

Evaluación de gallinaza a granel en dos diferentes texturas de suelo sobre el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum* L.)

Marta Irene Orrego Pablo¹

tyti_orrego@outlook.com

<https://orcid.org/0000-0002-1620-1398>

Facultad de Medicina

Veterinaria y Zootecnia

Universidad de San Carlos de Guatemala

(USAC)

Hamilton Estuardo Fuentes Fuentes

hamiltonestuardofuentes@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-3619-4428>

Ingeniero Agrónomo con Orientación

en Agricultura Sostenible,

Universidad de San Carlos de

Guatemala, Centro Universitario de San

Marcos (USAC-CUSAM)

Carlos Francisco Chinchilla García

<https://orcid.org/0000-0002-8118-5566>

Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ciudad capital Guatemala – Guatemala

Gabriela Castro Inay

Castrogabriela9@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-7575-0962>

José Ernesto Mejicano Lazo

Neto99ml@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0008-8467-2264>

RESUMEN

La investigación asumió como objetivo el efecto de la gallinaza a granel en el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum* L.) en dos texturas de suelo; para ello se realizó un análisis químico y se evaluaron cinco dosis; 10,000, 8,000, 6,000, 4,000kg/ha; más el testigo absoluto 0. Cada unidad experimental estuvo conformada por cuatro surcos de 3.00 m de longitud y 0.90 m entre surcos, obteniendo un área experimental de 10.8 m² por repeticiones.

Se realizó un análisis químico de la gallinaza antes de su aplicación, lo que permitió ajustar las dosis de acuerdo con el contenido de nutrientes y evitar posibles problemas ambientales y de salud. La investigación contribuye al conocimiento de la utilización de residuos orgánicos como la gallinaza en la agricultura, y puede tener implicaciones prácticas en la toma de decisiones de los agricultores sobre la aplicación de enmiendas orgánicas.

En suelo franco arenoso, la dosis de 10,000 kg/ha de gallinaza a granel produjo el mayor rendimiento total de tubérculos, mientras que, en suelo franco arcilloso, la dosis de 8.000 kg/ha produjo el mayor rendimiento, sin embargo, en el suelo franco arenoso, no se observó una diferencia significativa en la calidad de los tubérculos para las tres calidades evaluadas. En general, los resultados sugieren que la gallinaza a granel puede tener un efecto positivo en el rendimiento de la papa, pero la dosis adecuada debe ajustarse según el tipo de suelo.

Palabras claves: *gallinaza a granel; fertilizante orgánico; texturas de suelos.*

¹ Autor Principal

Evaluation of Bulk Chicken Manure in Two Different Soil Textures on Potato Yield (*Solanum tuberosum* L.)

ABSTRACT

The objective of the research was the effect of bulk poultry manure on potato (*Solanum tuberosum* L.) yield in two soil textures; for this purpose, a chemical analysis was carried out and five doses were evaluated; 10,000, 8,000, 6,000, 4,000kg/ha; plus the absolute control 0. Each experimental unit consisted of four furrows of 3.00 m length and 0.90 m between furrows, obtaining an experimental area of 10.8 m² per replications.

A chemical analysis of the poultry manure was carried out before its application, which allowed adjusting the doses according to the nutrient content and avoiding possible environmental and health problems. The research contributes to the knowledge of the use of organic residues such as poultry manure in agriculture, and may have practical implications for farmers' decision making on the application of organic amendments.

In sandy loam soil, the 10,000 kg/ha dose of bulk poultry manure produced the highest total tuber yield, while, in clay loam soil, the 8,000 kg/ha dose produced the highest yield, however, in sandy loam soil, no significant difference in tuber quality was observed for the three qualities evaluated. Overall, the results suggest that bulk poultry manure can have a positive effect on potato yield, but the appropriate dose should be adjusted according to soil type.

Keywords: *bulk poultry manure; organic fertilizer; soil textures*

Artículo recibido 20 marzo 2023

Aceptado para publicación: 05 abril 2023

INTRODUCCIÓN

El uso de gallinaza a granel está muy extendido en el occidente del país por su bajo costo y facilidad de manejo; estudios realizados muestran que la mayoría de los agricultores utilizan gallinaza a granel principalmente en el cultivo de papa, de una forma empírica, usando dosis excesivas o deficientes. El uso indiscriminado de la gallinaza fresca tiende a tener repercusiones económicas y técnicas, por lo que es necesario la investigación para el uso adecuado de este abono orgánico. Que se han ido incorporando en la agricultura por su economía y otras prácticas de manejo, ayudando a la mejora de la calidad del suelo y consecuentemente la productividad de los cultivos (Chávez 2010).

La avicultura nacional representa un 2 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) nacional y alrededor del 8 por ciento del PIB agropecuario; la explotación es muy intensa y genera grandes cantidades de estiércol, de acuerdo al Reporte Nacional de Manejo de Residuos en Guatemala (2004) se estimó que se generaron 27,100 toneladas de gallinaza de las granjas ponedoras, 27,300 toneladas de gallinaza de aves de engorde y 24,516 toneladas de gallinaza de las aves de patio; además su producción es constante durante todo el año, lo cual la hace disponible y accesible para su uso por parte de los agricultores a lo largo de todo el año (Crónica, 2016).

De acuerdo a Seoanez (2000), El aporte de gallinaza al suelo, aumenta o mantiene el nivel elevado de elementos asimilables impidiendo o compensando la disminución que se produce normalmente como consecuencia de la exportación de nutrientes por las cosechas; así mismo constituye un medio para evitar daños y enfermedades producidas por carencia de algún microelemento (la clorosis, el enrollamiento de hojas, podredumbre de raíces) y mejora perceptiblemente la estabilidad estructural del suelo disminuyendo por tanto el peligro de erosión, produce también descenso en la densidad aparente, aumenta la retención de agua y la temperatura del suelo; además, provoca un aumento general de la porosidad y de la conductividad hidráulica, favoreciendo la infiltración, lo que hace que disminuya la escorrentía superficial y riesgo de erosión.

La materia orgánica (MO), es el humus acumulado a través del tiempo en el suelo. El humus está formado por las sustancias que son compuestas de peso molecular relativamente alto, de color pardo a negro, formado por reacciones secundarias de síntesis, que producen tres productos finales: ácido fúlvico, ácido húmico y huminas. (Stauder 2010).

De acuerdo con Villanueva (2015), la gallinaza es un abono rico en nitrógeno y fósforo, lo que lo convierte en un recurso valioso para la fertilización de los suelos destinados a actividades agrícolas, permitiendo reducir los costos asociados al uso de la fertilización. Uno de los principales efectos de los abonos orgánicos en el suelo, es mejorar las características físicas y químicas de este, así como la absorción de micro y macroelementos químicos necesarios para el desarrollo de los diferentes cultivos. Los abonos orgánicos se forman a partir de sustancias animales, sustancias vegetales o comúnmente de la mezcla en proporción variable de ambas, estos abonos, son producto de la descomposición de la materia orgánica vegetal y animal. Entre los principales efectos de los abonos orgánicos en el suelo se encuentra la mejora de las características físicas y químicas de este y mejorar la absorción de elementos químicos necesarios para el desarrollo de los diferentes cultivos (Matute 2012).

Se entiende por gallinaza granel, aquella que es llevada de las producciones avícolas a diferentes sitios del país donde se le realiza una molienda y luego se acumula en pilas para que pueda perder la humedad contenida en ella para luego ser empacada en costales y posteriormente estar a disposición de los agricultores. Esta gallinaza no posee un control estricto de temperatura, ni de humedad (TECNAMED 2011).

En la naturaleza, nada se desecha, todo se recicla, lo que sale de la tierra vuelve a ella. La naturaleza ha respetado estos ciclos, manteniendo la fertilidad de la tierra basándose en abonados orgánicos procedentes de materiales orgánicos (Pinto 2014).

En este contexto podemos dar una sencilla, pero completa definición de lo que es el abono orgánico diciendo que "es la recuperación de la materia orgánica para su transformación en abono". (Ferruzzi, 1986), esto es indudablemente una forma de reciclar, evitar contaminación y aportar materia orgánica y fertilidad a la tierra (Pinto 2014).

Los altos niveles de nutrientes que algunos fertilizantes químicos contienen pueden saturar el suelo y anular la eficacia de otros. Muchos fertilizantes químicos contienen ácido sulfúrico y clorhídrico, que usados en exceso pueden causar un grave daño a los microorganismos y alteración en el pH del suelo afectando negativamente el crecimiento de la planta (Cabaleiro 2013).

El Consorcio Regional de Investigación Agropecuaria (CRIA), a través del diagnóstico de la problemática del cultivo de papa en el departamento de Huehuetenango, determinó que uno de los

principales problemas es la falta de conocimiento de la dosis adecuada en el uso de abonos orgánicos; desde esta perspectiva, el uso adecuado de abonos orgánicos junto con otras prácticas de manejo, garantizan mejorar la calidad del suelo y consecuentemente la productividad de los cultivos (González 2016).

El objetivo general de la presente investigación fue determinar el efecto de diferentes dosis de gallinaza a granel, sobre el rendimiento del cultivo de papa, en dos clases texturales de suelo en la Aldea Tojchiguel, en el municipio de Santa Bárbara, Huehuetenango.

Se realizaron aplicaciones 4,000, 6,000, 8,000 y 10,000 kg/ha de gallinaza a granel al momento de realizar la siembra, se realizaron análisis químicos a la gallinaza a granel, para determinar el efecto en el rendimiento del cultivo de papa y el aporte de gallinaza a granel a los suelos, asimismo demostró que la gallinaza a granel tuvo un efecto en el rendimiento del cultivo de papa y el contenido de materia orgánica, principalmente en el suelo franco arenoso.

Se trabajaron; dos variables dependientes: dosis de gallinaza (Materia Orgánica) y textura del suelo además cuatro variables dependientes, el número, peso y tamaño de los tubérculos, y el rendimiento por unidad de área. Del mismo modo, se establecieron cuatro objetivos, uno general y tres específicos: generar información sobre el efecto de la gallinaza a granel en el rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en dos tipos de suelo con diferente textura, determinar el efecto de distintas dosis de gallinaza a granel en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en suelo de textura franco arenoso y franco arcilloso-arenoso, establecer el efecto de distintas dosis de gallinaza a granel en el número de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L.) en suelo de textura franco arenoso y franco arcilloso-arenoso, y evaluar el rendimiento de calidad del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en suelo de textura franco arenoso y franco arcilloso-arenoso utilizando diferentes dosis de gallinaza a granel.

Materia orgánica

Es el producto de la descomposición química de las excreciones de animales y microorganismos, de residuos de plantas o de la degradación de cualquiera de ellos tras su muerte, los organismos del suelo descomponen este tipo de sustancias orgánicas, dejando solamente residuos difícilmente atacables,

como algunos aceites, grasas, ceras y ligninas procedentes de las plantas superiores de origen (Andrades et al. 2014).

El producto obtenido es una mezcla compleja de sustancias coloidales y amorfas de color negro o marrón oscuro denominado genéricamente humus (Brady, 1984). Este constituye aproximadamente entre el 65 y 75 % de la materia orgánica de los suelos minerales, los cuales tienen un contenido de materia orgánica menor del 20 %, ocupando el 95 % de la superficie terrestre mundial. Los suelos con un mayor contenido en materia orgánica se denominan suelos orgánicos. El contenido medio aproximado de materia orgánica en los suelos de labor oscila entre el 1 y el 6 % (Andrades et al. 2014).

Propiedades de la gallinaza

La gallinaza es un abono orgánico que combina todos los nutrientes esenciales Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K) y otros macro y microelementos, con un alto contenido de materia orgánica, esto hace que sea un producto que ejerce efectos muy positivos sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, mejorando los rendimientos de los cultivos (TECNAMED 2011).

Efectos en la parte física del suelo

- Favorece la estabilidad del suelo al mantener floculado el complejo arcillo húmico.
- Facilita los mecanismos de distribución del aire entre el suelo y la atmósfera exterior.
- Permite la circulación del agua en el suelo al impedir la destrucción de agregados y el taponamiento de los poros y aumenta la capacidad de retención del agua (TECNAMED 2011).

Efectos en la parte química del suelo

- Es un fertilizante completo, conteniendo los principales elementos necesarios para un óptimo rendimiento de los cultivos N, P, K, Ca, Mg y otros microelementos y materia orgánica.
- Las formas orgánicas del N y P actúan como fertilizantes de liberación lenta, por lo que son menos susceptibles de lavado que otros fertilizantes minerales.
- La formación de complejos orgánicos mejora la disponibilidad de los microelementos.
- La combinación de abono orgánicos y minerales consigue mayores rendimientos (TECNAMED 2011).

Efectos en la parte biológica del suelo y medioambiental

- Es alimento para los cultivos y para los microorganismos del suelo.
- Favorece la respiración radicular.
- Incrementa la actividad microbiana.
- Un mejor enraizamiento disminuye la erosión del suelo.
- El aumento de la capacidad de retención del agua disminuye la contaminación por el lavado de elementos fertilizantes.
- La baja relación C/N facilita la humificación de los rastrojos limitando el efecto de “hambre de nitrógeno”.
- La gallinaza fresca posee una mayor concentración de nutrientes, este valor depende del tiempo y rapidez del secado, así como de la composición de N, P (P₂O₅), K (K₂O).
- Esto tiene especial relevancia en el caso del nitrógeno y el fósforo ya que, aparte de su valor como abono, en muchas ocasiones, con una excesiva densidad animal en el área, estos elementos se consideran contaminantes del suelo.
- En relación con la alimentación de las aves, el nivel de nitrógeno de las deyecciones es, obviamente, más elevado en los pollos de engorde que en la de las gallinas, en tanto que con el calcio ocurre al contrario (TECNAMED 2011).

METODOLOGÍA

El método utilizado como base para la presente investigación fue el método científico, auxiliándose del método experimental, en el cual el investigador crea las condiciones necesarias, para el esclarecimiento de las propiedades y relaciones del objeto, que son de utilidad en las investigaciones.

Diseño experimental

Se refiere a la planificación y estructuración de un experimento agrícola de manera que se puedan obtener conclusiones precisas y confiables sobre el efecto de un tratamiento o variable en particular en el cultivo o en el suelo (López, E. 2008). El diseño experimental involucra la selección de un grupo de unidades experimentales, la asignación de los tratamientos a las unidades experimentales de forma aleatoria, el control de los factores ambientales y la medición cuidadosa de las variables de interés.

El diseño de Bloques Completos al Azar es uno de los diseños experimentales más utilizados en la agronomía debido a su flexibilidad y eficacia. Este diseño se basa en dividir el terreno experimental en bloques homogéneos en términos de la variable de interés, y luego asignar aleatoriamente los tratamientos a las unidades experimentales dentro de cada bloque. Esto garantiza que cada tratamiento se aplique en un bloque diferente, lo que minimiza el efecto de las variaciones en el suelo, el clima u otras condiciones ambientales en los resultados del experimento.

La principal ventaja del diseño de Bloques Completos al Azar es su capacidad para manejar la variabilidad del terreno y de las condiciones ambientales de manera efectiva, lo que lo hace especialmente útil en experimentos agronómicos. Además, el análisis estadístico de los resultados es fácil de realizar, incluso si el número de repeticiones no es el mismo para todos los tratamientos o si se pierden algunos datos de las unidades o tratamientos (López, E. 2008).

Otra ventaja importante del diseño de Bloques Completos al Azar es que permite la detección de interacciones entre tratamientos y variables ambientales o del suelo, lo que permite una mejor comprensión de los mecanismos que subyacen a los resultados del experimento. Además, este diseño es útil para minimizar el efecto de las variables no controladas en los resultados del experimento, lo que aumenta la confiabilidad y precisión de los resultados (López, E. 2008).

En resumen, el diseño de Bloques Completos al Azar es una herramienta valiosa para la investigación agronómica debido a su flexibilidad, eficacia y capacidad para manejar la variabilidad del terreno y de las condiciones ambientales. Su análisis estadístico es fácil de realizar y permite la detección de interacciones entre tratamientos y variables ambientales o del suelo, lo que lo convierte en una herramienta poderosa para la investigación agronómica (López, E. 2008).

Se establecieron El establecimiento de dos experimentos con diferentes texturas de suelo es importante en la agronomía ya que permite evaluar cómo diferentes factores, como la composición del suelo, afectan el crecimiento y rendimiento de los cultivos. En este caso, al utilizar suelos de texturas diferentes (franco arenoso y franco arcillo arenoso), se puede determinar si la gallinaza a granel tiene un efecto diferente en el rendimiento de la papa dependiendo de la textura del suelo en el que se cultiva.

Además, el uso de dos experimentos con diferentes texturas de suelo permite comparar los resultados obtenidos en ambos, lo que puede llevar a conclusiones más sólidas y generalizables. Si los resultados

obtenidos son similares en ambos experimentos, se puede inferir que el efecto de la gallinaza a granel en el rendimiento de la papa es independiente de la textura del suelo. Por el contrario, si los resultados son diferentes, se puede concluir que la textura del suelo es un factor importante a considerar al utilizar gallinaza a granel como fertilizante en cultivos de papa.

En resumen, la realización de dos experimentos con diferentes texturas de suelo permite evaluar el efecto de la gallinaza a granel en el rendimiento de la papa en diferentes condiciones edafoclimáticas, lo que puede llevar a conclusiones más robustas y aplicables en diferentes regiones agrícolas.

Modelo estadístico:

Diseño bloques completamente al azar.

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}.$$

Dónde:

Y_{ij} =variable de respuesta.

U = promedio general.

T_i = efecto del i -ésimo tratamiento.

B_j =efecto del j -ésimo bloque.

E_{ij} = error experimental asociado a la i - j ésima unidad experimental (López, E. 2008).

Descripción de los tratamientos

Los tratamientos del experimento fueron determinados a partir de la exploración de niveles bajos y altos en relación al testigo relativo de 8,000 kg/ha. En concreto, se establecieron cuatro tratamientos: el Tratamiento 1 con una dosis de 4,000 kg/ha de algún elemento o sustancia a aplicar, el Tratamiento 2 con una dosis de 6,000 kg/ha, el Tratamiento 3 con una dosis de 10,000 kg/ha y, por último, el Testigo absoluto con una dosis de 0 kg/ha, que se considera la condición de control. Al establecer un rango de dosis, se buscó evaluar la relación dosis-respuesta y determinar si hay un punto óptimo en el cual se maximice el rendimiento o algún otro parámetro evaluado en el experimento. El uso de un testigo relativo permitió establecer una referencia común para la comparación de los resultados obtenidos en cada tratamiento y así poder determinar si hay efectos significativos de las diferentes dosis evaluadas.

Unidad experimental

En esta investigación se evaluaron cinco tratamientos y cuatro repeticiones proporcionan una muestra suficientemente grande para poder realizar análisis estadísticos precisos y obtener resultados más confiables. La estructura de la unidad experimental, con cuatro surcos de 3 m de longitud y 0.90 m de separación entre surcos, asegura la homogeneidad de la parcela y minimiza el efecto de variables no controladas. Además, el tamaño de cada unidad experimental de 10.8 m² es adecuado para realizar mediciones precisas de las variables evaluadas en la investigación.

Es importante destacar también que el tamaño de la parcela bruta, que fue de 216 m² por textura de suelo, indica que se trabajó con una superficie considerable de terreno. Esto sugiere que los resultados obtenidos en la investigación pueden ser generalizables a otras áreas con características similares de textura de suelo. En resumen, la descripción detallada del diseño experimental utilizado en esta investigación permite evaluar la validez y la confiabilidad de los resultados obtenidos y su capacidad para ser extrapolados a otros contextos.

Manejo del experimento

La investigación se llevó a cabo en la época comprendida de octubre 2022 y finalizó febrero 2023.

Las actividades del manejo del experimento fueron:

Compra de tubérculos sanos con 4 yemas y aceptable tamaño; los suelos de ambas parcelas fueron preparados antes de la siembra a una profundidad de 0.30 m quedando el suelo poroso.

Trazo del terreno: se realizó en base al croquis de campo, dejando delimitadas todas las unidades experimentales.

Siembra: la siembra se realizó de forma manual a una profundidad entre 7 y 8 centímetros y el distanciamiento fue de 0.90 metros entre surcos y 0.30 metros entre tubérculos.

Fertilización: se realizó de forma manual aplicando 343.85 kg de N (Nitrógeno) y 216.89 kg de P (Fósforo) 253.92 kg de K (Potasio) durante todo el ciclo del cultivo por ambas localidades.

Control de plagas y enfermedades: en ambas parcelas, al momento de la siembra se aplicaron 1,000 gr en forma granulada de Etoprofos para el control de nematodos y plagas del suelo, para enfermedades se aplicó un bactericida-fungicida a base de sulfato de amonio y Azoxistrobina durante la siembra y

durante el crecimiento de la planta se aplicó Fosetil Aluminio + Propomocarb alternando con Propineb y Ametrina

Riego: se realizó riegos por aspersión cada 3 días en el suelo franco arenoso y cada 5 días en el suelo franco arcillo arenoso.

Control de malezas y aporque: se realizó manualmente con azadón, esta labor se realizó a los 40 días después de la siembra, el aporque se realizó 47 días después de la siembra.

Defoliación: esta práctica se realizó cuando los tubérculos alcanzaron el tamaño que se deseaba (105 días después de la siembra). Para ello se arrancó 5 plantas por localidad, para muestrearlas y se realizó manualmente con machete.

Cosecha: la determinación del rendimiento se realizó directamente en el campo, a través de la recolección de los tubérculos el mismo día de la cosecha; se realizó la clasificación de los tubérculos (1ra, 2da, y 3era), así como la cuantificación y la recolección. Esta actividad fue realizada 120 días después de la siembra

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Los resultados obtenidos en la investigación aportan información valiosa para la selección del tratamiento más adecuado para mejorar el rendimiento y la calidad de la papa. La realización de pruebas de hipótesis marginales y análisis estadísticos rigurosos, como las pruebas de DGC con un nivel de significancia del 5%, aumentan la confiabilidad de los resultados y garantizan que las conclusiones extraídas

Además, el estudio se realizó durante un período de tiempo que favorece el desarrollo del cultivo, lo que asegura que las conclusiones sean aplicables en condiciones similares. Por lo tanto, se puede afirmar que los resultados obtenidos son útiles para guiar la toma de decisiones en la selección del tratamiento más adecuado para mejorar el rendimiento y la calidad de la papa.

En resumen, la metodología rigurosa utilizada en esta investigación, junto con la evaluación en condiciones adecuadas para el desarrollo del cultivo, hacen que los resultados obtenidos sean altamente confiables

Resultados en suelo con Textura Franco Arenosa

Diferencias de la Materia Orgánica.

La materia orgánica es un componente fundamental en el suelo ya que influye en la fertilidad, estructura y retención de agua en el mismo. En este caso, se han comparado los datos iniciales de M.O. en un suelo con textura franco arenoso, para diferentes dosis de fertilización, con los datos obtenidos después de una investigación.

En los datos iniciales, se observa que a mayor dosis de fertilización, la M.O. disminuye. Sin embargo, después de la investigación se ha logrado aumentar la M.O. en todos los casos, siendo la dosis de 10,000 Kg/Ha la que logró el mayor aumento en la M.O. con un promedio de 3.80%.

Este resultado es muy importante ya que demuestra que es posible mejorar la calidad del suelo mediante la fertilización adecuada. Además, se observa que los niveles de M.O. iniciales eran relativamente altos, lo que indica que el suelo tenía una buena calidad, pero aun así se logró mejorar su fertilidad.

La figura 1, muestra claramente la diferencia entre los promedios de M.O. iniciales y después de la investigación, permitiendo una fácil comparación y análisis de los datos. Es importante destacar que estos resultados son específicos para un suelo con textura franco arenoso y pueden variar en otros tipos de suelo.

En conclusión, estos resultados demuestran la importancia de la fertilización adecuada para mejorar la calidad del suelo y la fertilidad de los cultivos. La figura 1 es una herramienta útil para analizar los datos y comparar los resultados de manera clara y concisa.

Número de Tubérculos

La mayor cantidad de tubérculos se observó en las plantas sin tratamiento, seguida de las plantas tratadas con 10,000 y 6,000 kg/ha (ver figura 2).

Se determinó que no hay una diferencia significativa en el número de tubérculos entre todos los tratamientos evaluados con un nivel de significancia del 5%. Esto sugiere que estadísticamente, el número de tubérculos por planta es similar en todos los tratamientos (ver cuadro 1).

Peso de Tubérculos

En la figura 3 se observa que el tratamiento con 10,000 Kg/Ha presentó el mayor peso de tubérculos por planta, seguido por los tratamientos con 6,000 y 8,000 Kg/Ha

Además, al realizar un análisis estadístico con un nivel de significancia del 5%, se determinó que no hay una diferencia significativa en el peso de tubérculos entre todos los tratamientos evaluados. Por lo tanto, se concluye que el peso de tubérculos por planta es similar en todos los tratamientos (ver cuadro 2).

Tamaño de Tubérculos por calidad en peso

El tamaño (primera) de tubérculos por tratamiento es mayor en la dosis de gallinaza a granel de 10,000 Kg/Ha, seguida por las dosis de 0 Kg/Ha, 6,000 Kg/Ha y 8,000 Kg/Ha.

Por planta, se observa que las dosis de 0 Kg/Ha, 6,000 Kg/Ha y 8,000 Kg/Ha presentan el mayor tamaño (segunda) de tubérculos por tratamiento, mientras que la dosis de 4,000 Kg/Ha presenta el mayor tamaño (tercera) de tubérculos por tratamiento. Estas medidas fueron establecidas en el centro de acopio ubicado en el Municipio de San Juan Ostuncalco en el departamento de Quetzaltenango (ver cuadro 9). Por último, se observa que las dosis de gallinaza a granel de 0 Kg/Ha y 4,000 Kg/Ha representan un rendimiento total de tubérculos por tratamiento muy inferior, en comparación con los datos de las dosis descritas anteriormente (ver figura 4).

El efecto de la gallinaza a granel en el tamaño de los tubérculos es relevante, ya que el tamaño mayor (primera) de la papa tiene un valor mucho más alto que el de menor tamaño. Según el análisis de varianza realizado, no existe una diferencia significativa en el tamaño (primera) de los tubérculos entre todos los tratamientos evaluados con un nivel de significancia del 5%. Esto sugiere que estadísticamente, el tamaño de los tubérculos por planta es similar en todos los tratamientos (ver cuadro 3).

Rendimiento

Es importante destacar que el efecto de la gallinaza a granel sobre el rendimiento total de tubérculos es de gran relevancia. En este sentido, de acuerdo al análisis de varianza realizado, se determinó que existe una diferencia significativa en el rendimiento entre todos los tratamientos evaluados al nivel de significancia del 5%. Por lo tanto, se concluye que el tratamiento con 10,000 Kg/Ha de gallinaza a granel es superior en términos de rendimiento total de tubérculos en comparación con los demás tratamientos (ver Cuadro 4). Estos resultados son consistentes.

El impacto de la aplicación de la gallinaza a granel en el rendimiento de la papa es de gran relevancia. De acuerdo con el análisis de varianza realizado, se determinó que hay una diferencia significativa en el rendimiento entre todos los tratamientos evaluados con un nivel de significancia del 5%. Esto sugiere

que el tratamiento con 10,000 Kg/Ha de gallinaza a granel es el más efectivo y produce un mayor rendimiento en comparación con los demás tratamientos (ver cuadro 4).

Es importante destacar el efecto, de acuerdo con Chávez (2010), al comparar dos programas de fertilización para la producción de papa (*Solanum tuberosum L.*), se determinó que el rendimiento de la parcela "B", donde se usó la fertilización con enmiendas de calcio, magnesio y boro, tuvo un aumento del rendimiento del 47.92%. Por otro lado, la parcela "A" del agricultor, donde se empleó un programa tradicional a base de Triple 15M aplicada en forma granulada al suelo, registró un rendimiento de 378.15 kilogramos por parcela, lo que equivale a un rendimiento de 18,907.5 kg/ha y reportó tres tipos de calidad (primera, segunda y tercera).

Resultados en suelo con Textura Franco Arcillo Arenosa

Número de Tubérculos

La aplicación de la dosis de 8,000 Kg/Ha de gallinaza a granel en el cultivo de papa resultó en el mayor peso de tubérculos por planta, seguida de las dosis de 10,000 Kg/Ha, 6,000 Kg/Ha y 4,000 Kg/Ha que mostraron un segundo grupo con respecto al peso de tubérculos por planta. Por otro lado, la ausencia de aplicación de gallinaza a granel (dosis 0 Kg/Ha) produjo una cantidad inferior de tubérculos en comparación con las dosis previamente mencionadas (ver figura 7).

El análisis de varianza realizado reveló que no existen diferencias significativas en cuanto al peso de tubérculos por planta entre los diferentes tratamientos evaluados al 5% de significancia (ver cuadro 6). Esto indica que todos los tratamientos resultaron en pesos de tubérculos por planta estadísticamente similares, a pesar de las diferencias observadas entre las dosis de gallinaza a granel aplicadas.

Peso de Tubérculos

Esta información indica que, en general, la dosis de 8,000 Kg/Ha de gallinaza a granel mostró el mayor peso de tubérculos por planta. Las dosis de gallinaza a granel de 10,000 Kg/Ha, 6,000 Kg/Ha y 4,000 Kg/Ha también presentaron un buen peso de tubérculos por planta, pero en menor cantidad que la dosis de 8,000 Kg/Ha. Por otro lado, la dosis de 0 Kg/Ha de gallinaza a granel mostró una cantidad inferior de peso de tubérculos en comparación con los otros tratamientos.

Sin embargo, cuando se realizó un análisis estadístico, se encontró que no hay una diferencia significativa en el peso de tubérculos entre todos los tratamientos evaluados al 5% de significancia. Esto significa que todos los tratamientos mostraron un peso de tubérculos por planta similar estadísticamente.

Tamaño de Tubérculos por calidad en peso

Se observa que la dosis de 4,000 Kg/Ha de gallinaza a granel muestra el mayor tamaño de tubérculos por planta (primer lugar), seguida por las dosis de 8,000 Kg/Ha y 6,000 Kg/Ha, que presentan un tamaño de tubérculos similar (segundo lugar). Por otro lado, las dosis de 0 Kg/Ha y 10,000 Kg/Ha también muestran un tamaño de tubérculos similar (tercer lugar) por planta (ver figura 8). Estas medidas se tomaron en el centro de acopio ubicado en el Municipio de San Juan Ostuncalco en el departamento de Quetzaltenango y se presentan en el cuadro 9.

El tamaño de los tubérculos es un factor importante en la calidad y valor de la papa, y se observa que el tratamiento con 4,000 Kg/Ha de gallinaza a granel es el que muestra la mayor diferencia significativa con respecto al tamaño (primer lugar) de los tubérculos en comparación con los demás tratamientos evaluados al 5% de significancia (ver cuadro 7).

En resumen, la dosis de gallinaza a granel utilizada en el cultivo de papa tiene un efecto significativo tanto en el peso como en el tamaño de los tubérculos. En cuanto al peso, la dosis de 8,000 Kg/Ha de gallinaza a granel muestra el mayor resultado, mientras que para el tamaño, la dosis de 4,000 Kg/Ha de gallinaza a granel es la que produce los tubérculos de mayor tamaño.

Rendimiento

En cuanto al rendimiento de tubérculos por planta, se observa que la dosis de 4,000 Kg/Ha de gallinaza a granel presenta el mayor rendimiento (primera) por tratamiento, seguida por las dosis de 8,000 Kg/Ha, 10,000 Kg/Ha y 6,000 Kg/Ha que presentan el mayor rendimiento (segunda). Además, se aprecia que la dosis de 10,000 Kg/Ha muestra el mayor rendimiento (tercera) de tubérculos por planta. Esta información se puede visualizar en la figura 9.

El efecto de la gallinaza a granel sobre el rendimiento de tubérculos es de gran importancia, ya que el rendimiento más alto (primera) de tubérculos tiene un valor muy significativo en comparación con el menor rendimiento. Según el análisis de varianza realizado, no se encontró una diferencia significativa en el tamaño de los tubérculos (primera) entre todos los tratamientos evaluados al 5% de significancia,

lo que indica que todos los tratamientos presentaron un rendimiento de tubérculos por planta estadísticamente similar. Los detalles de los resultados se encuentran en el cuadro 8.

Materia Orgánica

La materia orgánica del suelo es un factor clave para mantener la salud del suelo y la productividad agrícola. Los datos iniciales de la M.O. en el suelo de textura franco arcillo arenoso, revelan un rango de valores promedio entre 1.67% y 2.46%, según la dosis aplicada de compost de lodos. Estos valores son importantes porque muestran que la cantidad de materia orgánica inicial en el suelo es relativamente baja, lo que podría afectar negativamente la calidad y la productividad del suelo.

La comparación con los datos obtenidos después de la investigación muestra que, en general, se logró un aumento significativo en la materia orgánica del suelo. Por ejemplo, la dosis de 0 kg/ha de compost de lodos aumentó la M.O. del suelo de 2.08% a 2.28%, lo que representa un aumento del 9.6%. Esto sugiere que la aplicación de compost de lodos al suelo puede ser una forma efectiva de aumentar la materia orgánica del suelo.

La figura 10 proporciona una representación visual de estos resultados. Se puede observar que las dosis más bajas (0 y 4,000 kg/ha) tienen el mayor aumento porcentual en la M.O. del suelo, mientras que las dosis más altas (8,000 y 10,000 kg/ha) tienen un aumento menor en la M.O. del suelo. Esto sugiere que hay un punto de saturación en el que la cantidad de compost de lodos que se puede aplicar al suelo sin afectar negativamente la calidad del suelo se alcanza.

En general, estos resultados sugieren que la aplicación de compost de lodos al suelo puede ser una forma efectiva de aumentar la materia orgánica del suelo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los efectos a largo plazo de la aplicación de compost de lodos al suelo aún no están claros y se necesitan más investigaciones para determinar el impacto a largo plazo de esta práctica.

TABLAS Y FIGURAS.

Figura 1: Diferencias de Materia Orgánica; antes y después de la investigación, en un suelo con textura franco arenoso.

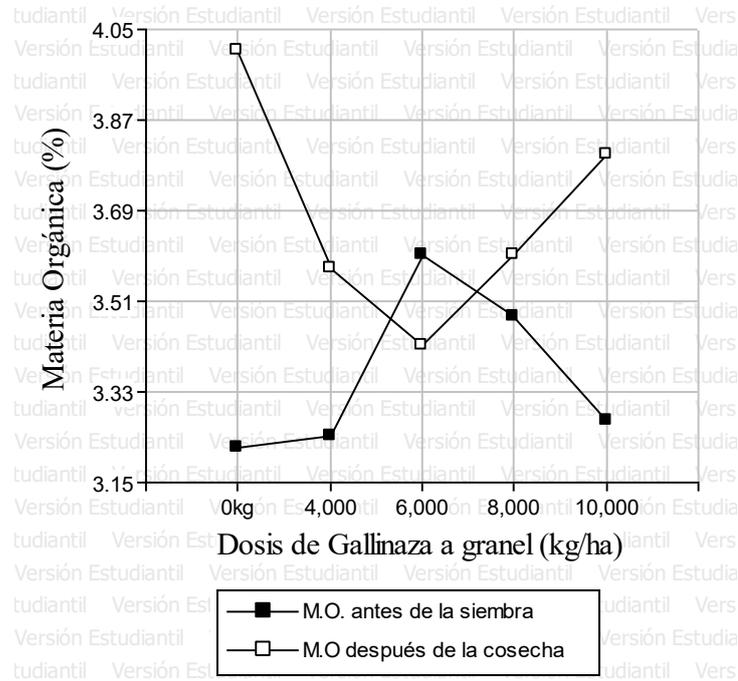


Figura 2: Efecto de enmiendas con gallinaza a granel sobre el número de tubérculos por planta, en un suelo con textura franco arenoso.

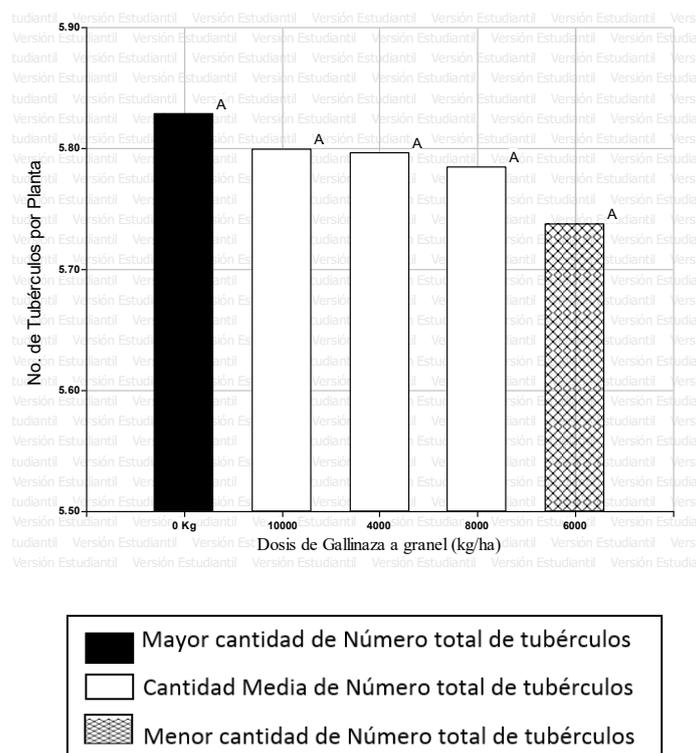


Figura 3: Efecto de enmiendas con gallinaza a granel sobre el peso de tubérculos por planta, en un suelo con textura franco arenoso

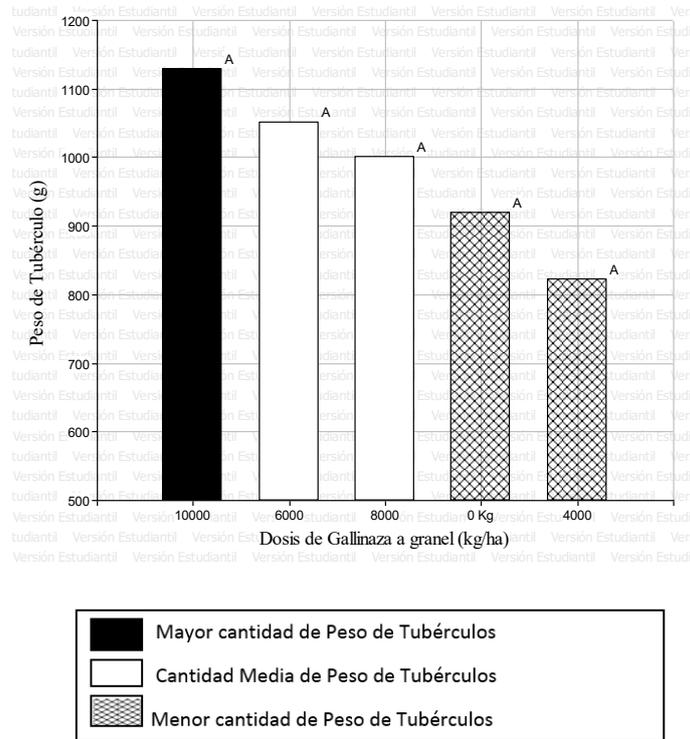


Figura 4: Efecto de enmiendas con gallinaza a granel sobre el tamaño de tubérculos por planta, en un suelo con textura franco arenoso.

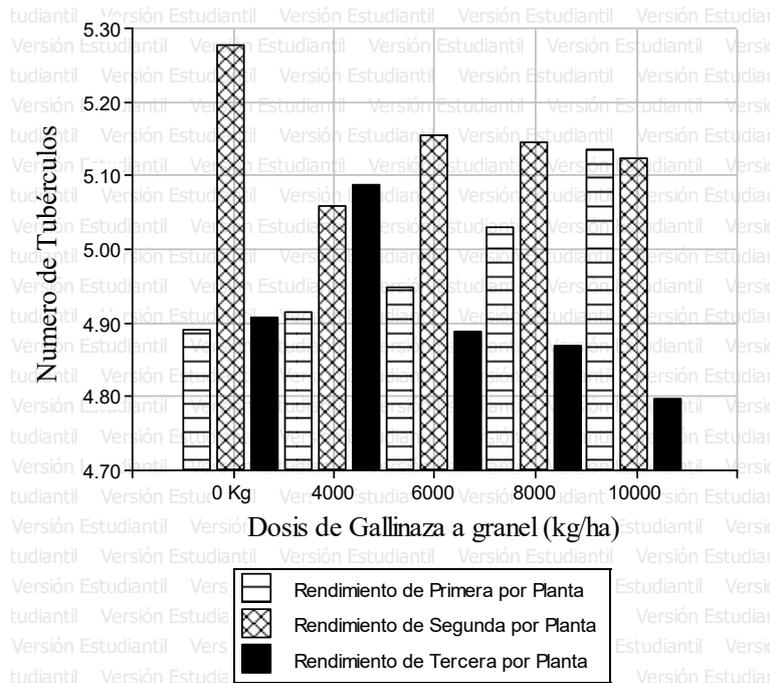


Figura 5. Efecto de enmiendas con gallinaza a granel sobre el rendimiento total de tubérculos por planta, en un suelo con textura franco arenoso.

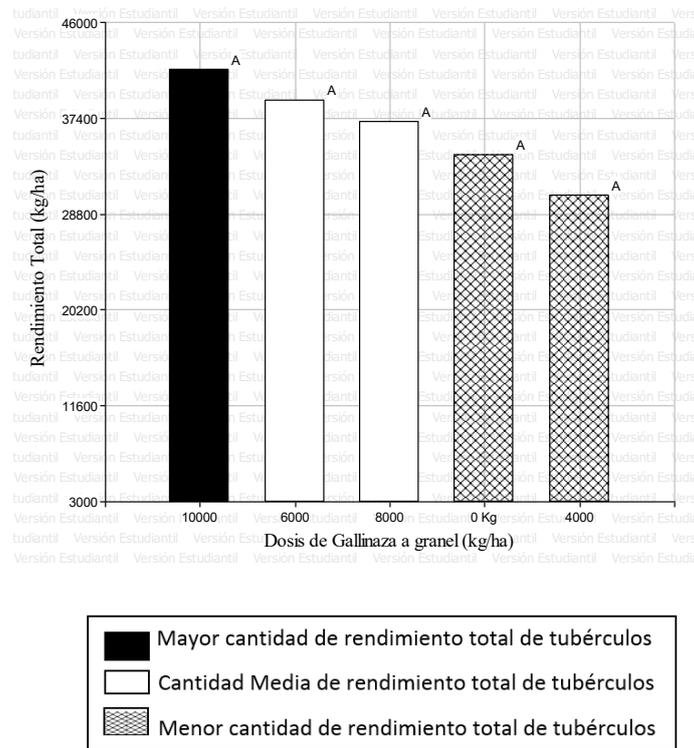


Figura 6. Diferencias de Materia Orgánica; antes y después de la investigación, en un suelo con textura franco arcillo arenoso.

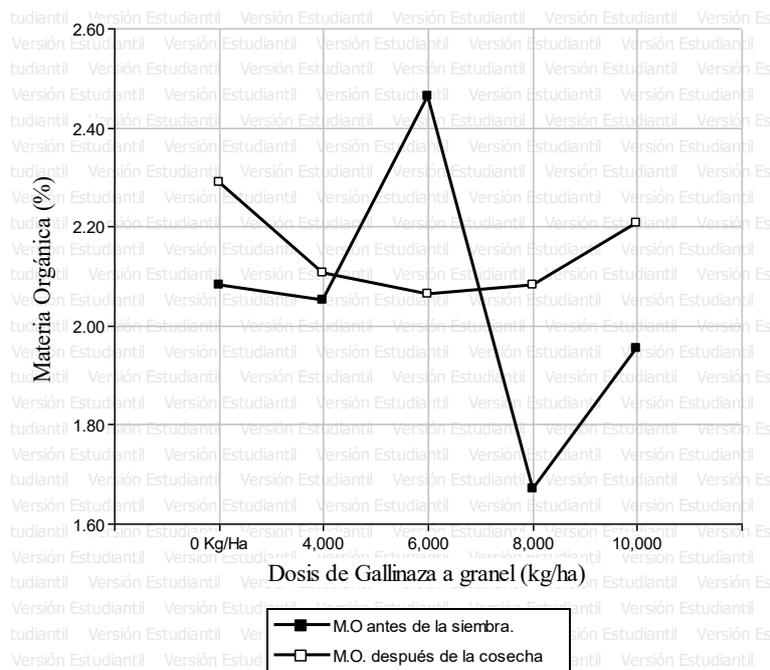


Figura 7. Efecto de enmiendas con gallinaza a granel sobre el número de tubérculos por planta, en un suelo con textura franco arcillo arenoso.

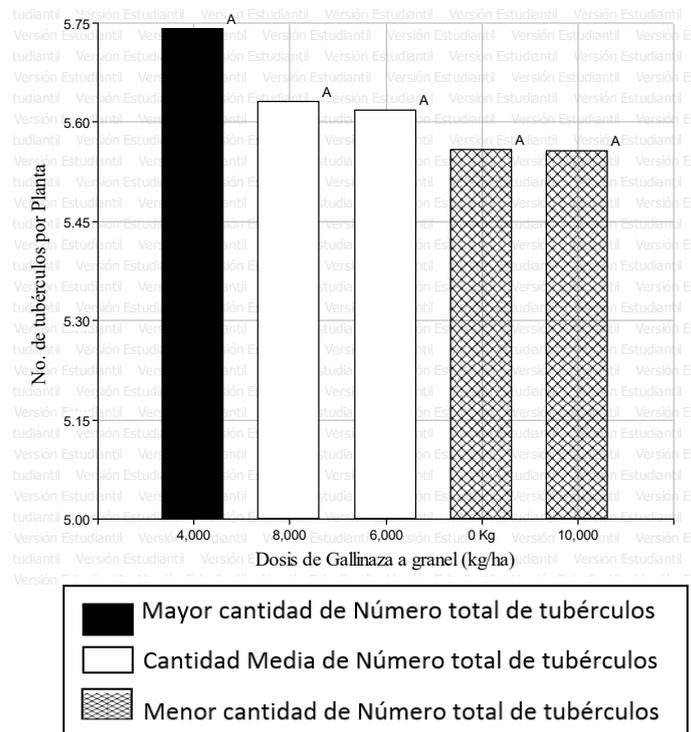


Figura 8. Efecto de enmiendas con gallinaza a granel sobre el peso de tubérculos por planta, en un suelo con textura franco arcillo arenoso.

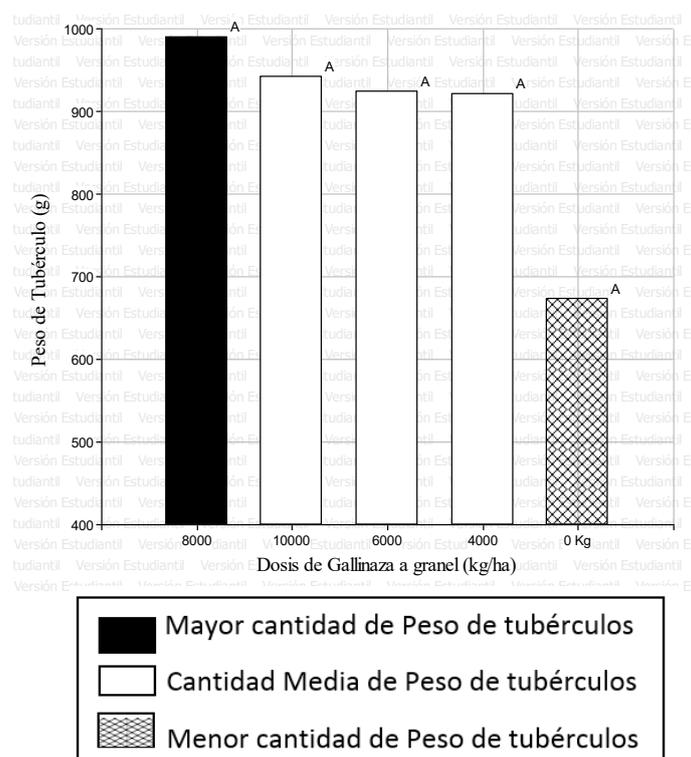


Figura 9. Efecto de enmiendas con gallinaza a granel sobre el tamaño de tubérculos por planta, en un suelo con textura franco arcillo arenoso.

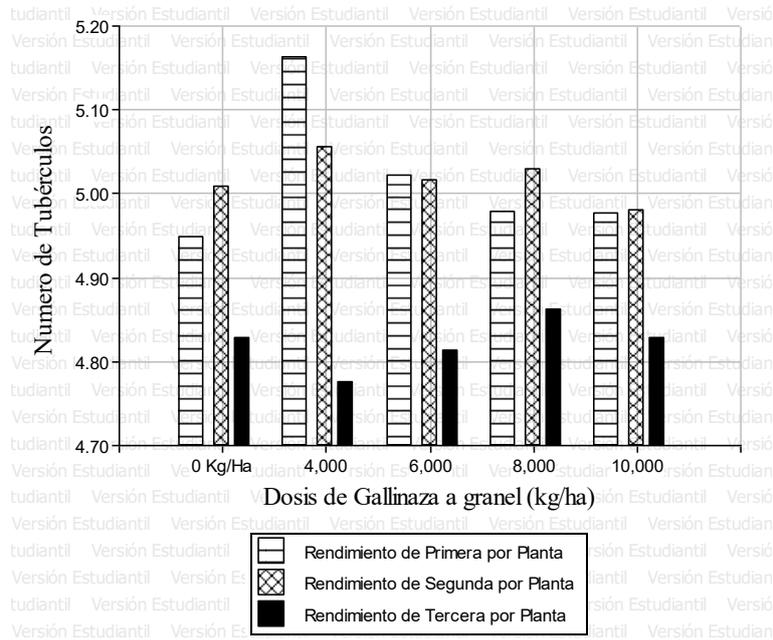
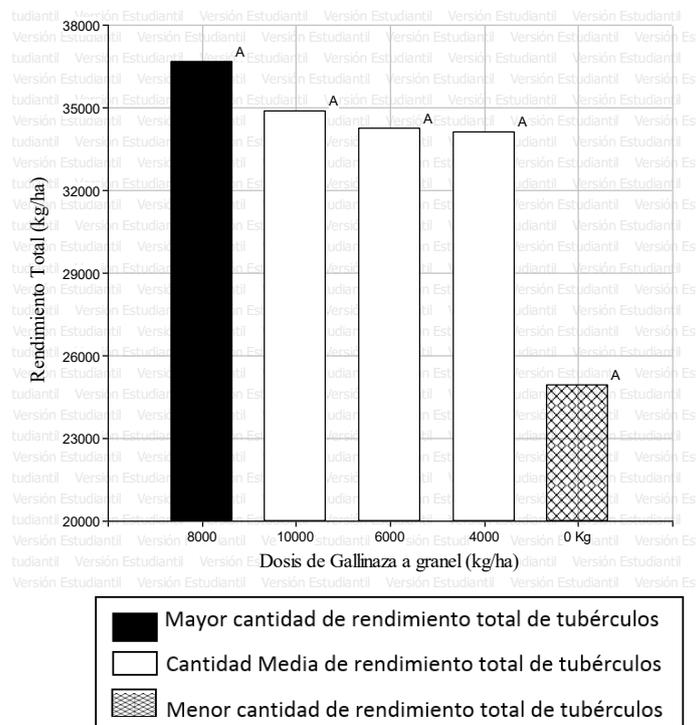


Figura 10 Efecto de enmiendas con gallinaza a granel sobre el rendimiento de tubérculos por planta, en un suelo con textura franco arcillo arenoso.



Cuadro 1. *Análisis de Varianza al 5% de significancia para la variable número de tubérculos:*

Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.32	7	0.05	2.19	0.1113
T	0.02	4	4.40E-03	0.21	0.9269
R	0.3	3	0.1	4.83	0.0198
Error	0.25	12	0.02		
Total	0.57	19			

Cuadro 2. *Análisis de Varianza al 5% de significancia para la variable peso de tubérculos:*

Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	436764.07	7	62394.87	1.46	0.2696
T	224773.67	4	56193.42	1.31	0.3197
R	211990.4	3	70663.47	1.65	0.2297
Error	513134.08	12	42761.17		
Total	949898.14	19			

Cuadro 3. *Análisis de Varianza al 5% de significancia para la variable tamaño de tubérculos (primera).*

Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.16	4	0.04	2.06	0.1366
T	0.16	4	0.04	2.06	0.1366
Error	0.29	15	0.02		
Total	0.45	19			

Cuadro 4. *Análisis de Varianza al 5% de significancia para la variable rendimiento total de tubérculos.*

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	308330889	4	77082722.2	1.16	0.3662
Tratamiento	308330889	4	77082722.2	1.16	0.3662
Error	994681791	15	66312119.4		
Total	1303012679	19			

Cuadro 5. *Análisis de Varianza al 5% de significancia para la variable número de tubérculos.*

Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.25	7	0.04	1.28	0.3371
T	0.09	4	0.02	0.82	0.5349
R	0.16	3	0.05	1.89	0.1853
Error	0.33	12	0.03		
Total	0.58	19			

Cuadro 6. *Análisis de Varianza al 5% de significancia para la variable peso de tubérculos:*

Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	436764.07	7	62394.87	1.46	0.2696
T	224773.67	4	56193.42	1.31	0.3197
R	211990.4	3	70663.47	1.65	0.2297
Error	513134.08	12	42761.17		
Total	949898.14	19			

Cuadro 7. *Análisis de Varianza al 5% de significancia para la variable tamaño de tubérculos (primera).*

Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.12	4	0.03	2.66	0.0735
T	0.12	4	0.03	2.66	0.0735
Error	0.16	15	0.01		
Total	0.28	19			

Cuadro 8. *Análisis de Varianza al 5% de significancia para la variable rendimiento de tubérculos (primera).*

Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	188467379	4	47116844.7	0.91	0.4846
T	188467379	4	47116844.7	0.91	0.4846
Error	779089532	15	51939302.2		
Total	967556911	19			

Cuadro 9. *Clasificación del tubérculo por tamaño y apariencia:*

Clasificación del tubérculo por tamaño y apariencia	
Grande	7-10 cm de diámetro y 15 cm de largo
Mediana	4-7 cm de diámetro y 10 cm de largo
Pequeña	4 cm o menos de diámetro

Fuente: Chávez 2010.

Cuadro 10. Resultados de los análisis de suelos de la localidad donde se llevó a cabo la investigación, facilitados por laboratorio del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA).

Localidad 1: Centro del municipio de Santa Bárbara, Huehuetenango

Categoría Média		6.1 a 10.9	Moderadamente ácida	5 a 6.5	Textura			
			Neutro	6.6 a 7.3				
No. Laboratorio	Identificación de la muestra	%M.O	Moderadamente alcalino	7.4 a 8.5	Porcentaje			Clase textura
12917	1 El Centro		pH	CIC	Arcil la	Lim o	Are na	
		5.5	5.3	30.3	8	19	73	Franco arenoso

Fuente: Informe de laboratorio del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA).

Cuadro 11. Resultados de los análisis de suelos de la localidad donde se llevó a cabo la investigación, facilitados por laboratorio del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA).

Localidad 2: Aldea Tojchiguel, Santa Bárbara, Huehuetenango

Categoría Média		6.1 a 10.9	Moderadamente ácida	5 a 6.5	Textura			
			Neutro	6.6 a 7.3				
No. Laboratorio	Identificación de la muestra	%M.O	Moderadamente alcalino	7.4 a 8.5	Porcentaje			Clase Textura
			pH	CIC	Arcilla	Limo	Arena	
12817	1 Tojchiguel	3.3	5.28	47.9	25	19	56	Franco arcillo arenoso

Fuente: Informe de laboratorio del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA).

Cuadro 12. *Análisis químico de la gallinaza a granel*

Parámetro	Valor	Dimensionales
pH	7.4	
Concentración de sales (C.S.)	19.41	dS.m ⁻¹
Materia Orgánica (M.O.)	73.6	%
Relación C/N	23.4	
Elemento		
Nitrógeno	3.14	%
Fósforo	3.81	%
Potasio	4.33	%
Calcio	3.68	%
Magnesio	1.46	%
Boro	170.68	Ppm
Cobre	623.85	Ppm
Hierro	1934.00	Ppm
Manganeso	752.70	Ppm
Zinc	567.70	Ppm

Fuente: Informe de análisis químico, proporcionado por el laboratorio de Soluciones analíticas S.A.

Cuadro 13. *Interpretación agronómica del contenido de materia orgánica en el suelo.*

Contenido de Materia Orgánica (%)	Interpretación Agronómica
< 2.0	Bajo
2.0 - 4.0	Adecuado
>4.0	Alto

Fuente: (Stauder 2010)

Cuadro 14. *Matriz para colecta de datos para la variable rendimiento*

No. de Tratamiento	No. de Bloque	Rendimiento de tubérculos por Tratamiento	Rendimiento de tubérculos por parcela neta (16 plantas)	Rendimiento de tubérculos por planta
T1	R1			
T2	R2			
T3	R3			

Cuadro 15. *Matriz para colecta de datos para la variable número tubérculos*

No. de Tratamiento	No. de Bloque	Número de tubérculos por tratamiento	Número de tubérculos por parcela neta (16 plantas)	Numero de tubérculos por planta
T1	R1			
T2	R2			
T3	R3			

Cuadro 16. *Matriz para colecta de datos para la variable tamaño de tubérculos.*

No. de Tratamiento	No. de Bloque	Tamaño de tubérculos por tratamiento	Tamaño de tubérculos por parcela neta (16 plantas)	Tamaño de tubérculos por planta
T1	R1			
T2	R2			
T3	R3			

Cuadro 17. *Matriz para colecta de datos para la variable peso de los tubérculos.*

No. de Tratamiento	No. de Bloque	Tamaño de tubérculos por tratamiento	Tamaño de tubérculos por parcela neta (16 plantas)	Tamaño de tubérculos por planta
T1	R1			
T2	R2			

CONCLUSIONES

- La gallinaza a granel tiene un efecto positivo en el suelo ya que, según los análisis químicos de la misma, se eleva el pH del suelo; ya que la gallinaza a granel tiene un pH muy alcalino.
- Se determinó que el rendimiento de cultivo de papa se ve afectado por la aplicación de diferentes dosis de gallinaza a granel tanto en el número, tamaño y calidad de los tubérculos de papa.
- No existió diferencia significativa para algunas variables, sin embargo, en las dos localidades se reportaron diferencias respecto al rendimiento.
- En el suelo franco arenoso, el tratamiento con 10,000 Kg/Ha de gallinaza a granel y en el suelo franco arcillo arenoso el tratamiento con 8,000 Kg/Ha de gallinaza a granel produjeron los mayores rendimientos.
- Existe diferencia por la aplicación de gallinaza a granel sobre la fertilidad del suelo a través de los indicadores de fertilidad; como el contenido de Materia Orgánica.
- La calidad del rendimiento de cultivo de papa se ve afectado por la aplicación de diferentes dosis de gallinaza a granel, pues las dosis que generan más rendimiento en calidad son las de 10,000 kg/ha para el suelo franco arenoso y de 4,000 kg/ha para el suelo franco arcillo arenoso.
- Para poder establecer la dosis de abonos químicos y no exceder la cantidad de estos, es necesario realizar análisis químico del suelo; para minimizar problemas de acidificación de los suelos y reducir costos de producción.
- Para la clase textural franco arenosa, las dosis de gallinaza a granel de 10.000 kg/ha, 6.000 Kg/Ha o 8.000 Kg/Ha respectivamente, ya que son las que generan mayor calidad de tubérculos y mejor rendimiento.
- En la clase textural franco arcillo arenosa, las dosis de gallinaza a granel de 10.000 Kg/Ha y 8.000 Kg/Ha respectivamente, ya que son las que generan mayor calidad de tubérculos y mejor rendimiento.

LISTA DE REFERENCIAS

- Andrades, M.; Martines, M. 2014. FERTILIDAD DEL SUELO Y PARÁMETROS QUE LA DEFINEN, 3ra edición, Universidad de la Rioja, 34p. Disponible en: [file:///C:/Users/JUaNKrLOz/Downloads/Dialnet-FertilidadDelSueloYParametrosQueLaDefinen-267902%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/JUaNKrLOz/Downloads/Dialnet-FertilidadDelSueloYParametrosQueLaDefinen-267902%20(1).pdf)
- Arévalo, G., Castellano, M. 2009. Manual de Fertilizantes y Enmiendas. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 57p.
- Aguirre (2008). Evaluación de la producción de la variedad Loman de papa (*Solanum tuberosum L.*) utilizando la técnica de biofumigación en el ICTA-Alameda, Chimaltenango, Tesis Ing. Agr., Guatemala. USAC. 54 p.
- Bongcam, E. 2003. Guía para el compostaje y manejo de suelos (en línea). Bogotá, Colombia, UPAR. Consultado 20 feb. 2022. Disponible en: <http://books.google.com/books?id=BUDmjTQxKhQC&printsec=frontcover&dp=composteje&hl=es&rview=1>
- Cabaleiro, F. 2013 Valorización agronómica del estiércol deshidratado y granulado de pollo en cultivos hortícolas. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, Departamento de Producción Vegetal, La Coruña, España. 217p. Disponible en: http://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/10347/9240/1/rep_480.pdf
- Chávez, G. 2010. Manual cultivo de papa para consumo. Centro Regional de Investigación del Altiplano Occidental -CIALO, Km.3.5 carretera a Olintepeque, Labor Ovalle, Quetzaltenango, Guatemala, p.18
- Crónica. 2016. Producción avícola, moderna industria alimenticia (en línea). Consultado 25 sep 2022. Disponible en <http://cronica.gt/produccion-avicola-moderna-industria-alimenticia/>
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) 1988. Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: re-enseñando el uso de este enfoque. Edición completamente revisada. México D.F., México: CIMMYT, p86

- Cortez, MR. 2009. El Cultivo de la papa en El Salvador. El Salvador, San Andrés, La Libertad, CENTA División de Investigación Agrícola Bol divulgativo N° 72, 19 p. 1999.
- Duque, C. s.f. Industria avícola: impacto ambiental y aprovechamiento de los residuos (en línea). Bogotá, Colombia. Consultado 25 feb 2022. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/acodal/xxviii.pd>
- Estrada, B. 2009. Manual del Manejo, Producción Y Comercialización de la Gallinaza Para Uso Agrícola, Guatemala, Tesis Ing. Agr. Guatemala. USAC. p.126
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2015. Levantamiento de suelos “Propiedades Químicas”. Portal de Suelos FAO. Consultado el 09 de junio de 2022. Disponible en: <http://www.fao.org/soils-portal/levantamiento-de-suelos/propiedades-del-suelo/propiedades-quimicas/es/>
- Farfán, S. 2007. ESTUDIO DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS DE LA FINCA EL CHAPÍNCULTIVADA CON PALMA AFRICANA (*Elaeisguineensis*Jacq) EN EL MUNICIPIO DE EL ESTOR, ING. AGR, DEPARTAMENTO DE IZABAL, GUATEMALA, USAC, p.92
- González, E. 2016 IDENTIFICACION DE PUNTOS CRITICOS Y TEMAS PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION EN LA AGROCADENA DE LA PAPA, Red Nacional de Grupos Gestores, Quetzaltenango, Guatemala. 68 p.
- ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas). 2017. Informe de resultados: junio, Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala, C.A. Informe de resultados No.043-017.
- ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas). 2017. Informe de resultados: junio, Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala, C.A. Informe de resultados No.044-017.
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 2007. Informe anual sobre los trabajos de fertilización. Departamento de Manejo de Suelos y Aguas. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador
- López, E. Diseño Y Análisis De Experimentos Fundamentos Y Aplicaciones En Agronomía 2008. 1era edición Guatemala. 170 p.

- Martínez, R. 2009. Diseño geotécnico y estructural de unacimentación en arcilla expansiva, UNAM, México D.F., México p.190
- Matute. C.2012. EVALUACIÓN DE TRES DIFERENTES FUENTES ORGÁNICAS COMO FERTILIZANTES EN EL CRECIMIENTO VEGETATIVO DEL XATE (*Chamaedorea ernestiaugustii*; arecaceas) EN SAN ANTONIO HUISTA, ING. AGR, HUEHUETENANGO. GUATEMALA, USAC, p.79
- Merchán, M; M. Pumisacho, y P. Cáceres. 2008. Elaboración de herramientas de aprendizaje para el manejo integrado de suelos en el cultivo de papa bajo el enfoque de gestión de conocimientos. XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. UCE. Quito, Ecuador.
- Muchuch, A. 2005. DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE NEMATODOS DE QUISTE ASOCIADOS AL CULTIVO DE PAPA *Solanum tuberosum* L., EN LOS MUNICIPIOS DE TECPÁNGUATEMALA, SAN JOSÉ POAQUIL Y SANTA APOLONIA, . AGR, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, USAC p.71
- Pinto, H. 2014. EFECTO DE TRES ABONOS ORGÁNICOS SOBRE EL RENDIMIENTO Y PRECOCIDAD DE LA COSECHA EN EL CULTIVO DE SÁBILA; ING. AGR, GUASTATOYA, EL PROGRESO, ZACAPA, USAC p. 92
- Permalik, 2004. Que es la Gallinaza (en línea), México. Consultado el 07 Sep 2022. Disponible en: www.gallinaza.com/que_es_la_gallinaza.php
- Rivera, J. 2002. El Cultivo de la Papa en Guatemala (*Solanum tuberosum* L.) Guatemala, Guatemala. 52p
- Santamaría, 2009. Evaluación de tres fertilizantes orgánicos para determinar el efecto sobre la concentración de polisacáridos en el cultivo de la sábila (*Aloe vera*), Tesis Ing. Agr., Guastatoya, El Progreso, Guatemala. URL. 54 p.
- Stauder de Romero, N. 2010. Guía para Diseñar Programas Efectivos de Fertilización, Zona 4 de Mixco, Guatemala, Soluciones Analíticas, 1-128 p.
- Seoanez, M. 2000. Tratado de reciclado y recuperación de productos de los residuos (en línea). Madrid, España, Mundi-Prensa. Consultado 15 dic 2022. Disponible en

[http://books.google.com/books?id=lvq2Wn4HNroC&pg=PA1928&dq=manejo+de+gallinaza
&hl=es&rview=1#PPA7, M1](http://books.google.com/books?id=lvq2Wn4HNroC&pg=PA1928&dq=manejo+de+gallinaza&hl=es&rview=1#PPA7, M1)

Solórzano, H. 2016. Manejo, producción y comercialización de gallinaza en Guatemala (entrevista).
Santa Bárbara, Huehuetenango, Guatemala.

TECNAMED (Tecnificación Agraria y Medioambiental, S.L.). 2011. Gallinaza seca El actual desarrollo de la mecanización facilita la aplicación de este fertilizante completo, abono natural, que produce una comprobada mejora en los rendimientos de los cultivos. Consultado 02 feb. 2023. Disponible en www.agromaquinaria.es/pdf/empresas

Villanueva, C (et al.). 2015. Manual de producción y manejo de aves de patio (en línea). – 1º ed. – Turrialba, C.R : CATIE, 64 p. Consultado 25 ene 2023. Disponible en: <http://map.catie.ac.cr/web/wp-content/uploads/2015/08/Aves-de-Patioisbn.pdf>