

# Efecto de diferentes tipos de abonos sobre bacterias edáficas en el agroecosistema de *Bothriochloa pertusa*, (L) A. Camus, en la Subregión Sabanas de Sucre, Colombia

R Pérez Cardozo

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Sucre, Sincelejo, Colombia  
[rimanper7@hotmail.com](mailto:rimanper7@hotmail.com)

## Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes tipos de fertilización orgánica y química en épocas seca y lluvias sobre la densidad poblacional (UFC/g) y distribución de bacterias edáficas en el agroecosistema *Bothriochloa pertusa* en Sabanas de Sucre. Para la evaluación de los abonos *in situ* se seleccionó un lote de 2280 m<sup>2</sup>, delimitándose un área de 1848 m<sup>2</sup>; se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con medidas repetidas para las épocas climáticas. Los tratamientos fueron: Testigo TEST, abono mineral-urea ABM, composta de pollinaza COMP, composta de bovinaza COMB, lombricompost LOMB. En la fertilización química se aplicó 218 kg/ha de urea (46 %), y en la orgánica, 1.5 ton/ha de abono orgánico. Para determinar el efecto de los abonos sobre la densidad poblacional de bacterias en los tratamientos, se utilizó análisis de varianza no paramétrico, y sobre la distribución, análisis estadístico descriptivo. Los datos fueron analizados con el programa estadístico R.

En época seca, el suelo con tratamiento abono mineral, mostró mejor distribución de bacterias Gram-negativas, y con lombricompost, de Pseudomonadaceae; en lluvias, este último tratamiento presentó mayor densidad de bacterias Gram-negativas, mejor distribución de Actinobacteria y de Gram positivas, y el tratamiento composta de pollinaza, mejor distribución de Pseudomonadaceae y Cocobacilos Gram-negativos. Se concluye que solamente en el suelo con tratamiento lombricompost y en época de lluvias, fue afectada la densidad de bacterias Gram-negativas, y la distribución de grupos bacterianos varió en cada época, según el grupo y tratamiento.

**Palabras claves:** biorremediación, degradación, épocas climáticas, fertilización orgánica, pasto, suelo

## Effect of different types of fertilizer on soil bacteria in the agroecosystem *Bothriochloa pertusa*, (L) A. Camus, in the Subregion Sabanas of Sucre, Colombia

## Abstract

The objective of this work was to evaluate the effect of organic and chemical fertilization applied during the dry and rainy season on the population density (CFU/g) and distribution of soil bacteria in the agroecosystem of *Bothriochloa pertusa* in the sabanas of Sucre. For the in-situ evaluation of

fertilizers a plot of 2280 m<sup>2</sup> was selected, defining an area of 1848 m<sup>2</sup>; using a completely randomized block with measures repeated for the climatic seasons. The treatments were: TEST control, ABM mineral fertilizer -urea, COMP chicken manure compost, COMB cattle manure compost and LOMB Vermicompost. In the chemical fertilizers was applied 218 kg / ha of urea (46%), and in the organic, 1.5 tonnes / ha of organic fertilizer. To determine the effect of fertilizers on the population density of bacteria in the treatments, were used analysis of variance not parametric, and on the distribution, analysis statistical descriptive. The data were analyzed in the statistical program R

During the dry season, the soil with mineral fertilizer treatment, showed better distribution of gram-negative bacteria, and with Vermicompost, of Pseudomonadaceae; In rains, the treatment lombricompost presented major density of Gram-negative bacteria, better distribution of these and of positive Gram, and the treatment chicken manure compost, better distribution of Pseudomonadaceae and Cocobacilos Gram-negative. It is concluded that only in the soil treatment vermicompost during the rainy season, was affected the density of gram-negative bacteria, and the distribution of bacterial groups varied in each season, according to the group and treatment.

**Key words:** *bioremediation, climatic seasons, degradation, grass, organic fertilization, soil*

## Introducción

Las zonas secas han sido definidas, desde el punto de vista biótico, como áreas donde dominan especies con características morfofisiológicas con notable adaptación a la sequía. En estas zonas, las sequías son pronunciadas (baja humedad atmosférica) y la evapotranspiración potencial es alta, a menudo asociada con escasez de nutrientes en el suelo. La degradación de tierras neutraliza la capacidad de los suelos de servir como sumidero del carbono, con lo cual se libera el carbono almacenado hacia la atmósfera. La quema de biomasa incrementa las emisiones de carbono hacia la atmósfera y ocasiona el calentamiento de la tierra. Las repercusiones del cambio climático causarán efectos perjudiciales en el agua, los alimentos, la diversidad biológica y otros recursos útiles para el hombre, así como en las actividades socioeconómicas. En Colombia, el 22% de los suelos presentan susceptibilidad de alta a media para perder materia orgánica por efectos del aumento de temperatura, dando como resultado la rápida mineralización de esta materia con el consecuente desprendimiento de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. En suelos de ecosistemas secos se espera una mayor pérdida de materia orgánica con respecto a ecosistemas húmedos, lo que equivale al incremento de la desertificación y la prolongación de las sequías. Debido a las condiciones topográficas del país, la forma como se han dado los procesos de ocupación del territorio y la cultura de producción y consumo inherentes al modelo de desarrollo imperante, los procesos de degradación de suelos continúan incrementándose. Factores como erosión, compactación, salinización y contaminación dinamizan un proceso acelerado de desertificación (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial 2005).

En esta problemática se enmarca la subregión Sabanas del departamento de Sucre con 164000 ha establecidas en su mayoría con pasto colosuana *Bothriochloa pertusa*, con suelos degradados debido a factores fisiográficos, edáficos, vientos, y acciones antrópicas degenerativas del medio natural (Aguilera 2005); la contaminación de estos suelos por la presencia de agentes tóxicos como plaguicidas y fertilizantes químicos que se han utilizado en forma indiscriminada en los monocultivos, constituye un problema de gran importancia ambiental, económica y social, pero el uso de microorganismos constituye una estrategia biorremediadora, potencialmente viable en la descontaminación de estos suelos, que se basa en la absorción de sustancias orgánicas por parte de dichos microorganismos, los cuales las utilizan como fuente de carbono necesaria para su crecimiento, y de energía para sus funciones metabólicas (Torres 2003).

Los estudios de diversidad microbiana en sitios con constantes aplicaciones de plaguicidas permiten la caracterización e identificación de especies bacterianas con un potencial de aplicación en procesos de biorremediación de sitios contaminados y/o el tratamiento de residuos recalcitrantes. Se han reportado por su capacidad de degradar diferentes xenobióticos, las bacterias: *Bacillus brevis* (El género es típico de la familia *Bacillaceae*, comprende más de 40 especies de bacilos aerobios y anaerobios facultativos Gram-positivos, produce antibióticos como la gramicina y la tirotricina). Esta especie ha sido aislada a partir de suelos agrícolas con un amplio historial de aplicaciones de plaguicidas organofosforados, y presenta una importante eficiencia en remoción de hidrocarburos. *Stenotrophomonas maltophilia* (Anteriormente conocida como *Pseudomonas maltophilia* o *Xanthomonas maltophilia*, es un bacilo Gram-negativo no fermentativo, aerobio); se reporta a esta especie con capacidad para degradar tolueno, benceno, etilbenzeno y xileno, lo que permite plantear su potencial en la degradación de residuos de plaguicidas, suelos y aguas contaminados con estos xenobioticos. *Pseudomonas aeruginosa* (Bacilo Gram-negativo, aerobio, pertenece a la familia pseudomonadaceae), y se reporta como útil en la limpieza de suelos contaminados por alcanos, alquenos y por metales pesados. *Flavobacterium odoratum* (Cocobacilo Gram-negativo, aerobio facultativo), se encuentra en suelo, agua, plantas y materias del alimento; reducen nitritos pero no nitratos. *Burkholderia cepacia* (Familia Pseudomonadaceae), es un bacilo Gram negativo, se reporta para la biorrecuperación de suelos contaminados con residuos tóxicos. *Pseudomonas stutzeri* (Bacteria Gram -negativa), se reporta la capacidad de *Pseudomonas* sp, para sobrevivir e incluso degradar una amplia variedad de compuestos orgánicos como plaguicidas e hidrocarburos derivados del petróleo y otros compuestos halogenados (Castrejón et al 2001).

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de diferentes tipos de fertilización orgánica y química en épocas seca y lluvias sobre la densidad poblacional (UFC/g) y distribución de bacterias edáficas en el agroecosistema *Bothriochloa pertusa* en Sabanas de Sucre. Con esto se busca conocer la dinámica de los grupos de bacterias nativas existentes en suelos contaminados por agroquímicos que han sido tratados con diferentes abonos, con el fin de aplicar potencialmente técnicas de biorremediación microbiana para la recuperación de estos suelos y fomento de su fertilidad natural, productividad, calidad y protección de las pasturas.

## Materiales y métodos

### Localización

El presente trabajo tuvo una duración de 12 meses y se realizó en la finca ganadera El Peñón, ubicada sobre el acuífero de Morroa, en la vereda Santa Elena, municipio de Sampués, correspondiente a la subregión Sabanas del departamento de Sucre, Colombia, localizado a 9°03'54" y 9°15' latitud norte; 75°13'42" y 75°28'20" longitud occidental.

### Características de la zona de estudio

La zona de estudio posee piso térmico cálido o isomegatérmico con temperatura promedio de 27°C; precipitación media de 1227 mm y se presentan dos épocas climáticas durante el año: seca (diciembre - marzo) y lluvias (abril – noviembre), humedad relativa promedio 80%; brillo solar mensual 169 horas y evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) 1266 mm (Pérez et al 2015). El suelo se clasifica en el subgrupo taxonómico asociado Lithic Ustorthens-Typic Ustorthens de clases V<sub>lsc</sub> - V<sub>lsc</sub>, con textura Fr y Fr.Ar y fertilidad de baja a moderada. La vegetación predominante, debido a la tala de bosques y a la influencia de la ganadería, es el pasto Colosuana (*Bothriochloa pertusa*), además de vegetación aislada de *Tabebuia pentaphylla*, *Anacardium excelsum*, *Bombacopsis quinata*, y *Gliricidia sepium*, entre otros (Pérez 2011).

## Área experimental

Se seleccionó un lote de terreno de relieve ligeramente inclinado con 2% de pendiente, de 2280 m<sup>2</sup> (60 m de largo y 38 m de ancho) donde se desarrolló la investigación; se adecuó y se delimitó un área de 1848 m<sup>2</sup>, considerando la inclinación como criterio de bloqueo se trazaron tres bloques a través de la pendiente. En cada bloque se hizo el trazado de cinco parcelas de 10 m × 10 m, para un área de 100 m<sup>2</sup> cada una, con una separación de 1.5 m entre parcelas, y un espacio libre de 2 m alrededor, entre las parcelas y la cerca de los lados y al fondo, y en la cabecera una separación de 3 m. En cada uno de ellos se sortearon aleatoriamente los tratamientos: testigo TEST, abono mineral ABM, composta de pollinaza COMP, composta de bovinaza COMB T3, lombricompost LOMB.

## Preparación, caracterización y aplicación de abonos

Se elaboraron tres tipos de abonos orgánicos: composta de pollinaza COMP, composta de bovinaza COMB y lombricompost LOMB con materias primas procedentes de la zona de estudio: *Pennisetum sp*, *Leucaena leucocephala*, residuos animales (cama de pollos de engorde y bovinaza) y *Eisenia foetida*, según el tipo de abono, y se les hizo caracterización nutricional, física-química y microbiológica (Pérez et al 2010). Cada abono se incorporó a 7 cm de profundidad en el fondo de surcos separados a 50 cm; para los orgánicos se aplicó una dosis de 1.5 ton/ha, y del abono mineral urea 46% 218 kg/ha, en dosis dividida con intervalo de un mes.

## Análisis de laboratorio

Para determinar el conteo de poblaciones de bacterias, se tomaron muestras de suelos de 0 a 20 cm de profundidad a los 4 y 8 meses después de la aplicación de los abonos, correspondientes a las épocas seca y de lluvias. En la densidad poblacional de bacterias (UFC/g) se aplicó la técnica de dilución seriada y posterior siembra sobre superficie en medios de cultivos, y para la identificación de grupos de bacterias, se empleó la técnica tinción diferencial de Gram.

## Variables evaluadas

Las variables de estudio fueron conteos de los grupos de bacterias Gram-negativas, Gram-positivas, Pseudomonadaceae y Cocobacilos Gram-negativos en las épocas climáticas seca y lluvias a los cuatro y ocho meses, respectivamente de aplicados los abonos.

## Análisis estadístico.

Para la evaluación de los abonos *in situ* se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con medidas repetidas en el tiempo a los 4 y 8 meses después de aplicados los abonos, correspondientes a las épocas climáticas: seca y lluvias, respectivamente. Para estudiar la distribución de la densidad en cada grupo de bacterias se realizó un análisis estadístico descriptivo utilizando boxplot; para determinar densidades de grupos de bacterias por época climática se realizó un ANAVA no paramétrico (prueba de Friedman), y para comparar los tratamientos dentro de cada época climática, se realizó la prueba DMS (Diferencia Mínima Significativa) no paramétrica, al nivel del 5%. Los análisis estadísticos fueron procesados en el software R (R Foundation 2011).

## Resultados y discusión

En las figuras 1, 2,3, 4 se aprecian los resultados de distribución de los diferentes grupos de

bacterias aislados por tratamiento en las dos Épocas climáticas. El grupo de bacterias Gram-negativas en Época seca presentó la mejor distribución en el suelo con tratamiento abono mineral-urea ABM, y el testigo TEST la más alta dispersión, mostrando mayor concentración en un punto sesgado a la derecha, y los suelos con tratamientos lombricompost LOMB, composta de pollinaza COMP y composta de bovinaza COMB, presentaron mayores concentraciones en puntos sesgados a la derecha; mientras que en Época de lluvias, este grupo de bacterias mostró distribución asimétrica en los diferentes tratamientos de suelos, presentando la mejor distribución en el suelo con tratamiento lombricompost LOMB. (Fig.1).

**Figura 1.** Distribución de bacterias Gram-negativas por tratamiento en Épocas climáticas.

Distribución simétrica Distribución asimétrica Positiva Distribución asimétrica negativa o sesgada a la izquierda

Dispersión: Distribución de los datos del estudio. Entre más larga es la caja y los bigotes, hay mayor dispersión.  
TEST: testigo en Época de lluvias, seca TEST: testigo en Época seca; Iluvias ABM: abono mineral en Época de lluvias, seca ABM: abono mineral en Época seca; Iluvias COMP: composta de pollinaza en Época de lluvias, seca COMP: composta de pollinaza en Época seca; Iluvias COMB: composta de bovinaza en Época de lluvias, seca COMB: composta de bovinaza en Época seca; LOMB: lombricompost en Época de lluvias, seca LOMB: lombricompost en Época seca.

El grupo de bacterias Gram-positivas en Época seca presentó distribución asimétrica en los diferentes tratamientos de suelos, mostrando el testigo TEST la más alta dispersión y mayor concentración en un punto sesgado a la derecha; mientras que en Época de lluvias este grupo de bacterias, mostró distribución simétrica en el suelo con tratamiento lombricompost LOMB, y la más alta dispersión se dio en el testigo TEST y en los suelos con tratamientos abono mineral ABM y composta de pollinaza COMP, con mayores concentraciones en puntos sesgados a la derecha. (Fig.2).

**Figura 2.** Distribución de bacterias Gram-positivas por tratamiento en Épocas climáticas.

Distribución simétrica Distribución asimétrica Positiva Distribución asimétrica negativa o sesgada a la izquierda

Dispersión: Distribución de los datos del estudio. Entre más larga es la caja y los bigotes, hay mayor dispersión.  
TEST: testigo en Época de lluvias, seca TEST: testigo en Época seca; Iluvias ABM: abono mineral en Época de lluvias, seca ABM: abono mineral en Época seca; Iluvias COMP: composta de pollinaza en Época de lluvias, seca COMP: composta de pollinaza en Época seca; Iluvias COMB: composta de bovinaza en Época de lluvias, seca COMB: composta de bovinaza en Época seca; LOMB: lombricompost en Época de lluvias, seca LOMB: lombricompost en Época seca.

El grupo de bacterias Pseudomonadaceae, presentó en Época seca la mejor distribución en los suelos con tratamientos lombricompost LOMB y composta de pollinaza COMP, mientras que en Época de lluvias mostró la mejor distribución en los suelos con tratamientos composta de pollinaza COMP, composta de bovinaza COMB y abono mineral ABM, y la más alta dispersión se dio en el suelo con tratamiento lombricompost LOMB, presentando mayor concentración en un punto sesgado a la derecha (Fig.3).

**Figura 3.** Distribución de bacterias Pseudomonadaceae por tratamiento en Épocas climáticas.

Dispersión: Distribución de los datos del estudio. Entre más larga es la caja y los bigotes, hay mayor dispersión.

TEST: testigo en Época de lluvias, seca TEST: testigo en Época seca; lluvias ABM: abono mineral en Época de lluvias, seca ABM: abono mineral en Época seca; lluvias COMP: composta de pollinaza en Época de lluvias, seca COMP: composta de pollinaza en Época seca; lluvias COMB: composta de bovinaza en Época de lluvias, seca COMB: composta de bovinaza en Época seca; lluvias LOMB: lombricompost en Época de lluvias, seca LOMB: lombricompost en Época seca.

El grupo de bacterias cocobacilos Gram-negativos, en Época seca presentó distribución asimétrica en los diferentes tratamientos de suelos, mostrando mayores concentraciones en puntos sesgados a la derecha, y las más altas dispersiones en los suelos con tratamientos composta de bovinaza COMB y composta de pollinaza COMP; mientras que en Época de lluvias presentó distribución simétrica en el suelo con tratamiento composta de pollinaza COMP, y la mayor dispersión se dio en el testigo TEST y en el suelo con tratamiento abono mineral ABM, mostrando mayores concentraciones en puntos sesgados a la derecha (Fig.4).

**Figura 4.** Distribución de bacterias Cocobacilos Gram-negativos por tratamiento en épocas

Distribución simétrica Distribución asimétrica Positiva Distribución asimétrica negativa o sesgada a la izquierda  
 Dispersión: Distribución de los datos del estudio. Entre más larga es la caja y los bigotes, hay mayor dispersión.  
 Lluvias TEST: testigo en época de lluvias, seca TEST: testigo en época seca; lluvias ABM: abono mineral en época de lluvias, seca ABM: abono mineral en época seca; lluvias COMP: composta de pollinaza en época de lluvias, seca COMP: composta de pollinaza en época seca; lluvias COMB: composta de bovinaza en época de lluvias, seca COMB: composta de bovinaza en época seca; lluvias LOMB: lombricompost en época de lluvias, seca LOMB: lombricompost en época seca

En la tabla 1 se aprecian los resultados de densidad poblacional de los grupos de bacterias aislados en los diferentes tratamientos del suelo durante las épocas seca y de lluvias, y en la tabla 2 se hace un análisis descriptivo de densidad poblacional total de bacterias por tratamiento en épocas climáticas.

Solamente en la época de lluvias, se dio diferencia significativa en el grupo de bacterias Gram-negativa, entre el suelo con tratamiento lombricompost LOMB y los suelos con tratamientos abono mineral ABM, composta de pollinaza COMP y composta de bovinaza COMB, y entre el testigo TEST y el suelo con tratamiento composta de bovinaza COMB, presentando el suelo con tratamiento lombricompost LOMB la mayor densidad ( $1266 \times 10^3$  UFC/g), mientras que el suelo con tratamiento composta de bovinaza COMB, mostró la más baja ( $133 \times 10^3$ UFC/g) (Tabla 1).

La densidad poblacional total de grupos de bacterias presentadas en cada época climática, oscila en la seca entre  $1348 \times 10^3$  UFC/g (Suelo con tratamiento abono mineral ABM) y  $4294 \times 10^3$  UFC/g (Suelo con tratamiento composta de bovinaza COMB), y en la de lluvias, entre  $2054 \times 10^3$  UFC/g (Suelo con tratamiento composta de bovinaza COMB) y  $5436 \times 10^3$  UFC/g (Suelo con tratamiento lombricompost LOMB) (Tabla 2).

**Tabla 1.** Análisis de varianza (ANAVA) para densidades de bacterias por épocas climáticas

**Abonos**

Variables	Testigo (TEST)	Mineral – Ásrea (ABM)	Composta de pollinaza (COMP)	Composta de bovinaza (COMB)	Lombr compos (LOMB)
‰poca Seca (4 meses)					
BacGram <sup>-</sup>	2833±4481 <sup>a</sup>	840±541 <sup>a</sup>	627±593 <sup>a</sup>	900±1389 <sup>a</sup>	843±10
BacGram <sup>+</sup>	333±577 <sup>a</sup>	67±116 <sup>ba</sup>	0±0 <sup>a</sup>	0±0 <sup>a</sup>	0±0 <sup>a</sup>
Pseudom	220±313 <sup>a</sup>	164±192 <sup>ba</sup>	160±177 <sup>a</sup>	827±755 <sup>a</sup>	970±10
CcbGram <sup>-</sup>	500±866 <sup>a</sup>	277±372 <sup>ba</sup>	1267±1554 <sup>a</sup>	2567±3288 <sup>a</sup>	400±50
‰poca Lluvias (8 meses)					
BacGram <sup>-</sup>	800±1212 <sup>ab</sup>	167±153 <sup>bc</sup>	667±1155 <sup>bc</sup>	133±231 <sup>c</sup>	1266±50
BacGram <sup>+</sup>	767±1328 <sup>a</sup>	600±1039 <sup>a</sup>	566±982 <sup>a</sup>	167±208 <sup>a</sup>	100±10
Pseudom	310±202 <sup>a</sup>	407±185 <sup>a</sup>	877±856 <sup>a</sup>	487±205 <sup>a</sup>	2070±30
CcbGram <sup>-</sup>	1400±1664 <sup>a</sup>	2133±1692 <sup>a</sup>	1800±700 <sup>a</sup>	1267±611 <sup>a</sup>	2000±20

\* Letras diferentes en las filas, presentan diferencias estadísticas al nivel de 0.05% . NS: No significativa  
 BacGram<sup>+</sup>: Bacterias Gram+positivas; Pseudom:bacterias Pseudomonadaceae; CcbGram<sup>-</sup> : bacterias Gram-negativas

**Tabla 2.** Análisis descriptivo de densidad poblacional total de bacterias por tratamiento en épocas climáticas x 10<sup>6</sup> UFC/g

Tratamientos	Media	D.E.	Mñn.	Mñjx.
<b>Å%poca Seca (4 meses)</b>				
TEST. Testigo	0,972	1,25	0,22	2,83
ABM. Ab.Mineral	0,339	0,35	0,07	0,85
COMP.C Pollinaza	0,514	0,57	0.00	1,27
COMB.C Bovinaza	1,07	1,08	0.00	2,57
LOMB.Lombricomp	0,553	0,44	0.00	0,97
<b>Å%poca Lluvias (8 meses)</b>				
TEST. Testigo	0,82	0,45	0,31	1,40
ABM. Ab.Mineral	0,83	0,89	0,17	2,13
COMP.C Pollinaza	0,98	0,56	0,57	1,80
COMB. C Bovinaza	0,51	0,53	0,13	1,27
LOMB.Lombricomp	1,36	0,91	0,10	2,07

*TEST. Testigo: suelo sin tratamiento; ABM. Ab.Mineral: suelo tratado con abono mineral-urea; COMP. C.Pollinaza: suelo tratado con composta de pollinaza; COMB. C Bovinaza: suelo tratado con composta de bovina; LOMB. Lombricomp: suelo tratado con lombricompost.*

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, la distribución varió según el grupo de bacterias y tratamiento en cada época climática; la mejor distribución en época seca se dio en los grupos de bacterias Gram-negativa en suelo con tratamiento abono mineral-urea ABM, Pseudomonadaceae en suelos con tratamientos lombricompost LOMB y composta de pollinaza COMP; mientras que en época de lluvias la mejor distribución se dio en los grupos Gram-negativas y Gram-positivas en suelo con tratamiento lombricompost LOMB, Cocobacilos Gram-



negativos en suelo con tratamiento composta de pollinaza COMP, y Pseudomonadaceae en los suelos con tratamientos composta de pollinaza COMP y abono mineral ABM, ya que los tratamientos presentaron condiciones edáficas diferentes, lo que está acorde con (Nogales 2005), quien manifiesta que factores como la presencia de raíces, pequeños agregados, nutrientes y poros parecen gobernar la distribución de bacterias en micro hábitats.

Aunque solamente en la época de lluvias fue afectada la densidad del grupo de bacterias Gram-negativas, presentando la más alta en el suelo con tratamiento Lombricompost LOMB y diferencia significativa con otros tratamientos, en esta época la densidad se incrementa en todos los grupos de bacterias en los tratamientos Lombricompost LOMB y Composta de pollinaza COMP, lo que está acorde con (Reyes y Válerio 2007), quienes manifiestan que para una misma especie vegetal las poblaciones microbianas rizosféricas están condicionadas por las características físico-químicas del suelo.

La densidad poblacional total de bacterias encontradas en cada época climática en todos los tratamientos, a excepción del abono mineral ABM en época seca, están en el rango  $2 \times 10^6$  a  $500 \times 10^6$  UFC/g de suelo seco reportado por (Arias 2007), y superior en el tratamiento Lombricompost LOMB en la época de lluvias al valor de  $5.1 \times 10^6$  UFC/g de suelo seco observado por (Fernández et al 2005).

## Conclusiones

- En cada época climática, la distribución de bacterias, varía según el grupo y tratamiento del suelo.
- En la época de lluvias, se incrementaron las densidades de todos los grupos de bacterias en los tratamientos lombricompost LOMB y composta de pollinaza COMP, presentándose la más alta densidad poblacional total de bacterias en el tratamiento lombricompost LOMB.
- Al relacionar la distribución y la densidad de cada grupo de bacterias en cada tratamiento de suelo en las dos épocas climáticas, el suelo con tratamiento lombricompost LOMB presentó mejor efecto sobre los grupos de bacterias Gram-negativas y Pseudomonadaceae, seguido por el suelo con tratamiento composta de pollinaza COMP, sobre los grupos de bacterias Pseudomonadaceae y Cocobacilos Gram-negativos.

## Agradecimientos

El autor expresa sus agradecimientos a la Universidad de Sucre y a la empresa Grupo Labservis Ltda por su apoyo en el desarrollo de esta investigación.

## Referencias

- Aguilera M 2005** La economía del departamento de Sucre: Ganadería y sector público, 63. Cartagena: Banco de la República - Centro de estudios económicos regionales (CEER). p.19.
- Arias A 2007** Suelos tropicales. San José, Editorial Universidad Estatal a Distancia. p. 70
- Castrejón M L, Sánchez E y Ortiz M L 2001** Caracterización e identificación de consorcios

---

bacterianos capaces de crecer sobre plaguicidas organofosforados

[http://www.uaemex.mx/Red\\_Ambientales/docs/memorias/Extenso/CA/EC/CAC-04.pdf](http://www.uaemex.mx/Red_Ambientales/docs/memorias/Extenso/CA/EC/CAC-04.pdf)

**Fernández L A, Zalba P, Gámez M A y Sagardoy M 2005** Bacterias solubilizadoras de fosfato inorgánico aisladas de suelos de la región Sojera. Suelo, 23(1), 31-37.

[http://www.suelos.org.ar/publicaciones/vol\\_23n1/fernandez\\_31-37.pdf](http://www.suelos.org.ar/publicaciones/vol_23n1/fernandez_31-37.pdf)

**Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial 2005** Plan de acción nacional Lucha contra la desertificación y la sequía. Colombia p.14-27.

**Nogales B 2005** La microbiología del suelo en la era de la biología molecular: descubriendo la punta del iceberg. Ecosistemas, 14(2): 41- 42.

[https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/7918/1/ECO\\_14\(2\)\\_06.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/7918/1/ECO_14(2)_06.pdf)

**Pérez R 2011** Efecto de tres abonos orgánicos en el agroecosistema de *Bothriichloa pertusa*, (L) A. Camus en fincas ganaderas de Sampués, Sucre-Colombia. [Tesis de Maestría]. Sincelejo, Colombia: Sistema Universitario Estatal del Caribe (Sue-Caribe), Universidad de Sucre, Facultad de Ciencias Agropecuarias.

**Pérez R M, Pérez A F y Vertel M L 2010** Caracterización nutricional, físico-química y microbiológica de tres abonos orgánicos para uso en agroecosistemas de pasturas en la subregión Sabanas del departamento de Sucre, Colombia. Revista Tumbaga 1:27-37. \_

<http://revistas.ut.edu.co/index.php/tumbaga/article/view/187>

**Pérez R M, Vertel M L y Pérez A F 2015** Efecto de diferentes tipos de abonos sobre hongos edáficos en el agroecosistema de *Bothriochloa pertusa* , (L) A. Camus, en Sabanas sucreñas, Colombia. Investigación Pecuaria para el Desarrollo Rural. 27(1). \_

<http://www.lrrd.org/lrrd27/1/pere27004.html>

**R Foundation 2011** Language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. <http://www.R-project.org>

**Reyes I y Valery A 2007** Efecto de la fertilidad del suelo sobre la microbiota y la promoción del crecimiento del maíz (*Zea mays*) con *azotobacter* spp. Bioagro, 19 (3), 117-126.

**Torres R D 2003** El papel de los microorganismos en la biodegradación de compuestos tóxicos. Ecosistemas 12(2):1- 4. <http://www.aeet.org/ecosistemas/032/informe1.html>