11. Gutiérrez Miceli, F. A.; Moguel, Z. B.; Abud, A. M.; Gutiérrez Oliva, V. F.; Dendooven, L. 2008. Sheep manure vermicompost supplemented with a native diazotrophic bacteria and mycorrhizas for maize cultivation. *Bioresource technology*. 7020-7026.
12. Li Gousheng, Hua Heliang, Kong Youbing, T. Y. 2015. Effects of vermicompost leach liquor on yield and quality of wheat. *Agric. Sci. Technol.* 16: 2703-2706.
13. Moral, R.; Paredes, C.; Bustamante, M. A.; Marhuenda-Egea, F.; Bernal, M. P. 2009. Utilisation of manure composts by high-value crops: Safety and environmental challenges. *Bioresource Technology*. 5454-5460.
14. Nefir, P.; Tabara, V. 2012. Research on the relationship variety fertilization on production of triticale (*Triticum secale* Wittmack) under the racasdia. *Journal of Agricultural Science*. 121-124.
15. Roberts, P.; Edwards-Jones, G.; Jones, D. L. 2007. Yield responses of wheat (*Triticum aestivum*) to vermicompost applications. *Compost science & Utilization*. 6-15.
16. Romero-Romano, C. O.; Ocampo-Mendoza, J.; Sandoval-Castro, E.; Tobar-Reyes, J. R. 2012. Fertilización orgánica - Mineral y orgánica en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananasa* Duch.) Bajo condiciones de invernadero. *Ra Ximhai* 8: 41-49.
17. SAS Institute, Inc: 1999. SAS User's Guide. Statistics, Statistical Version 9. Cary, North Carolina. 956 p.
18. Saucedo Castillo, O.; de Mello Prado, R.; Castellanos González, L.; Ely, N.; Silva Campos, C. N.; Pereira Da Silva, G.; Assis, L. C. 2015. Efecto de la fertilización fosfatada con cachaza sobre la actividad microbiana del suelo y la absorción de fósforo en caña de azúcar (*Saccharum* spp.). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina.* 47(1): 33-42.
19. Sharma, R.C., Banik, P. 2014. Vermicompost and fertilizer application: Effect on productivity and profitability of baby corn (*Zea Mays* L.) and soil health. *Compost Science & Utilization* 22: 83-92.
20. Steel, G. R.; Torrie, J. H.; Dickey, D. A. 1997. Principles and procedures of statistics a biometrical approach. 3da. Edición. Ed. McGraw-Hill. México. D. F. 666 p
21. Thirunavukkarasu, M.; Vinoth, R. 2013. Influence of vermicomposting application along with Nitrogen on growth, nutrients uptake, yield attributes and economics of rice (*Oryza sativa* L.). *International Journal of Agriculture, Environment Biotechnology*. 599-604.
22. Van Horn, H. H.; Wilkie, A. C.; Powers, W. J.; Nordstedt, R. A. 1994. Components of Dairy Manure Management Systems. *J Dairy Sci.* 2008-2030.
23. Van Soest, P.J.; Robertson, J. B.; and Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy. Sci.* 74:3583-3597.
24. Vennila, C.; Jayanathi, C.; Sankaran, V. M. 2012. Vermicompost on Crop Production - a Review. *Agric. Res. Commun. Cent.* 33: 265-270.

#### AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo otorgado para la realización de esta investigación.

Al Ing. José Antonio Lorca e Ing. Ramón Burgaña por todo su apoyo.