

# Evaluación de la eficacia de un abono orgánico en el cultivo de pimentón (*Capsicum annuum L.*) en la granja del Colegio Integrado del Carare (CICA) en el municipio de Cimitarra – Santander

Evaluation of the effectiveness of an organic fertilizer in the cultivation of paprika (*Capsicum annuum L.*) in the farm of the Colegio Integrado del Carare (CICA) in the municipality of Cimitarra - Santander.

Jahdiel Andrés Marín Aguilar<sup>1</sup>  
Camilo Andrés Romero Mass<sup>2</sup>  
Oliver Andrés Tamayo Rojas<sup>3</sup>  
Adriana Ochoa Fandiño<sup>4</sup>

Como citar:  
Marín Aguilar, J. A., Romero Mass, C. A., Tamayo Rojas, O. A., & Ochoa Fandiño, A. (2023). Evaluación de la eficacia de un abono orgánico en el cultivo de pimentón (*Capsicum annuum L.*) en la granja del colegio integrado del carare (CICA) en el municipio de Cimitarra - Santander. *Revista Sennova: Revista Del Sistema De Ciencia, Tecnología E Innovación*, 8(1) 7-26. <https://doi.org/10.23850/23899573.6094>

- 1 Técnico en Monitoreo Ambiental, SENA Tecnoacademia nodo Velez – Subsede Cimitarra, Colegio Integrado del Carare, [Jahdielmarin1@gmail.com](mailto:Jahdielmarin1@gmail.com)
- 2 Técnico en Monitoreo Ambiental, SENA Tecnoacademia nodo Velez – Subsede Cimitarra, Colegio Integrado del Carare, [romeromassc@gmail.com](mailto:romeromassc@gmail.com)
- 3 Técnico en Monitoreo Ambiental, SENA Tecnoacademia nodo Velez – Subsede Cimitarra, Colegio Integrado del Carare, [Olivertamayo04@gmail.com](mailto:Olivertamayo04@gmail.com)
- 4 Agrónomo – Magister en ciencias – Agrobiotecnología – estudiante de doctorado en ciencias agrarias énfasis en fisiología vegetal. SENA Tecnoacademia nodo Velez – Subsede Cimitarra [aochoa@sena.edu.co](mailto:aochoa@sena.edu.co)

## Resumen

La gallinaza es un abono orgánico ampliamente utilizado debido a su alto contenido de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio. Se produce a partir de la descomposición y acumulación de los excrementos de aves de corral, principalmente gallinas, en combinación con el material utilizado para absorber la humedad. La gallinaza es utilizada para mejorar la calidad del suelo y su estructura, además para aumentar la producción de cultivos. En el presente trabajo, se evalúa el efecto de la gallinaza en combinación con microorganismos eficientes (EM) en el cultivo de pimentón (*Capsicum annuum* L.). En la granja del Colegio Integrado del Carare, se presenta un problema de producción de residuos sólidos procedentes de las heces de 600 gallinas ponedoras, generando aproximadamente 2 toneladas de residuos sólidos al año. Por otro lado, se tienen problemas en la producción de gallinaza debido a que su preparación no es adecuada y ocasiona problemas ambientales. Por lo anterior, se pretende desarrollar una estrategia biotecnológica para mejorar la producción de gallinaza con la adición de microorganismos eficientes (EM) y utilizar la gallinaza como abono agrícola para mejorar la producción de pimentón. La hipótesis consiste en que, si se aplica gallinaza con y sin microorganismos, se mejorará el crecimiento del cultivo de pimentón, calidad y producción. La metodología empleada es la preparación de la gallinaza con EM, el establecimiento del cultivo y la aplicación de tratamientos. Los tratamientos consisten en gramos de gallinaza/planta: control absoluto (0 gr), tratamiento 1 (80 gr), tratamiento 2 (40 gr), tratamiento 3 (6 gr), y gramos de gallinaza/planta + EM - control absoluto 0 gr - tratamiento 1 (80 gr) - tratamiento 2 (80 gr + 10% EM) - tratamiento 3 (80 gr + 25% EM) - tratamiento 3 (80 gr + 50% EM). El diseño estadístico es un diseño completamente al azar con 5 repeticiones por tratamiento, y se evalúan las diferencias significativas entre tratamientos por ANOVA y la prueba t. El impacto que queremos generar es contribuir a prácticas agrícolas sostenibles en el cultivo del pimentón y a la preservación del medio ambiente por medio de la adecuada preparación de la gallinaza.

**Palabras clave:** Gallinaza, pimentón, *Capsicum annuum* L., abono orgánico, microorganismos eficientes

## Abstract

Poultry manure is a widely used organic fertilizer due to its high content of nutrients such as nitrogen, phosphorus and potassium. It is produced from the decomposition and accumulation of poultry droppings, mainly hens, in combination with the material used to absorb moisture. Poultry manure is used to improve soil quality and structure, as well as to increase crop production. In the present work, the effect of poultry manure in combination with efficient microorganisms (EM) on the cultivation of paprika (*Capsicum annuum* L.) is evaluated. The farm of the Colegio Integrado del Carare has a problem of solid waste production from the feces of 600 laying hens, generating approximately 2 tons of solid waste per year. On the other hand, there are problems in the production of chicken manure because its preparation is not adequate and causes environmental problems. Therefore, the aim is to develop a biotechnological strategy to improve the production of poultry manure with the addition of efficient microorganisms (EM) and to use poultry manure as agricultural fertilizer to improve paprika production. The hypothesis is that the application of poultry manure with and without microorganisms will improve paprika crop growth, quality and production. The methodology used is the preparation of the poultry manure with EM, the establishment of the crop and the application of treatments. Treatments consist of grams of poultry manure/plant: absolute control (0 gr), treatment 1 (80 gr), treatment 2 (40 gr), treatment 3 (6 gr), and grams of poultry manure/plant + ME - absolute control 0 gr - treatment 1 (80 gr) - treatment 2 (80 gr + 10% ME) - treatment 3 (80 gr + 25% ME) - treatment 3 (80 gr + 50% ME). The statistical design is

a completely randomized design with 5 replicates per treatment, and significant differences between treatments are evaluated by ANOVA and t-test. The impact we want to generate is to contribute to sustainable agricultural practices in the cultivation of paprika and the preservation of the environment through the proper preparation of poultry manure.

*Key words: poultry manure, paprika, Capsicum annuum L., organic fertilizer - efficient microorganisms.*

## Introducción

La gestión de residuos es crucial en agricultura y ganadería, y uno de los residuos más comunes de estas actividades es la gallinaza. Para reducir los efectos negativos de la acumulación de gallinaza, es necesario considerar diferentes tratamientos, como la aplicación de cal u otros métodos. Además, es fundamental tener en cuenta las propiedades físicas y químicas de la gallinaza para determinar la mejor forma de gestionarla.

La gallinaza se produce como resultado de las actividades realizadas en los galpones durante el ciclo de producción. Esto incluye una mezcla de la cama preparada al inicio del proceso, las plumas, los residuos de alimentación, los excrementos de las aves y los huevos rotos y revueltos. La calidad de la gallinaza depende de la dieta asignada a las aves y de cómo se organiza el galpón durante el proceso de producción.

Cuando la gallinaza se trata y se convierte en abono orgánico, tiene ventajas para mejorar el equilibrio químico, físico y ecológico del suelo. Este material se puede utilizar en varios cultivos debido a su alto contenido de fósforo, nitrógeno y potasio. Además, reduce la erosión hídrica del suelo, aumenta la capacidad de retención de agua, beneficia a los microorganismos del suelo y mejora la aireación de este.

El reciclaje adecuado de la gallinaza como suplemento alimenticio para rumiantes y otros animales monogástricos, como cerdos, así como su uso como fertilizante en diversos cultivos, es una práctica que ayuda a reducir los costos de producción al proporcionar proteínas, fósforo, calcio y otros minerales esenciales, junto con elementos orgánicos (Casas y Guerra, 2020).

La gallinaza podría tener un efecto positivo en el cultivo de pimentón debido a que es un fertilizante natural rico en nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio) que son esenciales para el crecimiento de las plantas. Varios estudios demuestran que la aplicación de gallinaza en el cultivo de pimiento aumenta su rendimiento y calidad (Martín et al., 2021). Además, su uso también contribuye a mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo, lo que resulta en un mejor desarrollo de las raíces y una mayor capacidad de retener agua y nutrientes por parte de las plantas.

## Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en la granja experimental del colegio integrado del CARARE, ubicado en el municipio de Cimitarra, departamento de Santander, desde junio de 2023 hasta diciembre de 2023.

Se analizaron los efectos de los microorganismos eficientes en combinación con la gallinaza y la gallinaza sola en plántulas de pimentón en bolsas de 1 kilogramo, como se muestra en la figura 1

Figura 1. Montaje del experimento en bolsas de 1 kg.



Fuente: elaboración propia.

Producción de Gallinaza: El proceso consiste en combinar la gallinaza con pasto de corte o cualquier otro material vegetal picado, en una proporción de tres partes de gallinaza, una parte de pasto y una parte de agua. En caso de utilizar viruta o aserrín, materiales comunes en explotaciones avícolas, se debe agregar más agua a la mezcla, tal como se muestra en la figura 2.

Figura 2. Proceso de descomposición de la gallinaza



Fuente: elaboración propia.

Se calculo la cantidad de gallinaza producida en la granja como se muestra en la tabla 1:

Tabla 1. Cantidad de gallinaza producida en la granja del CICA.

| N° Gallinas                                  | Producción de gallinaza por gallina (gramos) | Producción de gallinaza por día (gramos)     | Producción de gallinaza por día (kilogramos) |
|--|--|--|--|
| 600  | 100  | 6000   | 60   |
| Producción de gallinaza por día (kilogramos) |  | Producción de gallinaza por mes (kilogramos) |  |
| 60   |  | 1800   |  |
| Producción de gallinaza en bulto por mes     |  | Producción de gallinaza en tonelada por mes  |  |
| 36   |  | 1.8  |  |

Con una pala se va moviendo (volteos) la gallinaza cada 3 días, se le adiciona cal, se le mide el pH para que el pH sea adecuado para el cultivo.

### Producción de microorganismos eficientes:

Se realiza la fórmula de preparación de microorganismos eficientes según como muestra la Figura 3 del diagrama.

Figura 3. Preparación de los microorganismos eficientes.



Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Pasos para la elaboración de los microorganismos eficientes.



Fuente: elaboración propia.

Se mezclan los 3 ingredientes y se deja reposar 10-15 días en un recipiente tapado con una tela y asegurado con un hule, con el fin de que salgan los gases y no entren las moscas, se va agitando diariamente.

Se realiza un semillero con plántulas de Pimentón y se trasplantan cuando tengan 5 cm de altura figura 5, para esta parte se evaluó el porcentaje de germinación de semillas obtenidas de fruto y de semillas obtenidas de paquete entre la primera y la segunda semana. Se cuantifico el número de hojas y la altura en el tiempo como se muestra en la figura 6.

Figura 5. Semillero de Pimentón con plántulas de 5 c.m



Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Seguimiento al crecimiento de las plántulas en bandejas de germinación.



Fuente: elaboración propia.

Se tamiza la gallinaza figura 7 y se hace una tara en una botella con los diferentes tratamientos 6 gr, 40 gr, 80 gr calculados según dosis recomendadas por literatura. Se adiciona la cantidad en cada hueco de las plantas.

Figura 7. Tamizaje de la gallinaza



Fuente: elaboración propia.

### Cálculos de aplicación de gallinaza: Se convirtió la cantidad de gallinaza aplicada en el área.

Según Peña (2021) la dosis adecuada para adicionar gallinaza está en 150 kg/Ha, para este cálculo la cantidad de gallinaza por bolsa nos da en 6 gr, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Cantidad de gallinaza calculada por planta

|   |  |   |
|---|--|---|
| Cantidad de gallinaza por hectarea (kgr/Ha)                     | Cantidad de gallinaza (kg/m <sup>2</sup> ) | Cantidad de gallinaza en 20 m <sup>2</sup> (kg/m <sup>2</sup> ) |
| 150   | 0,015                                      | 0,3   |
| Cantidad de gallinaza en 20 m <sup>2</sup> (kg/m <sup>2</sup> ) | Númer de plantas en 20 m <sup>2</sup>      | Cantidad de gallinaza por planta                                |
| 300   | 50   | 6   |

Fuente: elaboración propia.

Según Arbildo Gonzales (2021), la cantidad adecuada de gallinaza para el cultivo es de 2 kilos/metro cuadrado. Al realizar los cálculos para la cantidad de sustrato, se obtuvo una cantidad de 80 gramos por planta.

La aplicación se realizó en el momento del trasplante.

Después de 100 días, cuando las plantas tenían 4 hojas en promedio y una altura de 8 c.m se procedió a trasplantarlas en bolsas con el sustrato con suelo y los tratamientos enumerados en la tabla 3 y tabla 4.

Para mejorar el efecto de la gallinaza se aplican microorganismos comprados en la tienda agropecuaria (figura 8) y preparados manualmente según los pasos de la (figura 4) los cuales que aceleran el proceso de descomposición de la gallinaza.

Figura 8. EM industrial



Fuente: elaboración propia.

### Tratamientos:

Diseño de 2 factores (Gallinaza, EM) en bloques completamente al azar con 5 repeticiones para los tratamientos como se observa en la tabla 3.

Tabla 3. Tratamientos con gallinaza

| Tratamientos     | Gramos de Gallinaza (g) |
|------------------|-------------------------|
| Control absoluto | 0 g                     |
| Tratamiento 1    | 80 g                    |
| Tratamiento 2    | 40 g                    |
| Tratamiento 3    | 6 g                     |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Tratamientos con gallinaza y % de EM

| Tratamientos     | Gramos de gallinaza + % de EM |
|------------------|-------------------------------|
| Control Absoluto | 0 g                           |
| Control 1        | 80 g                          |
| Tratamiento 1    | 80 g + 10% EM                 |
| Tratamiento 2    | 80 g + 25% EM                 |
| Tratamiento 3    | 80 g + 50% EM                 |

Fuente: elaboración propia.

Se midió la conductividad eléctrica y el pH a los diferentes tratamientos y al suelo.

HIPÓTESIS ENSAYO 1: La aplicación de gallinaza en plántulas de Pimentón generan cambios en los parámetros de crecimiento y producción de la planta.

H 0: El tratamiento de aplicación de gallinaza en plántulas es igual al control.

H 1: El tratamiento de aplicación de gallinaza en plántulas es diferente al control.

HIPÓTESIS ENSAYO 2: La adición de microorganismos eficientes a la de gallinaza en plántulas de Pimentón generan cambios en los parámetros de crecimiento.

H 0: El tratamiento de aplicación de gallinaza + microorganismos eficientes EM en plántulas es igual al control.

H 1: El tratamiento de aplicación de gallinaza + microorganismos eficientes EM en plántulas es diferente al control

Se analizan las siguientes variables de crecimiento en la tabla 5.

Tabla 5. Variables analizadas

| Variable        | Medida Métrica |
|-----------------|----------------|
| Altura          | (cm)           |
| Número de hojas | Cantidad       |

Fuente: elaboración propia.

## Análisis estadístico:

El análisis estadístico se realizó en el programa R en la versión 4.2.1 y a través del entorno RStudio en la versión 4.2.1 se verificó la distribución de los datos, se realizó la verificación de supuestos: normalidad, homocedasticidad e independencia.

Se realizó una ANOVA y se realizó la prueba de F para establecer significancia de los tratamientos y se realizó la prueba Turkey para evaluar diferencias entre tratamientos.

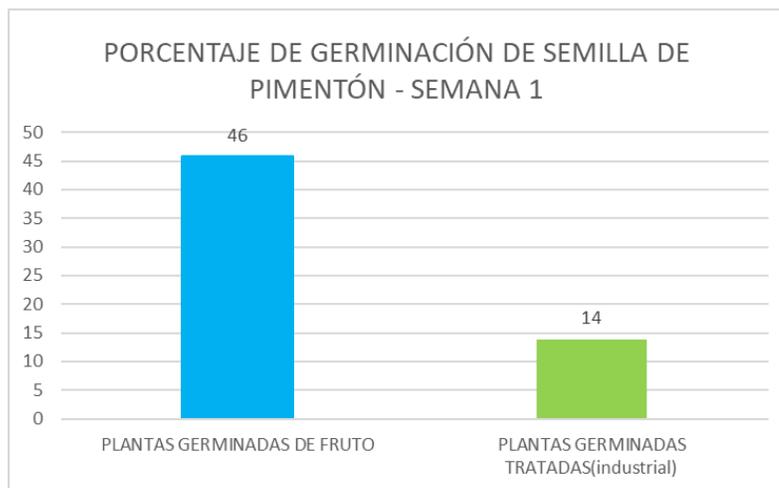
Para el análisis de varianza se utilizó un 0.05% de confianza.

Los resultados se analizaron con gráficos en Excel y R.

## Resultados y discusión

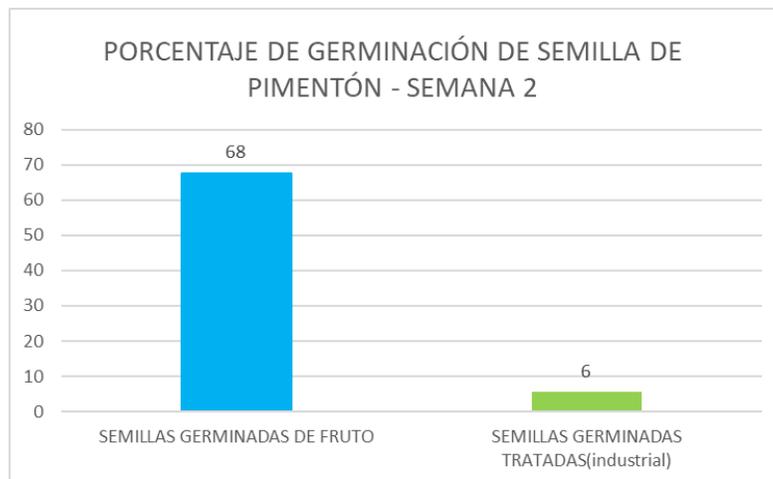
En el primer ensayo, se evaluó el porcentaje de germinación de semillas de fruto comparado con semillas de paquete. Se encontró que para la primera semana las semillas de fruto tenían un porcentaje de germinación del 46%, mientras que las semillas de paquete mostraron un 14%. Sin embargo, con el tiempo, las plantas provenientes de las semillas de paquete no toleraron las altas temperaturas y murieron. En la segunda semana, el porcentaje de germinación de las semillas de fruto aumentó al 68%, mientras que el de las semillas de paquete tratadas fue del 6%, como se ilustra en la figura 9 y la figura 10.

Figura 9. Porcentaje de germinación a la primera semana.



Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Porcentaje de germinación a la segunda semana.



Fuente: elaboración propia.

El crecimiento de las plantas fue lento, se sembraron el 25 de agosto de 2023, siendo trasplantadas a los 100 días. Con respecto a la altura, la medida central de la moda indico que después de 15 días fue de 3 cm, y luego, después de 100 días, la medida central de la moda nos dio una altura de 8 cm. En la figura 11 se muestra el crecimiento promedio de las plantas a través del tiempo en la que la medida central del promedio nos da 9 c.m a los 100 días. En cuanto al número de hojas, inicialmente fueron dos hojas, con un promedio constante de dos hojas por alrededor de un mes. A los 100 días, las hojas aumentaron de cantidad en promedio de 4 a 5 hojas por planta.

Figura 11. Crecimiento de las plantas en cm en el tiempo



Fuente: elaboración propia.

Los resultados del pH de los diferentes tratamientos se muestran en la siguiente figura 12:

Figura 12. Valor del pH del suelo, la gallinaza y los diferentes tratamientos.

| pH del suelo | pH de gallinaza | pH de 80gr+10%EM | pH de 80gr+25%EM | pH de 80gr+50%EM |
|--------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
|              |                 |                  |                  |                  |
| pH= 7.7      | pH= 7.7         | pH= 7.7          | pH= 7.7          | pH= 7.6          |
| pH del suelo | pH de gallinaza | pH de 80gr+10%EM | pH de 80gr+25%EM | pH de 80gr+50%EM |
|              |                 |                  |                  |                  |
| pH= 7        | pH= 7           | pH= 7            | pH= 7            | pH= 7            |

Fuente: elaboración propia.

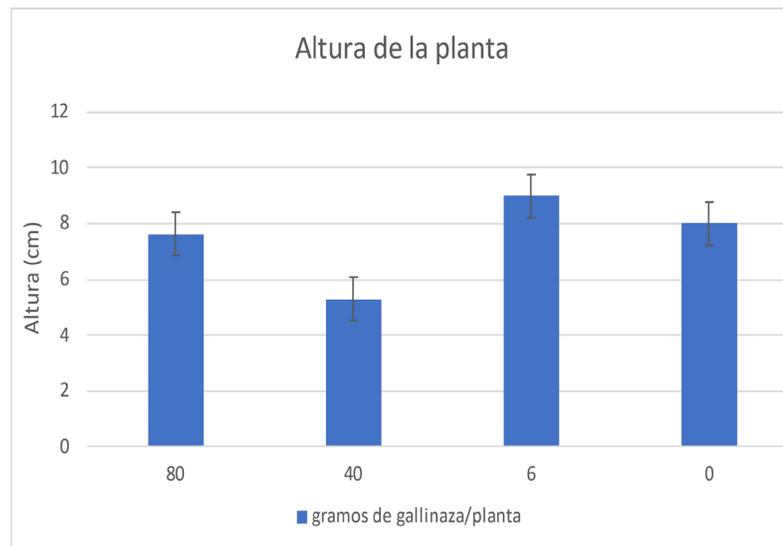
Con respecto al pH, el pH del sustrato y de la gallinaza dio 7.7 y de los tratamientos con EM tuvieron el mismo valor de pH de 7.7.

Este valor de 7.7 está un poco por encima del rango ideal para el crecimiento del pimentón que esta entre 5 y 7.

Se cree que los EM (pH 3) no neutralizo la alcalinidad de la gallinaza (pH 7.7) ni en el suelo pH (7.7).

Con respecto a la variable de altura, los resultados muestran que la dosis más adecuada para mejorar el crecimiento de las plantas es 6 gr (figura 13) por el contrario dosis muy altas de gallinaza (40 gr), produjo debilitamiento de las plantas y senescencia en algunas réplicas de plantas. La altura de la planta de 80 gr es similar a la del control figura 14 y 15.

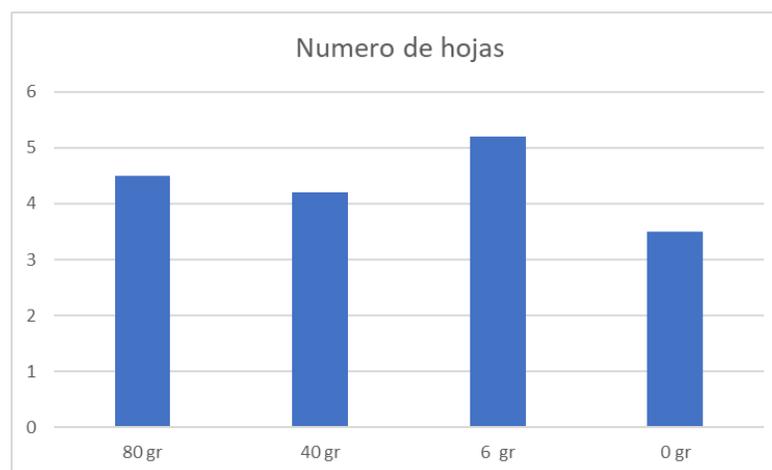
Figura 13. Altura de la planta con gallinaza y sin EM



Fuente: elaboración propia.

Para el caso del número de hojas existe una correlación con la altura, ya que también nos da la mejor opción el de 6 gr y nos produce un mayor crecimiento de la planta comparado con él tratamiento de 40 gr con respecto al control. Los tratamientos de 80gr y 40 gr tienen mejor crecimiento que el control. (figura 14).

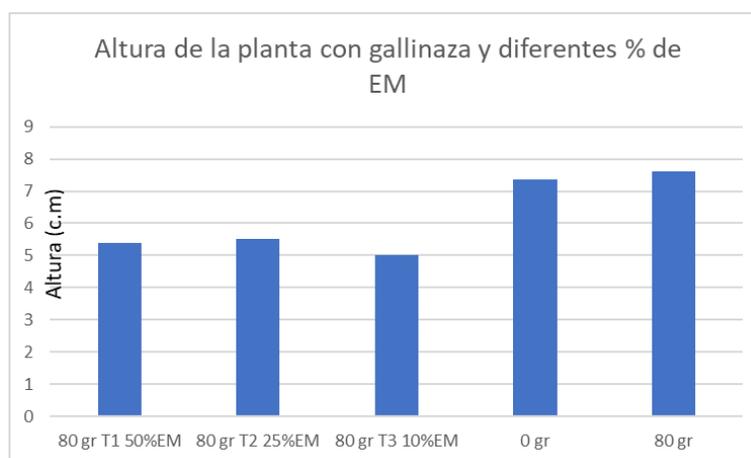
Figura 14. Número de hojas con Gallinaza sin EM



Fuente: elaboración propia.

La adición de microorganismos eficientes (EM) a la gallinaza no mostró una mejora en el crecimiento de las plantas; por el contrario, provocó un debilitamiento e incluso la muerte de algunas réplicas. Se puede concluir que dosis muy altas de EM no tienen un efecto positivo en las plantas. Sin embargo, es importante considerar que no se evaluaron dosis más bajas de EM, y que, en dosis menores de gallinaza, como la de 6 gramos, se debe permitir un mayor tiempo de fermentación para que los EM actúen en la gallinaza antes de aplicarla a las plantas.

Figura 15. Altura de la planta con gallinaza y con diferentes % de EM

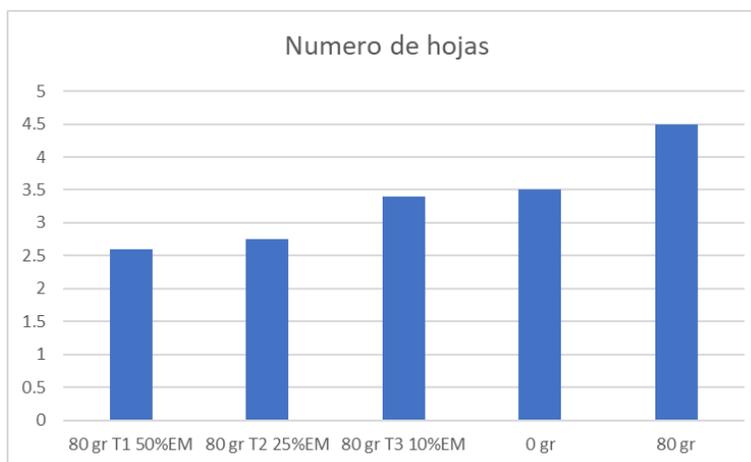


Fuente: elaboración propia.

Comparando la altura de la planta en el efecto de los microorganismos eficientes EM y sin microorganismos eficientes en gallinaza observamos que el control absoluto y la gallinaza a 80 gr tiene mayor altura que los tratamientos con gallinaza sin EM y con gallinaza con EM (Figura 15)

Al comparar el número de hojas de las plantas en los tratamientos con y sin microorganismos eficientes (EM) en gallinaza, se observa que el crecimiento más rápido se logra en el tratamiento con gallinaza 80 gr, pero sin microorganismos eficientes figura 16. El grupo de control absoluto muestra una altura mayor que los tratamientos con gallinaza, tanto con como sin EM (figuras 15).

Figura 16. Número de hojas con Gallinaza con EM



Fuente: elaboración propia.

## Análisis estadístico:

Los resultados estadísticos indican que no hay diferencias significativas en la altura de las plantas entre los tratamientos con gallinaza, con un valor de P de 0.176, mayor que 0.05 (Figura 17).

Figura 17. ANOVA altura

```
ANOVA para Altura por Tratamiento usando
summary(anova_model_altura)
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento  3  50.05   16.68   1.864  0.176
Residuals  16 143.20    8.95
>
```

Fuente: elaboración propia.

Figura 18. ANOVA número de hojas

```
> # ANOVA para Numero de hojas por Tratamiento
> anova_hojas <- aov(Numero_de_hojas ~ Tratamiento, data = data)
> summary(anova_hojas)
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento  6  21.11    3.519   1.019  0.428
Residuals  38 131.20    3.453
```

Fuente: elaboración propia.

Los resultados estadísticos con respecto al número de hojas en la planta no muestran diferencias significativas entre tratamientos con gallinaza, con un P-value de 1.019 mayor a 0.05. El resultado de las pruebas Turkey no dio significancia entre tratamientos.

Con respecto al número de hojas el análisis estadístico diferencio 2 grupos entre sin EM y con EM (Figura 19), y el boxplot nos muestra una mediana mayor sin EM que con EM (figura 17 y 18), lo que indica que a pesar de los datos no presenta diferencias significativas si hay un crecimiento más rápido sin EM.

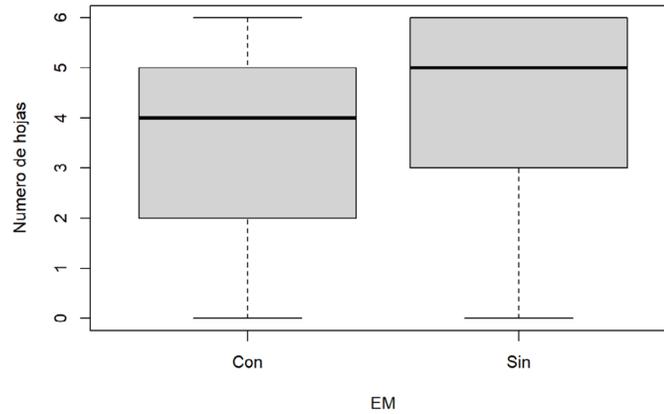
Figura 19. Tabla de medias de número de hojas sin EM y con EM y grupos de acuerdo con la prueba de comparación de medias de tukey,

```
## $groups
##      Numero de hojas groups
## Sin          4.45      a
## Con          3.20      b
```

Fuente: elaboración propia.

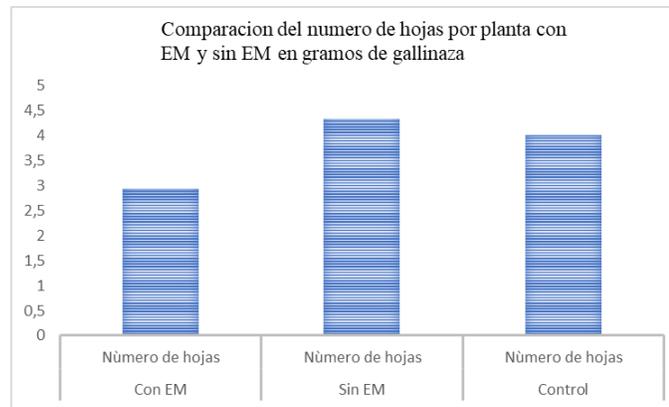
En la figura 19 podemos explicar que al generarse diferentes letras esto indica que se pueden diferenciar dos grupos con EM y sin EM en la cantidad de hojas en la planta, lo que nos indica que el crecimiento es mejor sin EM.

**Figura 20.** Los Boxplot muestra la variabilidad de los datos con respecto al número de hojas de la mediana con y sin EM.



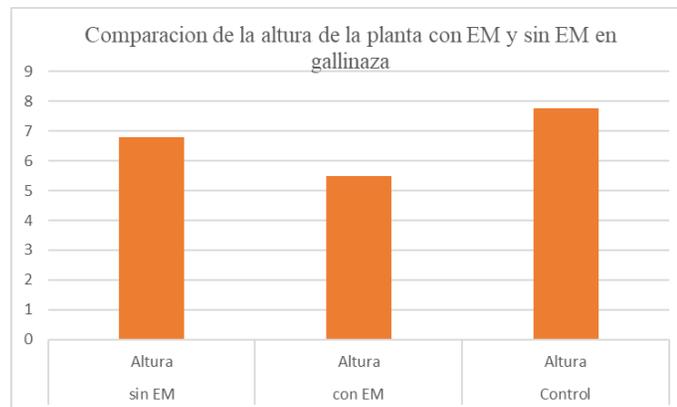
Fuente: elaboración propia.

**Figura 21.** Comparación del número de hojas por planta con EM y sin EM.



Fuente: elaboración propia.

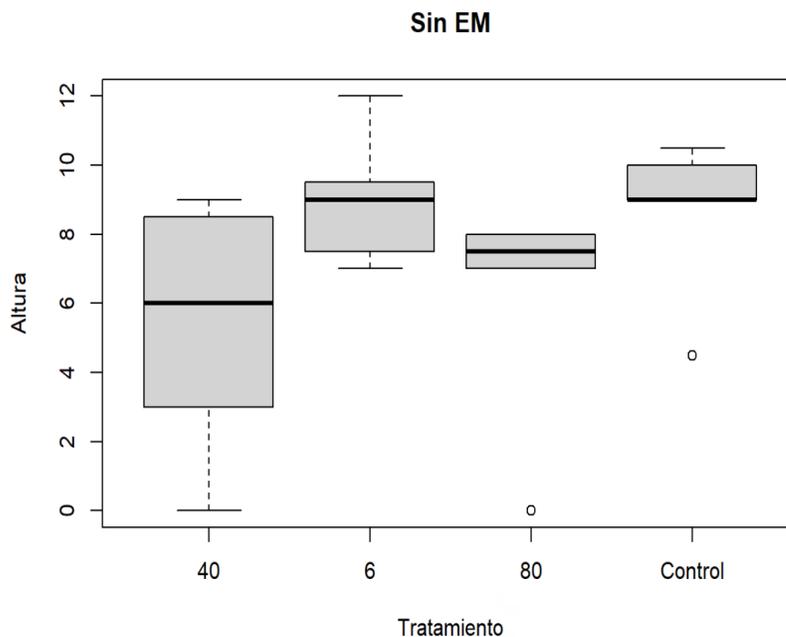
**Figura 22.** Comparación de la altura de la planta con EM y sin EM.



Fuente: elaboración propia.

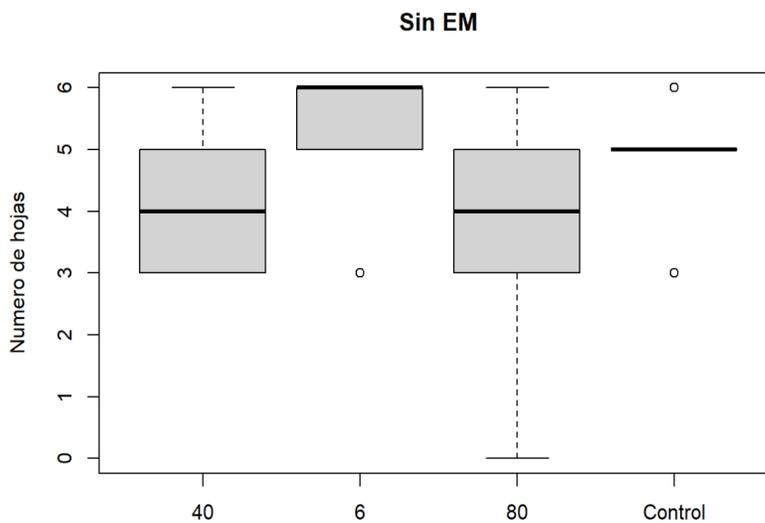
Para el caso de la altura, el control nos muestra una mayor altura con respecto a los tratamientos con EM y sin EM.

Figura 23. Los Boxplot muestra la variabilidad de los datos con respecto a la mediana de la altura de la planta sin EM .



Fuente: elaboración propia.

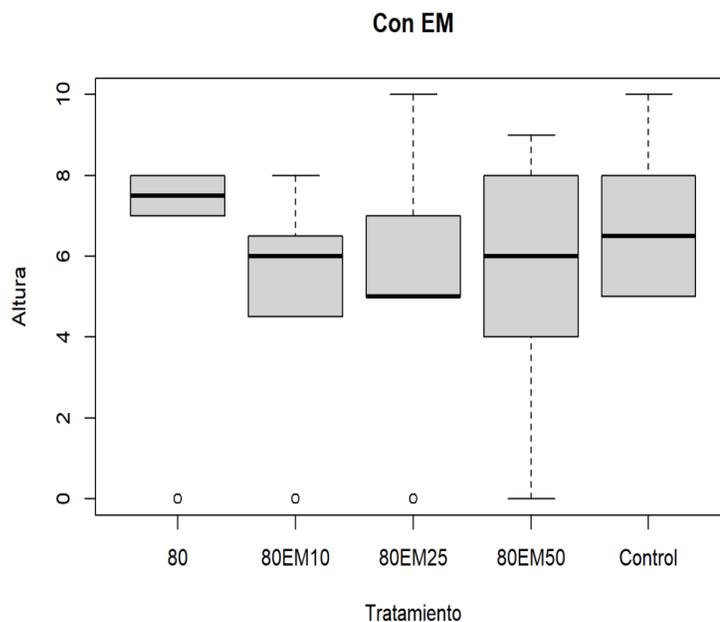
Figura 24. Los Boxplot muestra la variabilidad de los datos con respecto a la mediana del número de hojas de la planta sin EM .



Fuente: elaboración propia.

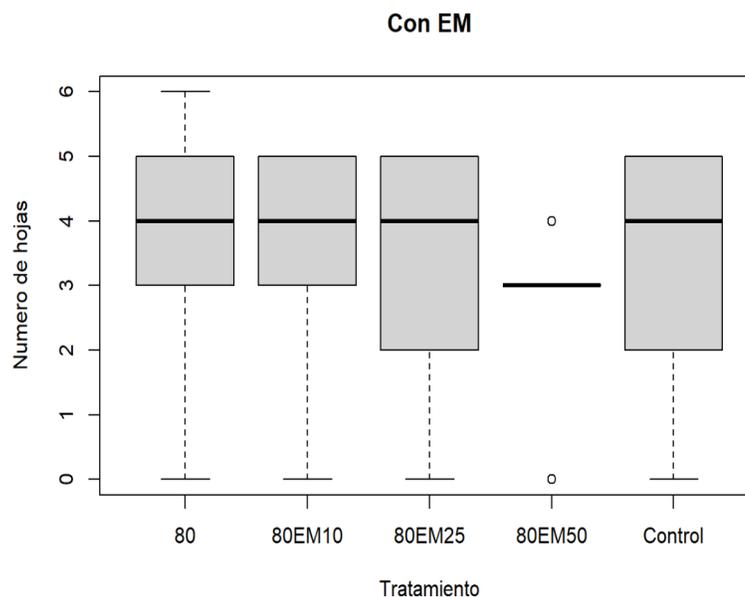
Los boxplot de la figura 20 y 21 del experimento 1 sin EM muestra los mismos resultados de la figura 13, 14 donde la mediana de 6 gr está por encima de la de 40 y 80 gr.

**Figura 25.** Los Boxplot muestra la variabilidad de los datos con respecto a la mediana del número de hojas de la planta con EM.



Fuente: elaboración propia.

**Figura 26.** Los Boxplot muestra la variabilidad de los datos con respecto a la mediana del número de hojas de la planta con EM.

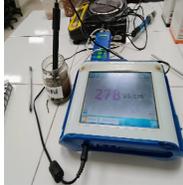


Fuente: elaboración propia.

En nuestro caso, la medición de la conductividad eléctrica (CE) en microsiemens/centímetro ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) del suelo mostro valores más bajos que la gallinaza sola (figura 27),y en la que los CE de los EM es mayor, por lo tanto cuando se combina la gallinaza con el

EM produce valores más altos (figura 28), lo que sugiere que la adición de EM podría estar generando una doble fertilización que posiblemente esté retrasando el crecimiento de las plantas. Sin embargo, los valores están dentro del rango adecuado desde menos de 0,8 mS/cm (conductividad baja) hasta 3 mS/cm (conductividad alta), lo que en nuestros datos 2.676 mS/cm resultan cercano a 3 mS/cm lo que indica que tiene alto contenido de sales y que posiblemente ese sea la causa del retraso en el crecimiento de las plantas con respecto a los testigos o a la aplicación de gallinaza sin EM.

Figura 27. Conductividad eléctrica y pH de EM industrial, EM artesanal, suelo y gallinaza.

|                        | EM industrial puro  | Industrial artesanal  | suelo   | Gallinaza   |
|------------------------|---|---|---|---|
| pH                     | 4   | 5.5   | 6.8   | 7.7   |
| Conductividad electric | 672   | 1879  | 278   | 658   |
|                        |  |  |  |  |

Fuente: elaboración propia.

Figura 28. Conductividad eléctrica y pH de EM industrial, EM artesanal, suelo y gallinaza.

| Tratamiento            | 80 gr + 10 % EM   | 80 gr + 25 % EM  | 80 gr + 50 % EM   |
|------------------------|---|--|---|
| Conductividad electric | 2676  | 1874   | 2612  |
|                        |  |  |  |

Fuente: elaboración propia.

Se puede concluir que dosis bajas de gallinaza (6gr) son más efectivas y que las dosis de EM no produce efectos positivos en la planta, pues la cantidad usada en el presente trabajo es muy alta y no se dejó suficiente tiempo para su acción en la gallinaza antes de aplicar. Los datos muestran resultados opuestos a los reportados por Arbildo Gonzales (2021) en los que aplicaciones de gallinaza + 25% EM y gallinaza + 10% EM tuvo valores superiores en conductividad eléctrica con respecto al control, lo que significa que tiene mayor cantidad de sales, por consiguiente, mayor contenido de nutrientes minerales.

Se sugiere realizar nuevos estudios con diferentes dosis de gallinaza y dosis más bajas de EM, y permitir un mayor tiempo de fermentación para que los EM actúen en la gallinaza y neutralicen el pH alcalino del suelo, lo que podría mejorar el crecimiento de las plantas.

## Conclusiones

En este experimento se concluye que las dosis bajas de gallinaza (6 gramos) son más efectivas en términos de altura y número de hojas de las plantas de pimentón. La combinación de gallinaza y microorganismos eficientes (EM) retrasa el crecimiento de las plantas. Los datos de conductividad eléctrica de los tratamientos también indican que los EM contienen gran cantidad de sales en combinación con la gallinaza lo que nos retrasaría el crecimiento de las plantas.

Este proyecto contribuye a resolver la necesidad de aprovechamiento de residuos sólidos, disminuir un problema ambiental y generar una oportunidad de negocio como granja autosostenible mediante la producción de abono orgánico en un cultivo agrícola no evaluado en la zona (pimentón) y potencialmente rentable.

## Agradecimientos

Agradecimientos a TecnoAcademia nodo Vélez, semillero de investigación SITAV, grupo de investigación: Investigadores CGAO, Centro de gestión agroempresarial del Oriente, al colegio integrado del CARARE y al programa de monitoreo ambiental del SENA.



## Referencias

- Arbildo Gonzales, G. N. (2021). Efecto de la aplicación de gallinaza y microorganismos eficientes (EM) sobre algunas propiedades químicas y biológicas en un inceptisol de Pucallpa.
- Barrera Carrillo, J. J. (2023). Transformación de residuos de gallinaza para su aprovechamiento como materia prima (Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América).
- Bustos, J. Q., Tandazo-Garcés, J., & Mínda, J. A. (2020). Producción de pimiento (*Capsicum annuum* L.) mediante la aplicación de abonos orgánicos. *Journal of Science and Research*, 5(3), 42-48.
- Casas Rodríguez, S., & Guerra Casas, L. D. (2020). La gallinaza, efecto en el medio ambiente y posibilidades de reutilización. *Revista de Producción Animal*, 32(3), 87-102.
- Carhuancho León, F. M. (2012). Aprovechamiento del estiércol de gallina para la elaboración de biol en biodigestores tipo batch como propuesta al manejo de residuo avícola.
- Martín, H. F. L., Panduro, P. P. V., de Villegas, D. P. Z. S., Sandoval, R. B. B., & Pérez, C. D. P. E. (2021). Gallinaza y aserrín descompuesto y su efecto en el rendimiento del ají charapita en Aguaytía, Ucayali: Chicken and sawdust decomposed and their effect on the performance of chili pepper in Aguaytía, Ucayali. *Investigación Universitaria UNU*, 11(2), 664-676.
- Muñoz, J., Muñoz, J. A., & Montes, C. (2015). Evaluación de abonos orgánicos utilizando como indicadores plantas de lechuga y repollo en Popayán, Cauca. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(1), 73-82.
- Olortegui Salas, T. D. (2016). Efecto de la gallinaza en tres densidades de siembra de pallar BB (*Phaseolus tunatus* L.) con riegos por goteo en un suelo ultisols de Pucallpa.
- Pareja, M. M. E. (2005). Manejo y procesamiento de la gallinaza. *Revista Lasallista de investigación*, 2(1), 43-48.
- Peña, N. A. P., & Pedraza, A. F. G. (2021). Medir parámetros de calidad en el proceso de elaboración de un abono orgánico compostado a base de cascarilla de arroz, ceniza de cascarilla de arroz y gallinaza., Cúcuta, Norte de Santander. *Semilleros de investigación*, 4(1), 1-16.