



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2026,
Volumen 10, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rem.v10i5

CARACTERIZACIÓN DE BACTERIAS A DIFERENTES TEMPERATURAS EN LA PRODUCCIÓN DE BIOABONOS: CONTRIBUCIÓN A LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CEIPA

**CHARACTERIZATION OF BACTERIA AT DIFFERENT
TEMPERATURES IN BIOFERTILIZER PRODUCTION: CONTRIBUTION
TO ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY AT CEIPA**

Lizbeth Estefania Vera Santi

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Laura Katherine Gómez Machado

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Gabriela Mishell Chuin Vargas

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Catherine Mishel Cujilema Tenezaca

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Caracterización de Bacterias a Diferentes Temperaturas en la Producción de Bioabonos: Contribución a la Sostenibilidad Ambiental en CEIPA

Lizbeth Estefania Vera Santi¹

le.veras@uea.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0002-2807-9294>

Universidad Estatal Amazónica
Puyo-Pastaza-Ecuador

Laura Katherine Gómez Machado

lk.gomezm@uea.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0008-2152-0634>

Universidad Estatal Amazónica
Puyo-Pastaza-Ecuador

Gabriela Mishell Chuin Vargas

gm.chuinv@uea.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0007-6889-5890>

Universidad Estatal Amazónica
Puyo-Pastaza-Ecuador

Catherine Mishel Cujilema Tenezaca

cm.cujilemat@uea.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0003-4361-9348>

Universidad Estatal Amazónica
Puyo-Pastaza-Ecuador

RESUMEN

La producción de bioabonos mediante el aprovechamiento de residuos orgánicos constituye una alternativa asociada con la sostenibilidad ambiental y la economía circular. El objetivo de este estudio fue analizar el comportamiento de bacterias asociadas a diferentes condiciones térmicas durante la producción de un bioabono y su posible relación con variables fisicoquímicas del proceso. Se realizó un estudio descriptivo con seguimiento de temperatura y pH en cuatro momentos: días 1, 10, 14 y 23. Las temperaturas registradas fueron 33 °C, 63 °C, 47,5 °C y 43,5 °C, respectivamente, mientras que el pH presentó valores de 8,98, 8,60, 8,30 y 8,00. Para fines de modelación académica se incorporaron datos microbiológicos relacionados con unidades formadoras de colonias (UFC), número de morfotipos, características macroscópicas, tinción de Gram y pruebas bioquímicas. El escenario mostró una disminución de bacterias cultivables durante la máxima temperatura y una recuperación durante el descenso térmico. Los resultados permiten ilustrar cómo las variables térmicas y fisicoquímicas pueden relacionarse con la dinámica microbiana durante la transformación de residuos orgánicos. Se concluye que la temperatura constituye una variable relevante para el seguimiento del proceso y que la caracterización microbiológica puede complementar la evaluación de la calidad del bioabono.

Palabras clave: bioabono, bacterias, temperatura, compostaje, sostenibilidad ambiental

¹ Autor principal

Correspondencia: le.veras@uea.edu.ec

Characterization of bacteria at different temperatures in biofertilizer production: contribution to environmental sustainability at CEIPA

ABSTRACT

The production of biofertilizers through the recovery of organic waste represents an alternative associated with environmental sustainability and the circular economy. The objective of this study was to analyze the behavior of bacteria associated with different thermal conditions during biofertilizer production and their possible relationship with physicochemical variables. A descriptive study was conducted by monitoring temperature and pH at four stages: days 1, 10, 14 and 23. Recorded temperatures were 33 °C, 63 °C, 47.5 °C and 43.5 °C, respectively, while pH values were 8.98, 8.60, 8.30 and 8.00. For academic modeling purposes, microbiological data were incorporated, including colony-forming units (CFU), number of morphotypes, macroscopic characteristics, Gram staining and biochemical tests. The simulated scenario showed a decrease in cultivable bacteria at the maximum temperature and recovery during the subsequent cooling stage. The results illustrate how thermal and physicochemical variables may be related to microbial dynamics during organic waste transformation. It is concluded that temperature is a relevant variable for process monitoring and that microbiological characterization can complement biofertilizer quality assessment.

Keywords: biofertilizer, bacteria, temperature, composting, environmental sustainability

Artículo recibido 15 agosto 2026

Aceptado para publicación: 23 septiembre 2026



INTRODUCCIÓN

La generación de residuos orgánicos representa uno de los principales desafíos asociados a la gestión de residuos sólidos, debido a que una proporción importante de estos materiales puede ser aprovechada mediante procesos biológicos. El compostaje y otros procesos de transformación de materia orgánica permiten convertir residuos biodegradables en productos estabilizados con potencial de aprovechamiento agrícola.

Durante la transformación de los residuos, los microorganismos desempeñan un papel fundamental debido a su participación en la degradación de compuestos orgánicos. La temperatura constituye una de las variables más importantes para comprender la dinámica de estas comunidades, debido a que diferentes grupos microbianos presentan distintos rangos de crecimiento.

Los procesos de compostaje suelen atravesar etapas caracterizadas por diferentes condiciones térmicas. Inicialmente predominan microorganismos capaces de desarrollarse en temperaturas moderadas; posteriormente, el incremento de la actividad metabólica genera calor y favorece condiciones termofílicas. Finalmente, al disminuir la disponibilidad de materia orgánica fácilmente degradable, la temperatura desciende progresivamente.

La temperatura de 63 °C registrada en el día 10 resulta particularmente importante dentro del presente estudio, debido a que representa el máximo térmico observado. Posteriormente, la temperatura disminuyó hasta 47,5 °C y 43,5 °C, evidenciando un proceso de enfriamiento.

Además de la temperatura, el pH constituye una variable importante para evaluar la transformación de la materia orgánica. En este estudio se observó una disminución progresiva del pH desde 8,98 hasta 8,00.

La caracterización microbiológica mediante unidades formadoras de colonias, morfotipos, tinción de Gram y pruebas bioquímicas puede complementar la información obtenida mediante las variables fisicoquímicas. De esta manera, es posible establecer un panorama más amplio sobre la dinámica microbiana asociada con las diferentes etapas del proceso.



Problema de investigación

Aunque la temperatura y el pH permiten realizar un seguimiento general de la transformación de los residuos orgánicos, estas variables no permiten determinar por sí mismas qué grupos bacterianos están presentes ni cuál es su abundancia.

Por ello, surge la necesidad de relacionar las condiciones térmicas del proceso con indicadores microbiológicos como las UFC y los diferentes morfotipos bacterianos.

Pregunta de investigación

¿Cómo varía la presencia de bacterias cultivables bajo diferentes condiciones de temperatura durante la producción de un bioabono y qué relación puede establecerse con los cambios de temperatura y pH?

Objetivo general

Caracterizar, mediante un escenario microbiológico simulado, el comportamiento de bacterias cultivables asociadas con diferentes temperaturas durante la producción de un bioabono y relacionarlo con los cambios de temperatura y pH observados.

Objetivos específicos

- Analizar la variación de temperatura y pH durante el proceso.
- Estimar mediante datos de campo, el comportamiento de las UFC bajo diferentes temperaturas.
- Establecer un escenario simulado de diversidad de morfotipos bacterianos.
- Describir características macroscópicas y microscópicas de los morfotipos.
- Proponer resultados de tinción de Gram y pruebas bioquímicas.
- Analizar la relación entre las condiciones térmicas y la dinámica bacteriana.
- Relacionar el proceso de producción de bioabonos con la sostenibilidad ambiental.

METODOLOGÍA

Tipo y diseño de investigación

El estudio se plantea bajo un enfoque cuantitativo, descriptivo y comparativo, con seguimiento temporal de las variables temperatura y pH.

Se analizaron cuatro momentos del proceso:

- Día 1: 33 °C.



- Día 10: 63 °C.
- Día 14: 47,5 °C.
- Día 23: 43,5 °C.

Los valores de temperatura y pH corresponden a las mediciones proporcionadas para el estudio.

Para efectos de demostración de la metodología microbiológica, se construyó un conjunto de datos de UFC, morfotipos y características microbiológicas.

RESULTADOS

Temperatura y pH

Tabla 1. Comportamiento de la temperatura y el pH

Día	Temperatura (°C)	pH
1	33,0	8,98
10	63,0	8,60
14	47,5	8,30
23	43,5	8,00

La temperatura presentó un incremento de 30 °C entre el día 1 y el día 10, pasando de 33 °C a 63 °C.

Posteriormente disminuyó hasta 47,5 °C en el día 14 y 43,5 °C en el día 23.

El pH presentó una reducción progresiva de 8,98 a 8,00.

3.2. Unidades formadoras de colonias

Tabla 2. UFC/g del bioabono

Día	Temperatura	UFC/g
1	33 °C	$2,4 \times 10^7$
10	63 °C	$8,1 \times 10^6$
14	47,5 °C	$1,7 \times 10^7$
23	43,5 °C	$2,1 \times 10^7$

En el escenario se observa una disminución de las bacterias cultivables durante el momento de mayor temperatura. Las UFC pasan de $2,4 \times 10^7$ UFC/g en el día 1 a $8,1 \times 10^6$ UFC/g en el día 10.



Posteriormente, durante el descenso de la temperatura, se observa un incremento hasta $1,7 \times 10^7$ UFC/g en el día 14 y $2,1 \times 10^7$ UFC/g en el día 23.

Interpretación: estos datos son para mostrar cómo podría analizarse la relación entre temperatura y abundancia bacteriana.

Número de morfotipos bacterianos

Tabla 3. Número de morfotipos

Día	Temperatura	Morfotipos
1	33 °C	6
10	63 °C	3
14	47,5 °C	5
23	43,5 °C	5

El escenario muestra una reducción del número de morfotipos durante la temperatura máxima, pasando de seis morfotipos en el día 1 a tres en el día 10. Posteriormente se observa una recuperación hasta cinco morfotipos.

Este comportamiento sería compatible con una posible selección de microorganismos capaces de tolerar temperaturas elevadas.

Características macroscópicas de las colonias

Tabla 4. Caracterización macroscópica de los morfotipos

Morfotipo	Color	Forma	Margen	Elevación	Superficie	Textura
M1	Blanco	Circular	Entero	Convexa	Lisa	Cremosa
M2	Crema	Circular	Entero	Convexa	Lisa	Cremosa
M3	Blanco opaco	Irregular	Ondulado	Plana	Rugosa	Seca
M4	Amarillento	Circular	Entero	Convexa	Lisa	Cremosa
M5	Blanco	Irregular	Lobulado	Plana	Rugosa	Seca
M6	Crema	Circular	Entero	Elevada	Lisa	Cremosa



Tinción de Gram y características microscópicas

Tabla 5. Caracterización microscópica

Morfotipo	Gram	Morfología	Agrupación	Esporas
M1	Gram positivo	Bacilos	Aislados	No observadas
M2	Gram positivo	Cocos	Agrupados	No observadas
M3	Gram positivo	Bacilos	Cadenas	Observadas
M4	Gram negativo	Bacilos	Aislados	No observadas
M5	Gram positivo	Bacilos	Aislados	Observadas
M6	Gram negativo	Bacilos	Aislados	No observadas

Pruebas bioquímicas

Tabla 6. Pruebas bioquímicas

Morfotipo	Catalasa	Oxidasa	Motilidad	Interpretación preliminar
M1	+	–	+	Bacteria aerobia/móvil
M2	+	–	–	Coco catalasa positivo
M3	+	–	+	Bacilo esporulado
M4	–	+	+	Bacilo oxidasa positivo
M5	+	–	+	Bacilo esporulado
M6	–	+	+	Bacilo oxidasa positivo

Identificación bacteriana

la presencia hipotética de bacilos Gram positivos, catalasa positivos, móviles y con estructuras compatibles con endosporas podría orientar hacia bacterias del grupo de los **bacilos formadores de endosporas**.

DISCUSIÓN

Los resultados de temperatura muestran una dinámica característica del proceso estudiado. La temperatura aumentó desde 33 °C hasta 63 °C durante los primeros diez días, seguida de una disminución progresiva hasta 43,5 °C al finalizar el periodo evaluado.



La temperatura máxima de 63 °C representa una condición termofílica relevante. Durante el compostaje, el incremento de temperatura se encuentra relacionado con la actividad metabólica de los microorganismos que degradan la materia orgánica.

En el escenario microbiológico se planteó una disminución de las UFC durante el periodo de mayor temperatura. Este comportamiento puede utilizarse para ilustrar el efecto potencial de las condiciones térmicas sobre los microorganismos cultivables.

Sin embargo, es importante destacar que **la temperatura por sí sola no permite determinar la abundancia bacteriana**. El número real de UFC debe obtenerse mediante el cultivo y recuento de colonias.

La recuperación hipotética de las UFC durante los días 14 y 23 coincide con la disminución de la temperatura. Esto permitiría plantear la hipótesis de que las condiciones térmicas menos extremas podrían favorecer nuevamente el crecimiento de determinados microorganismos mesófilos y termotolerantes.

El número de morfotipos también fue reducido en el escenario simulado durante la máxima temperatura. Este comportamiento puede interpretarse como una posible selección ambiental, debido a que las temperaturas elevadas pueden limitar el crecimiento de microorganismos sensibles y favorecer grupos adaptados a condiciones termofílicas.

El pH presentó una disminución continua desde 8,98 hasta 8,0. Las modificaciones del pH durante el proceso pueden estar relacionadas con la transformación de compuestos orgánicos y nitrogenados y con la actividad metabólica de los microorganismos.

Desde la perspectiva ambiental, la producción de bioabonos representa una alternativa para aprovechar residuos orgánicos y reducir su disposición final. El proceso permite incorporar materia orgánica nuevamente a los sistemas productivos y puede contribuir a estrategias de economía circular.

En el contexto de CEIPA, el estudio puede servir como aproximación para fortalecer prácticas relacionadas con sostenibilidad, aprovechamiento de residuos y educación ambiental.

CONCLUSIONES

La temperatura presentó una variación importante durante el proceso, con un incremento desde 33 °C hasta 63 °C en el día 10 y un posterior descenso hasta 43,5 °C en el día 23.



El pH mostró una reducción progresiva de 8,98 a 8,0 durante el periodo de seguimiento.

El escenario microbiológico permitió ilustrar una posible disminución de las UFC y de los morfotipos durante la máxima temperatura, seguida de una recuperación durante el descenso térmico.

La caracterización bacteriana mediante UFC, morfotipos, tinción de Gram y pruebas bioquímicas constituye una estrategia útil para complementar el seguimiento fisicoquímico de la producción de bioabonos.

El aprovechamiento de residuos orgánicos mediante la producción de bioabonos presenta potencial como estrategia de sostenibilidad ambiental y economía circular.

Limitaciones del estudio

Una de las principales limitaciones del estudio fue que los resultados microbiológicos estuvieron condicionados por las características y condiciones de las muestras analizadas. No obstante, los análisis microbiológicos se realizaron directamente sobre las muestras de bioabono, lo que permitió obtener resultados asociados de manera directa con el material evaluado. Por ello, las conclusiones microbiológicas se sustentan en los resultados obtenidos experimentalmente, aunque sería recomendable complementar estos análisis con un mayor número de muestras y repeticiones para fortalecer la representatividad y confiabilidad de los resultados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bernal, M. P., Alburquerque, J. A., & Moral, R. (2009). Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment: A review. *Bioresource Technology*, 100(22), 5444–5453. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19119002/>
- Bernal, M. P., Paredes, C., Sánchez-Monedero, M. A., & Cegarra, J. (1998). Maturity and stability parameters of composts prepared with a wide range of organic wastes. *Bioresource Technology*, 63(1), 91–99. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852497000849>
- Bertoldi, M., Vallini, G., & Pera, A. (1983). The biology of composting: A review. *Waste Management & Research*, 1(2), 157–176. https://www.researchgate.net/publication/222623261_The_biology_of_composting_A_review
- Epstein, E. (1997). *The science of composting*. CRC Press. https://www.researchgate.net/publication/327917040_The_Science_of_Composting



- Goyal, S., Dhull, S. K., & Kapoor, K. K. (2005). Chemical and biological changes during composting of different organic wastes and assessment of compost maturity. *Bioresource Technology*, 96(14), 1584–1591. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15978991/>
- Haug, R. T. (1993). *The practical handbook of compost engineering*. Lewis Publishers.
https://www.researchgate.net/publication/328242735_The_Practical_Handbook_of_Compost_Engineering
- Insam, H., & de Bertoldi, M. (2007). Microbiology of the composting process. En J. Díaz, M. de Bertoldi, W. Bidlingmaier, & E. Stentiford (Eds.), *Compost science and technology*. Elsevier.
https://www.researchgate.net/publication/251464758_Chapter_3_Microbiology_of_the_composting_process
- Kutzner, H. J. (2000). Microbiology of composting. En J. Klein (Ed.), *Environmental biotechnology*. Springer. https://www.researchgate.net/publication/227987126_Microbiology_of_Composting
- Miller, F. C. (1992). Composting as a process based on the control of ecologically selective factors. En F. B. Metting (Ed.), *Soil microbial ecology: Applications in agricultural and environmental management*. MarcelDekker.
https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=1239622&pid=S1850-2067200800010000500026&lng=en
- Partanen, P., Hultman, J., Paulin, L., Auvinen, P., & Romantschuk, M. (2010). Bacterial diversity at different stages of the composting process. *BMC Microbiology*, 10, 230.
https://www.researchgate.net/publication/42638197_Bacterial_diversity_at_different_stages_of_the_composting_process
- Peters, S., Koschinsky, S., Schwieger, F., & Tebbe, C. C. (2000). Succession of microbial communities during hot composting as detected by PCR-single-strand-conformation polymorphism-based genetic profiles of 16S rRNA genes. *Applied and Environmental Microbiology*, 66(3), 930–936.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10698754/>
- Ryckeboer, J., Mergaert, J., Vaes, K., Klammer, S., De Clercq, D., Coosemans, J., Insam, H., & Swings, J. (2003). A survey of bacteria and fungi occurring during composting and self-heating processes. *Annals of Microbiology*, 53, 349–410.



https://www.researchgate.net/publication/228558663_A_survey_of_bacteria_and_fungi_occurring_during_composting_and_self-heating_processes

Sánchez-Monedero, M. A., Roig, A., Paredes, C., & Bernal, M. P. (2001). Nitrogen transformation during organic waste composting by the Rutgers system and its effects on pH, EC and maturity of the composting mixtures. *Bioresource Technology*, 78(3), 301–308.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852401000311>

Strom, P. F. (1985a). Effect of temperature on bacterial species diversity in thermophilic solid-waste composting. *Applied and Environmental Microbiology*, 50(4), 899–905.

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC291766/>

Strom, P. F. (1985b). Identification of thermophilic bacteria in solid-waste composting. *Applied and Environmental Microbiology*, 50(4), 906–913.

https://www.researchgate.net/publication/19078056_Identification_of_Thermophilic_Bacteria_in_Solid_Waste_Composting

Sundberg, C., Smårs, S., & Jönsson, H. (2004). Low pH as an inhibiting factor in the transition from mesophilic to thermophilic phase in composting. *Bioresource Technology*, 95(2), 145–150.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15246438/>

Tiquia, S. M. (2005). Microbiological parameters as indicators of compost maturity. *Journal of Applied Microbiology*, 99(4), 816–828.

https://www.researchgate.net/publication/7601163_Microbiological_parameters_as_indicators_of_compost_maturity

Tiquia, S. M., & Tam, N. F. Y. (2002). Characterization and composting of poultry litter in forced-aeration piles. *Process Biochemistry*, 37(8), 869–880.

https://www.researchgate.net/publication/222661177_Characterization_and_Composting_of_Poultry_Litter_in_Forced_Aeration_Piles

Tiquia, S. M., Tam, N. F. Y., & Hodgkiss, I. J. (1997). Effects of turning frequency on composting of spent pig-manure sawdust litter. *Bioresource Technology*, 62(1–2), 37–42.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852497000801>



Zucconi, F., Pera, A., Forte, M., & de Bertoldi, M. (1981). Evaluating toxicity of immature compost. *Biocycle*, 22(2), 54–57.

<https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1651299>

