

1

2 Accepted Manuscript / Manuscrito Aceptado

3

4

5 Title Paper/Título del artículo:

6

7

8 Caracterización de abono tipo bocashi elaborado con diferentes fuentes de estiércol y su efecto en la  
9 producción de maíz para ensilar

10

11 Characterization of a bokashi-type compost made from different manure source and its effect on fodder corn  
12 production

13

14 Authors/Autores: Romero-Méndez, M. J., Ramírez-Meléndez, J. E., García-Hernández, S. A., Contreras-  
15 Hernández, G., De Gasperin-López, I., López-Aguirre, S.

16

17 ID: e1368

18 DOI: <https://doi.org/10.15741/revbio.09.e1368>

19 Received/Fecha de recepción: May 24<sup>th</sup> 2022

20 Accepted /Fecha de aceptación: November 04<sup>th</sup> 2022

21 Available online/Fecha de publicación: November 17<sup>th</sup> 2022

22

23 *Please cite this article as/Como citar este artículo:* Romero-Méndez, M. J., Ramírez-Meléndez, J. E., García-  
24 Hernández, S. A., Contreras-Hernández, G., De Gasperin-López, I., López-Aguirre, S. (2022).  
25 Characterization of a bokashi-type compost made from different manure source and its effect on fodder corn  
26 production. *Revista Bio Ciencias*, 9 e1368. <https://doi.org/10.15741/revbio.09.e1368>

27

28 This is a PDF file of an unedited manuscript that has been accepted for publication. As a service to our customers  
29 we are providing this early version of the manuscript. The manuscript will undergo copyediting, typesetting,  
30 and review of the resulting proof before it is published in its final form. Please note that during the production  
31 process errors may be discovered which could affect the content, and all legal disclaimers that apply to the  
32 journal pertain.

33 Este archivo PDF es un manuscrito no editado que ha sido aceptado para publicación. Esto es parte de un  
34 servicio de Revista Bio Ciencias para proveer a los autores de una versión rápida del manuscrito. Sin  
35 embargo, el manuscrito ingresará a proceso de edición y corrección de estilo antes de publicar la versión final.  
36 Por favor note que la versión actual puede contener errores de forma.

37

38

Artículo original/ Original article

39

40

## Caracterización de abono tipo bocashi elaborado con diferentes fuentes de estiércol y su efecto en la producción de maíz para ensilar

41

42

43

44

## Characterization of a bokashi-type compost made from different manure source and its effect on fodder corn production

45

46

Bocashi en maíz forrajero / Bocashi on fodder corn

47

48

Romero-Méndez, M. J.<sup>1</sup>, Ramírez-Meléndez, J.E.<sup>2\*</sup>, García-Hernández, S. A.<sup>1</sup>,

49

Contreras-Hernández, G.<sup>3</sup>, De Gasperin-López, I.<sup>3</sup>, López-Aguirre, S.<sup>3</sup>.

50

<sup>1</sup>Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Carretera San Luis Potosí, Matehuala. Ejido Palma de la Cruz. Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P CP. 78321, México.

51

52

<sup>2</sup> Programa de Ganadería, Colegio de Posgraduados, Km. 36.5, México 136 5, Montecillo, 56230 Montecillo, Texcoco, Estado de México, México

53

54

<sup>3</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana, Igualdad 480, Col Unidad Veracruzana, 91710 Veracruz, Ver. México.

55

56

\*Corresponding Author:

57

[Samuel López Aguirre](mailto:samuellopez@uv.mx). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana, Igualdad 480, Col. Unidad Veracruzana, 91710 Veracruz, Ver. México. Phone +52 2299344053. E-mail: [samuellopez@uv.mx](mailto:samuellopez@uv.mx)

58

59

### RESUMEN

60

El objetivo de este trabajo fue caracterizar el proceso de fermentación y características fisicoquímicas y orgánicas de bocashi elaborado con estiércol de ovino, bovino y porcino, además de evaluar su eficiencia como abono orgánico en la producción de forraje en verde y en materia seca, rendimiento en materia seca y proporción tallo:hoja:grano de maíz para ensilar y compararlo con fertilizante químico y sin fertilizar. No se encontraron diferencias en el tiempo de fermentación entre las fuentes de estiércol, sin embargo, el bocashi elaborado con estiércol de ovino presentó mayor número de características fisicoquímicas y orgánicas deseables. La producción de forraje en verde y el rendimiento en materia seca fueron similares entre el bocashi de ovino el fertilizante químico. La proporción de hoja y grano fue mayor estadísticamente en el maíz fertilizado con bocashi de ovino, comparado con el resto de los tratamientos, por lo que se concluye que el uso de bocashi elaborado con estiércol de ovino como fertilizante para la producción de maíz para ensilar, puede ser una opción viable para sustituir el uso de agroquímicos sin afectar el rendimiento, por su mayor producción de grano y hoja, sugiere ser un buen forraje para obtener ensilados de alta calidad.

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

### PALABRAS CLAVE:

77

Análisis químico, Fermentación, Rendimiento, Temperatura.

## 78 ABSTRACT

79 This work aimed to characterize the fermentation process and physicochemical and  
80 organic characteristics of bokashi made with ovine, bovine, and pork manure, and to  
81 assess its efficiency as an organic fertilizer in the production of green fodder and dry  
82 matter, dry matter yield, and stalk:leaf:grain ratio of corn for silage, and to compare  
83 such yield when adding chemical fertilizer and without adding chemical fertilizer. No  
84 differences were found in fermentation time between manure sources; however,  
85 bokashi made with sheep manure presented a greater number of desirable  
86 physicochemical and organic characteristics. Green and dry matter forage production  
87 and dry matter yield were similar between sheep bokashi and chemical fertilizer. Leaf  
88 and grain proportions were statistically higher in corn fertilized with sheep bokashi,  
89 compared to the rest of the treatments, so it is concluded that the use of bokashi made  
90 with sheep manure as fertilizer for the production of corn for silage, can be a viable  
91 option to replace the use of agrochemicals without affecting the yield, for its higher  
92 production of grain and leaf, it is suggested as a good forage to obtain high-quality  
93 silage.

## 94 KEY WORDS:

95 Chemical análisis, Fermentation, Yield, Temperature

## 96 Introducción

97 El cultivo de maíz se considera básico para la alimentación animal, es un  
98 ingrediente ampliamente usado en la dieta de los rumiantes debido al aporte de  
99 nutrimentos y su digestibilidad, porque permite lograr mejores índices de conversión  
100 alimenticia y eficiencia de alimentación (Chaudhary *et al.*, 2014; Loy and Lundy,  
101 2019); En México, entre el año 2010 y 2019 se produjeron en promedio 13.9 millones  
102 de toneladas de maíz forrajero por año, lo que representó una participación del 12.8  
103 % de la producción nacional de forrajes (SIAP, 2020). Sin embargo, este cultivo en su  
104 mayoría se desarrolla usando sistemas de producción y paquetes tecnológicos  
105 convencionales, con una alta demanda de insumos externos (Damian *et al.*, 2010)  
106 como los fertilizantes y agroquímicos, los cuales, al usarlos de forma constante e  
107 irracional, además de llegar a ser insostenibles económicamente, por sus elevados  
108 precios, contaminan el ambiente y pueden causar daños a la salud humana y de los  
109 animales (Martínez-Viera *et al.*, 2010). Es por ello que se requiere buscar alternativas  
110 ecológicas que nos permitan sostener la producción del maíz y a su vez, mantener la  
111 fertilidad del suelo. El Bocashi, puede ser una opción, al usar las excretas del ganado  
112 para su elaboración, y aplicándolo a los cultivos, permite recircular los nutrimentos,  
113 principalmente el nitrógeno y proteger el ambiente (Maeda *et al.*, 2011). El objetivo de  
114 este trabajo fue caracterizar el proceso de fermentación de bocashi elaborado con  
115 diferentes fuentes de estiércol y evaluar su eficiencia como abono orgánico en la  
116 producción de maíz para ensilar.

## 117 Material y Métodos

### 118 Localización

119 El experimento se estableció en una parcela denominada "Seminario Mayor",  
120 ubicada en el municipio de San Luis Potosí, en las coordenadas 22°07'11.0"N

121 100°54'27.0"W, con altitud de 1810 masl. El clima predominante es BSk, con  
122 temperatura media anual de 16.8 °C y precipitación de 542 mm. (García, 1973). El  
123 suelo presente en el lugar es de textura migajón arenoso, con pH de 7.26,  
124 conductividad eléctrica de 0.67 dS m<sup>-1</sup>, materia orgánica de 0.5 %, capacidad de  
125 intercambio catiónico de 1.28 cmol (+) kg<sup>-1</sup>, y nitrógeno total 0.65 %. Los análisis de  
126 laboratorio se realizaron en el Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la  
127 Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

## 128 Preparación del bocashi

129 El bocashi se elaboró ajustando los ingredientes y técnica descrita por Restrepo  
130 (2009) (Tabla 1), y siguiendo las recomendaciones descritas por García-Hernández  
131 *et al.*, (2020) para el adecuado mezclado y cuidado del proceso de fermentación,  
132 usando estiércol de ovino, bovino y porcino obtenido de producciones comerciales los  
133 cuales se secaron a la sombra, el tamaño de partícula se homogeneizó a 5 mm con  
134 un molino de martillos. Muestras del estiércol de cada especie fueron colectadas para  
135 realizarles un análisis químico proximal.

136  
137 **Table 1. Ingredients used in the preparation of the bokashi-type manure.**  
138 **Tabla 1. Ingredientes utilizados en la preparación del abono tipo bocashi**

Ingredient	Inclusión (%)
Wheat bran	1
Regional soil	70
Charcoal	2
Yeast ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> )	1
Cane molasses	1
Ground sorghum stubble	23
Ovine, Bovine or Pork manure	2

139

## 140 Análisis químico del estiércol

141 Las muestras colectadas del estiércol usado para la preparación de bocashi se  
142 secaron en estufa de aire forzado hasta peso constante, se mezclaron por cada  
143 especie para hacer una muestra compuesta y se trituraron en un molino Willi con  
144 diámetro de criba de 2 mm para su análisis químico. Se determinó contenido de  
145 materia seca, humedad, nitrógeno, cenizas, materia orgánica, pH y fibra detergente  
146 neutro (AOAC, 2016).

## 147 Registro y control de temperatura del bocashi

148 Diariamente, durante 60 días se registraron las temperaturas promedio, colocando  
149 un termómetro en tres partes aleatorias del bocashi a tres profundidades diferentes  
150 (10, 20 y 30 cm), cuidando que los primeros 20 días la temperatura del preparado no  
151 rebasara los 60 °C, si la temperatura registrada se aproximaba a esta, con pala se  
152 realizaban volteos manuales para disminuirla (Restrepo, 2009).

153

154

## 155 **Análisis físicoquímico y orgánico del bocashi**

156 Terminada la fase de fermentación, cada bocashi se mezcló con pala para  
157 homogeneizarlo, posteriormente se colectaron 3 muestras y se mezclaron para hacer  
158 una muestra compuesta, este procedimiento se repitió seis veces para coleccionar seis  
159 muestras compuestas de cada uno. El análisis físicoquímico y orgánico se determinó  
160 de acuerdo a la metodología descrita en la Norma Oficial Mexicana NOM-021-  
161 RECNAT-2000.

## 162 **Siembra del maíz para ensilar**

163 En junio del 2021 se sembró maíz variedad CAFIME (Semillas Iyadilpro y Ya S.A.  
164 de C.V. Jalisco, México.) en 15 parcelas de 24 m de largo por 12 m de ancho, con  
165 separación de 3 m entre parcelas. La densidad de siembra fue de 23,000 plantas por  
166 ha, distancia entre surcos de 0.8 m y 0.4 m entre plantas de acuerdo al paquete  
167 tecnológico propuesto por el INIFAP (2013); Los riegos de auxilio se aplicaron por  
168 aspersión según las necesidades hídricas del cultivo.

## 169 **Aplicación del bocashi y fertilizantes**

170 A las parcelas experimentales, al azar se les asignó un tratamiento (OM: bocashi  
171 elaborado con estiércol de ovino, BM: bocashi elaborado con estiércol de bovino, PM:  
172 bocashi elaborado con estiércol de porcino, fertilizante químico y sin fertilizar), la  
173 dosificación del bocashi fue de 2 ton ha<sup>-1</sup>, la fertilización química fue 140-60-00,  
174 utilizando urea (46-00-00) y fosfato diamónico DAP (16-46-00) (INIFAP, 2013),  
175 aplicando 50 % en la presiembra y el resto se dividió en tres aplicaciones, a los 15,  
176 25 y 35 días post emergencia (Barrera-Violeth *et al.*, 2017).

## 177 **Cosecha del maíz**

178 La cosecha se realizó cuando más del 50 % de las plantas en cada unidad  
179 experimental se encontraba en estado lechoso-masoso (INIFAP, 2013).

## 180 **Estimación de rendimiento**

181 De cada parcela se cosecharon 3 surcos centrales, en 30 plantas seleccionadas  
182 al azar, en pie, se midió su altura desde el suelo hasta el final de la espiga, se cortaron,  
183 se pesaron en verde, posteriormente se dividieron sus componentes en tallo, hoja, y  
184 mazorca entera (grano) y se pesaron por separado, las espigas se consideraron parte  
185 del tallo, se colocaron en bolsas de papel y se llevaron a secado hasta peso contante.  
186 Con estos datos se determinó el rendimiento en verde, en materia seca total y por  
187 componentes.  
188

## 189 **Diseño experimental y análisis estadístico**

190 Los datos se analizaron en un diseño completamente al azar, para la  
191 caracterización de la fermentación del bocashi se usaron 3 tratamientos (estiércol de  
192 ovino, bovino o porcino), 3 regiones para toma de temperatura, 3 profundidades y 60

193 registros de temperatura por tratamiento ( $n = 1620$ ). Para el análisis químico, se  
194 usaron 3 tratamientos (estiércol de ovino, bovino o porcino) con 6 repeticiones por  
195 tratamiento ( $n = 18$ ). Para el rendimiento de maíz y por componentes se usaron 5  
196 tratamientos (bocashi elaborado con estiércol de ovino, bovino o porcino, químico y  
197 sin fertilizar) 3 parcelas por tratamiento, 3 surcos por parcela y 30 plantas por surco  
198 ( $n = 1350$ ). El análisis de varianza y la prueba de comparación de medias se realizó  
199 usando el procedimiento PROC GLM y prueba de tukey con significancia de 0.05 del  
200 programa SAS OnDemand for Academics Communities (2021).

## 201 Resultados y Discusión

### 202 Análisis químico del estiércol usado en la elaboración de bocashi

203 No hubo diferencia estadística significativa ( $p > 0.05$ ) en el contenido de materia  
204 seca, nitrógeno y fibra detergente neutro entre las tres fuentes de estiércol, sin  
205 embargo, la cantidad de nitrógeno y cenizas fue menor en el estiércol de porcino  
206 (Tabla 2), esto puede deberse a que en las últimas décadas, la formulación de  
207 alimentos para cerdos se basa cubrir los requerimientos de aminoácidos específicos  
208 y disminuir el contenido de nitrógeno en la dieta (Millet *et al.*, 2018).

209 **Table 2. Chemical analysis of manure used in bokashi processing.**  
210 **Tabla 2. Análisis químico del estiércol usado en la elaboración de bocashi.**

Specie	DM %	pH	N %	OM %	Ash %	NDF %
OvinE	70	11.75 <sup>b</sup>	1.9 <sup>a</sup>	64.10 <sup>a</sup>	35.90 <sup>b</sup>	62.00
BovinE	74	11.39 <sup>b</sup>	1.7 <sup>a</sup>	63.60 <sup>a</sup>	36.40 <sup>b</sup>	61.02
PorK	75	10.03 <sup>a</sup>	1.2 <sup>b</sup>	59.30 <sup>b</sup>	40.7 <sup>a</sup>	60.89
SEM	0.34	0.26	0.09	2.05	5.05	0.65

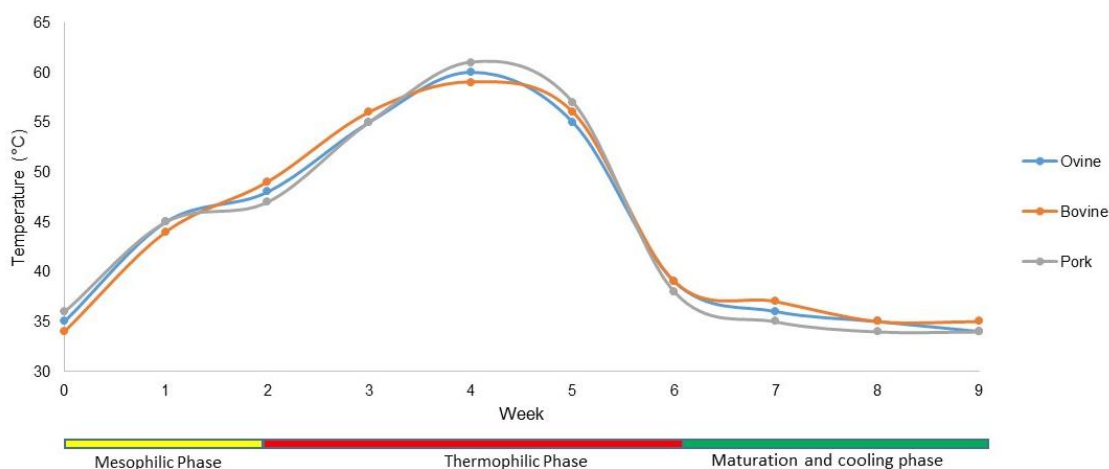
212 DM = dry matter, pH = hydrogen potential, N = nitrogen, OM = organic matter, NDF= neutral detergent  
213 fiber. SEM = Standard error of the mean. <sup>a, b, c</sup> different literals in the column indicate significant  
214 statistical differences (Tukey,  $p < 0.05$ ).

### 216 Caracterización del bocashi

217 La temperatura del bocashi independientemente de la fuente de estiércol,  
218 incrementó de 35 ° a 60 °C en las primeras tres semanas (fase mesofílica), de la  
219 semana tres a la quinta semana, la temperatura promedio se mantuvo en los 60 °C,  
220 y disminuyó gradualmente hasta los 38 °C (fase termofílica) al término de la sexta  
221 semana, para posteriormente mantener la temperatura ambiente (30 a 35 °C) hasta  
222 el día 60 (fase de enfriamiento y maduración) (Figura 1). Las temperaturas registradas  
223 sugieren que la fermentación fue correcta, los primeros días se favorece el  
224 crecimiento de organismos mesofílicos, los cuales degradan los carbohidratos de la  
225 materia orgánica (Sanchez *et al.*, 2017), durante este proceso fermentativo,  
226 incrementa gradualmente la temperatura por procesos exotérmicos, beneficia el  
227 crecimiento de microorganismos termofílicos, iniciando la fase termofílica,  
228 degradando por acción enzimática compuestos de estructura compleja como las  
229 proteínas y elimina microorganismos patógenos (Neklyudov *et al.*, 2008), al disminuir  
230 la cantidad de materia orgánica fermentable en el bocashi, decrece la temperatura,  
231 reduciendo la cantidad de termofílicos e incrementando nuevamente la población de  
232 mesofílicos hasta agotar el resto de los carbohidratos fermentables (Zeng *et al.*, 2010)

233 y comenzar la fase de enfriamiento y maduración; En esta fase, los compuestos de  
 234 menor degradabilidad se descomponen y emergen los precursores de sustancias  
 235 húmicas (Vélez-Sánchez-Verín *et al.*, 2008), dando como resultado un bokashi de  
 236 buena calidad.

237  
 238  
 239  
 240



241 **Figure 1. Temperature changes in the bokashi prepared with different manure**  
 242 **sources.**  
 243 **Figura 1. Cambios en la temperatura en el bokashi elaborado con diferentes fuentes**  
 244 **de estiércol.**

245  
 246  
 247  
 248  
 249  
 250  
 251  
 252  
 253  
 254  
 255  
 256  
 257  
 258  
 259  
 260  
 261  
 262  
 263  
 264  
 265  
 266  
 267

El OM comparado con BM y PM, presento mayor número de características fisicoquímicas y orgánicas deseables (Tabla 3), una menor cantidad de Na, y, por tanto, menor conductividad eléctrica ( $p < 0.05$ ). La relación carbono:nitrógeno óptima para una composta madura ha sido descrita desde 1989 por Senesi, quien menciona que la relación C:N por debajo de 20, es indicativo de un avanzado grado de estabilización y madurez de la materia orgánica, por lo que nuestros resultados indican que los tres bokashi elaborados, alcanzaron el estado de maduración.

268 **Table 3. Physicochemical and organic characteristics of bokashi elaborated with**  
 269 **different types of manure.**

270 **Tabla 3. Características fisicoquímicas y orgánicas del bocashi elaborado con**  
 271 **diferentes tipos de estiércol**

272

273

Determinación/tratamiento	OM	BM	PM	SEM
pH (ratio 1:2.5 bokashi:water)	7.34 <sup>a</sup>	7.45 <sup>a</sup>	7.56 <sup>a</sup>	0.16
Electric conductivity dS/m	4.49 <sup>c</sup>	4.70 <sup>b</sup>	4.92 <sup>a</sup>	0.03
Organic matter (%)	18.64 <sup>a</sup>	16.50 <sup>b</sup>	14.61 <sup>c</sup>	1.34
Organic charcoal (%)	15.44 <sup>a</sup>	12.15 <sup>b</sup>	8.65 <sup>a</sup>	0.97
Nitrogen (%)	0.98 <sup>a</sup>	0.95 <sup>a</sup>	0.78 <sup>b</sup>	0.04
C:N ratio	15.75 <sup>a</sup>	12.78 <sup>b</sup>	11.08 <sup>c</sup>	1.04
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Olsen (%)	1.37 <sup>a</sup>	1.30 <sup>b</sup>	1.28 <sup>b</sup>	0.15
K <sub>2</sub> O (ppm)	0.19 <sup>a</sup>	0.09 <sup>b</sup>	0.05 <sup>b</sup>	0.02
Ca <sup>+</sup> disponible (ppm)	18,968 <sup>a</sup>	18,823 <sup>a</sup>	18,898 <sup>a</sup>	10.20
Mg (ppm)	2,268 <sup>a</sup>	2,254 <sup>a</sup>	2,009 <sup>b</sup>	12.30
Cu (ppm)	26.70 <sup>a</sup>	25.80 <sup>a</sup>	25.90 <sup>a</sup>	0.09
Fe (ppm)	3,347 <sup>a</sup>	3,133 <sup>b</sup>	3,098 <sup>b</sup>	16.38
Zn (ppm)	182 <sup>a</sup>	178 <sup>b</sup>	165 <sup>c</sup>	2.34
Mn (ppm)	253 <sup>a</sup>	247 <sup>b</sup>	243 <sup>b</sup>	1.91
Na (ppm)	1,980 <sup>b</sup>	2,028 <sup>b</sup>	2,203 <sup>a</sup>	13.00
NO <sub>2</sub> (µg/mL)	1,179 <sup>a</sup>	1187 <sup>a</sup>	1197 <sup>a</sup>	18.00
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (µg/mL)	158 <sup>a</sup>	156 <sup>a</sup>	152 <sup>a</sup>	8.0

274 OM: bokashi made from ovine manure, BM: bokashi made from bovine manure, PM: bokashi  
 275 made from pork manure, SEM= Standard error of the mean. <sup>a, b, c</sup> different literals in the  
 276 column indicate a statistically significant difference (Tukey,  $p < 0.05$ ).

277

278

279

280

### Rendimiento del maíz

281

282

283

284

285

286

287

288

289

La producción de forraje verde, materia seca, rendimiento de la materia seca (Tabla 4) y proporción de grano (Figura 2), fue similar ( $p > 0.05$ ) en el maíz al que se le aplicó el OM y el fertilizante químico, sin embargo, la proporción de hoja fue mayor ( $p < 0.05$ ) en el maíz al que se le aplicó BM, comparado con el resto de los tratamientos. El contenido de materia seca se encuentra en el recomendado por Filya (2004) para ensilar con éxito el maíz. Garcés *et al.*, (2004) mencionan que, para lograr un ensilado de calidad, se requiere que el material contenga un buen aporte de carbohidratos hidrosolubles, que serán fermentados por las bacterias epifíticas y transformados a ácido láctico, siendo el grano de maíz la principal fuente de estos,



290 seguida de las hojas y por último el tallo, por lo que, con el forraje producido, se podría  
 291 obtener un ensilado de excelente calidad.

292  
 293

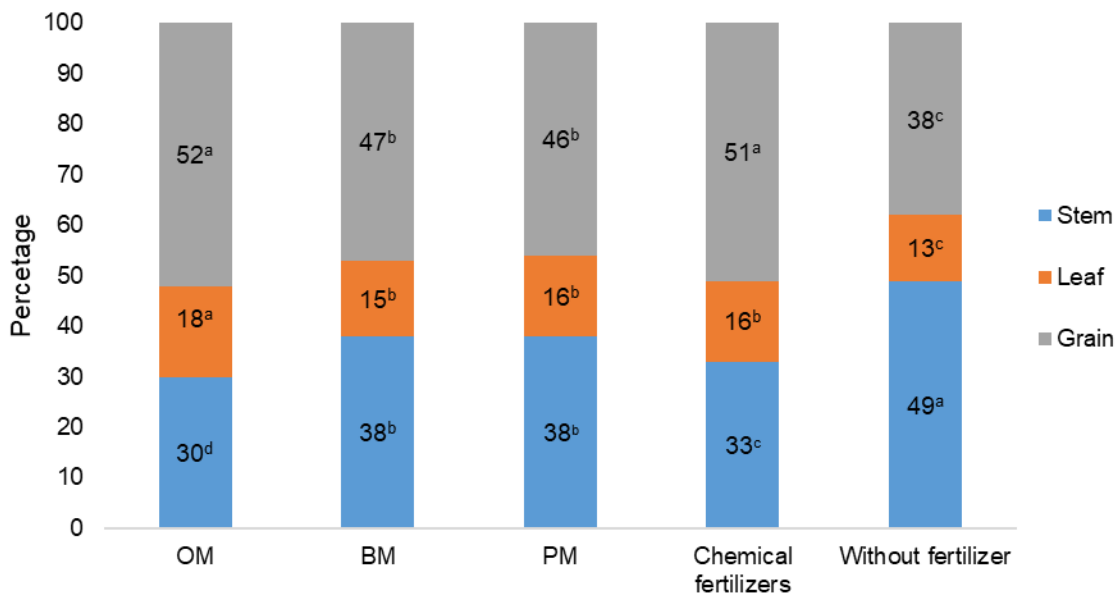
294 **Table 4. Height, green forage, and dry matter production of corn for silage at 112 days**  
 295 **after planting, fertilized with different treatments.**

296 **Tabla 4. Altura, producción de forraje verde y de materia seca de maíz para ensilar a**  
 297 **los 112 días postsiembra abonado con diferentes tratamientos.**

Treatment	Height (cm)	Green forage production (Ton ha <sup>-1</sup> )	Green forage production (Ton ha <sup>-1</sup> )	Green forage production (%)
OM	145 <sup>a</sup>	35.54 <sup>a</sup>	10.00 <sup>a</sup>	28.13 <sup>a</sup>
BM	146 <sup>a</sup>	30.58 <sup>b</sup>	8.73 <sup>b</sup>	28.54 <sup>a</sup>
PM	146 <sup>a</sup>	30.05 <sup>b</sup>	8.20 <sup>b</sup>	27.28 <sup>a</sup>
Químico	147 <sup>a</sup>	35.17 <sup>a</sup>	9.84 <sup>a</sup>	27.97 <sup>a</sup>
Sin fertilizar	135 <sup>b</sup>	25.48 <sup>c</sup>	6.69 <sup>c</sup>	26.25 <sup>b</sup>
EEM	0.10	0.18	0.09	1.54

298 OM: bocashi elaborado con estiércol de ovino, BM: bocashi elaborado con estiércol de bovino, PM:  
 299 bocashi elaborado con estiércol de porcino, SEM= Error estándar de la media. <sup>a, b, c</sup> literales diferentes  
 300 en columna indican diferencia estadística significativa (Tukey,  $p < 0.05$ )

301  
 302



303 **Figura 2. Stem-Leaf-Grain Proportion (%) of fodder corn at 112 days post-sowing**  
 304 **fertilized with different types of fertilizer** (<sup>a, b, c</sup> Literals different in leaf, stem or  
 305 grain, indicate significant statistical difference between treatments, Tukey  $p < 0.05$ )

307 **Figura 2. Proporción Tallo-Hoja-Grano (%) de maíz forrajero a 112 días post siembra,**  
 308 **fertilizado con diferentes tipos de abono** (<sup>a, b, c</sup> Literales diferente en hoja, tallo o  
 309 grano, indican diferencia estadística significativa entre tratamientos, Tukey  $p < 0.05$ ).

310  
 311  
 312  
 313

## 314 Conclusiones

315 El uso de bocashi elaborado con estiércol de ovino como fertilizante para la  
316 producción de maíz para ensilar, puede ser una opción viable para sustituir el uso de  
317 agroquímicos sin afectar el rendimiento, por su mayor producción de grano y hoja,  
318 sugiere ser un buen forraje para obtener ensilados de alta calidad.

319

## 320 Contribución de los autores

321 Conceptualización del trabajo, SAGH, JERM, SLA, MJRM; desarrollo de la  
322 metodología, SAGH, JERM, SLA; manejo de software, GCH, SLA; validación  
323 experimental, JERM, IDGL; análisis de resultados, JERM, SLA; Manejo de datos,  
324 MJRM, SLA; escritura y preparación del manuscrito, GCH, SLA; redacción, revisión  
325 y edición, IDGL, SLA; “Todos los autores de este manuscrito han leído y aceptado la  
326 versión publicada del mismo.”

## 327 Financiamiento

328 Esta investigación fue financiada con fondos propios.

## 329 Agradecimientos

330 Los autores agradecen al Dr. Juan Carlos García López y Dr. Juan Rogelio Aguirre  
331 Rivera del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la UASLP por las  
332 facilidades para el uso de laboratorio, y al “Seminario Guadalupano y Josefino A.R”  
333 por las facilidades otorgadas para el desarrollo del trabajo de campo.

## 334 Conflicto de interés

335 “Los autores declaran no tener conflicto de interés”.

## 336 Referencias

337 Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2016). Official Methods of  
338 Analysis of AOAC International. (20 Ed.). Gaithersburg, E.U.U.

339  
340 Barrera-Violeth, J. L., Cabrales-Herrera, E. M., & Sáenz-Narváez, E. P. (2017).  
341 Respuesta del maíz híbrido 4028 a la aplicación de enmiendas orgánicas en un suelo  
342 de Córdoba – Colombia. *Orinoquia*, 21(2),38-45.  
343 <https://doi.org/10.22579/20112629.416>.

344  
345 Chaudhary, D.P., Jat, S.L., Kumar, R., Kumar, A., & Kumar, B. (2014) Fodder  
346 Quality of Maize: Its Preservation. In: Chaudhary D., Kumar S., Langyan S. (eds)  
347 Maize: Nutrition Dynamics and Novel Uses. *Springer*, New Delhi.  
348 [https://doi.org/10.1007/978-81-322-1623-0\\_13](https://doi.org/10.1007/978-81-322-1623-0_13)

349

350 Damián-Huato, M. A., Ramírez-Valverde, B., Aragón-García, A., Huerta-Lara, M.,  
351 Sangerman-Jarquín, D. M de J., & Romero-Arenas O. (2010). Manejo del maíz en el  
352 estado de Tlaxcala, México: entre lo convencional y lo agroecológico. *Revista*

353 *Latinoamericana de Recursos Naturales*, 6(2), 67-76.  
354 <https://revista.itson.edu.mx/index.php/rlrn/article/view/184>

355

356 Filya, I. (2004). Nutritive value and aerobic stability of whole crop maize silage  
357 harvested at four stages of maturity. *Animal Feed Science and Technology*, 116(1-  
358 2),141–150. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2004.06.003>

359

360 Garcés, M. A. M., Berrio, R. L., Ruíz, A. S., Serna, D. J. G., & Builes, A, A. F. (2004).  
361 Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Revista Lasallista de*  
362 *Investigación*, 1(1),66-71. <https://www.redalyc.org/pdf/695/69511010.pdf>

363

364 García E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen.  
365 Editorial U.N.A.M, segunda edición México D.F.  
366 <http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/83/82/251-1>

367

368 García-Hernández, S. A., Marín-Sánchez, J., Romero-Méndez, M., Hernández-  
369 Pérez, C., & López-Aguirre, S. (2020). Productive and quality response of six varieties  
370 of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) to organic fertilization in Guadalupe, S.L.P.  
371 *Revista Bio Ciencias* 7, e743. <https://doi.org/10.15741/revbio.07.e743>

372

373 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias [INIFAP].  
374 Tecnologías Generadas, Validadas o Transferidas en los Estados de Tamaulipas,  
375 San Luis Potosí, Coahuila y Nuevo León en el año de 2012 ISBN: 978-607-37-0141-  
376 9 Folleto Técnico No. MX-0-310301-52-0313-09-59 Clave: INIFAP/CIRNE/FAP-24  
377 Primera Edición 2013  
378 [http://www.inifapcirne.gob.mx/Revistas/Archivos/FICHAS%20TECNOLOGICAS%20](http://www.inifapcirne.gob.mx/Revistas/Archivos/FICHAS%20TECNOLOGICAS%202012.pdf)  
379 [2012.pdf](http://www.inifapcirne.gob.mx/Revistas/Archivos/FICHAS%20TECNOLOGICAS%202012.pdf)

380

381 Loy, D.D., & Lundy, E.L. (2019). Nutritional properties and feeding value of corn  
382 and its coproducts. In *Corn* (pp. 633-659). AACC International Press.  
383 <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811971-6.00023-1>

384

385 Maeda, K. Hanajima, D. Toyoda, S. Yoshida, N. Morioka, & R. Osada, T. (2011).  
386 Microbiology of nitrogen cycle in animal manure compost. Minireview. *Microbial*  
387 *Biotechnology*. 6, 700–709. <https://doi.org/10.1111/j.1751-7915.2010.00236.x>

388

389 Martínez-Viera, R., Dibut, B., & Yoania, R. (2010). Efecto de la integración de  
390 aplicaciones agrícolas de biofertilizantes y fertilizantes minerales sobre las relaciones  
391 suelo-planta. *Cultivos Tropicales*, 31(3), 1-9.  
392 [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000300009&lng=es&tlng=es)  
393 [59362010000300009&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000300009&lng=es&tlng=es)

394

395 Millet, A. S., Aluwé, M., Van den Broeke, A., Leen, F., De Boever, J. and De  
396 Campeneere S. (2018) Review: Pork production with maximal nitrogen efficiency.  
397 *Animal*, 12(5),1060–1067. <https://doi.org/10.1017/S1751731117002610>.

398

399 Neklyudov, A. D., Fedotov, G. N., & Ivankin, A. N. (2008). Intensification of  
400 composting processes by aerobic microorganisms: a review. *Applied Biochemistry*  
401 *and Microbiology*, 44,6-18. <https://doi.org/10.1134/S000368380801002X>

402

- 403 Restrepo, J. (2009). Las mazorcas de maíz eran tan largas, Preparados básicos  
404 en Agricultura Organica. El ABC de la Agricultura Orgánica. Yanhuatlán, Oaxaca.
- 405 Sánchez, Ó. J., Ospina, D. A., Montoya, S. (2017). Compost supplementation with  
406 nutrients and microorganisms in composting process. *Waste Management*, 69, 136-  
407 153. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.08.012>
- 408
- 409 SAS. (2021). Statistical Analysis System On Demand for Academics. Statistics  
410 Software. SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA.
- 411 Senesi, N. (1989). Composted materials as organic fertilizers. *Science of The Total*  
412 *Environment*, 81–82, 521-542. [https://doi.org/10.1016/0048-9697\(89\)90161-7](https://doi.org/10.1016/0048-9697(89)90161-7)
- 413
- 414 SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2022, enero 26)  
415 Avance de Siembras y Cosechas.  
416 [http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/ResumenProducto.do](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do)
- 417
- 418 Vélez-Sánchez, C., Pinedo-Álvarez, C., Viramontes-Oliva, O., Ortega, C., &  
419 Melgoza-Castillo, A. (2008) Bio-tecnologías ambientales para el tratamiento de  
420 residuos ganaderos. *Tecnociencia Chihuahua*, 2(2),131-144.  
421 <https://doi.org/10.54167/tecnociencia.v2i2.75>
- 422
- 423 Zeng, G.Y., Chen, M., Huang, Y., Zhang, D., Huang, J., Jiang, H., & Yu, R. (2010).  
424 Effects of inoculation with *Phanerochaete chrysosporium* at various time points on  
425 enzyme activities during agricultural waste composting. *Bioresource Technology*,  
426 101(1),222–227. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.08.013>
- 427